

Transport Miejski i Regionalny (skrót TMiR)

Czasopismo wydawane od 2004 roku jako kontynuacja tytułu „Transport Miejski”, wydawanego od 1982 r. ISSN-1732-51-53

Redaktor naczelny

Prof. dr hab. inż. Wiesław Starowicz (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie)
starowicz@sitk.org.pl

Sekretarz redakcji

Mgr Janina Mrowińska (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie)
mrowinska@sitk.org.pl

Rada naukowo-programowa

Prof. dr hab. inż. Andrzej Szarata (Politechnika Krakowska) – przewodniczący, członkowie: profesor Tom Rye (Transport Research Institute, Edynburg, Wielka Brytania), prof. dr hab. inż. Antoni Szydło (Politechnika Wrocławska), profesor Igor Taran (Narodowy Górniczy Uniwersytet, Katedra Zarządzania w Transporcie, Dniepropietrowsk, Ukraina), profesor Ming Zhong (Intelligent Transport Systems Research Center, Wuhan, Chiny)

Redaktorzy tematyczni

prof. dr hab. inż. Stanisław Gaca (Politechnika Krakowska – inżynieria ruchu), dr inż. Ryszard Janecki (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie), mgr inż. Mariusz Szałkowski (Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA w Krakowie – transport miejski), prof. UE dr hab. Robert Tomanek (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach – ekonomia transportu)

Redaktor statystyczny

Dr inż. Jolanta Żurowska (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie)

Redaktor językowy i streszczenia w języku angielskim

Mgr Agata Mierzyńska (Urząd Miasta Krakowa)

Adres redakcji

ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków
tel. 12 658 93 74
e-mail: tmir@sitk.org.pl
Strona w Internecie: <http://tmir.sitk.org.pl>

Wydawca

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polski
ul. Czackiego 3/5 00-043 Warszawa
www.sitk.org.pl

Nakład

500 egzemplarzy

Skład

Tomasz Wojtanowicz

Druk

Drukarnia Intromax
ul. Biskupińska 21, 30-732 Kraków

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja papierowa
Artykuły w wersji elektronicznej są dostępne na stronie czasopisma z półrocznym opóźnieniem

Bazy indeksujące artykuły TMiR

Baza BAZTECH – <http://baztech.icm.edu.pl/>
Baza Index Copernicus – <http://indexcopernicus.com/>

Prawa autorskie

Copyright © Transport Miejski i Regionalny, 2024

Informacje dodatkowe

Za treść i formę ogłoszeń oraz reklam Redakcja nie odpowiada.

Spis treści

Lechosław Grochowski 3

Zarządzanie kolejkami pojazdów metodą poprawy warunków ruchu autobusów na ulicach wielopasowych

Queue management as a method of improving traffic conditions for buses on multi-lane streets

Aleksandra Ciastoń-Ciulkin, Ilona Duda 12

„Eco-driving” w ujęciu praktycznym

Eco-driving in practical terms

Aleksandra Ciastoń-Ciulkin, Sabina Puławska-Obiedowska, Aleksandra Trzebunia 20

Badanie znaczenia kolei w podróżach wewnątrzmiastowych na przykładzie rejonu osiedla Złocień w Krakowie

Study on the role of rail in intra-city travel on the example of the area of Złocień in Kraków

Oliwia Hareża, Urszula Protyńska, Dominik Staśkiewicz, Michał Małysz 25

Magistrala Podśudecka w systemie kolei pasażerskiej Dolnego Śląska

Podśudecka mainline in the Lower Silesian passenger rail system

Doktoraty 32

Mgr Michał Małysz – na podstawie rozprawy: Rozwiązania multimodalne i ich rola w dojazdach do kurortów polskiego wybrzeża Bałtyku

Reklama w „Transportie Miejskim i Regionalnym”

Koszt reklamy w czasopiśmie wynosi:

4. strona okładki (kolor)	5000 zł + VAT
2., 3. strona okładki (kolor)	3500 zł + VAT
jedna strona wewnątrz numeru (cz.-b.)	1500 zł + VAT
jedna strona wewnątrz numeru (kolor)	2500 zł + VAT

Cena tekstów sponsorowanych oraz wkładek tematycznych do uzgodnienia.

W przypadku reklam w kilku kolejnych numerach możliwy upust do 20%.

Zgłoszenia: Joanna Mrowińska – Sekretarz Redakcji tel. +48 530 944 118

Punktacja artykułów

Nowy Komunikat Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z przypisaną liczbą punktów w obszarze transportu obejmuje tylko niektóre wydawane w Polsce anglojęzyczne czasopisma. *Transport Miejski i Regionalny* nie znajduje się na liście, ale był poprzednio punktowany zatem ma przypisane 5 punktów.

Prenumerata TMiR w 2024 roku

Cena egzemplarza – **27 zł** (zagraniczna – **13 euro** z kosztami przesyłki)

Koszt prenumeraty półrocznej – **150 zł** (zagraniczna – **75 euro** z kosztami przesyłki)

Koszt prenumeraty rocznej – **310 zł** (zagraniczna – **150 euro** z kosztami przesyłki)

Studenti – 50% zniżki (na podstawie kserokopii aktualnej legitymacji studenckiej)

Zamówienia prenumeraty: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polski, Oddział w Krakowie, ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków.

Prenumerata oraz sprzedaż egzemplarzy archiwalnych: <http://www.sitk.org.pl/sklep>

Platność konto: 43 1240 4722 1111 0000 4859 0666

Drodzy Czytelnicy,

W 2024 roku odpowiedzialność za wydawanie czasopisma Transport Miejski i Regionalny wraca po kilku latach do Oddziału SITK w Krakowie. Postaramy się jak najlepiej wywiązywać z tego obowiązku. Zachęcamy wszystkich zainteresowanych problematyką funkcjonowania miejskich i regionalnych systemów transportu szynowego (kolejowego i tramwajowego), autobusowego, trolejbusowego, rowerowego i pieszego, w szczególności zagadnieniami techniki, organizacji, planowania, eksploatacji, zarządzania i bezpieczeństwa transportu, do współpracy z Redakcją. Promujemy razem wiedzę i dobre praktyki w całym środowisku inżynierskim i menadżerskim dbającym o dobrą jakość transportu w miastach i regionach Polski.

Prezes Oddziału SITK RP w Krakowie – Józefa Majerczak
Redaktor naczelny TMiR – Wiesław Starowicz

Streszczenia angielskie – Abstracts in English

Lechosław Grochowski

Queue management as a method of improving traffic conditions for buses on multi-lane streets

Abstract: The article examines the issue of assigning different types of vehicles to different lanes, referred to by the author as “vehicle queue management”, using the example of Nowohucka Street in Krakow. It is part of a master’s thesis [1], which also served as a basis for an article [2] on segregated bus lanes with admission of other users and their marking in Polish cities. This publication will characterise the southern part of Nowohucka Street in Kraków. Data from bus time recorders will be used. Then, the proposed queuing management will be tested in a microsimulation model. In addition, proposed solutions to other problems identified in the vicinity for Kraków Public Transport bus travel will be briefly presented.

Key words: traffic engineering, dedicated bus lanes, vehicle queue management, microsimulation model.

Aleksandra Ciastoń-Ciulkin, Ilona Duda

Eco-driving in practical terms

Abstract. Results of a survey conducted among drivers, including professional drivers, on the knowledge of the eco-driving concept, as well as the frequency of applying its principles while driving are presented in the article. The results of the survey allow an assessment of the effectiveness of measures taken in the country to promote eco-driving.

Key words: eco-driving, energy efficiency, eco-friendly driving, economical driving, energy-efficient driving.

Aleksandra Ciastoń-Ciulkin, Sabina Puławska-Obiedowska, Aleksandra Trzebunia

Study on the role of rail in intra-city travel on the example of the area of Złocień in Kraków

Abstract. The aim of this article is to present the impact of launching a railway stop serving an urban residential area on increasing the importance of railways in providing service to the city and changing the transport behaviour of the inhabitants of the area affected by the stop. A case study of the Złocień housing estate was analysed, for the operation of which, in November 2021, the Złocień railway stop was launched, included in the route of the third line of the Rapid Agglomeration Railway. An analysis was carried out of the dynamics of changes in the volume of passenger traffic at the newly-opened stop, based on the exchange of passengers

using the trains of the carrier Małopolska Railway, and a survey was conducted among residents to identify the modes of transport chosen, both before and after the activation of the stop, as well as the preferences and expectations of residents in relation to travel. Based on this, past and present transport behaviour was analysed, and levels of satisfaction and preference were examined in relation to the operation elements of the connection and the Kraków Złocień stop, as well as elements of integration with other modes of transport in the Złocień area. This allowed an examination of how the launch of the new stop influenced the transport behaviour of the residents of the area.

Key words: agglomeration railway, transport in agglomeration, interchanges, travel service points, transport accessibility.

Oliwia Haręża, Urszula Protyńska, Dominik Staśkiewicz, Michał Małysz

Podsudecka mainline in the Lower Silesian passenger rail system

Abstract: Railway line no. 137, called the Podsudecka Mainline, is a very important railway in Upper and Lower Silesia. Its characteristic element is that it runs parallel to the Sudetes and bypasses cities of Opole and Wrocław. Apart from the Katowice - Kędzierzyn-Koźle section, which plays an important role in passenger transport, the technical status of the railway is unsatisfactory and the number of connections on it is much smaller than the line’s capacity. There are cities located on the mainline like: Nysa, Ząbkowice Śląskie, Dzierżonów, Świdnica, Strzegom and Jawor. At the same time, there are many railway junctions on the mainline that allow to change the direction, for example towards Wrocław and Wałbrzych, like nodes in Kamieniec Ząbkowicki and Jaworzyna Śląska. Moreover, together with railway line no. 289 on the Legnica - Rudna Gwizdanów section, the main road constitutes a bypass of the Wrocław subregion. The number of railway junctions along the line shows the communication potential there and possible multimodal solutions. The aim of the article is to present the concept of developing passenger connections on the Podsudecka Mainline in two scenarios containing the possibilities of modernizing the main line and creating peripheral connections connected with train to and from Wrocław. The article includes the analysis of the technical characteristics of railway line no. 137, existing passenger connections and connections at junctions and, based on the results, the concept of developing passenger rail connections, which is described and discussed in this article.

Key words: Podsudecka Mainline, passenger rail, Lower Silesia, rail.

LECHOSŁAW GROCHOWSKImgr inż., Politechnika Krakowska,
Katedra Systemów Transportowych,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
e-mail: lechoslaw.grochowski@
pk.edu.pl

ZARZĄDZANIE KOLEJKAMI POJAZDÓW METODĄ POPRAWY WARUNKÓW RUCHU AUTOBUSÓW NA ULICACH WIELOPASOWYCH¹

Streszczenie: W artykule analizowana jest kwestia przydzielania różnych rodzajów pojazdów na różne pasy ruchu, określanego przez autora jako „zarządzanie kolejkami pojazdów”, na przykładzie ulicy Nowohuckiej w Krakowie. Stanowi on część pracy magisterskiej [1], na podstawie której powstał również artykuł [2] traktujący o wydzielonych pasach autobusowych z dopuszczeniem innych użytkowników oraz o ich oznakowaniu w polskich miastach. W niniejszej publikacji zostanie scharakteryzowana południowa część ulicy Nowohuckiej w Krakowie. Wykorzystane będą dane z rejestratorów czasu w autobusach. Następnie proponowane zarządzanie kolejkami będzie sprawdzone w modelu mikrosymulacyjnym. Ponadto pokrótce zostaną przedstawione propozycje rozwiązań innych zidentyfikowanych w okolicy problemów dotyczących przejazdów autobusów Komunikacji Miejskiej w Krakowie.

Słowa kluczowe: inżynieria ruchu, wydzielone pasy autobusowe, zarządzanie kolejkami pojazdów, model mikrosymulacyjny.

Wprowadzenie

Gdy natężenie ruchu na skrzyżowaniu przekracza przepustowość, tworzą się coraz dłuższe kolejki pojazdów, wynikające z większej liczby pojazdów dojeżdżających niż obsługiwanych, co znacząco wydłuża czas oczekiwania. Jeżeli zwiększenie przepustowości na danym wlocie skrzyżowania nie jest możliwe, to jedynym sposobem na skrócenie czasu przejazdu pewnych pojazdów przez skrzyżowanie jest racjonalne zarządzanie kolejkami, czyli przeznaczanie różnych pasów ruchu na kolejki dla różnych rodzajów pojazdów.

W praktyce narzędziem zarządzania kolejkami w polskich miastach są pasy autobusowe, ewentualnie z dopuszczeniem innych pojazdów. W przeciwieństwie do pojęcia „zarządzanie kolejkami pojazdów”, pojęcie wydzielonych pasów autobusowych jest powszechnie stosowane i szeroko opisywane w literaturze specjalistycznej. Gdy jednak autobusów jest zbyt mało, wytyczenie pasów autobusowych w klasycznej postaci jest znacznie utrudnione, zatem w takich sytuacjach proponuje się bardziej rozbudowane zarządzanie kolejkami. W tym artykule analizowana jest możliwość wprowadzenia takiego rozwiązania na ulicy Nowohuckiej w Krakowie. Do tego celu zostanie wykorzystany model mikrosymulacyjny w programie Aimsun (wersja 20.0.3).

Przegląd literatury dotyczącej wydzielonych pasów autobusowych

Liczne artykuły traktujące o pasach autobusowych są autorstwa Marka Bauera. Już w 2007 roku przedstawił klasyfikację wydzielonych jezdni i pasów autobusowych [3],

wymieniając: wydzielone ulice (jezdnie) autobusowe (tramwajowo-autobusowe), wydzielone pasy ruchu dla autobusów komunikacji miejskiej oraz wydzielone wspólne pasy tramwajowo-autobusowe. Wspomniał także o uprzywilejowaniu autobusów w sygnalizacji świetlnej. Same pasy ruchu dla autobusów M. Bauer klasyfikuje ze względu na kierunek ruchu: zgodny z ogólnym, przeciwny lub zmienny. Innym kryterium klasyfikacji tych pasów jest ich lokalizacja. Autor artykułu zwraca uwagę na problem utrudnień związanych ze skretem w prawo z pasa autobusowego, często kolizyjnego z ruchem pieszym. Kolejną ważną klasyfikacją jest czas obowiązywania pasa autobusowego. Zdaniem autora, kierowcy najlepiej zapamiętują pasy całodobowe.

W artykule z 2008 roku [4] M. Bauer proponuje korytarze komunikacyjne w Krakowie z pełnym priorytetem dla transportu zbiorowego, opisując szczegółowo korytarz III: Rondo Grunwaldzkie – Opolska Estakada, gdzie w roku 2006 były wydzielane pasy autobusowe. Przeprowadzono pomiary czasu przejazdu i ankietę dotyczącą subiektywnego odbioru skrócenia czasu jazdy przez pasażerów. Na rozważanym korytarzu komunikacyjnym w tymże roku w godzinie szczytu popołudniowego w jedną stronę kursowało około 40 autobusów komunikacji miejskiej i wielu przewoźników prywatnych.

W artykule z 2012 roku [5] M. Bauer porusza dość różnicowane kwestie dotyczące pasów autobusowych. Można tam znaleźć między innymi porównanie długości pasa ruchu przypadającej na jednego pasażera przy prędkości jazdy 30 km/h dla samochodu osobowego oraz różnych rodzajów autobusów i tramwajów, rozważania na temat parkowania przykrawężnikowego w sąsiedztwie pasów autobusowych, uwarunkowania dla stosowania pasów autobusowych, a także dopuszczenie ruchu innych pojazdów na tychże pasach. I tak autor pisze, że za dolną granicę efektywności pasów autobusowych przyjmuje się 10 autobusów na godzinę szczytu, ale również że w obszarach oddalonych od centrum należy bardziej uwzględniać interesy komunikacji indywidualnej. Jeśli zaś chodzi o dopuszczanie innych pojazdów do poruszania się pasami autobusowymi, to autor zwraca uwagę na zanik sensu wydzielonych pasów autobusów przy obecności na nich zbyt wielu użytkowników.

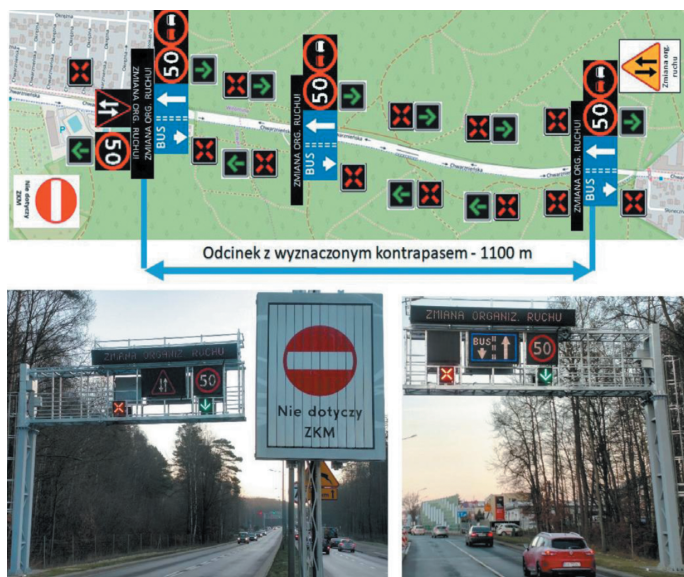
Wreszcie w artykule z 2013 roku [6] M. Bauer szczegółowo opisuje kwestię miejsca dopuszczania pojazdów skręcających w prawo na pasy autobusowe. Zbyt wczesne ich dopuszczenie prowadzi do tego, że kolejka do kolizyjnego przejścia dla pieszych z prawej strony pojawia się również na

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2024.

pasie autobusowym, blokując go, a w skrajnych przypadkach pojazdów blokujących może być na tyle dużo, że autobus będzie musiał czekać na kolejny cykl sygnalizacji.

W artykułach naukowych często poruszany jest problem nieuprawnionych użytkowników pasów autobusowych. O samych Alejach Trzech Wieszczów w Krakowie i ich okolicach traktują aż trzy artykuły z lat 2010 [7], 2012 [8] i kolejny z roku 2012 [9]. Według nich udział pojazdów nieuprawnionych na pasach dla autobusów wahał się od 10% do przeszło 30%, choć w okolicach Nowego Kleparza wynosił on nawet 50–60%.

Wśród pasów autobusowych w Polsce wyjątkowo interesujący jest kontrapas w ciągu ulicy Chwarzeńskiej w Gdyni, który został opisany w artykule z 2020 roku [10], a jego ilustrację przedstawia rysunek 1. Autorzy przytaczają rozważane alternatywnie rozwiązanie, w którym na jezdni w kierunku Śródmieścia byłby wydzielony dedykowany pas autobusowy i pozostawiony jeden pas dla ruchu ogólnego. Stwierdzają jednocześnie, że taka organizacja ruchu powodowałaby, że powstająca kolejka pojazdów sięgałaby ekspresowej Obwodnicy Trójmiasta, co pogorszyłoby bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz wydłużyłoby czas dojazdu autobusów do dedykowanego pasa, niwelując zysk tam osiągnięty. Obecna organizacja ruchu z kontrapasem skutkuje za to znaczną oszczędnością czasu przejazdu transportem zbiorowym, nie pogarszając warunków ruchu kierowcom samochodów osobowych.



Rys. 1. Ilustracja nietypowej organizacji ruchu w Gdyni na ulicy Chwarzeńskiej
Źródło: [10]

Adam Molecki w artykule o dynamicznych pasach autobusowych [11] rozważa zarówno pasy stało-, jak i zmiennokierunkowe, analizując również kwestię przystanków. W artykule można spotkać nawet tak śmiały pomysł, jak całkowite zatrzymanie ruchu w wybranym przekroju i bezpieczne umożliwienie autobusowi wyprzedzenia kolejki pojazdów. Autor omawia też kwestię dodatkowych użytkowników pasów autobusowych, stwierdzając na przykład, że dopuszczanie samochodów przewożących przynajmniej 3 osoby to rozwiązanie przystające bardziej do miast amerykańskich niż europejskich.

Charakterystyka obszaru badawczego

W niniejszym artykule rozważana będzie ulica Nowohucka w okolicach skrzyżowania z ulicami Stoczniowców i Saską, a w mniejszym stopniu jej przedłużenie w kierunku ulicy Powstańców Wielkopolskich i sama ta ulica. Pomiędzy mostem Nowohuckim a skrzyżowaniem z ulicami Stoczniowców i Saską ma ona po dwa pasy ruchu w każdym kierunku. Można założyć, że poza ruchem lokalnym przenosi ona także ruch tranzytowy, o czym świadczy jej znaczenie w układzie ulic Krakowa, a w szczególności fakt, że na wschód od mostu Nowohuckiego w granicach administracyjnych miasta znajdują się jedynie 3 inne mosty:

1. nieprzystosowany do dużego ruchu tranzytowego most Wandy;
2. most w ciągu drogi ekspresowej S7 otwarty dopiero w 2017 roku [12], obecnie ta droga ekspresowa będąca wschodnią obwodnicą Krakowa nie została jeszcze ukończona i przejazd w kierunku Buska-Zdroju przez skrzyżowanie alei Solidarności oraz Ujastek Mogiński, jak wynika z obserwacji autora niniejszego artykułu, nie należy do komfortowych;
3. most w ciągu drogi krajowej 75 pomiędzy krakowskim kombinatem metalurgicznym a Niepołomicami – jest poprowadzony w zupełnie innym kierunku niż rozważany tutaj most Nowohucki.

W związku z tym nie wydaje się, żeby ograniczanie przepustowości ulicy Nowohuckiej było racjonalnym rozwiązaniem.

Poza tym jednak ten ciąg ma potencjał do przewozów pasażerów komunikacją zbiorową pomiędzy dużymi dzielnicami z pominięciem centrum. I choć obecnie (25.02.2022) w godzinie szczytu w jednym kierunku kursuje tam jedynie 12 autobusów komunikacji miejskiej w Krakowie [13] (dla porównania do ronda Matecznego, gdzie również nie ma wydzielonego pasa autobusowego, tych autobusów kursuje przeszło 40, nie uwzględniając tutaj innych przewoźników), to jednak pomysł ułatwień dla autobusów w tamtym miejscu nie jest nowy [14].

Skrzyżowanie ulicy Nowohuckiej z ulicami Stoczniowców oraz Saską jest jednopoziomowe, czterowlotowe i wyposażone w sygnalizację świetlną. Wszystkie relacje skątne w lewo obsługiwane są bezkolizyjnie. Niestety, już w projekcie sygnalizacji świetlnej [15] przewiduje się przeciążenie tego skrzyżowania (natężenie ruchu przekraczające przepustowość). Nie wiadomo, czy projekt uwzględnia występujące tam na zachodnim wlocie ulicy Nowohuckiej zjawisko krótkiego pasa ruchu, w związku z przeciążeniem relacji skątu w ulicę Stoczniowców. Z powodu tego zjawiska przez pewien okres cyklu efektywnie wykorzystywany jest tylko jeden pas ruchu, pomimo nadawania sygnału zielonego dla obu pasów na wprost (fot. 1).

Sterowanie na tym skrzyżowaniu jest skomplikowane i bazuje na algorytmie genetycznym zaimplementowanym w module EPICS. Obserwacje autora artykułu wskazują jednak na fakt, iż w występujących w szczytach komunikacyjnych warunkach przeciążenia ruchowego, sygnalizacja pracuje w sposób bardzo zbliżony do stałoczasowej. Takie założenie zostanie



Fot. 1. Zjawisko krótkiego pasa ruchu na zachodnim wlocie skrzyżowania Nowohucka – Stoczniewców

Źródło: fotografia własna, luty 2022

Tabela 1

Otrzymane pola bazy danych z rejestratorów zdarzeń w autobusach KMK		
Kolumna	Pole	Przykładowa wartość
A	Czas rozkładowy	09:49:00
B	Data końca	2021-09-01 09:49:40
C	Data zdarzenia	2021-09-01 09:49:27
D	Linia	578
E	Nr kursu	578/DP/7/20/0/20
F	Nr przystanku	4
G	Opis kierunku	Czerwone Maki P+R
H	Opis przystanku	Stella-Sawickiego
I	Pojazd	MC302

Źródło: [16]

przyjęte do dalszych badań. Na tym skrzyżowaniu relacje skrajne w lewo z ulicy Nowohuckiej są rozdzielone w fazach, natomiast relacje skrajne w lewo z ulic Saskiej i Stoczniewców są połączone w fazach, choć ich obsługa nie jest rozpoczynana równocześnie. Kolejność faz jest następująca:

1. ulica Nowohucka od wschodu – na wprost, w prawo, w lewo;
2. ulica Nowohucka od wschodu i zachodu – na wprost i w prawo;
3. ulica Nowohucka od zachodu – na wprost, w prawo, w lewo;
4. ulice Stoczniewców i Saskia – na wprost i w prawo;
5. ulice Stoczniewców i Saskia – w lewo (nadawanie sygnału zielonego dla relacji z ulicy Saskiej w lewo w przejściu międzyfazowym rozpoczyna się wcześniej niż dla relacji z ulicy Stoczniewców w lewo, zatem ten sygnał jest dłuższy).

W szczycie popołudniowym nie zaobserwowano istnienia teoretycznych rezerw przepustowości (do wykorzystania po zmianie programu) w żadnej z relacji poza zachodnim wlotem ulicy Stoczniewców (gdzie ich wykorzystanie jest skomplikowane ze względu na występujący efekt krótkiego pasa). Na skrzyżowaniu w okresach szczytowych występuje cykl 120-sekundowy.

Analiza danych z rejestratorów zdarzeń w autobusach komunikacji miejskiej w Krakowie

Do określenia skali problemu oraz do późniejszej kalibracji modelu mikrosymulacyjnego bardzo użyteczne są dane z rejestratorów zdarzeń w autobusach komunikacji miejskiej w Krakowie. Od Zarządu Transportu Publicznego pozyskano dane z linii autobusowych 178 i 578 (dla linii 174, która również kursuje po rozważanych ulicach, takie informacje są niedostępne) z dni powszednich w okresie wrzesień 2021 – styczeń 2022. Ta baza danych liczy około 400 tys. rekordów (po około 100 tys. dla każdego z kierunków tych dwóch linii) i jest zapisana w formacie XLSX (arkusz kalkulacyjny programu Excel). Pola tej bazy danych przedstawiono w tabeli 1.

Bardzo istotnym polem do wykonywania dalszych analiz jest „Opis kierunku”. Dla linii 178 przyjmuje ono wartości „Łagiewniki” oraz „Mistrzejowice”, z kolei dla linii 578: „Czerwone Maki P+R” oraz „Mistrzejowice”. Zdecydowano

się podzielić bazę danych na cztery różne, według linii i kierunku. Jeśli zaś chodzi o pola „Nr przystanku” i „Opis przystanku”, to opis jest jednoznacznie przyporządkowany numerowi przystanku.

Pola „Data zdarzenia” i „Data końca” najprawdopodobniej oznaczają momenty rozpoczęcia i zakończenia wymiany pasażerów, przy czym ich interpretacja jest mniej oczywista dla przystanków początkowych, gdzie różnica między nimi sięga często kilkunastu minut – w tych przypadkach znacznie bliższa rozkładowi jazdy jest „Data końca”. Dodatkowym powodem uznania jej za ważniejszą od „Daty zdarzenia” jest większe znaczenie dla pasażera odjazdu niż przyjazdu. Dlatego też pole „Data zdarzenia” będzie dalej ignorowane, a wykorzystywana będzie „Data końca”.

Do określania warunków ruchu autobusów można by wykorzystywać różnicę między czasem rzeczywistym a rozkładowym. Takie podejście ma jednak wady. Po pierwsze, rozkład jazdy może być już dostosowany do dłuższego czasu przejazdu w godzinach szczytów. Po drugie, na opóźnienia w bieżącym kursie mogą wpływać zaburzenia powstałe w poprzednim kursie. Dlatego postanowiono obliczać wartość „Czas przejazdu”, będącą różnicą pomiędzy „Datami końca” dla kolejnych przystanków. Zostało to zrealizowane poprzez sortowanie według pola „Sama data” (data bez godziny wyodrębniona z pola „Data końca”), numer kursu, pojazd i nr przystanku, a następnie, jeżeli wszystkie wymienione pola zgadzają się ze sobą, obliczono szukaną różnicę.

Z tak przygotowanych danych utworzono wykresy „Sama data” – „Czas przejazdu” oraz „Sama godzina” – „Czas przejazdu”. Przykłady przedstawione są na rysunkach 2 i 3. Jeśli chodzi o przyczyny wyraźnego spadku czasu przejazdu od dnia 7 stycznia 2021, to autor podejrzewał ograniczenia związane z pandemią COVID-19, ale, zważywszy na występowanie spadku czasu przejazdu od początku stycznia tylko na dwóch odcinkach, można założyć, że przyczyna miała charakter punktowy. W okolicach tamtego dnia zakończyło się bowiem obojętowanie zwężenia z trzech do dwóch pasów ruchu w związku z remontem wiaduktu kolejowego [17, 18]. Dlatego z dalszych analiz odrzucono wpisy sprzed 7 stycznia dla odcinków przed przystankiem Podgórze SKA i poprzednim Kuklińskiego. Zmieniony wykres przedstawia rysunek 4.

Przedstawione wykresy pozwalają zaobserwować, że nawet w warunkach znikomego ruchu samochodowego (około godzin 5:00 i 23:00) rozproszenie czasów przejazdu na przystanek często przekracza minutę. Jest to istotne w rozważaniach, jak dokładny powinien być model symulacyjny skalibrowany czasami przejazdów autobusów. Odczytane z wykresów dane po graficznym odrzuceniu obserwacji odstających przedstawia tabela 2.

Dla przyspieszonej linii 578 nie przeprowadzono tak szczegółowych analiz, gdyż pomija ona wszystkie przystanki pomiędzy Podgórze SKA a M1 Nowohucka. Wstępny ogląd wykresów dla tej linii zdaje się jednak potwierdzać przedstawione tu ustalenia. W dalszej części artykułu zostanie szczegółowo rozważony kierunek Łagiewniki i odcinki przed przystankami Koszykarska i Stoczniovców. Brak zmian przed przystankiem Elektrociepłownia Kraków świadczy o tym, że nie występuje tam kongestia, co można wykorzystać do oceny zasięgu kolejki pojazdów. Propozycje rozwiązań problemów strat czasu autobusów na innych odcinkach zostaną jedynie zasygnalizowane, bardziej szczegółowe ich omówienie dostępne jest w pracy magisterskiej [1].

Tabela 2

Orientacyjne czasy przejazdu na poszczególne przystanki na linii 178				
Przystanek	Ruch swobodny – czas średni [m:ss]	Ruch swobodny – odchylenie*	Maksymalny przyrost czasu w szczycie porannym**	Maksymalny przyrost czasu w szczycie popołudniowym**
Kierunek Łagiewniki				
Elektrociepłownia Kraków	1:50	$\pm 0:40$	+0:00	+0:00
Koszykarska	2:10	$\pm 0:40$	+3:20	+3:20
Stoczniovców	1:40	$\pm 0:40$	+3:00	+4:20
Kuklińskiego	2:10	$\pm 0:30$	+0:50	+0:50
Podgórze SKA	1:40	$\pm 0:30$	+0:20	+3:20
RAZEM	9:30		+7:30	+11:50
Kierunek Mistrzejowice				
Kuklińskiego	2:30	$\pm 0:50$	+5:10	+6:50
Stoczniovców	2:00	$\pm 0:40$	+1:50	+1:50
Koszykarska	1:40	$\pm 0:50$	+0:00	+0:00
RAZEM	6:10		+7:00	+8:40

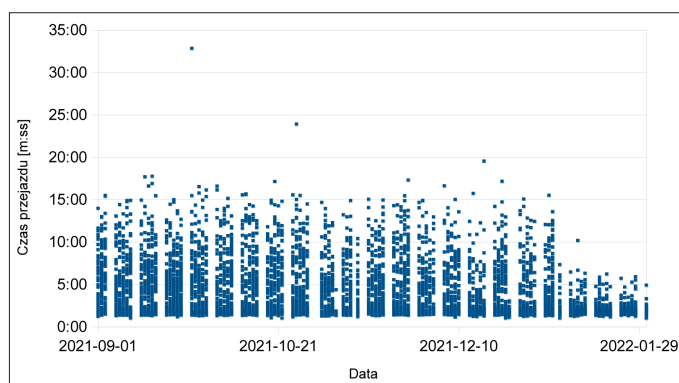
* Przykładowo, średnia 1:50 i odchylenie $\pm 0:40$ oznacza, że po odrzuceniu obserwacji odstających czasy przejazdu są rozmieszczone dość równomiernie w przedziale 1:10–2:30.

** Przykładowo, dla średniej 2:10 i odchylenia $\pm 0:40$ w ruchu swobodnym, czyli przedziału 1:30–2:50, maksymalny przyrost równy +3:20 oznacza, że maksymalne czasy przejazdu (pomijając obserwacje odstające) wyniosą 4:50–6:10, choć nawet w godzinach szczytowych znajdują się czasy niższe niż ten maksymalny przedział (być może nawet zbliżone do ruchu swobodnego).

Źródło: opracowanie własne na podst. [16]

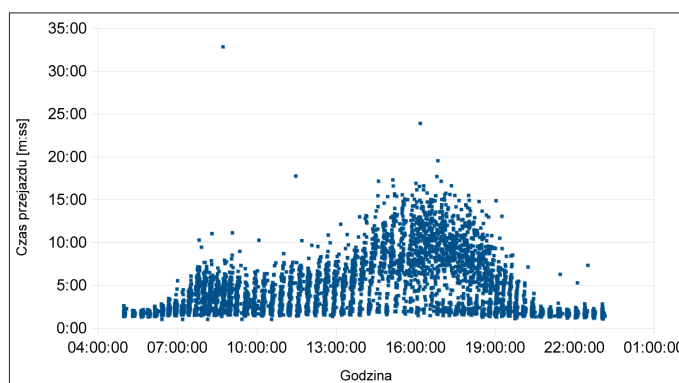
Identyfikacja problemów i propozycje rozwiązań

Na podstawie wizji lokalnych oraz analiz danych z rejestratorów można wyróżnić 4 problematyczne miejsca, które przedstawia fotografia 2. Poprzez zarządzanie kolejkami, rozumiane jako tworzenie różnych kolejek dla różnych rodzajów pojazdów, można rozwiązać jedynie problem numer 4. W pozostałych przypadkach wydaje się to niemożliwe ze względu na niewielką odległość między znaczącymi skrzyżowaniami i silne przeplatanie potoków ruchu między pasami.



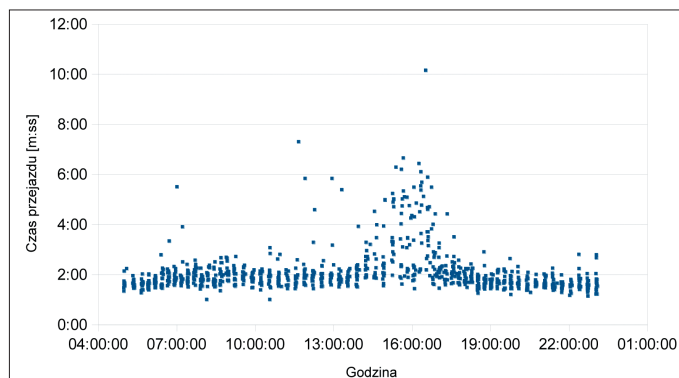
Rys. 2. Zmienność czasu przejazdu na przystanek Podgórze SKA dla linii 178 w kierunku Łagiewnik w poszczególnych godzinach

Źródło: opracowanie własne na podst. [16]



Rys. 3. Zmienność czasu przejazdu na przystanek Podgórze SKA dla linii 178 w kierunku Łagiewnik w poszczególnych godzinach

Źródło: opracowanie własne na podst. [16]



Rys. 4. Zmienność czasu przejazdu na przystanek Podgórze SKA dla linii 178 w kierunku Łagiewnik w poszczególnych godzinach po usunięciu wpisów sprzed dnia 2021.01.07

Źródło: opracowanie własne na podst. [16]



Fot. 2. Lokalizacja rozważanych problematycznych miejsc

Źródło: opracowanie własne na podst. Map Google [19]

1. **Wlot ulicy Powstańców Wielkopolskich na skrzyżowanie z ulicami Limanowskiego i Wielicką** (problem dotyczy tylko szczytu południowego). Obserwacje wskazują na to, że skrzyżowaniem krytycznym jest tam wcześniejsze pomocnicze skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną, obsługujące – poprzez zawracanie zabronione na głównym skrzyżowaniu – relacje skątne w lewo oraz wyjazd z pętli autobusowej. Na głównym skrzyżowaniu funkcjonuje cykl sygnalizacyjny około 80-sekundowy, dość nietypowy dla dużych skrzyżowań, ale konieczny ze względu na tramwaje [20]. Na pomocniczym skrzyżowaniu również występuje taki cykl ze względu na koordynację ze skrzyżowaniem głównym. Można by spróbować pozostawić cykl 80-sekundowy na skrzyżowaniu głównym, ale zastosować cykl 160-sekundowy na skrzyżowaniu pomocniczym.

Warto również zwrócić uwagę na fakt, iż niektórzy kierowcy próbują omijać – niebędącymi w układzie podstawowym ulicami Kiełkowskiego i Turbasy – część kolejki do przeciążonego skrzyżowania. Globalnie nie przynosi to wzrostu przepustowości, gdyż i tak wjeżdżają oni na skrzyżowanie Powstańców Wielkopolskich – Limanowskiego – Wielicką tym samym wlotem. Ponadto takie zachowanie może kojarzyć się z „cwaniactwem drogowym” i negatywnie oddziałuje na ulice lokalne lub wręcz dojazdowe. Rozwiązaniem jest ruch jednokierunkowy na początkach ulic Kiełkowskiego i Turbasy.

2. **Wlot ulicy Powstańców Wielkopolskich na skrzyżowanie z ulicą Kuklińskiego.** To przecięcie ulic jest węzłem typu karo, przy czym bezkolizyjna relacja Nowohucka – Powstańców Wielkopolskich jest prowadzona estakadą. Niestety, w pewnym przekroju łącznicy, na znajdującym się na dolnym poziomie skrzyżowaniu, występuje tylko jeden pas ruchu, więc nie można segregować pojazdów ani kierunkowo, ani rodzajowo. A segregacja w celu poprawy warunków autobusów zjeżdżających na przystanek na dolnym poziomie wydaje się konieczna – prawie na pewno nie uda się zapewnić przepustowości na relacji skątnej w lewo w kierunku centrum, która dodatkowo przecina linię tramwajową. Na szczęście, rozbudowa wąskiego miejsca na łącznicy do dwóch pasów ruchu wymaga zajęcia jedynie około 110 m² dodatkowego terenu, z czego do wywłaszczenia jest nie więcej niż 60 m² [1].

Fotografia 3 przedstawia proponowane prowadzenie pasa ruchu dla autobusów. Symbol „X” oznacza zaobserwowane zakończenie powierzchni akumulacji do skrótu w lewo. Można przedłużyć istniejący krótki pas autobusowy (drugi od prawej zaraz przy linii zatrzymania) oraz pas do skrótu w prawo (pierwszy od prawej), usuwając wyspę, co pokazuje fotografia z naniesioną koncepcją. Wyspa ta najprawdopodobniej ma pomagać przy skręcie z podporządkowanej ulicy Krzywdy, a dodatkowym ułatwieniem zapewne miała być sygnalizacja świetlna, choć obecnie (pierwsza połowa 2022) jest ona zdemontowana. Patrząc jednak po archiwalnych zdjęciach w internetowej usłudze Google StreetView [19], wydaje się, że ta sygnalizacja nigdy nie działała.

3. **Zachodni wlot ulicy Nowohuckiej na skrzyżowanie z ulicą Stoczniovców**, gdzie występuje efekt krótkiego pasa (fot. 1). Aby przeciwdziałać temu efektowi, można rozważyć skrócenie cykli sygnalizacyjnych, chociaż takie rozwiązanie obniży przepustowość innych przeciążonych relacji. Mniej konwencjonalnym rozwiązaniem proponowanym przez autora niniejszego artykułu jest zmiana kolejności faz na ulicy Nowohuckiej tak, aby sygnał zielony dla wlotu, z efektem krótkiego pasa, był nadawany w cyklu dwukrotnie, ale krócej. Proponowana kolejność to 3–1–2 lub 2–1–3 zamiast obecnej 1–2–3 (patrz omówienie tego skrzyżowania). Jest to jednak tylko propozycja, która wymaga dokładniejszych badań, gdyż nie wiadomo, czy zysk związany z redukcją efektu krótkiego pasa rekompensowałby stratę związaną z dodatkowym czasem międzycielonym.

Przy praktycznej realizacji opisywanych zmian należy wziąć pod uwagę przepustowość na wylotach skrzyżowania. Nie zaobserwowano problemów z tym związanych w szczycie porannym, natomiast w szczycie południowym, zarówno na wylocie relacji w lewo, jak i na wprost, obecne są kolejki pojazdów. W związku z tym dążenie do maksymalizacji przepustowości zachodniego wlotu jest



Fot. 3. Propozycja wyznaczenia pasa autobusowego i ewentualnie do skrótu w prawo na wlocie ulicy Powstańców Wielkopolskich na skrzyżowanie z ulicą Kuklińskiego
Źródło: opracowanie własne na podst. Map Google [19]

bezelowe – lepiej skrócić tam sygnał zielony, a zaoszczędzone sekundy przeznaczyć na inne relacje. Oczywiście, znacznie lepszym sposobem na rozwiązywanie problemu krótkiego pasa niż zmiany w sygnalizacji jest rozbudowa skrzyżowania – zwłaszcza uwzględniając jego znaczenie w sieci ulic oraz położenie wśród ogródków działkowych.

4. **Wschodni wlot ulicy Nowohuckiej na skrzyżowanie z ulicą Stoczniovców.** Nie wydaje się, aby można było podnieść przepustowość tego wlotu, zatem w okresach przeciążeń kolejki pojazdów do tego skrzyżowania będą narastać, osiągając znaczne rozmiary – jak pokazała analiza danych z rejestratorów zdarzeń w autobusach, jest to 6–7 minut dodatkowego oczekiwania, a z własnych obserwacji wynika, że zasięg takiej kolejki to około 1,3 km (do mostu Nowohuckiego). Można jednak sprawić, aby na różnych pasach ustawiały się różne kolejki – zwykłą i priorytetową. Typową realizacją tego pomysłu są pasy autobusowe, ale skoro po ulicy Nowohuckiej porusza się ledwie kilkanaście autobusów w godzinie szczytu, to taki pas autobusowy byłby bardzo słabo wykorzystany, co nie jest zalecane przez ekspertów [5]. Ponadto znacznie wydłużyłby się zasięg kolejki pojazdów – jak istotne jest to ograniczenie pokazuje przykład ulicy Chwarznieńskiej w Gdyni [10]. W przypadku ulicy Nowohuckiej dopuszczalny zasięg kolejki wynosi około 2,8 km – do Ronda 308. Dywizjonu. Dlatego też na pas z kolejką priorytetową należałoby dopuścić znacznie więcej pojazdów niż tylko autobusy. Efektywność tego rozwiązania zostanie sprawdzona w modelu mikrosymulacyjnym w programie Aimsun.

Budowa modelu mikrosymulacyjnego

Geometrię odcinków drogowych i skrzyżowań potrzebnych do budowy modelu pozyskano z Map Google [19]. Ze względu na cel modelu, obejmuje on tylko wschodni wlot ulicy Nowohuckiej na skrzyżowanie z ulicą Stoczniovców.

Nie zdecydowano się jednak na zmianę dopuszczalnej prędkości z domyślnych 50 km/h. Łatwiej wtedy odczytać z programu straty czasu dla autobusów (które z podniesienia prędkości i tak nie mogą skorzystać), a w gęstym ruchu samochodom osobowym może być trudno osiągnąć maksymalną dopuszczalną prędkość 70 km/h, która możliwa jest na ulicy Nowohuckiej.

Sygnalizację świetlną w modelu ustawiono na podstawie projektów udostępnionych przez Wydział Miejskiego Inżyniera Ruchu Urzędu Miasta Krakowa [15]. Ze względu na zbyt skomplikowane (a nawet nieudostępnione autorowi tejże pracy) rzeczywiste algorytmy sterowania, zdecydowano się użyć w modelu programów awaryjnych stałoczasowych, które następnie kalibrowano w przypadku zaobserwowania znacznej niezgodności modelu z rzeczywistością. Przy przeciążeniu wlotów, które ma miejsce w godzinach szczytu, do sterownika sygnalizacji i tak stale wysyłane są zgłoszenia, więc kwestia akomodacji sygnalizacji nie wydaje się tutaj bardzo istotna.

Do modelu nie wprowadzono pieszych. Wszystkie skręty w lewo są realizowane bezkolizyjnie, a przy skrętach w prawo nie zaobserwowano blokowania relacji krytycznych przez

pieszych (ewentualny wpływ można odwzorować skróceniem sygnału zielonego podczas kalibracji modelu).

Strukturę kierunkową dla poszczególnych rodzajów pojazdów pozyskano z pomiarów Zarządu Dróg Miasta Krakowa [21]. Strukturę rodzajową wraz z natężeniami ruchu pomierzono samodzielnie na początku kolejki (stąd brak własnych danych na temat struktury kierunkowej). Wyniki samodzielnych pomiarów przedstawia tabela 3. Oba pomiary dzieliły pojazdy na następujących 6 rodzajów:

- samochody osobowe (SO),
- mikrobusy (B),
- lekkie samochody ciężarowe (dostawcze) (SD),
- samochody ciężarowe bez przyczep i samochody specjalne (SC),
- samochody ciężarowe z przyczepami i ciągniki z naczepami (SCP),
- autobusy (A).

Pomiar ZDMK obejmował 2 kolejne rodzaje: rowery i motorowery oraz motocykle i skutery. W modelu nie zostały one uwzględnione ze względu na małą liczbę takich pojazdów i zajętość przez nich miejsca na jezdni. Podział

Tabela 3

Natężenie ruchu na wschodnim wlocie skrzyżowania z ul. Stoczniovców								
Przedział czasu	SO	B	SD	SC	SCP	A	ΣP	ΣE
06:30 - 06:45	290	0	77	22	5	3	397	432
06:45 - 07:00	344	0	70	11	4	6	435	460
07:00 - 07:15	302	4	51	12	5	3	377	402
07:15 - 07:30	379	0	63	13	3	2	460	481
07:30 - 07:45	367	4	67	14	5	4	461	489
07:45 - 08:00	312	1	40	9	3	5	370	390
08:00 - 08:15	347	2	55	16	2	1	423	444
08:15 - 08:30	329	1	56	12	2	6	406	428
08:30 - 08:45	380	0	60	18	4	4	466	496
08:45 - 09:00	338	1	40	13	4	4	400	425
09:00 - 09:15	299	1	67	21	3	2	393	422
09:15 - 09:30	216	2	63	12	1	5	299	318
RAZEM	3903	16	709	173	41	45	4887	5187
%P*	79,9	0,3	14,5	3,5	0,8	0,9	100,0	106,1
%E**	75,2	0,3	13,7	6,7	2,4	1,7	94,2	100,0
14:00 - 14:15	317	4	39	8	6	4	378	402
14:15 - 14:30	368	2	44	6	3	3	426	441
14:30 - 14:45	341	0	39	6	3	2	391	405
14:45 - 15:00	348	1	44	7	4	3	407	425
15:00 - 15:15	456	0	46	9	2	2	515	530
15:15 - 15:30	354	0	35	11	1	5	406	424
15:30 - 15:45	274	0	19	7	4	2	306	323
15:45 - 16:00	313	1	32	3	2	2	353	362
16:00 - 16:15	310	3	29	7	2	5	356	372
16:15 - 16:30	299	1	32	4	0	3	339	346
16:30 - 16:45	308	2	33	4	0	1	348	353
16:45 - 17:00	227	3	25	1	3	3	262	272
RAZEM	3915	17	417	73	30	35	4487	4655
%P*	87,3	0,4	9,3	1,6	0,7	0,8	100,0	103,7
%E**	84,1	0,4	9,0	3,1	1,9	1,5	96,4	100,0

*P – pojazdy rzeczywiste: $\Sigma P = SO + B + SD + SC + SCP + A$

**E – pojazdy umowne: $\Sigma E = SO + B + SD + 2SC + 3SCP + 2A$

Źródło: pomiar własny, 24.03.2022 oraz 11.05.2022

pojazdów na 6 kategorii (zamiast standardowych dwóch: lekkie i ciężkie) jest wymagany, aby badać liczbę użytkowników dopuszczanych na specjalne pasy oraz możliwie dokładnie określać zasięg kolejek. Niektóre rodzaje nie występują domyślnie w programie Aimsun i konieczne było ich samodzielne dodanie.

Kalibracja modelu

Niestety, tak otrzymany model znacząco odbiega od rzeczywistości. Już wspomniane wcześniej zastąpienie pomiaru ZDMK własnymi danymi miało na celu dostosowanie modelu do sytuacji obserwowanej na ulicach. W szczycie porannym wzrost ruchu w danych samodzielnie pomierzonych względem otrzymanych wyników wyniósł jedynie 4%, ale w popołudniowym aż 21% (za całe 3 godziny pomiarów).

Generowanie przyjazdów według rozkładu wykładniczego (domyślny rozkład odstępów w programie Aimsun) niestety potrafi prowadzić do złego odwzorowania ich liczby w modelu. Dlatego modelowane będą przyjazdy pojazdów w stałych odstępach czasowych. Taka zmiana wiąże się z zaburzeniem ustalania strat czasu pojazdów, ale nie wydaje się, aby były to istotne różnice przy znacznie przeciążonych skrzyżowaniach. Ponadto w rozważanym modelu nieistotne są kwestie akceptacji luk między pojazdami, gdyż nie występują tam kolizje strumieni pojazdów.

W programie Aimsun domyślne natężenie nasycenia wynosi około 2300 E/hz – można się o tym przekonać doświadczalnie. To znacznie więcej niż standardowe 1900 E/hz, które zakłada choćby metoda MOP-SZS-04 [22]. Zdecydowano się na zmianę w opcjach eksperymentu dynamicznego wartości kroku symulacji (a zarazem czasu reakcji) z domyślnego 0,80 s na 1,03 s, która to wartość powoduje dostosowanie natężenia nasycenia do zakładanych 1900 samochodów osobowych na godzinę sygnału zielonego.

Ważną kwestią w budowanym tutaj modelu jest zmiana pasa ruchu. Przy domyślnych ustawieniach programu Aimsun kierowcy często zbyt późno chcą zmienić pas ruchu, co okazuje się niemożliwe. W konsekwencji decydują się oni jechać inną trasą, a to skutkuje wzrostem statystyki pominiętych relacji skrętnych. Aby temu przeciwdziałać, w opcjach domyślnego typu odcinka drogowego zmieniono parametr „wartość krytyczna widoczności” z domyślnych 40 m na 150 m oraz „dodatkowy czas oczekiwania przed utratą relacji skrętnej” z domyślnych 0 s na 999 s. Taka zmiana okazała się skuteczna – liczba pominiętych relacji skrętnych we wszystkich rozpatrywanych wariantach modelu spadła do zera.

Wreszcie konieczne są korekty długości sygnałów zielonych wynikające z pominięcia w modelu takich kwestii, jak piesi kolizyjni z relacją skrętną w prawo, akomodacja sygnalizacji czy znajdujący się blisko skrzyżowania zjazd do budynku. Mimo że te czynniki nie wpływają znacząco na model, po uwzględnieniu pomierzonej samodzielnie przepustowości wlotu, czasu rozładowania kolejki i jej zasięgu zdecydowano się fikcyjnie skrócić czas wyświetlania sygnału zielonego dla relacji na wprost i w prawo: z 46 do 43 sekund w szczycie porannym i z 51 do 38 sekund w popołudniowym.

Badania symulacyjne

Aby zweryfikować skutki dopuszczenia bardzo różnych pojazdów na pas autobusowy na ulicy Nowohuckiej, należy w pierwszej kolejności sprawdzić, jaki odsetek samochodów osobowych mógłby z niego korzystać. W tym celu wyrywkowo badano samochody osobowe, wyodrębniając z nich pojazdy nauki jazdy (oraz egzaminacyjne), pojazdy firmowe (z firmowymi napisami na karoserii) oraz taksówki, a pozostałe rozdzielając na samochody przewożące jedną, dwie lub przynajmniej trzy osoby. Wyniki przedstawia tabela 4.

Tabela 4

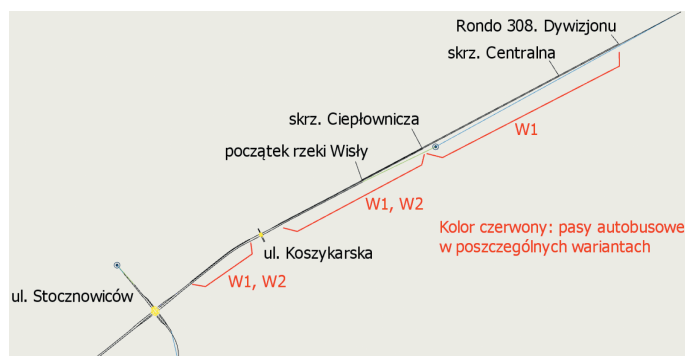
Struktura samochodów osobowych na wschodnim wlocie skrzyżowania Nowohucka–Stoczniewców				
Funkcja / liczba przewożonych osób	Rano		Po południu	
	Liczba	Udział	Liczba	Udział
1 osoba	316	77,6%	365	76,0%
2 osoby	49	12,0%	56	11,7%
3 i więcej osób	4	1,0%	15	3,1%
Nauka jazdy	11	2,7%	8	1,7%
Firmowe	15	3,7%	19	4,0%
Taxi	12	2,9%	17	3,5%
RAZEM	407	100,0%	480	100,0%

Źródło: pomiar własny, 4.05.2022 w godz. 16:00–16:30 oraz 6.05.2022 w godz. 8:00–8:30

Samochody z firmowymi napisami zostały wyodrębnione niezależnie od proponowanej organizacji ruchu – trudno uzależniać przywileje od posiadania napisów na samochodzie, a zatem statystyki dotyczące takich pojazdów należy traktować jako swego rodzaju ciekawostkę. Przeprowadzony tutaj pomiar jest jednak nawiązaniem do postulatów osób twierdzących, że samochód jest ich narzędziem pracy.

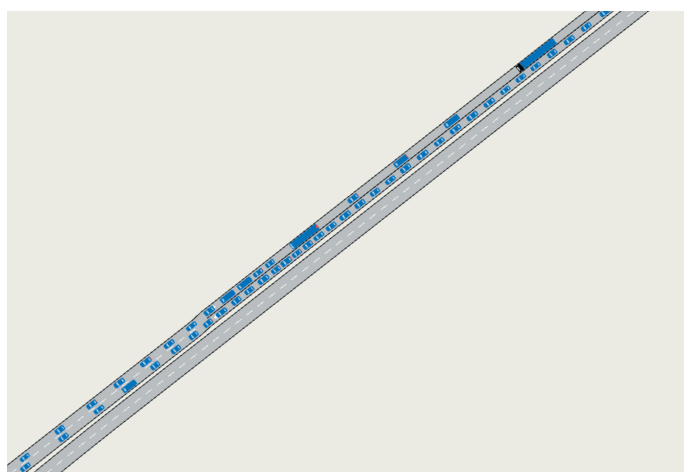
W artykule [2] na podstawie pracy magisterskiej [1] pojawiła się propozycja, aby na pas autobusowy na ulicy Nowohuckiej dopuścić samochody osobowe przewożące 3 i więcej osób (postulat inny niż w [11]), pojazdy nauki jazdy, taksówki, niepełnosprawnych, samochody dostawcze, ciężarowe, autobusy (nie tylko kursujące regularnie), motocykle, motorowery i pojazdy służb miejskich. Byłby to pas autobusowy typu C według proponowanej tam klasyfikacji. Innymi słowy, tym pasem nie mogłyby się poruszać „zwykłe” samochody osobowe przewożące jedną lub dwie osoby. Biorąc pod uwagę zbadaną wcześniej strukturę samochodów osobowych, a także możliwość wzrostu napęnlennia pojazdów czy nieuprawnione korzystanie z pasa autobusowego [7, 8, 9], oszacowano, że 25% samochodów osobowych będzie dopuszczonych na ten pas. Taką wartość przyjęto w modelu mikrosymulacyjnym.

Wariant z pozostawieniem stanu istniejącego będzie dalej oznaczany przez W0. Wariant W1 (rys. 5) zakłada wprowadzenie pasa autobusowego z licznymi dopuszczeniami (typu C) od ronda 308. Dywizjonu i zakończenie go przed częścią kolejki jednorazowo obsługiwaną przez krytyczne skrzyżowanie z ulicą Stoczniewców (rys. 6). Sprawdzono symulacyjnie, że przepustowość wschodniego wlotu tego skrzyżowania pozostanie niezmieniona oraz, że wcześniejsze skrzyżowanie z ulicą Koszykarską nie staje się



Rys. 5. Ilustracja proponowanych wariantów zmian na ul. Nowohuckiej

Źródło: opracowanie własne w programie Aimsun



Rys. 6. Wizualizacja zakończenia proponowanego pasa autobusowego z licznymi dopuszczeniami

Źródło: opracowanie własne w programie Aimsun

krytycznym (decydującym o przepustowości) nawet pomimo braku przerywania pasa autobusowego. Poprzednie dwa skrzyżowania z sygnalizacją (z ulicą Ciepłowniczą, z ulicą Centralną) nie zostały zbadane w modelu (model zachowuje się, jakby ich nie było), ale gdyby jedno z nich stało się skrzyżowaniem krytycznym na ciągu, można by przerwać pas autobusowy przed skrzyżowaniem i rozpocząć go ponownie za skrzyżowaniem, odpowiednio manipulując długością odcinka ulicy, gdzie oba pasy byłyby dopuszczalne do ruchu ogólnego.

Uruchomienie symulacji pokazuje, że w szczycie porannym to rozwiązanie ma szansę się sprawdzić, natomiast w szczycie popołudniowym kolejka pojazdów do skrzyżowania z ulicą Stoczników przekroczyłaby rondo 308. Dywizjonu, które łączy ulice układu podstawowego, i taka sytuacja miałaby niekorzystne następstwa. Dlatego zaproponowano skrócenie pasa autobusowego z dopuszczeniami tylko do skrzyżowania z ulicą Ciepłowniczą. Wcześniej pozostawiono ruch ogólny, aby na obu pasach mogła tworzyć się kolejka pojazdów. Otrzymano w ten sposób wariant W2 (rys. 5). Model pokazuje, że taka kolejka nie przekroczy ronda 308. Dywizjonu.

Analizując obliczany przez program Aimsun dla każdego odcinka drogowego parametr „czas opóźnienia” w godzinach, gdzie ten czas opóźnienia jest największy, otrzymano łączny czas opóźnienia z modelu. Jest to jednak opóźnienie względem niezakłóconego przejazdu, a taki nie występuje nawet wcześniej rano i późno wieczorem ze względu na sy-

Tabela 5

Wyniki symulacji i ich korekta						
Pojazdy	Czas opóźnienia [s]					
	Rano (ok. 8:50 – 9:00)			Po południu (ok. 15:30 – 15:40)		
	W0	W1	W2	W0	W1	W2
Autobusy itp.	459	97	219	739	97	436
Ruch ogólny	459	799	784	739	1036	879
Odjęcie 60 sekund						
Autobusy itp.	399	37	159	679	37	376
Ruch ogólny	399	739	724	679	976	819
Proporcjonalna korekta – uwzględnienie danych z rejestratorów (rano 380 s, po południu 460 s)						
Autobusy itp.	380	35	151	460	25	255
Ruch ogólny	380	704	690	460	661	555

Źródło: opracowanie własne

gnalizacji świetlne. Zdecydowano się odjąć 60 sekund, a otrzymana w ten sposób wartość powinna odpowiadać „maksymalnym przyrostom” z tabeli 2. Opisywane czynności przedstawia tabela 5.

W szczycie porannym zgodność z danymi z rejestratorów (tab. 2) okazała się satysfakcjonująca, natomiast w popołudniowym wyniki były istotnie inne. Dlatego też dla czasów opóźnienia, po odjęciu wspomnianych 60 sekund, zastosowano proporcjonalną korektę. Przeliczenie końcowych wyników z sekund na minuty i porównanie każdego wariantu zmian ze stanem istniejącym (W0) przedstawia tabela 6. Należy mieć na uwadze fakt, że wariant 1 w szczycie popołudniowym jest tylko teoretyczny, gdyż zakłada on brak oddziaływania kolejek dochodzących do ronda 308. Dywizjonu na dopływ pojazdów do tego skrzyżowania.

Tabela 6

Opóźnienia w poszczególnych wariantach						
Pojazdy	Czas opóźnienia [m:ss]					
	Rano (ok. 8:50 – 9:00)			Po południu (ok. 15:30 – 15:40)		
	W0	W1	W2	W0	W1	W2
Autobusy itp.	6:20	0:40	2:30	7:40	0:30	4:20
Ruch ogólny	6:20	11:40	11:30	7:40	11:00	9:20
Różnica względem W0		W1	W2		W1	W2
Autobusy itp.		-5:40	-3:50		-7:10	-3:20
Ruch ogólny		+5:20	+5:10		+3:20	+1:40

Źródło: opracowanie własne

Wyniki symulacji wydają się dość obiecujące, gdyż opóźnienie autobusów względem ruchu swobodnego potrafi być zredukowane o kilka minut. Należy sobie jednak zdawać sprawę z licznych ograniczeń modelu, między innymi z faktu, że nie odwzorowuje on skrzyżowań z ulicami Ciepłowniczą i Centralną, nie uwzględnia koordynacji sygnalizacji i przede wszystkim nie jest wystarczająco zgodny z rzeczywistością w szczycie popołudniowym. Jednakże w szczycie porannym zgodność ta jest satysfakcjonująca, oszczędności czasu znaczące, a problem kolejek sięgających poza rondo 308. Dywizjonu w wariantcie W1 nie występuje. Być może po poprawie modelu po południu okazałoby się, że taki problem nie ma miejsca również wtedy i nie trzeba wprowadzać wariantu W2.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono różne kwestie związane z poprawą warunków ruchu pojazdów transportu zbiorowego. Analiza danych z rejestratorów zdarzeń okazała się bardzo użyteczna do określenia skali problemów. Takie postępowanie można by w przyszłości automatyzować, na przykład używając makr w arkuszu kalkulacyjnym. Jednakże przedstawiony w artykule przykład okresowego występowania dodatkowych utrudnień wskazuje na brak możliwości pełnej automatyzacji i konieczność indywidualnego podejścia do każdego z miejsc.

W artykule zidentyfikowano 4 problematyczne punkty dla autobusów komunikacji miejskiej w Krakowie i dla każdego zaproponowano rozwiązania, choć trudno o ich unifikację. Największą uwagę poświęcono „zarządzaniu kolejkami pojazdów”, jak autor określa przeznaczanie różnych pasów ruchu dla różnych użytkowników. Proponowane jest, przynajmniej w niektórych przypadkach takich jak ulica Nowohucka, odwrócenie sposobu myślenia: zamiast poprawiać warunki ruchu autobusów, jak w przypadku standardowych pasów autobusowych, można pogarszać warunki ruchu samochodów osobowych przewożących tylko jedną lub dwie osoby, gdyż na ogół nieefektywnie wykorzystują przepustowość skrzyżowań.

Zarządzanie kolejkami, choć można zastosować tylko w jednym z 4 omawianych w artykule miejsc, wydaje się realizować zamierzone cele, co wstępnie pokazuje model mikrosymulacyjny. Niestety, ten model, mimo starań autora, nie jest idealny. Pierwotnie miał on obejmować większy obszar, ale okazało się, że na przykład otrzymane dane ruchowe z pomiarów różnią się znacząco od obserwowanych natężeń ruchu. Obecnie, rok po napisaniu pracy magisterskiej [1], autor artykułu, poza pracą na Politechnice, jest zatrudniony również w Wydziale Miejskiego Inżyniera Ruchu Urzędu Miasta Krakowa. Przekonał się tam o roli korekt w bieżącym utrzymaniu sygnalizacji i stwierdza, że zamiast projektu ruchowego lepszym źródłem danych do budowy modelu jest zapis pracy sygnalizacji. A najlepszym, choć być może najtrudniejszym do zrozumienia, wydruk algorytmu z programu służącego do zarządzania systemem sygnalizacji.

Utworzony model – idący dalej niż klasyczne pasy autobusowe – wskazuje na istotną cechę zarządzania kolejkami pojazdów: zysk czasu dla jednych wiąże się ze stratą dla drugih. Można by to zobrazować wpuszczaniem osób do kolejki przed obecnie oczekującymi: osoby wpuszczane prawie nie czekają, ale osoby przepuszczające – oczekują dłużej, gdyż ich część kolejki nie rozładowuje się tak szybko jak zwykle. Zważywszy jednak na różną efektywność pojazdów w systemie transportowym, takie rozwiązanie wydaje się akceptowalne. Być może skłoniłoby to choć część mieszkańców do zmiany zachowań komunikacyjnych – jeśli nie do wyboru transportu zbiorowego, to przynajmniej do zwiększenia napełnienia samochodów osobowych.

Literatura

1. Grochowski L., *Propozycja poprawy warunków ruchu autobusów na ulicach wielopasowych na przykładzie ciągu ulic Nowobuckiej i Powstańców Wielkopolskich w Krakowie*, praca magisterska, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, 2022.
2. Grochowski L., *Organizacja i oznakowanie wydzielonych pasów autobusowych w polskich miastach*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2023, nr 9.
3. Bauer M., *Klasyfikacja wydzielonych jezdni i pasów autobusowych*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2007, nr 12.
4. Bauer M., *Działania usprawniające ruch pojazdów transportu zbiorowego w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2008, nr 7–8.
5. Bauer M., *Wydzielone pasy autobusowe realizacją uprzywilejowania pojazdów transportu publicznego w ruchu*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2012, nr 2.
6. Bauer M., *Zakłócenia czasu przejazdu autobusów korzystających z wydzielonych pasów ruchu na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2013, nr 2.
7. Puławska S., Starowicz W., *Wykorzystanie wydzielonych drogowych pasów autobusowych w Krakowie przez pojazdy miejskiego transportu zbiorowego*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2010, nr 7–8.
8. Bryniarska Z., *Wykorzystanie wydzielonych pasów autobusowych w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2012, nr 8.
9. Zdanowicz-Dejnak M., *Zachowania kierowców na pasach autobusowych*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2012, nr 8.
10. Oskarbski J., Żarski K., *Uwarunkowania realizacji kontrapasa autobusowego w zmiennokierunkowej organizacji ruchu*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2020, nr 5.
11. Molecki A., *Dynamiczne pasy autobusowe*, „Autobusy”, 2016, nr 11.
12. https://pl.wikipedia.org/wiki/Most_im._kardyna%C5%82a_Franciszka_Macharskiego_w_Krakowie [dostęp: 13.06.2022].
13. <https://rozklady.mpk.krakow.pl/> [dostęp: 22.02.2022].
14. <https://krabok.wordpress.com/2018/06/30/co-z-buspasem-na-nowohuckiej/> [dostęp: 13.06.2022].
15. *Aktualizacja projektu ruchowego na skrzyżowaniu nr 546 ul. Nowohucka – ul. Stoczniovców*, projektant HLD Traffic, 2018 r.
16. Baza danych rejestratorów zdarzeń w autobusach dla linii 178 i 578 z dni powszednich w okresie wrzesień 2021–styczeń 2022 przekazana przez Zarząd Transportu Publicznego w Krakowie.
17. https://lovekrakow.pl/aktualnosci/na-powstancow-wielkopolskich-tylko-jednym-pasem_42261.html [dostęp: 13.06.2022].
18. <https://cowkrakowie.pl/2021/12/zmieni-sie-organizacja-ruchu-przy-wiadukcie-kolejowym-na-ul-powstancow-wielkopolskich/> [dostęp: 13.06.2022].
19. <https://www.google.com/maps> [dostęp: 13.06.2022].
20. Gryga Ł., Wojtaszek M., Firlejczyk G., *Obszarowy system sterowania ruchem i nadawanie priorytetu dla transportu zbiorowego w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2013, nr 6. (sekcja *Uwagi dotyczące stosowania standardów sterowania w praktyce*).
21. Pomiar ruchu Zarządu Dróg Miasta Krakowa na skrzyżowaniu Nowohucka – Stoczniovców z dnia 5.11.2019.
22. *Metoda obliczania przepustowości skrzyżowań z sygnalizacją świetlną*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2004.

„ECO-DRIVING” W UJĘCIU PRAKTYCZNYM¹

ALEKSANDRA CIASTOŃ-CIULKIN

dr inż., Politechnika Krakowska,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
tel.: +48 12 628 3096, email:
aciaston-ciulkin@pk.edu.pl

ILONA DUDA

mgr inż., Absolwentka Politechniki
Krakowskiej, kierunek Transport,
tel.: +48 500384289, email:
ilonaduda225@gmail.com

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań sondażowych przeprowadzonych wśród kierowców, w tym również zawodowych, na temat znajomości koncepcji „eco-drivingu” a także częstotliwości stosowania jej zasad w czasie prowadzenia pojazdu. Wyniki badań pozwalają na ocenę skuteczności działań podejmowanych w kraju w celu propagowania „eco-drivingu”.

Słowa kluczowe: „eco-driving”, ekojazda, energooszczędność, ekologiczna jazda, ekonomiczna jazda, energooszczędna jazda.

Wprowadzenie

W literaturze przedmiotu pojęcie „eco-driving” zostało dość szczegółowo opisane i zdefiniowane [1, 2]. Zapisy literaturowe na temat ekojazdy dowodzą, iż energooszczędna technika jazdy przynosi korzyści w postaci zmniejszenia zużycia paliwa, redukcji szkodliwych substancji wydzielanych z silników do atmosfery, oszczędności ekonomicznych związanych z eksploatacją pojazdu czy też bezpieczeństwa na drogach (poprzez wykorzystanie inteligentnych systemów, tj. tempomatu). Wieloletnie badania w zakresie ekojazdy pozwoliły na wypracowanie szeregu zaleceń i zasad, których wdrożenie w czasie prowadzenia pojazdu przyczyni się do zmniejszenia zużycia paliwa, co będzie miało przełożenie na zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko oraz kosztów zakupu paliwa. Zasady te, choć dogłębnie opisane w literaturze przedmiotu i dobrze rozpoznane wśród fachowców, niekoniecznie znane są i powszechnie praktykowane przez prowadzących pojazdy, w szczególności w Polsce, tym bardziej że są one przedmiotem kursów na prawo jazdy dopiero od 1 stycznia 2015 roku. Stan wiedzy na temat zasad „eco-drivingu” oraz poziom ich wykorzystania przez polskich kierowców w praktyce może być zróżnicowany i zależeć od wielu czynników, które zostały poddane badaniu ankietowemu.

Badania sondażowe na temat „eco-drivingu” wśród kierowców

W celu określenia poziomu znajomości terminu „eco-driving” wśród kierowców, jak również częstotliwości stosowania jego zasad w praktyce przeprowadzono badanie sondażowe, wykorzystując technikę ankiety internetowej. Ankietowe badanie internetowe przeprowadzone zostało na przełomie miesięcy marzec–maj 2022 roku wśród osób posiadających uprawnienia do kierowania pojazdami, w tym kierowców zawodowych² w Polsce. Kwestionariusz pomiarowy stworzono za pomocą formularza Google o nazwie Google Forms. Bazowym impulsem do

podjęcia decyzji o wykonaniu procesu badawczego był brak ogólnodostępnej informacji dotyczącej wizji „eco-drivingu” w otoczeniu kierowców, w szczególności kierowców zawodowych. Na tej podstawie zdefiniowane zostały następujące problemy badawcze, które znalazły odzwierciedlenie w budowie kwestionariusza ankietowego. Respondenci pytani byli przede wszystkim o znajomość pojęcia „eco-driving” oraz ekonomiczny styl jazdy. Odpowiadali na pytania dotyczące znajomości zasad „eco-drivingu”, źródeł wiedzy na ten temat, jak również częstotliwości oraz efektów ich stosowania. Ponadto w badaniu dopytywano o zakres wiedzy i umiejętności stosowania ekonomicznego stylu jazdy przekazywanych podczas kursów na prawo jazdy, co pozwoliło się odnieść do zmian przepisów prawnych w tym zakresie wprowadzonych z dniem 1 stycznia 2015 roku. Co ważne, w badaniu wzięła udział również dość duża grupa kierowców zawodowych, którzy dodatkowo wyrażali swoją opinię na temat dostępu do szkoleń z zakresu „eco-drivingu” czy do systemu monitorującego styl jazdy i jego użyteczności [1].

Populację generalną w badaniu stanowili kierowcy posiadający prawo jazdy w wieku od 18 lat, w tym kierowcy zawodowi w Polsce. Jednostka próby jest więc prosta (pojedyncza), odpowiadająca jednostce populacji. Minimalną liczebność próby obliczono, korzystając ze wzoru [3]:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{4d^2(N-1)}{Z^2}} \quad (1)$$

gdzie:

N – wielkość całej badanej populacji, Z – wartość standardowa dla danego poziomu istotności. Przy założeniu, że błąd statystyczny wynosi 5% oraz wielkość badanej populacji wynosi 21,2 mln kierowców³, to minimalna liczebność próby wg wzoru (1) wynosi w przybliżeniu 384.

Doboru próby dokonano za pomocą metody nielosowej, tzw. doboru kwotowego (ang. *quota sampling*). Metoda ta zakłada, że próba jest reprezentatywna dla całej zbiorowości, jeżeli struktura próby jest taka sama jak struktura populacji. Badaną populację podzielono na warstwy według takich cech, jak płeć i wiek, a następnie określono liczebność osób w próbie proporcjonalnie do udziałów procentowych poszczególnych warstw w populacji generalnej, co przedstawiono w tabeli 1 i 2.

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2023. Wkład autorów w publikację: A. Ciastoń-Ciulkin 50%, I. Duda 50%.

² Kierowca zawodowy – osoba posiadająca prawo jazdy kategorii C, C1, D, D1, C+E, C1+E, świadectwo kwalifikacji wstępnej i orzeczenie z badań psychologicznych oraz lekarskich.

³ Kompletne dane dotyczące liczby wydanych uprawnień do kierowania pojazdami dostępne są z dnia 31.12.2018 r. Wielkość wydanych praw jazdy w Polsce do danego czasu wynosiła 21 174 724 jednostek. W pozostałych latach CEPiK gromadził informacje odnoszące się wyłącznie do wydanych po raz pierwszy dokumentów prawo jazdy w Polsce w danym roku, bez podziału na płeć lub kategorie wiekowe.

Tabela 1

Zachowanie licznosci poszczególnych warstw w próbie badawczej – kategorie wiekowe				
Kategorie wiekowe	POPULACJA	GENERALNA	PRÓBA	BADAWCZA
Wiek respondentów	Liczba osób	Udział procentowy	Liczba osób	Udział procentowy
18–24	1 889 808	8,92%	43	10,24%
25–34	4 239 384	20,02%	87	20,71%
35–44	4 755 553	22,46%	91	21,67%
45–54	3 452 444	16,30%	66	15,71%
55–64	3 296 522	15,57%	67	15,95%
> =65	3 541 013	16,72%	66	15,71%
SUMA	21 174 724	100,00%	420	100,00%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CEPIK (Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców)

Za pomocą przeprowadzonego badania ankietowego uzyskano odpowiedzi od 420 respondentów, w tym 100 kierowców zawodowych (23,81%). W związku z tym, iż wielkość próby badawczej była większa niż określona wartość minimalna (384), błąd badania zmniejszył się do poziomu 4,78%. Różnice pomiędzy udziałem procentowym liczby osób w założonych kategoriach w stosunku do całkowitej liczby zbiorowości, a w próbie badawczej są niewielkie. Największa dodatnia rozbieżność w przypadku próby badawczej występuje dla kategorii wiekowej 18–24 lata, z kolei najmniejsza dotyczy kategorii wiekowej 55–64 lata. Natomiast największe ujemne zróżnicowanie istnieje w przypadku próby badawczej dla kategorii wiekowej powyżej 65 roku życia, najmniejsze dla przedziału wiekowego 45–54 lata. Wynikać może to z faktu, iż mniej osób starszych, powyżej 65 lat, korzysta z internetu, znaczna część użytkowników to ludzie młodzi między innymi w wieku 18–24 lat. W przypadku cechy populacji, jaką jest płeć, struktura próby jest praktycznie identyczna do struktury populacji generalnej.

Tabela 2

Zachowanie licznosci poszczególnych warstw w próbie badawczej – płeć				
Płeć	POPULACJA	GENERALNA	PRÓBA	BADAWCZA
Płeć	Liczba osób	Udział procentowy	Liczba osób	Udział procentowy
Kobieta	8 623 240	40,72%	172	40,95%
Mężczyzna	12 551 484	59,28%	248	59,05%
SUMA	21 174 724	100%	420	100,00%

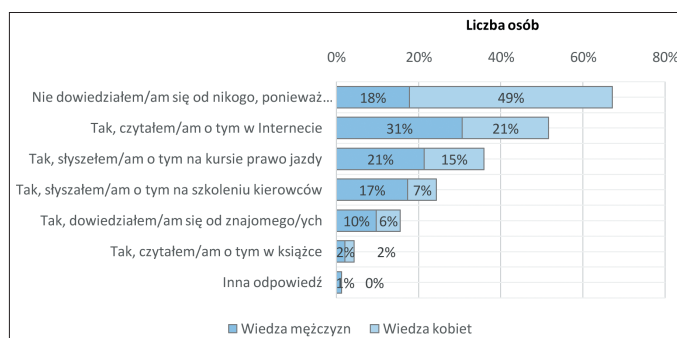
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CEPIK (Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców)

Uczestnikami badania byli w większości mężczyźni (59%). Wśród kierowców zawodowych przebadanych zostało 10% kobiet i 90% mężczyzn. Około 55% ankietowanych zadeklarowało, że zdobyło uprawnienia do kierowania pojazdami przed 1 stycznia 2015 roku. Przeciętny wiek respondentów biorących udział w badaniu wynosi w przybliżeniu 43 lata, a przeciętne zróżnicowanie wieku ankietowanych to 15,93. Wartość środkowa (mediana) to 37 lat. Minimalny wiek ankietowanych to 19 lat, natomiast maksymalny 72 lata. Największa część respondentów znalazła się w przedziale wiekowym 26–57 lat. Połowa ankietowanych jest w wieku poniżej 37 lat, a połowa powyżej wskazanego wieku.

„Eco-driving” a ekonomiczny styl jazdy

W analizie znajomości pojęć odnoszących się do ekof jazdy wśród osób kierujących pojazdami uwzględniono dwa z nich. Zarówno „eco-driving” jako termin wywodzący się z języka angielskiego oraz ekonomiczny styl jazdy, czyli spolszczona wersja omawianej teorii. Założono, iż oba pojęcia są synonimami.

Pierwszym weryfikowanym pojęciem stał się termin „eco-driving”. Określenie to hipotetycznie jest mało znane wśród kobiet oraz osób starszych posiadających uprawnienia do kierowania pojazdami. Rysunek 1 przedstawia kształtowanie się znajomości terminu „eco-driving” wśród respondentów biorących udział w badaniu w podziale na płeć uczestników.



Rys. 1. Znajomość terminu „eco-driving” w podziale na płeć

Źródło: opracowanie własne

Z przeprowadzonego pomiaru wynika, że około 291 ankietowanych (69%) zna termin zaczerpnięty z języka angielskiego, jakim jest „eco-driving”, przy czym blisko co trzeci badany nie znał badanego pojęcia w czasie wypełniania ankiety (w tym około 65% kobiet). W przybliżeniu o 48% więcej kobiet niż mężczyzn nie zna rozważanego terminu. Zatem, przenosząc wyniki na zbiorowość ogólną, można stwierdzić, że idea określana „eco-driving” jest mniej znana wśród kobiet niż wśród mężczyzn. Przyczyną zaistniałej sytuacji może być fakt, iż więcej mężczyzn jest kierowcami, w szczególności kierowcami zawodowymi, a ich zainteresowanie motoryzacją jest stosunkowo większe. Badanie dowiodło, iż głównym źródłem wiedzy na temat „eco-drivingu” jest internet – aż 39% odpowiedzi deklarujących znajomość pojęcia. Z pewnością najmniej informacji na analizowany temat ankietowani znaleźli w książkach. Około 27% respondentów znających pojęcie „eco-drivingu” dowiedziało się o nim na kursach na prawo jazdy. Ze względu na dostępność danych niezbędne jest więc przeanalizowanie natężenia wiedzy przekazanej na kursach prawo jazdy przed 1 stycznia 2015 roku oraz po tym okresie, czyli przed i po wejściu w życie przepisów prawnych obligujących do przekazywania wiedzy na temat „eco-drivingu” w czasie kursów i egzaminowania jej w czasie egzaminów na prawo jazdy. Uzyskane wyniki z pomiaru ankietowego przedstawia tabela 3.

Wyniki zawarte w tabeli 3 wskazują na to, że większa część ankietowanych (59%) uzyskała informację na temat energooszczędnej jazdy podczas odbywania kursów na prawo jazdy, przede wszystkim w małym oraz w średnim stopniu. Warto jednak szczegółowo przestudiować poziom przekazanej wiedzy w rozbiciu na dwa okresy: przed oraz po

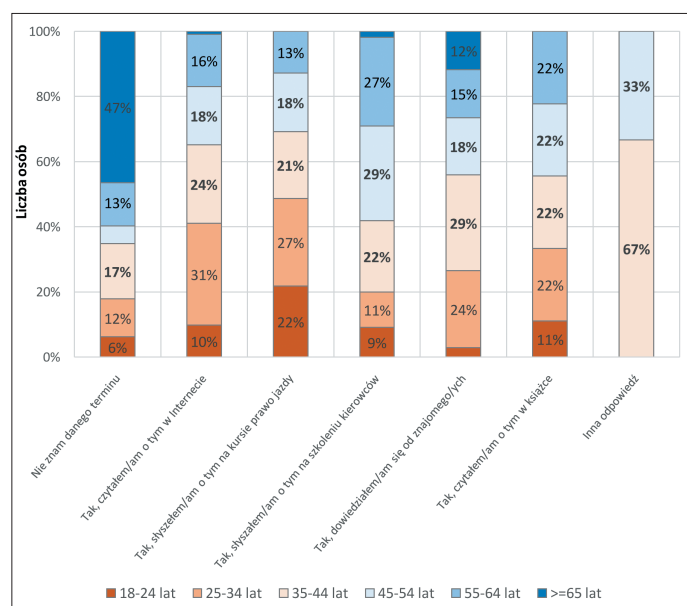
Tabela 3

Stopień wiedzy przekazany w czasie kursów na prawo jazdy w określonym czasie [liczba odpowiedzi/procent odpowiedzi]			
Pozyskana wiedza o „eco-drivingu” w czasie kursów na prawo jazdy	Data zdania prawo jazdy		Ogółem
	przed 1 stycznia 2015 r.	po 1 stycznia 2015 r.	
Nie przekazano	82 (35,8%)	34 (17,8%)	116 (27,6%)
Tak, w dużym stopniu	25 (10,9%)	29 (15,2%)	54 (12,9%)
Tak, w małym stopniu	52 (22,7%)	45 (23,5%)	97 (23,1%)
Tak, w średnim stopniu	39 (17,0%)	58 (30,4%)	97 (23,1%)
Nie pamiętam	31 (13,6%)	25 (13,1%)	56 (13,3%)
Ogół	229 (100%)	191 (100%)	420 (100%)

Źródło: opracowanie własne

1 stycznia 2015 roku. Badając testem niezależności χ^2 związek pomiędzy datą zdania prawa jazdy a stopniem wiedzy przekazanej na kursach, zweryfikowano, iż zależność jest statystycznie istotna ($p < 0,05$). Tym samym stwierdzić można, że data zdania egzaminu na prawo jazdy, a co za tym idzie czas odbywania kursów z danego zakresu, ma wpływ na poziom wiedzy zdobyty na kursach prawo jazdy. Większy zakres wiedzy uzyskały osoby zdające prawo jazdy po 2015 roku. Wynik taki jest zapewne efektem wprowadzenia wspomnianych powyżej przepisów. Powracając do badania znajomości pojęcia „eco-driving” w otoczeniu kierowców, niezbędna jest analiza szczegółowa tego zjawiska w poszczególnych grupach wiekowych respondentów, co przedstawiono na rysunku 2.

Znacząco odbiegającym wynikiem od pozostałych jest zmienna dotycząca nieznaności terminu „eco-driving” dla respondentów w kategorii wiekowej ≥ 65 lat. W tej grupie około 92% ankietowanych odpowiedziało na pytanie przecząco, dowodząc tym samym, iż pojęcie „eco-driving” nie jest znane dla osób starszych. Przyczyną tego może być anglojęzyczna terminologia, a idea energooszczędnej jazdy w Polsce pod określeniem „eco-driving” intensywnie zaczęła się rozwijać dopiero po 2000 roku. Wiedza na temat „eco-drivingu” w grupie osób w wieku 25–34 oraz 35–44 lat



Rys. 2. Znajomość terminu „eco-driving” w podziale na kategorie wiekowe

Źródło: opracowanie własne

w największym stopniu została zaczerpnięta z internetu. Z kolei jako źródła informacji na temat „eco-drivingu”, przekazywanych w czasie kursów na prawo jazdy, najwięcej deklaroowało osób z kategorii wiekowej 25–34 oraz 18–24 lat. To dodatkowo potwierdza dotychczasowe wyniki, które wykazały, iż wiedza o znacznie większym natężeniu z obszaru „eco-drivingu” przekazywana jest po 1 stycznia 2015 roku na szkoleniach przygotowujących do egzaminu na prawo jazdy. Nadto 71% ankietowanych, którzy udzielili odpowiedzi zaprzeczającej znajomości terminu, jakim jest „eco-driving”, zdawała prawo jazdy przed 1 stycznia 2015 roku.

Zdecydowanie różny poziom znajomości koncepcji „eco-drivingu” prezentują kierowcy niezawodowi oraz kierowcy zawodowi (tab. 4). Najwięcej ankietowanych (w przybliżeniu 36%) z grupy kierowców nie będących kierowcami zawodowymi uznało, że nie zna pojęcia jakim jest „eco-driving”. Co warto podkreślić, w grupie kierowców zawodowych nieznanosc pojęcia potwierdziło zdecydowanie mniej respondentów, bo 15%. Z odpowiedzi niezaprzeczających, największy odsetek odpowiedzi przypadł na znajomość terminu z internetu oraz z kursu na prawo jazdy. Rozpatrując grupę wyłącznie kierowców zawodowych, ponad 39% respondentów dowiedziało się o danej koncepcji na szkoleniu kierowców. Oznacza to, że większość firm z branży transportowej posiada wiedzę o korzyściach, jakie przynosi realizacja działań proekologicznych z zakresu ekof jazdy i przekazuje ją swoim kierowcom w czasie szkoleń udoskonalających ich technikę jazdy.

Mając na względzie to, że oprócz określenia „eco-driving” istnieje szereg synonimów oznaczających energooszczędną jazdę, sprawdzono znajomość jednego z nich wśród osób biorących udział w badaniu. Rozkład odpowiedzi dotyczący znajomości pojęcia, jakim jest ekonomiczny styl jazdy, zestawiono z wynikami obrazującymi znajomość terminu „eco-driving” (rys. 3).

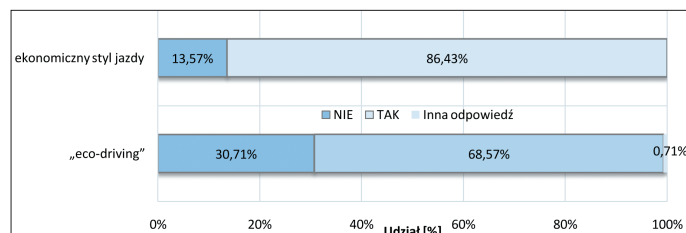
Zaprezentowane wyniki niezaprzeczalnie dowodzą, że jedynie 57 ankietowanych (14%) z grona wszystkich uczestników badania nie zna pojęcia „ekonomiczny styl jazdy”. Wynik ten ewidentnie odbiega od poprzedniego pytania odnoszącego się do orientacji w temacie „eco-drivingu”,

Tabela 4

Znajomość terminu „eco-driving” w podziale na grupy kierowców [liczba odpowiedzi/procent odpowiedzi]			
Znajomość terminu „eco-driving”	Kierowca niezawodowy	Kierowca zawodowy	Ogół
Nie dowiedziałem/am się od nikogo, ponieważ nie znam danego terminu	114 (35,6%)	15 (15,0%)	129 (30,7%)
Tak, czytałem/am o tym w internecie	89 (27,8%)	23 (23,0%)	112 (26,7%)
Tak, słyszałem/am o tym na kursie prawo jazdy	60 (18,8%)	18 (18,0%)	78 (18,6%)
Tak, słyszałem/am o tym na szkoleniu kierowców	16 (5,0%)	39 (39,0%)	55 (13,1%)
Tak, dowiedziałem/am się od znajomego/ych	29 (9,1%)	5 (5,0%)	34 (8,1%)
Tak, czytałem/am o tym w książce	9 (2,8%)	0 (0,0%)	9 (2,1%)
Inna odpowiedź	3 (0,9%)	0 (0,0%)	3 (0,7%)
Ogół	320 (100%)	100 (100%)	420 (100%)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 5



Rys. 3. Graficzne zestawienie porównawcze znajomości pojęcia „eco-driving” i ekonomiczny styl jazdy

Źródło: opracowanie własne

w którym ponad połowa respondentów więcej oświadczyła, iż nie spotkała się z terminem „eco-driving”. Przyczyn takiego stanu rzeczy upatrywać można z jednej strony w większym kojarzeniu pojęcia, jakim jest ekonomiczny styl jazdy z oszczędnościami powiązanych z paliwem, z drugiej natomiast w spolszczonej odmianie danej nazwy. Najwięcej osób, które nie zna omawianego określenia, należy do grupy wiekowej powyżej 65 lat (58%), co również wskazuje na największy udział wyróżnionej kategorii wiekowej w nieznanomości terminu. W porównaniu jednak z pytaniem poprzednim odsetek osób starszych nieznających pojęcia „ekonomiczny styl jazdy” jest mniejszy w stosunku do osób z grupy wiekowej powyżej 65 lat (91%), które nie znają terminu „eco-driving”. Odnosząc się do ogółu badanych, jedynie 4% mężczyzn oraz 28% kobiet nie zna pojęcia „ekonomiczny styl jazdy”. Biorąc po uwagę kierowców zawodowych, to jedynie 4% respondentów nie spotkało się z takim określeniem. Uzupełniając poproszono uczestników badania o krótkie wyjaśnienie pojęcia „ekonomiczny styl jazdy” w celu weryfikacji poprawności udzielonych odpowiedzi w pytaniu zamkniętym. Większość ankietowanych wypowiedziała się poprawnie. Respondenci, którzy udzielili bezmyślnych odpowiedzi, zostali wykluczeni z procesu badawczego podczas etapu redukcyjnego.

Znaczenie idei „eco-drivingu” dla kierowców

Obok zweryfikowania znajomości koncepcji eko-jazdy wśród użytkowników dróg bardzo ważnym aspektem jest również ocena stopnia istotności teorii „eco-drivingu” dla badanych osób w kierowaniu pojazdami. Respondenci wyrażali swoje odniesienie do rozważanej koncepcji na skali procentowej. Ocena roli, jaką odgrywa „eco-driving”, polegała na określeniu indywidualnych doznań respondenta w skali od 0% do 100% (0% – zupełnie nieistotne znaczenie, 100% – całkowicie istotne znaczenie). Z pewnością płeć oraz grupy kierowców są kategoriami różnicującymi odpowiedzi. W tabeli 5 przedstawiono statystyczną analizę, która dotyczy roli, jaką odgrywa idea „eco-drivingu” w prowadzeniu pojazdu dla badanej zbiorowości oraz w podziale na płeć i grupy kierowców, a na rysunkach 4 i 5 zilustrowano rozkład ważności pojęcia „eco-drivingu” w podziale na płeć i grupy kierowców.

Blisko 22% ankietowanych wskazało na 50% rolę jaką odgrywa „eco-driving” w ich codziennej jeździe. Średnia wartość znaczenia „eco-drivingu” dla danej populacji wynosi 58,02%. W przybliżeniu 57% ogółu respondentów wypowiedziało się za oceną w przedziale od 50% do 70%.

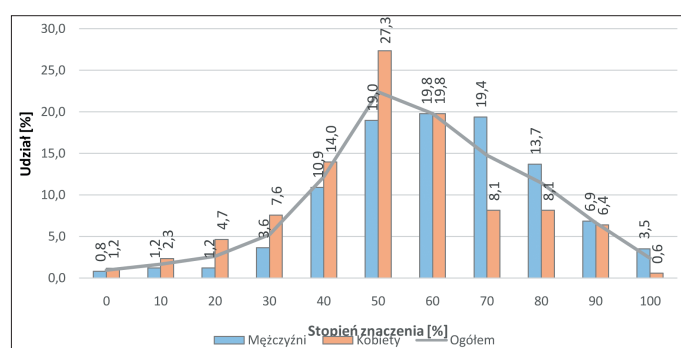
Analiza statystyczna znajomości koncepcji „eco-drivingu” ogółem oraz w podziale na płeć oraz grupy kierowców								
Badani	Średnia [%]	Odch. std.	Kwartył [%]			Wsp. zmienności [%]	Wsp. asymetrii	Kurtosis
			Dolny	Środkowy	Górny			
Ogółem	58,02	19,79	50	60	70	34,10	-0,22	0,100
Kobiety	53,08	19,69	40	50	60	37,09	-0,08	0,07
Mężczyźni	61,45	19,16	50	60	70	31,18	-0,32	0,32
Kierowcy niezawodowi	56,66	19,76	50	60	70	34,87	-0,21	0,12
Kierowcy zawodowi	62,40	19,34	50	60	70	30,99	-0,27	0,15

Źródło: opracowanie własne

Sytuacja wygląda podobnie w przypadku mężczyzn. Odnosząc się natomiast do kobiet, dopatrzeć się można przesunięcia danego przedziału w kierunku mniejszych wartości. Zatem ponad 50% kobiet wskazało na oceny ważności badanego terminu w praktyce, od 40% do 60%. Przypuszczać można więc, iż kobiety oceniły niższe znaczenie „eco-drivingu” od mężczyzn. Przeanalizowanie roli odgrywanej przez „eco-driving” dla poszczególnych grup kierowców jest także niezbędne do uzyskania pełnych informacji związanych z badaną zmienną. Okazuje się, iż średnia wartość znaczenia „eco-drivingu” dla kierowców niezawodowych (56,66%) jest niższa niż dla kierowców zawodowych (62,40%), co wskazuje na większą wagę przypisywaną koncepcji „eco-driving” przez tych ostatnich.

Współczynnik zmienności, który określa zróżnicowanie cechy badanej, kształtuje się na poziomie powyżej 30% we wszystkich analizowanych przypadkach. Oznacza to, że zróżnicowanie ocen jest umiarkowane. Miara, która uwidacznia kształtowanie się wyników dla danej zmiennej wokół średniej, jest współczynnik asymetrii. W każdym przypadku miara ta jest ujemna, co świadczy o lewostronnej asymetrii rozkładu, a dowodzi, iż większość ankietowanych wskazuje na większą rolę ekojazdy, niż wynosi średnia jej wartość. We wszystkich przypadkach dodatnie wartości kurtosis świadczą o tym, że większość uzyskanych wyników skoncentrowana jest wokół średniej.

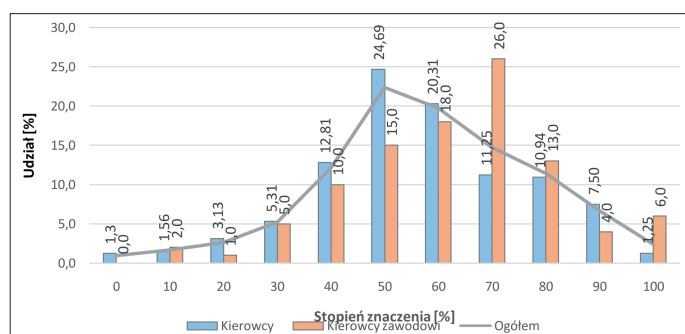
Rozkład ważności pojęcia „eco-drivingu” pokazuje, że dla kobiet znaczenie teorii w codziennym użytkowaniu pojazdu jest niższe niż dla mężczyzn. Aż 27,3% z nich wypowiedziało się za oceną środkową (50%). Po osiągnięciu tego punktu



Rys. 4. Rozkład ważności pojęcia „eco-drivingu” z podziałem na płeć badanych oraz ogółem

Źródło: opracowanie własne

udział kobiet oceniających znaczenie ekojazdy zaczyna spadać, z kolei mężczyzn rosnąć. 25% kobiet wskazuje ważność pojęcia na poziomie 40% lub niższym, na co wskazuje kwartył dolny. U mężczyzn z kolei kwartył dolny wynosi 50%. Mediana ważności roli „eco-drivingu” dla kobiet i mężczyzn wynosi odpowiednio: 50% i 60%. Równie zróżnicowany stopień ważności pojęcia „eco-drivingu” w prowadzeniu pojazdu obserwuje się w grupie kierowców zawodowych i niezawodowych. Więcej kierowców niezawodowych niż ocenia rolę „eco-drivingu” niż kierowców zawodowych. Aż 24,69% z nich wypowiedziało się za oceną środkową (50%). Po osiągnięciu tego punktu udział kierowców oceniających znaczenie ekojazdy zaczyna spadać. Z kolei udział kierowców zawodowych w ocenie znaczenia zmniejsza się dopiero po osiągnięciu 70% poziomu ważności pojęcia.

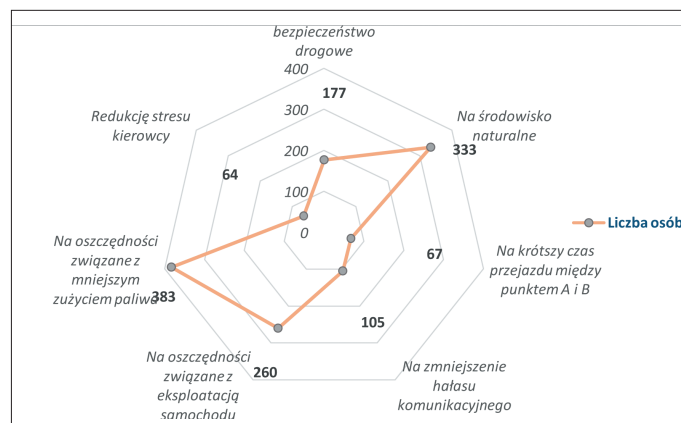


Rys. 5. Rozkład ważności pojęcia „eco-drivingu” z podziałem na grupy kierowców oraz ogółem
Źródło: opracowanie własne

Badając testem U Manna-Whitneya różnice w stopniu odgrywania roli ekojazdy dla zarówno kobiet i mężczyzn, jak również dla kierowców zawodowych i niezawodowych, zweryfikowano, iż na poziomie istotności $\alpha=0,05$ przeciętne poziomy znaczenia różnią się w sposób statystycznie istotny ($p<0,05$). Oznacza to, że zgodnie z przypuszczeniami, koncepcja „eco-drivingu” ma dla kobiet kierujących niższą rangę niż dla mężczyzn, podobnie jak dla kierowców niezawodowych niż dla kierowców zawodowych.

Korzyści ze stosowania zasad energooszczędnej jazdy według kierowców

W trakcie badania poproszono również respondentów o wyrażenie opinii na temat wpływu stosowania zasad energooszczędnej jazdy na wymienione w odpowiedziach kwestie mające związek z ruchem drogowym, czyli bezpieczeństwem, ekologią lub ekonomią, oraz bezpośrednio z kierowcą (redukcja stresu), które dotyczą przede wszystkim korzyści osiąganych z energooszczędnego kierowania pojazdem. Jeden respondent mógł zaznaczyć kilka odpowiedzi równocześnie i z tej możliwości skorzystała większość ankietowanych. Jeżeli były to pojedyncze odpowiedzi, to dominowały korzyści skorelowane z oszczędnościami paliwowymi (8%). Analizując natomiast wielokrotny wybór, 18% respondentów udzieliło odpowiedzi dotyczącej wpływu ekojazdy na środowisko naturalne, na oszczędności związane z eksploatacją oraz z nośnikami energii. W oparciu o wszystkie udzielone odpowiedzi (1389) sporządzono diagram obrazujący wpływ ekojazdy na poszczególne kwestie związane z ruchem drogowym (rys. 6).



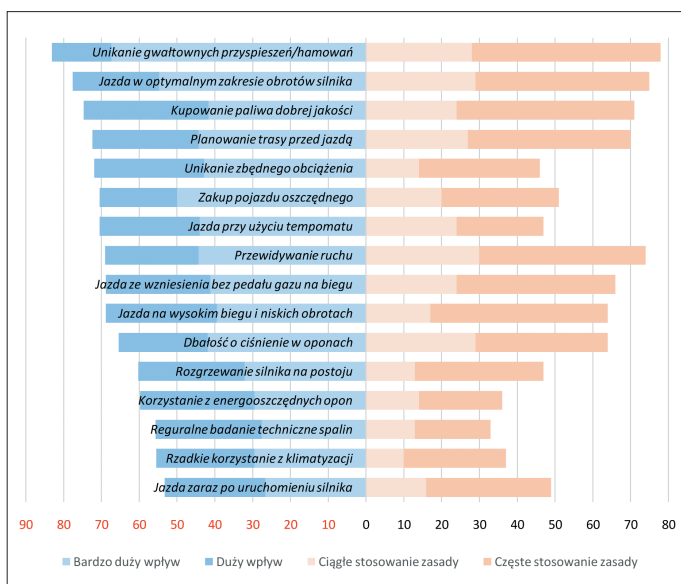
Rys. 6. Podział odpowiedzi respondentów ze względu na wpływ ekojazdy na kwestie powiązane z ruchem drogowym
Źródło: opracowanie własne

Zdecydowanie największa liczba odpowiedzi przypisana jest do wpływu ekojazdy na oszczędności powiązane z mniejszym zużyciem paliwa. Nie jest to zaskakujący wynik ze względu na fakt, iż „eco-driving”, czy ekonomiczny styl jazdy najczęściej kojarzony jest z korzyściami finansowymi mającymi związek z kwestiami paliwowymi. Większa część ankietowanych wypowiedziała się również za interakcją ekojazdy ze środowiskiem naturalnym. Badanie dowodzi, iż kierowcy posiadają niezbędną wiedzę dotyczącą dwóch najważniejszych efektów, jakie przynosi jazda zgodna z zasadami „eco-drivingu”, zarówno ekonomicznych oraz ekologicznych. Niekorzystnym jednak wynikiem jest zbyt mała korelacja energooszczędnej jazdy z redukcją stresu kierowcy oraz jej wpływem na krótszy czas przejazdu między punktem A i B wyrażona przez ankietowanych. Otrzymany wynik zależny może być od niewystarczającej wiedzy kierowcy odnośnie wykreowanych na przestrzeni lat zasad ekojazdy oraz zalet, jakie przynoszą. To unikanie sytuacji konfliktowych na drodze, dokładna obserwacja otoczenia, korzystanie z systemów bezpieczeństwa czy optymalne zaplanowanie trasy przez kierowców odpowiednio oddziałują na wymienione powyżej korzyści.

Ocena zasad „eco-drivingu” a częstotliwość ich stosowania

Nie tylko sama znajomość pojęcia „eco-drivingu”, lecz zrozumienie jego idei jest niezbędne do kierowania pojazdem w sposób przynoszący korzyści. Dana koncepcja oparta jest przede wszystkim na zasadach, które stworzone zostały na przestrzeni lat przez wielu naukowców podejmujących szereg eksperymentów z tym obszarem powiązanych. Dlatego też ankietowani zostali poproszeni o wskazanie skuteczności różnych zasad mogących mieć wpływ na mniejsze zużycie paliwa (całkowicie nie wpływa, w małym stopniu wpływa, nie mam zdania, w dużym stopniu wpływa, całkowicie wpływa) oraz określenia częstości ich stosowania w praktyce (nie stosuję tych zasad, rzadko stosuję te zasady, często stosuję te zasady i zawsze stosuję te zasady). Otrzymane wyniki przedstawione zostały w postaci piramidy na rysunku 7, gdzie lewa strona piramidy ilustruje stopień skuteczności poszczególnych zasad (duży i bardzo duży wpływ na zmniejszenie zużycia paliwa), a prawa strona piramidy przedstawia częste i ciągłe stosowanie tych zasad.

Przynajmniej dwóch na trzech respondentów większość z przedstawionych w kwestionariuszu zasad ekof jazdy wskazało jako znacząco wpływające na redukcję zużycia paliwa. Czynniki, które zostały wskazane jako mniej skuteczne w zmniejszaniu zużycia paliwa, to regularne badania techniczne spalin, jazda zaraz po uruchomieniu silnika oraz korzystanie z energooszczędnych opon. Przyczyną takiej opinii może być fakt, iż większości kierowców nieznających zasad ekof jazdy nie znajduje negatywnego wpływu na środowisko naturalne, na przykład w wydzielaniu przez pojazd spalin. Blisko co czwarty badany twierdzi, iż zastosowanie opon energooszczędnych w małym stopniu wpływa na mniejsze zużycie paliwa. Być może taka opinia związana jest z brakiem doświadczenia w użytkowaniu takiego typu ogumienia ze względu na wysoki koszt ich zakupu.



Rys. 7. Ocena skuteczności różnych zasad na zmniejszenie zużycie paliwa wraz z częstotliwością ich stosowania w praktyce [%]

Źródło: opracowanie własne

Zdecydowanie najwięcej respondentów wskazuje na wysoką skuteczność w zmniejszaniu zużycia paliwa zasad związanych z unikaniem gwałtownych przyspieszeń/hamowań, jazdą w optymalnym zakresie obrotów silnika oraz z zakupem pojazdu oszczędnego. Dwie pierwsze zasady są przekazywane w czasie kursów na prawo jazdy, co może wpływać na osiągnięty wynik w badaniu. Zdecydowanie częściej słyszeli o nich respondenci biorący udział w kursach po 1 stycznia 2015 roku: kolejno o 29% i 53% więcej z nich poznało zasady dotyczące hamowania silnikiem oraz jazdy w optymalnym zakresie prędkości niż na kursach prawo jazdy realizowanych przed 1 stycznia 2015 roku. Co ciekawe, co czwarty respondent nie ma wiedzy na temat negatywnego wpływu klimatyzacji na wielkość zużycia paliwa. Większy odsetek ankietowanych uważa, że planowanie trasy przed jazdą oraz przewidywanie ruchu całkowicie oddziałuje na redukcję zużycia paliwa.

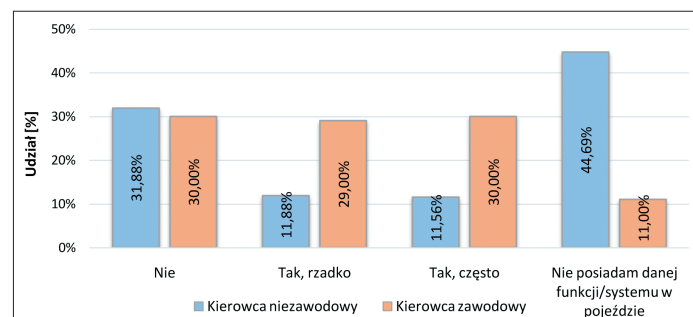
Wśród udzielających odpowiedzi „zawsze stosuję te zasady” najwięcej, bo ponad 70% osób zadeklarowało, iż używa zasad w zakresie jazdy w optymalnym zakresie obrotów

silnika, unikania gwałtownych przyspieszeń/hamowań oraz przewidywania ruchu. Pozostałe zasady „eko-drivingu” wykorzystywane są najczęściej przez 43–50% respondentów. Stosują oni głównie następujące zasady: unikanie gwałtownych przyspieszeń, kupowanie paliwa dobrej jakości, jazda na wysokim biegu i niskich obrotach, jazda w optymalnym zakresie obrotów silnika czy planowanie trasy przed jazdą.

Porównując ocenę efektywności danej zasady ekof jazdy z wyznaczoną częstotliwością jej stosowania w praktyce, zauważa się, iż udzielone odpowiedzi są względem siebie w dużym stopniu skorelowane. Jednak najwyższy poziom oceny czynników oddziałujących na mniejsze zużycie paliwa (całkowity wpływ) deklarowany przez uczestników pomiaru w pytaniu dotyczącym częstości stosowania danych zasad, w znacznej części przypadków nie równał się odpowiedzi wyrażonej również w stopniu najwyższym (zawsze). Zauważyć można, że kierowcy deklarujący wysoką ocenę (wpływ w dużym stopniu, całkowity wpływ) dla zasad, czyli regularne badania techniczne, rozgrzewanie silnika na postoju, jazda zaraz po uruchomieniu silnika, korzystanie z energooszczędnych opon, rzadkie korzystanie z klimatyzacji z uwagi na redukcję zużycia nośników energii, nie wykorzystują ich w życiu codziennym. Fakt ten widoczny jest w szczególności przy zasadzie związanej z zakupem oszczędnego pojazdu. 50% respondentów oceniła najwyżej wpływ danego czynnika na zmniejszenie zużycia paliwa, jednak tylko 20% z nich używa tej zasady zawsze. Sądzić można, że istnieje zależność pomiędzy częstością wykorzystywania analizowanej zasady a kosztami zakupu pojazdu ekonomicznego.

Uzupełniającym pytaniem, skorelowanym z grupami kierowców, jest częstość używania trybu ECO przez osoby prowadzące pojazd. Wyniki uzyskane z pomiaru widoczne są na rysunku 8.

Blisko 45% kierowców niezawodowych nie posiada trybu ECO w pojeździe. Jak wynika ze statystyk europejskich, to polscy kierowcy są w czołówce posiadania jednych z najstarszych pojazdów w Europie. Z danych opublikowanych przez Eurostat wynika, że blisko 40% samochodów osobowych zarejestrowanych w Polsce ma powyżej 20 lat [4]. Dlatego też weryfikowany system jest dla nich obcy. Zaskakujące jest, iż blisko co trzeci respondent posiada na wyposażeniu swojego pojazdu tryb ECO, ale go nie używa. Można przypuszczać, że taki stan rzeczy zintegrowany jest ze społecznym przeświadczeniem o wadach, jakie posiada omawiana funkcja. W grupie kierowców niezawodowych



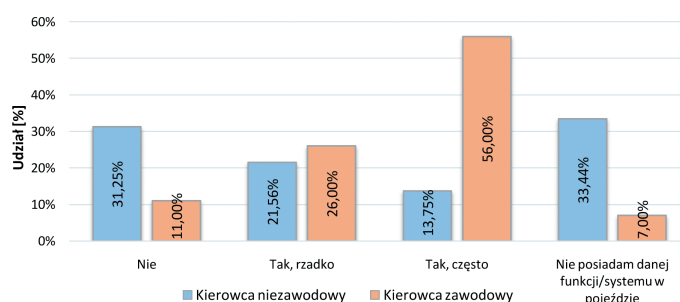
Rys. 8. Częstość stosowania trybu ECO przez grupy kierowców

Źródło: opracowanie własne

z trybu ECO korzysta średnio co czwarty kierowca niezawodowy, przy czym tylko co drugi z tej grupy używa go często. Tryb ECO zdecydowanie częściej wykorzystują kierowcy zawodowi (30% często i 29% rzadko), co wiąże się z pewnością z tym, iż kierowcy zawodowi częściej mają do dyspozycji pojazdy wyposażone w ten tryb (blisko 90% pojazdów) oraz w czasie kursów na prawo jazdy lub w szkoleniach zostają zapoznani z odpowiednim jego użytkowaniem, jak i korzyściami uzyskiwanymi podczas właściwego korzystania z niego.

Podobnie jak w przypadku użytkowania trybu ECO, rozkładają się różnice w częstotliwości użytkowania tempomatu w czasie jazdy przez kierowców zawodowych i niezawodowych, wskazując na zdecydowanie rzadsze stosowanie urządzenia przez tych drugich. Około $\frac{3}{4}$ kierowców zawodowych używa tempomatu w czasie prowadzenia pojazdu, z czego dwóch na trzech kierowców robi to często. Z pewnością taka jazda przynosi samym kierowcom lub przedsiębiorcy ich zatrudniającemu wymierne korzyści. Duży nacisk na jazdę z użyciem tempomatu stawiają organizatorzy szkoleń z ekof jazdy, w szczególności trenerzy prowadzący kursy indywidualne z kierowcą i kontrolujący na bieżąco jego błędy popełniane w czasie jazdy. Sam system monitorujący styl jazdy kierowców zainstalowany w pojazdach ciężarowych często przekazuje informację kierowcy między innymi o rzadkim korzystaniu z tempomatu w czasie jazdy. To z kolei przyczynia się do zdobycia nawyku przez kierowcę i częstszemu użytkowaniu tej funkcji. Tylko 7% kierowców zawodowych deklaruje, że nie posiada tempomatu w pojeździe. Powiązane jest to być może z przestarzałą flotą pojazdów. Natomiast w przypadku kierowców niezawodowych co trzeci respondent deklaruje brak posiadania tempomatu w pojeździe (33,44%) i blisko tyle samo badanych twierdzi, iż pomimo jego posiadania nie korzysta z badanego urządzenia w czasie jazdy (31,25%). Zaobserwowane rezultaty zależą od braku umiejętności w obsłudze urządzenia oraz od wysokiego udziału samochodów osobowych w kraju mających ponad 20 lat, które nie są wyposażone w badane rozwiązania [4].

Z odpowiedzi udzielonych przez respondentów wynika, iż zasady działania systemów wspomagających jazdę, nieczęsto są przekazywane na kursach na prawo jazdy. Jedynie co piąty badany miał kontakt z taką wiedzą podczas kursów. Zauważa się, że o 35% więcej osób poznało te zasady na kursach na prawo jazdy odbytych po 1 stycznia 2015 roku,



Rys. 9. Częstotliwość stosowania tempomatu przez grupy kierowców
Źródło: opracowanie własne

niż przed 1 stycznia 2015 roku. Wyniki badania nie są satysfakcjonujące, tym bardziej że tempomat jest jedną z praktycznych funkcji wspomagających ekof jazdę.

Koncepcja „eco-drivingu” w otoczeniu branży TSL

Z racji tego, iż poddana badaniom została grupa licząca 100 kierowców zawodowych, warto wyciągnąć szereg wniosków dotyczących kształtowania się teorii ekof jazdy wśród analizowanej kategorii osób. Ponadto, poddając pomiarowi kierowców zawodowych, zebrano informację na temat podejścia firm z branży TSL do wymienionej idei. Około $\frac{2}{3}$ przebadanych kierowców zawodowych zwraca uwagę na ekonomiczne kierowanie pojazdem, zarówno podczas jazdy zawodowej i prywatnej, co świadczy o świadomym wykorzystaniu zasad „eco-drivingu” w praktyce. Co ciekawe, co czwarty badany stosuje działania energooszczędne jedynie podczas jazdy prywatnej, nie zwracając uwagi na ten aspekt w pracy zawodowej, a odwrotną sytuację deklaruje 6% kierowców zawodowych. Blisko 7% kierowców zawodowych nie zwraca uwagi na kierowanie pojazdem w sposób przynoszący korzyści ekonomiczne i ekologiczne. Przyczyn w tak otrzymanym rezultacie dopatrywać się można przede wszystkim w nieznajomości zasad ze strony kierowców, braku motywacji i nakazu ekonomicznej jazdy oraz braku organizacji szkoleń przez pracodawców. Z tego też względu przeanalizowano również czynności z zakresu ekof jazdy podejmowane przez osoby zatrudniające kierowców zawodowych.

Według informacji płynących od 100-osobowej grupy kierowców zawodowych:

- w 58 przypadkach pojazdy służbowe wyposażone są w systemy monitorujące zużycie paliwa,
- w 36 przypadkach pracodawca prowadzi szkolenia z zakresu ekonomicznej jazdy,
- w 31 przypadkach pojazdy wyposażone są w systemy monitorujące styl jazdy kierowców,
- w 29 przypadkach przedsiębiorcy reagują na popełniane w czasie jazdy błędy kierowców związane z nieekonomiczną jazdą,
- w 16 przypadkach przedsiębiorcy prowadzą system premiowania kierowców (wynagradzania za ekonomiczną jazdę),
- aż w 35 przypadkach przedsiębiorcy nie podejmują żadnych działań promujących ekof jazdę kierowców.

W samochodach nowej generacji, przede wszystkim w ciągnikach siodłowych, systemy monitorujące zużycie paliwa występują, co jest równoznaczne z rezultatem uzyskanym z badania sondażowego. Często na takiej aktywności, a co za tym idzie wyłącznie kontroli zużycia paliwa, przedsiębiorstwo poprzestaje w zakresie działań w temacie ekof jazdy. Niekiedy jednak reaguje na błędy popełniane w czasie jazdy przez kierowcę. Wśród podejmowanych czynności przez pracodawców najrzadziej stosowany jest system wynagradzający kierowców za ekonomiczną jazdę (16%). Jest to innowacyjny trend, dlatego też jest stosowany do tej pory w małej liczbie przedsiębiorstw. Należy mieć na uwadze,

iz takie działania powinny mieć charakter wtórny w stosunku przede wszystkim do szkoleń z ekof jazdy. To one pozwalają wzbogacić umiejętność prowadzenia pojazdu przez kierowców zawodowych do poziomu wysoko oszczędnego. Organizacja takich szkoleń powinna być zatem strategicznym celem działalności przedsiębiorstw transportowych, a w rzeczywistości nie jest – aż 57% badanych kierowców zawodowych nie uczestniczy w tego typu szkoleniach. Średnio co trzeciemu badanemu kierowcy pracodawca organizuje zarówno teoretyczne, jak i praktyczne szkolenia, 11% badanych może liczyć wyłącznie na szkolenia teoretyczne, a w 2 przypadkach na 100 organizowane były szkolenia praktyczne z ekof jazdy. Jeżeli kierowcy uczestniczą w praktycznych i teoretycznych szkoleniach z ekof jazdy, najczęściej są one realizowane przez producentów pojazdów (33%), przez wyspecjalizowane osoby zajmujące się tego typu szkoleniami (16%) oraz przez firmy dostarczające system monitorujący styl jazdy kierowców (14%). Według 16% kierowców zawodowych część teoretyczna jest najczęściej przekazywana przez samych pracodawców.

Badania wykazały, iż częstość występowania szkoleń dla kierowców zawodowych z zakresu ekof jazdy zależna jest od wielkości przedsiębiorstwa. Blisko $\frac{3}{4}$ kierowców zatrudnionych w małym lub średnim przedsiębiorstwie nie doświadczyło organizacji szkoleń ze strony pracodawcy, natomiast około 80% ankietowanych zatrudnionych w dużych lub bardzo dużych przedsiębiorstwach przyznało, iż pracodawcy doszkalają kierowców z zakresu ekonomicznej jazdy. Badając związek pomiędzy wielkością firmy a realizacją szkoleń z idei „eco-drivingu” testem niezależności χ^2 , zweryfikowano, iż zależność jest statystycznie istotna ($p < 0,05$). Tym samym stwierdzić można, że wielkość firmy wpływa na podejmowane działania ze strony pracodawcy w kierunku organizacji szkoleń z ekonomicznej jazdy.

Podsumowanie

Analiza i ocena poziomu wiedzy, jaką posiadają kierowcy zawodowi i niezawodowi w Polsce na temat koncepcji „eco-drivingu”, dowodzi zróżnicowanego stopnia jej wykorzystania w praktyce przez użytkowników dróg. Główne czynniki, które mają znaczenie w wykorzystaniu zasad ekof jazdy, to płeć, wiek, termin uzyskania uprawnień do prowadzenia pojazdu, a także dostęp do szkoleń w tym zakresie. Same terminy „eco-driving” i „ekonomiczny styl jazdy” znane są wśród użytkowników dróg, przy czym w największym stopniu wśród kierowców zawodowych, w najmniejszym natomiast przez osoby starsze (tylko 8%) i kobiety (tylko 35%). Termin „ekonomiczny styl jazdy” jest bardziej znany (dla 86% badanych) od pojęcia, jakim jest „eco-driving” (dla 69%). Głównym źródłem wiedzy na temat ekof jazdy jest internet. W pewnym stopniu także kursy na prawo jazdy dostarczają informacji kierowcom odnośnie zasad energooszczędnego kierowania pojazdem, przy czym większy zakres wiedzy z tego obszaru uzyskały osoby zdające prawo jazdy po 1 stycznia 2015 roku (82% badanych), w stosunku do osób odbywających kursy wcześniej (36% respondentów). Szerszy dostęp do szkoleń

z zakresu „eco-drivingu” i ekonomicznego stylu jazdy mają również kierowcy zawodowi. To powoduje, iż oba pojęcia są w większym stopniu znane w tej grupie prowadzących pojazdy. Pojęcia „eco-driving” i „ekonomiczny styl jazdy” znają kolejno 64% i 83% kierowców niezawodowych oraz 85% i 96% kierowców zawodowych.

Znaczenie idei ekof jazdy wśród badanych kierowców można określić na poziomie przeciętnym – średnio 58% w 100-stopniowej skali. Ekof jazda odgrywa mniejsze znaczenie wśród kobiet (średnio na poziomie 53,1%) oraz wśród kierowców niezawodowych (średnio na poziomie 56,6%). Większą wagę do ekof jazdy przywiązują mężczyźni (średnio na poziomie 61,5%) oraz kierowcy zawodowi (średnio na poziomie 62,4%). W praktyce zasady „eco-drivingu” są zdecydowanie częściej wdrażane wśród kierowców zawodowych. Większy odsetek kierowców niezawodowych nie posiada i nie korzysta z funkcji, czyli tempomatu i trybu ECO w pojeździe (kolejno 64% i 76%). Z wymienionych funkcji korzystają częściej kierowcy zawodowi (kolejno 82% i 59%). Większość z nich zwraca uwagę na ekonomiczne kierowanie pojazdem, zarówno podczas jazdy zawodowej i prywatnej. Ich pojazdy często wyposażone są w systemy monitorujące zużycie paliwa. Ich większa świadomość wynika często ze szkoleń w tym zakresie organizowanych przez pracodawców, choć szkolenia z obszaru „eco-drivingu” organizowane są częściej przez firmy posiadające liczniejszy tabor w przedsiębiorstwie. Część praktyczna i teoretyczna realizowana jest przez producentów pojazdów, przez wyspecjalizowane osoby zajmujące się tego typu szkoleniami oraz przez firmy dostarczające system monitorujący styl jazdy kierowców. Część teoretyczna jest najczęściej przekazywana przez samych pracodawców.

Czynności edukacyjne z „eco-drivingu” powinny być podejmowane nie tylko przez przedsiębiorstwa, które motywują swoich pracowników do doskonalenia stylu ich jazdy, ale również przez państwo. Warto byłoby zatem rozszerzyć zakres programu szkoleń na kursach prawo jazdy oraz wdrożyć kampanie reklamowe, które będą promowały ekologiczny i ekonomiczny styl jazdy. Ciekawym rozwiązaniem ze strony państwa byłoby zagwarantowanie dotacji dla społeczeństwa w przypadku wymiany samochodów na pojazdy energooszczędne, w tym elektryczne czy napędzane wodorem. Inicjatywy takie z pewnością dotarłyby do szerokiego grona kierowców oraz całego społeczeństwa i przyczyniłyby się do pogłębienia ich wiedzy w omawianym zakresie.

Literatura

1. Duda I., „Eco-driving” i jego znaczenie w ruchu drogowym, praca magisterska, Politechnika Krakowska, Kraków 2022.
2. Ciasioń-Giulkin A., Duda I., *Koncepcja „eco-drivingu” w teoretycznym ujęciu*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2023, nr 11.
3. Farrington R., Rugh J., *Impact of vehicle air-conditioning on fuel economy, tailpipe emissions, and electric vehicle range*, In Earth Technologies Forum, Washington, USA, September 2000.
4. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ROAD_EQS_CARAGEcustom_3259188/default/table?lang=en [dostęp: 25.08.2022].

BADANIE ZNACZENIA KOLEI W PODRÓŻACH WEWNĄTRZMIEJSKICH NA PRZYKŁADZIE REJONU OSIEDLA ZŁOCIEŃ W KRAKOWIE¹

ALEKSANDRA CIASTOŃ-CIULKIN

dr inż., Politechnika Krakowska,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
tel.: +48 12 628 3096, email:
aleksandra.ciaston-ciulkin@pk.edu.pl

SABINA PUŁAWSKA-OBIEDOWSKA

dr inż., Politechnika Krakowska,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
tel.: +48 12 628 3096, email:
sabina.pulawska@pk.edu.pl

ALEKSANDRA TRZEBUNIA

mgr inż., absolwentka Politechniki
Krakowskiej, ul. Warszawska 24,
31-155 Kraków, email:
olatrz04@gmail.com

Streszczenie: Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wpływu uruchomienia przystanku kolejowego służącego obsłudze miejskiego osiedla mieszkaniowego na wzrost znaczenia kolei w obsłudze miasta oraz zmianę zachowań komunikacyjnych mieszkańców obszaru oddziaływania przystanku. Analizom zostało poddane studium przypadku osiedla mieszkaniowego Złocien, dla obsługi którego w listopadzie 2021 roku uruchomiono przystanek kolejowy Złocien, włączony do przebiegu trzeciej linii Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej. Przeprowadzono analizę dynamiki zmian wielkości ruchu pasażerskiego na nowo uruchomionym przystanku w oparciu o wymianę pasażerów korzystających z pociągów przewoźnika Koleje Małopolskie oraz przeprowadzono badania sondażowe wśród mieszkańców, mające na celu identyfikację wybieranych środków transportu, zarówno przed jak i po uruchomieniu przystanku, a także preferencje oraz oczekiwania mieszkańców związane z podróżami. Na ich podstawie przeanalizowano przeszłe i obecne zachowania transportowe, zbadano poziom satysfakcji i preferencji względem elementów funkcjonowania połączenia i przystanku Kraków Złocien oraz elementów integracji z innymi środkami transportu w rejonie osiedla Złocien. To pozwoliło na zbadanie, w jaki sposób uruchomienie nowego przystanku wpłynęło na zachowania komunikacyjne mieszkańców osiedla.

Słowa kluczowe: kolej aglomeracyjna, transport w aglomeracji, węzły przesiadkowe, punkty obsługi podróżnych, dostępność transportowa.

Wprowadzenie

W ostatnich latach w Polsce nastąpił rozwój systemów kolei aglomeracyjnej, które zaczęły spełniać rolę dowozową do miejsc nauki i pracy dla osób zamieszkujących obszary aglomeracji lub bardziej oddalone miejscowości. Na ich potrzeby powstało wiele przystanków kolejowych w granicach miast. Jednocześnie, przy odpowiedniej lokalizacji przystanków względem zabudowy, kolej zaczęła nabierać znaczenia również dla osób zamieszkujących na terenie miasta, które otrzymały dodatkową możliwość skrócenia podróży w jego granicach.

Przewozy kolejowe w obrębie dużych aglomeracji miejskich stają się coraz bardziej znaczące ze względu na obecność kongestii na drogach. Zalety transportu kolejowego, jakimi są między innymi większa zdolność przewozowa lub niezależność od warunków drogowych dzięki wyodrębnionej infrastrukturze, umożliwiają wzmocnienie funkcjonującego systemu transportu zbiorowego w mieście. Taki zabieg może być kluczowy w obsłudze transportowej osiedli w peryferyjnych obszarach miasta, gdzie często oferta przewozowa jest niewystarczająca, a przemieszczanie się utrudnione przez kongestię.

Jednym z obszarów od lat dotkniętych problemami wynikającymi ze wzrostu ludności i rosnących potrzeb poprawy obsługi transportowej może być Złocien – obszar miasta, a dawniej niewielkie osiedle peryferyjne, zlokalizowane w znacznym oddaleniu od centrum Krakowa, zamieszkanie obecnie przez około 15 tysięcy osób. W listopadzie 2021 roku został tam uruchomiony przystanek kolejowy Kraków Złocien, który włączono do przebiegu trzeciej linii Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej. Czas przejazdu z nowego przystanku do centrum Krakowa wynosi około 20 minut, a można się spodziewać, że w przyszłości oferta przewozowa stanie się prawdopodobnie jeszcze bardziej atrakcyjna dla mieszkańców. Jak uruchomienie przystanku kolejowego i obsługa tej części miasta przez pociągi aglomeracyjne wpłynęła na zmianę zachowań komunikacyjnych, stało się przedmiotem badań, których wyniki zostały przedstawione w artykule.

W celu poznania problematyki i specyfiki podróży mieszkańców oraz ich oczekiwań i preferencji w zakresie połączenia kolejowego, przeprowadzono badania sondażowe w rejonie przystanku Kraków Złocien. Badania zostały przeprowadzone w formie internetowej w dniach od 24 kwietnia do 25 maja 2023 roku z wykorzystaniem dedykowanego kwestionariusza. Badaną populacją byli mieszkańcy osiedli w rejonie obszaru Złocienia. Liczbę mieszkańców oszacowano poprzez inwentaryzację liczby mieszkań z wszystkich osiedli oraz średniej liczby osób przypadających na jedno mieszkanie (2,66 na podstawie danych dla województwa małopolskiego [1]). Populacja wyniosła 14 450. Ostatecznie w badaniu wzięło udział 247 respondentów, co dało 6,2% błąd z próby. Kwestionariusz składał się z 18 pytań rozłożonych w trzech sekcjach. Pierwsza część to metryczka mająca na celu charakterystykę respondentów. Druga sekcja złożona z 6 pytań miała na celu opis podróży korzystających z kolei, a w trzeciej zbadano kwestie, które zniechęcają do podróży koleją (4 pytania).

Spośród ankietowanych znaczną większość stanowiły kobiety – 61%, natomiast grupy wiekowe były zróżnicowane. Prawie 70% osób biorących udział w badaniu stanowiły osoby nie starsze niż 45 lat, co związane jest między innymi z charakterem osiedli mieszkaniowych (nowe, zamieszkanie w dużej mierze przez młode małżeństwa). Większość ankietowanych (72%) stanowiły osoby z wykształceniem wyższym. Ponadto większy odsetek ankietowanych to osoby

¹ Wkład procentowy poszczególnych autorów: A. Ciastoń-Ciulkin 30%, S. Puławska-Obiedowska 35%, A. Trzebunia 35%.

pracujące. Zaobserwowano wśród respondentów bardzo niski odsetek emerytów i rencistów – 2%.

Badania w zakresie wpływu uruchomienia przystanku kolejowego na zwiększenie roli kolei w obsłudze podróży wewnątrzmięjskich zostały przeprowadzone również w oparciu o wielkość wymiany pasażerskiej na przystanku kolejowym Kraków Złocień, odbywającej się w pociągach aglomeracyjnych obsługiwanych przez przewoźnika Koleje Małopolskie. Dzięki udostępnionym przez przewoźnika danym dotyczącym wymiany pasażerskiej można było określić dynamikę wzrostu liczby pasażerów korzystających z przystanku kolejowego w okresie jego funkcjonowania.

Rola kolei aglomeracyjnych i regionalnych w Polsce

W ostatnich latach obserwuje się coraz większe znaczenie przewozów regionalnych w obrębie województwa bądź samych aglomeracji miejskich. Głównie mają one na celu zapewnienie transportu dla osób zamieszkujących przedmieścia, obszary pozamiejskie, inne miejscowości lub wsie zlokalizowane w województwie bądź niedalekim regionie, mając na uwadze, że odległość przejazdu jest akceptowalna dla pasażera przy codziennych podróżach. Służą one w głównej mierze pasażerom pracującym lub uczącym się w dużych ośrodkach miejskich.

Według statystyk prowadzonych przez Urząd Transportu Kolejowego (UTK) znaczenie kolei aglomeracyjnych rośnie, uwzględniając działalność spółek kolejowych, które funkcjonują, przewożąc osoby wyłącznie w obszarze aglomeracji miejskich i pobliskich mniejszych miast [2]. Szczególnie dotyczy to aglomeracji dużych, w takich województwach jak pomorskie, mazowieckie, dolnośląskie, łódzkie bądź małopolskie, gdzie zauważa się tendencję wzrostową w wysokości realizowanych przewozów. Województwo pomorskie posiada najwyższy wskaźnik wykorzystania kolei, odnotowany na poziomie 15,9 przejazdu na 1 mieszkańca w województwie w 2020 roku. Wynika to z działalności PKP SKM (PKP Szybka Kolej Miejska w Trójmieście) pełniącej znaczącą rolę w systemie transportu miejskiego w obszarze aglomeracji. Dodatkowo posiada niezależną, wydzieloną infrastrukturę, co znacznie pozwala na efektywne wykorzystanie i funkcjonowanie tej formy kolei [3].

Na rozwój przewozów regionalnych i aglomeracyjnych istotnie wpływa zmiana oferty przewozowej oraz partycypacja samorządów terytorialnych. Jako przykład można przedstawić Koleje Dolnośląskie oraz Łódzką Kolej Aglomeracyjną (ŁKA). W przypadku obu przewoźników udział przewiezionych pasażerów w stosunku do innych funkcjonujących na rynku przewozów kolejowych w województwie wyniósł w 2020 roku powyżej 50%. Dla porównania, w przypadku ŁKA w 2014 roku udział ten wyniósł zaledwie 5,6% [3].

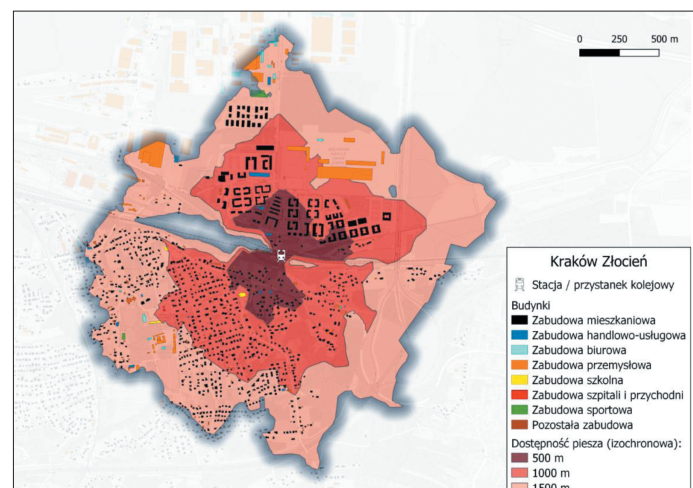
Przystanek kolejowy Kraków Złocień

Przystanek Kraków Złocień został zlokalizowany na osiedlu Złocień znajdującym się w południowo-wschodniej części Krakowa w dzielnicy XII Bieżanów-Prokocim. Pierwsze prace inwestycyjne rozpoczęto w tym obszarze w 1994 roku, a jego rozbudowa zakończyła się w 2021. Obecnie pod pojęciem

„Złocień” można rozumieć szerszy obszar, gdyż w pobliżu budynków mieszkalnych osiedla Złocień powstały lub są w rozbudowie nowe [4]. Dla celów badawczych przyjęto go według podziału na obszary Systemu Informacji Miejskiej (obszary SIM), który od 2022 roku określa Złocień jako obszar ograniczony ulicami Kolejową, Gierymskich, Karpacką, Stacyjną, Balickiego, granicą miasta oraz linią kolejową nr 91 [5].

Kraków Złocień jest przykładem przystanku kolejowego zlokalizowanego w pobliżu obszaru o dominującej zabudowie mieszkaniowej. Tory kolejowe, przebiegające z zachodu na wschód, dzielą obszar oddziaływania przystanku na dwie części. Obszar północny charakteryzuje się dużym zagęszczeniem zabudowy i obejmuje osiedle bloków wielorodzinnych „Złocień”, a także duży zakład przemysłowy „TELE-FONIKA Kable SA”. W odległości 1500 metrów od przystanku kolejowego mieści się również wybudowane w ostatnim czasie osiedle Podgaje, a także liczne obiekty magazynowe i biurowe. Południowa część obszaru oddziaływania charakteryzuje się znacznie bardziej rozproszoną zabudową mieszkaniową, obejmującą przede wszystkim domy jednorodzinne, będące częścią Starego Bieżanowa. Z przystanku kolejowego można przesiąść się na autobusy komunikacji miejskiej na przystanku Złocieniowa (około 250 m na południe) oraz na pętli Złocień (około 500 m na północ) [7].

W zasięgu dojścia pieszego 500 m znajduje się dość duża liczba zabudowań mieszkaniowych wielorodzinnych zlokalizowanych z północnej strony przystanku oraz niewielka część zabudowań jednorodzinnych znajdujących się po południowej stronie przystanku. Wraz ze wzrostem odległości dojścia do przystanku kolejowego zwiększa się jego potencjał obsługi coraz większej liczby mieszkańców. Biorąc pod uwagę deklaracje respondentów badania sondażowego, połączenie kolejowe jest wykorzystywane przez mieszkańców, którym czas dojścia na przystanek zajmuje nie więcej niż 15 minut. Najwięcej respondentów (57%) mieszka w zasięgu 5–10 minutowego dojścia pieszego do przystanku kolejowego. Średnio co piąty respondent deklaruje dotarcie na przystanek w czasie krótszym niż 5 minut, podobna liczba respondentów mieszka w oddaleniu większym niż 10, ale mniejszym niż 15 minut od przystanku.



Rys. 1. Mapa dostępności pieszej przystanku Kraków Złocień
Źródło: [8]

Tabela 1

Dynamika zmian w średniej dobowej liczbie obsłużonych pasażerów przez Koleje Małopolskie na przystanku kolejowym Kraków Złocien

Data	Średnie obciążenie przystanku [l. pas.]				Średnie obciążenie przystanku [l. pociągów KM]		Średnia liczba pasażerów na pociąg KM	
	Wsiadający	Wysiadający	Łącznie	Dynamika wzrostu	Liczba zatrzymań	Dynamika wzrostu	Liczba pas./poc.	Dynamika wzrostu
XI 2021	91	80	171	100%	20	100%	8,4	100%
VIII 2022	157	144	300	176%	29	141%	10,5	125%
XI 2022	169	161	330	193%	29	143%	11,3	135%
VIII 2023	273	237	510	299%	35	171%	14,6	175%

Stopień wykorzystania przystanku przez pasażerów

Otwarcie przystanku nastąpiło 7 listopada 2021 roku. Kraków Złocien został włączony w przebieg linii SKA3 między Tarnowem a Krakowem Głównym (rys. 3). SKA3 obsługuje dwóch operatorów: Koleje Małopolskie i Polregio. Pierwsi pasażerowie określili to wydarzenie mianem rewolucji, podczas kiedy wyjazd z osiedli ulicami Półłanki lub Domagały oznaczał oczekiwanie nawet do 30–40 minut [9].

Część uruchomionych połączeń jest realizowana z pewną regularnością – między Krakowem Głównym a Tarnowem SKA obsługuje kursy z częstotliwością co 60 minut poza szczytem, a w szczycie co 30 minut (od około 5:00 do 8:30 oraz od 16:00 do 19:00 z przystanku Kraków Złocien). Pozostałe przejazdy są realizowane na dłuższych odcinkach, natomiast z częstotliwością do kilku razy dziennie lub tylko raz w tygodniu (Kraków Główny – Jasło). Część połączeń obsługują Koleje Małopolskie, a pozostałe Polregio. Częstotliwości kursowania pociągów ulegają zmianie wraz ze zmianą rozkładu. Przejazd między Krakowem Głównym a Krakowem Złocien wynosi od 13 do 20 minut w zależności od poszczególnego kursu [7].

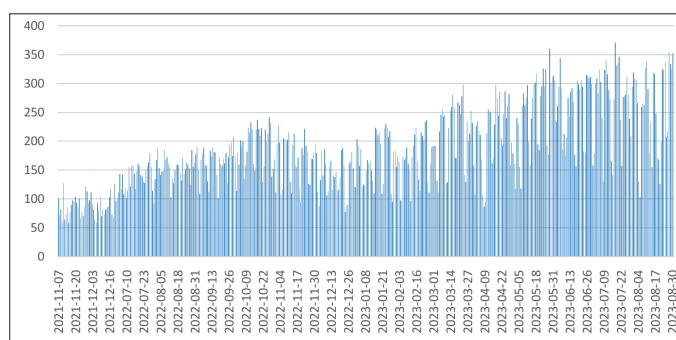
W dniu uruchomienia przystanku kolejowego Kraków Złocien z pociągów Kolei Małopolskich skorzystało blisko 200 pasażerów, przy czym średnia dobowa liczba pasażerów w pierwszym miesiącu funkcjonowania przystanku wynosiła 171 pasażerów. W rok po uruchomieniu przystanku Koleje Małopolskie obsługiwały blisko dwukrotnie więcej pasażerów w dobie (330 osób), przy czym należy zwrócić uwagę, iż w tym czasie zwiększyła się też liczba pociągów KM obsługiwanych na przystanku Kraków Złocien (z 20 w dobie w listopadzie 2021 do 29 w listopadzie 2022). W pierwszym okresie funkcjonowania przystanku kolejowego przyrost liczby pasażerów przypadających na jeden pociąg był wolniejszy niż wzrost częstotliwości kursowania. W sierpniu 2023 roku odnotowano trzykrotny wzrost liczby obsługiwanych pasażerów przez KM w stosunku do pierwszego miesiąca funkcjonowania przystanku kolejowego Kraków Złocien, przy 70% wzroście częstotliwości kursowania pociągów.

W sierpniu 2023 roku zaobserwowano szybszy przyrost liczby pasażerów przypadających na jeden pociąg w stosunku do wzrostu częstotliwości kursowania pojazdów, co może świadczyć o wzroście znaczenia innych elementów oferty w podejmowaniu decyzji o wyborze pociągu jako środka transportu. Łącznie w sierpniu 2023 roku średniodobowa liczba pasażerów obsługiwanych przez KM przekroczyła 0,5 tys. Biorąc

pod uwagę, iż na przystanku kolejowym Kraków Złocien zatrzymują się również pociągi Polregio, całkowita liczba obsługiwanych pasażerów będzie jeszcze większa.

Rozkład dobowy i tygodniowy w obsłudze pasażerów na przystanku kolejowym Kraków Złocien wskazuje na duże jego znaczenie w obsłudze podróży obligatoryjnych do/z pracy. Wskazują na to zdecydowanie większe potoki podróżnych w dni robocze, w szczególności w godzinach szczytu. W godzinach porannych 6:00–9:00 obserwuje się zdecydowanie największe potoki podróżnych wsiadających do pociągu, a w godzinach popołudniowych dominuje ruch przyjazdowy na przystanek Kraków Złocien.

W ciągu doby obserwuje się niewielką nierównowagę liczby pasażerów. Zazwyczaj więcej osób wsiada do pociągu niż wysiada, co związane może być z wyborem pociągu w podróży z domu do pracy/szkoły w godzinach popołudniowych i wyborem innego środka transportu w podróży powrotnej. Wsiadający pasażerowie korzystają najczęściej z pociągów w relacji do Krakowa Głównego, natomiast największy odsetek pasażerów wysiadających korzysta z pociągów w relacji odwrotnej. Kierunki podejmowanych podróży kolejowych potwierdzają również wyniki badań sondażowych, w których $\frac{4}{5}$ respondentów deklaruje podróżę w relacji Kraków Złocien – Kraków Główny, a kolejne 14% respondentów podróżuje najczęściej do Kraków Zabłocie, Kraków Płaszów lub Kraków Prokocim. Przystanek Kraków Złocien służy zatem przede wszystkim obsłudze podróży wewnątrzmijskich.

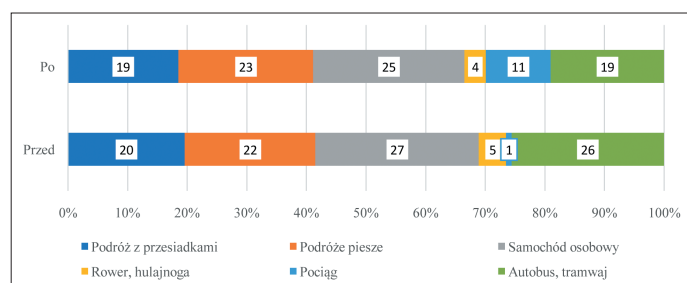


Rys. 2. Dynamika wzrostu obsługi pasażerów na przystanku Kraków Złocien przez przewoźnika Koleje Małopolskie od dnia uruchomienia przystanku do 31.08.2023 [7.11.2021 = 100]
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych przewoźnika KM

Zmiana zachowań komunikacyjnych mieszkańców osiedla Złocień

W celu identyfikacji zmian w zachowaniach komunikacyjnych mieszkańców osiedla Złocień po uruchomieniu przystanku kolejowego dokonano analizy deklarowanych wyborów środka transportu oraz częstotliwości podróży w codziennych lub prawie codziennych podróżach.

Przed uruchomieniem przystanku najczęściej wybieranym środkiem transportu był samochód osobowy oraz autobus lub tramwaj. Średnio co drugi badany korzystał z samochodu osobowego lub z połączeń komunikacji miejskiej przynajmniej kilka razy w tygodniu. 64% respondentów odpowiedziało, że podróżowało autobusem bądź tramwajem przynajmniej raz w tygodniu. Natomiast $\frac{3}{4}$ ankietowanych przynajmniej raz w tygodniu odbywała podróż samochodem osobowym. Podróże piesze stanowiły około $\frac{1}{5}$ wszystkich podróży, podobnie jak podróże z przesiadkami. Wybór na kolej padał rzadko lub nigdy: najbliższe przystanki były zlokalizowane zbyt daleko (Kraków Bieżanów, Kokotów), a pozostałe linie SKA obsługują inne obszary Krakowa.



Rys. 3. Procentowy udział podróży odbywanych codziennie lub kilka razy w tygodniu przed i po uruchomieniu przystanku kolejowego Kraków Złocień

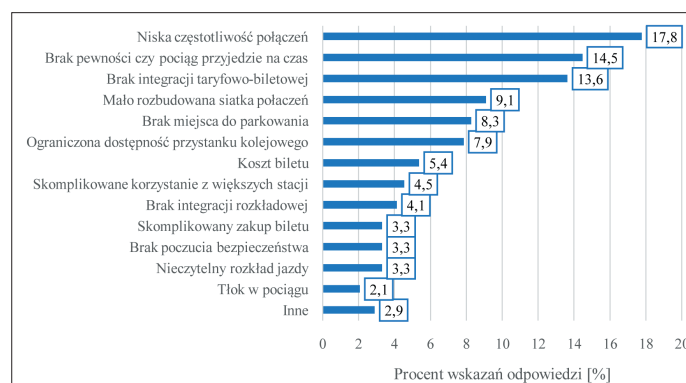
Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Po uruchomieniu połączeń kolejowych z przystanku kolejowego Kraków Złocień znacząco zmniejszyła się liczba częstych podróży autobusem lub tramwajem (spadek udziału z 26% do 19%), zauważono również zmianę w udziale podróży realizowanych samochodem osobowym (spadek z 27% do 25%), ale była to zdecydowanie mniejsza zmiana niż w przypadku komunikacji miejskiej. Zamiast dotychczasowych środków transportu w podróżach realizowanych codziennie lub kilka razy w tygodniu wybór pociągu zadeklarowało 11% respondentów (rys. 4). Deklaracje respondentów w zakresie podróży odbywanych raz w tygodniu wskazują na wzrost podróży koleją, natomiast prawie połowa respondentów wskazała, że również po uruchomieniu przystanku kolejowego rzadko korzysta z kolei. Mimo wprowadzonych zmian prawie tyle samo respondentów, korzystających z samochodu raz w tygodniu, nadal wybiera ten sam środek transportu (74%). Można zatem stwierdzić, że uruchomienie przystanku kolejowego nie przyczyniło się znacznie do rezygnacji z samochodu osobowego, ale wpłynęło jednak na zmniejszenie częstotliwości korzystania z tej formy podróży.

Czynniki zniechęcające do wyboru kolei

W badaniu sondażowym respondenci, którzy zadeklarowali korzystanie z innych środków transportu niż pociąg, wskazywali

również czynniki mające wpływ na niedokonywanie wyboru pociągu w codziennych podróżach. Wśród najczęściej wskazanych aspektów dominowały te organizacyjne, związane z niską częstotliwością połączeń (18%), brakiem wspólnego biletu okresowego dla kolei i miejskich linii autobusowych (14,5%)² oraz brakiem pewności, czy pociąg przyjedzie na czas (14%). Istotnym czynnikiem dla respondentów była również mało rozbudowana siatka połączeń kolejowych umożliwiających dotarcie do różnych części aglomeracji (9%). 5% udzielonych odpowiedzi dotyczyło przebiegu podróży (skomplikowany zakup biletu, tłok w pociągu). Pozostałe czynniki były związane z wyposażeniem stacji lub jej lokalizacją. W tej grupie czynników najczęściej wskazywano, że do podróży pociągiem zniechęca brak możliwości pozostawienia samochodu osobowego lub roweru w pobliżu stacji (8%). Ponadto istotnie zniechęca obecna dostępność przystanku kolejowego powiązana ze zbyt dużą odległością lub czasem dojścia do niego (8%). Czynniki związane głównie z wyposażeniem przystanku lub jego otoczeniem (brak odpowiedniej infrastruktury oddzielającej ruch kołowy i pieszo-rowerowy) były wybierane przez respondentów sporadycznie. Część badanych również zniechęca korzystanie z większych stacji na późniejszym etapie podróży, które bywa skomplikowane ze względu na funkcjonowanie wielu peronów i konieczność zachowania czujności, czy nie nastąpiły nagle zmiany w kursowaniu pociągów (rys. 4).

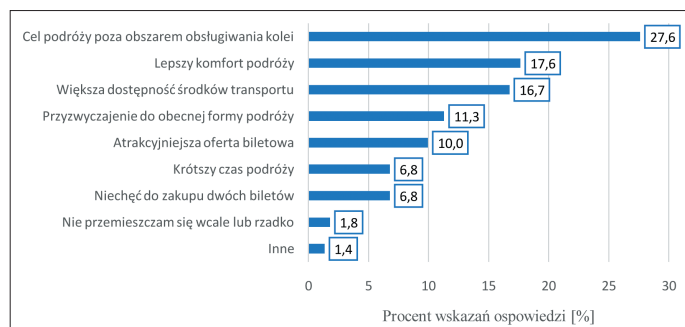


Rys. 4. Aspekty zniechęcające respondentów do podróży koleją z przystanku Kraków Złocień [% wskazań].

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Na wybór innego środka transportu wpływają również czynniki niezwiązane z funkcjonowaniem samego przystanku kolejowego – własne przyzwyczajenia, preferencje czy też aspekty zachęcające do korzystania z innych form podróżowania, takie jak na przykład kwestie komfortu lub większej dostępności do wybranych form transportu. W przypadku czynników, które wpływają na wybór innych środków transportu niż połączenie kolejowe z przystanku Kraków Złocień, respondenci, którzy nie podróżują pociągiem, wskazują, iż ich cel podróży znajduje się poza obszarem obsługiwanym koleją. To powoduje, iż przyczyną blisko 28% podróży nierealizowanych pociągiem jest podróżowanie w obszary miasta czy aglomeracji będących poza dostępem do połączeń kolejowych. Równie ważnym czynnikiem wpływającym na wybór innych

² Badanie sondażowe było prowadzone przed wprowadzeniem wspólnego biletu metropolitalnego.



Rys. 5. Aspekty niezwiązane z koleją powodujące wybór innego środka transportu w rejonie osiedla Złocień [% wskazań]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

form podróżowania jest lepszy komfort podróżowania oraz większa dostępność środków transportu (po 17% wskazań).

Ponad 11% odpowiedzi związane jest z dotychczasowymi przyzwyczajeniami, które trudno respondentom zmienić i skłonić ich do korzystania z połączeń kolejowych. Ważny element stanowi również koszt przejazdu innymi środkami transportu, co dziesiąta odpowiedź dotyczyła atrakcyjniejszej oferty biletowej w komunikacji miejskiej, a 7% odpowiedzi wskazywało na niechęć do zakupu dwóch biletów. Wprowadzenie oferty biletu metropolitalnego może wpłynąć na zmianę zachowań komunikacyjnych tej części respondentów.

Podsumowanie

Celem artykułu było zbadanie wpływu uruchomienia przystanku kolejowego na wzrost znaczenia kolei w obsłudze podróży wewnątrzmiastowych oraz zmianę zachowań komunikacyjnych mieszkańców obszaru oddziaływania kolei.

Przeprowadzona analiza dostępności wykazuje zasadność lokalizacji przystanku kolejowego względem istniejącej zabudowy oraz przedstawia kolej aglomeracyjną jako realną alternatywę dla linii komunikacji miejskiej i samochodu osobowego przy dostatecznej ofercie przewozowej. Analiza wymiany pasażerskiej na przystanku kolejowym Kraków Złocień wykazała, że zdecydowanie większy jest odsetek pasażerów wsiadających lub wysiadających w kierunku z i do centrum Krakowa, co świadczy o znaczeniu tego przystanku w realizacji podróży wewnątrzmiastowych. Mimo iż w podziale zadań przewozowych podróże koleją nie posiadają bardzo dużego udziału – według deklaracji w badaniach sondażowych 11%, według szacunków 8% – to wynik średniodobowej liczby pasażerów przekracza początkowe założenia Studium Wykonalności Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA) w Aglomeracji Krakowskiej [10]. Oferta przewozowa również stale ulega poprawie.

Wyniki badania sondażowego udowodniły, że uruchomienie przystanku kolejowego wpłynęło na codzienne podróże mieszkańców Złocień. Jednocześnie wykazały, że istnieją kwestie wymagające zmian oferty przewozowej i wprowadzenia integracji z innymi środkami transportu. Poprawa wpłynęłaby na większe zadowolenie obecnych pasażerów i zachęciłaby tych, którzy dotąd rzadko bądź wcale nie skorzystali z usług kolejowych z przystanku Kraków Złocień. Dużą uwagę respondenci zwracali na integrację taryfowo-biletową z liniami komunikacji miejskiej w Krakowie, stąd też dalszym

kierunkiem badań powinny być efekty wdrożenia w aglomeracji krakowskiej biletu metropolitalnego.

Uruchomienie nowego przystanku wpłynęło na większe zainteresowanie podróżą koleją i na zmianę zachowań transportowych wśród części mieszkańców. Należy zaznaczyć, iż połączenia kolejowe stały się głównie alternatywą dla połączeń autobusowych. Została również odnotowana rezygnacja z podróży samochodem osobowym na korzyść pociągu, ale spadek udziału transportu indywidualnego w podziale zadań przewozowych jest jednak niewielki.

Powstanie przystanku kolejowego w obszarze miasta o charakterystyce osiedla Złocień w Krakowie niewątpliwie odgrywa znaczącą rolę w zmianie podziału zadań przewozowych. Zwiększanie dostępności przystankowej dla różnych obszarów w mieście powinno wiązać się równolegle z poprawą oferty przewozowej w zakresie częstotliwości kursowania pociągów (co w przypadku przystanku Kraków Złocień jest zauważalne), odbycia podróży w zaplanowanym czasie (bez zakłóceń związanych np. z modernizacją infrastruktury kolejowej), możliwości płynnego przesiadania się na inne środki transportu dzięki integracji taryfowo-biletowej, rozkładowej, informacyjnej czy też infrastrukturalnej. W szczególności ta ostatnia może mieć znaczenie w pozyskaniu użytkowników transportu indywidualnego, np. poprzez możliwość pozostawienia samochodu w pobliżu przystanku kolejowego. Szczególną uwagę należy również zwrócić na zapewnienie bezpiecznych i atrakcyjnych ciągów pieszych do przystanków kolejowych. Odpowiednie działania promocyjne mogą przyczynić się natomiast do przekonania tych użytkowników do innych środków transportu, którzy swoje zachowania komunikacyjne tłumaczą przyzwyczajeniami (średnio co dziesiąte wskazanie w badaniu sondażowym).

Literatura

1. <https://krakow.stat.gov.pl/dane-o-województwie/wojewodztwo-918/gospodarstwa-domowe-mieszkania/> [odczyt: 28.06.2023].
2. Raczyńska-Buława E., *Systemy kolei aglomeracyjnych w Polsce*, „TTS Technika Transportu Szynowego”, 2016, R. 22, nr 7–8.
3. Urząd Transportu Kolejowego: *Koleje pasażerskie w województwach: Dynamika zmian w latach 2010 – 2020*, Warszawa, 2021.
4. <https://www.sniezka.krakow.pl/o-nas/historia> (data odczytu: 21.05.2023).
5. <https://ztp.krakow.pl/sim/obszary-sim?fbclid=IwAR05ARsVDucoBecrnl89tBpGz3bG7Snak7ztkFZCIfGi8RCgxOkDPFsVQ4A> [odczyt: 21.05.2023].
6. <https://kolejemalopolskie.com.pl/pl/rozklad-jazdy/rozklady-kolejowe> [odczyt: 29.05.2023].
7. Trzebunia A., *Badanie znaczenia kolei w podróżach wewnątrzmiastowych na przykładzie rejonu osiedla Złocień w Krakowie*, Praca magisterska, WIL PK, Kraków 2023.
8. Ciastoń-Ciulkin A., Puławska-Obiedowska S., Soboń M., *Nowe przystanki kolejowe jako szansa na zwiększenie roli kolei w obsłudze transportowej aglomeracji*, Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym NOVOKOL 2023 – materiały konferencyjne, Wydawnictwo SITK RP, ISBN: 978-83-63-492-21-2.
9. <https://www.radiokrakow.pl/aktualnosci/krakow/mieszkanczy-zlocienia-chetnie-korzystaja-z-nowego-przystanku-kolejowego> [odczyt: 28.05.2023].
10. Wstępne studium wykonalności Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA) w Aglomeracji Krakowskiej, Raport końcowy, Kraków, styczeń 2007.

OLIWIA HARĘŻA

Studentka Studiów Inżynierskich kierunku
Gospodarka Przestrzenna na Wydziale Architektury
Politechniki Wrocławskiej, ul. Prusa 53/55, 50-317
Wrocław, adres mail: 264557@student.pwr.edu.pl

URSZULA PROTYŃSKA

Studentka Studiów Inżynierskich kierunku
Gospodarka Przestrzenna na Wydziale Architektury
Politechniki Wrocławskiej, ul. Prusa 53/55, 50-317
Wrocław, adres mail: 264560@student.pwr.edu.pl

DOMINIK STAŚKIEWICZ

Student Studiów Inżynierskich kierunku
Gospodarka Przestrzenna na Wydziale Architektury
Politechniki Wrocławskiej, ul. Prusa 53/55, 50-317
Wrocław, adres mail: 264517@student.pwr.edu.pl

MICHAŁ MAŁYSZ

dr, Katedra Urbanistyki i Gospodarki Przestrzennej,
Wydział Architektury, Politechnika Wrocławska,
ul. Prusa 53/55, 50-317 Wrocław, email:
michal.malysz@pwr.edu.pl

MAGISTRALA PODSUDECKA W SYSTEMIE KOLEI PASAŻERSKIEJ DOLNEGO ŚLĄSKA¹

Streszczenie: Linia kolejowa nr 137 zwana Magistralą Podsudecką stanowi bardzo ważny ciąg komunikacyjny Górnego i Dolnego Śląska. Jej cechą charakterystyczną jest przebieg równoległy do pasma Sudetów oraz omijanie Opola i Wrocławia. Poza odcinkiem Katowice–Kędzierzyn-Koźle o bardzo dużym znaczeniu w przewozach pasażerskich stan techniczny linii jest jednak niezadowalający, a liczba pasażerskich połączeń kolejowych realizowanych po niej jest znacznie mniejsza niż wynikałoby to z potencjału linii. Wśród miast zlokalizowanych na magistrali znajdują się między innymi: Nysa, Ząbkowice Śląskie, Dzierżoniów, Świdnica, Strzegom i Jawor. Jednocześnie na magistrali położonych jest wiele węzłów kolejowych pozwalających na zmianę kierunku jazdy przykładowo w stronę Wrocławia i Wałbrzycha. Są to na przykład Kamieniec Ząbkowicki i Jaworzyna Śląska. Ponadto wraz z linią kolejową nr 289 na odcinku Legnica–Rudna Gwizdanów magistrala stanowi obwodnicę subregionu wrocławskiego. Liczba węzłów kolejowych na trasie linii ukazuje potencjał skomunikowania na nich, jak i możliwe rozwiązania multimodalne. Celem pracy jest przedstawienie koncepcji rozwoju połączeń pasażerskich na Magistrali Podsudeckiej w dwóch scenariuszach zawierających możliwości modernizacji magistrali i stworzenia połączeń obwodowych skomunikowanych z połączeniami do i z Wrocławia. W pracy przeanalizowano charakterystykę techniczną linii kolejowej nr 137, istniejące połączenia pasażerskie oraz skomunikowania na węzłach, a na podstawie wyników została zaprezentowana i przedyskutowana koncepcja rozwoju połączeń pasażerskich.

Słowa kluczowe: Magistrala Podsudecka, kolej pasażerska, Dolny Śląsk, kolej.

Kolej pasażerska Dolnego Śląska początku trzeciej dekady XXI wieku a znaczenie Magistrali Podsudeckiej

Dolny Śląsk odznacza się generalnie wysokim stopniem wykorzystania kolei w przewozach na tle innych regionów Polski. Koleje Dolnośląskie będące regionalnym przewoźnikiem samorządowym obsługują wiele połączeń różnych relacji w ciągu dnia. Jednocześnie region wyróżnia się bardzo wysoką gęstością sieci kolejowej. Niezaprzeczalnie największe znaczenie mają połączenia kolejowe z Wrocławiem, z których korzystają dziesiątki tysięcy pasażerów dziennie. Promienisty układ ciągów komunikacyjnych prowadzących do stolicy Dolnego Śląska jest uzupełniany przez linie kolejowe łączące

inne duże aglomeracje regionu. Do przykładów takich tras należą: Wałbrzych – Legnica, Kłodzko – Wałbrzych, Jelenia Góra – Legnica i Jelenia Góra – Wałbrzych. Jednakże, o ile liczba połączeń z Wrocławia jest generalnie na tyle duża, że nie odczuwane są ograniczenia rozkładu jazdy, to na przykład między Legnicą i Kłodzkiem połączeń jest wyraźnie mniej. Ponadto nie istnieją żadne bezpośrednie połączenia Legnicy z Wałbrzychem czy z Jelenią Górą. Frekwencja w pociągach kursujących poza aglomeracją wrocławską jest ewidentnie niższa, a do wykonywania kursów są niejednokrotnie wykorzystywane małe jednostki spalinowe SA135. Najbardziej popularne są połączenia do Wrocławia, do którego docierają wieloczołowe jednostki elektryczne i hybrydowe, rzadziej spalinowe. Stacja Wrocław Główny obsługuje ponadto około 70 000 pasażerów na dobę, co stawia ją na pierwszym miejscu wśród największych stacji w Polsce pod względem wielkości wymiany pasażerskiej [1]. Ponadto w grudniu 2023 roku uruchomione zostały nowe połączenia międzynarodowe z Wrocławia w kierunku Wiednia i Berlina, a od grudnia 2024 roku w ofercie mają znaleźć się także połączenia do Pragi. Spodziewane jest, że znaczenie Wrocławia w połączeniach kolejowych krajowych i międzynarodowych powinno więc stale rosnąć. Pozytywne trendy są także obserwowane w przypadku miejscowości położonych w Sudetach, gdzie między innymi Świeradów-Zdrój i Mirsk posiadają dostęp do kolei od grudnia 2023 roku. W siatkę połączeń międzyregionalnych włączono również Nową Rudę i Jedlinę-Zdrój, skąd można dojechać do Krakowa i Jeleniej Góry. Podobne połączenie posiadają też Dzierżoniów, Ząbkowice Śląskie i Świdnica. Z kolei Łądek-Zdrój i Stronie Śląskie, jak i położona na północy województwa dolnośląskiego Góra, są obsługiwane przez autobusy Kolei Dolnośląskich stale skomunikowane z pociągami w ramach połączeń multimodalnych. W 2023 roku pociągi pojawiły się także na linii kolejowej nr 266 między Świdnicą i Jedliną-Zdrój, a ponadto prace służące przywróceniu połączeń kolejowych rozpoczęto na linii kolejowej nr 310 między Kobierzycami i Piławą Górną.

Magistrala Podsudecka, jak również określana jest linia kolejowa nr 137, łączy Katowice z Legnicą. Jest jedną z najstarszych linii kolejowych w Polsce [2]. Wspomniane połąc-

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2024.

² Wkład procentowy poszczególnych autorów: O. Haręża 30%, U. Protyńska 30%, D. Staśkiewicz 30%, M. Małysz 10%.

czenia Jeleniej Góry z Krakowem przez magistralę są obsługiwane przez SKPL Cargo, które wykorzystuje na tej trasie dwa spalinowe zespoły trakcyjne SN84. Pociągi te kursują jako TLK, przy czym trasa porannego pociągu z Krakowa (TLK „Szczelinię”) prowadzi między innymi przez Kłodzko, Nową Rudę i Jedlinę-Zdrój. Z kolei drugi (TLK „Sudety”) obsługuje między innymi Świebodzice, Świdnicę, Dzierżoniów i Ząbkowice Śląskie. Obydwa pociągi mają wspólny przebieg na trasie Kamieniec Ząbkowicki – Kraków przez Nysę, Prudnik, Kędzierzyn-Koźle i Katowice. Na odcinku Jaworzyna Śląska – Katowice trasa pociągu jest tożsama z Magistralą Podsudecką. Nazwa linii jest związana z faktem, iż biegnie ona równolegle względem sudeckiego uskoku brzeżnego opisanego w literaturze przez Badurę i innych. (2003) [3]. Według PKP PLK trasa magistrali prowadzi z Katowic przez Nysę, Świdnicę i Strzegom do Legnicy [4]. Charakteryzuje się jednak ona dość istotnym ograniczeniem, jakim jest brak sieci trakcyjnej, a na licznych odcinkach posiada tylko jeden tor. Jako że stanowi ona zarazem obwodnicę aglomeracji wrocławskiej oraz jeden z łączników między regionami o najgęstszej sieci kolejowej Polski, spełnia ona bardzo ważną rolę w transporcie towarów. Jej przepustowość i prędkość szlakowa są jednak na tyle ograniczone, że wykorzystanie magistrali w przewozach pasażerskich o takcie na przykład godzinnym jest praktycznie niemożliwe. Jednakże na linii położonych jest wiele węzłów transportowych, które mogą generować popyt uzasadniający uruchamianie połączeń. Szczególnie planowana, lecz bliżej nieokreślona modernizacja magistrali przez PKP PLK może stanowić szansę na rozwój kolei pasażerskiej w oparciu o linię kolejową nr 137. Jednym z motywów propozycji rozwojowych jest możliwość skomunikowań na wielu węzłach kolejowych magistrali, między innymi w Kamieńcu Ząbkowickim, Świdnicy, Jaworzynie Śląskiej i Legnicy. W rezultacie odpowiednie działania pozwoliłyby na zagęszczenie taktu połączeń na magistrali oraz zapewnienie połączeń na przykład z Wrocławiem z Ząbkowic Śląskich i Nysy.

Celem pracy jest zaproponowanie rozwiązań służących stworzeniu systemu pasażerskiego transportu kolejowego w województwach dolnośląskim i opolskim opartym na połączeniach na Magistrali Podsudeckiej skomunikowanych z promienistymi połączeniami z Wrocławia z jednoczesną maksymalizacją poziomu skomunikowania. Ponadto w ramach koncepcji zaproponowano inwestycje służące implementacji odpowiedniego modelowego rozkładu jazdy. Do jego opracowania wykorzystano oprogramowanie PTV VISUM. W pracy zawarte zostały dwa scenariusze rozwoju połączeń w zależności od wariantu modernizacji magistrali.

Charakterystyka infrastruktury linii kolejowej nr 137

Wspomniane techniczne ograniczenia ruchu pociągów na Magistrali Podsudeckiej nie pozwalają na pełne wykorzystanie możliwości kolei. Przede wszystkim niemożliwa jest eksploatacja elektrycznych zespołów trakcyjnych bądź lokomotyw elektrycznych charakteryzujących się wyższą efektywnością. W praktyce po linii mogą kursować jedynie lokomotywy elektryczne ze składami wagonowymi oraz

spalinowe lub hybrydowe zespoły trakcyjne. Te ostatnie na początku trzeciej dekady XXI wieku nie zawsze zapewniają dostateczną podaż miejsc dla pasażerów, a najbardziej pojemne jednostki są trójczłonowe, co w praktyce oznacza powyżej 40% podaży miejsc najbardziej pojemnych jednostek elektrycznych. Istotnym problemem jest brak drugiego toru oraz stosunkowo niskie prędkości maksymalne. Podstawowe charakterystyki Magistrali Podsudeckiej prezentuje tabela 1.

Tabela 1

Podstawowe charakterystyki linii kolejowej nr 137 w podziale na odcinki			
Odcinek	Prędkość maksymalna	Sieć trakcyjna	Liczba torów
Katowice – Kędzierzyn-Koźle	120 km/h	Tak	2
Kędzierzyn-Koźle – Twardawa	90 km/h	Nie	1
Twardawa – Racławice Śląskie	90 km/h	Nie	2
Racławice Śląskie – Nysa	70 km/h	Nie	2
Nysa – Kamieniec Ząbkowicki	90 km/h	Nie	2
Kamieniec Ząbkowicki – Świdnica	70 km/h	Nie	1
Świdnica – Jaworzyna Śląska	80 km/h	Nie	2
Jaworzyna Śląska – Legnica	70 km/h	Nie	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PKP PLK [4].

Jedynie na odcinku Katowice – Kędzierzyn-Koźle linia spełnia wszystkie standardy i pozwala na w pełni efektywną jazdę pociągu. Maksymalna prędkość poniżej 100 km/h na pozostałych odcinkach jest poważnym ograniczeniem możliwości magistrali. Szczególnie w przewozach międzyregionalnych z małą liczbą postojów jazda z prędkością około 60% jest wysoce nieefektywna. Ponadto brak możliwości wymijania się pociągów jadących w różnych kierunkach wymusza, w razie opóźnień, postój na stacji i generuje opóźnienia wtórne. Taki problem jest obserwowany w skali Polski między innymi na trasie Piła – Białogard, gdzie natężenie ruchu jest dość duże ze względu na ruch w kierunku środkowego Pomorza i nie pozwala to w pełni na wykorzystanie potencjału przewozowego tej linii. Trend ten mógłby być obserwowany również w przypadku Magistrali Podsudeckiej, gdyby zagęszczony został takt połączeń bez wcześniejszej modernizacji linii. Ograniczeniem jest również brak sieci trakcyjnej, przez co pociągi są prowadzone przez ciężkie lokomotywy spalinowe, niejednokrotnie już wysłużone i niespełniające standardów. Z kolei liczba jednostek spalinowych jest generalnie znacznie mniejsza niż elektrycznych. Ponadto województwo opolskie nie posiada żadnych nowoczesnych pojazdów hybrydowych, a województwo dolnośląskie wykorzystuje swoje na bardzo frekwencyjnych trasach w okolicy Wrocławia. W konsekwencji stan linii kolejowej nr 137 generuje niską efektywność przewozów, a jednocześnie wysokie koszty uruchomienia połączeń. Powoduje to błędne koło, gdzie niskie parametry przewozowe uniemożliwiają uruchomienie dostatecznej liczby połączeń na dobę. Z powodu ich niskiej liczby, a co za tym idzie, wysokiej zawodności (niejednokrotnie spowodowanej także stanem taboru), popyt na przewozy jest ograniczony, a kolej nie jest konkurencyjna. W rezultacie pociągi spalinowe generujące wysokie koszty eksploatacji odznaczają się jednocześnie niską frekwencją.

Tabela 2

Proponowane podstawowe działania związane z modernizacją linii kolejowej nr 137		
Lokalizacja	Stan obecny	Stan docelowy
linia kolejowa nr 137 poza odcinkiem Katowice – Kędzierzyn-Koźle	stacje i przystanki kolejowe niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja przystanków i stacji niespełniających norm bezpieczeństwa
odcinek Kędzierzyn-Koźle – Twardawa	tor prawy wyłączony z eksploatacji	modernizacja toru prawego i dostosowanie torowiska do prędkości co najmniej 120 km/h
stacja Prudnik	perony niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja peronów
stacja Otmuchów	perony niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja peronów
stacja Paczków	perony niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja peronów
stacja Kamieniec Żąbkowski	perony niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja peronów
odcinek Twardawa – Kamieniec Żąbkowski	ograniczenia prędkości	dostosowanie torowiska do prędkości co najmniej 120 km/h
odcinek Kamieniec Żąbkowski – Świdnica	ograniczenia prędkości i przepustowości	odbudowa toru prawego i dostosowanie torowiska do prędkości co najmniej 120 km/h
stacja Piława Górna	brak możliwości zjazdu z linii kolejowej nr 310 w kierunku Żąbkowice Śląskich bez zmiany kierunku jazdy	budowa łącznicy między nowym posterunkiem odgałęźnym Piława Górna Południe a linią kolejową nr 310
stacja Żąbkowice Śląskie	perony niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja peronów
stacja Świdnica Miasto	przestarzałe perony	modernizacja peronów
odcinek Jaworzyna Śląska – Legnica	ograniczenia prędkości i przepustowości	odbudowa toru prawego i dostosowanie torowiska do prędkości co najmniej 120 km/h
stacja Strzegom	perony niespełniające standardów bezpieczeństwa	modernizacja peronów
odcinek łącznicy nr 772 Strzegom Międzyrzecze – Strzegom Miasto wraz z budową rozjazdów	stacja Strzegom położona z dala od centrum miasta	odbudowa łącznicy umożliwiająca zjazd typu kieszeniowego na przystanek Strzegom Miasto

Źródło: Opracowanie własne

Uruchomienie pociągów TLK wykorzystujących jednostki spalinowe SN84 pozwoliło na zwiększenie zainteresowania koleją pasażerską wśród mieszkańców miast leżących na magistrali. Jednak niska efektywność może nie przyciągnąć wszystkich potencjalnych pasażerów i dalej pogłębiać stereotypowe opinie dotyczące zawodności kolei. Stąd dyskusyjne jest stawianie priorytetów dotyczących uruchamiania połączeń przed przeprowadzeniem modernizacji magistrali. Należy pamiętać, że Magistrala Podsudecka stanowi ważny korytarz transportowy w przewozach towarowych, stąd wzrost natężenia ruchu na magistrali może przekraczać jej techniczne możliwości. Mazurkiewicz (2013) opisuje ruch towarowy na linii kolejowej nr 137 jako znaczny na odcinku na wschód od Kamieńca Żąbkowskiego [5]. Jednocześnie zwraca uwagę na mniejsze natężenie ruchu na odcinku w województwie dolnośląskim, podkreślając, że za ruch odpowiadają zarówno pociągi towarowe, jak i pasażerskie. Trammer (2012) określa Magistralę Podsudecką jako jedną z „najgorszych linii kolejowych”, która uległa „zapaści” [6]. Autor cytuje również słowa Związku Niezależnych Przewoźników Kolejowych: „Cały ten rejon powinien być objęty kompleksowym programem rewitalizacji”. Jandula (2017) pisze, że magistrala od wielu lat czeka na modernizację, a uruchomienie pociągów pasażerskich określa jako nieopłacalne i nieuzasadnione logistycznie [7]. Detyna i Mroczek-Czetweryńska (2018) wspominają, że Magistrala Podsudecka stanowi istotną linię kolejową na obszarze aglomeracji wałbrzyskiej, jednocześnie podkreślając, że prędkości na niej osiągane nie przekraczają 100 km/h [8]. Dokument Krajowego Planu Kolejowego do 2030 roku uwzględnia jednak tylko i wyłącznie modernizację odcinka Legnica – Dzierżoniów przy pozostawieniu na liście rezerwowej odcinka opolskiego [9]. Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego wskazywał w 2017 roku, że podpisane z PKP PLK umowy o rewitalizacji magistrali w ramach KPK mogą zwiększyć dostępność kolei oraz stymulować rozwój społeczno-gospodarczy całego regionu [10]. Jednakże do 2023 roku żadne prace nie zostały rozpoczęte, jak i nieokreślone zostały szczególności dotyczące rewitalizacji.

Podsumowując, stan infrastruktury Magistrali Podsudeckiej na wielu odcinkach należy określić jako niezadowalający w kontekście prowadzenia efektywnych kolejowych połączeń pasażerskich o wysokiej częstotliwości kursowania. Przed uruchomieniem nowych połączeń i zagęszczeniem ich taktu konieczne jest przeprowadzenie rewitalizacji zwiększającej możliwości prowadzenia ruchu. W wariancie maksymalnym powinno zawierać się między innymi podniesienie prędkości maksymalnej, odbudowa drugiego toru rozebranego przez Armię Czerwoną w 1945 roku oraz elektryfikacja [11]. W rezultacie kompleksowa modernizacja magistrali może znacznie zwiększyć jej rolę i znaczenie w sieci kolejowej Śląska.

Koncepcja pasażerskich połączeń obwodowych – scenariusz optymistyczny

Modernizacja Magistrali Podsudeckiej jest wskazana, aby w pełni wykorzystać jej możliwości. Proponowany zakres działań usprawniających połączenia przedstawia tabela 2.

Cechą charakterystyczną całej Magistrali Podsudeckiej, poza odcinkiem Katowice – Kędzierzyn-Koźle, jest de facto brak w pełni zmodernizowanych peronów i dworców. O ile sam stan peronów nie stanowi bariery rozwojowej w kontekście połączeń kolejowych, o tyle należy przypuszczać, że w ramach prac modernizacyjnych PKP PLK może zaplanować również remont peronów. Stacje takie jak Otmuchów, Paczków i Żąbkowice Śląskie mają wąski peron wyspowy niespełniający norm bezpieczeństwa. Zadaszenie peronów na wielu stacjach też nie jest odpowiednie. Również stacje o dość dużym natężeniu ruchu, jak Nysa czy Świdnica Miasto wymagają modernizacji, dlatego w jej ramach prace mogą być prowadzone w wielu lokalizacjach, w tym na węzłowych stacjach kolejowych.

Bardzo istotne jest zwiększenie prędkości maksymalnej. Jednocześnie maksymalna prędkość może w dużym stopniu zależeć od tego, czy magistrala na odcinku Kędzierzyn-Koźle – Legnica będzie elektryfikowana. Trudno bowiem oczekiwać, aby linia nieelektryfikowana i miejscami jednotorowa umożliwiała jazdę z prędkością 160 km/h i więcej. Wydaje się, że za wzorzec przy zwiększeniu prędkości, ale bez elektryfikacji i generalnie bez odbudowy drugiego toru, może służyć linia kolejowa nr 402 na odcinku Kołobrzeg – Goleniów. Pozwala ona na jazdę z prędkością 120 km/h. Kursuje nią między

innymi pociąg IC „Swarożyc” relacji Wrocław – Kołobrzeg obsługiwany lokomotywą spalinową SU4220 i zestawiony z czterech wagonów, jak i spalinowe i hybrydowe zespoły trakcyjne. Mimo braku drugiego toru ruch odbywa się dość płynnie. W tym wariancie modernizacja magistrali do prędkości 120 km/h ma uzasadnienie przy obsłudze ruchu pasażerskiego, ale przy intensywnym ruchu towarowym racjonalne wydaje się zadbanie o sieć trakcyjną pozwalającą na wykorzystywanie pojazdów elektrycznych rzeczywiście kursujących z taką prędkością. W tym wypadku za wzorzec należy wziąć linię kolejową nr 38 na odcinku Elk – Korsche, która jest jednotorowa, a od 2022 roku trwa jej elektryfikacja. Prędkość 160 km/h powinna być osiągalna jednak tylko przy możliwości prowadzenia ruchu po dwóch torach oraz z wykorzystaniem lokomotyw i jednostek elektrycznych.

Przy wyborze maksymalnego wariantu modernizacji Magistrali Podsudeckiej możliwości uruchomienia nowych połączeń pasażerskich będą naturalnie największe. Obecność drugiego toru na całej długości trasy umożliwi bezkolizyjnie wymijanie się pociągów na każdym odcinku trasy. Po magistrali będą mogły kursować najnowocześniejsze pojazdy na polskiej sieci kolejowej. Stąd rola kolei pasażerskiej może istotnie wzrosnąć. Poza kompleksową modernizacją linii kolejowej nr 137 wskazane byłoby zadbanie o lepsze połączenie jej z innymi liniami kolejowymi. Wskazane jest między innymi przywrócenie obsługi stacji Strzegom Miasto wraz z budową rozjazdów umożliwiających zjazd kieszeniowy z kierunku Jawora i jazdę dalej w stronę Jaworzyny Śląskiej. W praktyce strata czasu na obrót składu nie powinna trwać dłużej niż 4 minuty. Taki zabieg umożliwiłby pełne wykorzystanie kolei w dojazdach ze Strzegomia między innymi do Wrocławia. Mógłby to być jednocześnie załączek prac nad modernizacją linii kolejowej nr 302 umożliwiającej powrót pociągów między innymi do Bolkowa. Inne prace usprawniające mogłyby dotyczyć budowy łącznicy z Magistrali Podsudeckiej do linii kolejowej nr 310 od strony Ząbkowic Śląskich. W rezultacie zmiana kierunku jazdy w Piławie Górnej nie byłaby konieczna, a pociągi mogłyby bezpośrednio kursować w relacji Ząbkowice Śląskie – Wrocław. Budowa nowych lub odbudowa dawnych odcinków linii kolejowych w okolicy Strzegomia i Piławy Górnej może mieć miejsce przy modernizacji Magistrali Podsudeckiej w pełnym wymiarze. Stan aktualny na koniec 2023 roku pozwala na wjazd na przystanek Strzegom Miasto od strony stacji Strzegom, ale niemożliwa jest jazda po linii kolejowej nr 310. Nawet po zakończeniu jej modernizacji wjazd będzie możliwy tylko od strony stacji Piława Górna. Stąd bez łącznicy w Strzegomiu konieczna byłaby dwukrotna zmiana kierunku jazdy lub pomijanie przystanku Strzegom Miasto, a w przypadku Ząbkowic Śląskich zmiana czoła pociągu na stacji Piława Górna. Biorąc pod uwagę obserwowane w rozkładach jazdy pojedyncze połączenia do Wrocławia z miast takich jak Jawor, Strzegom czy Gryfów Śląski, zapewniające bezpośrednie skomunikowanie ze stolicą województwa w godzinach porannych, można rozważyć uruchomienie pociągów z przystanku Strzegom Miasto i stacji Ząbkowice Śląskie do Wrocławia z jedną zmianą czoła na wymienionych wyżej stacjach. Pozostałe połączenia byłyby zapewnione przez

połączenia uruchomiane w ramach obwodowych połączeń kolejowych na Magistrali Podsudeckiej.

W ramach połączeń obwodowych Magistrala Podsudecka, a konkretnie jej odcinek Kędzierzyn-Koźle – Legnica stałaby się równorzędna względem promienistych linii kolejowych prowadzących ruch z i do Wrocławia. W zależności od stopnia współpracy między jednostkami samorządu terytorialnego można by było wyróżnić różne trasy połączeń obsługujących miejscowości położone na magistrali. Na węzłach następowałyby skomunikowania z pociągami wrocławskimi. Szczególnym wyróżnikiem byłby fakt bezwzględnego skomunikowania danych dwóch pociągów. Oznaczałoby to, że podróżny uzyskiwałby informacje o dwóch stacjach końcowych – pierwszej bezpośrednio osiągalnej i drugiej, do której można by było dotrzeć za pomocą przesiadki „od drzwi do drzwi”. W przypadku opóźnienia pierwszego pociągu drugi oczekiwałby zawsze na pierwszy. Dobór połączeń w taki sposób wymagałby wybadania frekwencji i nadania rang połączeniom. Bardzo ważne byłoby zadbanie o jak najmniejszy poziom opóźnień. Tabela 3 prezentuje listę połączeń po Magistrali Podsudeckiej, które mogłyby być uruchamiane w zależności od organizatorów.

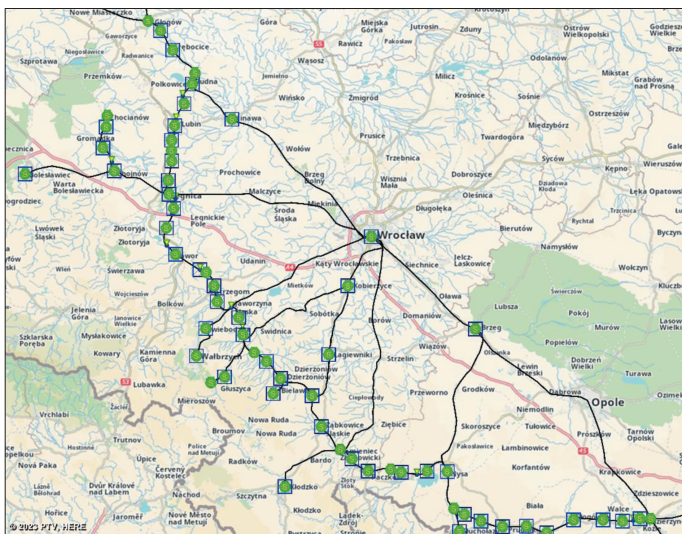
Tabela 3

Proponowane relacje połączeń obwodowych na Magistrali Podsudeckiej – scenariusz optymistyczny		
Połączenie obwodowe	Przykładowe połączenia skomunikowane	Organizator
Nysa – Legnica	Szklarska Poręba – Wrocław	Województwo Dolnośląskie
Głogów – Kędzierzyn-Koźle	Jawor/Strzegom – Wrocław	Województwo Dolnośląskie Województwo Opolskie
Kłodzko – Legnica	Bielawa – Wrocław	Województwo Dolnośląskie
Ząbkowice Śląskie – Kędzierzyn-Koźle	Kłodzko – Wrocław	Województwo Opolskie

Źródło: Opracowanie własne.

Z punktu widzenia organizacyjnego najważniejszym połączeniem w koncepcji byłoby to relacji Nysa – Legnica. Uwarunkowania prawne pozwalają organizatorom przewozów na wjazd w głąb sąsiedniego województwa do 30 km. Najczęściej jest to pierwszy węzeł położony za granicą województwa. Na tej podstawie funkcjonują między innymi połączenia Kolei Dolnośląskich do Rawicza i Nowej Soli. W przypadku Magistrali Podsudeckiej przebiegającej przez województwa: dolnośląskie, opolskie i śląskie uruchomienie pociągu na całej trasie wymagałoby porozumienia i współpracy trzech samorządów. Częściej spotykana jest natomiast umowa dwóch sąsiednich województw. Współpraca między województwem opolskim i dolnośląskim umożliwiłaby utworzenie połączeń z Kędzierzyna-Koźla nawet do Nowej Soli z pominięciem Wrocławia. Jednakże z punktu widzenia praktycznego takie połączenie należałoby podzielić na odcinki między innymi w celu efektywnego zarządzania taborem. Bardziej racjonalne byłoby skrócenie trasy do Głogowa, a nawet do Legnicy, szczególnie, jeżeli Magistrala Podsudecka nie została już na wczesnym etapie modernizacji zelektryfikowana. Stąd połączenia obwodowe powinny opierać się na trasie Nysa – Legnica w przypadku samodzielnego uruchamiania przez województwo dolnośląskie lub Kędzierzyn-Koźle – Legnica przy współpracy dwóch województw.

Łącznikami połączeń obwodowych mogłyby być już istniejące połączenia Kłodzko – Legnica oraz Kędzierzyn-Koźle – Ząbkowice Śląskie, które samorządy mogłyby uruchamiać samodzielnie. Pierwsze pozwoliłoby zagęścić takt na odcinku Kamieniec Ząbkowicki – Legnica do co najmniej godzinnego, a drugie umożliwiłoby przesiadkę w Kamieńcu Ząbkowickim na połączenia na przykład w kierunku Kłodzka, Kudowy-Zdroju i Wrocławia. Rysunek 1. prezentuje schemat rdzenia połączeń obwodowych wraz z kluczowymi dla systemu innymi trasami opracowany w PTV VISUM przy założeniu modernizacji magistrali. Kolorem zielonym zaznaczone są stacje i przystanki kolejowe obsługiwane przez system skomunikowanych połączeń oparty na połączeniach obwodowych na Magistrali Podsudeckiej.



Rys. 1. Schemat rdzenia połączeń obwodowych po Magistrali Podsudeckiej. Opracowanie własne w PTV VISUM.

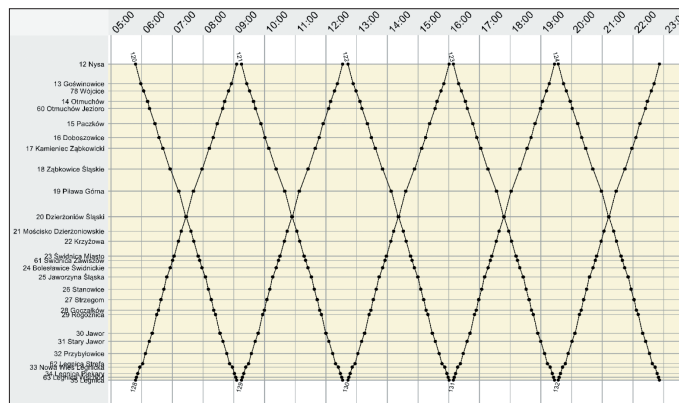
Potencjalne połączenia tworzące całość systemu skomunikowań prezentuje tabela 4.

Tabela 4

Przykładowe nowe połączenia obwodowych wraz ze skomunikowaniami – scenariusz optymistyczny		
Linie kolejowe	Przykładowe połączenia	Miejsca bezwzględnych skomunikowań
137	Kędzierzyn-Koźle – Głogów Nysa – Legnica	Kędzierzyn-Koźle, Nysa, Kamieniec Ząbkowicki, Świdnica Miasto, Jaworzyna Śląska, Legnica, Rudna Gwizdanów
136, 137	Opole Główne – Gliwice	Kędzierzyn-Koźle
288	Nysa – Brzeg	Nysa
276, 271	Rawicz – Lichkov	Kamieniec Ząbkowicki
341, 137, 310, 285	Bielawa – Wrocław Główny	Pilawa Górna/Dzierżoniów Śląski
302/137/285	Jawor/Strzegom Miasto – Wrocław Główny	Świdnica Miasto
137/266	Jaworzyna Śląska – Jedlina-Zdrój	Świdnica Miasto
311/274	Wrocław Główny – Szklarska Poręba Górna	Jaworzyna Śląska
273/274/302	Wrocław Główny – Strzegom Miasto	Jaworzyna Śląska
137/275/316	Jawor – Chocianów	Jawor
275/14	Wrocław Główny – Żary	Legnica
275/282/278	Wrocław Główny – Zgorzelec	Legnica
273	Wrocław Główny – Zielona Góra Główna	Rudna Gwizdanów/Głogów

Źródło: Opracowanie własne.

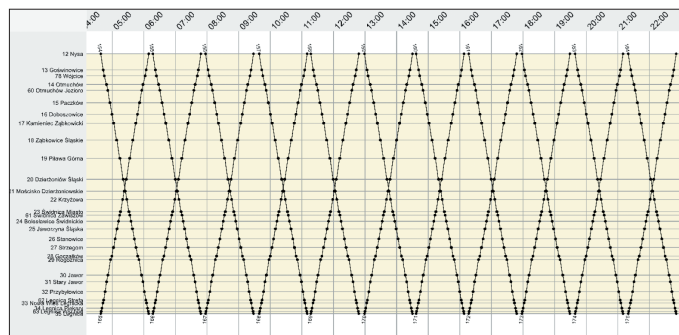
Kluczowy byłby odpowiedni takt połączeń. Rysunek 2. prezentuje wykres ruchu pociągów relacji Nysa – Legnica przy istniejących parametrach Magistrali Podsudeckiej.



Rys. 2. Wykres ruchu teoretycznego połączenia Nysa – Legnica przy istniejących parametrach linii kolejowej nr 137. Opracowanie własne w PTV VISUM.

Bez modernizacji podstawowym problemem byłaby mała liczba kursów i niska częstotliwość. Zarazem byłby to scenariusz pesymistyczny. Dla zapewnienia taktu dwugodzinnego potrzebne byłyby już cztery jednostki spalinowe, a w przypadku taktu godzinnego aż osiem jednostek. Trudno oczekiwać więc takiej częstotliwości połączeń na linii kolejowej nr 137 bez wcześniejszej jej modernizacji.

Rysunek 3. prezentuje rozkład jazdy już po dostosowaniu magistrali do prędkości 120 km/h, elektryfikacji i odbudowaniu drugiego toru.



Rys. 3. Wykres ruchu teoretycznego połączenia Nysa – Legnica po modernizacji linii kolejowej nr 137. Opracowanie własne w PTV VISUM.

Łatwo zauważyć, że możliwe byłoby osiągnięcie taktu 1,5-godzinnego przy wykorzystaniu tylko dwóch pojazdów elektrycznych. Dodanie połączeń w relacji Kłodzko – Legnica obsługiwanych przez dwie kolejne jednostki pozwoliłoby uzyskać połączenia na linii kolejowej nr 137 częściej niż co godzinę.

Kwestia partycypacji województwa śląskiego byłaby już dyskusyjna, zważywszy na fakt, że odcinki linii kolejowej nr 137 o problemowej charakterystyce są położone wyłącznie w województwach dolnośląskim i opolskim. Wariant optymistyczny cechowałby się przede wszystkim współpracą między tymi samorządami, jak i rozwojem połączeń w województwie opolskim na przykład o nowe relacje Głucholazy – Brzeg, czy poprzez powrót połączeń do Głubczyc.

Tabela 6

Koncepcja pasażerskich połączeń obwodowych – scenariusz realistyczny

Modernizacja linii kolejowej nr 137 do 2023 roku nie została nieokreślona w czasie i zakresie. W scenariuszu alternatywnym dla sprawnej i pełnej modernizacji, zakładającym minimalną ingerencję w jakość infrastruktury w obrębie Magistrali Podsudeckiej, należy zaproponować zagęszczenie istniejących połączeń z jednoczesną maksymalizacją dostępności mniejszych miast do głównego ośrodka wojewódzkiego. W wariantcie realistycznym pociągi nie byłyby ze sobą bezpośrednio skomunikowane, co wymusiłoby utworzenie połączeń bezpośrednich w godzinach szczytu oraz o krótszych relacjach. Jedynym działaniem związanym z infrastrukturą byłoby podniesienie prędkości na linii kolejowej nr 137 do około 100 km/h, a więc do tej w praktyce osiągalnej przez liczne pojazdy spalinowe. Listę połączeń wykorzystujących Magistralę Podsudecką oraz modernizowane już linie kolejowe przedstawia tabela 5.

Tabela 5

Linie kolejowe tworzące system połączeń obwodowych i skomunikowania – scenariusz realistyczny		
Linie kolejowe	Przykładowe połączenia	Miejsca fakultatywnej przesiadki
137	Nysa – Legnica Kędzierzyn-Koźle – Ząbkowice Śląskie	Kędzierzyn-Koźle, Nysa, Kamieniec Ząbkowicki, Świdnica Miasto, Jaworzyna Śląska, Legnica, Rudna Gwizdanów
137/310	Nysa – Wrocław Główny	Piława Górna
302/137/285	Strzegom Miasto – Wrocław Główny	Strzegom, Jaworzyna Śląska, Świdnica Miasto
137/285	Jawor – Wrocław Główny	Jaworzyna Śląska, Świdnica Miasto
341/137/310/285	Bielawa Zachodnia – Wrocław Główny	Dzierżonów Śląski, Piława Górna
137/275/303	Jawor – Chocianów	Jawor
276	Lichkov – Rawicz	Kamieniec Ząbkowicki

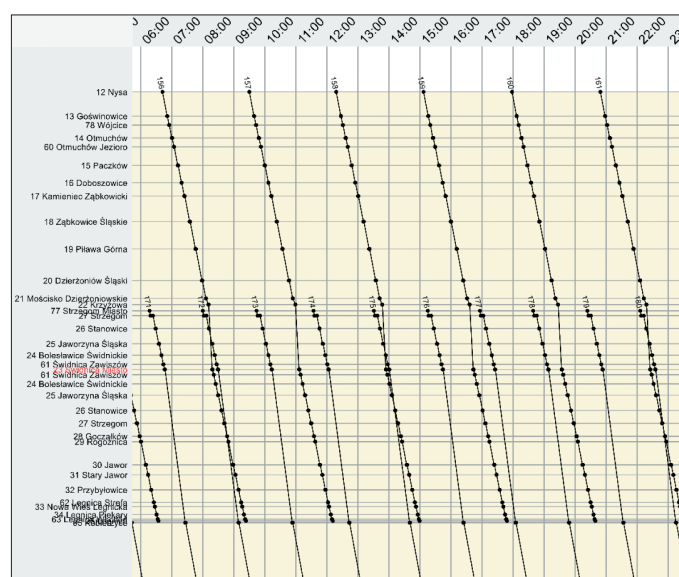
Źródło: Opracowanie własne

W założeniu połączenia po Magistrali Podsudeckiej byłyby realizowane w dwóch wariantach: Nysa – Legnica (jako połączenie organizowane przez województwo dolnośląskie) oraz Kędzierzyn-Koźle – Ząbkowice Śląskie (samodzielnie uruchamiane przez województwo opolskie). Zaletą koncepcji byłby brak konieczności porozumienia między województwami, a jednoczesna wymienna obsługa Nysy i Ząbkowic Śląskich. Kluczową rolę odgrywałby tu węzeł w Kamieńcu Ząbkowickim, gdzie można by było przesiąść się na pociąg w kierunku Wrocławia i Kłodzka (np. relacji Lichkov – Rawicz). Kursy w relacjach Nysa – Legnica i Kędzierzyn-Koźle – Ząbkowice Śląskie byłyby realizowane jednak tylko siedmiokrotnie ze względu na chęć wykorzystania w sumie czterech jednostek, jak i wciąż obecne ograniczenia infrastrukturalne. Z tego tytułu bardzo ważne stałyby się połączenia uzupełniające, które umożliwiłyby bezpośredni dojazd do Wrocławia w godzinach szczytu. Ważną rolę pełniłyby w tym wypadku linie kolejowe nr: 285 na trasie Świdnica Miasto – Sobótka – Wrocław Główny, 310 na trasie Piława Górna – Niemcza – Łagiewniki Dzierżonowskie – Jordanów Śląski – Kobierzyce. Pełną listę połączeń proponowanych do uruchomienia w scenariuszu realistycznym prezentuje tabela 6.

Nowe połączenia kolejowe w ramach realizacji scenariusza realistycznego		
Relacja	Trasa	Uwagi
Nysa – Legnica	Kamieniec Ząbkowicki – Dzierżonów – Świdnica – Strzegom – Jawor	Główne połączenie województwa dolnośląskiego
Kędzierzyn-Koźle – Ząbkowice Śląskie	Głogówek – Prudnik – Nysa – Kamieniec Ząbkowicki	Główne połączenie województwa opolskiego
Strzegom Miasto – Wrocław Główny	Strzegom – Jaworzyna Śląska – Sobótka – Wrocław Główny	Główny ciąg obsługi relacji Świdnica – Wrocław
Jawor – Wrocław Główny	Strzegom – Jaworzyna Śląska – Sobótka – Wrocław Główny	Uzupełnienie relacji Strzegom – Wrocław
Bielawa Zachodnia – Wrocław Główny	Dzierżonów – Piława Górna – Niemcza – Jordanów Śląski – Kobierzyce	Główny ciąg obsługi relacji Bielawa – Wrocław
Jawor – Chocianów	Legnica – Chojnów – Rokitki – Duninów	Zapewnienie dogodnego taktu i skomunikowania w Legnicy z pociągami do Wrocławia

Źródło: Opracowanie własne

W rezultacie połączenia do Wrocławia byłyby dostępne z dotychczasowych stacji i przystanków: Nysa, Ząbkowice Śląskie, Piława Górna, Strzegom Miasto, a także Niemcza, Łagiewniki Dzierżonowskie i Jordanów Śląski. Przykładowe skomunikowanie pociągów relacji Nysa – Legnica i Strzegom – Wrocław na stacji Świdnica Miasto prezentuje rysunek 4.



Rys. 4. Przykładowe skomunikowanie w scenariuszu realistycznym.

Opracowanie własne w PTV VISUM.

Za przykład dobrego skomunikowania można uznać między innymi rozkład jazdy około godziny 08:30 na stacji Świdnica Miasto, kiedy to kilka minut po opuszczeniu pociągu Nysa – Legnica można by było kontynuować podróż pociągiem Strzegom – Wrocław. Szczególnie o komfortową przesiadkę należałoby zadbać w godzinach szczytu porannego oraz popołudniowego. Zaplanowanie połączeń w celu minimalizacji inwestycji, wykorzystania taboru i z założeniem, że pozwolą one na jazdę z prędkością 100 km/h, pozwoliłoby na znaczne zagęszczenie taktu połączeń na Magistrali Podsudeckiej oraz zapewniłoby bezpośredni dojazd do Wrocławia dla nowych miejscowości. Ponadto wciąż kursowałyby pociągi relacji Kłodzko/Kudowa-Zdrój – Legnica.

Silne i słabe strony koncepcji połączeń obwodowych

Proponowane dwa scenariusze połączeń obwodowych odznaczają się zarówno zaletami, jak i wadami. Do pierwszych z nich należy zwiększenie oferty połączeń pasażerskich na Magistrali Podsudeckiej, lepsze skomunikowanie ze sobą miejscowości leżących na niej oraz zapewnienie dogodnych połączeń między innymi do Wrocławia, stanowiącego chętnie wybierany cel podróży. Scenariusz optymistyczny zakłada pełną modernizację infrastruktury, która spełniałaby wszystkie standardy, co pozwoliłoby na zwiększenie popularności kolei. Ponadto bezwzględne skomunikowanie połączeń obwodowych oraz istniejących lub nowych połączeń uzupełniających gwarantowałoby przesiadkę na węzłach. Pasażer miałby pewność, że, korzystając z połączenia obwodowego, będzie mógł przesiąść się na przykład w Jaworzynie Śląskiej na pociąg do Wrocławia również w przypadku opóźnienia. Ponadto pozytywne zmiany w obrębie połączeń byłyby stymulantą do rozwoju innych, na przykład na liniach województwa opolskiego, czy linii kolejowej nr 302, jak i usprawnienia infrastruktury poprzez łącznice, przykładowo w Strzegomiu i Piławie Górnej. Z kolei silnymi stronami wariantu realistycznego byłby wyraźnie mniejszy koszt przedsięwzięcia, racjonalne wykorzystanie modernizowanej istniejącej już infrastruktury oraz zagęszczenie taktu połączeń. Ponadto połączenia byłyby uruchamiane samodzielnie przez samorządy.

Jednakże chęć rozwoju połączeń na Magistrali Podsudeckiej może napotkać różnego rodzaju bariery i trudności. W kontekście scenariusza optymistycznego długotrwałość modernizacji, jej koszt i nieznyany horyzont czasowy mogą stanowić problem. Również konieczność współpracy samorządowej oraz silnej koordynacji ruchu pociągów w celu zapewnienia przesiadek, zagrożenie opóźnieniami, w tym wtórnymi, mogłoby stanowić wyzwanie dla organizatorów i operatorów przewozów. Silny stopień integracji wymagałby długotrwałego wdrażania, a badania dotyczące skomunikowania mogłyby trwać wiele lat, aby optymalnie określić potrzeby przewozowe. Z kolei scenariusz realistyczny opiera się na niepewności skomunikowania, co w przypadku opóźnienia może spowodować brak możliwości kontynuowania podróży do celu. Infrastruktura byłaby w nim zmodernizowana tylko doraźnie, aby zapewniać jazdę z prędkością 100 km/h. Potencjał magistrali byłby więc ograniczony i przez kolejne lata byłaby ona zmarginalizowana względem innych ważnych linii kolejowych.

Należy również pamiętać, że jedną z możliwości jest pozostawienie istniejącej siatki połączeń oraz stanu infrastruktury, co byłoby scenariuszem pesymistycznym. W nim Magistrala Podsudecka pełniłaby sama w sobie funkcje jedynie uzupełniające o niskim popycie przewozowym wystarczającym na najmniej pojemne pojazdy spalinowe typu SA135.

W przypadku proponowanych scenariuszy za najbardziej prawdopodobny można uznać scenariusz realistyczny, który pozwoli na modernizację Magistrali Podsudeckiej w ciągu 2–3 lat do tego stopnia, by można było rozwijać połączenia i dbać o skomunikowanie na istniejących węzłach.

Podsumowanie

Magistrala Podsudecka jest linią kolejową o wysokim znaczeniu w przewozach towarowych. Mniej ważną rolę peł-

nią przewozy pasażerskie, choć na linii zlokalizowane są liczne miasta. W kontekście planowania rozwoju kolei pasażerskiej i utrzymania obserwowanych trendów wskazane jest, aby infrastruktura linii oraz połączenia kolejowe były rozwijane. W tym celu w pracy przedstawione zostały dwa scenariusze oparte na połączeniach obwodowych omijające aglomerację wrocławską i skomunikowane z połączeniami do i z Wrocławia. Scenariusze różnią się poziomem zaawansowania modernizacji infrastruktury, jak i stopnia integracji połączeń. W rezultacie wdrożenia jednego z nich połączenia na Magistrali Podsudeckiej mogą stać się równorzędne względem tych do Wrocławia, gdyż zagęszczony zostanie ich takt. To może natomiast zachęcić do korzystania z kolei, która stanie się mniej zawodna, a pasażer nie będzie uzależniony od rozkładu jazdy. Opracowanie rozkładów jazdy i skomunikowań stanowi jednak istotne wyzwanie dla planistów transportu kolejowego. Konieczne jest więc zbadanie kierunków przemieszczeń i zadbanie o jak najmniejsze straty czasowe związane z oczekiwaniem na przesiadkę lub zmianę kierunku jazdy. Przedstawione w pracy scenariusze w ramach koncepcji połączeń obwodowych mogą stanowić źródło inspiracji do planowania modernizacji Magistrali Podsudeckiej i planowania połączeń oraz nawiązywania współpracy międzyregionalnej dla dobra pasażerów i dalszej popularyzacji kolei.

Literatura

1. Wymiana pasażerska na stacjach, Przewozy Pasażerskie, Urząd Transportu Kolejowego, <https://dane.utk.gov.pl/sts/przewozy-pasazerskie/wymiana-pasazerska-na-s/20230,Przewozy-pasazerskie.html>, dostęp: 10.12.2023.
2. Historia Magistrali Podsudeckiej, <http://kolejpodsidecka.pl/portal-historia.html>, dostęp: 10.12.2023.
3. Mapa linii kolejowych, <http://mapa.plk-sa.pl>, dostęp: 12.12.2023.
4. [Trammer K., 2012, *Najgorsze linie kolejowe w Polsce*, Z Biegiem Szyn, Nr 4, s. 6–7
5. Jandula M., 2017, *Magistrala Podsudecka czeka na elektryfikację i pasażerów*, www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/magistrala-podsudecka-czeka-na-elektryfikacje-i-pasazerow-83199.html, dostęp: 14.12.2023.
6. Detyna B., Mroczek-Czetwertyńska A., 2018, *Kierunki rozwoju liniowej infrastruktury transportowej Aglomeracji Wałbrzyskiej*, Studia Miejskie, Nr 29, s. 144–156
7. Krajowy Program Kolejowy do 2030 roku, <https://www.gov.pl/attachment/dce6a978-8a72-4c79-8beb-fd87007595a1>, dostęp: 14.12.2023
8. Ponad 240 milionów zł na dolnośląską kolej. Będzie rewitalizacja wielu linii, Rynek Kolejowy, <https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/ponad-240-milionow-zl-na-dolnoslaska-kolej-bedzie-rewitalizacja-wielu-linii-79771.html>, dostęp: 14.12.2023
9. Odcinek Jaworzyna Śl. – Legnica, Magistrala Podsudecka https://polska-org.pl/545510,Odcinek_Jaworzyna_Sl_Legnica_Magistrala_Podsudecka.html, dostęp: 14.12.2023

Doktoraty

Mgr Michał Małyś – na podstawie rozprawy: „Rozwiązania multimodalne i ich rola w dojazdach do kurortów polskiego wybrzeża Bałtyku”

Praca doktorska została napisana na Wydziale Nauk o Ziemi i Kształtowaniu Środowiska w Uniwersytecie Wrocławskim pod kierunkiem dr hab. Beaty Namyślak. Recenzentami pracy byli: prof. dr. hab. Tadeusz Palmowski z Uniwersytetu Gdańskiego, dr hab. Beata Meyer, prof. US z Uniwersytetu Szczecińskiego i dr hab. Iwona Jazewicz, prof. UP z Uniwersytetu Pomorskiego w Słupsku. Obrona odbyła się 8 grudnia 2023 roku przed Komisją dla dyscypliny geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna. Rada Naukowa dla dyscypliny w Uniwersytecie Wrocławskim zatwierdziła stopień doktora 19 stycznia 2024 roku.

Celem głównym pracy była diagnoza efektywności transportu zbiorowego w dojazdach do polskich kurortów nadmorskich oraz zaproponowanie implementacji rozwiązań multimodalnych w przypadkach, gdy efektywność transportu zbiorowego w obsłudze kurortów nie jest zadowalająca.

W pracy zostały zawarte następujące hipotezy:

- Polskie kurorty nadmorskie o wyższej efektywności funkcjonowania transportu zbiorowego są zarazem kurortami o większym znaczeniu ponadkrajowym, mimo braku rozwiniętej sieci połączeń międzynarodowych
- Rozwój połączeń kolejowych umożliwiających dojazd do polskich kurortów nadmorskich jest ograniczony przez możliwości infrastruktury kolejowej.

Główne pytania badawcze analizowane w pracy były następujące:

- Jak wygląda funkcjonowanie transportu zbiorowego w dojazdach do polskich kurortów nadmorskich?
- Jak może zmienić się dostępność kurortów nadmorskich w Polsce z perspektywy transportu zbiorowego dzięki implementacji rozwiązań multimodalnych?

Postawiono następujące pytania pomocnicze:

- Jak kształtuje się zróżnicowanie dostępności polskich kurortów nadmorskich z perspektywy dojazdów z wykorzystaniem transportu zbiorowego?
- Czy jakość funkcjonowania węzłów przesiadkowych w ośrodkach subregionalnych polskiego wybrzeża ma bezpośredni wpływ na poziom dostępności transportem zbiorowym obsługiwanych kurortów?
- Czy na polskim wybrzeżu istnieją wzorce rozwiązań multimodalnych, które mogą stanowić podstawę efektywnego systemu transportu zbiorowego w dojazdach do kurortów nadmorskich?

Praca składa się z dziewięciu rozdziałów. W rozdziale pierwszym nakreślony został temat pasażerskiego transportu multimodalnego jako odpowiedzi na wyzwania mobilności oraz przedstawiony został cel i zakres badań.

Rozdział drugi składa się z teoretycznego przeglądu pojęć i definicji oraz literatury dotyczącej geografii i ekonomiki transportu. Zawiera również metody badawcze wykorzystane w pracy, do których należą m. in.: metody taksonomiczne Perkala i Hellwiga, jakościowe metody AMPTI i bonitacji punktowej, analiza SWOT, autorski wskaźnik PoPT, metody bazujące na statystykach przestrzennych (LISA), w tym analiza klastrów/outlierów (Anselin Local Moran's I) i hot/cold spotów (Getis&Ord Gi*) oraz modelowanie połączeń multimodalnych w oprogramowaniu PTV VISUM.

W rozdziale trzecim zawarte zostały schematy zachowań transportowych w podróży turystycznych z określeniem roli transportu indywidualnego i zbiorowego w dojazdach na polskie wybrzeże Bałtyku. Podkreślona została również problematyka podróży jednodniowych, w tym rola międzyregionalnych pociągów porannych i nocnych.

Rozdział czwarty zawiera informacje na temat celów podróży na polskie wybrzeże, m. in. regionalizację, opisy i charakterystyki polskich kurortów nadmorskich z podaniem atrakcji turystycznych i funkcji w sieci osadniczej. Rozdział stanowi przewodnik turystyczny określający rangę poszczególnych miejscowości nadmorskich ze względu na znaczenie w turystyce. Wspomniana jest także wielofunkcyjność ośrodków polskiego wybrzeża, w tym funkcja uzdrowiskowa oraz tranzytowa.

W rozdziale piątym zawarta jest analiza węzłów multimodalnych na polskim wybrzeżu zlokalizowanych w największych miastach wybrzeża oraz miejscowościach obsługiwanych przez połączenia kolejowe. Do klasyfikacji wykorzystano metodę Perkala i wzięto pod uwagę 20 cech ilościowych. W rezultacie analizy utworzono klasyfikację węzłów ze względu na efektywność w obsłudze dojazdów do miejscowości nadmorskich. Nakreślono również przestrzenne zależności między węzłami i kurortami. Najwyższe miejsca w klasyfikacji zajęły węzły: Trójmiasto, Szczecin, Tczew i Stargard.

Kolejny, szósty rozdział został poświęcony obszernej diagnozie dostępności kurortów nadmorskich z perspektywy transportu zbiorowego. Do klasyfikacji miejscowości wykorzystano metodę Hellwiga, a kurorty analizowano również pod kątem 20 cech. Opiszano także zagadnienie sezonowości oraz wykonano testowanie pierwszej z hipotez pod kątem znaczenia kurortów i efektywności transportu zbiorowego w obsłudze dojazdów do nich oraz przemieszczania się w ich granicach. W efekcie było możliwe określenie kurortów o lepszej lub gorszej efektywności transportu zbiorowego. Wśród kurortów o największych możliwościach transportu zbiorowego znalazły się te będące jednocześnie węzłami. Do obszarów problemowych zaliczono m. in. ciąg miejscowości nadmorskich o ograniczonej efektywności transportu zbiorowego między Łebą i Karwią.

Rozdział siódmy dotyczył określenia roli rozkładu jazdy w systemie rozwiązań multimodalnych, w tym określenia roli kolei i transportu autobusowego. Przeanalizowano także możliwości infrastruktury transportowej i przetestowano drugą hipotezę dotyczącą ograniczeń infrastrukturalnych i ich wpływu na ofertę przewozową połączeń międzyregionalnych. Uznano, że kolej pełni rolę środka transportu międzyregionalnego, a autobus służy do komunikacji z węzła do kurortów. W rozdziale przedstawiono ponadto różnice w bezpośredniej dostępności węzłów z miast wojewódzkich. Zwrócono uwagę na fakt, iż żadne miasto będące stolicą województwa nie ma dostępu do wszystkich analizowanych węzłów jednocześnie.

W rozdziale ósmym przedstawiono model połączeń multimodalnych w dojazdach do polskich kurortów nadmorskich, m. in. z zastosowaniem autorskiego wskaźnika PoPT oraz zaproponowano liczne połączenia (nowe i dawne) w kontekście wdrożenia ich w rozkładzie jazdy pociągów. Rozdział zawiera schematy połączeń wygenerowane w oprogramowaniu PTV VISUM. Zawarta została także analiza SWOT proponowanych rozwiązań. Wśród rozwiązań zaproponowano m. in. połączenia międzynarodowe (dawny pociąg „Mare Balticum”) oraz nadano kluczową rolę połączeniom nocnym kategorii Nightjet. Zaproponowano nowe połączenia polskich pociągów, w tym z wykorzystaniem linii kolejowej nr 405 na odcinku Szczecinek – Słupsk, z zapewnieniem dojazdu do Darłowa. Propozycje zawierają także optymalizację połączeń do Świnoujścia, Kołobrzegu, Ustki, Łeby i Helu oraz nowe połączenia autobusowe poprawiające dostępność, ze szczególnym uwzględnieniem środkowego wybrzeża oraz Półwyspu Słowińskiego.

Ostatni rozdział zawiera podsumowanie i wnioski wraz z odniesieniem do postawionych celów i hipotez badawczych.

Opracował: Prof. Wiesław Starowicz