TRANSPORT KOLEJOWY 2018
Przeszłość – Teraźniejszość – Przyszłość

URZĄD
TRANSPORTU
KOLEJOWEGO

niepodległa
POLSKA
STULECIE ODZYSKANIA
NIEPODLEGŁOŚCI

Warszawa 2018

Misja:

Kreowanie bezpiecznych i konkurencyjnych warunków świadczenia usług transportu kolejowego

Wizja:

Nowoczesny i otwarty urząd dbający o wysokie standardy wykonywania usług na rynku transportu kolejowego

Urząd Transportu Kolejowego

Al. Jerozolimskie 134
02-305 Warszawa

www.utk.gov.pl

NIP: 526-26-95-081
REGON: 015481433

ISBN 978-83-65709-24-0

dr inż. Ignacy Góra
Prezes
Urzędu Transportu Kolejowego

Szanowni Państwo,

W tegorocznej konferencji wzięło udział kilkudziesięciu uczestników: uczniów, studentów, doktorantów i pracowników nauki. Szczególnie cieszy obecność młodych ludzi, którzy postanowili swoją przyszłość zawodową związać z koleją. Celem konferencji było zacieśnienie współpracy pomiędzy środowiskami naukowymi a Urzędem Transportu Kolejowego.

Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość to wielki zasób. Możemy być dumni z bogatej historii kolei w naszym kraju. Pierwsze linie kolejowe na ziemiach polskich powstały ponad 170 lat temu. Spotkanie w jubileuszowym roku 100-lecia odzyskania niepodległości było okazją do przypomnienia zmagań przy odbudowie Państwa Polskiego, ze szczególnym wskazaniem na udane łączenie systemów kolejowych w II RP. Mało kto pamięta, że kolej była ważnym elementem, który miał swój udział w zjednoczeniu Polski. Odwołując się do historii polskiej kolei, powinniśmy również pamiętać o zabezpieczeniu jej świadectw i zatroszczyć się o zabytki kolejowe.

Dumni możemy być ze współczesnej sytuacji i planów rozwoju kolei w naszym kraju. Na przyszłość kolei mamy wpływ w szkołach kształcących na kierunkach kolejowych, na uczelniach, w swoich miejscach pracy. W teraźniejszości drzemie potencjał zmiany. Lepsza przyszłość zaczyna się zawsze dziś. Jestem przekonany, że to właśnie uczestnicy takich konferencji będą tworzyli przyszłość polskiej kolei. Nowoczesna kolej potrzebuje kadry inżynieryjno-technicznej. Potrzebuje umiejętności, ale również zapału oraz innowacyjności.

Dlatego Urząd Transportu Kolejowego współpracuje z jednostkami naukowymi oraz szkołami. Włączenie się w ten nurt modernizacji kolei jest i powinno być dla nas wszystkich dużym wyzwaniem.

Z wyrazami najgłębszego szacunku

OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWO – TECHNICZNA
TRANSPORT KOLEJOWY 2018
PRZESZŁOŚĆ – TERAŹNIEJSZOŚĆ - PRZYSZŁOŚĆ

KOMITET PROGRAMOWY

Ignacy Góra
Radosław Pacewicz
Kamil Wilde
Małgorzata Kalata
Katarzyna Czerniawska
Krzysztof Kulka
Przemysław Skubisz
Paweł Rolek
Aleksander Drzewiecki
Tomasz Kuminek
Maciej Kokot
Krzysztof Plewa

KOMITET NAUKOWY

dr hab. Zbigniew Tucholski, prof. PAN – Polska Akademia Nauk

dr inż. Andrzej Kochan - Politechnika Warszawska

dr inż. Jakub Młyńczak - Politechnika Śląska

dr inż. Grzegorz Zając - Politechnika Krakowska

dr inż. Arkadiusz Kampczyk - Akademia Górniczo-Hutnicza

dr inż. Zbigniew Kędra - Politechnika Gdańska

dr inż. Jerzy Wojciechowski - Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

dr inż. Wojciech Gamon – Akademia WSB

dr inż. Paweł Rolek - Urząd Transportu Kolejowego

dr inż. Aleksander Drzewiecki - Urząd Transportu Kolejowego

dr inż. Tomasz Kuminek - Urząd Transportu Kolejowego

mgr inż. Krzysztof Plewa - Urząd Transportu Kolejowego

SPIS TREŚCI

ABSTRAKTY 6

REFERATY 25

Problematyka wdrażania nowoczesnych systemów kolei na przykładzie systemu ertms 26

Przegląd pasażerskich wagonów kolejowych eksploatowanych w Polsce 37

Systemy telewizji użytkowej w ujęciu krajowych i europejskich regulacji prawnych 51

Jakość energii elektrycznej w obwodach pomocniczych elektrycznych zespołów trakcyjnych 62

Wpływ minionej perspektywy ue 2007-2013 w finansowaniu branży kolejowej na teraźniejszość 70

Wirtualne uruchomienie jako sposób poprawy oprogramowania 79

Infrastruktura i ruch na moskiewskim węźle kolejowym 81

Konkurencyjność transportu kolejowego względem tranportu indywidualnego na przykładzie odcinka Kobiór-Pszczyna 92

Linia hutnicza szerokotorowa – przeżytek czy przyszłość 109

Czas pracy maszynistów pojazdów trakcyjnych a bezpieczeństwo ruchu kolejowego 123

Koncepcja kolei aglomeracyjnej na terenie górnośląsko – zagłębiowskiej metropolii 130

Badanie stanu technicznego infrastruktury kolejowej z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych 148

Optymalizacja geometrycznych układów stacyjnych poprzez zastosowanie rozjazdów łukowych 165

Detekcja zajętości strefy niebezpiecznej przejazdu kolejowo – drogowego a możliwość oddziaływania na urządzenia srk 176

Koncepcje połączenia kolejowego Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach z konurbacją górnośląską 194

Możliwości zastosowania podkładów polimerowych w Polsce 213

Dokąd podąży kolej? 230

System informacji pasażerskiej na dworcu i w pociągu 237

ABSTRAKTY

PROBLEMATYKA WDRAŻANIA NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW KOLEI NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU ERTMS

Gabriela Turczyńska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Prawa i Administracji

Jednym z głównych założeń polityki transportowej Unii Europejskiej jest stworzenie interpretacyjnego systemu kolei. Europa nieustannie zmierza do stworzenia nowoczesnego systemu kolei, który ma przyczynić się do rozwoju gospodarczego całego regionu. W tym celu postuluje się stworzenie jednolitego europejskiego obszaru kolejowego, poprzez wprowadzenie jednakowego systemu zarządzania ruchem kolejowym na terenach Unii Europejskiej.

W związku z powyższym rozpoczęto prace nad europejskim systemem sterowania, sygnalizacji i łączności (ERTMS). Należy wskazać, iż wdrożenie powyższego systemu niesie za sobą wiele zalet w obszarze bezpieczeństwa, konkurencyjności, czy szeroko rozumianego rozwoju rynku, jednakże takie rozwiązanie generuje również liczne problemy.

Niniejszy referat ma na celu przybliżenie procedury wdrażania systemu ERTMS w Polsce oraz naświetlenie szeregu problemów, które jej towarzyszą. Poprzez analizę przepisów unijnych, jak i krajowych, dotyczących systemu ERTMS oraz odwołanie do innych dokumentów m. in. sprawozdania specjalnego Europejskiego Trybunału Obrachunkowego nr 13/2017 pt. „Jednolity europejski system zarządzania ruchem kolejowym – czy decyzja polityczna ma szansę stać się rzeczywistością?" zostanie przedstawione, jak kształtuje się aktualny stan prawny oraz realizacja powyższych założeń. Ponadto, niniejszy referat będzie stanowił próbę wskazania praktycznych problemów, które dotykają podmiotów funkcjonujących na rynku kolejowym w Polsce.

PRZEGLĄD PASAŻERSKICH WAGONÓW KOLEJOWYCH EKSPLOATOWANYCH W POLSCE

Mateusz Kędziak, inż. Tymoteusz Rasiński

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Dynamiczny rozwój rynku kolejowego w ostatnich latach spowodował znaczącą poprawę jakości taboru kolejowego, poruszającego się po polskiej sieci kolejowej. Pomimo zakupu nowoczesnych Elektrycznych Zespołów Trakcyjnych, nadal wykorzystywane są klasyczne składy wagonowe do przewozu osób. Przewoźnicy kolejowi zaczynają stopniowo modernizować przestarzałe wagony osobowe, co znacząco wpływa na komfort oraz jakość oferowanych usług.

W pracy autorzy skupią się przede wszystkim na przedstawieniu podstawowych taryf przewozowych, obowiązujących w spółce PKP IC S.A., a także dokonają zestawienia wagonów osobowych, będących w stanie czynnej eksploatacji u tego przewoźnika. W tym celu porównają podstawowe parametry techniczne wagonów sprzed i po modernizacji oraz przedstawią zmiany, jakie nastąpiły w ostatnich latach w konstruowaniu/modernizacji nowoczesnych wagonów osobowych.

Jako podsumowanie autorzy przestawią argumenty przemawiające za modernizacją starszego taboru kolejowego, a także zasugerują jakie kryteria przewoźnicy powinni rozpatrzyć podczas tworzenia specyfikacji technicznych nowych i modernizowanych pojazdów.

SYSTEMY TELEWIZJI UŻYTKOWEJ W UJĘCIU KRAJOWYCH I EUROPEJSKICH REGULACJI PRAWNYCH

Błażej Dikunow, Kaja Kita

Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej

Artykuł opisuje systemy telewizji przemysłowej stosowanej na polskiej sieci kolejowej oraz regulacje prawne, którym muszą one odpowiadać. Opisane zostały systemy typowej telewizji przemysłowej do stosowania na peronach czy w przejściach podziemnych, jak i te związane z ruchem pociągów – na posterunkach SKP i przejazdach kolejowo – drogowych.

Autorzy prezentują przepisy i wymagania dla dopuszczenia systemów telewizji użytkowej wykorzystywanych do prowadzenia ruchu, dla dopuszczenia systemów niewykorzystywanych do prowadzenia ruchu oraz dla certyfikacji związanej z procesami weryfikacji WE.

W artykule zawarte zostały propozycje zmian w regulacjach prawnych, m.in. Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego, mające na celu ułatwienie oraz lepsze uregulowanie procesu certyfikacji.

JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W OBWODACH POMOCNICZYCH ELEKTRYCZNYCH ZESPOŁÓW TRAKCYJNYCH

Krzysztof Piłka, Jerzy Wojciechowski

Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

W referacie poruszono problematykę jakości energii elektrycznej w obwodach pomocniczych pojazdów kolejowych o napędzie elektrycznym. Obecnie źródłami niskiego napięcia na pokładzie tych pojazdów są przetwornice statyczne, które wytwarzają napięcia o różnych wartościach oraz przebiegach. Parametry tych napięć określone zostały w normie PN-EN 50155:2018-01 Zastosowania kolejowe – Tabor – Wyposażenie elektroniczne. Przytoczona norma określa dopuszczalne wahania napięć, jednak nie mówi o ich odkształceniach. Starając się pokazać istotę problemu wykonano pomiary zawartości harmonicznych w nowych oraz zmodernizowanych elektrycznych zespołach trakcyjnych wyposażonych w różne typy przetwornic statycznych. Pomiary wykonano przy możliwie małym obciążeniu w celu pokazania odkształceń pochodzących ze źródła napięcia oraz powtórzono przy możliwie dużym obciążeniu w celu pokazania wpływu odbiorników. Na podstawie otrzymanych wyników przedstawiono wpływ odkształceń napięcia na pracę urządzeń stosowanych w pojazdach trakcyjnych.

WPŁYW MINIONEJ PERSPEKTYWY UE 2007-2013 W FINANSOWANIU BRANŻY KOLEJOWEJ NA TERAŹNIEJSZOŚĆ

inż. Szymon Pogoda, inż. Agata Kmak, inż. Iwona Szczurek

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Miniona perspektywa UE 2007-2013 była dla branży kolejowej pierwszym największym po 1989 roku zastrzykiem finansowym. W ramach poprzedniego finansowania zostały zrealizowane inwestycje, które miały kluczowe znaczenie dla państwa jak i dla regionów. Są to m.in.: gruntowna modernizacja linii kolejowej nr 9 Warszawa – Gdańsk, na której została podniesiona prędkość maksymalna pociągów, przebudowa układów torowych stacji wraz z dostosowaniem infrastruktury pasażerskiej do potrzeb osób niepełnosprawnych, czy też budowa linii kolejowej pod sam terminal lotniczy w podkrakowskich Balicach. Inwestycje w infrastrukturę kolejową przyczyniły się też do poprawy funkcjonowania transportu morskiego – modernizacja linii kolejowej do portu w Gdańsku.

Autorzy przedstawią w referacie wpływ zakończonych i kluczowych inwestycji na kolei na teraźniejszość oraz na najbliższą przyszłość.

WIRTUALNE URUCHOMIENIE JAKO SPOSÓB POPRAWY OPROGRAMOWANIA

Krystian Soczyński, Dawid Wikar, Piotr Przyłucki

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

Zakres tematu pracy obejmuje sposób poprawy jakości oprogramowania dzięki zastosowaniu wirtualnego uruchomienia.

Proces ten pozwoli na uniknięcie problemów w trakcie realizacji z wykorzystaniem urządzeń fizycznych przez wykorzystanie wszelkich dostępnych środków technik programowania.

Ponadto zostaną zastosowane sposoby testowania oprogramowania w lakierniach samochodowych na przykładzie software w firmie Dürr.

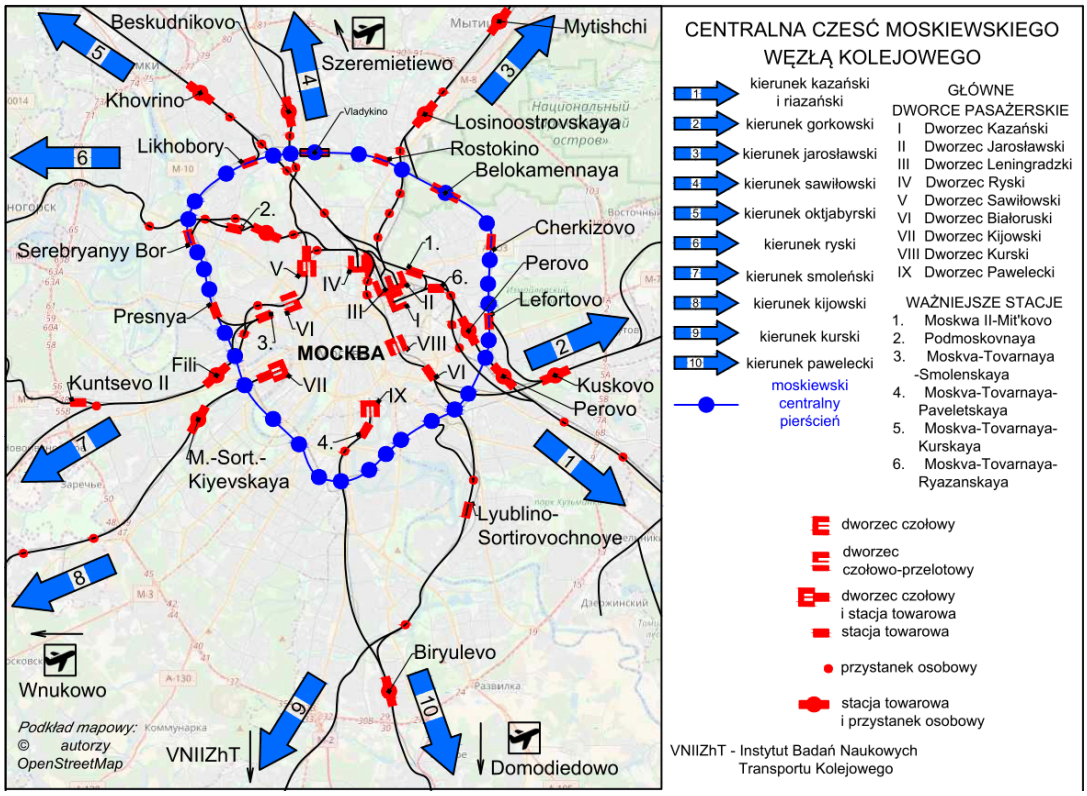
INFRASTRUKTURA I RUCH NA MOSKIEWSKIM WĘŹLE KOLEJOWYM

Sławomir Sikora

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Moskiewski węzeł kolejowy obsługuję jedną z większych aglomeracji na świecie a zarazem największą w Europie. Jest najważniejszym i strategicznym punktem logistycznym w Rosji. Ukształtował się on pod koniec XIX w. Jest on największym węzłem w krajach obejmujących Wspólnotę Niepodległych Państw.

Węzeł moskiewski obsługuję ruch pasażerski dalekobieżny, międzyregionalny, podmiejski oraz towarowy. Większość głównych linii kolejowych przebiega promieniowo z centrum miasta, a uzupełnieniem tej struktury są linie pierścieniowe, takie jak duży (zwany BMO) i mały pierścień moskiewski (zwany MCK). W Moskwie nie istnieje dworzec „główny". Jego rolę zastępuje kilka dworców, w tym większość czołowych. Połączenia kolejowe miasta z głównymi portami lotniczymi zapewnia przewoźnik *Aeroekspress*. Moskiewski węzeł obsługując ruch towarowy, posiada też dworce do tego przeznaczone. Obecnie dąży się do zlikwidowania ruchu towarowego wewnątrz małego pierścienia i przenoszenie tego typu potoków na zewnątrz miasta. Rozwój węzła trwa – również na liniach radialnych. Celem referatu jest pokazanie rozwiązań infrastrukturalnych i ruchowych w węźle moskiewskim.



KONKURENCYJNOŚĆ TRANSPORTU KOLEJOWEGO WZGLĘDEM TRANPORTU INDYWIDUALNEGO NA PRZYKŁADZIE ODCINKA KOBIÓR-PSZCZYNA

Katarzyna Gawlak

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Konkurencyjność poszczególnych gałęzi transportu w przewozach pasażerskich w dużej mierze jest zależna od sposobu realizacji postulatów przewozowych. Ma to szczególne znaczenie w podróżach o charakterze obligatoryjnym, czyli w regularnych dojazdach do pracy lub do miejsca nauki.

Na przykładzie odcinka Kobiór-Pszczyna, który jest ważnym fragmentem trasy łączącej południe województwa śląskiego z Katowicami, przedstawiona zostanie analiza parametrów jakościowych podróży w transporcie kolejowym w porównaniu z transportem indywidualnym. W tym celu konieczne jest scharakteryzowanie odcinka linii kolejowej nr 139 oraz drogi krajowej nr 1 oraz wskazanie występujących zakłóceń w ruchu, które znacząco wpływają na stopień realizacji postulatów przewozowych. Ponadto celem pracy jest wskazanie możliwych działań, które mogą zwiększyć konkurencyjność transportu kolejowego na badanej trasie.

LINIA HUTNICZA SZEROKOTOROWA – PRZEŻYTEK CZY PRZYSZŁOŚĆ

inż. Wojciech Jankowski, inż. Maciej Wielgosz, Mateusz Nowak-Gąsowski

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Wybudowana w drugiej połowie lat 70-tych Linia Hutnicza Szerokotorowa to niemal 400km linia szerokotorowa łącząca Ukrainę ze Śląskiem. Linia towarowa jest jednym z ważniejszych korytarzy transportowych w kraju. Korytarz jest mocno obciążony przewozami, co determinuje podejmowanie analiz w celu zwiększenia jego przepustowości. Linia kolejowa posiada także pewien potencjał do rozwoju przewozów pasażerskich. Inwestycje na Ukrainie wskazują, że być może wykorzystanie możliwości dotarcia pociągów o rozstawie szerokotorowym w głąb kraju będzie atrakcyjne także dla przewoźników pasażerskich.

Omówiono stan istniejący linii, jej rys historyczny i istotę powstania połączenia Śląska z wschodnią Europą. Wskazano obecnie prowadzone przewozy towarów z wskazaniem produktów, jakie są transportowane, wykorzystywanego taboru i stanu nawierzchni torowej. Podjęta została próba analizy transportowej w świetle połączeń związanych z rozwijającymi się kontaktami Polski z gospodarkami krajów Azji Środkowej (np. z Kazachstanem), a także w ramach inicjatywy *One Belt One Road*, która łączy Europę z Chinami.

Przeanalizowano możliwość rozbudowy linii szerokotorowej w wariantach do Gliwic oraz dalej do Czech. Wskazano zasadność takich projektów i ich znaczenie dla wymiany handlowej.

CZAS PRACY MASZYNISTÓW POJAZDÓW TRAKCYJNYCH A BEZPIECZEŃSTWO RUCHU KOLEJOWEGO

Łukasz Gemza, Piotr Kwietniewski

Akademia WSB

Podstawowymi pojęciami, które będą przedstawione i omówione w referacie są, czas pracy maszynistów pojazdów trakcyjnych, a także bezpieczeństwo ruchu kolejowego związane bezpośrednio z czasem pracy maszynistów pojazdów trakcyjnych w Polsce. Głównym celem referatu jest przedstawienie problemu, jaki jest od jakiegoś czasu spotykany w Polsce i nie tylko na stanowisku maszynisty pojazdów trakcyjnych tj.: brak regulacji czasu pracy mówiącego szczegółowo o przedstawionym stanowisku, efektywność na stanowisku maszynisty pojazdu trakcyjnego, a bezpieczeństwo ruchu kolejowego, czasy jazdy pociągów pasażerskich na poszczególnych odcinkach prowadzonych przez maszynistów pojazdów trakcyjnych, czas wykonywania podstawowych obowiązków podczas przyjęcia pociągów, przejścia czasowe pomiędzy poszczególnymi pociągami pasażerskim, miejsce rozpoczynania i kończenia pracy przez maszynistów pojazdów trakcyjnych w różnych przedsiębiorstwach kolejowych.

Dokumentami, które będą podstawowym wyznacznikiem przedstawionego w referacie problemu będą, specustawa o czasie pracy maszynistów, która ma wejść niedługo w życie, a także dla porównania zostanie także przedstawiona ustawa o czasie pracy kierowców obowiązująca w Polsce. Referat będzie także oparty o informacje i doświadczenia, które zostały zdobyte podczas kariery zawodowej autorów przedstawianego referatu.

KONCEPCJA KOLEI AGLOMERACYJNEJ NA TERENIE GÓRNOŚLĄSKO-ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII

inż. Łukasz Gibała, inż. Jakub Dudek, inż. Michał Bihajło, inż. Sławomir Sikora

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

W dniu 1 lipca 2017 roku na obszarze Górnego Śląska i Zagłębia Dąbrowskiego powstała „Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia". Efektem przeobrażenia było utworzenie związku metropolitalnego o powierzchni ponad 2 500 km^2, zrzeszającego 41 miast. Sprawne funkcjonowanie metropolii wyrażone w realizowaniu przez miasta swoich funkcji zapewnia dobrze zorganizowany publiczny transport zbiorowy. Szczególną formą takiego transportu jest kolej aglomeracyjna (kolej podmiejska). Potrzeba powstania kolei podmiejskiej spowodowana jest chronicznie występującym zjawiskiem kongestii w transporcie drogowym. Wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza oraz gęstości zaludnienia to niektóre z wielu powodów potrzeby „powołania do życia" szybkiego i pro-ekologicznego transportu zbiorowego.

Artykuł prezentuje koncepcję funkcjonowania kolei aglomeracyjnej na obszarze Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z uwzględnieniem modernizacji lub budowy infrastruktury kolejowej. Przedstawione rozwiązania dotyczą m.in. zorganizowania ruchu pasażerskiego na liniach nieczynnych lub wyłączonych dla tego ruchu, zagęszczenia sieci komunikacyjnej poprzez budowę infrastruktury przystankowej oraz rozbudowę węzłów przesiadkowych. Zaprezentowane rozwiązania uwzględniają podział zadań przewozowych na środki transportu zbiorowego w myśl koncepcji zrównoważonego rozwoju. Autorzy skupiają się na przedstawieniu głównych problemów występujących w publicznym transporcie zbiorowym w metropolii z punktu widzenia pasażera.

W niniejszym artykule wskazano również na możliwość wykorzystania nowoczesnych rozwiązań z zakresu dostępnych na rynku środków transportu zbiorowego. Zostały zaprezentowane systemy metra Axonis firmy Alstom i INNOVIA Metro firmy Bombardier Transportation. Zaproponowano schemat sieci komunikacyjnej i rozmieszczenia przystanków oraz dokonano analizy wpływu systemu na istniejącą sieć komunikacyjną w metropolii.

Artykuł zawiera przegląd istniejących systemów kolei aglomeracyjnych na obszarze Polski.

BADANIE STANU TECHNICZNEGO INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ Z WYKORZYSTANIEM BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Mateusz Wójcik

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej uruchomił projekt badawczo-rozwojowy pod nazwą „Dron-monitor", którego celem było wykonanie inwentaryzacji i badania stanu technicznego infrastruktury bocznicy kolejowej KWK-Mysłowice z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych BSP (Unmanned Aerial Vehicles UAV). Założeniem projektu było stworzenie cyfrowej dokumentacji infrastruktury kolejowej wybranej bocznicy, która umożliwi obiektywną oraz bezstronną ocenę elementów infrastruktury.

W artykule zaprezentowano wyniki przeprowadzonego projektu, a także przedstawiono rozważania dotyczące przydatności zastosowanej metody na potrzeby przeprowadzania inwentaryzacji i badania stanu technicznego infrastruktury kolejowej z zastosowaniem UAV.

Słowa kluczowe: bezzałogowe statki powietrzne BSP, badanie stanu technicznego, infrastruktura kolejowa.

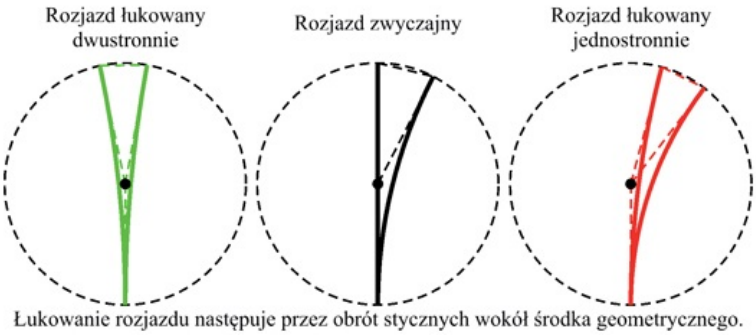
OPTYMALIZACJA GEOMETRYCZNYCH UKŁADÓW STACYJNYCH POPRZEZ ZASTOSOWANIE ROZJAZDÓW ŁUKOWYCH

mgr inż. Paulina Szabłowska, inż. Maciej Rochel

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Podczas licznie prowadzonych modernizacji i rewitalizacji linii kolejowych na sieci PKP PLK S.A. projektanci muszą zmierzyć się z problemami kształtowania geometrycznego układów stacyjnych. Ograniczona zajętość terenu, dążenie do uzyskania wyższych prędkości, a także elementy obcej infrastruktury na głowicach stacyjnych wymuszają stosowanie nietypowych rozwiązań.

Jednym ze sposobów optymalizacji układów stacyjnych jest stosowanie rozjazdów łukowych, które pozwalają na zabudowę połączeń rozjazdowych torów głównych zasadniczych na łukach bez wydłużania stacji.



Rys. 1 Schemat łukowania rozjazdu, źródło: artykuł TGD na stronie inżynierbudownictwa.pl

W referacie poruszono kwestię stosowania rozjazdów łukowych na głowicach stacyjnych oraz opisano ich wady i zalety. Na przykładach zmian geometrycznych układów stacyjnych w Polsce omówiono korzyści jakie dało zastosowanie rozjazdów łukowych przy modernizacjach stacji. Dodatkowo w referacie przedstawiono zasady projektowania połączeń rozjazdowych za pomocą rozjazdów łukowych, dobór promieni łuków oraz prędkości na poszczególnych kierunkach zgodnie z normą PN-EN 13803 „Kolejnictwo – Tor – Parametry projektowania toru w planie – Tor o szerokości 1435 mm i większej”.

DETEKCJA ZAJĘTOŚCI STREFY NIEBEZPIECZNEJ PRZEJAZDU KOLEJOWO – DROGOWEGO A MOŻLIWOŚĆ ODDZIAŁYWANIA NA URZĄDZENIA SRK

Katarzyna Chrzanowska, Kamil Jóźwik

Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej

Celem artykułu jest przybliżenie tematyki kontroli zajętości strefy niebezpiecznej przejazdu kolejowo – drogowego, a także analiza możliwości wykorzystania informacji uzyskanych z urządzeń realizujących tę kontrolę w celu oddziaływania na zmianę stanu urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

Obecnie, w dobie automatyzacji działania urządzeń sterowania ruchem kolejowym, obserwuje się znaczny spadek liczby przejazdów kolejowo-drogowych kategorii A, obsługiwanych zarówno z miejsca jak i z odległości. Są one zastępowane przejazdami kategorii B lub C wyposażonymi w samoczynne systemy przejazdowe. Same systemy nie są jednak wyposażane w urządzenia wykrywające obecność w strefie niebezpiecznej przejazdu obiektów zagrażających bezpiecznej jeździe pociągu.

W pierwszej części artykułu przybliżono wymagania prawne związane z wyznaczaniem strefy niebezpiecznej przejazdu kolejowo-drogowego. Rozpatrzono również przypadki, dla których uzyskuje się różne długości tej strefy. Dodatkowo, zaproponowano zakres kontroli niezajętości wskazanych obszarów.

Druga część referatu stanowi przegląd istniejących rozwiązań w zakresie kontroli strefy niebezpiecznej przejazdu kolejowo – drogowego. Przeanalizowano przede wszystkim rozwiązania zagraniczne. Podano warunki bezpiecznego stosowania, ograniczenia oraz możliwości wykorzystywanych systemów.

W ostatniej części opracowania przeanalizowano możliwości wykorzystania informacji o zajętości bądź niezajętości strefy niebezpiecznej przejazdu kolejowo – drogowego do odpowiedniego oddziaływania na urządzenia sterowania ruchem kolejowym. Rozpatrzono przypadki systemów przejazdowych na przejazdach wyspowych (nie powiązanych z urządzeniami srk na posterunku ruchu), jak i na przejazdach w granicach posterunku ruchu lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Wskazano możliwy zakres i warunki oddziaływania na zmiany stanów stacyjnych i liniowych urządzeń srk zapewniających bezpieczną jazdę pociągu.

Słowa kluczowe: detekcja obiektów, przejazd kolejowy, strefa niebezpieczna.

KONCEPCJE POŁĄCZENIA KOLEJOWEGO MIĘDZYNARODOWEGO PORTU LOTNICZEGO "KATOWICE" W PYRZOWICACH Z KONURBACJĄ GÓRNOŚLĄSKĄ.

inż. Michał Bihajło

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

W związku z rozwojem na obszarze konurbacji górnośląskiej, a w konsekwencji rosnącym zapotrzebowaniem na efektywny i szybki transport, planuje się budowę szybkiego połączenia kolejowego Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach z Górnośląskim Okręgiem Przemysłowym. Praca ta jest próbą znalezienia optymalnego rozwiązania komunikacyjnego dla tej relacji. Do analizy przyjęto następujące założenia: czas przejazdu, dostępność połączenia dla jak największej liczby mieszkańców, wykorzystanie istniejącej infrastruktury kolejowej, najmniejsza ingerencja w środowisko naturalne oraz wykorzystanie jak najmniejszej powierzchni zwartej zabudowy przestrzennej w celu budowy nowego odcinka.

W artykule zaprezentowano analizę wielowariantową poszczególnych koncepcji połączenia kolejowego Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach z konurbacją górnośląską wraz z przebiegiem linii kolejowej. Przedstawione rozwiązania dotyczą między innymi przebiegu proponowanych wariantów linii kolejowej wraz z szacowaną prędkością maksymalną osiąganą przez składy pasażerskie i pociągi towarowe; miasta, przez które byłaby poprowadzona linia kolejowa wraz z ukształtowaniem terenu oraz zabudową przestrzenną oraz potencjalną liczbę pasażerów, objętą możliwością dojazdu komunikacją szynową do portu lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach wraz z przewidywanym czasem przejazdu z Katowic do portu lotniczego.

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA PODKŁADÓW POLIMEROWYCH W POLSCE

Tomasz Kubiński, Jarosław Dzobinski, Łukasz Sobczak, Łukasz Jędruch, Mateusz Kut, Marcin Ziober

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Na przestrzeni ostatnich dekad obserwuje się znaczące zaniedbanie jeśli chodzi o infrastrukturę transportu kolejowego w naszym kraju. Położenie geograficzne Polski posiada ogromne możliwości zarówno pod względem strategicznym jak i handlowym dla realizacji szeroko pojętych potrzeb przewozowych. Podstawą do efektywnej eksploatacji pojazdów szynowych jest droga kolejowa w skład której wchodzi między innymi nawierzchnia kolejowa. Za wyjątkiem podsypki, wszystkie elementy składowe powinny posiadać świadectwo dopuszczenia do eksploatacji które wydawane jest przez UTK.

Podkłady polimerowe przewyższają wszystkie poznane do tej pory materiały wykorzystywane dla tego elementu nawierzchni kolejowej pod prawie każdym względem o których będzie mowa podczas wykładu. Wyszczególnione zostaną również rozwiązania dla podkładów zawierające w swych strukturach polimery, wraz z komplikacjami które wtenczas występowały. Przykładowo jedna mila(1,6 km), toru zbudowanego przy wykorzystaniu podkładów drewnianych wymaga wycięcia ponad 800 dojrzałych dębów, podczas gdy podkłady polimerowe do uzyskania swej struktury potrzebują dużej ilości tworzyw sztucznych. np. plastikowych butelek czy kartonów z mleka, które w przeciwnym wypadku trafiłyby na składowisko. Najnowsze badania potwierdzają stale wzrastającą zawartość w wodzie nierozkładalnych drobin tworzyw sztucznych w różnych obszarach wodnych na całym świecie. Od niedawna problematyczne z naszego punktu widzenia okazują się obostrzenia ze strony kolei, w szczególności jeśli chodzi o aspekt ekologiczny. Jak wiadomo impregnowany podkład drewniany u schyłku zaplanowanego dla siebie czasu eksploatacji staje się materiałem niebezpiecznym kiedy opary kreozotu potrafią spowodować u ludzi omdlenia. Podkłady polimerowe przewyższają wszystkie poznane do tej pory materiały wykorzystywane dla tego elementu nawierzchni kolejowej pod prawie każdym względem o których będzie mowa podczas wykładu. Wyszczególnione zostaną również rozwiązania dla podkładów zawierające w swych strukturach polimery, wraz z komplikacjami które wtenczas występowały. Materiały polimerowe posiadają zdolność do recyklingu, której nie ma żaden inny materiał. Biorąc pod uwagę LCC dla omawianego typu wykazane zostało iż są bardziej opłacalne na przestrzeni swojej teoretycznej żywotności niż wszystkie inne rodzaje podkładów.

DOKĄD PODĄŻY KOLEJ?

Marcin Olgierd Grupiński
Akademia WSB

Perspektywa liberalizacji transportu kolejowego na obszarze Unii Europejskiej stanowi niezwykle pozytywny aspekt, który wzorem sytuacji na rynku przewozów autobusowych, może doprowadzić do intensywnego rozwoju całej branży kolejowej, wykorzystując w tym celu olbrzymi kapitał zewnętrzny, bez konieczności nieetycznego redystrybuowania pieniędzy odebranych uprzednio podatnikom. Wspomniana forma finansowania doprowadziła zresztą do absurdalnej sytuacji, w której to nie klient bezpośrednio korzystający z usługi, lecz oddelegowany do tego zadania urzędnik, w pełni decyduje o przewozach realizowanych przez dany podmiot.

Niebywały sukces prywatnego przewoźnika Nuovo Transporto Viagattori uruchamiającego połączenia kolei dużych prędkości we Włoszech, skłonił mnie do rozważań nad prawidłowym kierunkiem ekspansji kolei w aspekcie przewozów pasażerskich, wszak dzisiaj transport pasażerów można właściwie podzielić na dalekobieżny (obejmujący przewozy krajowe oraz międzynarodowe, koleje dużych prędkości oraz tańsze przewozy niższych kategorii) i lokalny (obejmujący transport aglomeracyjny, regionalny, tudzież miejski), przy czym pierwszym skojarzeniem dla niektórych z nich jest transport drogowy.

Fundamentalnym celem niniejszego artykułu jest zapoznanie czytelników z różnymi formami wykonywania kolejowych przewozów pasażerskich, od kolei dużych prędkości, poprzez tanie połączenia dalekobieżne, skończywszy na przewozach regionalnych oraz aglomeracyjnych. Weryfikacja obecnej sytuacji prawnej oraz ekonomicznej w każdej z przedstawionych powyżej form przewozu pasażerów, pozwoli spojrzeć na to, w jakim kierunku oraz na jakich podstawach, powinien rozwijać się pasażerski transport kolejowy.

SYSTEM INFORMACJI PASAŻERSKIEJ NA DWORCU I W POCIĄGU

Jurand Nowak

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Projekt dotyczy systemu informacji pasażerskiej dostosowanego do potrzeb podróżnych. Współcześnie stosowane systemy bywają niekiedy niekompletne, a czasem nawet mylące. W celu zaprojektowania SIP należycie spełniającego swoją funkcję porównano rozwiązania z kraju i zza granicy. Następnie dokonano podziału na wzorce i antywzorce.

Na podstawie założeń oraz analizy porównawczej zaproponowano następujące rozwiązania dla systemów stosowanych na dworcach kolejowych. W centralnej części dworca winien znaleźć się główny punkt informacyjny, na którym wyświetlane byłyby wszystkie komunikaty. Z tego miejsca pasażerów prowadzić miałyby oznaczenia naklejane na posadzce. Kolejnym elementem projektu jest skaner biletów - urządzenie instalowane na ścianie, które ma udzielać informacji np. na temat konfiguracji składu pociągu. Powyższe rozwiązania są uzupełnieniem istniejącego systemu. Poza wprowadzonymi innowacjami należy zadbać aby stosowane piktogramy przestały być nieczytelne lub mylące. Należy też dostosować infrastrukturę dla osób niepełnosprawnych. Ponadto, naprawy wymagają również nieczytelne rozkłady jazdy.

Projekt zakłada również poprawę systemu informacji pasażerskiej w pociągu. Ważne jest aby SIP oddziaływał na wiele zmysłów po to by informacje były dostępne dla szerszego grona odbiorców. Propozycja zakłada projekcje informacji za pomocą niewielkich rzutników na podłodze wagonu. Warto również instalować w pojazdach system dynamicznej informacji realizowanej za pomocą ekranu z bieżącą lokalizacją i kolejnymi przystankami. Poza tym należy zadbać aby komunikaty głosowe zostały skrócone do potrzebnego minimum. Innym pomysłem jest przeniesienie informacji pasażerskiej na witrynę internetową. Podobne rozwiązanie jest stosowane z powodzeniem w kolejach czeskich. W pociągu również należy przeprojektować oznaczenia obrazkowe. Z pomocą przychodzą nowe technologie - do wyświetlania piktogramów posłużyć może e-papier. Zastosowanie to umożliwia zmianę oznaczenia w każdej chwili, jest tanie i nie potrzebuje stałego zasilania. Aspektem wpływającym na jakość SIP mogą być również reklamy rozpraszające uwagę podróżnych.

Opracowanie systemu informacji pasażerskiej poza powyższymi aspektami zawiera również spodziewane rezultaty oraz analizę kosztów. Ponadto został wykazany wpływ na poprawę bezpieczeństwa na dworcu i w pociągu - gdyż taka jest rola powyższego systemu.

REFERATY

PROBLEMATYKA WDRAŻANIA NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW KOLEI NA PRZYKŁADZIE SYSTEMU ERTMS

Gabriela Turczyńska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Prawa i Administracji

1. Interoperacyjność systemy kolei

Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej zakłada, że Unia Europejska dąży do ustanowienia i zapewnienia funkcjonowania rynku wewnętrznego. Rynek wewnętrzny obejmuje obszar bez granic wewnętrznych, w którym jest zapewniony swobodny przepływ towarów, osób, usług i kapitału, zgodnie z postanowieniami Traktatów.[1] Jednym ze sposobów osiągnięcia powyższych założeń jest wspieranie przez Wspólnotę tworzenia i rozwoju sieci transeuropejskich w infrastrukturach transportu, telekomunikacji i energetyki. Dla przedmiotowego opracowania kluczowe znaczenia ma infrastruktura transportowa. Głównym założeniem polityki unijnej w zakresie infrastruktury transportowej jest stworzenie rynków otwartych i konkurencyjnych, które ułatwią wzajemne połączenia, zapewnią interoperacyjność sieci kolejowej i dostępność do krajowych sieci Państw Członkowskich.[2]

W dniu 28 marca 2011 r. Komisja przyjęła białą księgę zatytułowaną "Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu - dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu" ("biała księga"). Powyższy dokument odnosi się do powstania jednolitego europejskiego obszaru transportu, którego istnienie ma wpłynąć na usprawnienie przemieszczania się obywateli i towarów, obniżenie kosztów i zapewnienie zrównoważonego rozwoju transportu europejskiego. Ponadto, wskazuje na fakt, iż dla Unii Europejskiej bardzo istotnym aspektem jest tworzenie i zapewnienie sprawnego funkcjonowania jednolitego obszaru kolejowego. Gdyż to właśnie w nim występuje najwięcej „wąskich gardeł" – tzn. barier fizycznych, technicznych lub funkcjonalnych.[3] Z uwagi na powyższe, dla stworzenia sprawnie funkcjonującego i nowoczesnego systemu kolei tworzenie jednolitego obszaru kolejowego jest priorytetowym projektem, ponieważ stwarza

[1] Art. 26 Traktatu ustanawiającego Europejską Wspólnotę Gospodarczą (Dz. U. z 2004 r. Nr 90, poz. 864/2 z późn. zm.).

[2] Art. 170 Traktatu ustanawiającego Europejską Wspólnotę Gospodarczą (Dz. U. z 2004 r. Nr 90, poz. 864/2 z późn. zm.).

[3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1316/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające instrument "Łącząc Europę", zmieniające rozporządzenie (UE) nr 913/2010 oraz uchylające rozporządzenia (WE) nr 680/2007 i (WE) nr 67/2010 (Dz. U. UE. L. z 2013 r. Nr 348, str. 129 z późn. zm.).

możliwości współpracy w zakresie usuwania przeszkód technicznych, administracyjnych i prawnych, które utrudniają wejście i działanie na krajowych rynkach kolejowych.[4] Ponadto ułatwia realizację wspólnych inwestycji w modernizację oraz tworzenie nowej infrastruktury.

2. Charakterystyka ERTMS

Wszystkie działania wskazane powyżej stanowią wyraz dążenia Unii do zapewnienia interoperacyjności systemu kolei, czyli realizacji jednego z kluczowych celów jednolitego obszaru kolejowego, którego rezultatem ma być funkcjonowanie bezpiecznego systemu kolei, gwarantującego płynny ruch pociągów, spełniającego warunki techniczne, ruchowe, eksploatacyjne i prawne oraz umożliwiającego efektywne poruszanie się po transeuropejskiej sieci kolejowej.[5] Jednym z narzędzi, które ma to umożliwić jest wdrożenie jednolitego w całej Unii Europejskiej systemu sterowania, sygnalizacji i łączności (ERTMS). Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym (ang. European Rail Transport Management System) składa się z dwóch podstawowych komponentów, pierwszym jest ETCS – Europejski System Sterowania Pociągiem (ang. European Train Control System), natomiast drugim jest GSM-R – Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej (ang. Global System for Mobile Communication – Railway). System GSM-R to system radiowym zapewniającym komunikację głosową i transmisję danych między urządzeniami przytorowymi a urządzeniami zamontowanymi w pojeździe, jest oparty na standardowym GSM z częstotliwościami zarezerwowanymi specjalnie dla aplikacji kolejowych o określonych i zaawansowanych funkcjach.[6] Podsystem sterowanie dzieli się na dwie części, część przytorową stanowią urządzenia zamontowane na infrastrukturze oraz część pokładową – urządzenia zamontowane w pojeździe trakcyjnym. Podstawą ERTMS jest cyfrowa transmisja informacji pomiędzy torem, a pojazdem, za pomocą eurobalis, europętli, cyfrowych kanałów radiowych w systemie ERTMS oraz specjalizowanych modułów transmisyjnych (STM), umożliwiających pobieranie MA (ang. movement authorities) z przytorowych urządzeń innych systemów.[7] Dodatkowo, podkreślenia wymaga, że możemy wyróżnić trzy podstawowe poziomy ERTMS – 1, 2 i 3, oraz pomocniczy poziom 0 i STM.

Docelowo ERTMS ma zastąpić wszystkie dotychczasowe systemy zarządzania ruchem w Europie, jednym systemem umożliwiającym interoperacyjność krajowych sieci kolejowych. Warto zauważy, iż obecnie istnieje około 30 różnych systemów sygnalizacji do zarządzania

---

[4] Bruksela, dnia 28 marca 2011 r., „BIAŁA KSIĘGA. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu".

[5] Art. 4 pkt 29 u.t.k.

[6] http://www.ertms.net.

[7] dr inż. A. Toruń w: „Interoperacyjność systemu kolei Unii Europejskiej. Infrastruktura, sterowanie, energia, tabor." pod red. dr inż. M. Pawlika, warszawa, 2015.

ruchem kolejowym (np. w Polsce - SHP, SYSTEM RADIOWY PKP Z FUNKCJĄ RADIOSTOP, w Niemczech - INDUSI/PZB, LZB, w Republice Czeskiej – LS), niniejsze systemy nie są ze sobą kompatybilne. Utrudnia to zdecydowanie transgraniczny transport kolejowy, wpływa na zakłócenia jazdy pociągów przez różne państwa oraz negatywnie wpływa na konkurencyjność rynku. Pojazdy poruszające się po trasach przebiegających przez kilka państw, w których funkcjonują różne systemy, muszą być wyposażone w każdy z tych systemów. Wpływa to na duże obciążenia finansowe oraz utrudnienia organizacyjne z uwagi na konieczność dostosowywania pojazdu do funkcjonujących systemów oraz zapewnienia zespołu wykwalifikowanego do obsługi przedmiotowych systemów. Powyższe kwestie wpływają na spadek konkurencyjności transportu kolejowego względem transportu drogowego. Tak jak zostało wskazane powyżej, rozwiązaniem ma być wdrożenie na terenie całej Unii Europejskiej jednolitego systemu zarządzania ruchem kolejowym – ERTMS.

3. Regulacje prawne

Aktualnie obowiązujący stan prawny kształtuje się w sposób następujący. Każdy pojazd kolejowy poruszający się po infrastrukturze kolejowej na terenie Unii Europejskiej musi posiadać dopuszczenie do eksploatacji. Co do zasady dokumentem uprawniającym do poruszania się pojazdu kolejowego po infrastrukturze jest zezwolenie na dopuszczenie do eksploatacji pojazdu kolejowego. W Polsce wydawane jest ono przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego na wniosek zarządcy, przewoźnika kolejowego, dysponenta, producenta, wykonawcę modernizacji albo importera. Aby uzyskać powyższe zezwolenie konieczne jest spełnienie szeregu wymagań, w tym m. in. zapewnienie zgodności pojazdu kolejowego ze wszystkimi Technicznymi specyfikacjami interoperacyjności [dalej: „TSI”] obowiązującymi w dniu wydania zezwolenia. Zagwarantowanie zgodności ze wszystkimi TSI zapewnia realizację założenia interoperacyjnego systemu kolei. Odnośnie do podsystemów sterowanie – urządzenia pokładowe oraz sterowanie – urządzenia przytorowe, dokumentem, który wskazuje techniczne wymagania dla niniejszego podsystemu, jest Techniczna specyfikacja interoperacyjności w zakresie podsystemów "Sterowanie" systemu kolei w Unii Europejskiej (Dz. U. UE. L. z 2016 r. Nr 158, str. 1; zm.: Dz. U. UE. L. z 2016 r. Nr 279, str. 94.). Przedmiotowa regulacja stanowi, iż każdy nowy pojazd dopuszczany po raz pierwszy do eksploatacji na terenie Unii Europejskiej musi być wyposażony w ERTMS.[8] Jednakże, od powyższej zasady zostały przewidziane pewnie wyjątki, które pozwalają na dopuszczenie do eksploatacji bez konieczności

[8]Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 z dnia 27 maja 2016 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów "Sterowanie" systemu kolei w Unii Europejskiej (Dz. U. UE. L. z 2016 r. Nr 158, str. 1 z późn. zm.), pkt 7.4.2.1.

wyposażenia w ETCS. Nowe ruchome urządzenia przeznaczone do budowy i utrzymania infrastruktury kolejowej, nie wymagają wyposażenia w ECTS, tak samo kształtuje się sytuacja nowych lokomotyw manewrowych. Podobnie jest w odniesieniu do pojazdów nieprzeznaczonych do przewozów na liniach dużych prędkości poruszających się wyłącznie po terytorium kraju w sytuacji, gdy prowadzone są poza korytarzami oraz poza liniami zapewniającymi połączenia z głównymi europejskimi portami, stacjami rozrządowymi, terminalami towarowymi i obszarami transportu towarowego. Ponadto, jeżeli są przeznaczone do przewozów transgranicznych niewchodzących w zakres sieci TEN, tj. przewozów do pierwszej stacji w państwie sąsiadującym lub do pierwszej stacji, na której istnieją połączenia w głąb państwa sąsiadującego.[9] W przypadku modernizacji i odnawiania pojazdów, jeżeli są przeprowadzane prace związane z instalowania nowych części podsystemu "Sterowanie - urządzenia pokładowe" w zakresie kontroli pociągu w istniejących pojazdach dużych prędkości obowiązkowe jest zainstalowanie ETCS na pokładzie tych pojazdów.

4. Problematyka wdrażania systemu ERTMS

Przedmiotowy punkt ma na celu przedstawienie wybranych problemów, które zaistniały w związku z obowiązkiem wyposażania w system ERTMS wszystkich nowych pojazdów kolejowych dopuszczanych po raz pierwszy do eksploatacji na terenie Unii Europejskiej oraz pojazdów, które zostały poddane modernizacji lub odnowie w zakresie systemów kontroli i konieczne jest ponowne uzyskanie zezwolenia na dopuszczenie do eksploatacji. Problematyka została ujęta z trzech różnych perspektyw. Pierwsza z nich odnosi się do kwestii ekonomicznych, druga dotyczy aspektów technicznych, natomiast trzecia skupi się na wątpliwościach związanych z regulacjami prawnymi oraz ich interpretacją.

5. Aspekt ekonomiczny

Program wdrażania ERTMS został poddany ocenie przez Trybunał Obrachunkowy, który na posiedzeniu w Luksemburgu w dniu 12 lipca 2017 r. przyjął Specjalne Sprawozdanie pt. „Jednolity europejski system zarządzania ruchem kolejowym – czy decyzja polityczna ma szansę stać się rzeczywistością?" (przedstawione na mocy art. 287 ust. 4 akapit drugi Traktatu o Funkcjonowaniu Unii Europejskiej). Aby ocenić, czy ERTMS zaplanowano i wdrożono właściwie oraz czy zarządzanie nim odbywa się w odpowiedni sposób, a także czy w poszczególnych przypadkach istniało uzasadnienie biznesowe, Trybunał postawił w powyższej analizie trzy pytania. Pierwsze, czy ERTMS wdrożono terminowo i w sprawny sposób na podstawie odpowiedniego planowania oraz oszacowania kosztów? Drugie, czy

[9] *Ibidem.*

istniało uzasadnienie biznesowe dla poszczególnych zarządców infrastruktury i przedsiębiorstw kolejowych? Ostatnie, czy skutecznie zarządzano unijnymi środkami finansowymi, aby przyczynić się do wdrożenia ERTMS. Poniżej zostały przedstawione wybrane konkluzje Trybunału Obrachunkowego w zakresie powyższych pytań.

Trybunał przeprowadził audyt w sześciu państwach członkowskich: w Danii, Niemczech, Hiszpanii, Włoszech, Holandii i Polsce. Są to kraje przez które przebiega część dziewięciu korytarzy sieci bazowej, na których ERTMS powinien być w pełni wdrożony do 2030 roku. Trybunał ocenił, że idea interoperacyjności systemu kolejowego w Unii Europejskiej oraz potrzeba istnienia jednego systemu zarządzania ruchem kolejowym w całej wspólnocie jest powszechnie popierana przez przemysł kolejowy, z uwagi na korzyści, które za sobą niesie niniejsze rozwiązanie. W szczególności istotne jest zwiększenie przepustowości, zwiększenie prędkości handlowej oraz zwiększenie konkurencyjności. Jednakże wysokie koszty wdrożenia powodują, że przedsiębiorcy nie dostrzegają biznesowego uzasadnienia inwestowania w ERTMS, ponieważ korzyści z jego wdrożenia widoczne są jedynie w długofalowej perspektywie.

W oficjalnym komunikacie prasowym Europejskiego Trybunału Obrachunkowego można przeczytać, że kontrolerzy ustalili, iż obecny niski stopień wdrożenia można wyjaśnić przede wszystkim brakiem zaangażowania zarządców infrastruktury i przedsiębiorstw kolejowych w inwestycje w zakresie niezbędnego wyposażenia. Należy wskazać, że zarządcy infrastruktury muszą zainstalować infrastrukturę przytorową ERTMS, natomiast przedsiębiorstwa kolejowe (włącznie z właścicielami taboru) są zobligowani poczynić inwestycje w zakresie urządzeń pokładowych ERTMS. Według szacunków (przeprowadzonych dopiero w 2015 r.) przedstawionych w sprawozdaniu, koszt wdrożenia urządzeń przytorowych mieści się w przedziale od 100 000 euro do 350 000 euro na kilometr, tj. odpowiednio 5 - 18 mld euro. Powyższa kwota nie obejmuje środków, które będą musieli ponieść zarządcy infrastruktury np. na prace związane z przejściem z jednego systemu na drugi. W odniesieniu do lokomotyw, które są już eksploatowane koszt wynosi od 375 000 euro do 550 000 euro, przedmiotowe kwoty zwierają koszt urządzeń oraz ich instalacji, homologacji i testowania. Koszy wyposażenia nowej lokomotywy w ERTMS kształtuje się na poziomie 300 000 euro, co stanowi około 15% wartości pojazdu. Powyżej przestawione szacunki jednoznacznie wskazują, iż inwestycje, do których poczynienia zobligowane są podmioty funkcjonujące na rynku przyjmują ogromny wymiar. Zwrócenia uwagi wymaga, iż przedsiębiorstwa funkcjonujące na rynku kolejowym, inwestycje tej skali planują z bardzo dużym wyprzedzeniem. W związku z czym, terminy określone w aktach normatywnych wdrażających ERTMS wydają się być w znacznej mierze nierealne, a z pewnością stanowiące znaczne obciążenie, które może wpłynąć na brak możliwości realizacji innych

wdrożonych planów. Jednocześnie wydaje się, iż europejski ustawodawca nie zwrócił uwagi na okoliczność różnorodności stanu obecnych systemów sygnalizacji funkcjonujących w państwach członkowskich. Zupełnie inaczej kształtuje się sytuacja w Niemczech, gdzie sprawnie funkcjonują systemy sygnalizacji i uczestnicy rynku nie widzą potrzeby inwestycji w nowe systemy, a zupełnie inaczej w Danii, gdzie po dokonaniu audytu dotychczasowego systemu, postanowiono na całej sieci wdrożyć ERTMS. Pokazuje to, że powszechne wprowadzanie sztywnych regulacji, w zakresie tak dużych inwestycji, które realnie wpływają na stan i funkcjonowanie przedsiębiorstw nie stanowi najlepszego rozwiązania, gdyż nie znajduje poparcia wśród podmiotów, które muszą w znacznej mierze partycypować w realizacji projektu, żeby mógł on w ogóle powstać.

Niewątpliwie UE również współuczestniczy w kosztach tworzenia interpretacyjnego systemu kolei i przekazuje środki na wdrażanie ERTMS. Niemniej jednak, kontrolerzy podkreślają, że inwestowanie unijnych środków, choćby w najlepszy i najbardziej gospodarny sposób, nie pokryje całkowitych, a nawet większościowych kosztów wdrożenia i funkcjonowania systemu. Przypomnieć należy, że wdrożenie systemów przytorowych oraz systemów pokładowych zgodnie z szacunkami może wynieść 80 mld euro dla sieci bazowej, natomiast blisko 190 mld euro dla sieci kompleksowej.

Obecna poziom wdrożenia systemu stwarza zagrożenie wobec realizacji zakładanego terminu na wdrożenie ERTMS (2030 r.), a także w odniesieniu do wykonania dotychczasowych inwestycji, a co ważniejsze może negatywnie wpłynąć na realizację jednolitego obszaru kolejowego, którego stworzenie stanowi jeden z głównych celów polityki Komisji Europejskiej. Dodatkowo, jak określa sprawozdanie, mimo podjęcia strategicznej decyzji politycznej o wdrożeniu jednolitego systemu sygnalizacji w całej UE nie dokonano oszacowania ogólnych kosztów, co pozwoliłoby określić kwotę i źródła koniecznego finansowania. Wprowadzone przepisy nie obejmowały procesu wycofania systemów krajowych oraz nie zawsze pokrywały się z terminami i priorytetami ujętymi w unijnej polityce transportowej. Negatywny wpływ na uzasadnienie biznesowe w poszczególnych przypadkach mają także problemy ze zgodnością różnych zainstalowanych wersji, jak również wydłużone i skompilowane procedury certyfikacji.

Zgodnie z analizą Trybunału należy stwierdzić, że wdrożenie ERTMS zostało oparte na strategicznej decyzji politycznej i uruchomione bez oszacowania całkowitych kosztów czy odpowiedniego zaplanowania projektu, którego wartość do 2050 r. wyniesie do 190 mld euro. Trybunał przedstawił Komisji szereg zaleceń dotyczących: konieczności oceny kosztów wdrożenia ERTMS; wycofania krajowych systemów sygnalizacji; indywidualnych uzasadnień biznesowych dla zarządców infrastruktury i przedsiębiorstw kolejowych; zgodności

i stabilności systemu; zwiększenia roli i zasobów Agencji; zharmonizowania krajowych planów wdrażania, monitorowania i egzekwowania; wykorzystania środków UE na projekty ERTMS oraz lepszego ukierunkowania finansowania unijnego. Reasumując, dopiero po zastosowaniu powyższych zaleceń, upływie wielu lat i zainwestowaniu ogromnych środków będzie można stwierdzić czy nowoczesny system kolei w całej Europie jest realnym postulatem.

6. Aspekt techniczny

Jednym z większych problemów związanych z wdrażaniem jednolitego systemu zarządzania ruchem kolejowym jest koordynacja montażu urządzeń przytorowych z montażem urządzeń pokładowych. Problem ten występuje na terenie całej Unii Europejskiej. Wynika ze zróżnicowania warunków wdrażania ERTMS w różnych państwach, które są zgodne z krajowymi planami wdrożenia tworzonymi przez każde państwo członkowskie indywidualnie. Jednocześnie wskazać należy, że problem ten pojawia się także w ramach jednego kraju. Powodem jest chaotyczne i niestabilne wdrażanie regulacji dotyczących szczegółowych warunków systemów sterowania ruchem. Zostało wydanych kilka wersji technicznych specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemu „Sterowanie". Wersje różniły się zarówno terminami wdrożenia systemu, jak i wymaganiami technicznymi dotyczącymi systemów. Podkreślenia wymaga, że wdrożenie ERTMS możliwe jest na trzech poziomach głównych, z których możemy wyróżnić poziom pierwszy, poziom drugi oraz poziom trzeci. Dodatkowo wyróżnić możemy dwa poziomy pomocnicze – poziom 0 oraz STM (ang. Specific Transmission Module). Konieczne jest rozróżnienie poziomów urządzeń w torze od poziomów urządzeń na pojeździe [10], ponieważ poziomy powyższych urządzeń nie są ze sobą w pełni kompatybilne. Lokomotywa wyposażona w system poziomu trzeciego, może poruszać się po infrastrukturze wyposażonej zarówno w system poziomu pierwszego, drugiego, jak i trzeciego. Natomiast w sytuacji, gdy występuje urządzenie przytorowe wyposażone w system poziomu trzeciego, to lokomotywa wyposażona w ETCS poziomu pierwszego albo drugiego, co do zasady nie będzie mogła poruszać się po przedmiotowej infrastrukturze. Poniższy wykres obrazuje zakres kompatybilności poziomów pomiędzy urządzeniami przytorowymi a tymi zamontowanymi na pojeździe.

[10] dr inż. A. Toruń w: „Interoperacyjność systemu kolei Unii Europejskiej. Infrastruktura, sterowanie, energia, tabor." pod red. dr inż. M. Pawlika, warszawa, 2015.

Powyższy problem występuje w wielu krajach m. in. w Polsce. Brak koordynacji wyposażania infrastruktury i taboru w kompatybilne poziomy ERTMS, stanowią duży problem i nie pozwalają w pełni czerpać korzyści wynikających ze sprawnie funkcjonującego systemu.

Ponadto, jak wskazano w poprzednim punkcie, poziom wdrożenia ETRMS jest niski, dużym problemem jest ogólny brak wdrażania systemów w określonych terminach. Warto nadmienić, iż w Polsce jest eksploatowany niewielki procent taboru wyposażonego w ETCS, jednakże pod koniec roku 2016 mógł on korzystać jedynie z odcinka o długości 218 km, co stanowi około 6% linii korytarza sieci bazowej na terenie Polski, na pozostałych blisko 4000 km porusza się z wyłączonym ETCS. [11] W odniesieniu do korytarzy sieci bazowej na terenie całej Unii Europejskiej, które obejmują blisko 51 000 km, wyposażonych na dzień 31 grudnia 2015 r. było jedynie 4100 km, co stanowi zaledwie 8%. Warto w tym miejscu wskazać, iż wyposażenie całej sieci bazowej (66 700 km) w ERTMS ma nastąpić do 2030 r.

7. Aspekt prawny

W odniesieniu do regulacji prawnych dotyczących ERTMS najważniejszym dokumentem jest Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/919 z dnia 27 maja 2016 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów "Sterowanie" systemu kolei w Unii Europejskiej (Dz. U. UE. L. z 2016 r. Nr 158, str. 1 z późn. zm.). Jak zostało wskazane na wstępie, zgodnie z pkt. 7.4.2.1. przedmiotowego rozporządzenia każdy pojazd dopuszczony po raz pierwszy do eksploatacji musi być wyposażone w ETCS zgodnie z załącznikiem A do niniejszego Rozporządzenia. Wyjątek od powyższej zasady stanowią pojazdy nieprzeznaczone do przewozów na liniach dużych prędkości pod warunkiem, że są one przeznaczone wyłącznie do przewozów krajowych prowadzonych poza korytarzami określonymi w pkt 7.3.4 załącznika III

[11] Autor: Europejski Trybunał Obrachunkowy. Specjalne Sprawozdanie pt. „Jednolity europejski system zarządzania ruchem kolejowym – czy decyzja polityczna ma szansę stać się rzeczywistością?”. Luksemburg, 12 lipca 2017 r.

do decyzji 2012/88/UE[12] oraz poza liniami zapewniającymi połączenia z głównymi europejskimi portami, stacjami rozrządowymi, terminalami towarowymi i obszarami transportu towarowego określonymi w pkt 7.3.5 załącznika do decyzji 2012/88/UE.[13] Kluczowymi pojęciami są korytarze określone w pkt 7.3.4 załącznika III do decyzji 2012/88/UE oraz linie zapewniające połączenia z głównymi europejskimi portami, stacjami rozrządowymi, terminalami towarowymi i obszarami transportu towarowego określonymi w pkt 7.3.5 załącznika do decyzji 2012/88/UE. Konieczne jest wskazanie, że Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/6 z dnia 5 stycznia 2017 r. w sprawie europejskiego planu wdrożenia europejskiego systemu zarządzania ruchem kolejowym (Dz. U. UE. L. z 2017 r. Nr 3, str. 6) [dalej: „rozporządzenie 2017/6"] ustanowiło, iż pkt 7.3.4 oraz 7.3.5 załącznika III do decyzji 2012/88/UE przestają obowiązywać. Zgodnie z załącznikiem II powyższego rozporządzenia 2017/6, pkt 7.3.4 załącznika III, o którym mowa powyżej zostanie zastąpiony przez załącznik I rozporządzenia 2017/6. Natomiast pkt 7.3.5 załącznika III zastąpi art. 2 ust. 1 rozporządzenia 2017/6, który stanowi, iż zarządcy infrastruktury kolejowej muszą wyposażyć korytarze sieci bazowej w system ERTMS oraz wprowadzić go do użytku w tych korytarzach najpóźniej w terminach określonych w załączniku I do niniejszego rozporządzenia. W przedmiotowym załączniku I został wskazany przebieg korytarzy sieci bazowej z zaznaczonymi datami na odpowiednich odcinkach, które wskazują termin wprowadzenia na nich ERTMS. Tak więc, powyższe korytarze i linie zostaną wyposażone w ERTMS w założeniu w datach wskazanych w przedmiotowym załączniku. Wobec czego, do tego czasu na powyższych odcinkach nie będzie funkcjonował ERTMS, a jedynie system klasy B. W związku z powyższym, wiele wątpliwości pozostawia kwestia konieczności wyposażania w ETCS pojazdów poruszających się po powyższej infrastrukturze, na której funkcjonuje jedynie dotychczasowy system klasy B. Bezzasadne wydaje się nakładanie na przewoźników obowiązków, które wiążą się z ogromnymi obciążeniami, a jednocześnie nie dają żadnych korzyści i nie umożliwiają korzystania z potencjału jaki niesie za sobą wyposażenie taboru w system klasy A. Stosując wykładnie celowościową można wyinterpretować, iż powyższe regulacje, w tym obowiązek wyposażenia pojazdów kolejowych w ETCS, dążą do realizacji założenia interpretacyjnego systemu kolei. Jak wiadomo interoperacyjność systemu kolei zapewni wdrożenie ERTMS. Z uwagi na fakt, iż ERTMS może funkcjonować wyłącznie, gdy zostanie wdrożony zarówno w urządzeniach pokładowych, jak i przytorowych, dopiero po

[12] Decyzja Komisji 2012/88/UE z dnia 25 stycznia 2012 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów "Sterowanie" (Dz. U. UE. L. z 2012 r. Nr 51, str. 1 z późn. zm.).
[13] *Ibidem.*

spełnieniu tego warunku zostanie zrealizowane założenie tworzenia interpretacyjnego systemu kolei.

Przykładem dopuszczenia do eksploatacji pojazdu kolejowego, który został uznany za zgodny z technicznymi specyfikacjami interoperacyjności, a nie jest wyposażony w ERTMS/ETCS jest lokomotywa elektryczna z modułem spalinowym, typu E4DCUd „Griffin". Przedmiotowy pojazd został dopuszczony do eksploatacji na terenie Rzeczpospolitej Polskiej, lecz Prezes Urzędu Transportu Kolejowego w zezwoleniu na dopuszczenie do eksploatacji wskazał w warunkach eksploatacji pojazdu, iż przedmiotowy pojazd przeznaczony jest do przewozów krajowych prowadzonych poza korytarzami sieci bazowej określonymi w załączniku I rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2017/6 oraz poza liniami zapewniającymi połączenia z głównymi europejskimi portami, stacjami rozrządowymi, terminalami towarowymi i obszarami transportu towarowego, zgodnie z art. 2 ust. 1 Rozporządzenia 2017/6. Za zasadne wydaje się uznać, iż zakaz poruszania się nowej lokomotywy „Griffin" po infrastrukturze, na której nie został wdrożony system ERTMS, byłoby nieuzasadnione. Lokomotywa została wyposażona w system klasy B, który sprawnie funkcjonuje i jest kompatybilny z systemem wdrożonym na infrastrukturze. Wobec czego spełnia wszystkie uwarunkowania zapewnienia bezpiecznego prowadzenia pojazdu.

8. Wnioski

Realizacja założeń stworzenia jednolitego obszaru kolejowego i zapewnienia interpretacyjnego systemu kolei jest realizowaniem polityki transportowej, dążącej do kreowania nowoczesnego systemu kolei, a także udoskonalania całego rynku kolejowego. Ponadto niesie wiele korzyści dla podmiotów działających na rynku oraz w ogólnym ujęciu dla całej Unii Europejskiej. Pozwala znieść bariery, które blokują sprawne poruszanie się pojazdów kolejowych po terenie UE co wpływa na ograniczanie rozwoju gospodarczego całego regionu.

Działania czynione w tym zakresie przez Unię Europejską są bez wątpienia konieczne i korzystne. Jednakże wprowadzanie powszechnie obowiązujących regulacji prawnych, które nadkładają ogromne obciążenia na przedsiębiorców funkcjonujących na rynku kolejowym, bez przygotowania rzetelnych analiz ekonomicznych oraz określenia kwot i źródeł finansowania, ponadto bez sprawnie funkcjonującej legislacji, która będzie zharmonizowana i pewna, ponadto będzie budzić zaufanie podmiotów działających na rynku, nigdy nie przyniesie pozytywnych skutków i będzie rodzić wiele konfliktów oraz wątpliwości. Dla sprawnego realizowania korzystnej, dla całej gospodarki, polityki transportowej, opartej na innowacyjnych rozwiązaniach, konieczna jest współpraca, w szczególności podmiotów partycypujących w realizacji projektów, w tym organów administracji publicznej. Pozwoli to tworzyć potrzebne

rozwiązania dla rynku, w sytuacji, w której nieprecyzyjne prawo nie daje możliwości racjonalnego działania.

Wdrażając nowoczesne systemy kolei, konieczne jest wprowadzanie racjonalnych regulacji prawnych, wszechstronna analiza rynku, w szczególności pod kontem finansowym, oraz współpraca podmiotów uczestniczących w rynku, to wszystko pozwoli sprawnie i skutecznie działać i rozwijać system kolejowy Unii Europejskiej.

PRZEGLĄD PASAŻERSKICH WAGONÓW KOLEJOWYCH EKSPLOATOWANYCH W POLSCE

Mateusz Kędziak, inż. Tymoteusz Rasiński
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

1. Wstęp

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat, podążając za rozwojem terytoriów miejskich oraz coraz większym zatłoczeniem dróg i autostrad, nastąpił znaczny rozrost rynku przewozów kolejowych. Na wzrost liczby pasażerów, korzystających z usług przewozowych miały wpływ czynniki takie jak:

- codzienne dojazdy np. do pracy lub szkoły,
- działalność zawodowa,
- wypoczynek i rekreacja,
- zbiorcze potrzeby ludności.

Znaczący wpływ na uwarunkowanie przejazdu ma wykorzystywany, zazwyczaj nowoczesny tabor, który jest jednym z głównych czynników zachęcającym do podróży koleją. Obecnie w Polsce eksploatowane są Elektryczne Zespoły Trakcyjne, jak i zmodernizowane składy wagonowe. Ich celem jest przede wszystkim zapewnienie punktualności oraz ergonomicznej i komfortowej podróży. W referacie autorzy przedstawiają podstawowe parametry najpopularniejszych pasażerskich wagonów kolejowych, których obecność na polskich liniach kolejowych jest nadal wysoka. Autorzy dokonują również charakterystyki przewozów kolejowych w Polsce.

2. Charakterystyka przewozów kolejowych w Polsce

W ostatnim latach za sprawą spółek kolejowych, obserwuje się znaczny wzrost rynku przewozów pasażerskich w Polsce. Przedsiębiorstwa coraz częściej do realizacji swoich usług wykorzystują nowoczesne pojazdy szynowe takie jak Elektryczne Zespoły Trakcyjne EZT oraz składy złożone z lokomotyw i zmodernizowanych wagonów.

Ze względu na zróżnicowany obszar pracy, czas podróży, a także wymagania odnośnie przewozów, dokonano ich segmentacji, wyróżniając:

- przewozy aglomeracyjne,
- przewozy regionalne,

- przewozy dalekobieżne.

Obecnie do dokonania przewozów zarówno aglomeracyjnych, jak i regionalnych, wykorzystywane są głównie zespoły trakcyjne. Pojazdy te znacznie lepiej realizują specyfikę ruchu, wykorzystując parametry konstrukcyjne takie jak:

- wysokie przyśpieszenie przy zachowaniu wysokiego opóźnienia hamowania,
- zwiększona ilość drzwi, zapewniająca usprawnioną wymianę podróżnych,
- zwiększona liczba miejsc stojących,
- wysoki udział procentowy osi napędnych, których brak w wagonach osobowych.

Specyfiką przewozów aglomeracyjnych jest przede wszystkim obszar działania, w którym maksymalna podróż nie powinna wynosić więcej niż 15 min oraz 30 km jazdy. W tym wypadku potoki pasażerskie są zazwyczaj ukierunkowane, a same przewozy odbywają się w centrach zurbanizowanych metropolii.

Ruch regionalny ma na celu realizację przewozów wewnątrz jednego województwa lub zapewnić komunikację między dwoma, sąsiednimi. Obszar przewozów ograniczony powinien być do 70 km, licząc od centrum danej jednostki aglomeracyjnej. Natomiast czas przejazdu nie powinien przekraczać 60 minut. W tym przypadku nie występuje kierunkowość potoków pasażerskich, wymiana podróżnych odbywają się rzadziej, a godziny szczytu charakteryzują się zwiększoną ilością pasażerów.

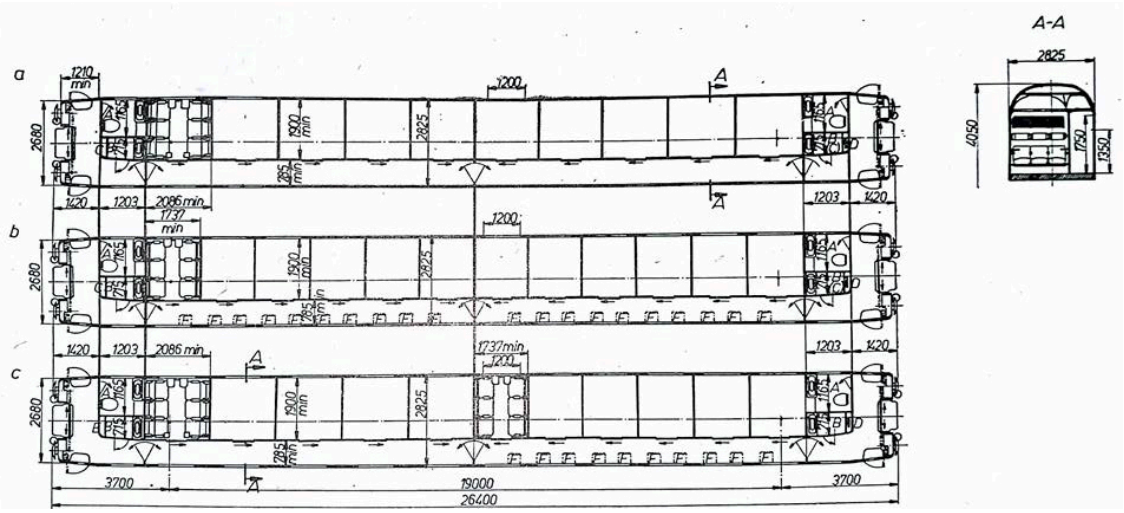
Przewozy dalekobieżne mają za zadanie połączenie największych aglomeracji krajowych oraz międzynarodowych. Do ich realizacji wykorzystywane są Elektryczne Zespoły Trakcyjne, przystosowane do prędkości na poziomie co najmniej 160 km/h, jak i zmodernizowane wagony osobowe.

Istnieje wiele klasyfikacji wagonów osobowych np.:

- ze względu na przeznaczenie: z miejscami do siedzenia, z miejscami do leżenia, wagony sypialniane;
- ze względu na cechy konstrukcyjne: przedziałowe z korytarzem przejściowym na boku, bezprzedziałowy z przejściem pośrodku;
- ze względu na wygodę podróży, standard wyposażenia i usługi dodatkowe: klasa 1, klasa 2, klasa mieszana ½.

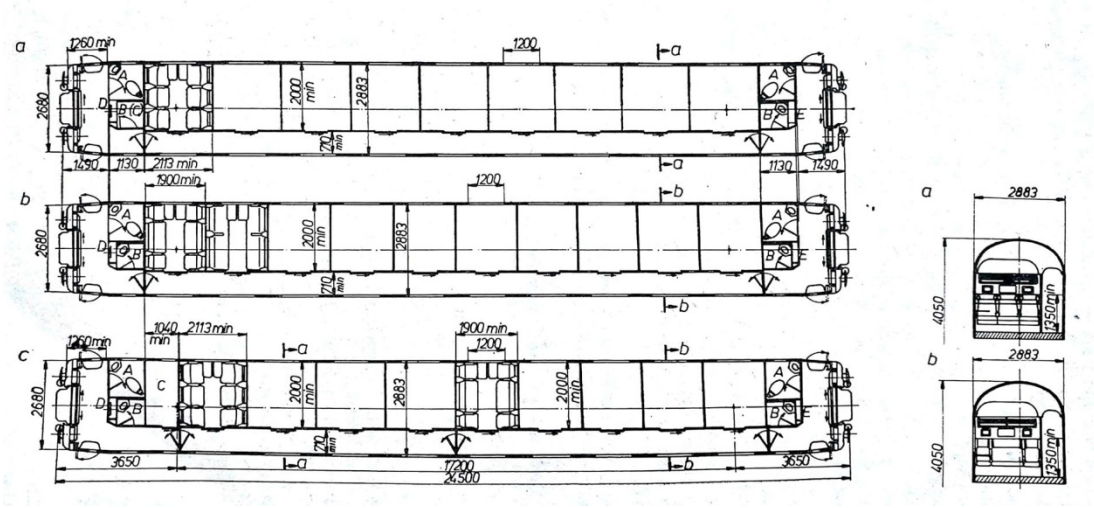
Według znormalizowanych międzynarodowych przepisów zawartych w karcie UIC567, rozróżnia się trzy zasadnicze typy wagonów określający standard:

- wagony typu X, o długości 26,4 [m] z odmianami (Rys. 1):
- wagon 1 klasy z 10 przedziałami szerokości 2088 [mm],
- wagon 2 klasy z 12 przedziałami szerokości 1737 [mm],
- wagon 1/2 klasy z 5/6 przedziałami szerokości 2088/1737 [mm],



Rys. 1 Wagon osobowy typu X z miejscami do siedzenia: a – 1 klasy, b – 2 klasy, c – ½ klasy

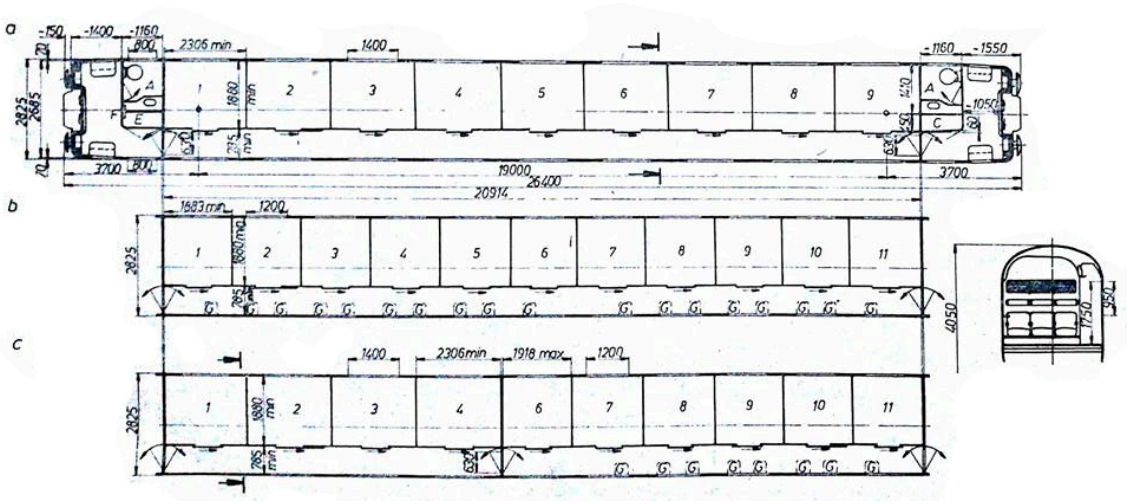
- wagony typu Y, o długości 24,5 [m] z odmianami (Rys. 2):
- wagon 1 klasy z 9 przedziałami szerokości 2113 [mm],
- wagon 2 klasy z 10 przedziałami szerokości 1900 [mm],
- wagon 1/2 klasy z 4/5 przedziałami szerokości 2113/1900 [mm],



Rys. 2 Wagon osobowy typu Y z miejscami do siedzenia: a – 1 klasy, b – 2 klasy, c – ½ klasy

- wagony typu Z, o długości 26,4 [m] z odmianami (Rys. 3):

- typu Z1, do jazdy z prędkością 200 km/h, z pełną klimatyzacją, ze stałymi oknami (o wysokim standardzie podróżowania),
- typu Z2, do jazdy z prędkością 160 km/h, bez klimatyzacji, tylko z ogrzewaniem nawiewnym, z oknami otwieranymi (o normalnym komforcie podróżowania).



Rys. 3 Wagon osobowy typu Z z miejscami do siedzenia: a – 1 klasy, b – 2 klasy, c – ½ klasy

3. Taryfy przewozowe PKP InterCity

3.1. TLK–Twoje Linie Kolejowe

Spółka PKP InterCity wprowadzając do swojej oferty kategorię pociągów TLK spełniła oczekiwania podróżnych w kategorii przejazdów dalekobieżnych. Stosunkowo niskie ceny biletów, wysoka częstotliwość przejazdów, a także liczne postoje na wielu stacjach pośrednich skłoniły podróżnych do coraz częstszego wyboru tej taryfy. Filozofią przewozów TLK jest uzyskanie maksymalnego zadowolenia podróżnych, przy stosunkowo niskiej opłacie. Obecnie przewoźnik do realizacji połączeń wykorzystuje około 900 wagonów pasażerskich o standardzie UIC Y oraz około 150 pojazdów trakcyjnych, z czego większość stanowią lokomotywy EP/EU07.

3.2. IC – pociąg pośpieszny InterCity

Taryfa przewozowa InterCity została wprowadzona pod koniec 2014. Obecnie spółka oferuje pasażerom bezpieczne i wygodne pociągi, dzięki funduszom europejskim pozyskanym w celu poprawy jakości eksploatowanego taboru kolejowego. W taryfie IC połączenia realizowane są za pomocą nowoczesnych Elektrycznych Zespołów Trakcyjnych oraz zmodernizowanych wagonów z miejscami do siedzenia (przedziałowych, bezprzedziałowych), a także wagonów sypialnianych i z miejscami do leżenia (tzw. kuszetki).

Składy wagonowe zazwyczaj składają się z wagonów osobowych opartych na standardzie UIC Z, zapewniających pasażerom w pełni klimatyzowane komfortowe przedziały, wyposażone w indywidualne oświetlenie, stoliki oraz dodatkową przestrzeń na bagaże. W skład włączany jest również wagon barowy, umożliwiający przygotowanie, podawanie i spożywanie posiłków przez podróżnych. Cały skład ciągnięty jest przez pojazdy trakcyjne takie jak: lokomotywa EU/EP07, Siemens Husarz czy Newag Griffin.

EZT reprezentujące kategorię IC, to przede wszystkim nowoczesne pojazdy Pesa Dart i Stadler Flirt. Są to pojazdy bezprzedziałowe, w pełni klimatyzowane, wyposażone w ergonomiczne fotele, stojaki na rowery oraz dodatkową przestrzeń na bagaże, a także przedział barowy. W każdym z członów pojazdu zastosowano automatyczne drzwi wewnętrzne i zewnętrzne oraz elektroniczny systemem informacji pasażerskiej.

3.3.EIC – pociąg ekspresowy Express InterCity (ExpressIC),

Przewozy EIC realizowane są za pomocą najnowocześniejszego taboru wagonowego o standardzie UIC Z i lokomotywy EP0-09. Zestawienie to pozwala osiągnąć na większości tras prędkość 160 km/h. Jest to idealna propozycja dla wymagających pasażerów zarówno na długich, jak i krótkich trasach. Pociągi objęte są całkowitą rezerwacją miejsc. Istnieje możliwość podróży w przedziale menadżerskim, przedziale 1 lub 2 klasy albo w wagonie bezprzedziałowym. Pasażer korzystający z przejazdu w przedziale menedżerskim w cenie biletu otrzymuje jedno danie z karty menu, natomiast każdy pasażer klasy 1 otrzymuje napój oraz przekąskę, a w klasie 2 przekąskę. W większości składów można skorzystać z udogodnienia jakim jest dostęp do bezpłatnego Internetu. Wszystkie wagony przystosowane są dla osób niepełnosprawnych. Misją przewodnią przewozów EIC jest komfort, wygoda oraz udogodnienia dla pasażerów, które wpływają na jakoś i skrócenie czasu podróży.

3.4.EIP – pociąg ekspresowy Express InterCity Premium (ExpressIC Premium)

Przewozy EIP uznawane są za najbardziej komfortową ofertę przewozową PKP InterCity. Przewoźnik do realizacji przewozów wykorzystuje 20 sztuk, najnowszych pociągów serii ED250 „Pendolino”, produkcji Alstom, przystosowane do prędkości 250 km/h. Obsługują one relacje łączące główne aglomeracje w Polsce, takie jak: Warszawa, Kraków, Trójmiasto, Katowice, Wrocław, Rzeszów. Przewoźnik oferuje 402 miejsc wyłącznie siedzących z możliwością podróżowania w klasie 1 (45 miejsc siedzących) lub klasie 2 (357 miejsc siedzących). Pasażer ma do dyspozycji regulowany fotel, stolik i gniazdko elektryczne. Dodatkowo pojazd wyposażony jest w człon barowy oraz półki bagażowe i wieszaki na rowery. ED250 przystosowany został również do podróżowania osób niepełnosprawnych poprzez windę, a także miejsca o zwiększonej przestrzeni pasażerskiej.

4. Przegląd wagonów pasażerskich

4.1. Wagon typu 111A

Wagon pasażerski typu 111A to wagon przedziałowy drugiej klasy, który został zaprojektowany w oparciu o standardy UIC Y. Aktualnie należy do najpopularniejszych typów wagonów, wykorzystywanych przez przewoźników w taryfach przewozowych Express InterCity oraz w pociągach pośpiesznych Twoich Linii Kolejowych TLK. Wagon typu 111A składający się z 10 przedziałów ośmioosobowych, został wyprodukowany w ilości około 1500 sztuk. Przez wiele lat produkcji tego typu wagonu powstało kilka jego wersji, które różniły się między sobą np.: wystrojem wnętrza, sposobem ogrzewania, a także rodzajem zastosowanych drzwi. Poniżej (Rys.4, Rys. 5) przedstawiono wagon pasażerski typu 111Ah.

Rys. 4 Wagon pasażerski typu 111Ah

Rys. 5 Wnętrze wagonu pasażerskiego typu 111Ah

Tabela 1. Parametry techniczne wagonu pasażerskiego typu 111Ah

Parametry techniczne	
Oznaczenie	$B^{10}ou$
Masa wagonu w stanie służbowym	ok. 40 [t]
Długość całkowita ze zderzakami	24 500 [mm]
Szerokość wagonu	2 910 [mm]
Wysokość wagonu	4 060 [mm]
Liczba miejsc siedzących	80
Typ wózków	4ANcS
Rodzaj hamulca	klockowe
Średnica kół tocznych	920 [mm]
Prędkość eksploatacyjna	160 [km/h]

4.2. Wagon typu 141A

Wagon typu 141A to przedziałowy wagon drugiej klasy, zaprojektowany o standardy UIC Y. Stanowi on zmodyfikowaną wersję wagonu typu 111A, który został wyprodukowany w ilości 200 sztuk. W 2012 roku wagony typu 141A przeszły gruntowną modernizację, w ramach której zmieniono ilość miejsc siedzących w przedziałach (z ośmioosobowych na sześcioosobowe). Ponadto wagony wyposażone zostały w drzwi odskokowo-przesuwne, wygodne i nowoczesne siedzenia, ogrzewanie nawiewne, klimatyzację oraz inne udogodnienia takie jak gniazdka elektryczne. Na poniższych rysunkach (Rys.6, Rys. 7) przedstawiono wagon pasażerski typu 141A.

Rys. 5 Wagon pasażerski typu 141A

Rys. 6 Wnętrze wagony pasażerski typu 141A

Tabela 2 Podstawowe parametry techniczne wagonu typu 141A

Parametry techniczne	
Oznaczenie	B^{10}nouz
Masa wagonu w stanie służbowym	ok. 40 [t]
Długość całkowita ze zderzakami	24 500 [mm]
Szerokość wagonu	2 884 [mm]
Wysokość wagonu	4 050 [mm]
Liczba miejsc siedzących	60
Typ wózków	4ANcS
Rodzaj hamulca	klockowe
Średnica kół tocznych	920 [mm]
Prędkość eksploatacyjna	160 [km/h]

4.3.Wagon typu 154A

Wagon typu 154A to wagon bezprzedziałowy drugiej klasy, zbudowany w oparciu o standard UIC Z1. Ze względu na duży komfort podróży, a także wysoki standard wagony te wykorzystywane są do obsługi pociągów przez PKP InterCity w taryfach przewozowych IC oraz EIC. Wagon 154A (Rys. 8, Rys. 9) posiada 80 miejsc siedzących, rozmieszczonych w układzie 2+2, zwróconych w kierunku środka wagonu, gdzie umieszczone są dwa stałe stoliki. Pozostałe

miejsca wyposażone zostały w rozkładane blaty, zlokalizowane w oparciach poprzedzających foteli. Dodatkowo w trzech rogach wagonu wygospodarowano miejsca na półki bagażowe, natomiast w czwartym rogu znajduje się miejsce na wózek inwalidzki.

Rys. 7 Wagon pasażerski typu 154A

Rys. 8 Wnętrze wagony pasażerski typu 154A

Tabela 3 Podstawowe parametry techniczne wagonu typu 154A

Parametry techniczne	
Oznaczenie	B^{10}mnopuz
Masa wagonu w stanie służbowym	50/52 [t]
Długość całkowita ze zderzakami	26 400 [mm]
Szerokość wagonu	2 824 [mm]
Wysokość wagonu	4 050 [mm]
Liczba miejsc siedzących	80
Typ wózków	SGP 300-R3/3S

Rodzaj hamulca	tarczowy i szynowy
Średnica kół tocznych	920 [mm]
Prędkość eksploatacyjna	200 [km/h]

4.4. Wagon typu 145Ab

Wagon typu 145Ab (Rys. 10) to przedziałowy wagon pierwszej klasy, oparty o standard UIC Z2. Posiada on sześć przedziałów sześcioosobowych (Rys. 11) oraz trzy przedziały czteroosobowe - klasy „business" (Rys. 12), zlokalizowane w środkowej części wagonu (przedział czwarty, piąty szósty), co daje łączną liczbę 48 miejsc siedzących. Przedziały klasy „business" wyposażone zostały w cztery indywidualne fotele, z możliwością odpowiedniej regulacji, rozkładane stoliki, lampy halogenowe, szafki na garderobę oraz gniazdka elektryczne 230 V przy każdym z foteli. Pozostałe przedziały zostały wykonane analogicznie do wagonów typu 145A – pierwsza klasa o standardzie Z2.

Rys. 9 Wagon pasażerski typu 145Ab

Rys. 10 Wnętrze wagony pasażerski typu 145Ab – klasa 1

Rys. 11 Wnętrze wagony pasażerski typu 145Ab – klasa buisness

Tabela 4 Podstawowe parametry techniczne wagonu typu 145Ab

Parametry techniczne	
Oznaczenie	A^9emnouz
Masa wagonu w stanie służbowym	48 [t]
Długość całkowita ze zderzakami	26 400 [mm]
Szerokość wagonu	2 824 [mm]
Wysokość wagonu	4 050 [mm]
Liczba miejsc siedzących	36 (klasa 1), 12 (business klasa)
Typ wózków	MD 523
Rodzaj hamulca	tarczowy i szynowy
Średnica kół tocznych	920 [mm]
Prędkość eksploatacyjna	160 [km/h]

4.5.Wagon typu 113A

Wagon typu 113A (Rys. 13, Rys. 14) to najstarszy wagon gastronomiczny eksploatowany na sieci kolejowej w Polsce. Pierwotnie były to wagony pasażerskie łączone z przedziałami barowymi. Na przestrzeni lat w wyniku gruntownej przebudowy zostały przekształcone w typowe wagony barowe, restauracyjne oraz barowo-restauracyjne. Przykładem tych modernizacji jest wagon barowy typu 113ALux, posiadający tylko jedną parę drzwi zlokalizowaną od strony kuchni. Cała konstrukcja wagonu została oparta na dwóch wózkach tocznych 25AN. Wnętrze wyposażono w stoliki, które rozmieszczone są w dwóch rzędach pod oknami - po jednej stronie dwuosobowe, natomiast po drugiej czteroosobowe; co pozwala

na pomieszczenie 32 osób. Obecnie na polskiej sieci kolejowej eksploatowane są jedynie 4 wagony typu 113ALux.

Rys. 12 Wagon pasażerski typu 113ALux

Rys. 13 Wnętrze wagony pasażerski typu 113ALux

Tabela 5 Podstawowe parametry techniczne wagonu typu 113ALux

Parametry techniczne	
Oznaczenie	WRouz
Masa wagonu w stanie służbowym	40 [t]
Długość całkowita ze zderzakami	24 500 [mm]
Szerokość wagonu	2 883 [mm]
Wysokość wagonu	4 050 [mm]
Liczba miejsc siedzących	32
Typ wózków	25AN
Rodzaj hamulca	tarczowy i szynowy
Średnica kół tocznych	920 [mm]
Prędkość eksploatacyjna	160 [km/h]

5. Podsumowanie

Dla każdego przewoźnika priorytetowym aspektem jest konieczność zapewnienia pasażerom jak największego komfortu podróży. Dlatego też do realizacji przewozów wykorzystywane są coraz nowsze oraz zmodernizowane pojazdy, spełniające obecne normy i standardy. Pojazdy te charakteryzują doskonałe parametry eksploatacyjne, ekonomiczne, a także wysokie wskaźniki niezawodności, pozwalające na ciągłe ich wykorzystywanie do obsługi podróżnych. Pasażerowie od oferowanych pojazdów szynowych, jak i przewoźnika oczekują punktualności, dostępności, a także komfortu podróży, na który wpływ mają czynniki takie jak:

- przestrzeń przypadająca na jednego pasażera,
- odpowiednia wentylacja i klimatyzacja,
- wygodne miejsce do siedzenia,
- niski poziom drgań i hałasu,
- czystość składów,
- łatwość zakupu biletów,
- bezpieczeństwo,
- zapewnienie obsługi gastronomicznej,
- skrócenie czasu podróży poprzez zwiększenie prędkości jazdy.

Pomimo tendencji do zakupu nowoczesnych Elektrycznych Zespołów Trakcyjnych, udział składów wagonowych na polskim rynku jest nadal bardzo wysoki. Potwierdza to przeprowadzona analiza pociągów, zestawianych na stacji Kraków Płaszów, gdzie w ciągu doby przejeżdża 39 pociągów w segmencie dalekobieżnym. Tylko 7 połączeń obsługiwanych jest z wykorzystaniem Elektrycznych Zespołów Trakcyjnych. Najpopularniejszą kategorią przewozową są połączenia TLK, przejeżdżające aż 20 razy, co stanowi prawie 50% wszystkich połączeń. Poprzez zakup i modernizację taboru finansowaną z funduszy Unii Europejskiej jakość połączeń nieustannie wzrasta.

6. Bibliografia

[1] W. Gąsowski: „Wagony Kolejowe. Konstrukcja i badania”

[2] Z. Romaniszyn, T. Wolfram, Nowoczesny tabor szynowy, Wydawnictwo specjalne Instytutu Pojazdów Szynowych, Kraków, 1997

[3] www.intercity.pl / dostęp Maj 2018

[4] www.inforail.pl / dostęp Maj 2018

[5] www.fpspoznan.pl / dostęp Maj 2018

[6] www.vagonweb.cz/ dostęp Maj 2018

[7] http://bazawagonow.pl/ dostęp Maj 2018

SYSTEMY TELEWIZJI UŻYTKOWEJ W UJĘCIU KRAJOWYCH I EUROPEJSKICH REGULACJI PRAWNYCH

Błażej Dikunow, Kaja Kita

Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej

1. Wprowadzenie

Dyrektywa Unijna 2008/57/WE wydana dnia 17 czerwca 2008 roku [1] stawia przed krajowymi operatorami infrastruktury konieczność certyfikowania nowobudowanych, bądź modernizowanych linii kolejowych. Proces ten odbywa się w oparciu o Listę Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [2], na której to zapisane są w punktach wszystkie akty, normy, ustawy czy rozporządzenia, które zapewniają spełnienie zasadniczych wymagań interoperacyjności systemu kolei. Obecna wersja Listy Prezesa [2] została wydana 19 stycznia 2017 roku i obowiązuje od 27 stycznia 2017 roku.

Jednostka notyfikowana, która według Dyrektywy [1] jest odpowiedzialna za certyfikację, ma za zadanie certyfikować elementy odpowiednich podsystemów. Jednym z nich jest podsystem sterowanie. Jest to jeden z czterech podsystemów strukturalnych obok infrastruktury, taboru i energii składających się na całość systemu kolejowego. W skrócie, odpowiada on za utrzymanie bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Sam podsystem sterowanie można podzielić na dwie kategorie: urządzenia przytorowe oraz urządzenia pokładowe.

Jednym z elementów podsystemu sterowanie – urządzenia przytorowe, są będące przedmiotem wielkiej uwagi w zakresie branży telekomunikacji systemy Telewizji Użytkowej. Systemy te należy objąć certyfikacją według punktu 14. zapisów dotyczących podsystemu sterowanie Listy Prezesa UTK [2]. Telewizja Użytkowa, w skrócie TVu, to stosowane przez PKP Polskie Linie Kolejowe określenie na popularną telewizję przemysłową. Telewizja Użytkowa używana jest do monitorowania przejazdów kolejowych, rozjazdów oraz na posterunkach SKP. Nomenklatura PKP Polskie Linie Kolejowe wyróżnia także Systemy Monitoringu Wizyjnego SMW, a więc systemy zdalnego nadzoru obiektów infrastruktury kolejowej przeznaczonej do obsługi ruchu pasażerskiego.

W niniejszym referacie przedstawiono akty prawne i dokumenty określające wymagania wobec systemów monitoringu wizyjnego TVu stosowanych na polskiej kolei. Autorzy referatu opisali systemy z perspektywy własnych doświadczeń zawodowych oraz przebiegu procesów certyfikacji i dopuszczeni do eksploatacji.

2. Charakterystyka i budowa systemów Telewizji Użytkowej

Termin „Telewizja Użytkowa" został wprowadzony przez największego polskiego Zarządcę infrastruktury kolejowej, a więc przez PKP Polskie Linie Kolejowe. Jest to po prostu inne sformułowanie na nazwanie systemu telewizji przemysłowej. System taki działa podobnie, jeśli nie identycznie, do systemów monitoringu wizyjnego znanych z wielu obiektów komercyjnych, przemysłowych czy ulic miast.

To jak system TVu ma być zbudowany regulują dokładnie liczne dokumenty znajdujące się na Liście Prezesa UTK [2], jak i te, których spełnienia zapisów wymaga Zarządca infrastruktury. Poniżej przedstawiono najważniejsze z nich to, w chronologicznej kolejności wydania:

- tom VII „Telekomunikacja" Standardów Technicznych „Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)" [3],
- instrukcja PKP PLK S.A. Ie-111 „Wymagania na systemy telewizji przemysłowej stosowanej na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii B [4],
- norma PN-EN 62676-4:2015-06 „Systemy dozorowe CCTV stosowane w zabezpieczeniach – Część 4: Wytyczne stosowania" [5],
- instrukcja PKP PLK S.A. Ie-118 „Wymagania na systemy telewizji użytkowej stosowane na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A, F i przejściach, obsługiwanych z odległości oraz innych posterunków związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego" [6].

Pierwszy dokument to jeden z tomów opublikowanych w 2009 roku Standarów Technicznych PKP PLK [3], które specyfikują wymagania wobec prac wykonywanych na liniach niebędących Kolejami Dużej Prędkości. Dokument ten widniał na tzw. Starej Liście Prezesa UTK [7], jednakże od 27 stycznia 2017 roku Lista Prezesa UTK została pozbawiona dopisków "oraz regulacje wewnętrzne zarządców infrastruktury" i w efekcie został z niej skreślony. Obecnie jest on jedynie dokumentem pomocniczym przy projektowaniu systemów. W rozdziale 3 tomu VII Standarów Technicznych [3] określono wymagania wobec systemów TVu.

Dokument [3] specyfikuje, że celem systemu telewizji na przejazdach jest umożliwienie zdalnej lub lokalnej obserwacji i rejestracji zdarzeń na przejeździe. W przypadku przejazdów obsługiwanych przez człowieka, wymaga się zabudowy Telewizji Użytkowej na tych sterowanych z odległości. Są to takie przejazdy, gdzie punkt obsługi znajduje się w odległości ponad 60 metrów od przejazdu lub widoczność przejazdu nie jest zapewniona. Zgodnie z punktem 6 rozdziału 3.1 dokumentu [3], zadaniem TVu w takim przypadku jest umożliwienie

oceny sytuacji na przejeździe przez osobę obsługującą, przed zdalnym opuszczeniem lub podniesieniem rogatek oraz rejestracja sytuacji ruchowej na przejeździe. Co ciekawe, identyczne wymagania Standardy Techniczne [3] stawiają przejściom pieszym kategorii E. Dla systemów Telewizji Użytkowej zabudowywanych na powyższych kategoriach przejazdów wymaga się, by posiadały one świadectwo dopuszczenia do eksploatacji wydawane przez Urząd Transportu Kolejowego.

Tom VII Standardów Technicznych [3] określa także, jakie urządzenia powinny składać się na system telewizji na przejeździe kategorii A sterowanym z odległości. W punkcie kamerowym na przejeździe najważniejszym elementem jest zespół kamer, a więc dwie dwutrybowe kamery ze stałą optyką, wyposażone w przetwornik cyfrowy o czułości 0,5 lx dla trybu kolorowego oraz 0,05 lx dla trybu monochromatycznego. Każda z kamer powinna posiadać rozdzielczość pionową minimum 625 linii. Taki sposób zapisu rozdzielczości, przedstawiony w punkcie 2 rozdziału 3.1.3 dokumentu [3], pokazuje jak nieaktualny jest to dokument. Obecnie taką jakość obrazu można określić mianem co najmniej niezadowalającej. Na rysunku 1 przedstawiono klatkę z dość znanego materiału ze zderzenia pociągu ED250 z autobusem lotniskowym Kolei Mazowieckich, zarejestrowaną przez system Telewizji Użytkowej na przejeździe kat. A sterowanym z odległości.

Rysunek 1 Klatka z obrazu nagrywanego przez system TVu na przejeździe kat. A zgodny z wymaganiami dokumentu [3] (źródło: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.)

Jak można zauważyć, jakość materiału nie pozwala na odczytanie numerów taborowych przejeżdżającego autobusu czy treści tabliczki informującej o monitoringu na przejeździe (na pierwszym planie).

Rozdział 3.1.3 dokumentu [3] określa także wymagania środowiskowe wobec obudów kamer. Punkt 3 powyższego rozdziału podaje zalecany stopień ochrony obudowy na IP66. Cały system należy poddać narażeniu na zimno (próba A), suche gorąco (próba B), wilgotne gorąco cykliczne (próba Db), szybkie zmiany temperatury (próba N), szron i rosę (próba Q) i promieniowanie słoneczne. Dodatkowo kamery powinny być poddane udarom wielokrotnym (próba Eb) oraz wibracjom sinusoidalnym (próba Fc). System odporny na te wszystkie narażenia zgodne z normami, powinien mieć żywotność 10 lat, przy bezawaryjnej i nieprzerwanej pracy 5 lat.

Zgodnie z rozdziałem 3.1.3 dokumentu [3], w obszarze przejazdu powinno znajdować się także urządzenie do dwukierunkowej łączności. Jest ono niezbędne, gdyż w sytuacji awaryjnej stanowi jedyną drogę komunikacji osoby obsługującej przejazd z osobami znajdującymi się w obszarze przejazdu. Wszelkie inne działania, jak prowadzona przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. akcja znakowania przejazdów naklejkami z numerami telefonów alarmowych, nie zapewniają takiego bezpieczeństwa i takiej szybkości reakcji, jak rozwiązanie z wykorzystaniem predestynowanego toru transmisyjnego.

Druga część systemu TVu opisanego w rozdziale 3.1 dokumentu [3] znajduje się w pomieszczeniu obsługi przejazdu. Umieszczone są tam monitor LCD lub LED o przekątnej minimum 15”, rejestrator o pojemności zdolnej pomieścić minimum 47 godzin materiału audio-wideo poddanego kompresji, system zasilania awaryjnego i drugie urządzenie do łączności głosowej z przejazdem.

Stosunkowo niewiele uwagi Standardy Techniczne poświęcają na zapis wymagań dla Telewizji Użytkowej na przejazdach kolejowych kategorii B. Takowy system TVu służy jedynie rejestracji zdarzeń „związanych z aspektami praktycznymi polegającymi na walce ze skutkami wandalizmu”. Rozdział 3.2 tomu VII dokumentu [3] zakłada, że ze względu na specyfikę działania, część systemu zlokalizowana w punkcie obsługi w przypadku przejazdów kategorii A, na przejazdach kategorii B powinna znajdować się w szafie lub kontenerze przy przejeździe. Standardy Techniczne PKP PLK [3] wskazują także, że w systemach TVu na przejazdach kolejowych kategorii B komponenty powinny spełniać takie same wymagania, jak w systemach stosowanych na przejazdach kolejowo – drogowych kat. A.

Standardy Techniczne skupiają się przede wszystkim na określeniu wymagań dla systemów stosowanych na przejazdach obsługiwanych przez człowieka. Z tego powodu dwa lata po ich wydaniu, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. opublikowały instrukcje Ie-111 [4], która poświęcona była wyłącznie systemom TVu na przejazdach kat. B.

Instrukcja Ie-111 [4] określa cel działania systemu TVu na przejeździe kat. B już w punkcie 2 Wprowadzenia – system taki nie bierze bezpośredniego udziału w prowadzeniu ruchu pociągów, a służy do odtworzenia zdarzeń na przejeździe. Oczywiście, dopuszcza się wyniesienie pulpitu zdalnego z monitorem do najbliższego przejazdowi posterunku ruchu, jednakże przez opóźnienie wynikające z charakterystyki działania systemu, może to powodować sytuacje niebezpieczne.

By móc zastosować wyprodukowany system Telewizji Użytkowej na przejeździe kategorii B, musi on być uprzednio dopuszczony do eksploatacji na sieci PKP PLK S.A. zgodnie z obowiązującym Systemem Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS). Proces dopuszczenia polega na wykonaniu przez wskazaną jednostkę naukowo – badawczą serii badań funkcjonalnych, laboratoryjnych i eksploatacyjnych. Instrukcja Ie-111 [4] specyfikuje, że urządzenia zewnętrzne systemu Telewizji Użytkowej powinny pracować poprawnie w zakresie od -30°C do +35°C, a wewnętrzne od 0°C do +35°C. Każdy nowy system należy przebadać z na zgodność z wymaganiami norm PN-EN 60068-1:2014, PN-EN 60068-2-1:2009, PN-EN 60068-2-2:2009 oraz PN-EN 60068-2-30:2008. Dodatkowo zabudowany system musi być opatrzony odpowiednią Dokumentacją Techniczno – Ruchową, Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru, instrukcją obsługi, uproszczonym projektem oraz dokumentacją powykonawczą.

Wymagania stawiane systemom telewizji przez instrukcję [4] są dużo surowsze niż w przypadku omawianych wcześniej Standardów Technicznych [3]. Zgodnie z jej zapisami, kamery powinny posiadać matrycę o rozdzielczości nie mniejszej niż Full HD (1080p), móc rejestrować z prędkością 25 kl/sek i posiadać przetwornik CCD 1/3" o minimalnej czułości 0,5 lx dla pracy w trybie kolorowym i 0,05 lx dla pracy w trybie monochromatycznym. Kamery powinny być także wyposażone w automatyczne przełączanie pomiędzy trybami dziennym i nocnym, cyfrową redukcję szumów, regulację balansu bieli, kompensację oświetlenia tylnego oraz system przeciwoślepieniowy. Instrukcja [4] dopuszcza stosowanie obiektywów o zmiennej ogniskowej. Obudowa kamery powinna charakteryzować się odpornością na warunki klimatyczne minimum IP65 oraz wandaloodpornością na poziomie IK09. Każda z obudów powinna być wyposażona w system grzania oraz chłodzenia, gdyż wymaga się pracy kamery w zakresie od -30°C do +50°C. Zwyczajowo obudowy systemów stosowanych na przejazdach kolejowo – drogowych kategorii B są także wyposażone we wbudowany oświetlacz podczerwieni. Instrukcja [4] nie specyfikuje sposobu umieszczenia oświetlacza.

Wysokie wymagania są także stawiane wobec rejestratorów umieszczonych w szafach lub kontenerach przytorowych. Rejestratory powinny posiadać co najmniej dwa dyski o pojemności 2 TB, umożliwiające ciągły zapis z czterech kamer przez 72 godziny. By ograniczyć

objętość przechowywanego materiału, rejestrator może stosować kompresję obrazu w formatach H.264 lub MPEQ4. Instrukcja Ie-118 [4] wskazuje także, że rejestratory powinny być wyposażone w detekcję zmiany treści w kadrze, która wyzwalałaby nagrywanie materiału.

Jak wcześniej wspomniano, na przejazdach kolejowych kategorii B wymaga się zespołu dwóch lub czterech kamer. W przypadku zespołu składającego się z czterech kamer, dwie z nich służą do identyfikacji tablic rejestracyjnych pojazdów. System NPR powinien zapisywać w bazie danych rozszyfrowany, pełny numer tablicy rejestracyjnej, opatrzony stemplem czasowym i zdjęciem pojazdu. Wymaga się skuteczności zapisu do 80% i poprawnej identyfikacji tablic pojazdów poruszających się do 150 km/h.

Kolejnym dokumentem zawierającym regulacje wobec systemów TVu jest norma PN-EN-62676-4:2015-06 [5]. Jest ona jednym z wymagań dla systemów telewizji użytkowej przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego na tzw. Nowej Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z 19 stycznia 2017 roku [2]. Zastąpiła ona normę PN-EN 50132-7:2013-04, figurującą na Starej Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [7] w zakresie wymagań dla urządzeń telewizji przemysłowej do obserwacji torów, przejazdów kolejowych, pociągów.

Norma PN-EN-62676-4:2015-06 [5] poza szczegółowym opisem etapów badania systemu oraz określeniem parametrów, które musi posiadać system będący przedmiotem oceny, opisuje dokładny proces instalacji, testowania fabrycznego oraz testowania użytkowego.

Systemy telewizji użytkowej poddawane badaniom funkcjonalnym wg normy PN-EN-62676-4:2015-06 [5] muszą spełniać odpowiednie kryteria pod kątem pracy. Kryteria te dotyczą płynnej rejestracji materiału przy różnych sposobach zasilania oraz przy przełączaniu między trybami pracy (dzień/noc), jakości zapisu, odpowiedniej rozdzielczości, tolerancji napięcia zasilania, czasu zapisu na rejestratorze, poprawności rejestrowanego obrazu, możliwości odtworzenia nagranego materiału, rejestracji na podtrzymaniu bateryjnym czy stabilnego zamocowania kamer na maszcie kamerowym.

W aneksie A normy [5] zostały określone akceptowalne standardowe formaty kodeków wideo i zdjęć w których mogą operować systemy: H.264, MPEG-4, MPEG-2, ITU-T, JPEG 2000, JPEG. Standardy te określają pożądany poziom zgodności.

Aneks B zawiera natomiast opisy testów, które wykonuje się by sprawdzić możliwości rozróżnienia oraz czytelności rejestrowanych przez kamery obrazów, jak i jakości nagranego materiału wideo. Jednym z powyższych testów jest sprawdzenie poprawności identyfikacji tablic rejestracyjnych pojazdów przejeżdżających przez przejazd kolejowo - drogowy. Ów test czytelności przeprowadza się z wykorzystaniem tablic zawierających ciągi liter podobnych do

siebie, przez co trudniejszych do identyfikacji. Ma to na celu sprawdzenie czy system telewizji jest w stanie zapewnić obraz pozwalający na ustalenie detali tekstu.

W aneksie zdefiniowano dziewięć przykładowych, trzyliterowych arkuszy kontrolnych. Losowo wybrane ciągi liter są wyświetlane w stronę kamery rejestrującej systemu telewizji, przy zachowaniu odpowiedniej wysokości oraz odpowiedniej odległości. W przypadku konieczności wykonania badań dynamicznych, w zależności od potrzeb, sposób prezentowania numerów powinien odwzorowywać ruch i wymaganą prędkość pojazdu lub pieszego. Prezentowane ciągi alfanumeryczne powinny pokrywać się z tymi zapisanymi na liście kontrolnej obserwatora. Test ten podlega ocenie w sposób zero-jedynkowy - jeśli obserwator jest w stanie poprawnie zidentyfikować wyświetlane ciągi liczb, można uważać system za odpowiedni do rozpoznawania tablic rejestracyjnych. W przeciwnym przypadku system może nie zapewniać poprawnego działania.

Kolejnym badaniem sprawdzającym jakość materiału wideo i czytelność obrazu jest test rozpoznawania twarzy. Aneks B normy [5] zawiera pakiet testy dziewięciu twarzy. Są one pogrupowane na podstawie koloru skóry (sklasyfikowanego na podstawie rejonu geograficznego: Europejski, Wschodni, Afrykański) oraz różnych, szczegółowych cech charakterystycznych, takich jak rozstaw oczu, kształt twarzy, szerokość nosa. W czasie przeprowadzania badania, każdemu z obserwatorów pokazywane są dwie twarze. Grupa badawcza ma za zadanie rozpoznać odpowiednią karnację oraz konkretną twarz na uprzednio nagranym materiale wideo oraz materiale „na żywo”. W celu rozpoznania obserwator może posiłkować się kartę zawierającą wszystkie dziewięć twarzy. Odpowiedzi poszczególnych osób są porównywane wielopoziomowo. Systemy wysokiej jakości powinny umożliwić poprawną identyfikację najdrobniejszych detali, te gorsze mogą służyć tylko do rozróżniania na mniejszym poziomie szczegółowości. Tak samo jak w przypadku testu badań tablic rejestracyjnych, system punktacji musi być odpowiednio rygorystyczny.

Ostatnim z omawianych w niniejszym referacie dokumentów jest opublikowana w 2016 roku instrukcja Ie-118 zatytułowana „Wymagania na systemy telewizji użytkowej stosowane na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A, F i przejściach, obsługiwanych z odległości oraz innych posterunków związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego” [6]. Stanowi ona załącznik do uchwały nr 1176/2016 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 29 listopada 2016 r.. Powyższa instrukcja spełnia wymagania określone w ustawie o transporcie kolejowym (Dz. U. 2015 poz. 1297) z dnia 28 marca 2003 r. w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Instrukcja zawiera szeroki zakres wymagań obejmujących funkcje realizowane

przez system, oprogramowanie, sposób dokumentowania, serwisu oraz gwarancji oraz normy i przepisy jakie muszą spełniać elementy systemu.

Procedura dopuszczenia systemu telewizji użytkowej do eksploatacji na liniach kolejowych PKP według instrukcji Ie-118 zakłada wcześniejsze uzyskanie bezterminowego „Świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu urządzenia przeznaczonego do prowadzenia ruchu kolejowego", wydawanego przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego. Uzyskanie świadectwa jest możliwe po przeprowadzeniu badań laboratoryjnych i poligonowych pod nadzorem jednostki organizacyjnej, która posiada stosowne uprawnienia do wykonywania badań technicznych pozwalających na uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu.

Funkcje jakie powinien spełniać system telewizji użytkowej na podstawie instrukcji PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Ie-118 [6] to:

- przesyłanie wideo on-line z obszaru obserwowanego do operatora,
- przesyłanie dźwięku z co najmniej jednego mikrofonu zainstalowanego w obszarze obserwowanym do stanowiska pracownika obsługi,
- przesyłanie komunikatów głosowych ze stanowiska operatora do obszaru przejazdu kolejowo-drogowego z odpowiednim poziomem słyszalności,
- dwukierunkowa komunikacja głosowa typu domofonowego pomiędzy stanowiskiem operatora i dwoma punktami informacyjnymi zabudowanymi po obu stronach obszaru danego przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia,
- rejestracja materiału wideo z obszaru obserwowanego ze wszystkich kamer wraz z dźwiękiem (z minimum jednego mikrofonu w obszarze obserwowanym) na cyfrowym rejestratorze nagrań,
- zapewnienie adekwatnej jakości toru lub torów transmisyjnych dla zapewnienia bezpiecznej komunikacji pomiędzy obserwowaną przestrzenią, a stanowiskiem operatora,
- w przypadku zaniku napięcia, automatyczne i bezprzerwowe przełączanie systemu na zasilanie awaryjne z baterii akumulatorów,
- czytelnie wyświetlanie informacji w języku polskim na stanowisku operatora w przypadku uszkodzenia poszczególnych elementów systemu lub linii transmisyjnej,
- możliwość automatycznego sczytywania tablic rejestracyjnych przejeżdżających pojazdów i stworzenia bazy danych,

- możliwość automatycznego wysyłania komunikatów o występujących nieprawidłowościach lub awariach pod wybrany adres (nr telefonu lub/i adres IP),
- prawidłowa praca w systemie ciągłym,
- oświetlenie obszaru monitorowanego przy całkowitym braku oświetlenia zewnętrznego przy użyciu promienników podczerwieni,
- możliwość odczytu i archiwizowania zarejestrowanych treści,
- poprawny podgląd dedykowanego obszaru,
- system telewizji użytkowej na posterunkach SKP powinien umożliwiać, przez stosowną liczbę kamer i ich rozmieszczenie obserwację sygnałów końca pociągu na każdym obserwowanym torze,
- restartowanie systemu powinno zawsze odbywać się z ostatnimi ustawieniami administratora.

Dodatkową funkcją systemu jest wyposażenie w system identyfikacji tablic rejestracyjnych pojazdów, z automatycznym rozróżnieniem rodzajów tablic stosowanych w Europie oraz w republikach powstałych z byłego Związku Radzieckiego.

Tabela 1 prezentuje normy, zgodnie z którymi instrukcja Ie-118 definiuje zakres badań jakie, muszą spełnić system jako całość, jak i jego komponenty.

Tabela 6 Spis norm zawartych w instrukcji Ie-118

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA		
L.p.	Norma	Zakres normy
1.	PN-EN 61000-4-2:2011	Odporność na wyładowania elektrostatyczne
2.	PN-EN 61000-4-3:2007+ A1:2008+ISI:2009+ A2:2011	Odporność na promieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej
3.	PN-EN 61000-4-4:2013	Odporność na serię szybkich elektrycznych stanów przejściowych typu burst
4.	PN-EN 61000-4-5:2014	Odporność na wysokoenergetyczne udary typu surge
5.	PN-EN 61000-4-6:2014	Odporność na zaburzenia przewodzone, indukowane przez pola o częstotliwości radiowej
6.	PN-EN 61000-4-11:2007	Odporność na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia zasilania AC

7.	PN-EN 61000-4-29	Odporność na zapady napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia zasilania DC

WYMAGANIA ŚRODOWISKOWE		
1.	Poprawna praca urządzeń zewnętrznych	Zakres temp. -35°C do +40°C, przy wilgotności wzgl. 95%
2.	Poprawna praca urządzeń wewnętrznych do zabudowy w budynku	Zakres temp. 0°C do +45°C, przy wilgotności wzgl. 75%
3.	Poprawna praca urządzeń montowanych w zewnętrznych szafach przytorowych/kontenerach	Zakres temp. -5°C do +55°C, przy wilgotności wzgl. 95%
4.	Poprawne warunki pracy elementów składowych systemów	Zapewnione przez szafy/obudowy z elem. Wykorzystującymi temp. elementy sterujące
5.	Pozytywne przejście prób zgodnie z Polskimi Normami	PN-EN 60068-1:2014, cz.1 PN-EN 60068-2-1-2009 cz. 2-1 PN-EN 60068-2-2-2009 cz.2-2 PN-EN 60068-2-30-2008, cz. 2-30
6.	Pozytywne przejście prób odporności na wibracje i udary mechaniczne	PN-EN 60068 2-6:2008 PN 60068-2-27:2009 (Próba Fc, Ea, Eb)

Należy zaznaczyć, że pomiary dla kompatybilności elektromagnetycznej powinny być wykonywane zgodnie z normami PN-EN 55016-2-1:2009 + A1:2011 + A2: 2013 oraz PN-EN 55016-2-3:2010 + Ap1:2013 + AC:2013.

3. Podsumowanie

Telewizja Użytkowa pełni niezwykle ważną rolę w funkcjonowaniu systemu kolei jako całości. W wielu przypadkach to na niej opiera się prowadzenie ruchu kolejowego, stanowiąc jedyne źródło informacji o sytuacji ruchowej.

Systemy Telewizji Użytkowej stosowane na polskiej sieci kolejowej są bardzo dokładnie wyspecyfikowane pod względem oczekiwanych parametrów i żywotności. W niniejszym referacie opisano cztery najważniejsze dokumenty wokół których projektowane i tworzone są owe systemy. Jednakże, należy zauważyć, że jedynie jeden z nich znajduje się na Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [2] i może służyć do procesów weryfikacyjnych. Należy także

zauważyć, że norma [5] o której mowa zawiera niewiele wymagań wobec systemów telewizji, a raczej omawia metody badawcze.

Zdaniem autorów niniejszego referatu należy pochylić się nad problemem zamieszczenia dokumentów największego polskiego Zarządcy infrastruktury na Liście Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [2]. Nie jest celem takiego zabiegu narzucenie innym Zarządcom wymagań stawianych przez PKP PLK S.A., lecz zwiększenie ogólnego poziomu bezpieczeństwa oraz możliwości weryfikacji poprawności zabudowywanych systemów.

Bibliografia

[1]Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, Parlament Europejski, 2008

[2]Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 19.01.2017 r., Urząd Transportu Kolejowego, 2017

[3]PKP Polskie Linie Kolejowe, Standardy Techniczne PKP PLK „Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)", Tom VII Telekomunikacja, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2009

[4]PKP Polskie Linie Kolejowe, Instrukcja PKP PLK Ie-111 „Wymagania na systemy telewizji przemysłowej stosowane na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii B", PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2014

[5]Norma PN-EN 62676-4:2015-06 Systemy dozoru wizyjnego stosowane w zabezpieczeniach – Część 4: Wytyczne stosowania, PKN, 2018

[6]PKP Polskie Linie Kolejowe, Instrukcja PKP PLK Ie-118 „Wymagania na systemy telewizji użytkowej stosowane na przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A, F i przejściach, obsługiwanych z odległości oraz innych posterunkach związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego", PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2016

[7]Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 26 września 2013 roku, Urząd Transportu Kolejowego, 2013

JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W OBWODACH POMOCNICZYCH ELEKTRYCZNYCH ZESPOŁÓW TRAKCYJNYCH

Krzysztof Piłka, Jerzy Wojciechowski

Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,

Wydział Transportu i Elektrotechniki

Dynamiczny rozwój transportu kolejowego skutkuje w ruchu pasażerskim nie tylko skróceniem czasu samego przejazdu, ale również wzrostem komfortu podróży. Pojazdy wyposażone w klimatyzację przestrzeni pasażerskiej stały się standardem. Coraz trudniej spotkać elektryczne zespoły trakcyjne z toaletami w obiegu otwartym lub z ogrzewaniem zasilanym wysokim napięciem. Zwiększenie liczby odbiorników zasilanych niskim napięciem spowodowało konieczność stosowania przetwornic o coraz większej mocy. Dzięki dobrze rozwiniętej energoelektronice wykonanie przetwornicy statycznej o mocy kilkudziesięciu kW, przy zachowaniu stosunkowo małych jej gabarytów nie stanowi obecnie żadnego problemu.

Przetwornice statyczne pomimo wielu zalet stwarzają również problemy, których nie powinno się pomijać w dyskusjach o rozwoju transportu szynowego. Problemy te odnoszą się między innymi do jakości energii elektrycznej przez nie wytwarzanej. Odkształcenie napięcia zauważalne jest szczególnie w obwodach prądu przemiennego. Stosowane w pojazdach trakcyjnych przetwornice statyczne posiadają źródło napięcia trójfazowego 3x400V, służące do zasilania między innymi: sprężarek, klimatyzatorów, wentylatorów oraz ogrzewania. O ile dla pracy odbiorników rezystancyjnych kształt napięcia nie jest kluczowy, o tyle dla pracy np. silników jest on bardzo ważny. Z tego powodu autorzy artykułu chcieliby zwrócić uwagę na zaburzenia, zaobserwowane podczas rejestracji napięcia w zmodernizowanych elektrycznych zespołach trakcyjnych.

Producenci przetwornic, podając parametry oferowanych urządzeń deklarują, że na wyjściu 3x400V napięcie ma przebieg sinusoidalny. Wykonane przez autorów pomiary pokazują jednak, że rzeczywistość nie jest tak idealna. W celu zobrazowania problemu przeprowadzona została rejestracja parametrów zasilania elektrycznego zespołu trakcyjnego serii EN57AKM. Miejscem podłączenia rejestratora były zaciski w rozdzielnicy niskiego napięcia, w wagonie silnikowym. Miejsce to zostało wybrane jako punkt przyłączenia zasilania z przetwornicy do rozdzielnic pojazdu. Rozdzielnice w wagonach rozrządczych zasilane są z rozdzielnicy w wagonie silnikowym.

Mówiąc o jakości energii elektrycznej mamy na myśli zachowanie następujących parametrów, w określonych granicach tolerancji:

- wartość skuteczna napięcia,
- częstotliwość,
- wolne zmiany napięcia,
- szybkie zmiany napięcia,
- odkształcenia krzywej napięcia.

Wartość skuteczna napięcia

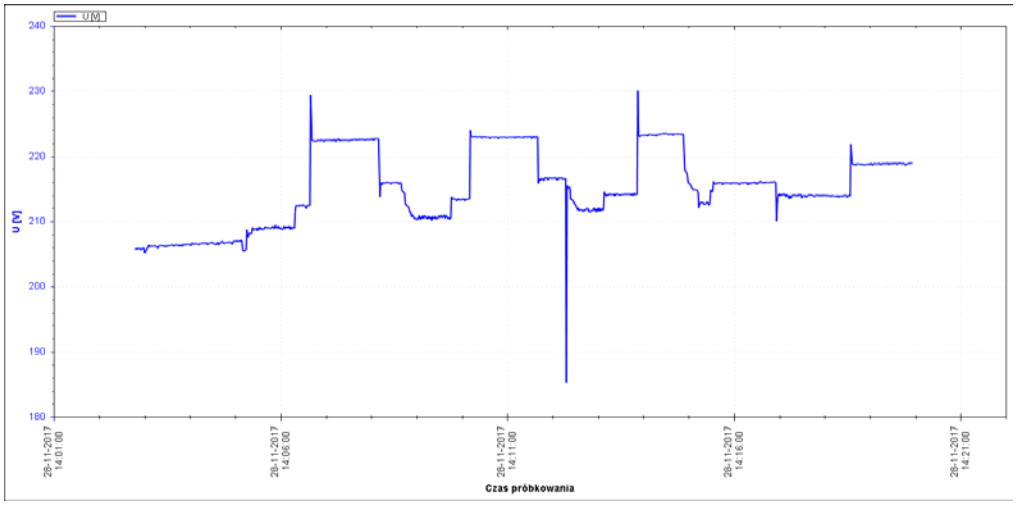
W przypadku parametrów niskiego napięcia w pojazdach kolejowych dopuszczalne wahania zostały określone w normie PN-EN 50155, która wskazuje, że wartość skuteczna napięcia wytworzonego przez przetwornicę statyczną powinna zawierać się w granicach od 0,9 do 1,1 Un. Znamionowa wartość skuteczna napięcia w polskim systemie elektroenergetycznym, dla sieci trójfazowych wynosi 400V (napięcie międzyfazowe) oraz 230V (napięcie fazowe). Wynika z tego, że w pojeździe trakcyjnym napięcie międzyfazowe powinno zawierać się w przedziale od 360V do 440V oraz napięcie fazowe nie powinno przekraczać granicy od 207V do 253V. Wymóg ten jest tak podstawowy i oczywisty, że jego weryfikacja może wydawać się tylko formalnością. Rysunek 1 przedstawia przebieg zmian wartości napięcia fazowego podczas pracy elektrycznego zespołu trakcyjnego EN57AKM. Widać, że w początkowej fazie rejestracji napięcie obniżone jest poniżej wartości $0{,}9U_n$, a stan ten utrzymał się przez 2 minuty i 13 sekund. Tak długi zapad napięcia może powodować zaburzenia w pracy urządzeń. W przypadku odbiorników rezystancyjnych sytuacja taka powoduje znaczne zmniejszenie ich mocy, co wynika z zależności:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Jak widać zmiana mocy urządzenia w funkcji przyłożonego napięcia jest funkcją kwadratową. Dlatego, nawet nieduże wahania napięcia mogą powodować duże zmiany mocy urządzeń.

Wahania napięcia wywierają również duży wpływ na samą pracę silników. Na rysunku 2 przedstawiono charakterystyki momentu asynchronicznego silnika klatkowego przy zasilaniu napięciem znamionowy oraz obniżonym. Podczas pracy silnika zasilanego napięciem niższym od znamionowego cała charakterystyka jest przesunięta, a jego moment począwszy od rozruchu jest mniejszy. W takiej sytuacji, chcąc zachować prawidłową pracę urządzeń, może okazać się

konieczne zastosowanie silnika o większej mocy, który zapewni dostatecznie duży moment również przy obniżonym napięciu. Jednak stosując przewymiarowane silniki należy pamiętać, że najmniej mocy biernej wytwarza silnik obciążony znamionowo.

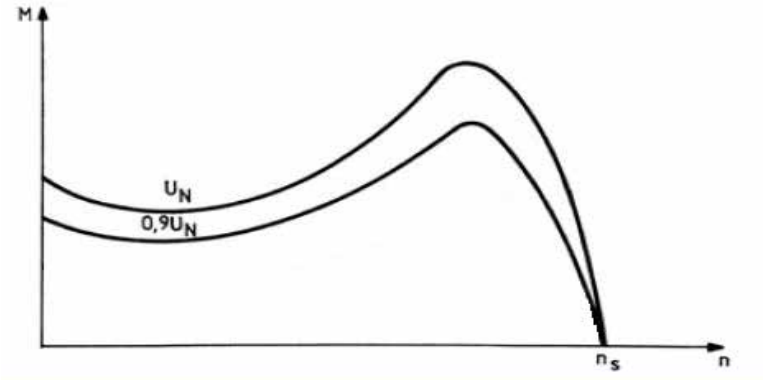


Rys. 2. Przebieg zmian napięcia (wartość RMS) podczas pracy EZT serii EN57AKM

Na przedstawionym przebiegu widać również wahania napięcia niewykraczające poza dopuszczalną tolerancję, ale ich powtarzalność wskazuje na uzależnienie od pracy odbiornika załączanego w pewnych odstępach czasu, np. sprężarki głównej. W opracowaniu nr 66 z 2012 r. Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej opisano wpływ wahań napięcia na pracę silników. Eksperymentalnie potwierdzono, że silnik pracujący w takich warunkach osiągał wyższą temperaturę niż podczas pracy przy zasilaniu napięciem o stałej wartości. Mając świadomość intensywnej eksploatacji maszyn w pojazdach kolejowych należy wskazać na możliwość znaczącego przyspieszenia starzenia się cieplnego izolacji.

Przyczyną obserwowanego zjawiska może być zbyt duża impedancja wyjścia przetwornicy lub zbyt duża impedancja połączeń między przetwornicą a miejscem pomiaru. O ile na warunek pierwszy użytkownik nie ma wpływu to stan połączeń w dużym stopniu zależy od sposobu utrzymania pojazdu. Niestety przewoźnicy podczas przeglądów nie wykonują pomiarów obwodów nN, a ewentualne pogorszenie stanu połączeń stwierdzane jest dopiero po ich zniszczeniu.

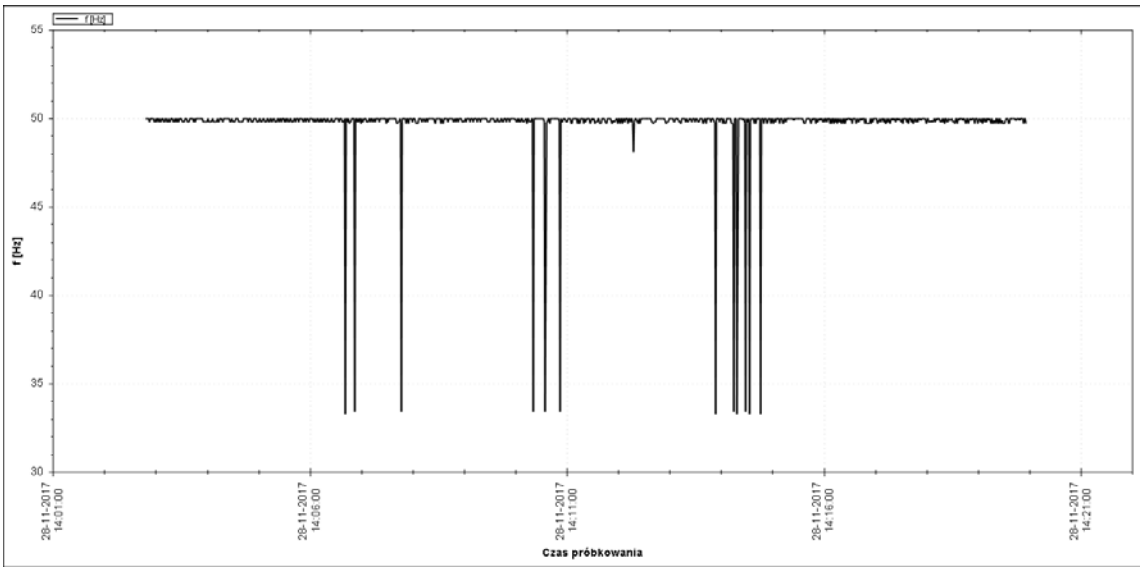
Rozwiązaniem problemu obniżenia napięcia poniżej wartości $0{,}9U_n$ (widocznego na powyższym przebiegu) mogłoby być podwyższenie napięcia na wyjściu 3x400V o 2,5%. Wtedy cała charakterystyka zbliżyła by się do wartości górnej tolerancji, ale w żadnym miejscu nie przekroczyła by dolnej.



Rys. 3. Charakterystyka momentu obrotowego silnika asynchronicznego

Częstotliwość

Nie mniej istotnym parametrem związanym z jakością energii elektrycznej jest częstotliwość napięcia. Norma PN-EN 50155 nie określa dopuszczalnych wahań częstotliwości, ale nie zmienia to wpływu na pracę urządzeń zamontowanych w pojeździe. Prawdopodobnie w przytoczonej normie nie mówi się o zmianach częstotliwości z uwagi na indywidualny sposób pracy każdego pojazdu. Źródła napięcia montowane w pojazdach kolejowych nie są włączane do krajowego systemu elektroenergetycznego. Nie stosuje się nawet przenoszenia pomiędzy pojazdami jadącymi w trakcji ukrotnionej napięcia 3x400V. W związku z tym każdy pojazd może być traktowany jako indywidualny, całkowicie niezależny system. Należy jednak pamiętać, że chociaż zmiany częstotliwości nie spowodują skutków poza pojazdem, w którym wystąpiły, to jednak oddziaływają na odbiorniki w nim zamontowane. Rysunek 3 przedstawia przebieg zmian częstotliwości podczas pracy elektrycznego zespołu trakcyjnego EN57AKM. Zauważyć można, że częstotliwość napięcia cały czas waha się w granicach tolerancji +/- 1% wartości znamionowej, co nie powinno zaburzyć pracy urządzeń. Bardziej istotne są obniżenia częstotliwości do wartości poniżej 35Hz. Takie zmiany powodują zaburzenia w układach napędowych, polegające na gwałtownych zmianach prędkości wirowania silników. Skutkiem zarejestrowanych zjawisk jest przyspieszone zużywanie się elementów mechanicznych, szczególnie połączeń mechanicznych do przenoszenia napędu.



Rys. 4. Przebieg zmian częstotliwości napięcia 3x400V w EZT serii EN57AKM

Wolne i szybkie zmiany napięcia

Mówiąc o zmianach wartości napięcia znamionowego należy uwzględnić czas ich trwania. W normie PN-EN 50155 wskazane są wahania, których czas nie przekracza 1 s, a wartość napięcia mieści się w zakresie od 0,7 do 1,25 Un, jako niepowodujące zakłóceń w pracy urządzeń. Wskazany przedział dopuszcza zmianę napięcia w przedziale od 280V do 500V dla napięcia międzyfazowego oraz od 161V do 287,5V dla napięcia fazowego. Przebieg przedstawiony na rysunku 1 zawiera jeden zapad napięcia do wartości 185V, którego czas nie przekroczył 1s. Jego wystąpienie związane było z załączeniem odbiornika, który w znacznym stopniu obciążył przetwornicę. Widać, że po wystąpieniu wskazanego zaburzenia wartość napięcia nie powróciła do znamionowej lecz utrzymywała się na obniżonym poziomie.

Wskazana norma uwzględnia możliwość wystąpienia zmian napięcia trwających nie dłużej niż 100 ms, podczas których napięcie mieści się w zakresie od 0,6 do 1,4 Un. Odpowiada to zmianom w przedziale od 240V do 560V w przypadku napięcia międzyfazowego, oraz od 138V do 322V w przypadku napięcia fazowego. W tym przypadku urządzenie nie powinno ulec uszkodzeniu, ale nie wymaga się utrzymania jego prawidłowej pracy.

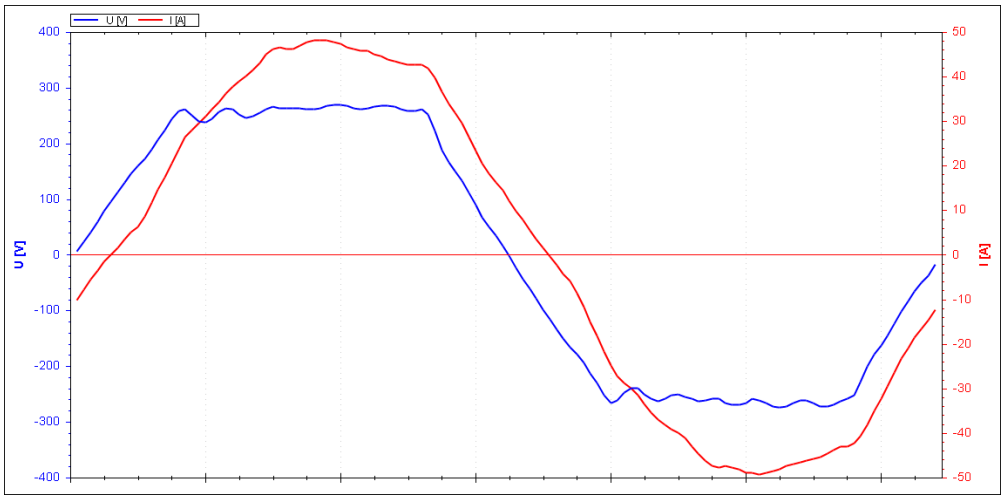
Niestety nie określono powtarzalności opisanych zjawisk w założonym przedziale czasu. Pozostawia to dużą dowolność dla producentów przetwornic. Możemy sobie wyobrazić pracę przetwornicy statycznej, która będzie wytwarzać przepięcia o wartości dochodzącej do 1,25Un, powtarzające się w odstępach dwóch sekund. Praca taka będzie zgodna z normą, jeżeli pojedyncze przepięcie nie będzie trwało dłużej niż 1 s. Taki sposób zasilania odbiorników może nie spowoduje ich uszkodzenia, ale z pewnością zaburzy ich pracę. Źródła światła mogą wytwarzać zmienny strumień światła, moc wydzielona w elementach rezystancyjnych wzrośnie,

a w silnikach zasilanych napięciem z harmoniczną o częstotliwości 0,5 Hz mogą wystąpić niepożądane zjawiska akustyczne oraz nadmierne nagrzewanie się uzwojeń stojana. Dobrze, że w badanym pojeździe zjawisko takie nie wystąpiło, ale jest ono możliwe dlatego nie powinno się go omijać w opisach wymagań dotyczących zasilania obwodów pomocniczych pojazdów kolejowych.

Odkształcenia krzywej napięcia

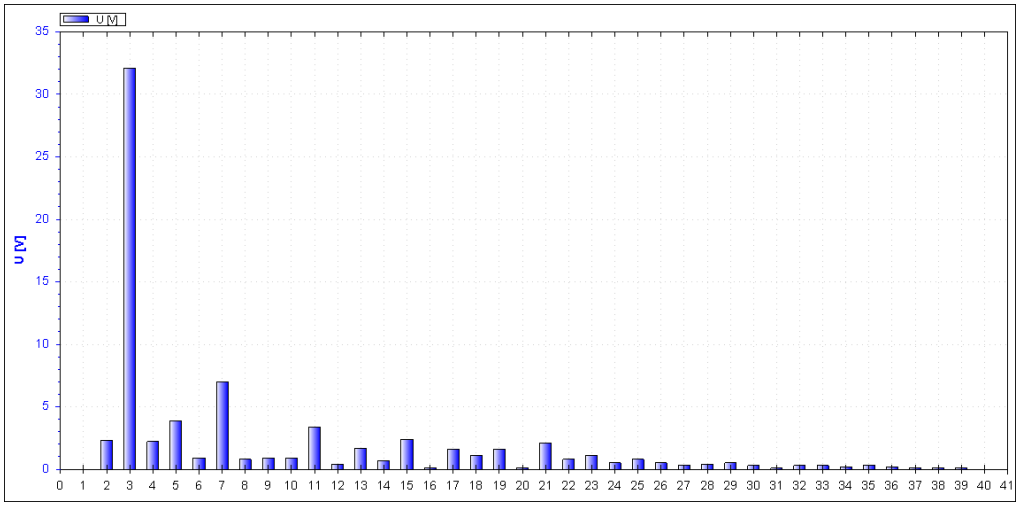
Idealną sytuacją byłoby wytworzenie napięcia o przebiegu sinusoidalnym, jednak podczas pomiarów można było się przekonać, że zamiast pożądanego kształtu przetwornica wytwarza napięcie znacznie odkształcone. Rysunek 4 przedstawia kształt napięcia oraz prądu podczas pracy ezt serii EN57AKM. Na przedstawionym przebiegu widać, że kształt krzywej napięcia przypomina przebieg trójkątny o ograniczonej wartości maksymalnej. Bardzo istotne jest obniżenie wartości maksymalnej napięcia, która dla przebiegu sinusoidalnego wynosiłaby Um=325,3V, a w przedstawionym przypadku wynosi Um<270V. Obniżenie wartości maksymalnej ma szczególne znaczenie na pracę zasilaczy impulsowych oraz przemienników częstotliwości zasilanych z obwodu 3x400V.

Użytkownik pojazdów na taką sytuację nie ma wpływu, ponieważ napięcie o takim kształcie jest wytwarzane przez przetwornice, ale należy już podczas projektowania pojazdów uwzględnić znaczną zawartość harmonicznych. Rysunek 5 przedstawia zawartość poszczególnych wyższych harmonicznych przebiegu pokazanego na rysunku 4. Obecność trzeciej harmonicznej wskazuje na możliwość znacznego obciążania przewodu neutralnego, dlatego projektując instalacje pojazdów należy uwzględnić przewód neutralny o przekroju nie mniejszym niż przewody fazowe. Kwestię obciążenia przewodów dobrze opisano w normie DIN VDE 0298-4:2016-6 *„Zastosowania kabli i przewodów w instalacjach elektroenergetycznych – Część 4: Zalecana obciążalność prądowa dla kabli osłoniętych i nieosłoniętych do stałych przewodów w budynkach i wokół nich oraz dla elastycznych kabli i przewodów”*. Norma przewidziana jest dla kabli oraz przewodów energetycznych, jednak w Polskich Normach związanych z kolejnictwem nie opisano sposobu doboru przewodów oraz zabezpieczeń z uwzględnieniem wyższych harmonicznych. Wskazana norma podaje współczynniki korekcyjne pozwalające na właściwy dobór przewodów oraz aparatów.



Rys. 5. Krzywa napięcia oraz prądu w EZT serii EN57AKM

W elektrycznym zespole trakcyjnym, będącym przedmiotem badań elementy grzewcze urządzeń ogrzewania przestrzeni pasażerskiej zasilane są z obwodów wysokiego napięcia. Dlatego dominującym obciążeniem przetwornicy statycznej są silniki, zwłaszcza sprężarki głównej oraz klimatyzacji. Znaczna wartość siódmej harmonicznej może świadczyć o budowie silników posiadających siedem żłóbków na każdy biegun. Chociaż wartość siódmej harmonicznej jest znacznie mniejsza niż trzeciej, jej obecność jest zauważalna, a skutki odczuwalne.



Rys. 6. Widmo składowych harmonicznych napięcia fazowego w EZT serii EN57AKM

Skutkiem tak dużej zawartości harmonicznych przy zasilaniu silników jest ich nagrzewanie się do wyższych temperatur niż podczas pracy z zasilaniem sinusoidalnym. W efekcie pracy w wyższych temperaturach w maszynach szybciej następuje proces temperaturowego starzenia izolacji, dlatego ograniczenie zawartości wyższych harmonicznych ma duże znaczenie na wydłużenie czasu eksploatacji maszyn zamontowanych w pojazdach trakcyjnych.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów możemy zauważyć, że jakość energii elektrycznej w pojazdach kolejowych jest dużym problemem, w istotny sposób wpływającym na czas eksploatacji urządzeń. Producenci przetwornic statycznych podczas projektowania korzystają z przepisów kolejowych, a te nie określają w pełni parametrów jakościowych. Dążąc do osiągnięcia niezawodnej pracy taboru kolejowego należy dążyć do poprawy warunków zasilania obwodów pomocniczych poprzez ograniczenie wahań napięcia oraz zawartości wyższych harmonicznych. Jest to duże wyzwanie dla producentów przekształtników ale obserwując kierunek rozwoju można stwierdzić, że jest to problem, z którym trzeba będzie się zmierzyć. Dlatego już teraz, pracując nad nowymi projektami warto rozważyć możliwość ograniczenia wahań napięcia oraz odkształcenia jego krzywej.

Bibliografia

1. PN-EN 50155:2018 *Zastosowania Kolejowe – Tabor – Wyposażenie elektroniczne.*
2. PN-EN 50160:2010 *Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych.*
3. DIN VDE 0298-4:2016-6 *Zastosowania kabli i przewodów w instalacjach elektroenergetycznych – Część 4: Zalecana obciążalność prądowa dla kabli osłoniętych i nieosłoniętych do stałych przewodów w budynkach i wokół nich oraz dla elastycznych kabli i przewodów.*
4. Piotr Gnaciński, Marcin Pepliński: *Wpływ wahań napięcia na obciążenia cieplne silnika indukcyjnego – badania wstępne.* Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej.
5. Edward Musiał: *Ocena jakości energii elektrycznej w sieciach przemysłowych.* Automatyka – Elektryka – Zakłócenia Nr 1.
6. Włodzimierz Moroz: *Maszyny elektryczne.* Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego, Wydanie XV.
7. L. Gruza, S. Manczyk, A. Nowak, Z. Nowak: *Poradnik montera elektryka.* Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2007.
8. J. Arendarska, M. Dąbrowski: *Poradnik inżyniera elektryka Tom 2.* Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 2007.

WPŁYW MINIONEJ PERSPEKTYWY UE 2007-2013 W FINANSOWANIU BRANŻY KOLEJOWEJ NA TERAŹNIEJSZOŚĆ

inż. Szymon Pogoda, inż. Agata Kmak, inż. Iwona Szczurek
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

1. Wstęp

Jednym z najbardziej efektywnych oraz przyjaznych środowisku środków transportu jest transport kolejowy. Duże możliwości przewozowe osób i towarów, niska emisja zanieczyszczeń, niewielkie potrzeby terenowe to tylko kilka zalet transportu kolejowego. W każdym państwie rozwój kolei oraz związane z nią inwestycje znacząco oddziałują na społeczeństwo i gospodarkę, gdyż napędzają kilkadziesiąt różnych jej sektorów - automatykę, elektrykę, hutnictwo, usługi budowlane czy wiele innych. Biorąc pod uwagę ostatnie lata można zaobserwować ogromne osiągnięcia rozwojowe jakie nastąpiły w Polsce w zakresie odnowy taboru oraz infrastruktury kolejowej. Zadania, które zostały zrealizowane to między innymi: poprawa stanu technicznego linii kolejowych; budowa skrzyżowań dwupoziomowych (bezkolizyjnych); zakup nowoczesnego taboru oraz gruntowna modernizacja taboru będącego dotychczas w użytku; rozrost budowy nowej oraz modernizacja istniejącej infrastruktury dworcowej; wprowadzanie w życie nowoczesnych systemów, dzięki którym sieć nabiera charakteru interoperacyjności. Wszystkie te działania są możliwe dzięki środkom pochodzących z budżetu państwa, Funduszu Kolejowego, obligacji, środków własnych PKP PLK S.A. jak i tym pozyskanym z UE w ramach perspektyw finansowych [1] [2].

Od momentu wstąpienia Polski od Unii Europejskiej, czyli od 2004 roku, jest ona jednym z państw czerpiących wiele korzyści z tego tytułu. Benefity jakie można wyróżnić to między innymi pomoc w ramach perspektyw finansowych, która daje możliwość rozwoju Polski, dzięki czemu przepaść rozwojowa wobec innych państw UE została zmniejszona. Otrzymane zasoby rozdzielone zostają w oparciu o krajowe i regionalne programy operacyjne - część z nich przeznaczona jest na rozwój transportu w tym transportu kolejowego. W latach 2007-2013 Polska otrzymała do wykorzystania 101,5 mld euro z czego 68 mld euro na politykę spójności; Kwota, która przypadła na rozwój kolei to z przyznanych początkowo 4,9 mld euro wydano 4,1 mld euro. Środki te rozdzielono następująco: 81 % z nich przeznaczono na linie kolejowe, a pozostałe 19% na tabor (zostały zakupione takie składy jak Dart, Flirt i Pendolino dla PKP Intercity). W sektorze kolei zostały podpisane umowy opiewające na kwotę 30 miliardów złotych. 17 miliardów to dofinansowanie unijne, a wydatki kwalifikowane to 22 miliardy złotych. [3] [4]

Rys. 1. Pesa Dart, Jednostka ED161-004 prezentowana na targach Trako 2015 [5]

Rys.2. FLIRT dla PKP Intercity na targach Trako 2015 [6]

2. Zrealizowane inwestycje

2.1.Modernizacja linii kolejowej nr 9 Warszawa Wschodnia-Gdańsk Główny

W perspektywie finansowej 2007-2013 dla PLK najważniejszy był transport pasażerski. Rewitalizowano szlaki objęte największymi potokami pasażerów między innymi linie nr 9 Warszawa Wschodnia- Gdańsk Główny.

Linia ta ma długość 323,393 km i jest częścią linii E65 przebiegającą prze Gdynie, Warszawę, Katowice, Most Wisła, Zebrzydowice. Elementem czwartego korytarza transportowego który jest podstawowym połączeniem europejskim między Europą Południową a półwyspem skandynawskim. Od 1985r linia jest w całości zelektryfikowana. Przed

modernizacją oficjalnie obowiązywała prędkość 120 km/h, ale z powodu złego stanu torowiska oraz jego geometrii obowiązywały liczne ograniczenia prędkości jazdy pociągów. Prace zostały podzielone na kilka projektów:

- Modernizacja linii kolejowej E 65 na odcinku Warszawa - Gdynia, Etap I (Projekt FS 2004/PL/16/C/PT/006); dokumentacja dla LCS Działdowo, Iława, Malbork, Gdańsk, Gdynia;
- Pomoc techniczna dla przygotowania projektu modernizacji linii kolejowej E 65 na odcinku Warszawa - Działdowo - Gdynia w Polsce (Projekt ISPA/FS 2001/PL/16/P/PA/005); dokumentacja dla LCS Nasielsk i Ciechanów;
- Modernizacja linii kolejowej E 65 na odcinku Warszawa - Gdynia, Etap II (Projekt FS 2005/PL/16/C/PT/001); roboty na LCS Nasielsk i stacja Gdynia;

Głównym celem modernizacji było podniesienie prędkości do 160 km/h dla pociągów pasażerskich, 200 km/h dla składów z wychylnym pudłem oraz 120 km/h dla pociągów towarowych przy nacisku na oś 22,5 t. czego efektem było skrócenie czasu przejazdu oraz podniesienie komfortu podróżowania pasażerów. Dworce i przystanki również zyskały swoje nowe życie zostały zaprojektowane jako nowoczesne, oszczędne, pasywne energetycznie oraz przystosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych i z ograniczoną możliwością do poruszania się. [7]

2.2. Modernizacja linii kolejowej do portu w Gdańsku

Inwestycja realizowana dzięki perspektywie UE 2007-2013, warta 370 312 mln zł, sprawiła, iż sześciokrotnie zwiększyła się przepustowość trasy dzięki czemu transport towarów odbywa się w szybszy i sprawniejszy sposób. Zwiększona została również liczba przejazdów cięższych składów. Prędkość osiągnięta dzięki modernizacji to 100 120-160 km/h. W porównaniu przed rozpoczęciem prac na owej linii pociągi jeździły z dwukrotnie mniejszą prędkością (20-50 km/h). Linia, na której ruch pociągów odbywał się po jednym torze (jeden tor wyłączony był z użytku ze względu na zły stan techniczny), z powrotem zyskała status dwutorowej. Nie bez znaczenia w tej inwestycji było wybudowanie nowego mostu na Martwej Wiśle. Konstrukcja ważąca ponad 2 tysiące ton ma 21 metrów wysokości, a nad wodą zawieszona jest na poziomie 8 metrów. Dwutorowa przeprawa o długości 122 metrów sprawiła, iż przepustowość z 30 pociągów dziennie wzrosła do 180. Wzniesiono również dwie nowe nastawnie, na których zamontowano nowatorskie urządzenia sterowania ruchem kolejowym, a także 3 wiadukty, (których przyczółki wykonano w większej odległości niż to można było zaobserwować w przypadku rozebranych obiektów, dzięki czemu pod linią kolejową

przeprowadzono szeroki chodnik i ścieżkę rowerową): dwa dwutorowe (przy ulicy Siennej i Wosia Budzysza) i jeden jednotorowy (na Lenartowicza). Ich koszt wyniósł łącznie 12,5 mln zł. Przejazdy kolejowe zyskały nową nawierzchnię, oprócz tego wymieniono lub naprawiono rogatki. Na plus polepszyła się także widoczność. Na niektórych odcinkach (Olszynce i Rudnikach) zamontowano kilkusetmetrowe ekrany akustyczne, dzięki czemu zredukowany został hałas. Dwuprzęsłowy kratowy most ze stali nad Motławą (powstały w latach 70.) poddany został renowacji, dzięki czemu posłuży kolejarzom kolejne lata. Podsumowując prace modernizacyjne objęły m.in. budowę ponad 30 km nowych torów, montaż 42 nowych rozjazdów, budowę 5 wiaduktów i mostów.[8]

2.3.Budowa linii kolejowej pod terminal lotniczy w Balicach

W ramach perspektywy kolejowej na lata 2007-2013 przebudowano połączenie kolejowe z centrum Krakowa do Balic pociągi elektryczne zastąpiły szynobusy spalinowe, które jeżdżą trasą z prędkością 80 km/h czyli dwa razy szybciej. Dojazd do portu lotniczego trwa 18 minut. Jeden tor zastąpiły dwa, linia została zelektryfikowana. W ramach inwestycji wzniesiono trzy nowe przystanki: Kraków Olszanica, Kraków Zakliki, Kraków Młynówka które ułatwiają mieszkańcom komunikację w aglomeracji Szybką Koleją Aglomeracyjną. Przystanek końcowy został przeniesiony bliżej terminalu lotniska, natomiast przystanek Kraków Łobzów zmodernizowano dzięki czemu pasażerowie przechodzą suchą stopą od przyjazdu do Balic aż do samolotu. [9]

Rys. 3. Widok z przystanku Kraków Olszanica w stronę lotniska [9]

2.4.Dworce kolejowe

W 2010 r. PKP S.A. zaczęła realizacji projektów unijnych z listy indywidualnych projektów Programu Infrastruktura i Środowisko. Dworce w Gdyni, Krakowie i Wrocławiu były pierwszymi inwestycjami, których koszty pokryły środki unijne.

2.4.1. Kraków Główny

Projekt Dworca Kraków Główny zawierał budowę podziemnego dworca pod stacją kolejową, który łączy krakowski podziemny tramwaj, dworzec autobusowy, parking dla samochodów oraz dzięki linii kolejowej port lotniczy w Balicach. Całkowita powierzchnia obiektu to około 12 tysięcy metrów kwadratowych z 28 kasami biletowymi. Całość dworca to cztery poziomy dwóch podziemnych i dwóch nadziemnych z pięcioma peronami, które łączy z dworcem dziesięć wind. Obiekt jest całkowicie przystosowany dla osób niewidomych, niepełnosprawnych oraz mających problemy z poruszaniem się. W zakres projektu wchodzą prace wykończeniowe, wyposażeniowe, rozbiórkowe, konstrukcyjne, montaż instalacji sanitarnych , elektrycznych i teletechnicznych (instalacji bezpieczeństwa dworca, systemu nadzorującego BMS, systemu dźwiękowej i wizualnej informacji podróżnych). Na teranie kompleksu 3,5 tysiąca metrów kwadratowych to powierzchnia komercyjna, około 50 lokali, podróżni mogą zaopatrzyć się przed podróżą robiąc podręczne zakupy, korzystać z restauracji lub kawiarni, a także jak to na dworcu kupić bilet. Efektem budowy dworca kolejowego zintegrowanego z miejskim transportem jest podwyższenie standardu usług świadczonych podróżnym oraz zwiększenie bezpieczeństwa na stacjach a także zmniejszenie czasu na zmianę transportu. Całkowita wartość projektu to ponad 130 mln złotych z czego 64 mln pochodzą z dofinansowania. [10]

Rys. 4. Dworzec Kraków Główny [10]

Rys. 5. Dworzec Wrocław Główny [10]

2.4.2. Wrocław Główny

Projekt wrocławskiego dworca głównego zawierał budowę parkingu pod ziemią, przebudowę układu dworca w tym instalacji, przejść podziemnych, parkingu podziemnego, układu i wiat peronowych, tak aby zachować zabytkową architekturę. Całkowita wartość inwestycji to około 361 mln złotych, obiekt został oddany do użytku przed EURO 2012. Prace remontowe zostały prowadzone tak alby zwiększyć sprawność usług świadczonym podróżnym, został wybudowany specjalny pawilon kasowy połączony tunelem z budynkiem dworca oraz peronami, obsługujący pasażerów także na stacji od strony dworca PKS. Architektura wnętrza łączy ze sobą piękno odrestaurowanych detali historycznych z nowoczesnymi elementami wyposażenia, która zachwyca zarówno turystów jak i mieszkańców Wrocławia. Udało się poprawić stan techniczny obiektu, bezpieczeństwo użytkowników, przystosowano obiekt dla osób niepełnosprawnych usuwając bariery architektoniczne. Od strony ulicy Suchej, powstał pawilon południowy, czyli tzw. dworzec nocny, na którego dachu zamontowano kolektory słoneczne służące do ogrzewania wody w budynku. Cały kompleks jet klimatyzowany i wyposażony w windy. Dworzec zachwyca funkcjonalnością i przejrzystością przestrzenną obsługi pasażerów.

2.4.3. Gdynia Główna

To jedna z najważniejszych stacji kolejowych w Trójmieście charakteryzująca się największą przepustowością w Polsce. Przebudowa kompleksu dworcowego miała na celu zwiększanie integralności transportowej w tym mieście. Koncept ten wykazał się niebosiężnym znaczeniem w kwestii organizacji ruchu pasażerskiego oraz jego obsługi. Inwestycja została zakończona w 2012 roku a jej całkowity koszt wyniósł w zaokrągleniu 49 mln złotych, jednocześnie wpłynęła ona na stan techniczny obiektu, zachowując przy tym jego zabytkowe walory historyczne, a także zapewniła najwyższy standard obsługi podróżnych. Warto zwrócić uwagę na to, iż w budynku postarano się o komfort użytkowania przez ludzi niewidomych i z ograniczoną zdolnością poruszania się, poprzez zamontowanie urządzeń ułatwiających orientacje i poruszanie. Zadbano również o bezpieczeństwo stosując innowacyjny system monitorujący.[10]

Rys. 6. Dworzec Gdynia Główna [10]

2.5.Odnowa taboru PKP Intercity S.A. dla relacji Przemyśl – Szczecin

Projekt realizowany przy wykorzystaniu środków unijnych zawierał plany modernizacji 68 wagonów, które mogą osiągać prędkość do 160 km/h przez co czas przejazdu z Przemyśla do Szczecina zmniejszył się o nie całe 4 godziny. W późniejszym czasie udało się wprowadzić 218 wagonów o wysokim standardzie i udogodnieniach dla pasażerów typu: klimatyzacja, gniazdka, toalety z zamkniętym obiegiem. Zmodernizowane wagony są odpowiednie do przewozu osób niepełnosprawnych i do przewozu rowerów. Dzięki realizacji tego projektu połączenia międzyregionalne zostały usprawnione, odczuwalnie poprawił się komfort podróżowania. Wartość inwestycji to około 592 mln złotych.[11]

2.6.Zakup ED250 (Pendolino)

Perspektywa 2017-2013 zaowocowała powiększeniem taboru. W 2011 roku podpisano kontrakt o wartości 2,46 miliardów złotych na zakup 20 pociągów Pendolino. Ich charakterystyczną cechą jest to, że nie maja mechanizm przechyłu nadwozia. Kwota ta również objęła budowę zaplecza technicznego w Warszawie dedykowanego na potrzeby utrzymania taboru kolei dużych prędkości. Zawarta umowa dotyczy też napraw i remontów technicznych w okresie do 17 lat od zakupu. W kwietniu 2014 roku oddano do użytku wyżej wymienione zaplecze techniczne do którego dostarczono tabor. W grudniu tegoż roku Pendolino rozpoczęło kursowanie obsługując relacje łączące Warszawę z Gdynią, Katowicami, Krakowem i Wrocławiem. Składy ED250 rozwijają prędkość do 200km/h. Wprowadzenie tego rodzaju taboru poprawiło komfort jazdy podróżujących oraz zwiększyło się możliwości transportowe między największymi miastami Polski. [12]

3. Podsumowanie

Na przestrzeni lat rola kolei w Polsce uległa transformacji. Do ekspansji tej gałęzi transportu przyczyniły się między innymi programy realizowane ze współpracy ze środków unijnych. Jednym z takich programów, uwzględniający w swoich planach rozwój kolei jest Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2007-2013, którego głównym celem jest poprawa atrakcyjności inwestycyjnej Polski i jej regionów dzięki położeniu nacisku na rozbudowę infrastruktury przy jednoczesnym dbaniu o ochronę stanu środowiska. Wykonanie tego projektu w zakresie rozwoju kolei miało na celu zwiększenie przewozów pasażerskich i towarowych, a także zwielokrotnienie ich atrakcyjności, a docelowo zachęcenie większej ilości pasażerów oraz inwestorów do korzystania z formy jaką oferuje transport kolejowy. Kolej jest nośnikiem wielu innowacyjnych rozwiązań. Jej rozwój sprzyja stymulacji polskiej gospodarki, napędza kilkadziesiąt różnorakich jej obszarów, powoduje wzrost PKB, sprzyja długodystansowemu rozwojowi ekonomicznemu (na wskutek podniesienia kapitału kładzionego na szeroko pojętą rozbudowę i modernizację kolei).

Inwestycje takie jak: modernizacja linii kolejowej nr 9 Warszawa Wschodnia-Gdańsk Główny, modernizacja linii kolejowej do portu w Gdańsku, budowa linii kolejowej pod terminal lotniczy w Balicach, modernizacja dworców kolejowych w Krakowie, we Wrocławiu i w Gdyni to tylko część z działań jakie udało się wykonać w ramach funduszy pochodzących z perspektywy na lata 2007-2013. Wszystkie te realizacje miały na celu poprawienie przepustowości linii, zwiększenie prędkości poruszania się składów poruszających się nimi, budowę nowych lub modernizację obecnych dróg kolejowych i dworców, zwiększenie bezpieczeństwa i komfortu jazdy podróżujących, modernizację i rozwój bocznic kolejowych wspomagających eskalacje przewozów towarowych, modernizację starego i zakup nowego taboru, a także projekty informatyczne i telekomunikacyjne. Takie działania sprawiają, iż transport kolejowy w oczach pasażerów staje się bardziej atrakcyjny. Możliwość szybkiego i wygodnego przemieszczania się, a także wysoki poziom podróżowania zachęca uczestników ruchu drogowego do korzystania właśnie z tego środku transportu, co daje niewymierne korzyści dla środowiska, gospodarki państwowej oraz szeroko pojętej komunikacji.[13]

Bibliografia:

[1]http://www.aleksandermrowczynski.org/assets/Uploads/Rozwoj-kolei-w-Polsce-referat.pdf
[2]http://www.rp.pl/Ekonomia/160939955-Kolej-napedza-gospodarke-i-rozwoj.html
http://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/jest-podsumowanie-czy-kolej-wydala-wszystkie-srodki-unijne-w-poprzedniej-perspektywie-53721.html

[3]Porównanie perspektyw finansowych 2007-2013 i 2014-2020 w Unii Europejskiej na przykładzie Polski - Alicja Patrycja Jaworska http://www.uwm.edu.pl/wne/katedry/kmakro/files/e7_p19.pdf

[4]http://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/jest-podsumowanie-czy-kolej-wydala-wszystkie-srodki-unijne-w-poprzedniej-perspektywie-53721.html

[5]https://pl.wikipedia.org/wiki/Pesa_Dart

[6]https://pl.wikipedia.org/wiki/Stadler_FLIRT

[7]http://siskom.waw.pl/kp-kolej-warszawa-gdynia.htm

[8]http://www.nbi.com.pl/trwa-modernizacja-linii-do-portu-w-gdansku/

[9]https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia_kolejowa_nr_118

[10]http://pkpsa.pl/pkpsa/projekty-finansowane-ze-srodkow-ue/

[11]Lista projektów indywidualnych dla programu operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013

[12]https://pl.wikipedia.org/wiki/Pendolino#Polska

[13]https://www.funduszeeuropejskie.20072013.gov.pl/OrganizacjaFunduszyEuropejskich/Strony/N SS.aspx

WIRTUALNE URUCHOMIENIE JAKO SPOSÓB POPRAWY OPROGRAMOWANIA

Soczyński Krystian, Przyłucki Piotr, Wikar Dawid

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego

Wirtualne uruchomienie polega na realizacji całej infrastruktury systemu automatyki w bezpiecznym, wirtualnym środowisku, umożliwiającym sprawdzenie jego działania pod niemal każdym względem w celu uniknięcia problemów w implementacji projektów automatyki i elektroniki.

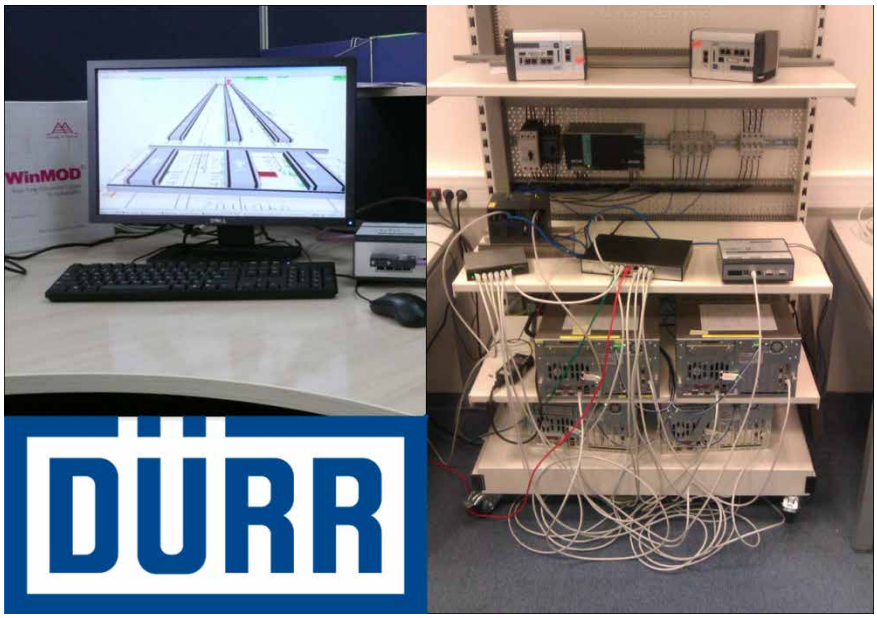
Wirtualna realizacja jest metodą sprawdzenia oprogramowania przed jego fizycznym uruchomieniem jako część projektu optymalizującego proces. Zaawansowane algorytmy hardware oraz software są symulowane w zewnętrznym środowisku wirtualnego uruchomienia, aby zapewnić odpowiednie standardy symulacji pracy PLC.

Zalety wirtualnej symulacji dobitnie przewyższają wartość jej wykonania. Przede wszystkim jest to kontrola prawidłowego funkcjonowania oprogramowania sterowników programowalno-logicznych (PLC). Ważna jest również oszczędność czasu, wynikająca z wyeliminowania potencjalnych błędów, które mogą przysporzyć wiele problemów podczas realizacji projektu u odbiorcy.Wirtualne uruchomienie systemu pozwala na wcześniejsze wyszkolenie osób odpowiedzialnych za obsługę i działanie określonych aparatów, jak również umożliwia sprawdzenie poprawności działania gotowego projektu implikacji przez klienta.

Technologię wirtualnego uruchomienia stosują duże firmy zajmujące się automatyzowaniem linii produkcyjnych. Jednym z liderów w tej branży jest Dürr z placówką w Radomiu, który wykonuje technologię wirtualnego uruchomienia w technice przenośników.

W tego typu przedsięwzięciach odnajduje swoje zastosowanie środowisko wirtualne programu WinMOD SIMLINE (producent MEWES). WinMOD jest zaawansowanym narzędziem służącym do symulacji zautomatyzowanych procesów. Charakteryzuje się szeroką wszechstronnością umożliwiającą połączenie środowisk symulacyjnych z realnym systemem automatyki w czasie rzeczywistym. Program WinMOD pozwala na powiązanie opracowanego programu ze sterownikiem PLC, przez co unikamy potrzeby montażu i zastosowania sprzętu, otrzymując warunki robocze w jednym czasie.

Jednym z wielu zastosowań systemu jest testowanie oprogramowania w trakcie jego tworzenia, jak również unaocznienie pracy sygnałów od maszyn i systemów samosterujących w czasie projektowania i planowania.WinMOD pozwala na przeprowadzenie uruchomienia w postaci mapy wejść i wyjść, poprzez symulację brakujących w rzeczywistości elementów.



Rozwój technologii wymaga coraz dokładniejszych technik tworzenia skomplikowanych struktur systemów wykorzystywanych w przemyśle. W związku z tym, technologia wirtualnego uruchomienia została opracowana priorytetowo, gdy tylko pojawiła się taka możliwość, aby zoptymalizować pracę w coraz bardziej nowoczesnych, a co za tym idzie - bardziej skomplikowanych układach techniki przemysłowej.

Wirtualne uruchomienie stało się standardem i podstawą w tego typu przedsięwzięciach. Dziś nie wyobrażamy sobie kreowania skomplikowanych maszyn przemysłowych z drogich komponentów niemal po omacku, metodą prób i błędów, a opartych na pierwotnym, choćby najlepiej przemyślanym, schemacie. Złożoność dzisiejszych narzędzi i maszyn nie pozwala na kosztowne i liczne komplikacje w procesie ich przygotowywania.

INFRASTRUKTURA I RUCH NA MOSKIEWSKIM WĘŹLE KOLEJOWYM

Sławomir Sikora
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Centralny punkt transportowy Rosji obsługuje największe w Europie, liczące ponad 12 milionów mieszkańców [1.1], miasto - Moskwę. Aglomeracja moskiewska jest w pierwszej dziesiątce największych metropolii świata z liczbą ludności przekraczającą 20 milionów [1.2]. Tę aglomerację obsługuję moskiewski węzeł kolejowy. W skład niego wchodzi dziesięć radialnych linii kolejowych oraz mały i duży pierścień moskiewski. Długość linii kolejowych w granicach miasta to 190 kilometrów [1.3].

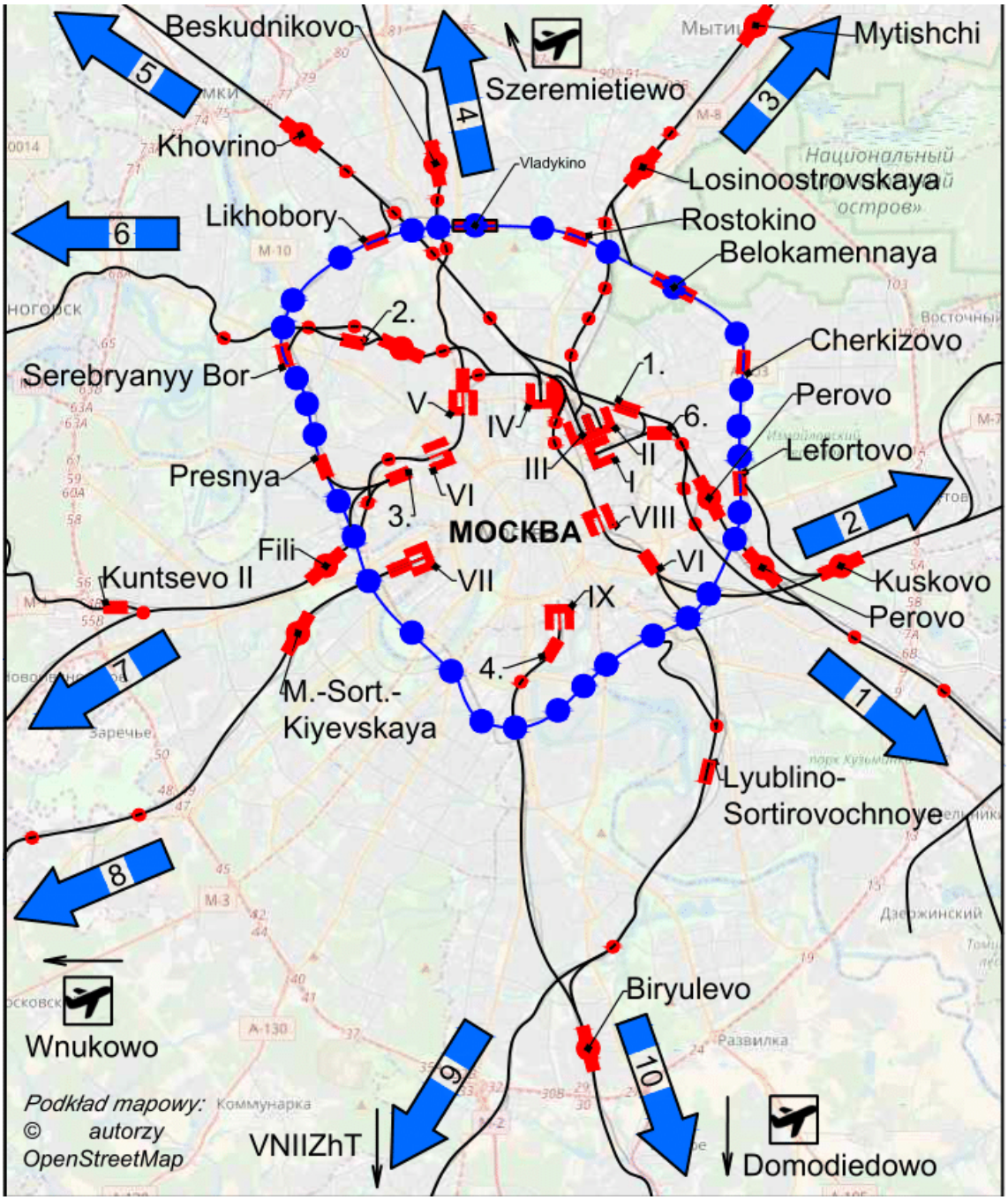
Kolej w Moskwie pojawiła się wraz z budową linii kolejowej Moskwa – Petersburg. Wybudowano ją w 1851r. Wraz z powstaniem kolejnych linii kolejowych z Moskwy do Niżnego Nowogrodu, Jarosławia, Riazania, Kurska i Smoleńska powstał moskiewski węzeł. Jednak ukształtował się on dopiero w 1908 r. kiedy to został oddany dla ruchu towarowego mały moskiewski pierścień. Następnie zaczął kształtować się duży moskiewski pierścień, którego zadaniem jest zmniejszanie potoków ruchu kolejowego w Moskwie [1.4]. Wraz z rozwojem infrastruktury kolejowej wzrasta natężenie ruchu w węźle. Główne wskaźniki moskiewskiego węzła kolejowego pokazujące natężenie ruchu, przedstawiają się następująco [1.5]:

rok	*Towary wywiezione [mln ton/rok]*	*Towary wwiezione [mln ton/rok]*	*Pasażerowie opuszczający węzeł*	
			Ogółem [mln pasażerów/rok]	*komunikacja podmiejska [mln pasażerów/rok]*
2014	4,7	24,9	337	315
2015	4,1	19,6	331	310
2016	4,3	19,2	357	335

Główne wskaźniki moskiewskiego węzła kolejowego. Opracowano na postawie [1.5].

Według prognoz rozwoju moskiewskiego węzła kolejowego liczba pasażerów kolei podmiejskiej z obecnych 500 mln pasażerów rocznie (2018 rok) wzrośnie w 2020 roku do 1,3 miliarda rocznie. [1.3]

Powstające nowe linie kolejowe miały za zadanie połączyć jak największą liczbę miast ze stolicą. Z tego względu stworzono kilkanaście linii radialnych. Większość z nich zakończona jest stacją czołową. Na rysunku przedstawiona jest centralna część węzła moskiewskiego wraz z liniami radialnymi.



Centralna część moskiewskiego węzła kolejowego. Opracowanie własne na podstawie [2.1], [2.2], [2.3]. W załączniku do referatu znajduje się ta sama mapa wraz z legendą.

W poniższej tabeli są przedstawione główne kierunki moskiewskiego węzła wraz z miastami lub regionami które łączy.

Nr na mapie przedstawionej powyżej	Nazwa kierunku	Stacja początkowa	Miasta/regiony do których prowadzi
1	Kierunek kazański	Moskwa – Pasażerska – Kazańska	Wschodnia część obwodu moskiewskiego, Murom, Kazań
1	Kierunek riazański	Moskwa – Pasażerska – Kazańska	Kołomna, Riazań, Tambow, obwody na południowy wschód od Moskwy
2	Kierunek gorkowski	Moskwa – Pasażerska – Kurska	Włodzimierz, Niżni Nowogród
3	Kierunek jarosławski	Moskwa – Pasażerska – Jarosławska	Aleksandrow, Jarosław, Archangielsk, Władywostok, Workuta, obwody na północny wschód od Moskwy
4	Kierunek sawiłowski	Moskwa - Butyrskaja	Kimry, północna część obwodu moskiewskiego – kolej podmiejska
5	Kierunek oktjabyrski	Moskwa – Pasażerska	Petersburg, Murmańsk, Nowogród Wielki, Tallin, Helsinki,
6	Kierunek ryski	Moskwa – Ryska	Wielkie Łuki, Psków, Ryga,
7	Kierunek smoleński	Moskwa – Pasażerska – Smoleńska	Smoleńsk, Mińsk, Warszawa, kraje środkowej i zachodniej Europy
8	Kierunek kijowski	Moskwa – Pasażerska – Kijowska	Briańsk, Kijów, Ukraina
9	Kierunek kurski	Moskwa – Pasażerska – Kurska	Południe Rosji, Kaukaz, Rostów nad Donem, Krym, Kursk,
10	Kierunek pawelecki	Moskwa – Pasażerska – Pawelecka	Wołgograd, Kazachstan, Kaukaz,

Kierunki moskiewskiego węzła kolejowego. Opracowano na podstawie: [2.1], [2.2], [2.3], *[2.4]*, *[2.5]*.

Oprócz linii radialnych ważną rolę w systemie kolejowego transportu stolicy spełnia mały moskiewski pierścień. Na początku istnienia kolei w Moskwie pełnił on ważną funkcję w transporcie towarowym. Wraz z powstaniem Moskiewskiego Centralnego Pierścienia (MŁK) w 2016 r. na linii tej przeważa miejski ruch pasażerski. Powstała kolej miejska jest zintegrowana z metrem i jest oznaczona numerem 14. na mapach moskiewskiego systemu metra [2.6]. Poniższa tabela przedstawia charakterystykę Moskiewskiego Centralnego Pierścienia.

CHARAKTERYSTYKA MOSKIEWSKIEGO CENTRALNEGO PIERŚCIENIA	
Długość pierścienia	54 km
Czas pokonania całej trasy przez pociąg	≈ 80 min
Ilość stacji	31, w tym: wszystkie są węzłami przesiadkowymi, 17 to węzły przesiadkowe z liniami metra, 10 to punkty przesiadkowe z liniami radialnymi moskiewskiego węzła kolejowego
Godziny kursowania	Codziennie, od 5:30 do 1:00
Częstotliwość kursowania	Co 6 minut w godzinach szczytu, Co 11-15 minut w pozostałe godziny
Tabor obsługujący linię	elektryczny zespół trakcyjny Desiro RUS „Łastoczka” produkcji Simens AG Pojemność jednego EZT – 2400 pasażerów, Wariant dla MCK osiąga maksymalną prędkość 120 km/h
Węzły przesiadkowe	Posiadają udogodnienia dla niepełnosprawnych, system „ciepłych” przejść, miejsca parkingowe dla ponad 1500 samochodów, połączenia z systemem transportu naziemnego
Przewidywana ilość pasażerów w 2020 roku	300 mln pasażerów rocznie

Opracowano na podstawie [2.7], [2.8], [2.9].

Zalety wynikające z uruchomienia dla ruchu pasażerskiego Moskiewskiego Centralnego Pierścienia [2.8]:

- skrócenie czasu podróży metrem na niektórych odcinkach z 30 minut do nawet 5 minut,
- rozwój mieszkalnictwa i terenów przeznaczonych do prowadzenia działalności gospodarczej,
- zmniejszenie o 20% obciążenia potokami ruchu metra,
- zmniejszenie o 20%-40% obciążenia potokami ruchu na dworcach kolejowych,
- bezpośrednie połączenie 3300 hektarów parków i miejsc rekreacji, 7 ważniejszych kompleksów sportowych i 20 uczelni wyższych,
- połączenie z systemem metra sześciu nowych osiedli mieszkaniowych z łączną ilością mieszkańców – 500 tysięcy.

Ważną częścią moskiewskiego węzła jest duży moskiewski pierścień (BMO). Budowa dużego pierścienia zaczęła się pod koniec XIX wieku. Pierwszy odcinek był zbudowany między Jegoriewskiem i Woskriesienskiem. Ówczesnym celem budowy tych odcinków linii kolejowej był rozwój przemysłu w tych regionach. Dalsze zapotrzebowanie w usługi transportowe wymagało budowy drogi żelaznej do miasta Oriechowo-Zujewo (położone na wschód od Moskwy). Podczas I wojny światowej powstało zapotrzebowanie na przedłużenie linii na północ do miasta Aleksandrow. Podczas II wojny światowej do celów obronnych połączono takie punkty przyszłego pierścienia jak: Powarowo (na północny-zachód od Moskwy), na południowy - zachód od Moskwy połączono punkty Kubinka i Michniewo. Po wojnie pierścień został zamknięty, zbudowano drugi tor wraz z elektryfikacją i liczne stacje rozrządowe. Na dzień dzisiejszy BMO służy jako obwodnica kolejowa Moskwy. Głównie przeznaczona jest do zmniejszenia potoków ruchu towarowego. Na linii również spotykany jest ruch pociągów dalekobieżnych i podmiejskich. Długość pierścienia wynosi 558 km a odległość od Moskwy to 30-80 km. [2.10]

Moskwa jako duży generator ruchu pasażerskiego posada 9 dużych dworców pasażerskich. Niejednokrotnie ich nazwy są różne od nazw stacji na których się znajdują. Poniższa tabela przedstawia charakterystykę głównych pasażerskich dworców kolejowych Moskwy.

Nazwa dworca	Średnia ilość pasażerów miesięcznie w 2016 r.		Stacje/regiony docelowe pociągów odjeżdżający z dworca	
Nazwa stacji	połączenia dalekobieżne	połączenia podmiejskie	połączenia dalekobieżne	połączenia podmiejskie
Jarosławski dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA – JAROSŁAWSKA	224 000	3 188 000	Ural, Syberia, Rosyjski Daleki Wschód, Władywostok, Chiny, Mongolia	Mityszcze, Friazjewo,
Kurski dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA – KURSKA	308 000	2 598 000	Kursk, Orzeł, Biełgorod, Rostów nad Donem, wybrzeże Morza Czarnego, Północny Kaukaz, Niżny Nowogród	Żeleznodorożnyj, Elektrostal, Włodzimierz
Kazański dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA – KAZAŃSKA	501 000	1 393 000	Rostów nad Donem, wybrzeże Morza Czarnego, Północny Kaukaz,	Lubiercy, Murom, Riazań
Kijowski dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA – KIJOWSKA	137 000	1 290 000	Briańsk, Kijów, Ukraina,	Naro-Fomińsk, Kaługa
Leningradzki dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA	389 000	1 041 000	Petersburg, Murmańsk, Tallin Helsinki	Twer, Klin
Białoruski dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA – SMOLEŃSKA	122 000	982 000	Białoruś, Polska, Europa Środkowa i Zachodnia, Nowosybirsk	Usowo, Borodino, Zwiniegorod
Sawiołowski dworzec MOSKWA – BUTYRSKAJA	0	781 000	Brak	Kimry, Dmitrow
Pawelecki dworzec MOSKWA – PASAŻERSKA – PAWELECKA	133 000	730 000	Wołgograd, Powołże, Kazachstan, Azja Środkowa	Stupino, Uzunowo

Charakterystyka pasażerskich dworców w Moskwie. Sporządzono na podstawie [3.1], [3.2].

W moskiewskim systemie transportowym ważne znaczenie odgrywają porty lotnicze. Moskwa jest połączona czterema lotniskami: Szeremietiewo, Domodiedowo, Wnukowo oraz Ostafiewo. Pierwsze trzy porty obsługiwane są przez przewoźnika Aeroekspress. Firma ta została stworzona w 2005 roku i od tego czasu przewiozła ponad 100 milionów pasażerów. Połączenia uruchamiane przez Aeroekspress są alternatywą dla połączeń samochodowych między innymi dzięki dobremu połączeniu z moskiewskim metrem. Poniższa tabela przedstawia charakterystyki połączeń lotniskowych. [4.1]

Docelowy port lotniczy	Stacja początkowa	Częstotliwość kursowania	Czas jazdy
Domodiedowo	Dworzec pawelecki	co 30 minut	około 45 minut
Szeremietiewo	Dworzec białoruski	co 30 minut	około 35 minut
Wnukowo	Dworzec kijowski	co 60 minut	około 35 minut

Charakterystyka połączeń lotniskowych w Moskwie. Opracowano na podstawie [4.2].

Tabor wykorzystywany przez Aeroekspress to między innymi takie EZT jak. ED4MKM-AERO czy dwupiętrowy Stadler KISS RUS. Firma posiada własną lokomotywownie, w której przeprowadzane są okresowe przeglądy i remonty. Przewoźnik ten jest pierwszym prywatnym przedsiębiorstwem w Rosji obsługującym podmiejski ruch pasażerski. [4.1]

Moskiewski węzeł kolejowy w granicach MKAD (Moskiewskiej Obwodnicy Samochodowej) posiada 44 stacje towarowe. Ze względu na duże przestrzenie zajmowane przez nie, często pojawiają się propozycje, aby przenieść je poza granice miasta. W moskiewskim węźle jest 12 stacji towarowych ogólnego przeznaczenia, 6 stacji rozrządowych i 26 stacji pośrednich (w tym 12 znajdujących się na Moskiewskim Centralnym Pierścieniu – zamknięte dla ruchu towarowego). Ruch towarowy, który odbywał się na stacjach Moskiewskiego Centralnego Pierścienia został częściowo przeniesiony na BMO (duży moskiewski pierścień) a na samym centralnym pierścieniu, dla zachowania ruchu towarowego na fragmencie linii, został zbudowany trzeci tor główny. [5.1]

Najważniejsze stacje towarowe moskiewskiego węzła to: Moskwa II – Mit'kovo, Podmoskownaja, Moskwa – Butyrska, Kuncewo – II, Moskwa – Towarowa Smoleńska, Moskwa – Towarowa Kijowska, Moskwa – Towarowa Pawelecka, Moskwa – Towarowa Kurska, Moskwa – Towarowa Riazańska, Moskwa – Towarowa Jarosławska, Moskwa – Towarowa. Jedną z bardziej wydajnych stacji towarową w Moskwie jest Moskwa – Towarowa Pawelecka, która obsługuje średnio 5 000 kontenerów na dobę. [5.1], [5.2]

Ze względu na rozwój miasta, między innymi wprowadzenie ruchu pasażerskiego na Moskiewskim Centralnym Pierścieniu, konieczna jest likwidacja stacji towarowych

znajdujących się w granicach miasta i umiejscowienie ich w sąsiedztwie BMO. Szczególnym problemem są stacje rozrządowe, których powierzchnie są największe ze wszystkich rodzajów stacji towarowych. [5.1]

Na kolej aglomeracyjną w moskiewskim węźle składa się Moskiewski Centralny Pierścień obsługiwany przez spółkę MKŻD (Московская Кольцевая Железная Дорога), połączenia lotniskowe obsługiwane przez Aeroekspress, oraz spółki obsługujące typowy ruch podmiejski CPPK (Центральная Пригородная Пассажирская Компания) i M-TPPK (Московско-Тверская Пригородная Пассажирская Компания).

CPPK czyli Centralna Podmiejska Spółka Pasażerska zaczęła funkcjonować w 2006 roku. Od tego czasu przejęła większość ruchu podmiejskiego na radialnych liniach kolejowych moskiewskiego węzła. Spółka swoją działalnością obsługuje też ruch poza granicami obwodu moskiewskiego. Przewoźnik ten odpowiada za obsługę 91,4% przewozów w relacjach podmiejskich moskiewskiego węzła kolejowego. Każdego dnia spółka obsługuje 1,6 mln pasażerów, z czego 97,9% to ruch obsługiwany w Moskwie. Spółka swym zasięgiem w moskiewskim węźle obejmuje 1440 przystanków i stacji pasażerskich. W ciągu doby pociągi tego przewoźnika wykonują 2550 kursów. Tabor, który jest wykorzystywany, to między innymi: ED4M, ED4MKu, EP2D. [6.1]

M-TPPK czyli Moskiewsko-Twerska Podmiejska Spółka Pasażerska. W moskiewskim węźle obsługuje ruch na kierunku oktjabyrskim, czyli w kierunku Tweru (linia kolejowa prowadząca do Petersburga). [6.2]

Moskiewski węzeł kolejowy cały czas się rozwija. Najlepszym tego przykładem jest omówiony wcześniej Moskiewski Centralny Pierścień. Planowane inwestycje przeprowadzane w węźle to głównie budowa nowych torów głównych w celu zwiększenia przepustowości linii kolejowych. Również myśli się o budowie dodatkowych torów na liniach prowadzących do portów lotniczych. [7.1], [7.2]

Problemem moskiewskiego węzła jest duża ilość stacji czołowych. Stacje te mają dużą wadę – zmniejszona przepustowość i utrudniona obsługa składów kończących bieg. W moskiewskim węźle jest to jeden z bardziej zauważalnych problemów. Pasażer planując podróż przez centrum miasta często musi korzystać z metra, aby dostać się na kolejny na trasie przejazdu dworzec czołowy. Aby zlikwidować ten problem władze Moskwy mają zamiar połączyć kierunki radialne moskiewskiego węzła. Połączenia te mają być stworzone na bazie istniejących linii kolejowych. Dzięki temu problem z przesiadkami zostanie rozwiązany. W chwili obecnej kierunki które są połączone to: smoleński – ryski – kurski i smoleński – sawiłowski. W planach jest połączenie wszystkich dziesięciu kierunków radialnych. W związku

ze stworzeniem tych połączeń, węzeł moskiewski może się wzbogacić o dwa nowe dworce na przystankach kolejowych Caricyno i Kałanczewskaja. [7.3]

Połączenie kierunku sawiłowskiego i smoleńskieg (linia nr 1: Odincowo - Łobnia) da możliwość [7.3]:

- zmniejszenia obciążenia potokami ruchu metra o 10-16%,
- zmniejszenie potoków ruchu na centralnych dworcach o 25%,
- zmniejszenie potoków ruchu na drogach o 5%.

Na linii nr 1 mają być eksploatowane EZT „Iwołga" produkcji rosyjskiej.

Linia nr 2 to połączenie kierunku kurskiego i ryskiego (Podolsk – Nachobino). Dzięki niej na 9% można zmniejszyć potoki ruchu w metrze a na dworcach kolejowych spadek natężenia ruchu przewidziany jest na 30-35%. [7.3]

W sumie linii łączących kierunki radialne ma być dziewięć. Oznaczone jakie mają przyjąć to „MDC1", „MDC2" … . Dzięki temu rozwiązaniu czas przejazdu przez centrum miasta ma skrócić się dwukrotnie. [7.4]

Moskiewski węzeł kolejowy wraz z miastem cały czas się rozwijają. Konieczność inwestowania w ten ogromny system transportowy jest niezbędna. Wzrastająca liczba ludności miasta powoduje, że ten organizm miejski rozwija się w taki sposób, iż bez umiejętnego gospodarowania zasobami, jakie posiada miasto, można doprowadzić do zatrzymania rozwoju stolicy. Wraz z rozwojem państw wschodniej Azji i powstaniem nowego jedwabnego szlaku, węzeł moskiewski zyskuje coraz większe znaczenie w transporcie towarów do Europy środkowej i zachodniej.

Źródła:

[1.1] Численность постоянного населения г. Москвы / Liczba stałej ludności zamieszkującej miasto Moskwa. http://moscow.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/moscow/ru/statistics/population/ (dostęp 11-05-2016),

[1.2] https://www.mos.ru/mayor/themes/16299/3891050/ (dostęp 11-05-2016),

[1.3] https://stroi.mos.ru/mkzhd/moskovskii-zhielieznodorozhnyi-uziel (dostęp 11-05-2016),

[1.4]http://mzd.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=2&layer_id=3290&refererLayerId=3290&id=119 (dostęp 11-05-2016),

[1.5]http://moscow.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/moscow/ru/statistics/enterprises/transport/ (dostęp 11-05-2016),

[2.1]https://stroi.mos.ru/uploads/user_files/files/aip/MZD02.pdf (dostęp 11-05-2016),

[2.2]https://investmoscow.ru/investment/a-place-to-live/transport-infrastructure/ (dostęp 11-05-2016),

[2.3]http://mzd.rzd.ru/dbmm/download?vp=27&load=y&col_id=121&id=14493 (dostęp 11-05-2016),

[2.4]http://puls-msk.ru/vokzaly-moskvy/ (dostęp 12-05-2016),

[2.5]http://urban.plandex.ru/transportnaya-sistema-moskvy-i-moskovskoj-oblasti (dostęp 11-05-2016),

[2.6]http://www.mosmetro.ru/metro-map/ (dostęp 11-05-2016),

[2.7]http://mkzd.ru/about/facts/ (dostęp 11-05-2016),

[2.8]https://www.youtube.com/watch?v=si0CGSRhI2w (dostęp 11-05-2016),

[2.9]http://pass.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5349 (dostęp 11-05-2016),

[2.10]http:// наэлектричках.рф/bolshoekolco (dostęp 12-05-2016),

[3.1]http://www.zd-media.ru/statistika/stations.htm (dostęp 12-05-2016),

[3.2]http://puls-msk.ru/vokzaly-moskvy/ (dostęp 12-05-2016),

[4.1]https://aeroexpress.ru/aero/company.html (dostęp 12-05-2016),

[4.2]https://aeroexpress.ru/aero/toMoscow.html (dostęp 12-05-2016),

[5.1]https://ardexpert.ru/article/5597 (dostęp 15-05-2016),

[5.2]http://cargo.rzd.ru/cargostation/public/ru?STRUCTURE_ID=5101&layer_id=4821&name=%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0&code=&region_name=%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0&commerc_oper_id=&join_type_id=&action=filtr&x=0&y=0&page4821_2705=1 (dostęp 15-05-2016),

[6.1]http://www.central-ppk.ru/new/company/about/ (dostęp 16-05-2016),

[6.2]http://mtppk.ru/scheme.html (dostęp 16-05-2016),

[7.1]https://stroi.mos.ru/mkzhd/moskovskii-zhielieznodorozhnyi-uziel (dostęp 16-05-2016),

[7.2]https://stroi.mos.ru/razvitie-uds/razvitie-mzd (dostęp 16-05-2016),

[7.3]https://stroi.mos.ru/moskovskiie-tsientral-nyie-diamietry-stroi_mos (dostęp 17-05-2016),

[7.4]https://stroi.mos.ru/uploads/media/main_image/0001/69/a0f7cfb5a4e8a23bb7ea5a98b6f2d4484b6e75e9.pdf (dostęp 17-05-2016).

KONKURENCYJNOŚĆ TRANSPORTU KOLEJOWEGO WZGLĘDEM TRANPORTU INDYWIDUALNEGO NA PRZYKŁADZIE ODCINKA KOBIÓR-PSZCZYNA

Katarzyna Gawlak

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

Wstęp

Konkurencyjność jest właściwością (cechą), która mówi o zdolności firm, sektorów, regionów do sprostania konkurencji, a tym samym do zwiększenia udziału w rynkach oraz uzyskania wysokiej stopy zwrotu w związku z prowadzoną działalnością[14].

Konkurencyjność może być rozpatrywana w dwojaki sposób. Po pierwsze mówi się o konkurencyjności czynnikowej, przez którą rozumie się długofalową zdolność do sprostania konkurencji. Zewnętrznym przejawem konkurencyjności czynnikowej jest konkurencyjność wynikowa, określana przez pozycję konkurencyjną, mierzoną aktualnym udziałem w rynku[15].

Wypracowanie dobrej pozycji na rynku jest związane z identyfikacją i jak najlepszą realizacją czynników konkurencyjności. Główną rolę odgrywają czynniki rynkowe, czyli realizowana oferta oraz jej dostosowanie do klienta, jakość i cena usług. Biorąc pod uwagę kryterium relacji czynników w stosunku do otoczenia to bezpośrednio na podróżnych oddziałują również czynniki o charakterze wewnętrznym, a dokładniej wiedza oraz umiejętności pracowników, organizacja transportu, a także wyposażenie techniczne. Pomimo tego, że czynniki zewnętrzne, do których zaliczamy wpływ władz publicznych na działalność sektora transportowego nie oddziałują wprost na klientów, są bardzo ważne. Władze państwa powinny, tak oddziaływać na konkurencję, aby zadania przewozowe były rozdzielane zgodnie z zasadami zrównoważonego transportu[16].

Transport kolejowy i indywidualny mogą zaspokajać te same potrzeby podróżnych (przewozy na krótkich, średnich oraz długich odległościach), dlatego zaliczane są do usług o charakterze substytucyjnym. Wybór sposobu przemieszczania przez podróżnych w dużej mierze jest uzależniony od oferowanej jakości usług, która w transporcie pasażerskim przejawia

---

[14] A. Koźlak: Ekonomika Transportu, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010, s. 284-285

[15] R. Tomanek: Konkurencyjność Transportu Miejskiego, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2002, s. 11

[16] R. Tomanek: Funkcjonowanie transportu, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2004, s. 103-104

stopniem realizacji postulatów przewozowych[17]. Należy pamiętać, że podróżni wybierają ten środek transportu, który da im gwarancje dotarcia do celu, ale tym samym odpowie na inne potrzeby, takiej jak punktualne przybycie, bezpieczne i komfortowe przemieszczanie. Ważność poszczególnych aspektów jest subiektywna i ściśle uzależniona od wymogów podróżującego[18].

W trosce o swoich klientów poszczególne przedsiębiorstwa transportu publicznego powinny realizować ofertę przewozową o jak najwyższej jakości, która sprosta wymaganiom potencjalnych podróżnych oraz będzie konkurencyjna w stosunku do przemieszczeń indywidualnych. W celu ustalenia hierarchii postulatów przewozowych przeprowadzane są badania ankietowe. Komunikacyjny Związek Komunalny Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (KZK GOP) zrealizował taką analizę w roku 2012 (tabela 1).

Tabela 7. Hierarchia postulatów przewozowych wśród pasażerów KZK GOP

Parametr	Łączna liczba punktów
Punktualność	8,24
Bezpieczeństwo	8,24
Bezpośredniość połączeń	8,12
Niezawodność	7,74
Dostępność do sieci przystankowej	7,73
Częstotliwość kursowania	7,66
Czystość pojazdów	7,61
Czas podróży	7,60
Wygoda podróżowania	7,44
Zewnętrzne oznakowanie pojazdów	7,21
Informacja pasażerska	6,81
Cena biletów	6,57
Sprawność kasowników	5,87

Źródło: A. Urbanek: Czy bezpłatny transport miejski przekona pasażerów do rezygnacji z samochodu osobowego?, "Komunikacja Publiczna" nr 4/2017, s. 30-35

Zgodnie z badaniami pasażerowie KZK GOP wskazują, że najważniejszymi postulatami są punktualność oraz bezpieczeństwo. Można zauważyć, że koszty podróży są parametrem o dosyć niskim znaczeniu. Może to oznaczać, że pasażerowie są gotowi zapłacić więcej w zamian za wysoki poziom usługi. Ze względu na to, że badania zostały przeprowadzane na przykładzie

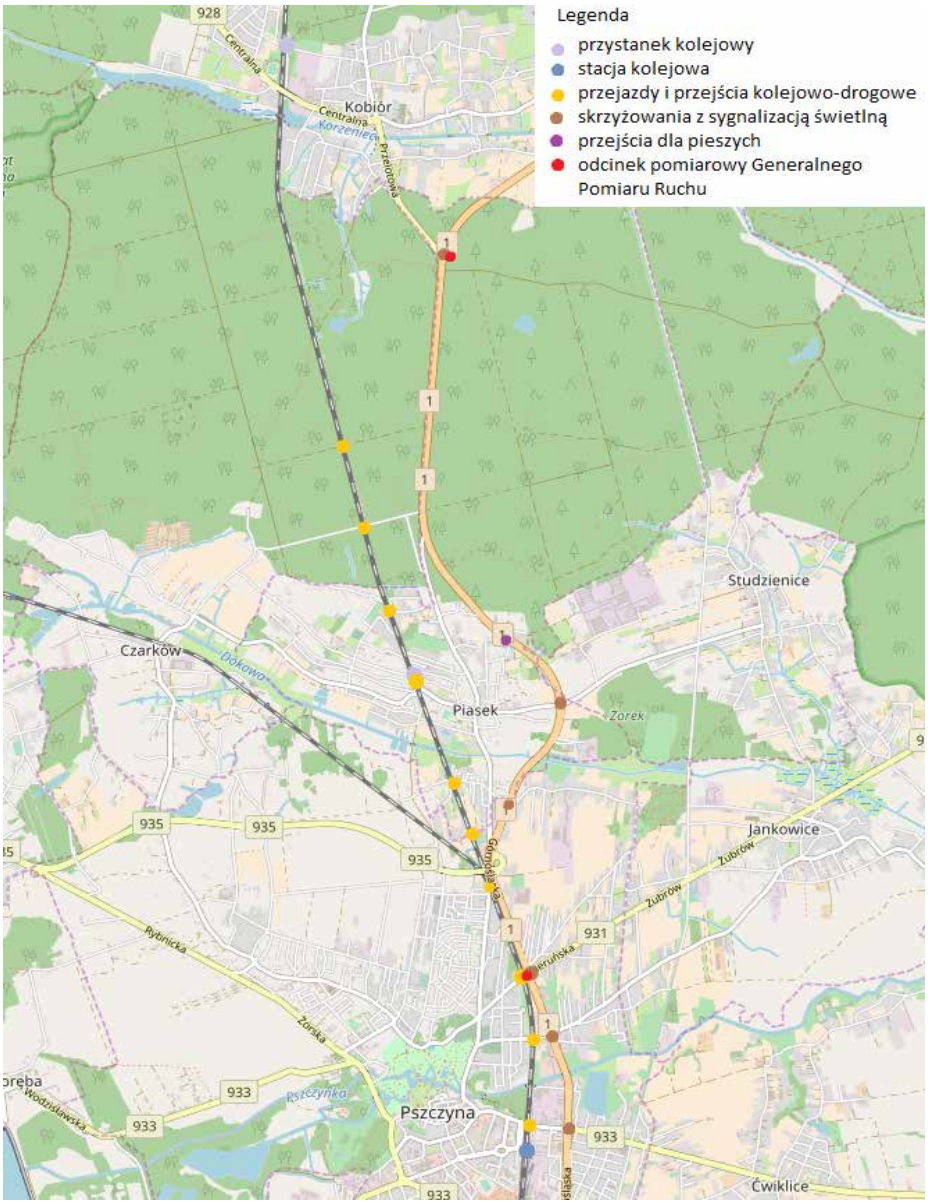
[17] A. Koźlak: Ekonomika Transportu..., op.cit., s. 105-106
[18] J. Caban, M. Sopoćko, K. Wrotkowski: Pojęcie jakości w ocenie przewozów osób środkami lokalnego transportu zbiorowego, "Logistyka" nr 3/2015, s. 4557-4562

komunikacji miejskiej, niektóre z postulatów będą wymagać trochę szerszego spojrzenia, co pozwoli na lepsze porównanie omawianych gałęzi transportu.

Celem artykułu jest porównanie oferty transportu kolejowego oraz transportu indywidualnego pod względem atrakcyjności i stopnia realizacji postulatów przewozowych w ruchu pasażerskim. Analiza wskaże parametry, które są silną stroną transportu kolejowego jak i te, które wymagają zmian.

Charakterystyka odcinka Pszczyna-Kobiór

Katowice, będące stolicą województwa śląskiego, oferują szeroki wybór ofert pracy oraz są bardzo ważnym ośrodkiem naukowym. Taka pozycja miasta generuje dużą liczbę podróży o charakterze obligatoryjnym do i z Katowic. Odcinek Pszczyna-Kobiór (rysunek 1) jest bardzo ważnym fragmentem łączącym południe województwa ze stolicą. Biegnąca tam linia kolejowa nr 139 jest w całości zelektryfikowana oraz ze względu na to, że prowadzi od Katowic do przejścia granicznego Zwardoń-Skaliste, jest zaliczana do linii o charakterze państwowym. Droga krajowa nr 1 o przebiegu południkowym łączy północ Polski (Gdańsk) z południem (Zwardoń), na wybranym odcinku jest drogą główną ruchu przyspieszonego.



Rysunek 7. Mapa. Źródło: Opracowanie własne na podstawie dostępnej mapy w witrynie www.openstreetmap.org

Linia kolejowa 139 oraz droga krajowa 1 biegną niemal równolegle do siebie, co można zaobserwować na rysunku 1. Efektem tego jest bardzo zbliżona długość tras, która wynosi odpowiednio 10,432 km dla transportu kolejowego oraz 11,500 km dla podróży odbywanych samochodem osobowym. Pierwsza część trasy w stronę Katowic biegnie przez tereny zabudowane, a kolejna przez tereny leśne. Charakterystyczne dla tego fragmentu wydaje się to, że w przypadku transportu kolejowego występuje duża liczba przejazdów oraz przejść drogowo-kolejowych, a na trasie drogi krajowej skrzyżowań z sygnalizacją świetlną oraz przejść dla pieszych oznaczonych pomarańczowym światłem ostrzegawczym. Elementy te wymagają zachowania szczególnej ostrożności w czasie jazdy, zmniejszenia prędkości bądź całkowitego zatrzymania, co może być przyczyną znacznych zakłóceń w ruchu.

Tabela 8. Przejazdy i przejścia kolejowo drogowe oraz sygnalizacja świetlna i przejścia dla pieszych na odcinku Pszczyna-Kobiór

	Długość odcinka	Liczba	Liczba na 1 km trasy
Przejazdy i przejścia kolejowo-drogowe	10,432	10	1,04
Sygnalizacja świetlna/ przejścia dla pieszych	11,500	6/1 (razem 7)	1,64

Źródło: Opracowanie własne na podstawie OpenRailwayMap oraz Google Maps.

Tabela 2 pokazuje, że na przedmiotowym odcinku, średnio co jeden km pociąg przejeżdża przez przejazd lub przejście kolejowo-drogowe. Bardzo podobnie sytuacja wygląda w przypadku przemieszczeń drogowych, gdzie kierowca może spodziewać się skrzyżowania z sygnalizacją świetlną lub oznakowanego przejścia dla pieszych średnio co 1,6km. Warto dodać, że oprócz odnotowanych w tabeli punktów potencjalnie niebezpiecznych, na drodze kolejowej mogą wystąpić dodatkowe nieoznakowane dzikie przejścia dla pieszych. Z kolei na trasie DK1 znajdują się również wyjazd z dróg podporządkowanych, które nie są zabezpieczone sygnalizacją świetlną. Dodatkowym problemem jest to, że DK1 przecina Lasy Kobiórskie, które w sezonie letnim są jednym z najczęściej wybieranych miejsc na wycieczki rowerowe w tamtejszej okolicy. Z tego powodu rowerzyści są zmuszeni do przekraczania tej ruchliwej drogi w miejscach nieoznaczonych. Wszystkie te elementy negatywnie przyczyniają się do jakości odbywanych podróży przez wszystkich uczestników ruchu.

Analiza wybranych parametrów jakościowych podróży

W hierarchii KZK GOP bezpieczeństwo przewozów, osiągnęło tą samą łączną liczbę punktów co punktualność. Mimo wszystko, to właśnie bezpieczeństwo powinno być traktowane jako nadrzędny postulat względem wszystkich pozostałych. Osiągnięcie celu podróży z opóźnieniem czasowym, w mniej komfortowych warunkach, nie powinno mieć znaczenia, gdy bierzemy pod uwagę wartość zdrowia i życia ludzkiego[19].

Zgodnie z rejestrem Systemu Ewidencji Wypadków i Kolizji SEWIK (tabela 3) w 2017 r. na omawianym odcinku drogi krajowej doszło do 195 zdarzeń, w tym 4, w których odnotowano poszkodowanych (1 ofiara śmiertelna, 5 lekko rannych, brak ciężko rannych). Łącznie we wszystkich zdarzeniach wzięło udział 397 pojazdów, z czego ponad 71% to samochody osobowe

[19] A. Koźlak: Ekonomika Transportu..., op.cit., s. 284-285, s. 110

(tabela 4). Blisko 50% zdarzeń drogowych była spowodowana brakiem zachowania bezpiecznej odległości między pojazdami.

Tabela 9. Zdarzenia drogowe na odcinku Pszczyna-Kobiór drogi krajowej nr 1 w 2017 r.

Przyczyna zdarzenia	Liczba zdarzeń	Udział %	Poszkodowani
Niezachowanie bezpiecznej odległości między pojazdami	92	47,18	2 (lekko ranni)
Nieprawidłowe: zmienianie pasa ruchu	37	18,97	3 (lekko ranni)
Niedostosowanie prędkości do warunków ruchu	16	8,21	
Nieudzielenie pierwszeństwa przejazdu	16	8,21	1 (ofiara śmiertelna)
Nieprawidłowe: skręcanie	6	3,08	
Inne przyczyny	16	8,20	
Nieprawidłowe: omijanie	4	2,05	
Wjazd przy czerwonym świetle	4	2,05	
Nieprawidłowe: wyprzedzanie	2	1,03	
Nieprzestrzeganie innych sygnałów	1	0,51	
Nieprawidłowe: Zawracanie	1	0,51	
Suma	195		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rejestru Systemu Ewidencji Wypadków i Kolizji, http://sewik.pl/search (data dostępu 10.05.2018 r.)

Tabela 10. Pojazdy uczestniczące w zdarzeniach drogowych na odcinku Pszczyna-Kobiór drogi krajowej nr 1 w 2017 r.

Pojazdy uczestników	Liczba pojazdów	Udział %
Samochód osobowy	284	71,54
Samochód ciężarowy DMC powyżej 3,5 T	63	15,87
Samochód ciężarowy DMC do 3,5 T	39	9,82
Pojazd nieustalony	8	2,02
Motor	2	0,50
Ciągnik rolniczy	1	0,25
Suma	397	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rejestru Systemu Ewidencji Wypadków i Kolizji, http://sewik.pl/search (data dostępu 10.05.2018 r.)

Porównanie tych danych z bezpieczeństwem transportu kolejowego, jest utrudnione ze względu na inną klasyfikację zdarzeń. O ile w rejestrze SEWIK znajdują się wszystkie zdarzenia z udziałem pojazdów to rejestr zdarzeń kolejowych prowadzony przez PKP PLK, zawiera zarówno zdarzenia kolejowe jak i sytuacje potencjalnie niebezpieczne. W roku 2017 na przedmiotowym odcinku linii kolejowej odnotowano tylko jedno zdarzenie kolejowe (tabela 5), w którym zginęła jedna osoba. Sytuacje potencjalnie niebezpieczne (tabela 6) podnoszą ryzyko niebezpiecznego ruchu kolejowego, często wiążąc się z koniecznością zmniejszenia prędkości lub innymi ograniczeniami, które mogą zakłócić rozkładowy ruch pociągów. W transporcie indywidualnym nie prowadzi się wykazu takich sytuacji, ale wiele czynników np. złe warunki atmosferyczne, uszkodzona nawierzchnia, wymagają również od kierowcy odpowiedniego zachowania na drodze. Z tego powodu duża liczba sytuacji potencjalnie niebezpiecznych wymagałaby dogłębnej analizy, aby sprawdzić, które z nich bezpośrednio wpływają na zagrożenie życia i zdrowia ludzkiego, a które powodują tylko opóźnienia w ruchu pociągów. W przypadku dużej liczby zdarzeń drogowych, w każdym wypadku mamy do czynienia z kolizją pojazdów lub uderzeniem w przeszkodę, czyli teoretycznym zagrożeniem dla człowieka.

Tabela 11. Zdarzenia kolejowe na odcinku Pszczyna- Kobiór linii 139 w 2017 r.

Kategoria	Liczba	Poszkodowani
34 - Najechanie pojazdu kolejowego na osoby podczas przechodzenia przez tory poza przejazdami kolejowo-drogowymi lub przejściami na stacjach i szlakach	1	1 (ofiara śmiertelna)

Źródło: Rejestr wydarzeń kolejowych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Tabela 12. Sytuacje potencjalnie niebezpieczne na odcinku Pszczyna-Kobiór linii 139 w 2017 r.

Przyczyna wystąpienia sytuacji potencjalnie niebezpiecznej	Na przejazdach kolejowo-drogowych	Na szlaku/stacji
Nieprawidłowe działanie urządzeń sterowania ruchem kolejowym/ łączy ogólnoekspolatacyjnych/ łączy transmisji danych i innych urządzeń	80	90
Uszkodzenia nawierzchni/mostów	-	23

Ingerencja osób postronnych	3	11
Najechanie pojazdów na przeszkodę	-	15
Uszkodzenie sieci trakcyjnej	-	6
Zły stan techniczny pojazdu powodujący konieczność naprawy, wymiany lub wyłączenia	-	56
Zdarzenia losowe spowodowane złymi warunkami atmosferycznymi	3	13
Przedłużone czynności handlowe/ wezwanie służb ratunkowych	-	22
Suma	86	236

Źródło: Rejestr wydarzeń kolejowych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Kolejnym ważnym aspektem jakościowym podróży, a zarazem czynnikiem konkurencyjności jest dostępność danego środka transportu w czasie. Wyróżniamy transport regularny, do którego zaliczamy pasażerski transport kolejowy oraz nieregularny, czyli transport indywidualny. Składnikami dostępności czasowej dla transportu o regularnym charakterze są rytmiczność oraz punktualność i częstotliwość[20], które zostały wysoko ocenione w hierarchii postulatów przewozowych KZK GOP.

Linia 139 zarządcy infrastruktury PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. jest obsługiwana przez przewoźnika Koleje Śląskie na dwóch relacjach: S5 Katowice-Zwardoń oraz S6 Katowice-Wisła Głębce. Uzyskane parametry odnoszące się do dostępności w czasie transportu kolejowego zestawiono w tabeli 7.

Częstotliwość utożsamiana jest z liczbą środków transportu odjeżdżających w danym kierunku w danej jednostce czasu. Pociągi w omawianych relacjach kursują w pewnych ramach czasowych (nie kursują w godzinach nocnych), dlatego do obliczeń częstotliwości przyjęto czas pomiędzy pierwszym a ostatnim kursem pociągu. W związku z tym częstotliwość wynosi 1,43 na godzinę dla pociągów przemieszczających się w stronę Kobióru oraz 1,31 dla poruszających się w stronę przeciwną. Efektem tego średni czas następstwa pociągów wynosi odpowiednio 43 i 47 minut.

[20]Ibidem, s. 108-110

Obsługa dwóch różnych relacji na tak krótkim odcinku znacząco wpływa na rytmiczność przejazdów. Nieregularne odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi połączeniami, wynikają po części z tego, że pociągi różnych relacji, mające obsłużyć podróżnych w odpowiednich godzinach, są wyprawiane w krótkich odstępach czasu. O ile krótkie odstępy czasu pomiędzy kolejnymi kursami nie przeszkadzają pasażerom, to zbyt długie oczekiwanie (01:10 lub 2:01) zniechęca pasażerów do korzystania z tej gałęzi transportu.

Tabela 13. Dostępność czasowa transportu kolejowego na odcinku Pszczyna-Kobiór

Odcinek	Godzina odjazdu pierwszego pociągu	Godzina odjazdu ostatniego pociąg	Czas pomiędzy pierwszym a ostatnim kursem w dobie	Liczba pociągów	Częstotliwość[21]	Najmniejszy czas pomiędzy pociągami	Największy czas pomiędzy pociągami	Średni czas następstwa
Pszczyna -Kobiór	04:34	22:43	18:09	26	1,43	00:08	01:19	00:43
Kobiór-Pszczyna	04:50	23:53	19:03	25	1,31	00:07	02:01	0:47

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkładu jazdy na dzień 09.05.2018r. https://bilet.kolejeslaskie.com/bilet_relacja.jsp (data dostępu 08.05.2018 r.)

Parametr jakości przewozów odnoszący się do dostępności w czasie jest znacznie lepiej realizowany przez transport indywidualny. Posiadanie własnego samochodu uwalania od problemów związanych z częstotliwością oraz rytmicznością przejazdów, dając tym samym prawo do decydowania o godzinie wyjazdu. Jedynym aspektem jest dobre zaplanowanie podróży, które umożliwi punktualne dotarcie do celu.

Podróże obligatoryjne do miejsc pracy i nauki, wiążą się z koniecznością ich wykonywania prawie we wszystkie dni robocze w ciągu miesiąca. Z tego powodu porównanie kosztów podróży dla transportu kolejowego i indywidualnego powinno odbywać się na podstawie miesięcznych kosztów podróży. Przyjmując, że w ciągu miesiąca odbywa się 20 takich podróży, łączna liczba przemieszczeń (tam i z powrotem) wynosi 40. Dodatkowo trzeba zwrócić uwagę na ustawowe

[21] Liczba pociągów odjeżdżających w czasie jednej godziny, do obliczeń przyjęto czas pomiędzy pierwszym a ostatnim kursem w dobie, odpowiednio 18:09 dla relacji Pszczyna-Kobiór i 19:03 dla Kobiór-Pszczyna

zniżki, które znacząco mogą wpływać na cenę biletów kolejowych. Ulgowe przejazdy środkami transportu publicznego są regulowane przez ustawę z dnia 20 czerwca 1992 r. o uprawnieniach do ulgowych przejazdów środkami publicznego transportu zbiorowego (Dz. U. z 2012 r. poz. 1138 z późn. zm.) [22] oraz ustawy z dnia 16 listopada 2006 r. o świadczeniu pieniężnym i uprawnieniach przysługujących cywilnym niewidomym ofiarom działań wojennych (Dz. U. z 2006 r. Nr 249, poz. 1824 z późn. zm.) [23]. Wymiar ulg jest zróżnicowany, przykładowo studentom przysługuje ulga w wysokości 51% od podstawowej ceny biletu, a dzieciom i młodzieży szkolnej 37%[24].

W przypadku transportu indywidualnego ustalenie kosztów jest znacznie trudniejsze, gdyż składa się na niego wiele składników takich jak amortyzacja, koszty bieżącego utrzymania i napraw, koszty ubezpieczenia. Jednakże oceniając koszty podróży, użytkownik często bierze pod uwagę tylko wydatki przeznaczone na paliwo oraz opłatę parkingową[25]. Z tego powodu na potrzeby tej pracy przyjęto uproszczony model, który zakłada średnie spalanie samochodu osobowego 7l na 100km, przy cenie 5,04zł za jeden litr benzyny PB95[26].

Tabela 14. Koszty podróży na odcinku Pszczyna-Kobiór

	Koszt jednorazowego przejazdu [zł]	Koszt miesięczny (dla 40 przejazdów) [zł]	Średni koszt jednego przejazdu (przy 40 przejazdach w miesiącu) [zł]	Dostępność zniżek ustawowych
Transport kolejowy	5	57,5[27]	1,44	+
Transport indywidualny	4,06	162,4	4,06	-

[22] Ustawa z dnia 20 czerwca 1992 r. O uprawnieniach do ulgowych przejazdów środkami publicznego transportu zbiorowego http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/docdetails.xsp?id=wdu19920540254 (data dostępu 12.05.2018 r.)

[23] ustawa z dnia 16 listopada 2006 r. O świadczeniu pieniężnym i uprawnieniach przysługującym cywilnym niewidomym ofiarom działań wojennych http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/docdetails.xsp?id=wdu20062491824 (data dostępu 12.05.2018 r.)

[24] ulgi przysługujące pasażerom pociągów kolei śląskich na podstawie ustaw http://kolejeslaskie.com/wp-content/uploads/2016/03/ulgi-ustawowe-03.2016.pdf (data dostępu 08.05.2018 r.)

[25] g. Dydkowski, a. Urbanek: prices as an element of comparative studies on people's travels in cities, "communications- scientific letters of the university of zilina" nr 2/2017, s. 43-49

[26] średnia cena detaliczna w polsce, stan na 16.05.2018 r. Https://www.e-petrol.pl/notowania/rynek-krajowy/ceny-stacje-paliw

[27] Koszt biletu miesięcznego jest stały, nie zależy od liczby wykonanych podróży https://bilet.kolejeslaskie.com/index.jsp (data dostępu 08.05.2018 r.)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przyjętych założeń dla transportu indywidualnego oraz cen biletów dostępnych na stronie https://bilet.kolejeslaskie.com/index.jsp (data dostępu 08.05.2018 r.)

Na podstawie uzyskanych wyników (tabela 8) można stwierdzić, że zważywszy na miesięczne koszty przejazdów, transport kolejowy jest atrakcyjniejszą gałęzią transportu. Pomimo tego, że do analizy przyjęto uproszczony koszt przejazdów transportem indywidualnym, jest on prawie trzykrotnie wyższy.

Czas przewozu oraz prędkość są w dużej mierze zależne od wcześniej wspomnianych zakłóceń ruchu związanych z przejazdami kolejowo-drogowymi oraz sygnalizacją świetlną. Znaczny wpływ mają też aktualne warunki atmosferyczne, prowadzone modernizacje oraz niedające się przewidzieć sytuacje losowe. Zbyt duża liczba zmiennych niezależnych wpływających na czas przewozu powoduje, że dokonanie analizy przez pryzmat wszystkich wymienionych czynników staje się bardzo trudne. Na potrzeby tej pracy opierać się ona będzie na czasie zgodnym z rozkładem jazdy w przypadku transportu kolejowego oraz z danymi zaczerpniętymi z witryny Google Maps, która uwzględnia natężenie ruchu w zależności od godziny wyjazdu dla transportu indywidualnego.

Zgodnie z informacjami zamieszczanymi w tabeli 9, najkrótszy czas trwania przejazdu dla obu gałęzi transportu wynosi 8 min. O ile czas przejazdu pociągu jest stały i mieści się w granicach od 8 do 9 minut, to poruszając się samochodem osobowym czas trwania podróży charakteryzuje się dosyć dużymi wahaniami, wynoszącymi aż 11 min. Tak samo sytuacja wygląda, gdy porównamy prędkość eksploatacyjną oby dwóch rodzajów transportu. Dla przejazdu koleją rozbieżność zamyka się w 10km/h, a dla samochodu osobowego różnica wynosi blisko 50km/h.

Tabela 15. Czas przejazdu i prędkość eksploatacyjna dla transportu kolejowego i indywidualnego na odcinku Pszczyna-Kobiór

	Transport kolejowy	Transport indywidualny
Nazwa odcinka	Linia 139	Droga krajowa 1
Klasa odcinka	C3	GP
Max dozwolona prędkość [km/h]	90-120	70-100
Długość odcinka [km]	10,432	11,500

Czas przejazdu[min]	8-9	8-19
Prędkość eksploatacyjna[km/h]	69,54-78,24	36,31-86,25

Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.googlemaps.pl oraz cen rozkładu dostępnego na stronie https://bilet.kolejeslaskie.com/bilet_relacja.jsp (data dostępu 08.05.2018 r.)

Kolejnym ważnym parametrem jakościowym w transporcie pasażerskim jest szeroko rozumiana wygoda podróżowania. W tym zakresie wymaganiami stawianymi przez podróżnych są: zrozumiały oraz przejrzysty system informacji o trasach oraz rozkładach jazdy, możliwości zakupu biletu, wygląd oraz stan przystanków i stacji, łatwość wsiadania i wysiadania ze środka transportu, możliwość wypoczynku w trakcie trwania podróży, dostępne miejsce na bagaż, liczba miejsc siedzących, kultura obsługi[28]. W badaniach ankietowych KZK GOP wyodrębniło czystość pojazdów jako osobny postulat przewozowy, jednak i on zalicza się do wygody podróżowania.

Linia 139 jest obsługiwana przez różnorodny tabor kolejowy. Począwszy od nowoczesnych elektrycznych pojazdów trakcyjnych typu „Elf" wyprodukowanych przez bydgoską spółkę Pesa (rys. 2, 3) oraz „Impuls" produkcji nowosądeckiej spółki Newag, przez zmodernizowane EN57, aż po stare jednostki EN57 [29] (rys. 2, 4). Dosyć szeroki wachlarz pojazdów trakcyjnych spółki Koleje Śląskie sprawia, że rozlegle definiowana wygoda podróży może się znacznie różnić w zależności od wyprawionego pociągu. Podstawową różnicą pomiędzy składami nowszej generacji, a tymi o już długim okresie eksploatacji jest łatwość wsiadania i wysiadania z pociągu. Duża zaletą nowych składów jest klimatyzacja, która umożliwia utrzymanie odpowiedniej temperatury wewnętrznej, dostosowanej do aktualnych warunków atmosferycznych. Jest to dużym problemem dla składu EN57, w którym temperatura, zależna jest od ustawionego poziomu ogrzewania oraz otwartych bądź zamkniętych okien.

[28] A. Koźlak: Ekonomika Transportu..., op.cit., s. 112
[29] Tabor kolejowy spółki Koleje Śląskie http://kolejeslaskie.com/spolka/tabor/ data dostępu 08.05.2018 r.

Rysunek 8. Zespoły trakcyjne spółki Koleje Śląskie: EN57 oraz Elf 27Web. Źródło: http://katowice.wyborcza.pl/katowice/7,72739,22316187,koleje-slaskie-czekaja-na-spozniona-dostawe-nowych-pociagow.html?disableRedirects=true (dostęp: 08.05.2018 r.)

Rysunek 3. Wnętrze zespołu trakcyjnego Elf 27Web Źródło: https://www.flickr.com/photos/101448389@N05/25038024409/in/album-72157662970196123/ (dostęp: 08.05.2018 r.)

Rysunek 4. Przykładowe wnętrze elektrycznego zespołu trakcyjnego EN57

Źródło: http://kolej.darlex.pl/pociagi/polska/en57/en57_04.jpg (dostęp: 08.05.2018 r.)

Następnym ważnym aspektem dla pasażerów jest wygląd oraz funkcjonalność infrastruktury punktowej. Zmodernizowany dworzec w Pszczynie został oddany do użytku w 2014r. Znajdują się tam kasy biletowe, poczekalnia, a także punkty handlowe i gastronomiczne. Udając się w kierunku Katowic pociąg zatrzymuje się na przystanku Piasek, a następnie dojeżdża do miejscowości Kobiór. Obecnie na obu przystankach kasy biletowe nie są czynne. W Kobiórze, podobnie jak w Pszczynie, podróżni oczekujący na pociąg mają do dyspozycji poczekalnie. Perony na wszystkich stacjach pośrednich zostały przebudowane, oświetlone oraz wyposażone w nowe wiaty, co znacząco podniosło standard obiektów, ułatwiło wsiadanie i wysiadanie, a także podniosło poczucie bezpieczeństwa pasażerów. W dalszym ciągu minusem jest brak odpowiedniego zaplecza ułatwiającego podróżowanie niepełnosprawnym. Zarówno na stacji Pszczyna jak i Kobiór znajduje się kładka, która ma umożliwić przejście na odpowiedni peron. Podróżni z ograniczonymi funkcjami ruchowymi lub z dużym bagażem, są zależni od obsługi dworca, która otwiera bramkę umożliwiając przejście przez tory.

Jak wspomniano wcześniej, na badanym odcinku zakup biletów w kasie stacjonarnej jest możliwy tylko w Pszczynie (kasa czynna 7 dni w tygodniu w godzinach od 5:30 do 21:00), ale spółka Koleje Śląskie oferuje jeszcze kilka innych możliwości zakupu biletu uprawniającego do przejazdu. Podróżni mogą nabyć bilet w terminalach mobilnych na pokładzie pociągu, za pośrednictwem platformy internetowej, aplikacji mobilnej SkyCash oraz za pomocą systemu CallPay[30].

W przypadku transportu indywidualnego niemożliwe jest ocenianie wygody podróży analizując te same czynnik, co w przypadku transportu kolejowego. Subiektywna ocena komfortu podróży transportem indywidualnym, będzie znacząco różnić się w zależności od klasy samochodu osobowego oraz jego utrzymania, za które odpowiedzialny jest właściciel. Warto dodać, że wybór samochodu często związany jest z sytuacją finansową potencjalnego właściciela, jednak pomimo tego jego konstrukcja i wyposażenie ma być jak najbardziej dostosowane do potrzeb i oczekiwanego komfortu podróży.

Z pewnością korzystając z własnego samochodu poczucie swobody, jest dużo wyższe, niż w przypadku wykorzystania transportu publicznego. Trzeba jednak zwrócić uwagę, że kierowanie pojazdem wymaga pełnej koncentracji, tym samym czas przeznaczony na przemieszczanie nie może zostać wykorzystany na wykonywanie innych czynności. Właśnie ten

[30] Możliwości zakupu biletu kolejowego spółki Koleje Śląskie http://kolejeslaskie.com/kup_bilet/ data dostępu (08.05.2018 r.)

aspekt jest dużym atutem przemawiającym za transportem zbiorowym, który stwarza możliwość pożytecznego wykorzystanie czasu podróży.

Równie ważnym elementem nie wpisującym się w hierarchię postulatów przewozowych, a będącym czynnikiem konkurencyjnym działającym na rzecz transportu kolejowego, jest zwiększenie natężenia ruchu drogowego na omawianym odcinku. Według Generalnych Pomiarów Ruchu Drogowego przeprowadzanych co 5 lat przez GDDKiA, średni dobowy ruch roczny pojazdów silnikowych korzystających z drogi krajowej stale się powiększa. W latach 2005-2015 na odcinku Kobiór- Pszczyna DW931(rysunek 1) wzrost wyniósł 42% (tabela10). Może to świadczyć o coraz większej liczbie podróży do i z stolicy województwa. Tak duży przyrost samochodów przy niezmienionej infrastrukturze liniowej prowadzi do zwiększenia kongestii, a co za tym idzie wydłużenia czasu oraz obniżenia komfortu podróżowania.

Tabela 16. Średni dobowy ruch roczny na odcinku pomiarowym Kobiór - Pszczyna DW931

	2005	2010	2015
Liczba pojazdów silnikowych	27340	37949	38827
Zmiana [%] 2005=100%		38,8	42,0
Liczba samochodów osobowych i mikrobusów	20560	26899	29490
Zmiana [%] 2005=100%		30,8	43,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników Generalnego Pomiaru Ruchu Drogowego w latach 2005, 2010, 2015 https://www.gddkia.gov.pl/pl/1231/generalny-pomiar-ruchu (data dostępu 8.05.2018 r.)

Podsumowanie

W artykule przedstawiono różne aspekty jakościowe podróży, które wpływają na decyzję o sposobie przemieszczania. Analiza warunków ruchu na konkretnym odcinku (Pszczyna - Kobiór), pozwoliła na dokonanie porównania konkurencyjności transportu kolejowego względem transportu indywidualnego. Biorąc pod uwagę wszystkie przeanalizowane kryteria transport kolejowy przedstawia ofertę, która pod wieloma względami może konkurować z transportem indywidualnym.

Transport kolejowy jest bezpieczniejszą formą przemieszczania. Ciągłe monitorowanie systemu transportu kolejowego, którego przejawem jest wykaz sytuacji potencjalnie niebezpiecznych pozwala na uniknięcie poważnych zdarzeń. Na badanym odcinku dużą awaryjność wykazują urządzenia sterowania ruchem kolejowym zarówno na przejazdach jak i na

szlaku. Zarządca infrastruktury powinien poddać pod rozwagę te aspekty, być może dążąc do likwidacji niektórych przejazdów kolejowych, które na badanym odcinku występują średnio co 1km.

Na podstawie uzyskanych wyników, można stwierdzić, że podróże koleją są atrakcyjne zwłaszcza, kiedy bierzemy pod uwagę koszty i czas trwania podróży. Na niekorzyść transportu kolejowego działa słaba dostępność czasowa, która przejawia się niską częstotliwością i rytmicznością przejazdów. W trakcie prac nad nowym rozkładem jazdy, przewoźnik obsługujący daną relację powinien zwrócić szczególną uwagę na poprawę tych parametrów. Wygoda podróży jest najbardziej subiektywnym elementem porównania. Transport indywidualny daje nam między innymi poczucie prywatności, wolności oraz możliwość swobodnego wykorzystania wolnej przestrzeni wewnątrz samochodu. Jednak trzeba zaznaczyć, że Koleje Śląskie prowadzą ciągłe inwestycje w nowe zespoły trakcyjne, które zapewniają coraz wyższy komfort podróży.

W celu ciągłej poprawy, przewoźnik kolejowy powinien zwrócić szczególną uwagę na fazę przygotowania oferty przewozowej. Przeprowadzenie badań ankietowych wśród obecnych i potencjalnych użytkowników pozwoliłoby na poznanie ich preferencji komunikacyjnych oraz hierarchii postulatów przewozowych. Takie działania pozwolą na maksymalne dostosowanie oferty przewozowej do oczekiwań klienta, a co z tym związane umocnienie pozycji konkurencyjnej na rynku regionalnych przewozów pasażerskich[31].

Bibliografia

1. Caban J., Sopoćko M., Wrotkowski K.: Pojęcie jakości w ocenie przewozów osób środkami lokalnego transportu zbiorowego, "Logistyka" nr 3/2015
2. Dydkowski G., Urbanek A.: Prices as an element of comparative studies on people's travels in cities, "Communications- Scientific Letters of the University of Zilina" nr 2/2017
3. Koźlak A.: Ekonomika Transportu, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010
4. Mężyk A., Zamkowska S.: Podnoszenie jakości usług w przewozach pasażerskich, "TTS Technika Transportu Szynowego" 3/2004
5. Tomanek R.: Konkurencyjność Transportu Miejskiego, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2002,

[31] A. Mężyk, S. Zamkowska: Podnoszenie jakości usług w przewozach pasażerskich, "TTS Technika Transportu Szynowego" 3/2004

6. Tomanek R.: Funkcjonowanie transportu, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice 2004
7. Urbanek A.: Czy bezpłatny transport miejski przekona pasażerów do rezygnacji z samochodu osobowego?, "Komunikacja Publiczna" nr 4/2017

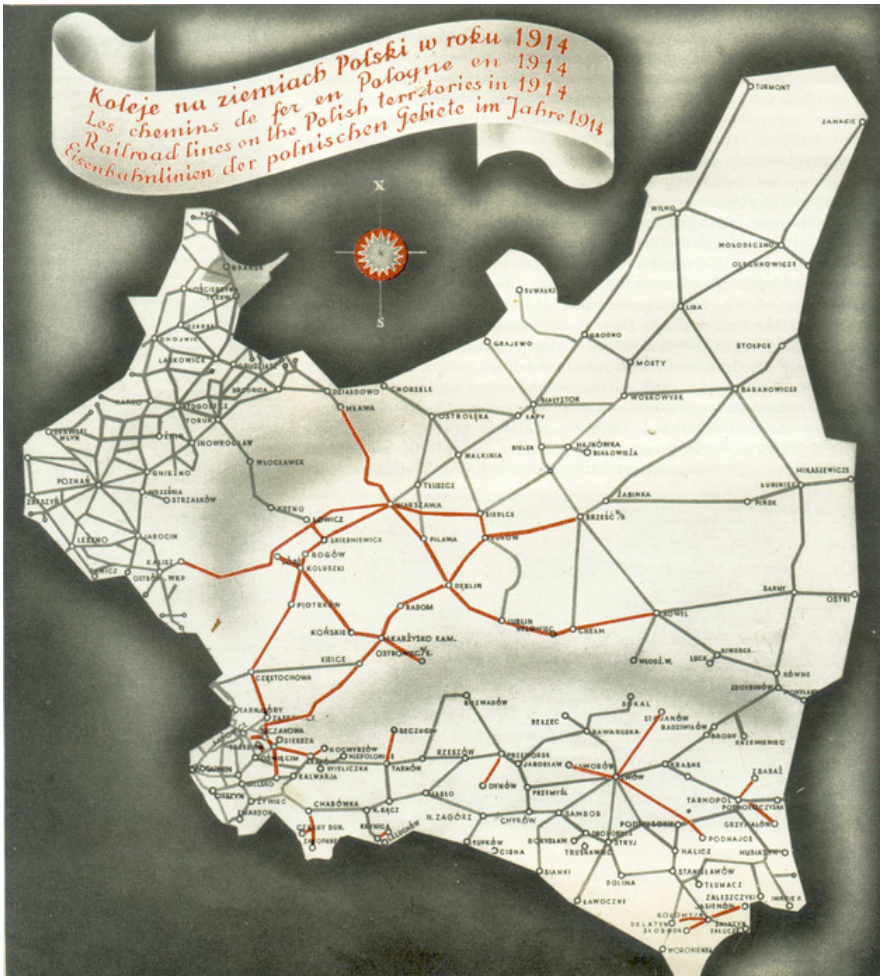
LINIA HUTNICZA SZEROKOTOROWA – PRZEŻYTEK CZY PRZYSZŁOŚĆ

inż. Wojciech Jankowski, inż. Maciej Wielgosz, Mateusz Nowak-Gąsowski,

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

1. Wprowadzenie

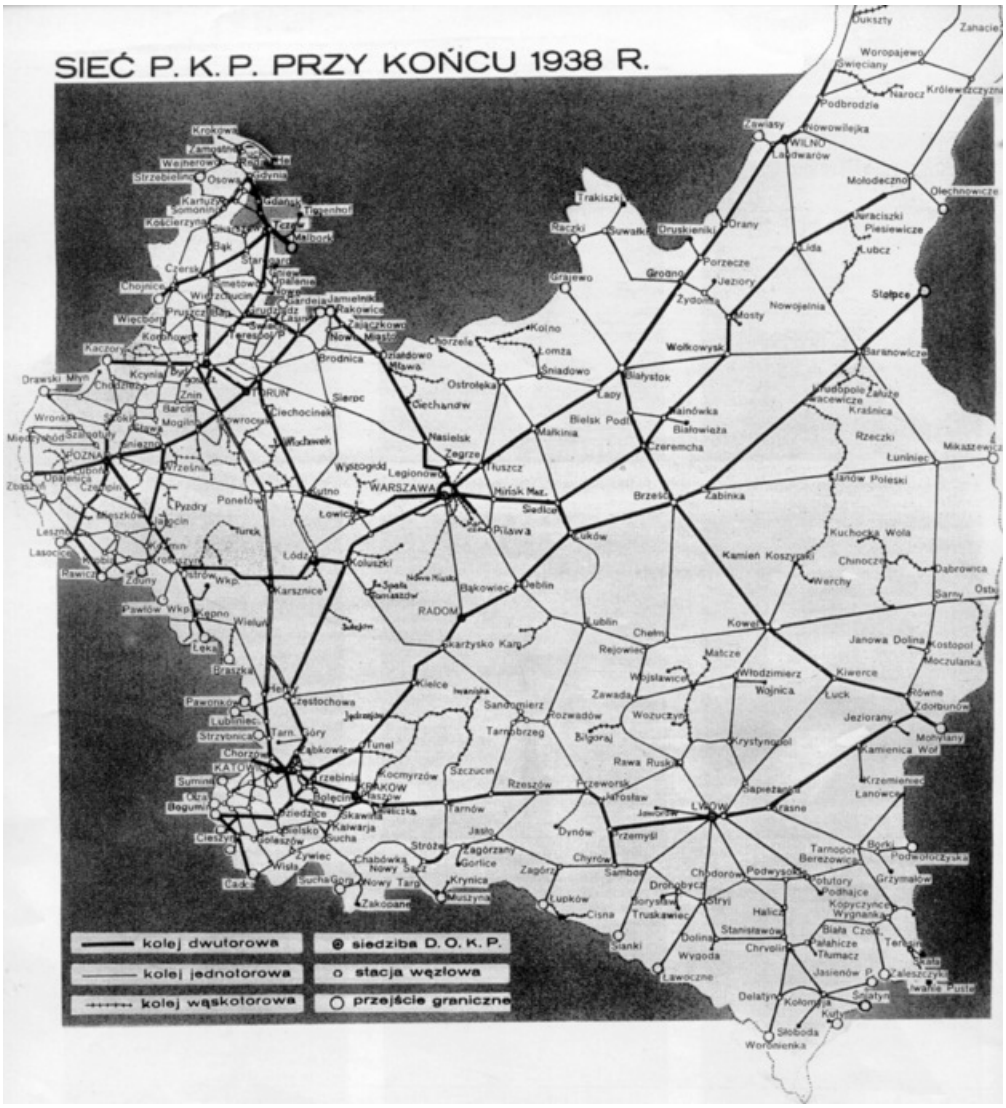
Historia powstania LHS sięga czasów sprzed 100 lat, czasów scalania państwa z trzech dzielnic zaborczych. Polityka obronna Cesarstwa Rosyjskiego zakładała pozostawienie kilkudziesięciokilometrowego pasa bez linii kolejowych i z kiepskimi drogami- w założeniu stanowiącego bufor bezpieczeństwa na wypadek ataku sąsiadów. Tereny na których 60 lat później będzie budowana LHS znajdują się właśnie na terenie ówczesnego pogranicza Austriacko-Rosyjskiego:



Mapa sieci klejowej na ziemiach polskich – w czasie wybuchu I WŚ (źródło: [9])

Co prawda na potrzeby własne państwa Trójprzymierza wybudowały kilka linii o kierunku południkowym jak Nadbrzezie (ob. Dzielnica Sandomierza)-Ostrowiec Św. czy

Stalowa Wola – Lublin, ale nadal transport ze Śląska na Wschód musiał być kierowany albo linią Kraków-Lwów-Zdołbunów lub Strzemieszyce-Dęblin-Lublin-Kowel. Jeśli dodać do tego, iż tereny pogranicza były zaniedbane nie tylko infrastrukturalnie, ale i gospodarczo, a bufor bezpieczeństwa nie zdał egzaminu podczas I WŚ widać jak bardzo polityka władz carskich była chybiona. Stąd przez cały okres międzywojenny w Ministerstwie Kolei Żelaznych a następnie PKP pojawiały się plany budowy nowej równoleżnikowej linii kolejowej Śląsk-Wołyń. Inwestycja taka według ówczesnych władz dałaby nowy rynek zbytu dla węgla i produktów przemysłu śląskiego i przyczyniła się do rozwoju zacofanych terenów. W okresie międzywojennym udało się jedynie wybudować szereg linii wąskotorowych prześwitu 600mm na Ponidziu (system Jędrzejowskiej Kolei Dojazdowej). Był to co prawda postęp względem dróg gruntowych (drogi bite budowano równolegle z kolejką), ale odpowiadały jedynie lokalnym potrzebom:



Mapa sieci PKP w roku 1938 (źródło: [9])

Okres powojenny, to okres odbudowy państwa i powszechnej industrializacji. Na omawianych terenach powstają nowe normalnotorowe linie kolejowe:

- 73 Sitkówka Nowiny-Busko Zdrój (1953r.)
- 70 Włoszczowice-Chmielów k. Tarnobrzega (1969-1973r.)
- 75 Rytwiany-Połaniec (1975r.)
- 66 Zwierzyniec Tow.-Stalowa Wola Południe (1971-1976r.)

Nierozerwalnie z LHS wiąże się rozpoczęcie eksploatacji złóż siarki pod Tarnobrzegiem w 1966r. oraz decyzją o budowie Huty Katowice w 1971r. Huta ta miała pracować na rudzie z Zagłębia Krzyworoskiego. Ówczesny system transportu kolejowego nie miał dostępnych możliwości przewozowych, by sprostać zapotrzebowaniu na transport rudy na Śląsk. Polska eksportowała wówczas węgiel do ZSRR w zamian za rudę czy jej koncentrat, stąd generowane byłyby jeszcze większe przewozy. Dodając do tego różnicę w szerokości torów między Polską i ZSRR, a więc potrzebę przeładunku towarów na granicy lub wymianę wózków wagonowych, władze stopnia centralnego podjęły decyzje o budowie zupełnie nowej linii szerokotorowej od granicy państwa w okolicy Hrubieszowa w pobliże Huty Katowice-Sławkowa.

O rozmiarze inwestycji świadczą liczby:

- 394,65km nowej linii kolejowej
- przemieszczono 30mln m^3 mas ziemnych
- wybudowano 565 obiektów inżynierskich w tym mostów na Sanie i Wiśle
- zabudowania 600km nowego toru
- prędkość konstrukcyjna 80km/h
- założony ruchu pociągów o ciężarze do 4800t.

Linia prowadzona była wzdłuż już istniejących linii normalnotorowych Podczas budowy w znacznym stopniu używano części prefabrykowanych, tak w obiektach inżynierskich jak i w obiektach kubaturowych. Sama budowa trwała od 1976 do 1979r.

2. Analiza SWOT

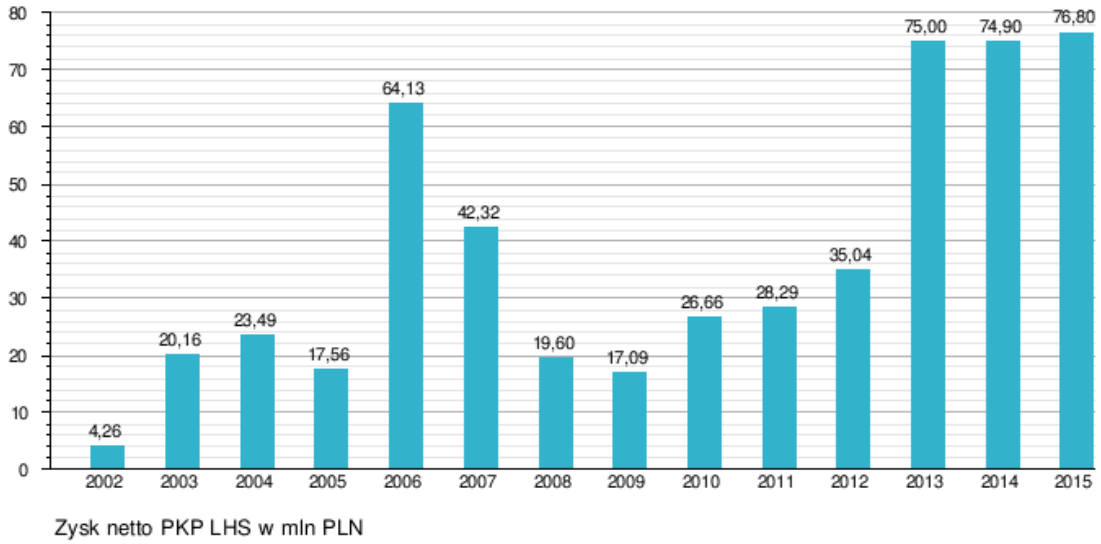
Ostatnimi czasy Linia Hutnicza Szerokotorowa przeżywa swój przewozowy renesans. Jest to sytuacja korzystna, przełamująca stagnację będącą pokłosiem przemian ustrojowych, ekonomicznych także geopolitycznych. Wyróżnić można tutaj przyczyny zwiększonego zainteresowania linią:

a) Zwiększona współpraca pomiędzy Polską a Ukrainą – co za tym idzie zwiększona wymiana handlowa pomiędzy krajami

b) Uciążliwa modernizacja równoległej linii kolejowej nr. 91 na odcinku Kraków Podłęże – Rzeszów Główny, całkowicie niemal eliminująca ruch towarowy w kierunku przejścia w Medyce

c) Modernizacja terminalu w Sławkowie – obsługa logistyczna towarów z i do Dalekiego Wschodu [4]

Prowadzi to konsekwentnie w kolejnych latach do zwiększonych przewozów na linii. W roku 2015 PKP LHS sp. z o.o. zanotowała rekordowy zysk netto w wysokości 76,8 mln zł a rok później w 2016 roku równie dobry wynik 72,2 mln zł. [3] Odpowiednio przewiezionych zostało 9,7 i 10,0 mln ton ładunków oraz 10,1 mln ton w 2017 roku. [3] Można się spodziewać utrzymania bieżącej tendencji.

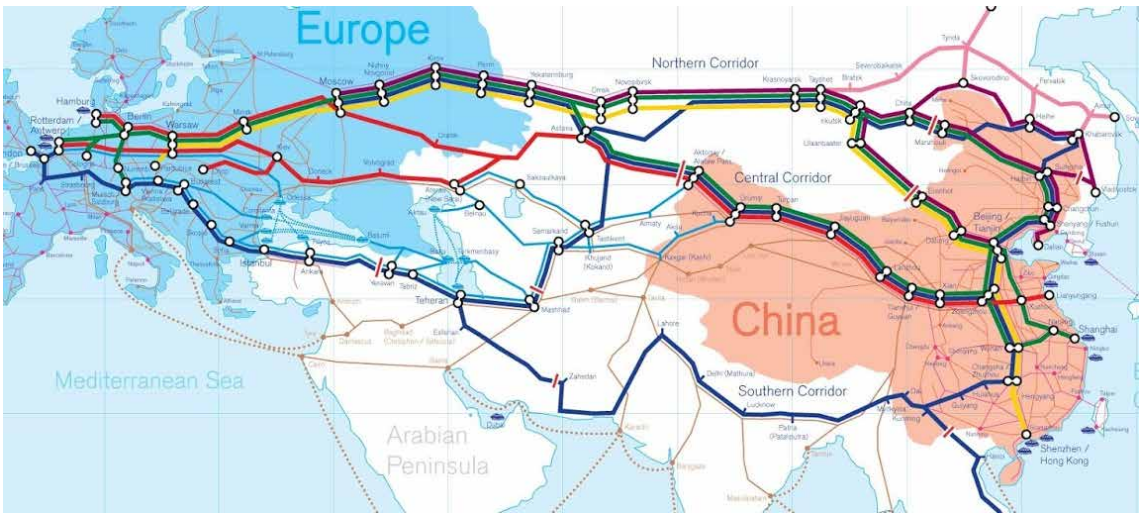


Rentowność PKP LHS (żródło:[1] pl.wikipedia.org)

Nasuwa się tutaj pytanie – czy jest to kres możliwości LHS? W obecnym kształcie linia może nie osiągnąć kolejnych spektakularnych sukcesów. Różne czynniki mają wpływ na funkcjonowanie linii. Poniżej podjęto próbę analizy takich czynników.

Mocne strony (Strengths)	Słabe strony (Weaknesses)
1. Najdalej na zachód wysunięta linia szerokotorowa – linia unikalna w swojej klasie.	1. Linia towarowa, wybudowana do przewozu towarów masowych sypkich, nie nadaje się do przewozów pasażerskich.

2. Dobra lokalizacja Euroterminalu w Sławkowie (przecięcie szlaków N-S, E-W, bliskość GOP) 3. Wysoka wydajność Euroterminalu. 4. Bardzo dobra sytuacja ekonomiczna spółki.	2. Omija większe skupiska ludzkie a także czynne zakłady przemysłowe. 3. Przeciętny stan techniczny torów – kosztowne zamknięcia. 4. Ograniczona przepustowość. 5. Konkurencja wielkich portów na zachodzie Europy – Rotterdam, Hamburg w relacjach Azja - Europa
Szanse (Opportunities) 1. Idealne położenie i potencjał do wykorzystania w budowie Nowego Jedwabnego Szlaku (połączenie Chin i Europy). 2. Zwiększona wymiana towarów między UE a Chinami. 3. Możliwa rozbudowa linii o dodatkowy tor. 4. Przedłużenie linii a także budowa odgałęzień.	Zagrożenia (Threats) 1. Zależność od cen paliw (trakcja spalinowa. 2. Sytuacja w Donbasie, aneksja Krymu – napięcie na linii Moskwa – Kijów 3. Brak dywersyfikacji kierunku przewozów – linia ukierunkowana tylko i wyłącznie na tranzyt do i z Hrubieszowa.



Mapa schematyczna Nowego Jedwabnego Szlaku (żródło:[8]) Zwraca uwagę szczególna rola Polski – „wrót Europy" – w tym wielkim przedsięwzięciu

Aby odpowiedzieć na wyzwania przyszłości, należy wykorzystać mocne strony i szanse a także zniwelować słabe strony i przewidzieć zagrożenia.

Podstawowym mankamentem LHS jest obsługa linii trakcją spalinową. Pomimo zwiększonego ruchu na linii a także ciężaru pociągów (trakcja ukrotniona jest na LHS normą) nie została ona zelektryfikowana.

Kolejną słabością jest jazda po jednym torze. Zwiększony ruch powoduje konieczność coraz częstszego wymijania się składów a w konsekwencji ich zatrzymywania. Można powiedzieć że „rudzie nie śpieszno" niemniej jednak ponowne rozpędzenie kilku tysięcy ton ładunku wymaga sporych ilości paliwa - a co za tym idzie – pieniędzy.

Charakter linii nie sprzyja przewozom pasażerskim – ani przez przebieg omijający większe skupiska ludzkie ani też przez prędkość projektową 80km/h.

Wreszcie Linia Hutnicza Szerokotorowa kończy swój bieg w Sławkowie. Mimo iż geograficzny środek Europy leży gdzieś w Polsce to ekonomiczny środek ciężkości przesunięty jest raczej na zachód. Aby uniknąć uciążliwego przeładunku towarów na styku torów różnych rozstawów i poszerzyć grono odbiorców konieczna jest choćby częściowa ekspansja LHS na zachód.

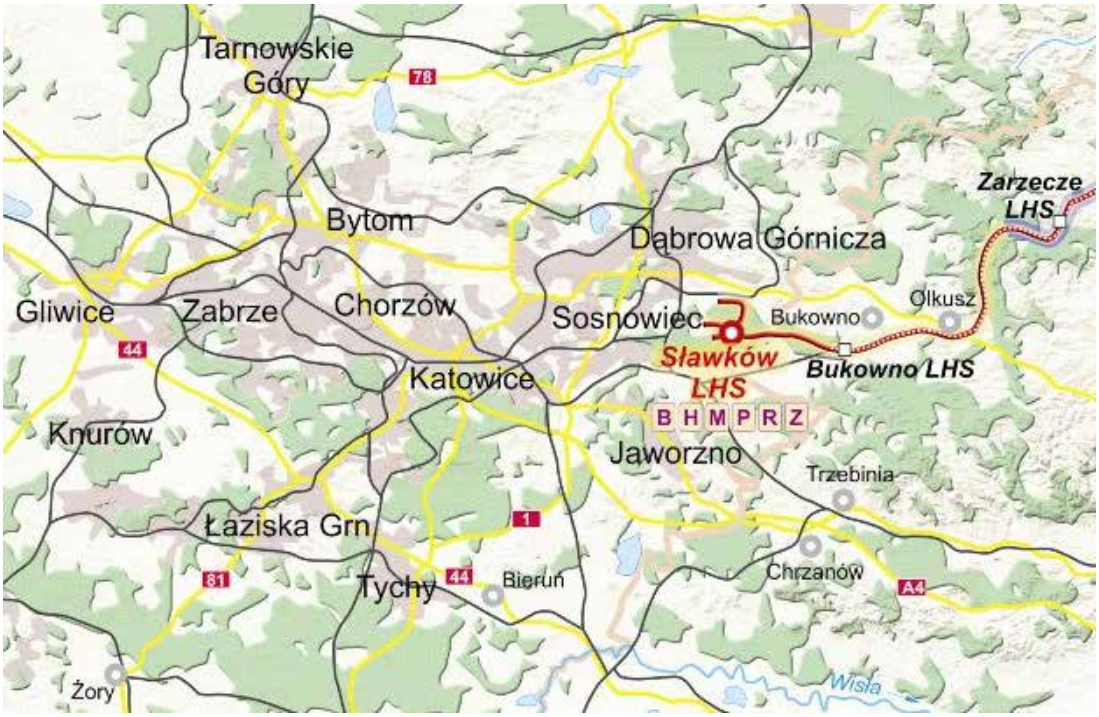
Należy też rozważyć kierunki rozwoju na wschód, jak alternatywne połączenie z Ukrainą czy też połączenie z siecią kolei Białoruskich.

3. Możliwe kierunki rozbudowy i modernizacji LHS

3.1. Elektryfikacja LHS

W obecnych uwarunkowaniach polityki klimatycznej UE, bardzo niestabilnych cen paliw płynnych a także rachunku ekonomicznego najbardziej racjonalnym przedsięwzięciem jest elektryfikacja LHS na całej obecnej długości. Jest to działanie tym bardziej zasadne gdyż podobne przedsięwzięcie jest planowane po stronie Ukraińskiej [5]. PKP LHS rozważa elektryfikację po roku 2023 [6].

3.2. Ekspansja w kierunku zachodnim – okręg GOP

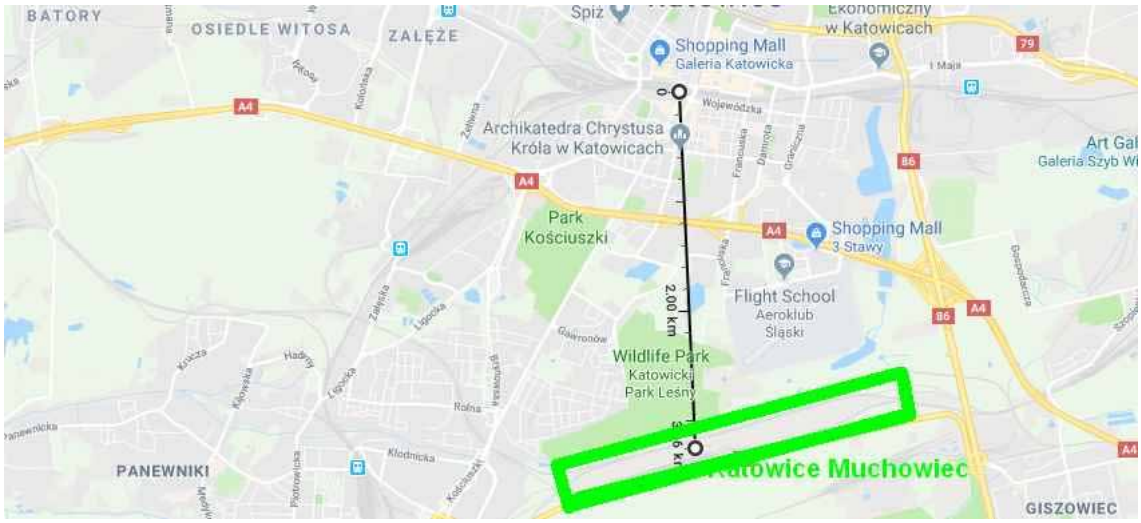


Wycinek aktualnej mapy LHS – obszar GOP (www.lhs.pl)

Widoczne na mapie pierwszej jest „wschodnie nastawienie" terminalu w Sławkowie. Większość zakładów przemysłowych w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym musi stosować pośredni transport między miejscem produkcji a samym terminalem. Generuje to koszty a także wydłuża czas spedycji.

Postuluje się w tym miejscu budowę 1 lub 2 krótkich linii kolejowych szerokotorowych wiodących na zachód wzdłuż istniejących linii normalnotorowych wraz z bocznicami umożliwiającymi bezpośredni załadunek towarów w zakładach na tabor szerokotorowy.

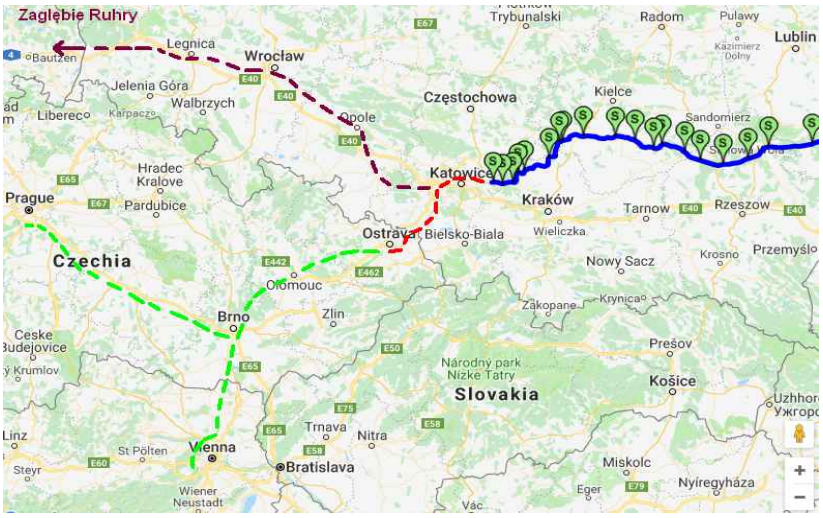
Przykładowym rozwiązaniem byłoby zagospodarowanie sporej, dzisiaj już prawie nieużywanej [2] stacji Katowice Muchowiec jako drugiej stacji przeładunkowej przeznaczonej dla pociągów szerokotorowych na obszarze GOP. Stacja ma idealne wręcz położenie logistyczne – niespełna 4km na południe od centrum Katowic, znajdująca się przy skrzyżowaniu Drogi Krajowej nr 86 i autostrady A4. Wzdłuż istniejących linii kolejowych jest wystarczająco dużo przestrzeni aby poprowadzić tor szeroki wprost z terminalu w Sławkowie do stacji Katowice Muchowiec. Taki tor miałby długość około 25 kilometrów.



Położenie stacji Katowice Muchowiec (www.google.com/maps) Widoczny odcinek linii prostej od centrum Katowic do stacji Muchowiec

Jako suplement można tu wspomnieć o możliwej budowie odnogi LHS do Ostrawy, dużym czeskim ośrodku przemysłowym leżącym tuż przy granicy czesko-polskiej. W linii prostej Ostrawa znajduje się około 100km od Sławkowa. Byłoby to swego rodzaju preludium do dalszej ekspansji.

3.3. Dalszy rozwój w kierunku zachodnim – ambitne plany ekspansji na zachód



Interaktywna mapa z zaznaczonym przebiegiem LHS – widoczne Czechy, Słowacja i Austria (www.lhs.pl). Na czerwono – wariant bazowy ekspansji – Ostrawa. Na bordowo – budowa linii szerokotorowej aż do zagłębia Ruhry (lub LGOM) Na zielono – budowa linii w kierunku Pragi lub Wiednia

Aby znacznie zwiększyć znaczenie LHS i poszerzyć grono potencjalnych klientów należałoby dążyć do dalszej ekspansji szerokiego toru w trzech możliwych kierunkach:

a) zachodnich Niemiec a zwłaszcza potężnego zagłębia Ruhry

b) Czech, zwłaszcza Pragi

c) Aglomeracji Wiedeń/Bratysława – bramy Południowej Europy

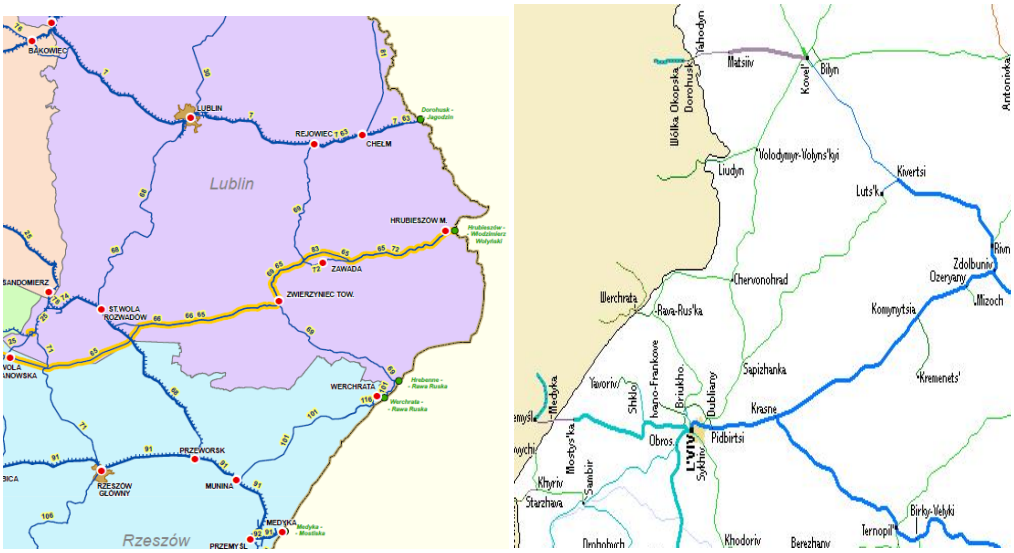
Wariant a) jest tutaj najmniej realistyczny, albowiem wymaga budowy przeszło 1000km nowej, szerokotorowej linii kolejowej. Absurdalny wręcz koszt przekreśla taką inwestycję. Być może bardziej zasadnym byłaby budowa szerokiego toru do LGOM dla ułatwienia eksportu wyrobów miedziowych naszego potentata – KGHM - do Chin, być może także wytwórni cementu Górażdże. Nadal mówimy tutaj jednak o budowie nowej linii długości samego LHS.

Wariant b) zakłada większą integrację z Czechami a także jest próbą konsensusu pomiędzy obsługą logistyczną Europy Zachodniej, zwłaszcza Niemiec a Europy Południowej, w tym Austrii. Nowe centra logistyczne, przykładowo w Pradze i Brnie mogłyby obsłużyć oba kierunki spedycyjne.

Niemniej nadal wymagałoby to budowy przeszło 500km nowej linii kolejowej w niekorzystnych uwarunkowaniach terenowych w Czechach.

Wariant c) dedykowany jest obsłudze bliższego nam południa Europy – Austrii, Czech, Słowenii, Słowacji a także zachodnich Węgier i południowych Niemiec (Bawarii). Prawdopodobnie najbardziej efektywny wariant z racji odległości od największych portów Europy. W linii prostej ze Sławkowa do bram Wiednia jest około 300km. Pomimo iż nie jest to w pełni miarodajna odległość, plasuje wariant jako najbardziej realny do wykonania.

3.4. Ekspansja w kierunku wschodnim.



Fragment mapy sieci PKP PLK na granicy polsko – ukraińskiej oraz odpowiadający fragment mapy sieci UŻ (www.plk-sa.pl oraz www.bueker.net)

Od strony Polskiej LHS kończy się na przejściu granicznym w Hrubieszowie. Po stronie ukraińskiej linia biegnie tylko do Włodzimierza Wołyńskiego (Volodomyr Volyns'kyi) gdzie wplata się w istniejącą sieć UŻ. Tak jak po stronie polskiej, linia omija na Ukrainie większe skupiska ludzkie. Razi tutaj brak połączenia LHS z Łuckiem (Luts'k) i Równem (Rivne).

Taki stan rzeczy wymusza nadrabianie drogi pociągów w drodze na wschód a także zniechęca do wykonywania przewozów pasażerskich. W razie jakichkolwiek nieprzewidzianych trudności po stronie ukraińskiej (kolizja, awaria na szlaku) pociągi z Polski są zmuszone do przeczekania i vice versa.

Aby zdywersyfikować kierunki przewozów a także zwiększyć atrakcyjność LHS dla przewozów Ukraina – Polska warto byłoby rozważyć budowę odgałęzienia LHS w kierunku Rawy Ruskiej wzdłuż linii nr 69 (76km), a w konsekwencji – do Lwowa. Linia numer 69 jest niemal nieużywana (szczątkowy ruch pasażerski) dlatego dla ograniczenia kosztów warto się zastanowić nad budową toru dwurozstawowego (czteroszynowego) czy wręcz wprost nad przekuciem linii nr 69 na tor szeroki.

Nie tylko Ukraina jest atrakcyjnym rynkiem zbytu. Białoruś stanowi bramę do potężnego kraju – Rosji. Sieć kolejowa Federacji Rosyjskiej sięga najdalej na wschód aż do Władywostoku, gdzie po drodze istnieją liczne odgałęzienia do Chin. Podobnie jak w przypadku „wariantu Lwowskiego" wykorzystać tutaj można niemal nieużywaną linię kolejową nr 81 Chełm – Włodawa (45km) i podobnie jak w przypadku linii nr 69 przebudować na tor dwurozstawowy czy przekuć na tor szeroki. Należałoby także dobudować dodatkowy tor szeroki na odcinku Chełm – Rejowiec – Zawada (69km), przy wykorzystaniu istniejącego odcinka szerokotorowej linii numer 63 na odcinku Zawadówka Naftobaza – Chełm (10km). W konsekwencji Polska uzyskałaby bezpośrednie połączenie kolejowe z Białorusią, bez konieczności przeładunku towarów na granicy. Przy okazji LHS otrzymałby dodatkowe połączenie z siecią Kolei Ukraińskich w Dorohusku poprzez szerokotorową linię numer 63.

Naniesione na mapę warianty ekspansji na wschód – kolor zielony – istniejące linie szerokotorowe, kolor pomarańczowy tor dwurozstawowy lub przekucie na tor szeroki, kolor czerwony – dobudowa dodatkowego toru szerokiego. Kolor żółty – obecny przebieg LHS

Reasumując, realizacja obu wariantów rozwoju LHS w kierunku wschodnim wymaga:

- przekucia lub przebudowy 112 km linii kolejowych (nr 69 i 81)
- budowy 69 km toru szerokiego wzdłuż istniejącej linii (nr 69)

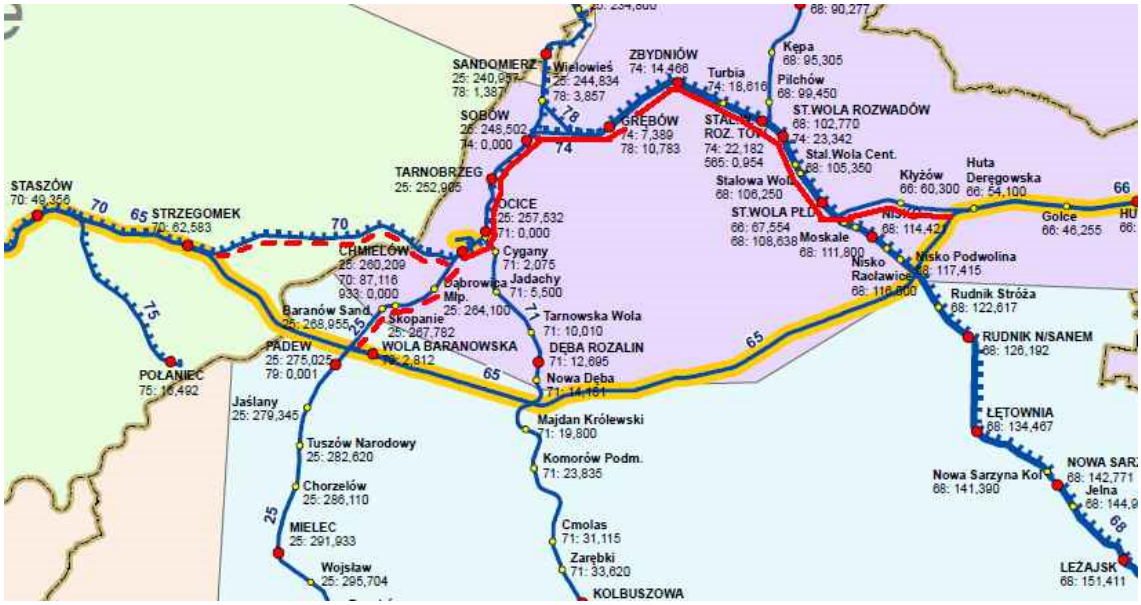
Uwarunkowania budowlane takiego kierunku ekspansji LHS są bardzo dogodne ponieważ mamy tutaj do czynienia z robotami wzdłuż istniejących linii kolejowych (transport materiałów, ograniczenie robót ziemnych). Dodatkowo wszystkie wymienione linie kolejowe biegną przez słabo zaludnione tereny – jedynym wyjątkiem jest tu miasto Chełm, gdzie szczęśliwie szerokotorowa linia kolejowa już istnieje. Nie powinno być też poważnych przeszkód z wykorzystaniem istniejących linii normalnotorowych gdyż ruch na nich jest sporadyczny, ich potencjał niewykorzystany a po zastosowaniu prześwitu 1520mm ruch mógłby się z powodzeniem odbywać wyłącznie po torze szerokim, bez czasochłonnego przeładunku.

3.5. Rozbudowa LHS na odcinku centralnym.

Z założenia LHS jest linią towarową która omijać miała skupiska ludzkie umożliwiając tranzyt ogromnych mas towarów bez zakłóceń. Jednak utrudnia to dostęp do Linii większym zakładom przemysłowym zlokalizowanych w miastach (np. Huta Stalowa Wola, Elektrownia

Stalowa Wola). Dodatkowo eliminuje to możliwość przewozu osób zamieszkałych w tych miastach. Mowa tutaj zwłaszcza o Tarnobrzegu (47 tys) i Stalowej Woli (62 tys) [1].

Aby umożliwić mieszkańcom i przedsiębiorstwom Stalowej Woli i Tarnobrzegu na dostęp do transkontynentalnego korytarza a także dać szansę na sprawny dojazd pasażerom na Górny Śląsk, do Lwowa (przy rozbudowie, patrz N+1.4) a nawet Kijowa potrzebna byłaby budowa dodatkowego szerokiego toru wzdłuż linii nr 68, 74, 25 lub 70 od Huty Deręgowskiej do Woli Baranowskiej.



Naniesione na mapę [7] warianty rozbudowy LHS w województwie podkarpackim; kolor czerwony – dobudowa dodatkowego toru szerokiego. Linia przerywana oznacza warianty alternatywne.

Budowa dodatkowego toru wzdłuż istniejących linii pozwoli na przesiadkę ewentualnych pasażerów drzwi w drzwi do pociągów normalnotorowych w kierunkach: Mielca, Rzeszowa, Skarżyska – Kamiennej (Kielc), a przeładunek towarów będzie mógł odbywać się burta w burtę, w wielu miejscach potencjalnego przeładunku. Również Planowana budowa dróg S19 i S74 krzyżujących się w Nisku pod Stalową Wolą zwiększa atrakcyjność takiego przedsięwzięcia.

3.6. Budowa drugiego toru.

Gdyby wyżej wymienione plany zostały zrealizowane – choćby częściowo – mogłyby się przyczynić do dalszego wzrostu wolumenu przewozów. Obecne plany modernizacji LHS pod kątem zwiększenia przepustowości zakładają jej wzrost o 30% [6]. Istnieje jednak możliwość że nawet taki wzrost przepustowości nie byłby wystarczający.

Kolejnym krokiem byłaby tutaj budowa dodatkowego toru. Najprostszym rozwiązaniem wydaje się tutaj budowa dodatkowego toru na całej długości dzisiejszej Linii Hutniczej Szerokotorowej. Być może jednak zamiast angażować potężne środki wprost w drugi tor warto byłoby rozważyć bardziej realistyczny wariant – budowy drugiego toru tylko na pewnych odcinkach bilansując koszty i efektywność.

Wariant taki obejmowałby budowę drugiego toru na odcinku od Zwierzyńca do Huty Deręgowskiej (pod Stalową Wolą) – 53 km – oraz budowę drugiego toru od Strzegomka aż do terminalu w Sławkowie – 174 km. Łącznie 227 km linii zyskałoby drugi tor co odpowiada 58% długości trasy. Dzięki istnieniu licznych stacji na całej długości LHS (nie rzadziej niż co 20 km) możliwa jest etapowa budowa drugiego toru „od stacji do stacji" – bez powodowania większych zakłóceń w ruchu a także bez konieczności angażowania wszystkich środków naraz.

Naniesione na mapę [7] warianty ekspansji na wschód – dodatkowo naniesiono wariant centralny rozbudowy (Stalowa Wola, Tarnobrzeg) i budowę drugiego toru na odcinku Stalowa Wola – Zwierzyniec

4. Podsumowanie.

Wiele jest możliwych wariantów rozbudowy i modernizacji Linii Hutniczej Szerokotorowej. Choć zdawałoby się że jest to relikt przeszłości – LHS nadal udowadnia swoją przydatność. Co więcej – ma szansę zająć miejsce w historii jako część Nowego Jedwabnego Szlaku. Nowe wyzwania wymagają nowych działań – których propozycję postaraliśmy się pokrótce pokazać.

Czy dla Linii Szerokotorowej nastaną świetlane czasy? Cóż, tylko czas pokaże.

Bibliografia

[1]pl.wikipedia.org – dostęp dn. 18.05.2018r.

[2]www.bazakolejowa.pl - dostęp dn. 18.05.2018r.

[3]lhs.com.pl – dostęp dn. 18.05.2018r.

[4]www.nakolei.pl/euroterminal-w-slawkowie-do-rozbudowy/ - dostęp dn. 18.05.2018r.

[5]https://lhs.com.pl/pl/wydarzenia/aktualnosci/2017/340 - dostęp dn. 18.05.2018r.

[6]http://www.kurierlubelski.pl/strefa-biznesu/wiadomosci/z-regionu/a/pkp-lhs-inwestycje-wjezdzaja-na-szerokie-tory,12915273/ - dostęp dn. 18.05.2018r.

[7]www.plk-sa.com - dostęp dn. 18.05.2018r.

[8]http://4.bp.blogspot.com/T2j_3pgVufU/VnqfIDw9pqI/AAAAAAAAAjI/lCoTW9aYa84/s1600/iron_silk_road.jpg - dostęp dn. 18.05.2018r.

[9]http://nowahistoria.interia.pl/ii-rzeczpospolita/news-rozbudowa-szlakow-kolejowych-w-ii-rzeczpospolitej,nId,1067412

[10]film „Linia Hutniczo-Siarkowa" – cztery części; „Prace Wstępne", „Obiekty inżynierskie", „Obiekty kubaturowe", „LHS za pięć dwunasta- tory"

CZAS PRACY MASZYNISTÓW POJAZDÓW TRAKCYJNYCH A BEZPIECZEŃSTWO RUCHU KOLEJOWEGO

Łukasz Gemza, Piotr Kwietniewski.
Akademia WSB

Kolej od samego początku powstania wiązała się z fascynacją, rozwojem technologicznym oraz przemysłowym, a także z przełamywaniem barier. Zawdzięczamy jej ogromny rozrost urbanistyczny, rozwój przemysłu ciężkiego. Inżynierowie przez cały czas otwierali swe umysły, dzięki czemu odkrywano coraz to lepsze rozwiązania techniczne. Przez ostatnie stulecia widać niesamowity postęp i rozwój pojazdów wykorzystywanych w kolejnictwie, a także ogromny rozwój infrastruktury. W naszej pracy jednak chcieliśmy zająć się aspektem ludzi tworzących kolej, skupiając się przede wszystkim na pracy maszynisty pojazdów trakcyjnych, który od samego początku jest nieodzownym elementem kolei. Postaramy się omówić zmiany, jakie zaszły na przełomie stuleci w pracy maszynisty, problemy związane z reorganizacją kolejnictwa w naszym kraju. W referacie chcemy przedstawić temat który w obecnych czasach jest dość często poruszany w branży kolejowej, a tematem tym jest czas pracy maszynisty a także obowiązki maszynisty podczas jednej zmiany roboczej. Omówimy założenia do ustawy o czasie pracy maszynisty, a także porównamy projekt ustawy o czasie pracy maszynisty istniejącą już ustawą o czasie pracy kierowców.

Od samego początku, aby kolei w ogóle mogła mieć rację bytu potrzebna była osoba do obsługi pojazdów poruszających się po torach. Pierwsi maszyniści wyznaczeni byli do obsługi pojazdów parowych. Do ich obowiązków oprócz prowadzenia pojazdów, należało także dbanie o lokomotywę i ewentualne przeprowadzenie napraw lub usuwanie usterek pojawiających się w trakcie jazdy. Do maszynisty przypisany był pomocnik, który oprócz dorzucania węgla miał także dbać o czystość i estetyczny wygląd lokomotywy. Prawdopodobnie, dlatego do dzisiaj możemy się spotkać z określeniem „Mechanik", które jest używane wśród osób pracujących na kolei, mających na myśli maszynistę pojazdów trakcyjnych.

Początek lat 40 ubiegłego wieku to wzrost udziału pojazdów elektrycznych i spalinowych w rynku kolejowym, które były łatwiejsze i tańsze w użytkowaniu. Do końca wieku XX jedynym przewoźnikiem oraz zarządcom infrastruktury było PKP. Według wielu opinii czasy te były złotymi latami, jeżeli chodzi o zawód maszynisty. Prestiż i szacunek,ale też ogromna wiedza i odpowiedzialność związana była ze stanowiskiem pracy maszynisty. Znajomość ciągle zmieniających się przepisów kolejowych, prowadzenie pociągów, znajomość oraz umiejętność naprawy taboru to chleb powszedni pracy na tym stanowisku w tamtych latach. Dużym

ułatwieniem było przypisywanie maszynistów do konkretnych lokomotyw. Pomagało to podczas pracy, ponieważ każdy dokładnie znał swój pojazd i utrzymywał w jak najlepszym stanie. Dalej u boku maszynisty stał jego pomocnik, który podczas prowadzenia pociągu miał obowiązek obserwacji szlaku i ostrzegania przed niebezpieczeństwami. Był zabezpieczeniem i drugimi oczami prowadzącego pociąg. Nikt nie zważał wtedy zbytnio nad czasem pracy, znajomością szlaku, czy taboru.

Przełom wieków XX i XXI na kolei to okres dużych zmian. Przemiany ustrojowe, rozszerzający się teren oddziaływań Unii Europejskiej, narzucił konieczność zmian w funkcjonowaniu kolei. Większa transparentność, konkurencyjność, a także odchodzenie od monopolizacji rynku spowodował ogromny rozłam i rozdrobnienie PKP na liczne spółki. Wprowadzono wiele przepisów, aktów i rozporządzeń regulujących prawo na kolei. Sytuacja ta w latach 2000 – 2010 doprowadziła do załamania się rynku kolejowego i dużych zmian pracowniczych. Liczne zwolnienia, strach przed utratą pracy oraz brak odpowiednich uregulowań nie sprzyjały myśli o uregulowaniu czasu pracy maszynisty pojazdu trakcyjnego. W tym okresie zaczęto również likwidować liczne szkoły przygotowujące przyszłych kolejarzy do pracy, co w późniejszych latach wpłynęło bardzo znacząco na kolejowy rynek pracy. Do tematu zaczęto wracać bardzo szybko, ponieważ już w latach 2012 – 2016 zaczęto zauważać, że rynek pracowniczy na kolei zaczyna się kruszyć. Zamknięcie szkół spowodowało powstanie tzw. dziury pokoleniowej. Dodatkowo niższy wiek emerytalny maszynistów, wejście na rynek kolejowy nowych spółek, oraz wzrost przewozów spowodował, iż w bardzo szybkim czasie zaczęło brakować rąk do pracy. Był to główny czynnik, który wpłynął na ponowne podjęcie tematu, dotyczącego regulacji czasu pracy maszynisty.

Na dzień dzisiejszy dochodzi do bardzo niebezpiecznych sytuacji, w których to maszynista może w pojedynkę przez dwanaście godzin prowadzić pojazd na terenie całego kraju, wracać do domu poza czasem pracy kilka godzin i po ustawowym czasie odpoczynku może ponownie zgłosić się do pracy. Biorąc pod uwagę ustawę o czasie pracy kierowcy, oraz ilość przewożonych jednorazowo osób lub towarów w porównaniu do ruchu kołowego, koniecznym jest jak najszybsze uregulowanie kwestii, którą tu poruszamy. Kierowca na dzień dzisiejszy nie może przekroczyć ciągłego czasu pracy powyżej 9 godzin. Maksymalny czas pracy bez odpoczynku to 4,5 godziny. Maszynista pojazdów trakcyjnych może pracować 12 godzin, z ustawowym odpoczynkiem, czyli 15 minut przy ciągłej pracy minimum 6 godzin. Jednak pisząc ustawę o czasie pracy maszynisty nie można opierać się tylko i wyłącznie na istniejącej już ustawie o czasie pracy kierowcy. Uważamy, że oprócz przepisów ogólnych, trzeba tu wziąć specyficzny typ wykonywanego zawodu i rozdzielić pracę maszynisty w ruchu pasażerskim, od pracy maszynisty w ruchu towarowym. O ile w ruchu kołowym nie ma to większego znaczenia,

o tyle w ruchu kolejowym jest to całkiem inna specyfikacja pracy. Główną różnicą pomiędzy pracą na stanowisku maszynisty pociągu towarowego, a maszynistą pociągu pasażerskiego jest przede wszystkim prędkość rozwijana prze pociąg na szlaku kolejowym. W Polsce prędkości maksymalne pociągów towarowych oscylują w okolicach 100 km/h, a prędkości w ruchu pasażerskim dochodzą do 200 km/h. Jest to jeden z głównych powodów, który wpływa na podział ruchu towarowego i osobowego. Jednocześnie trzeba zwrócić w tym miejscu uwagę na różnice w kwestii prowadzenia pociągu pomiędzy stanowiskiem maszynisty pociągu pasażerskiego a stanowiskiem maszynisty pociągu towarowego. Podczas wykonywania obowiązków maszynista pociągu pasażerskiego musi wielokrotnie rozpędzać i zatrzymywać pojazd trakcyjny, co wynika z rozkładu jazdy dla danego pociągu. W trakcie wykonywania obowiązków przez maszynistę pociągu towarowego zatrzymania pociągu występują o wiele rzadziej niż w przypadku maszynisty pociągu pasażerskiego. W tym przypadku można zauważyć, że jest różnica pomiędzy maszynistą pociągów towarowych a maszynista pociągów pasażerskich. Bardzo ważnym aspektem, który ma bezpośredni wpływ na zagrożenie bezpieczeństwa ruchu kolejowego jest wprowadzanie przez przewoźników kolejowych coraz większej efektywności na stanowisku maszynisty pojazdu trakcyjnego. Jest to spowodowane przede wszystkim większą chęcią zysku, a także luka pokoleniową, która powstała na stanowisku maszynisty pojazdów trakcyjnych. Tendencja ta jest bardzo niepokojąca, i wpływa bardzo na pogorszenie bezpieczeństwa ruchu kolejowego, ze względu na planowanie służb gdzie maszynista w trakcie 12 godzinnej pracy przeważnie niecałe 30 minut odpoczynku. Oczywiście jest to jak najbardziej zgodne z obowiązującymi przepisami, ale na pewno nie wypływa na poprawę bezpieczeństwa. Coraz więcej przewoźników kolejowych stawia efektywność na stanowisko pracy maszynisty pojazdu trakcyjnego ponad bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Bardzo istotnym elementem w czasie pracy maszynisty, jest także rozkład jazdy ułożony przez przewoźnika kolejowego. W wielu przypadkach rozkłady jazdy są tak ułożone, że maszyniści pociągów pasażerskich muszą włożyć bardzo wiele wysiłku w utrzymanie rozkładu jazdy zaplanowanego przez przewoźnika kolejowego. W chwili wystąpienia opóźnienia pociągu, rozkład jazdy pociągu jest nie do utrzymania. Jednocześnie krótkie przejście pomiędzy pociągami które obsługuje maszynista pociągu pasażerskiego powodują kolejne opóźnienia, jak i brak wystarczającego czasu na prawidłowe objęcie pojazdu trakcyjnego, a także w wielu przypadkach stres maszynisty spowodowany kolejnymi opóźnieniami, i zwiększenie podatności na możliwość popełniania błędu przez maszynistę podczas sytuacji stresowej. Dlatego w ustawie o czasie pracy maszynistów powinno być jasno zdefiniowane, co jaki czas powinien mieć maszynista przerwę na odpoczynek i w jakim wymiarze czasowym. Następnym aspektem podczas pracy maszynisty zarówno w ruchu pasażerskim jak i ruchu towarowym jest

przyjmowanie kliku pojazdów trakcyjnych w czasie jednej zmiany. Maszynista podczas jednej zmiany w wielu przypadkach przyjmuje od 4 do 6 pojazdów trakcyjnych. Tak duża ilość przyjmowanych pojazdów trakcyjnych może powodować zagrożenie związane z brakiem odpowiedniej ilości czasu na dokładne przyjęcia pojazdu trakcyjnego, gdzie w ramach tych obowiązków maszynista pojazdu trakcyjnego sprawdza stan techniczny przyjmowanego pojazdu, a także wszystkie urządzenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego zabudowane na pojeździe kolejowym. W wielu przypadkach przewoźnicy kolejowi w planowaniu obiegów dla maszynistów na służbie, w planie służby uwzględniają zaledwie kilka minut na zdanie jednego pojazdu trakcyjnego i przyjęcie drugiego pojazdu trakcyjnego na drugim pociągu. Stosowanie przez przewoźników kolejowych krótkich przyjęć ma na celu podniesienie efektywności maszynisty do maksimum, co ma wpływ na możliwość pogorszenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego, prze pospiech maszynisty pojazdu trakcyjnego wymuszony przez pracodawcę. Jednym z niepokojących problemów który się pojawia w chwili obecnej na stanowisku maszynisty pojazdu trakcyjnego, ze względu na braki maszynistów pojazdów trakcyjnych jest wykorzystywanie przez pracodawców nieczynnych kabin maszynisty, jako miejsc do odpoczynku po skończonej służbie. Obowiązujące przepisy regulują zakaz przebywania osób w nieczynnych kabinach maszynisty, lecz w wielu przypadkach maszynista, który prowadził pociąg idzie odpoczywać do drugiej kabiny, a drugi maszynista który wcześniej odpoczywał prowadzi dalej pociąg. I tak jak widać ww. przypadku pracodawcy łamią obowiązujące prawo w celu redukcji kosztów związanych z postojem pociągu czy tez wynajmem hotelu dla maszynisty pociągu. Pracodawcy którzy wiedzą, że na pojeździe odpoczywa drugi maszynista w niektórych przypadkach zatrudniają go, do wykonywania innych czynności np. do wykonywania próby hamulca na pociągu, który prowadzi drugi maszynista, który odpoczywał wcześniej w nieczynnej kabinie. Zgodnie z art. 22ca ustawy z dnia 28 marca 2003r o transporcie kolejowym, maszynista może podjąć dodatkową pracę i pracodawca nie musi o tym wiedzieć. Zgłaszana musi być jedynie praca w charakterze maszynisty na podstawie dodatkowej umowy. Należy także wziąć pod uwagę pracę maszynisty wykonującego manewry na bocznicy kolejowej. Tu charakter pracy także jest całkowicie inny i powinien być objęty osobnymi regulacjami.

Biorąc pod uwagę wymienione wyżej kwestię, oraz projekt założeń projektu ustawy o czasie pracy maszynistów, należy jasno powiedzieć, iż ustawa ta jest niezbędna dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego i nie powinien opierać się tylko i wyłącznie na istniejącej już ustawie o czasie pracy kierowców.

W pierwszej kwestii należy zając się tematem miejsca rozpoczynania pracy. W chwili obecnej maszynista może podejmować pracę na terenie całego kraju. Sytuacja ta stwarza zagrożenia skrócenia czasu odpoczynku. Dodatkowo może wpływać na aspekt emocjonalny

maszynisty, ponieważ stwarza zagrożenie długiej rozłąki z rodziną i domem. W ustawie należy wprowadzić zapis, zgodnie z ustaleniami projektu założeń, iż maszynista zaczyna pracę zgodnie z adresem firmy lub miejscem specjalnie wyznaczonym do tego celu np. dyspozytura danego zakładu lub jednostki. W tym aspekcie należy rozważyć problem noclegów poza miejscem zamieszkania, jak długo maszynista może przebywać poza domem i w jaki sposób powinien być rozliczany ten czas.

Należy tu jednak ująć także kwestię maszynistów pracujących na bocznicach kolejowych. Jest to praca specyficzna, monotonna, ciągła, w której występuje duże prawdopodobieństwo wypadku z udziałem ludzi. Często występuje sytuacja, w której maszynista ma obowiązek rozpoczynania pracy na danej bocznicy. Licząc dojazd do miejsca pracy, potem transport na bocznicę powoduje to skrócenie czasu odpoczynku nawet o kilka godzin. Trzeba także jasno określić konieczność odbycia przerwy w pracy po przepracowaniu pełnych 6 godzin jazdy manewrowej, która przy pracy ośmiogodzinnej powinna wynosić minimum 30 minut.

Wracając do czasu pracy maszynisty na szlaku, tu najważniejsze kwestie do omówienia to:

- miejsce rozpoczęcia i zakończenia pracy,
- czas nieprzerwanej jazdy,
- czas przejść pomiędzy poszczególnymi pociągami,
- dodatkowe czynności wykonywane przez maszynistę,
- podejmowanie dodatkowej pracy zarobkowej.

Jeżeli chodzi o miejsce rozpoczynania i kończenia pracy, punkt ten został opisany wcześniej. Kolejnym problemem jest czas nieprzerwanej jazdy. W tym przypadku całkowicie należy rozgraniczyć ruch towarowy od osobowego. W ruchu towarowym mówiąc o ciągłości jazdy należy rozważyć następujące kwestie: czy postoje należy wliczyć do czasu jazdy, jak liczyć ciągłość czasu pracy przy zmianie pociągu na szlaku. Ruch pasażerski w tej kwestii trzeba podzielić na pociągi osobowe i pociągi pospieszne. Ponieważ praca maszynisty na pociągu osobowym wygląda inaczej niż na pociągu pośpiesznym. Różnicą pomiędzy pociągami osobowymi a pośpiesznymi jest to, że maszynista pociągu osobowego zatrzymuje i rozpędza pojazd trakcyjny średnio co 2 – 3 minuty, a maszynista pociągu pospiesznego co 15-30 minut. W tym przypadku poziom skupienia i koncentracji maszynisty pociągu osobowego jest całkiem inny niż maszynisty pociągu pospiesznego.

Naszym zdaniem czas jazdy należy liczyć od momentu uruchomienia pociągu.

Opisywana propozycja, jest propozycja dla ruchu towarowego.

Po ciągłej jeździe powyżej 6 godzin należy się odpoczynek minimum 30 minut. Jedynym odstępstwem w tej sytuacji może być postój maszynisty powyżej 30 minut, jeżeli został powiadomiony o długości postoju. Tu należy zaznaczyć, iż dyżurny miałby obowiązek konkretnego określenia czasu postoju. Jeżeli nie jest w stanie tego uczynić, czas ten należy wliczyć do czasu jazdy, a maszynista ma obowiązek dopytania jak długi będzie postój. Rozważając sytuację zmiany pociągu na szlaku, należy ująć fakt, że jeżeli postój spowodowany wymianą pociągu trwa poniżej 30 minut, także należy wliczyć go do nieprzerwanego czasu jazdy. Tutaj także maszynista miałby obowiązek dopytać, czy postój nie będzie dłuższy niż 30 minut.

Dodatkowe czynności wykonywane przez maszynistę to kolejny szeroki do omówienia temat. Próba hamulca, która może trwać ponad godzinę, czy manewry od i na pociąg, a także przyjmowanie lokomotywy i oczekiwanie na wyjazd nie może być traktowane, jako jazda ciągła. Należy te czynności wliczyć do czasu pracy. Podobna sytuacja występuje w ustawie o czasie pracy kierowców, w której to załadunek i rozładunek w którym uczestniczy kierowca, jest wliczany do jego czasu pracy.

W przypadku ruchu pasażerskiego, czas pracy jazdy powinno liczyć się od chwili uruchomienia pojazdu trakcyjnego w celu wykonania manewrów, a także od uruchomienia planowego pociągu, zgodnie z rozkładem jazdy. Maszynista w ruchu pasażerskim powinien mieć możliwość wyboru i regulowania czasu przerwy, która powinna być konkretnie ustalona w ustawie i nie powinna wynosić mniej niż 30 minut, przy służbie do 8 godzin i nie mniej niż 45 minut przy służbie od 8 do 12 godzin. Maszynista pociągów pasażerskich w obecnych czasach rzadko prowadzi pociąg powyżej 6 godzin chyba, że jest to pociąg specjalny. W przypadku maszynistów pociągów pasażerskich przerwa powinna być wykorzystana przez maszynistę w momencie korzystnym zarówno dla maszynisty jak i przewoźnika kolejowego. W obiegach tworzonych przez przewoźników kolejowych, przerwy powinny być uwzględniane tak, żeby maszynista mógł wykonać wszystkie dodatkowe czynności, nie tracąc na to swojej przerwy.

Bardzo ważnym, a nieporuszanym tematem jest podejmowanie dodatkowej pracy zarobkowej przez maszynistę. Tu oprócz obowiązku zgłaszania pracy na stanowisku maszynisty, należy także wprowadzić zapis, w którym to maszynista będzie zobowiązany zgłaszać podjęcie jakiejkolwiek pracy, poza podstawową umową. Tu także należy podkreślić, iż każda dodatkowa praca „w torach" powinna być pod szczególnym nadzorem.

Jak widać powstanie ustawy o czasie pracy maszynisty jest niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu kolejowym. Ustawa ta, powinna być sprecyzowana w każdej płaszczyźnie jaka występuje na stanowisku pracy maszynisty pojazdu trakcyjnego. Brak sprecyzowania ustawy, może doprowadzić do dalszego naciągania przez przewoźników

kolejowych przepisów prawa, w celu osiągnięcia jak największej efektywności na stanowisku maszynisty pojazdów trakcyjnych, nie patrząc na zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Ustawa o czasie pracy kierowcy nie wymagała zbytniego rozróżnienia pomiędzy ruchem towarowym a osobowym, to w ustawie o czasie pracy maszynisty jest to kwestia znacząca. Wszelkie ww. kwestie wymagają zasięgnięcia głosu wszystkich stron, w celu stworzenia ustawy, która będzie zapewniała odpowiedni poziom bezpieczeństwa na Polskiej sieci kolejowej.

KONCEPCJA KOLEI AGLOMERACYJNEJ NA TERENIE GÓRNOŚLĄSKO – ZAGŁĘBIOWSKIEJ METROPOLII

inż. Łukasz Gibała, inż. Jakub Dudek, inż. Michał Bihajło, inż. Sławomir Sikora
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

1. Wprowadzenie

Cechą charakterystyczną ośrodków aglomeracyjnych w Polsce jest zabieganie o poprawę jakości życia mieszkańców poprzez rozwój sieci komunikacyjnej. Działania jakie podejmują władze obszarów aglomeracyjnych argumentowane są poprawą skomunikowania subregionów, minimalizacją zjawiska kongestii w transporcie drogowym oraz negatywnego wpływu transportu miejskiego na środowisko naturalne. Na przestrzeni ostatnich kilku lat można zaobserwować wyraźny wzrost zainteresowania transportem kolejowym wśród władz samorządowych. Ponadto, w słabo wykształconych ośrodkach aglomeracyjnych np. poznańskim lub szczecińskim prowadzone są prace nad uruchomieniem kolei aglomeracyjnej (kolei podmiejskiej) mającej na celu integrację obszaru aglomeracyjnego.

Uściśliwszy, aglomeracją (obszarem aglomeracyjnym) będziemy nazywać jednostkę morfologiczną, którą tworzy zespół ściśle ze sobą powiązanych jednostek osadniczych skupionych wokół dominującego ośrodka. Ze względu na liczbę ośrodków dominujących wyróżniamy aglomeracje monocentryczne (jeden ośrodek dominujący) i aglomeracje policentryczne (kilka ośrodków dominujących). Aglomeracja policentryczna nosi nazwę konurbacji.[1] Przykładem wysoko rozwiniętej aglomeracji policentrycznej jest konurbacja górnośląska.

W roku 2011 rząd Rzeczypospolitej Polskiej przyjął Koncepcję Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030, w której zostały określone warunki uznania ośrodka aglomeracyjnego za metropolię. Zmiany będące fundamentami przeobrażenia mają charakter jakościowy i związane są z procesami integracji funkcjonalno-przestrzennej, planowania i zarządzania, globalizacji oraz rozwoju ośrodków naukowych.[1] Rozporządzeniem Rady Ministrów z dn. 26 czerwca 2017 roku w sprawie utworzenia w województwie śląskim związku metropolitalnego na terenach konurbacji górnośląskiej z dniem 1 lipca 2017 roku została powołana do życia Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia.

Ze względu na kierunek zachodzących zmian poprawnym stwierdzeniem jest, że metropolia to aglomeracja i stosowaniu pojęcia „kolej aglomeracyjna" w przypadku ośrodka metropolitalnego. Kolej aglomeracyjna, zwana też koleją podmiejską to taka, która realizuje

przewozy na odległość nie większą niż 30 km w czasie nie dłuższym niż 15 minut.[2] Zdefiniowane pojęcie nie jest wiążące i zależy od warunków lokalnych tj. powierzchni obszaru aglomeracyjnego. Trafniejszym spostrzeżeniem byłoby stwierdzenie, że jest to system kolei funkcjonujący w granicach terytorialnych aglomeracji obsługujący ruch pasażerski z wysoką częstotliwością.

W poniższej pracy posłużono się pojęciem „kolej aglomeracyjna", którego nie należy korelować z terminami: metro lub szybka kolej miejska (SKM). Funkcjonowanie szybkiej kolei miejskiej polega na prowadzeniu ruchu z wykorzystaniem infrastruktury kolejowej i obsługowej oddzielonej od infrastruktury konwencjonalnego transportu kolejowego. Przykładem takiego rozwiązania jest PKP Szybka Kolej Miejska w Trójmieście, będąca zarządcą linii kolejowej nr 250. Metro to osobno zdefiniowany system publicznego transportu zbiorowego. Nazwa jest często kojarzona z koleją podziemną, jednak metro może występować w formie naziemnej. Utworzona koncepcja uwzględnia takie rozwiązanie.

Powodem podjęcia tematu były trwające prace przygotowawcze mające na celu uruchomienie kolei aglomeracyjnej w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Występujący wśród mieszkańców entuzjazm i podejmowanie prac badawczych wśród środowisk naukowych mają na celu ukazanie skali zaangażowania w stworzenie sprawnie funkcjonującego transportu aglomeracyjnego.

2. Przegląd istniejących systemów kolei aglomeracyjnych

Ze względu na krótszy czas przejazdu oraz znacznie większą podaż miejsc w porównaniu do autobusu lub tramwaju, transport kolejowy jest korzystniejszym środkiem transportu zarówno dla pasażera, organizatora transportu jak i przewoźnika w dużych ośrodkach aglomeracyjnych.

Na obszarze kraju funkcjonują rozwinięte systemy szybkich kolei miejskich do których należą: PKP Szybka Kolej Miejska w Trójmieście i Szybka Kolej Miejska w Warszawie, której uzupełnieniem są połączenia Warszawskiej Kolei Dojazdowej.

Negatywne skutki urbanizacji, którymi są wzrost cen mieszkań oraz zatłoczenie i zanieczyszczenie miast sprawiają, że społeczeństwo zasiedla obszary podmiejskie i gmin sąsiadujących. Powyższe zjawisko, choć negatywne prowadzi do powiększenia aglomeracji i konieczności jego integracji m.in. poprzez transport kolejowy.

Do rozwijających się systemów kolei aglomeracyjnych w Polsce można zaliczyć Łódzką Kolej Aglomeracyjną oraz Szybką Kolej Aglomeracyjną w Krakowie. Trwające prace modernizacyjne linii średnicowej E30 na odcinku Kraków Towarowy - Kraków Rudzice wraz

z dobudową dodatkowych torów dla szybkiej kolei aglomeracyjnej dają szansę na rozwój przewozów.

Oprócz w pełni funkcjonujących i słabo rozwiniętych sieci aglomeracyjnych, prowadzone są prace nad stworzeniem takich systemów. Od 2011 roku trwają prace koncepcyjne nad stworzeniem Szczecińskiej Kolei Metropolitalnej. Projekt zakłada m.in. modernizację i budowę linii kolejowych, przystanków osobowych oraz zintegrowanych węzłów przesiadkowych. Według obecnych planów kolej podmiejska w Szczecińskim Obszarze Metropolitalnym ma zostać uruchomiona w roku 2022. Innym przykładem jest Poznańska Kolei Metropolitalna, której pociągi według aktualnych planów będą włączone do ruchu w czerwcu 2018 roku. Początkowo przewozy będą realizowane na czterech liniach z Poznania do Wągrowca, Nowego Tomyśla, Grodziska Wielkopolskiego i Jarocina. Swoim zasięgiem pociągi PKM obsłużą obszar w promieniu 50 km od Poznania i będą kursować w 30 minutowym takcie. Do roku 2021 planowane jest uruchomienie dodatkowych połączeń m.in. do Rogoźna, Kościana i Gniezna [3].

Miarą oceny pasażerskich przewozów kolejowych jest m.in. roczna liczba pasażerów oraz punktualność przewozów. W roku 2017 na obszarze Polski z przejazdów koleją skorzystało 303,6 mln pasażerów.[4] Na przestrzeni obecnie trwającej dekady jest to największy wynik. Na podstawie danych statystycznych Urzędu Transportu Kolejowego sporządzono tabelę 1 zawierającą wyżej wymienione miary oceny.

Tabela 1 Zestawienie liczby pasażerów i punktualności przewozów aglomeracyjnych w roku 2017[4]

Przewoźnik aglomeracyjny	Całkowita długość obsługiwanych linii kolejowych, km	Liczba przewiezionych pasażerów w roku 2017, mln	Dzienna (średnia) liczba przewiezionych pasażerów w roku 2017, tys.	Punktualność przewozów w roku 2017*, %
SKM w Trójmieście	186,8	42,32	115,95	98,06
SKM w Warszawie	93,8	23,07	63,21	94,21
Warszawska Kolej Dojazdowa	38,9	7,74	21,21	99,58
Łódzka Kolej Aglomeracyjna	271,9	3,86	10,56	95,75
*opóźnienia powyżej 5 minut na przyjeździe				

Można zauważyć, że najkorzystniejszym rozwiązaniem transportowym jest stworzenie szybkiej kolei miejskiej. Prowadzenie ruchu pociągów po linii kolejowej będącej własnością przewoźnika zwiększa integralność przewozów, a tym samym ma szczególny wpływ na punktualność pociągów. Poniżej zamieszczono tabelę 2 zawierającą parametry techniczne głównych tras komunikacyjnych poszczególnych przewoźników biorących udział w prowadzeniu ruchu w ścisłym centrum aglomeracji.

- Gdańsk Śródmieście – Wejherowo *(Szybka Kolej Miejska w Trójmieście)*,
- Warszawa Służewiec – Otwock *(Szybka Kolej Miejska w Warszawie)*,
- Warszawa Śródmieście WKD – Grodzisk Mazowiecki Radońska *(Warszawska Kolej Dojazdowa)*,
- Łódź Fabryczna – Łódź Widzew – Łódź Kaliska *(Łódzka Kolej Aglomeracyjna)*,

Tabela 2 Parametry techniczne głównych linii komunikacyjnych wybranych przewoźników aglomeracyjnych

Przewoźnik aglomeracyjny	Długość linii, km	Średni czas przejazdu, min	Średnia częstotliwość kursowania, min		Średnia odległość między przystankami, km
			w szczycie*	poza szczytem**	
SKM w Trójmieście	45	73	14	22	1,7
SKM w Warszawie	38,2	66	34	31	1,8
Warszawska Kolej Dojazdowa	32,6	55	45	49	1,2
Łódzka Kolej Aglomeracyjna	14,5	37	32	121	2,4
*6.00-9.00,14.00-17.00 **pozostałe					

Powyższe wartości parametrów nie uwzględniają połączeń uruchamianych na wybranych liniach przez Przewozy Regionalne i Koleje Mazowieckie z uwagi na realizowanie przez spółki głównie połączeń regionalnych. Wzięcie ich pod uwagę z pewnością poprawiłoby wyniki średnich częstotliwości kursowania na trasach szybkiej kolei miejskiej w aglomeracji warszawskiej oraz Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej.

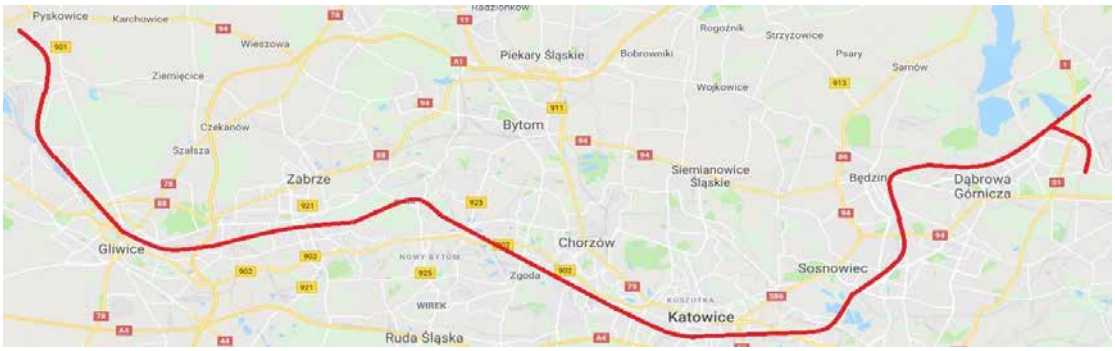
3. Projekt kolejowego ruchu regionalnego

Koncepcja uruchomienia kolei aglomeracyjnej na obszarze dzisiejszej Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii powstała w drugiej połowie lat 80 XX wieku. Projekt o nazwie Kolejowy Ruch Regionalny (KRR), zakładał stworzenie sieci wydzielonych linii kolejowych zdolnych do obsługi masowych przewozów pasażerskich. Dodatkowo, planowano budowę przystanków osobowych, węzłów przesiadkowych i parkingów „park&ride". Na podstawie [5] wyszczególniono główne parametry techniczne projektu:

- całkowita długość trasy - 70,4 km
- liczba przystanków - 46
- średnia odległość między przystankami - 1,6 km
- prędkość komunikacyjna - 40 km/h
- częstotliwość kursowania pociągów (początkowa/docelowa) - 5 min/2,5 min

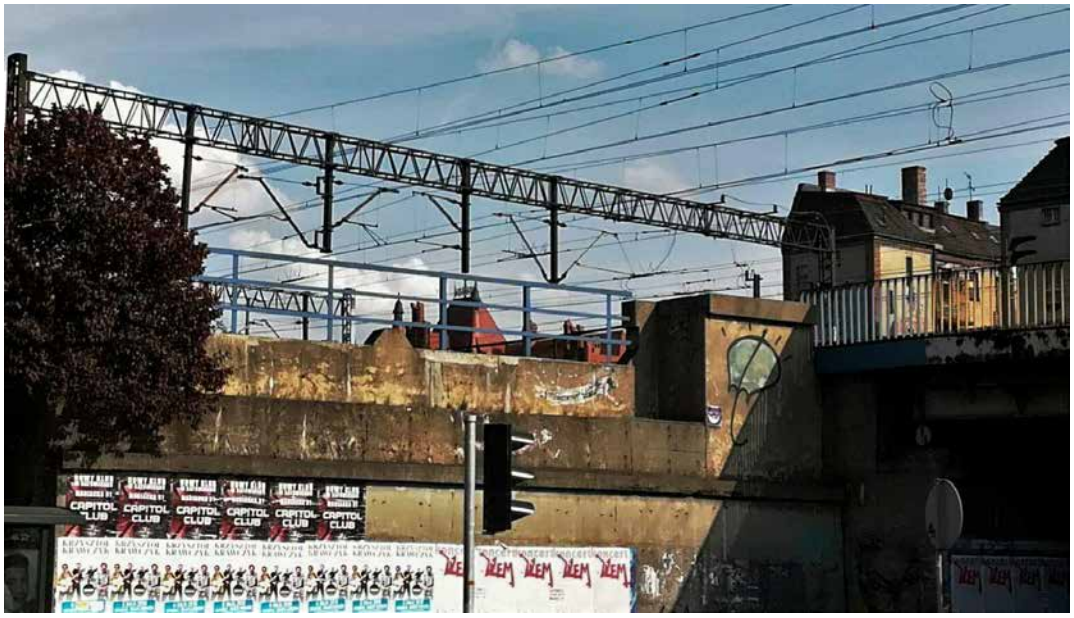
W pierwszym etapie sieć komunikacyjna KRR miała połączyć zachodnie i wschodnie obszary regionu, a w późniejszym – północne z południowymi. Pierwsza część prac została podzielona na trzy zadania:

- zadanie „0" czyli przygotowanie pasa terenu pod przyszłą budowę KRR na odcinku Katowice Zawodzie – Pyskowice,
- zadanie „I" czyli budowę układów torowych KRR i towarzyszących im obiektów przytorowych na odcinku Katowice Zawodzie – Pyskowice oraz I etap budowy stacji zaplecza technicznego w Pyskowicach,
- zadanie „2" czyli wykonanie prac związanych z przebudową torowiska i realizacja obiektów przytorowych KRR na odcinku Katowice – Dąbrowa Górnicza wraz z odgałęzieniem do przystanku Dąbrowa Górnicza Huta Katowice oraz II etap budowy stacji zaplecza technicznego w Pyskowicach.



Rys. 1. Koncepcyjna trasa pociągów Kolejowego Ruchu Regionalnego

Ze względu na problemy związane z niewystarczającą ilością środków finansowych przydzielonych przez Generalną Dyrekcję Kolei Państwowych wynikające ze zmiany ustroju politycznego w 1989 roku z całego planu KRR zostało zrealizowane tylko zadanie „0". Jednakże ze względu na zaawansowany poziom prac prowadzonych na tym etapie, do dziś w wielu miejscach na Górnym Śląsku można oglądać relikty tego planu. Są nimi przyczółki i pasy terenów, na których miały zostać zabudowane przęsła wiaduktów dla wydzielonego torowiska KRR.



Rys. 2. Przyczółki przęsła torowiska KRR przy wiadukcie w Katowicach (fot. J. Dudek)

Rys. 3. Przyczółki przęsła torowiska KRR przy wiadukcie w Świętochłowicach (fot. Ł. Gibała)

4. Aktualny stan prowadzonych prac

Na dzień dzisiejszy tj. II kwartał 2018 roku trwają prace nad stworzeniem studium transportowym dla metropolii, które ma być gotowe do końca bieżącego roku. Celem jego powstania jest identyfikacja potoków ruchu, dzięki której możliwy będzie wybór optymalnego rozwiązania transportowego. Przy tworzeniu analizy są zaangażowane między innymi Koleje Śląskie, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., samorządy i organizatorzy transportu. Ważnym aspektem mającym wpływ na sprawne funkcjonowanie kolei aglomeracyjnej jest rozbudowa obecnego układu torowego. Planowana inwestycja na odcinku Będzin – Katowice – Tychy – Czechowice-Dziedzice – Zebrzydowice miała przyspieszyć budowanie systemu w metropolii. Brak wystarczających środków finansowych z programu *„Connecting Europe Facility”* spowodował zaprzestanie działań. [6]

Pomimo braku możliwości rozbudowy infrastruktury, Koleje Śląskie planują rozwój oferty przewozowej na obsługiwanych liniach. Propozycja zwiększenia częstotliwości kursowania pociągów ma obejmować następujące odcinki:

- Dąbrowa Górnicza Ząbkowice – Gliwice o 36 połączeń z opcją na dodatkowe 10 i uzyskaniu 15 minutowego taktu,
- Katowice – Tarnowskie Góry o 17 połączeń i uzyskaniu 30 minutowego taktu,
- Bytom – Gliwice o uruchomienie 10 połączeń na nieuczęszczanej trasie, [7]
- Ponadto, planowane jest uruchomienie nowych połączeń na trasie Katowice – Sławków – Olkusz (10 pociągów) i uruchomieniu 12 połączeń na lotnisko Pyrzowice po odbudowie linii kolejowej 182. Najważniejsze zagadnienia postulowane przez Koleje Śląskie związane z rozwojem kolei aglomeracyjnej to:
- integracja biletowa i rozkładowa komunikacji publicznej na obszarze metropolii,
- zwiększenie częstotliwości kursowania pociągów,
- rozbudowa i reorganizacja infrastruktury,
- budowa węzłów przesiadkowych. [7]

5. Koncepcja kolei aglomeracyjnej

Zaproponowany model kolei aglomeracyjnej prezentuje główne: założenia projektu, schemat sieci komunikacyjnej, wymagania taborowe oraz konieczność harmonizacji taryfy biletowej. Zaproponowano budowę linii metra naziemnego w celu zmniejszenia natężenia ruchu drogowego na odcinku drogi S86 Katowice - Sosnowiec.

5.1. Założenia projektu

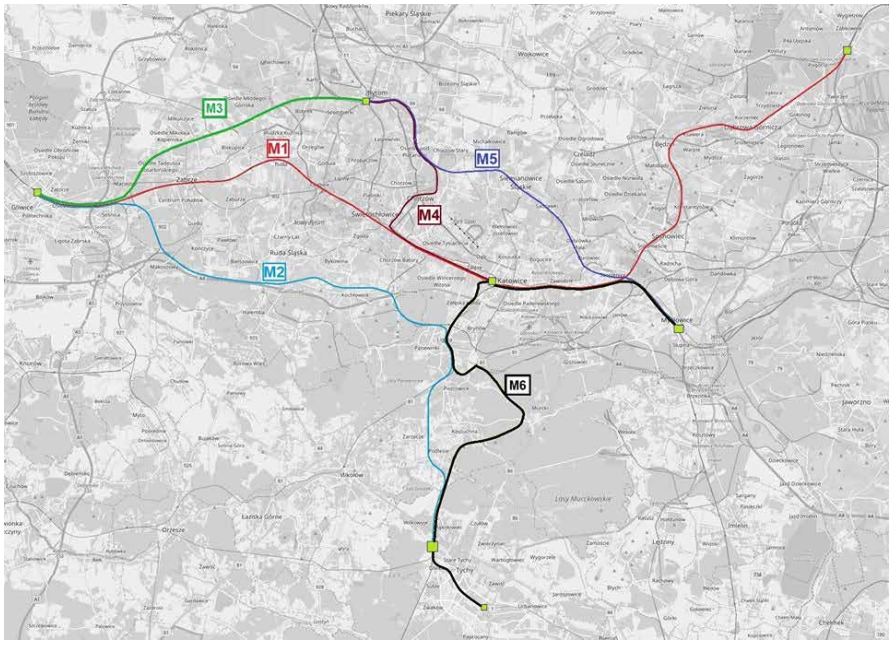
- sieć linii komunikacyjnych kolei aglomeracyjnej będą tworzyć nowe oraz istniejące układy torowe wykorzystywane do prowadzenia ruchu pasażerskiego i rewitalizowane linie kolejowe dostosowane do tego ruchu,
- na liniach kolei podmiejskiej będzie prowadzony ruch aglomeracyjny, pociągi kursujące w ramach przewozów regionalnych będą dojeżdżać do stacji końcowych kolei aglomeracyjnej,
- pociągi aglomeracyjne będą kursowały z częstotliwością dostosowaną do potoków ruchu, zakłada się, że będzie to co 10 minut w szczytach przewozowych przypadających między godzinami 6.00-9.00 oraz 14.00-17.00 i co 20 minut poza szczytami,
- między godzinami 0.30-4.45 kolej aglomeracyjna będzie wyłączona z ruchu na potrzeby prac serwisowych,
- na każdym przystanku osobowym będzie znajdował się czytelny rozkład jazdy, automat biletowy oraz system informacji pasażerskiej; przystanki osobowe będą przystosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych, w pobliżu przystanków będą zlokalizowane parkingi „park&ride”,
- system informacji pasażerskiej będzie podawał do wiadomości pasażera rozkładową i rzeczywistą godzinę przyjazdu i odjazdu pociągu na podstawie położenia lokalizatora GPS zabudowanego w pociągu i danych systemowych, jego numer i relację oraz informację o utrudnieniach,
- punktami dystrybucji biletów będą automaty biletowe oraz Punkty Obsługi Pasażera,
- przystanki osobowe będą zintegrowane z innymi środkami transportu poprzez ich sąsiedztwo lub jedność oraz harmonizację rozkładów jazdy,
- pociągi kolei aglomeracyjnej będą zestawione z taboru wieloczłonowego, w pełni niskopodłogowego, klimatyzowanego, dostosowanego do potrzeb osób niepełnosprawnych i przewozu rowerów,
- główny dworzec kolei aglomeracyjnej będzie zlokalizowany w węźle przesiadkowym przy ulicy Sądowej w Katowicach,
- przewozy kolei aglomeracyjnej będą realizowane w ramach oferty Kolei Śląskich lub przez nowo powstałe przedsiębiorstwo,

- taryfa przewozowa kolei aglomeracyjnej będzie zintegrowana z pozostałymi środkami transportu w metropolii.

5.2. Schemat sieci komunikacyjnej

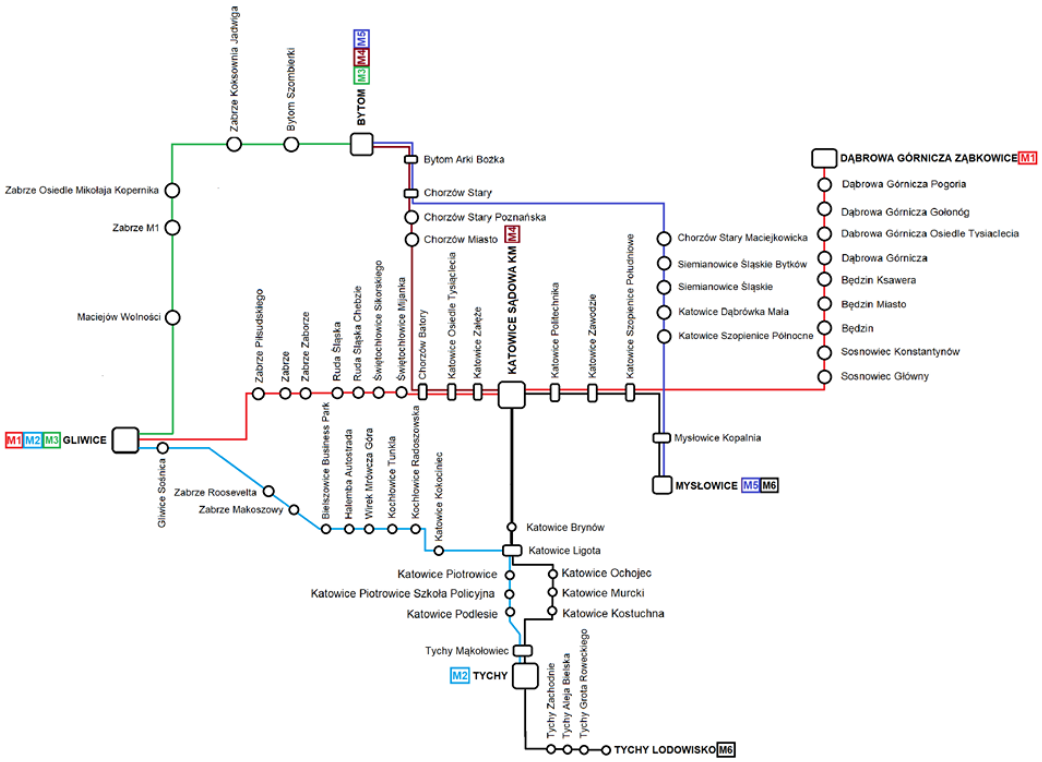
Schemat sieci komunikacyjnej Górnośląsko-Zagłębiowskiej Kolei Aglomeracyjnej został stworzony w oparciu o istniejącą infrastrukturę kolejową. Na potrzebę jego realizacji konieczne jest:

- przywrócenie do ruchu pasażerskiego linii kolejowych nr: 132 (Bytom – Zabrze Biskupice), 147 (Zabrze Biskupice – Gliwice), 141 (Gliwice – Katowice Ligota), 142 (Katowice Ligota – Tychy), 161 (Chorzów Stary – Katowice Szopienice Północne),
- rewitalizacja linii kolejowych (02.2018 - została podpisana umowa na rewitalizację linii kolejowej nr 142) [8],
- rozbudowa układów torowych najbardziej obciążonych linii kolejowych,
- budowa infrastruktury przystankowej i węzłów przesiadkowych.



Rys. 4. Przebieg rzeczywisty linii komunikacyjnych Górnośląsko-Zagłębiowskiej Kolei Aglomeracyjnej

W ramach przygotowanej koncepcji zaproponowano funkcjonowanie 6 linii kolei aglomeracyjnej. Podczas modelowania schematu kierowano się potrzebą skomunikowania terenów obsługiwanych dziś przez transport autobusowy lub tramwajowy.



Rys. 5. Schemat linii komunikacyjnych Górnośląsko-Zagłębiowskiej Kolei Aglomeracyjnej

Zaproponowaną strukturę charakteryzują następujące parametry:

- całkowita długość obsługiwanych linii komunikacyjnych - 182,2 km
- liczba linii komunikacyjnych - 6
- prędkość konstrukcyjna sieci - 70 km/h
- liczba przystanków - 65
- częstotliwość kursowania pociągów:

Tabela 3 Częstotliwość kursowania pociągów

Numer linii	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Częstotliwość w szczycie przewozowym, min	10	15	15	10	15	10
Częstotliwość poza szczytem przewozowym, min	20	30	30	20	30	20

- średnia odległość między przystankami - 2,8 km
- czas postoju handlowego - 30 s.
- średni czas przejazdu na danej linii:

Tabela 4 Czas przejazdu na danej linii komunikacyjnej

Numer linii	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Długość linii komunikacyjnej, km	52,2	29,5	19,1	17,2	21,9	36,0
Czas przejazdu, min	65	34	26	24	24	45

5.3. Przystanki osobowe i węzły przesiadkowe

Na tym etapie założono, że transport autobusowy i tramwajowy będą pełnić rolę dowozową do linii kolei aglomeracyjnej lub będą obsługiwać słabo zaludnione obszary metropolii. Koncepcyjnym dworcem głównym kolei aglomeracyjnej będzie węzeł przesiadkowy zlokalizowany przy ulicy Sądowej w Katowicach. Obiekt ma umożliwiać przesiadkę z autobusów komunikacji miejskiej na autobusy dalekobieżne. Jednym z założeń projektu jest aby pasażerowie mieli możliwość przesiadki na kolej aglomeracyjną. Szans na zrealizowanie projektu można doszukiwać się w rozpoczętych pracach przygotowawczych pod budowę obiektu.[9]

Rys. 6. Wizualizacja węzła przesiadkowego przy ulicy Sądowej w Katowicach [9]

Przystanki osobowe zlokalizowane są w pobliżu osiedli (Świętochłowice Mijanka), ośrodków kształcenia (np. Katowice Politechnika), centrów handlowych (np. Zabrze M1) oraz miejsc wypoczynku (np. Bytom Arki Bożka – Zespół przyrodniczo-krajobrazowy Żabie Doły). Stacje węzłowe stanowić będą główne punkty przesiadkowe, łącząc dwa lub więcej środków

publicznego transportu zbiorowego. Wyznaczono na nie użytkowane dworce kolejowe i miejsca wzmożonego ruchu pasażerskiego. Należą do nich: Gliwice, Zabrze, Ruda Śląska Chebzie, Świętochłowice Mijanka, Katowice Sądowa, Sosnowiec Główny, Będzin Miasto, Dąbrowa Górnicza Ząbkowice, Mysłowice, Katowice Ligota, Tychy, Wirek Autostrada, Bytom, Chorzów Miasto i Siemianowice Śląskie.

5.4. Tabor kolei aglomeracyjnej

Tabor kolejowy jest jednym z kluczowych elementów funkcjonowania kolei aglomeracyjnej. Odpowiadając na potrzeby pasażerów powinien się charakteryzować następującymi cechami:

- pojazdy muszą być w 100% niskopodłogowe i wieloczłonowe,
- pojazdy powinny być wyposażone w klimatyzację z automatyczną regulacją temperatury powietrza w składzie, toaletę z zamkniętym obiegiem, człon dostosowany do przewozu rowerów,
- tabor powinien być wyposażony w gniazdko 230V przypadające na jedno miejsce siedzące; wygodne, ergonomiczne fotele z zagłówkami, bocznym podparciem, a także w regulowane podnóżki i podłokietniki,
- w pojazdach zabudowane zostaną automaty biletowe, z możliwością zapłacenia za bilet zarówno gotówką, jak i kartą płatniczą, pojazdy zostaną wyposażone w system łączności pasażera z maszynistą,
- pojazdy będą wyposażone w dynamiczny system informacji pasażerskiej informujący m.in. o rozkładowej i rzeczywistej godzinie przyjazdu i odjazdu, powodzie występujących opóźnień, lokalizacji pociągu na linii, numerze pociągu, jego relacji,
- a także o skomunikowaniu z innymi środkami transportu; dynamiczny system informacji pasażerskiej będzie podawał komunikaty głosowe w języku polskim angielskim.

Aby pojazdy obsługujące linie aglomeracyjne dobrze spełniały swoje zadanie, powinny charakteryzować się zwiększoną wartością przyspieszenia rozruchu. Parametr ten znacząco wpływa na czas w jakim pojazd osiąga maksymalna prędkość przejazdową (wartość przyspieszenia do 1,2 m/s^2).

Pojazdy powinny charakteryzować się dużą mocą, by efektywnie wykorzystać zarówno parametry linii kolejowej, jak i taboru kolejowego. W konsekwencji uzyskiwane czasy

przejazdów staną się na tyle atrakcyjne, że przyciągną dużą liczbę pasażerów. Pod względem przyspieszenia rozruchowego bardzo dobrym przykładem będzie Stadler WINK (wartość przyspieszenia do 1,2 m/s^2, a maksymalna moc do 1000kW).

Rys. 7. Nowoczesny zespół trakcyjny Stadler WINK [10]

Oprócz komfortu i oczekiwanych parametrów technicznych, efektywne funkcjonowanie kolei podmiejskiej realizowane jest przez obiegi taboru. Na podstawie zaproponowanych danych z punktu 5.3 wyznaczono liczbę jednostek potrzebną do obsługi poszczególnych linii komunikacyjnych.

Tabela 5 Liczba pojazdów potrzebnych do obsługi poszczególnych linii

Numer linii	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Liczba potrzebnych pojazdów, szt.	11	6	5	6	5	9

5.5. Integracja taryfowa

Dla poprawy atrakcyjności i wydajności systemu publicznego transportu zbiorowego dowolnej aglomeracji, niezbędny jest jednolity podsystem biletowy. Niezbędnością jest, aby po utworzeniu kolei aglomeracyjnej na terenie Śląska i Zagłębia, istniała integracja biletowo-taryfowa publicznego transportu zbiorowego. Pod koniec 2016 roku został wprowadzony EKO Bilet, który jest wstępną formą integracji biletowo-taryfowej. Pozwala on na nieograniczoną liczbę przejazdów w obrębie konurbacji w czasie 24 godzin, z możliwością korzystania z komunikacji autobusowej i tramwajowej. Kolejną namiastkę integracji biletowej, wprowadził Miejski Zarząd Komunikacji w Tychach. „Bilet Pomarańczowy" daje możliwość korzystania z pociągów Kolei Śląskich na odcinku Tychy Lodowisko – Katowice Szopienice Południowe oraz

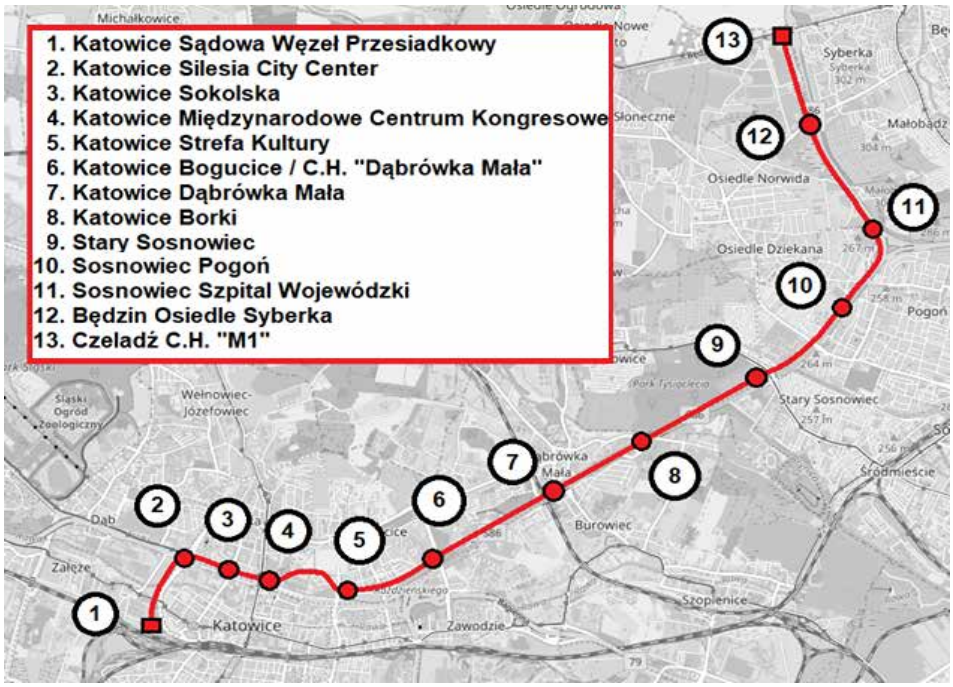
komunikacji miejskiej w obrębie miasta Tychy. Bilet Śląski miesięczny jest rozwiązaniem umożliwiającym sprawne korzystanie z usług Kolei Śląskich, tramwajów i autobusów w obrębie konurbacji. [11], [12]

Wymienione wyżej rozwiązania, są niewystarczające w przypadku stworzenia kolei aglomeracyjnej w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Biorąc pod uwagę konieczność wdrożenia integracji taryfowej, należy przeanalizować jak owa integracja jest prowadzona w innych aglomeracjach w Polsce. Po analizie ofert taryfowych w polskich aglomeracjach posiadających koleje obsługujące ruch w ich obrębie zauważa się, iż posiadają głównie zintegrowane oferty biletów okresowych autobusowo-tramwajowo-kolejowych. W większości przypadkach brak biletów jednorazowych. Na terenie Śląska i Zagłębia jest to Bilet Śląski miesięczny. Jednym z lepszych rozwiązań funkcjonujących w aglomeracji łódzkiej jest honorowanie przez Łódzką Kolej Aglomeracyjną biletów 20, 40, 60 minutowych Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacji w Łodzi. W Krakowie funkcjonuje bilet „WSPÓLNY 70-minutowy" dający możliwość podróży na wybranych odcinkach w pociągach spółki Koleje Małopolskie wraz z komunikacją miejską w Krakowie. Wspólny bilet ZTM-KM-WKD w Warszawie jest kolejnym z lepszych rozwiązań. Niestety jego wadą jest brak biletów na czas krótszy niż 24 godziny. Atutem jest możliwość korzystania z biletów 20, 75 i 90 minutowych na połączeniach lotniskowych. Wrocław oferuje w granicach miasta honorowanie biletów czasowych 24 godzinnych i o dłuższym czasie obowiązywania. W pozostałych aglomeracjach w Polsce jest podobnie - przeważają bilety okresowe. [13], [14], [15], [16]

6. METRO NAZIEMNE ROZWIĄZANIEM ROZŁADOWANIA KORKÓW

Występujące lokalnie duże natężenie ruchu drogowego jest przyczyną wielu utrudnień w przemieszczaniu się po Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Miejscami szczególnie podatnymi na kongestię w transporcie drogowym jest ścisłe centrum Katowic, w którym łączą się droga ekspresowa S86, droga krajowa 79 i droga wojewódzka 902. Przeprowadzony w roku 2010 Główny Pomiar Ruchu przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad wykazał, że odcinek drogi S86 Katowice - Sosnowiec zajął pierwsze miejsce w zestawieniu najbardziej obciążonych dróg z wynikiem 104 339 poj./dobę. Ten sam odcinek w roku 2015 zajął drugie miejsce wśród najbardziej obciążonych dróg z wynikiem 112 212 poj./dobę. [17]

Z uwagi na fakt, że rozwiązaniem problemu często okazują się proste pomysły, zaproponowano uruchomienie metra naziemnego w ciągu trasy S86 na odcinku Katowice Sądowa Węzeł Przesiadkowy – Czeladź CHM1.



Rys. 8. Linia metra naziemnego w ciągu drogi ekspresowej S86 na odcinku Katowice Sądowa Węzeł Przesiadkowy – Czeladź CHM1

Takie rozwiązanie miałoby znaczący wpływ na liczbę pojazdów przejeżdżających w ciągu doby przez newralgiczny fragment drogi. Celem projektu jest rozładowanie wzmożonego potoku ruchu pasażerskiego, a tym samym podział ruchu na aglomeracyjny obsługiwany metrem i tranzytowy prowadzony po drodze S86. Założeniem projektu jest aby docierający do Katowic pasażerowie mogli kontynuować podróż z wykorzystaniem kolei aglomeracyjnej, transportu tramwajowego lub autobusowego.

Model sieci komunikacyjnej (patrz rys. 8) przedstawia 11 przystanków pasażerskich zlokalizowanych w pobliżu dużych generatorów potoków ruchu oraz 2 stacje zwrotne: Katowice Sądowa Węzeł Przesiadkowy oraz Czeladź CHM1.

W celu realizacji projektu linii metra, można skorzystać z rozwiązań oferowanych przez firmy Alstom (Axonis) i Bombardier Transportation (INNOVIA Monorail 300). Zarówno Axonis jak i INNOVIA Monorail 300 to metra, zabudowane na prefabrykowanych dźwigarach poruszające się po torze o rozstawie stephensonowskim lub monoszynie.

Pojazdy zasilane są prądem stałym z trzeciej szyny i nie wymagają obsługi maszynisty. Dedykowany Axonis'owi - Urbalis i INNOVIA Monorail 300 - CITYFLO 650 to systemy sterowania ruchem, które czuwają nad bezpieczeństwem przejazdu. [18], [19]

Tabela 6 Zestawienie wybranych parametrów technicznych systemów metra [18], [19]

Parametr techniczny	Alstom „AXONIS”	Bombardier Transportation „INNOVIA Monorail 300”
Prędkość konstrukcyjna, km/h	80 km/h	80 km/h
System zasilania pojazdu	750 V DC („Trzecia Szyna”)	750 V DC („Trzecia Szyna”)
Rodzaj nawierzchni	tor o rozstawie 1435 mm	belka „Monorail”
Minimalny promień łuku	45 m	46 m
System sterowania	URBALIS	CITYFLO 650
Czas odstępu pomiędzy pojazdami	< 60 s.	75 s.
Pojemność pojazdu 4-członowego (4 pas./m^2)	534	356
Pojemność pojazdu 4-członowego (6 pas./m^2)	800	502
Maksymalna liczba członów	5	8

Infrastruktura powyższych systemów metra została zaprojektowana tak aby idealnie wpisywała się w miejski styl architektoniczny.

7. Podsumowanie

Powyższa praca prezentuje model funkcjonowania kolei aglomeracyjnej na obszarze Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Treść koncepcji zawiera założenia projektu, schemat linii komunikacyjnych, wymagania taborowe i taryfowe. Uruchomienie kolei metropolitalnej ma na celu lepsze skomunikowanie subregionów metropolii i obsługę masowych przewozów aglomeracyjnych przez transport ekologiczny. Sprawne zorganizowanie systemu publicznego transportu zbiorowego ma wpływ lokalną gospodarkę i jakość życia mieszkańców metropolii.

W celu rozwiązania stale występującego problemu kongestii na odcinku Katowice – Sosnowiec drogi S86 zaproponowano budowę linii metra naziemnego. Nowo powstały środek transportu w GZM podzieliłby prowadzony ruch na aglomeracyjny i tranzytowy.

Przedstawiona koncepcja jest dowodem potrzeby stworzenia systemu podobnego do funkcjonujących już w Polsce.

Bibliografia

1. Markowski T., Marszał T.: Metropolie, obszary metropolitalne, metropolizacja: problemy i pojęcia podstawowe. Warszawa: Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, 2006, s. 16.
2. Nowak M., Koterbicki M., Pashkevich A.: Analiza przewozów pasażerskich i oferty przewozowej kolei aglomeracyjnej na przykładzie linii Kraków-Miechów. Technika Transportu Szynowego. 2016, R.23, nr 12, s. 160-167.
3. http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/od-czerwca-rusza-poznanska-kolej-metropolitalna-58328.html (dostęp: 09.05.2018)
4. https://www.utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/dane-archiwalne (dostęp: 09.05.2018)
5. http://delibra.bg.polsl.pl/Content/38471/BCPS_42544_1991_Kolejowy-ruch-region.pdf (dostęp: 12.05.2018)
6. http://www.gzm.org.pl/aktualnosci,977,studium-transportowe-dla-metropolii.html (dostęp: 12.05.2018)
7. http://forsal.pl/artykuly/1083622,kolej-metropolitalna-ma-usprawnic-komunikacje-na-slasku.html (dostęp: 12.05.2018)
8. http://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/50-mln-zl-na-rewitalizacje-linii-142-miedzy-katowicami-a-tychami--85774.html (dostęp: 17.05.2018)
9. http://katowice.naszemiasto.pl/artykul/buduja-nowy-dworzec-katowic-dzis-znika-ogromny-parking-w,4573817,artgal,t,id,tm.html (dostęp: 13.05.2018)
10. http://www.stadlerrail.com/en/products/detail/wink/ (dostęp: 13.05.2018)
11. http://kolejeslaskie.com/obsluga-podroznych/oferty/z-innym-przewoznikami/ (dostęp: 14.05.2018)
12. http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/integracja-transportu-w-ramach-kzk-gop-czyli-jednosc-w-wielosci-55552.html (dostęp: 14.05.2018)
13. http://www.mpk.krakow.pl/pl/bilety2/ (dostęp: 14.05.2018)
14. https://lka.lodzkie.pl/Honorowanie-biletow-komunikacji-miejskiej-w-Lodzi/ (dostęp: 14.05.2018)
15. https://www.wroclaw.pl/pociagiem-z-biletem-mpk1 (dostęp: 14.05.2018)
16. http://www.ztm.waw.pl/integracja.php?i=2&c=103&l=1 (dostęp: 14.05.2018)

17. https://www.gddkia.gov.pl/pl/1231/generalny-pomiar-ruchu (dostęp: 14.05.2018)

18. http://www.alstom.com/Global/Transport/Resources/Documents/brochure2014/Axonis%20-%20Brochure%20-%20EN.pdf?epslanguage=en-GB (dostęp: 14.05.2018)

19. http://www.monorails.org/pdfs/INNOVIA%20300.pdf (dostęp: 14.05.2018)

BADANIE STANU TECHNICZNEGO INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ Z WYKORZYSTANIEM BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Mateusz Wójcik

Ośrodek Certyfikacji Transportu, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

1. Wprowadzenie

Technika związana z bezzałogowymi statkami powietrznymi przeżywa okres dynamicznego rozwoju. Wdrażana jest na bieżąco w wielu dziedzinach życia w tym również coraz częściej na kolei. Technologia wykorzystująca bezzałogowe statki powietrzne może być stosowana w prawie całym cyklu życia infrastruktury kolejowej - od etapu przetargu i projektowania, po budowę i etap powdrożeniowy.

PKP Polskie Linie Kolejowe świadome wykorzystania potencjału dronów, od niedawna z ich wykorzystaniem, śledzą swoje inwestycje.[2] W fazie przetargów drony umożliwia wstępną weryfikację warunków terenowych i ryzyka związanego z inwestycją. Na etapie projektowania, zapewniają przetwarzanie wysokiej jakości danych wizualnych przy pomocy precyzyjnej fotogrametrii. W trakcie budowy obiektów, ułatwiają tworzenie raportów o ich stanie i pozwalają na szybkie reagowanie na wszelkie niezgodności z planem. Pod koniec cyklu inwestycyjnego, w fazie obiorów, przechowywane, dokładne dane mogą zostać wykorzystane jako dowód w przypadku rozpraw sądowych. [3]

W wielu krajach Europy drony zaczynają być powszechnie wykorzystywane również do monitorowania w czasie rzeczywistym rozległych obszarów kolejowych. Zastosowanie dronów okazało się bardzo skuteczne w przypadku wykrywania kradzieży oraz aktów wandalizmu. W Niemczech powołano specjalną jednostkę mającą na celu zapobieganiu malowania graffiti na składach [1]. W takich krajach jak Francja i Hiszpania od kilku lat wykorzystuje się drony płatowce do obserwacji rozległych terenów infrastruktury liniowej.[4] Pozwalają one z łatwością identyfikować takie zjawiska jak pożary, pojawienie się przeszkód na torach, występowanie incydentów itp.

Ośrodek Certyfikacji Transportu obserwując, zjawisko popularyzacji zastosowania bezzałogowych statków powietrznych, uruchomił wewnętrzny projekt „Dron-monitor". Głównym założeniem projektu była możliwość wykorzystania dronów do przeprowadzania inspekcji precyzyjnej elementów infrastruktury kolejowej, w tym stworzenie cyfrowej dokumentacji infrastruktury kolejowej, która umożliwi obiektywną i bezstronną ocenę jej stanu.

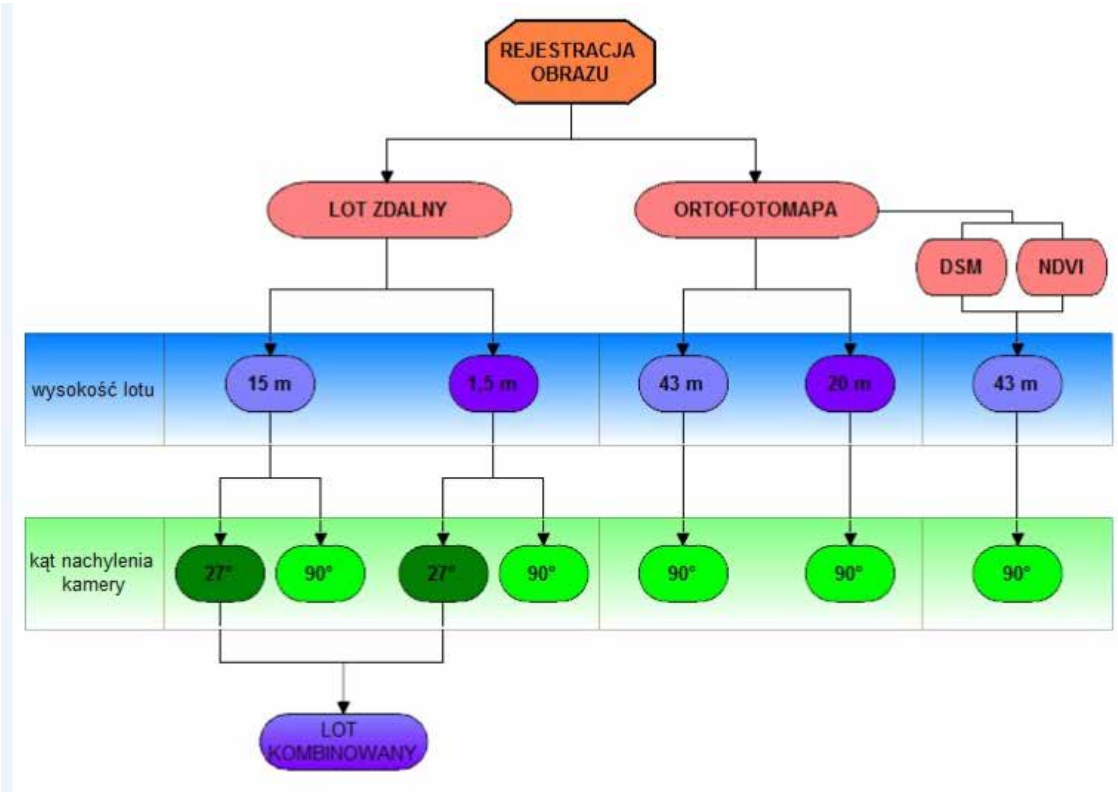
W ramach projektu została podjęta próba inspekcji bocznicy kolejowej KWK-Mysłowice. Przetestowano i sprawdzono różne możliwości nagrywania materiału filmowego obrazującego stan infrastruktury kolejowej oraz możliwość tworzenia cyfrowych map dla obszarów kolejowych. W niniejszym artykule przedstawione zostaną doświadczenia wyniesione doczasowych badań oraz ich wyniki.

2. Cele i zasady rejestracji obrazu

W ramach przeprowadzonych badań, w projekcie zastosowano dwie podstawowe formy rejestracji obrazu:

- **loty zdalnie sterowane**, w których dron sterowany jest manualnie przez operatorów, a rejestrowany obraz zapisywany jest w postaci nagrań wideo,
- **loty półautonomiczne**, których celem jest stworzenie ortofotomapy oraz jej pokrewnych, odwzorowującej obszar bocznicy w postaci mapy kartograficznej.

Na rys. 1 przedstawiono schemat wszystkich konfiguracji pozyskania obrazu, które zostały przetestowane w ramach badań. W dalszej części artykułu zostaną one szczegółowo opisane.



Rysunek 9. Sposoby rejestrowania obrazu wykorzystując bezzałogowe statki powietrzne [opracowanie własne]

2.1. Loty zdalnie sterowane

Lot zdalnie sterowany jest to tryb lotu, w którym operatorzy manualnie sterują dronem. Jest to metoda wymagająca stworzenia precyzyjnego scenariusza, zawierającego szczegółowo opisane wszystkie elementy infrastruktury, wraz z kolejnością ich nagrywania. Wykonanie tego typu lotu jest skomplikowane z punktu widzenia operowania dronem. Operator musi bezpiecznie omijać różne przeszkody pojawiające się na trasie lotu (jak np. budynki, przewody, linie wysokiego napięcia, słupy trakcyjne, drzewa, przejeżdżający tabor, itp.). Dodatkowo dron nie może się oddalać od operatora na więcej niż 250-300 metrów, gdyż ginie z pola widzenia.

Z punktu widzenia potrzeb pozycji drona dla procesu nagrywania materiału wideo, istotne okazały się takie parametry jak wysokość lotu, kąt nachylenia i prędkość.

W przypadku lotu zdalnego testowane wysokości to 15m oraz 1,5m Wysokości te były zdeterminowane przez elementy sieci trakcyjnej wymuszające lot pod lub nad trakcją. W tabeli 1 przedstawiono zalety i wady lotu a takimi parametrami:

Tablela 1. Zalety i wady realizacji lotu pod i nad przewodem jezdnym sieci trakcyjnej [opracowanie własne]

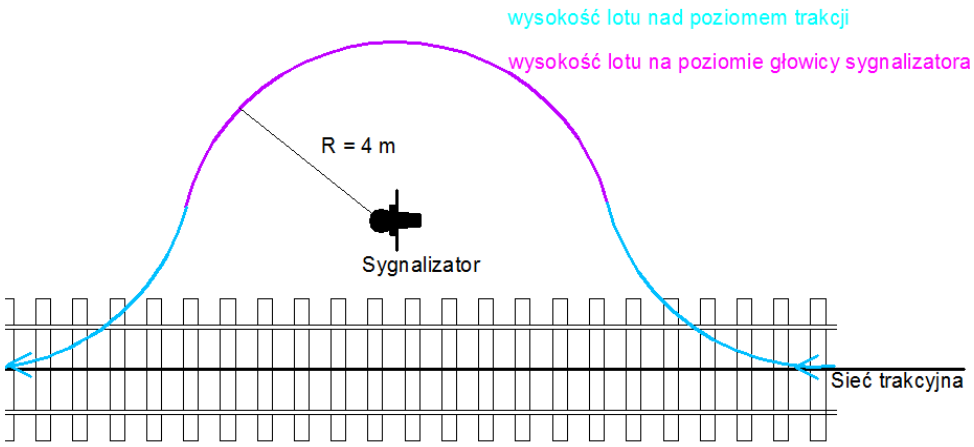
	Pod trakcją	**Nad trakcją**
Zalety	Bardziej szczegółowy obraz infrastruktury torowej (tor, szyny rozjazdy, napędy)	Możliwość szybszego wykonywania lotu (większa prędkość) W kadrze mieszczą się elementy infrastruktury, które wznoszą się pionowo (trakcja, sygnalizatory, słupy)
Wady	Niektóre fragmenty toru mogą być zastawione przez tabor lub wagony (i inne) co może utrudniać lub uniemożliwiać przelot nad tym fragmentem. Wymaga ogromnej wprawy operatora. Dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym (szczególnie sygnalizatorów) konieczność wykonywania szczegółowych oblotów.	Lot musi być wykonywany kilka metrów nad trakcją ze względu na potencjalne zakłócenia emitowane przez przewód jezdny. Sieć trakcyjna i jej konstrukcje wsporcze mogą przysłaniać niektóre elementy w torze

Kąty nachylenia kamery, które zostały wzięte pod uwagę przy analizie to: 90° (prostopadle do powierzchni) oraz pod kątem 27°. Ogólnie można stwierdzić, że poszczególne warianty pozwalają na obserwacje różnych elementów infrastruktury i powinny być dobierane indywidualnie. Wyniki poszczególnych obserwacji dla każdej z konfiguracji przedstawione są na końcu niniejszego artykułu.

2.2. Scenariusze operacyjne dla lotów.

Przed przystąpieniem do wykonania oblotu należy szczegółowo zaplanować jego trasę. Ma to istotny wpływ na organizacje, czasochłonność, a tym samym na koszt całego przedsięwzięcia.

Latanie precyzyjne powoduje, iż trasa musi zostać dokładnie zaplanowana, zwłaszcza jeżeli chodzi o tryby lotu, gdzie lot wykonywany jest na mniejszej wysokości, czyli na wysokości 1,5 m lub w locie kombinowanym. Tak mała wysokość powoduje, że część elementów infrastruktury wznosząca się ponad tę wysokość staje się niewidoczna i musi zostać nagrana w oddzielnych sekwencjach lotu. Na potrzeby nagrania elementów takich jak rozjazdy, sygnalizatory itp. konieczne jest opracowanie oddzielnych miniscenariuszy, w których obiekty oblatywane są z różnych stron w celu umożliwienia obserwacji wad i defektów znajdujących się na całej ich powierzchni. Przykładowo zaplanowany miniscenariusz dla sygnalizatora przedstawiony jest na rys. 2.



Rysunek 10. Zaplanowany miniscenariusz dla sygnalizatora kolejowego [opracowanie własne]

Dokumentami niezbędnymi do zaplanowania trasy jest plan schematyczny urządzeń SRK a także plan sytuacyjny bocznicy lub linii odcinka kolejowej. Pierwszy pozwala nakreślić dokładny przebieg wykonywanej trasy oraz pozwala z łatwością odnaleźć istotne elementy z punktu widzenia przeprowadzenia oblotu tj. sygnalizatory, wykolejnice, rozjazdy i tory oraz to czy tory te są zelektryfikowane czy nie (co ma później bardzo istotny wpływ na wysokość wykonywanego lotu). Plan schematyczny dodatkowo okazuje się bardzo istotny na etapie późniejszej analizy materiału wideo, gdyż pozwala zidentyfikować wspomniane elementy oraz przydzielić im odpowiednią nazwę i numer (prowadzenie ewidencji). Plan sytuacyjny pozwala na precyzyjną lokalizację elementów, zarówno tych które się znajdują się planie schematycznym oraz w szczególności tych które na nim nie występują tj. odległości między poszczególnymi elementami, kilometraż torów i innych elementów, konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej oraz

innych bardziej szczegółowych elementów. Uzupełnienie planu sytuacyjnego mogą stanowić mapy satelitarne dostępne w internecie. Bardzo przydatnym narzędziem okazuje się miara pozwalająca zmierzyć odległości między dowolnymi elementami w obszarze mapy lub wielkość danej powierzchni co może się przydać przy tworzeniu scenariusza dla wykonania ortofotomapy oraz przy późniejszej jej rozliczaniu.

Podczas planowania trasy oblotu, istnieje wiele czynników na, które trzeba zwracać uwagę. Jednym z najistotniejszych są różnego typu przeszkody mogące występować na trasie przelotu. Wśród nich zidentyfikowano następujące:

- **przewody wiszące**, takie jak linie telefoniczne, kable, odciągi itp. które mogą się okazać niebezpieczne z powodu ich nikłej widoczności z odległości.
- **linie elektroenergetyczne**, w szczególności linie wys. napięcia – groźne z powodu zakłóceń emitowanych przez przemienne napięcie – mogą w istotny sposób wpłynąć na sterowność drona.
- **sieć trakcyjna**: mimo, że zakłócenia emitowane przez źródło prądu stałego nie są tak mocne i niebezpieczne jak w przypadku prądu przemiennego to operatorzy dronów często wolą nie ryzykować lotu w samym jego sąsiedztwie. Po za tym występowanie sieci trakcyjnej nad danym torem ma wpływ na wysokość przelotu drona, gdyż musi on zostać wykonany nad nią lub pod.
- suwnice, wieże, pozostała **infrastruktura przemysłowa**.
- **rurociągi**, w znaczący sposób potrafią ograniczyć widoczność, co powoduje konieczność dodatkowego przemieszczania się i dzielenia obszaru scenariusza na jeszcze drobniejsze części.
- **drzewa i ich gałęzie**, jest to przeszkoda o tyle niebezpieczna, że jest podatna nawet na delikatne podmuchy wiatru, przez co ich położenie mało „przewidywalne". Szczególnie groźna w miejscach, gdzie zelektryfikowana linia jednotorowa znajduję się obrośnięta drzewami z obu stron, a operator zmuszony jest do manewrowania dronem pomiędzy gałęziami a przewodem jezdnym.
- przejeżdżający **tabor** lub tabor stojący na torach: przeszkoda groźna w przypadku wykonywania trybów lotów na małej wysokości (pod poziomem trakcji). Rozwiązaniem zmniejszającym ryzyko uszkodzenia drona (a także zwiększającym bezpieczeństwo ekipy filmującej) jest odpowiednia komunikacja z dyżurnym ruchu znajdującym się w nastawni.

Końcowym efektem opracowania scenariusza powinien być harmonogram wykonywania zdjęć którego ściśle powinniśmy przestrzegać w trakcie ich realizacji.

Uwzględniać powinien on następujące czasy:

- czas przygotowań do lotu
    - czas rozpoznania terenu
    - czas rozkładania sprzętu
- czas wykonywania lotu:
    - czas startu
    - czas nagrywania
    - czas powrotu i lądowania
- czas przemieszczania się pomiędzy punktami
- czas ładowania akumulatorów
- czas na przerwy techniczne i odpoczynki.

W przypadku wykonywania zdjęć do stworzenia ortofotomapy przygotowanie scenariusza operacyjnego jest znacznie bardziej uproszczone co jest wielką zaletą tego trybu lotu. Wymaga on jedynie nakreślenie obszaru, którym jesteśmy zainteresowani oraz upewnienie się, że na wysokości, na której przewiduje się wykonać zdjęcia nie ma przeszkód. Operator wprowadza do oprogramowania drona granice wyznaczonego obszaru (ustawiając równocześnie podstawowe parametry tj, wysokość lotu, częstość wykonywania zdjęć czy gęstość siatki przelotu) i rozpoczyna lot autonomiczny. Reszta procesu, włączając w to międzylądowania dzieje się samoczynnie (operator musi jedynie wymieniać akumulatory).

2.3. Ortofotomapa i jej odmiany.

Ortofotomapa jest obrazem aerograficznym przedstawionym w nawiązaniu do układu współrzędnych przyjętego odwzorowania kartograficznego. Inaczej jest to zespół przetworzonych zdjęć lotniczych, scalonych w jedną mapę, dopasowanych do jednolitej skali i wpasowanych na punkty osnowy geodezyjnej. W trakcie nalotu nad danym obszarem, dron wykonuje kilkaset zdjęć pod kątem ortogonalnym (prostopadłym) do ziemi. Następnie zdjęcia te wgrywane są do specjalnego oprogramowania fotogrametrycznego. Oprogramowanie to znajdując wspólne elementy z każdego z wykonanych zdjęć scala poszczególne ich obszary generując jedną wielką chmurę punktów. Każdemu punktowi przypisywane są współrzędne oraz kolor co w rezultacie daje jednolitą mapę całego pokrytego obszaru.

Ten sposób rejestrowania obrazu wydaje się szczególnie przydatny przypadku badania stanu technicznego elementów infrastruktury oraz lub do prowadzenia ich inwentaryzacji lub ewidencji.

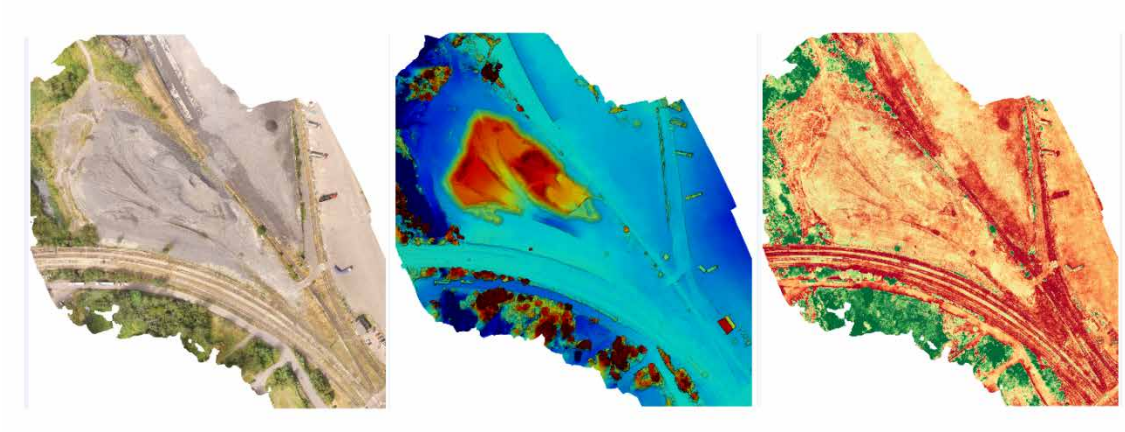
Przed przystąpieniem do tworzenia ortofotomapy niezbędne jest ustalenie modelu numerycznego pokrycia badanego terenu oraz wysokości, na której lot może się odbyć w sposób bezpieczny.

Lot odbywa się w sposób półautonomiczny - operator programuje trasę przed startem wykorzystując do tego proste aplikacje do planowania lotów. Dane przekazywane są do komputera pokładowego bezzałogowego statku powietrznego. Po starcie dron kierowany jest przez automatycznego pilota i pozycjonowany z użyciem GPS. Operator może jednak w każdym momencie kontrolę nad dronem.

Do uzyskanych materiałów przypisywane są dane telemetryczne (współrzędne, wysokość lotu, itp.).

Analiza doświadczeń praktycznych wskazuje wiele korzyści wynikających z zastosowania ortofotomapy. Pierwszą rzucającą się w oczy w trakcie planowania lotu zaletą jest fakt, iż nie ma potrzeby opracowania scenariusza przed oblotem, wystarczy określić interesujący obszar a sprzęt i oprogramowanie wykonują resztę pracy automatycznie. Stosunkowo szybki czas oblotu powoduje, że jest wiele mniej czasochłonne od poprzednich trybów lotu. Kolejną zaletą jest fakt, iż nie ma konieczności bezpośredniego wstępu na rejestrowany obszar dla ekipy filmującej, przez co jej członkowie nie potrzebują przepustek (nasze doświadczenia wskazały, że jest to bardzo ważny czynnik, który bardzo potrafi utrudnić pracę) ani nie muszą przechodzić dodatkowych szkoleń BHP. Ponadto w porównaniu do materiału wideo z lotu zdalnie sterowanego ortofotomapa nie wymaga praktycznie żadnej dodatkowej obróbki, a otrzymany surowy materiały jest wygodnym do użycia dokumentem umożliwiającym natychmiastową analizę.

Jednak ten rodzaj materiału posiada również szereg wad. W przypadku wysokiej zabudowy, gdzie wymagana bezpieczna wysokość lotu powoduje, że jakość wykonanych zdjęć w znacznym stopniu spada. Niedokładnościami wykazuje się również samo oprogramowanie fotogrametryczne - łączenie zdjęć w całość nie zawsze jest zadowalające, niektóre obiekty wychodzą często zdeformowane. Rzut ortogonalny powoduje, że istotne elementy z punktu widzenia dokonania analizy przesłaniane są często przez wyższe obiekty. Ostatnim poważnym mankamentem jest czas przygotowania mapy – wynosi kilka dni z wykorzystaniem drogiego oprogramowania i komputera o dużej mocy obliczeniowej.



Rysunek 11. Klasyczna ortofotomapa, mapa wysokościowa DSM oraz mapa NDVI

W trakcie naszych badań testowaliśmy również inne rodzaje map wywodzących się z ortofotomapy. Mapa DSM (Digital Surface Model) pozwala mierzyć wartości wysokości poszczególnych elementów w stosunku do poziomu ziemi z dokładnością do kilku cm. W celu uzyskania najdokładniejszych map DSM wykorzystywane są systemy LiDAR (tzw. skanowanie laserowe,) które wysyłają impulsy świetlne w kierunku podłoża i odbierają je wyliczając wysokość obiektów na podstawie czasu propagacji wiązki laserowej.

Tańszym i wykorzystanym w badaniach sposobem pozyskania map DSM może być jej generowanie techniką dopasowania obrazów (matching) zdjęć lotniczych. Mapy uzyskiwane są jest w oparciu o naloty fotogrametryczne wykorzystując do tego zwykłą kamerę RBG. Mapy te, podobnie jak w przypadku klasycznej ortofotomapy, powstają na podstawie milionów punktów pomiarowych (chmury punktów powstałej ze scalonych zdjęć).

Ostatnią przetestowaną przez nas mapą jest mapa NDVI (Znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji). NDVI jest powszechnie stosowaną techniką teledetekcji, która identyfikuje roślinność i mierzy ogólny stan zdrowotny roślin. Aby możliwe było uzyskanie mapy NDVI nie wystarczy, aby dron był wyposażony w zwykłą kamerę RGB. Konieczne jest posiadane specjalnej kamery multispektralnej, która rejestruje dodatkowo obraz w podczerwieni. Im wyższe jest odbicie w paśmie podczerwieni i im mniejsze w paśmie czerwonym, tym rośliny są bardziej zdrowe i zielone przez co wartość wskaźnika NDVI jest większa. Oznacza to, że rośliny zawierają więcej chlorofilu, który odpowiada za pochłanianie promieniowania czerwonego, oraz miękiszu gąbczastego, odbijającego promieniowanie podczerwone.

Badania wykazały, że na podstawie opisanych map jesteśmy w stanie w bardzo dokładny sposób dozorować stan roślinności w obrębie linii. Metody te pozwalają nadzorować takie aspekty jak:

- szacowanie ilości biomasy w obrębie toru

- prawidłowość zachowanej odległości drzew od osi toru
- widoczność w obszarze trójkąta widoczności na przejazdach kolejowych
- stan zachwaszczenia podsypki
- stan zdrowia roślin sadzonych w celu wzmocnienia skarp i nasypów
- warunki wodne w obrębię toru (woda pochłania oba wcześniej wspomniane promieniowania)

Ostatnim zagadnieniem, nad którym są prowadzone obecnie badania na podstawie map uzyskanych z nalotów fotogrametrycznym jest możliwość wygenerowania planów sytuacyjnych dla projektów srk. Rzeczywiste odległości i proporcje obiektów uzyskane dzięki tego typu mapom oraz możliwość przekonwertowania zdjęć na rysunki w postaci wektorowej (np. z wykorzystaniem oprogramowania typu Cad) pozwalają założyć, że tego typu rozwiązanie ma też swoje praktyczne zastosowanie.

3. Formalne podstawy przeprowadzonych badań

Głównym celem przeprowadzonych badań było określenie możliwości wykonania oceny stanu technicznego elementów infrastruktury kolejowej (w szczególności elementów i urządzeń srk oraz elementów toru) na podstawie pozyskanych materiałów multimedialnych: zdjęć i filmów.

W trakcie analizy opierano się na wymaganiach opisanych w instrukcjach wydanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. W ramach projektu badaniom poddane zostały elementy infrastruktury, które można zdiagnozować wzrokowo. Podstawę do zaplanowania badań stanowiły następujące fragmenty instrukcji:

- **instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4** rozdział - zasady wykonywania badań technicznych rozjazdów [7]
    - rozjazdy, w tym jego podstawowe elementy tj.: zwrotnica, szyny łączące, krzyżownica, zamknięcia i urządzenia nastawcze, podrozjazdnice itd.
- **instrukcja o dozorowaniu linii kolejowych Id-7 (D-10)** - rozdział III - szczegółowe obowiązki dróżnika obchodowego [6]
    - nawierzchnia kolejowa, w tym szyny, łubki, podkłady, przytwierdzenia, odwodnienie, stan podsypki, itd.
    - przejazdy kolejowe, w tym żłobki, nawierzchnia przejazdowa, trójkąt widoczności, odwodnienie itd.

- urządzenia energetyczne, trakcyjne i automatyki, w tym słupy linii teletechnicznych i energetycznych, wskaźniki przytorowe, czujniki, kontenery, skrzynki kablowe, szafy, złącza izolowane, łączniki szynowe powrotnej sieci trakcyjnej, SHP (urządzeń punktowego oddziaływania na pociąg), kanały kablowe itd.

- **instrukcja konserwacji, przeglądów oraz napraw bieżących urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie – 12 (E-24)** – zakres ogólnych oględzin zewnętrznych [5],
  - sygnalizatory, trasy pędniowe, napędy zwrotnicowe i wykolejnicowe zarówno mechaniczne jak i elektryczne, wykolejnice, urządzenia przejazdowe itd.

Na podstawie tych dokumentów opracowane zostały tzw. tabele sprawdzeń, na podstawie których analizowano możliwość oceny poszczególnych elementów infrastruktury. Tabele zostały skonstruowane w taki sposób, że każdy wiersz zawiera:

- element (podzespół) danego typu obiektu infrastruktury kolejowej
- usterki, na jakie należy zwracać uwagę podczas ich sprawdzania.

Poniżej przedstawiono fragment takiej tabeli dla przypadku sygnalizatora kolejowego.

Tabela 2. Fragment opracowanej tabeli sprawdzeń na podstawie sygnalizatora kolejowego.

Następnym krokiem było określenie kryteriów oraz skali ocen. Każdemu podzespołowi przydzielano ocenę z zakresu od 0 do 5, przy czym zero oznaczało całkowity brak możliwości

Zakres oględzin sygnalizatorów		
L.p	Wyszczególnienie	Podczas oględzin sygnalizatorów należy sprawdzić:
1.	2.	3.
1.	Uszynienie / uziemienie	sprawdzić czy uszynienie lub uziemienie masztu nie jest skorodowane lub ułamane.
2.	Głowica	sprawdzić, czy głowica jest przymocowana do masztu w sposób uniemożliwiający jej poruszenie.
3.	Drzwiczki	sprawdzić czy drzwiczki w komorach sygnałowych (zarówno sygnalizatorów jak i pasów świetlnych czy wskaźników grupy W) zamykają się w sposób zapewniający brak dostępu światłado komory.
4.	Powłoka malarska	ewentualne ubytki powłok malarskich

zidentyfikowania wymienionej usterki, natomiast ocena 5 oznaczała bezproblemową jej identyfikację. Należy mieć na uwadze, iż celem badań nie było określenie stanu technicznego

konkretnych urządzeń, a raczej możliwość wykorzystania takich nagrań do ogólnej identyfikacji defektów i usterek pod kątem oględzin wizualnych.

4. Wybrane przykłady inspekcji infrastruktury kolejowej

Szeroki zakres badań zrealizowany w ramach projektu Dron-monitor, powoduje, że w niniejszym artykule przedstawione zostaną jedynie przykładowe fragmenty inspekcji.

Jako jedna z możliwości jaką oferuje technologia zostanie przedstawiony świetlny sygnalizator kolejowy. Przez sygnalizator świetlny rozumie się urządzenie przytorowe do przekazywania sygnałów optycznych odnoszących się do ruchu kolejowego. Dla sygnalizatorów kolejowych możemy wykonać/sprawdzić spełnienie wymagań w zakresie trzech różnych zagadnień:

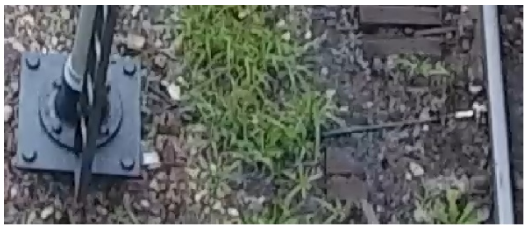
- ogólnego stanu technicznego sygnalizatora (podlegające jedynie oględzinom wizualnym),
- prawidłowości wskazań,
- widoczności wskazań z wymaganej odległości.

Rysunek 12. Tarcza manewrowa [opracowanie własne]

Na potrzeby kontroli stanu technicznego wykonano i przeanalizowano ujęcia sfotografowane dla trybu lotu wykonanego na wysokości 15 m i kącie pochylenia kamery 27°.

Pierwszym elementem jakim zaleca sprawdzić instrukcja konserwacji i utrzymania urządzeń srk (Ie-12) dla sygnalizatorów jest uszynienie lub uziemienie (widoczne na rys. 5). Zarejestrowany obraz z pokładu drona z tej wysokości praktycznie nie daje możliwości sprawdzenia stanu jego skorodowania z powodu zbyt małej rozdzielczości obrazu dla tego elementu. Natomiast wyłączając drobne pęknięcia pozwala dość skutecznie stwierdzić czy ciągłość uszynienia jest zachowana. Problem w przypadku oglądu sprawia ukrywanie tego

elementu pod ziemią. Z reguły obraz pozwala stwierdzić jedynie skrajne podłączenia przewodu do podstawy sygnalizatora i do szyny. Podobną przeszkodą w stwierdzeniu jego stanu jest roślinność. Stan wzrostu roślinności w obszarze infrastruktury jest elementem, który można skutecznie oceniać dzięki inspekcji z wykorzystaniem dronów



Rysunek 13. Tarcza manewrowa [opracowanie własne]

Głowica jest najważniejszą częścią sygnalizatorów kolejowych – to w niej zawiera się latarnia wyposażona w układy optyczne odpowiedzialne jest za przekazywanie sygnału nadjeżdżającemu maszyniście. Zarejestrowany obraz pozwala sprawdzić, czy głowica jest w odpowiedni sposób przymocowana do masztu jednak w rzeczywistości uniemożliwia sprawdzenie czy jest to przymocowana stabilnie w sposób uniemożliwiający jej poruszenie (tak nakazuje instrukcja),

Rysunek 14. Głowica tarczy manewrowej [opracowanie własne]

Drzwiczki zapewniają brak obcej ingerencji w komorach sygnałowych oraz zabezpieczają je przed dostępem światła zewnętrznego. Nagranie pozwala sprawdzić, czy drzwiczki nie są otwarte, jednak nie dają pewności co do wpadającego światła.

Nagrania dają bardzo dobrą możliwość określenia powłok malarskich sygnalizatora. Bezproblemowo pozwalają zdiagnozować ewentualne ubytki powłok malarskich jednak jest to również zależne od kierunku lotu drona. Możliwe jest także sprawdzenie czy maszt jest ustawiony pionowo.

W zakresie sprawdzania prawidłowości wskazań dron pozwala na sprawdzenie praktycznie wszystkich wymagań wymienionych w instrukcjach. Zasadniczym warunkiem jest jednak aby dron ustawić bezpośrednio naprzeciwko latarni na wysokości układów optycznych a obiektyw kamery umieszczonej na pokładzie musi być nakierowany prosto na nie. Takie rozwiązanie może być integralną częścią miniscenariuszy opisanych w poprzednich częściach referatu. Oczywiście najlepsze jest położenie, w którym dron znajduje się możliwie blisko głowicy sygnalizatora. Zdjęcie na rys. 7 przedstawia takie właśnie położenie. Wykazuje ono, że sprawdzanie prawidłowości wskazań sygnalizatorów nie jest w żadnym stopniu problematyczne nawet przy dużym natężeniu światła słonecznego.

Rysunek 15. Kadr z ujęcia do sprawdzenia poprawności wskazań sygnalizatora [opracowanie własne]

Sygnały na sygnalizatorach mogą zmieniać się na dwa różne sposoby: samoczynnie (poprzez zajęcie lub zwolnienie odcinka niezajętości znajdującego się za nim) lub sygnał może być nastawiany przez dyżurnego ruchu z nastawni.

W pierwszym przypadku prawidłowość wyświetlonego sygnału można sprawdzać symulując przejazd taboru przez odcinek kontrolowany jednak nie zawsze jest to możliwe. Często niezbędne są przejazdy rzeczywistego taboru np. drezyny.

Dla sygnałów nie nastawianych samoczynnie sprawdzenia należy zsynchronizować z pracą dyżurnego ruchu. Wymagana jest tutaj dobra komunikacja z nastawnią. W analizie obrazów pomocna jest obecność urządzeń komputerowych, które będąc wyposażone w rejestratory danych, pozwalają na uzyskanie szczegółowych zapisów. Dane te można na etapie analizy porównać do wskazań poszczególnych sygnalizatorów.

Badanie prawidłowości wskazań sygnalizatora z wykorzystaniem dronów pozwala sprawdzanie następujących kryteriów:

- częstotliwość świecenia światła migowego,
- brak przyciemniania się światła ciągłego w przypadku wyświetlania dwóch świateł w tym jednego migającego,
- występowanie przebłysków,
- występowanie sygnałów wątpliwych,
- czas wygaszenia sygnału zastępczego,
- zgodność wyświetlanych sygnałów dla określonych dróg przebiegu oraz sytuacji ruchowej.

Kolejnym aspektem badanym w ramach badań sygnalizatorów jest widoczność ich wskazań. Wymagania PKP PLK nakazują sprawdzić widoczność wskazań sygnalizatora z miejsca obok prawego toku szynowego, patrząc w kierunku jazdy, w odległości równej minimalnej widoczności sygnałów danego sygnalizatora. Wymagana widoczność sygnałów zależy głównie od największej dozwolonej prędkości zbliżania się pociągów do sygnalizatora i powinna wynosić w zależności od typu sygnalizatora:

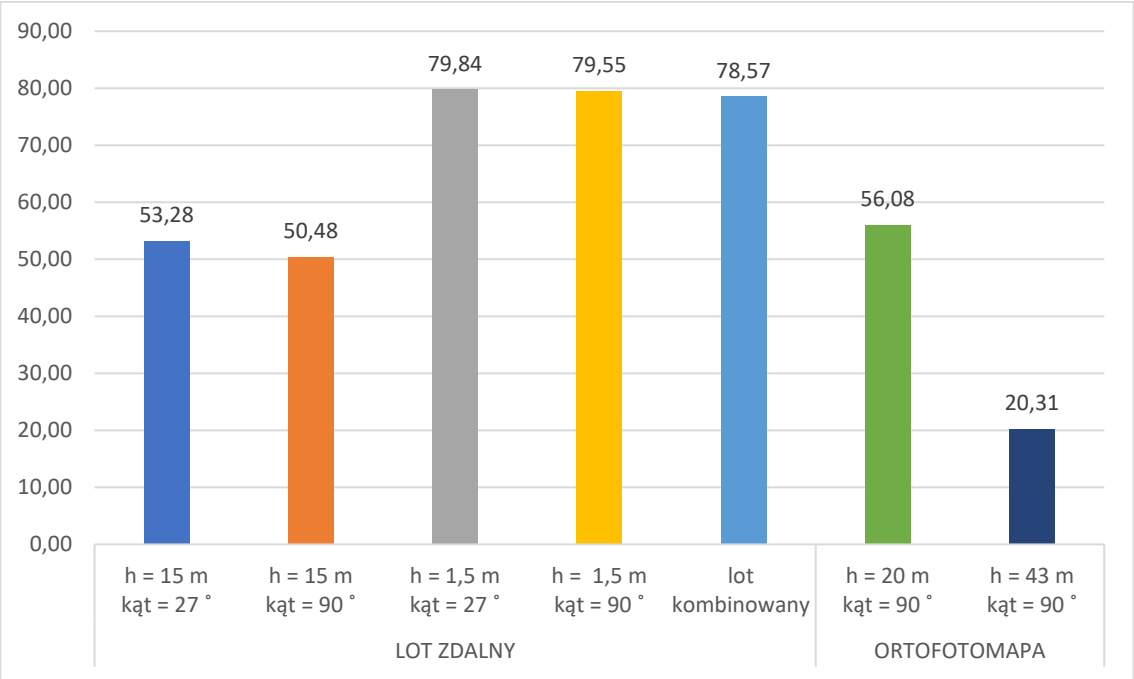
- dla semaforów wjazdowych od 100 do 400 m (w zależności od kategorii linii.)
- dla semaforów wyjazdowych i drogowskazowych dla których odbywają się przebiegi bez zatrzymania nie mniej niż 200 m,
- dla semaforów na liniach znaczenia miejscowego – ok. 50 m,
- dla tarcz ostrzegawczych i tarcz ostrzegawczych przejazdowych nie mniej niż 200m,
- dla tarcz manewrowych nie mniej niż 50 m,
- dla pasów i wskaźników nie mniej niż 200m.

Mimo, że odległości te mogą wydawać się niewielkie a obraz w jakim zostały wykonane nagrania bardzo wysokiej jakości (rozdzielczość 4K) badania jednoznacznie wykazały, że nie ma możliwości sprawdzenia widoczności sygnałów z wymaganych odległości. Okazało się bowiem, że nawet dla tak wysokich rozdzielczości, źródło światła będącego wskazaniem staje się na obrazie plamą, na podstawie której nie sposób dokonać oceny. Poniższe zdjęcie przedstawia 2 semafory wjazdowe nagrane z odległości 250 m.

Rysunek 16. Kadr z ujęcia do sprawdzenia poprawności wskazań sygnalizatora [opracowanie własne]

5. Wyniki przeprowadzonych badań w zakresie kontroli stanu technicznego elementów infrastruktury kolejowej.

Badania wykazały, że w zakresie badania stanu technicznego każdy z wcześniej opisanych trybów posiada swoje wady i zalety. Wyniki badań zostały przedstawione na rys. 9.



Rysunek 17. Uzyskany % sprawdzeń na podstawie instrukcji kolejowych w zależności od trybu lotu.

Nagrania robione z wysokości 15 m dla kątów kamery 27 ˚ i 90˚ uzyskały bardzo podobne wyniki. Dla opracowanych tabel sprawdzeń okazało się, iż możliwa jest wizualna identyfikacja

ok. 50% usterek. Dla kąta 27 ˚, dzięki pochyleniu kamery widoczne są boczne powierzchnie poszczególnych elementów dzięki czemu możliwe jest rozpoznanie wysokości poszczególnych elementów. Lepiej widoczne elementy takie jak: żłobki na przejazdach, grubość podsypki itd. Okazało się jednak że niektóre elementy nawierzchni kolejowej (np. podkłady) są lepiej widoczne dla zdjęć robionych pod kątem prostym. Nagrania pod kątem 90˚ dla tej wysokości okazały się mieć jedną zasadniczą wadę – przy większych prędkościach drona ostrość obrazu ulega często znacznemu pogorszeniu przez co nagranie ulegało rozmyciu.

Loty na wysokości 1,5 m dla obu kątów kamery również uzyskały podobne wyniki względem siebie. Okazało się, że jakość nagrań jest o wiele bardziej szczegółowa niż dla lotów wykonywanych nad poziomem trakcji. Wizualna identyfikacja usterek wyniosła w tym przypadku ok. 80%. Bardzo dobrze widoczne wszystkie drobne elementy znajdujące się na poziomie nawierzchni kolejowej, jak np. przytwierdzenia, łubki itp. Równie precyzyjne okazały się sekwencje wykonywane w ramach miniscenariuszy dla wszelkich urządzeń srk. Tak mała wysokość wykazała jednak szereg ograniczeń. W przeciwieństwie do wysokości 15 m niemożliwe było uchwycenie wszystkich elementów wznoszących się w pionie, jak np. konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej, semafory, wskaźniki itp. Ponadto, tak precyzyjne latanie dronami okazało się zdecydowanie najbardziej pracochłonne w stosunku do pozostałych trybów.

W zakresie badania ortofotomapy zostały przetestowane 2 wysokości robienia nalotów – 20 m i 43 m. Pierwsza z nich uzyskała bardzo podobne wyniki do lotów wykonywanych tuż nad poziomem trakcji i wyniosła ok. 50% skuteczności. Lepsza jakość zdjęć w porównaniu do nagrań powoduje, że większa wysokość zostaje skompensowana. Wysokość lotu na poziomie 43 metrów okazała się zdecydowanie za duża, aby możliwa była kontrola stanu technicznego infrastruktury. Wyniki wskazały, że zaledwie 20 % sprawdzeń mogło zostać zidentyfikowane. Zbyt słaba rozdzielczość powodowała, że poszczególne podzespoły elementów infrastruktury były praktycznie nierozpoznawalne. Mapy te można jednak z powodzeniem wykorzystać do ogólnego rozpoznania terenu.

6. Podsumowanie i wnioski

Bezzałogowe statki powietrzne pozwalają na automatyzację zadań związanych z monitorowaniem dużych obiektów infrastrukturalnych. Uruchomiony projekt „Dron-monitor" miał na celu ocenę możliwości wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych do automatyzacji prowadzenia inspekcji obiektów infrastruktury kolejowej i wspomagania inwentaryzacji na podstawie zebranych materiałów multimedialnych. Przetestowano

i sprawdzono różne możliwości nagrywania materiału filmowego obrazującego stan infrastruktury kolejowej oraz możliwość tworzenia ortofotomapy dla obszarów kolejowych.

Przygotowanie rozpoczęto od sprawdzenia dostępności przestrzeni powietrznej obszaru bocznicy oraz analizy trasy przebiegu lotu. Podczas przygotowywania scenariuszy oblotu określone zostały najbardziej wrażliwe elementy infrastruktury kolejowej, a następnie przeanalizowane pod kątem możliwych tras przelotu.

Do tego celu zostały wykorzystane plany schematyczne urządzeń SRK, plany sytuacyjne oraz mapy satelitarne. Końcowym efektem opracowania scenariuszy był harmonogram wykonywania zdjęć.

W projekcie zastosowano loty zdalnie sterowane, w których dron sterowany był manualnie przez operatorów, a rejestrowany obraz zapisywany był w postaci nagrań wideo oraz loty półautonomiczne, których celem było stworzenie ortofotomapy, odwzorowującej obszar bocznicy w postaci mapy kartograficznej.

W trakcie analizy zgromadzonego materiału opierano się na wymaganiach opisanych w instrukcjach wydanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. W ramach projektu badaniom poddane zostały elementy infrastruktury, które można zdiagnozować wzrokowo.

7. Bibliografia

[1]“http://di.com.pl/drony-do-walki-z-graffiti-na-niemieckiej-kolei-czy-nie-zagroza-prywatnosci-48247.”

[2]“https://kurierkolejowy.eu/aktualnosci/31543/pkp-plk-beda-sledzic-inwestycje-przy-pomocy-dronow.html.”

[3]“https://www.pwc.pl/pl/media/2016/2016-12-08-pwc-drony-infrastruktura-transportowa.html.”

[4]“https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=13926.”

[5]“instrukcja konserwacji, przeglądów oraz napraw bieżących urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie – 12 (E-24).”

[6]“instrukcja o dozorowaniu linii kolejowych Id-7 (D-10).”

[7]“instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4.”

OPTYMALIZACJA GEOMETRYCZNYCH UKŁADÓW STACYJNYCH POPRZEZ ZASTOSOWANIE ROZJAZDÓW ŁUKOWYCH

mgr inż. Paulina Szabłowska, inż. Maciej Rochel

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

1. Wstęp

Podczas licznie prowadzonych modernizacji i rewitalizacji linii kolejowych na sieci PKP PLK S.A. projektanci muszą zmierzyć się z problemami kształtowania geometrycznego układów stacyjnych. Ograniczona zajętość terenu, dążenie do uzyskania wyższych prędkości, a także elementy obcej infrastruktury na głowicach stacyjnych wymuszają stosowanie nietypowych rozwiązań.

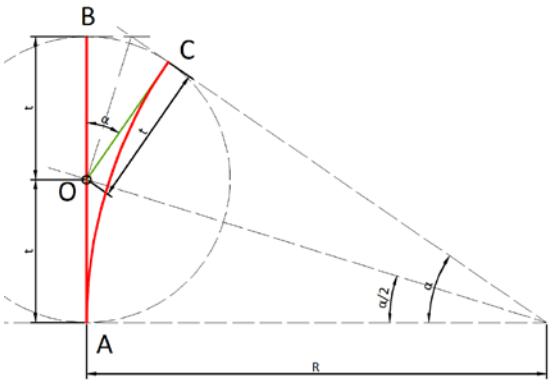
Jednym ze sposobów optymalizacji układów stacyjnych jest stosowanie rozjazdów łukowych, które pozwalają na zabudowę połączeń rozjazdowych na łukach przy trudnych warunkach terenowych.

2. Rodzaje rozjazdów łukowych

Rozjazd łukowy to taki, który powstaje z rozjazdu zwyczajnego poprzez odpowiednie jego wygięcie. Najczęściej stosowanymi konstrukcjami podstawowymi (wyjściowymi) rozjazdów łukowych są:

- Rz 300-1:9;
- Rz 500-1:12;
- Rz 1200-1:18,5.

Na poniższym rysunku przedstawiono geometryczną konstrukcję rozjazdu zwyczajnego wraz z wybranymi zależnościami geometrycznymi w niej zachodzącymi. [1]

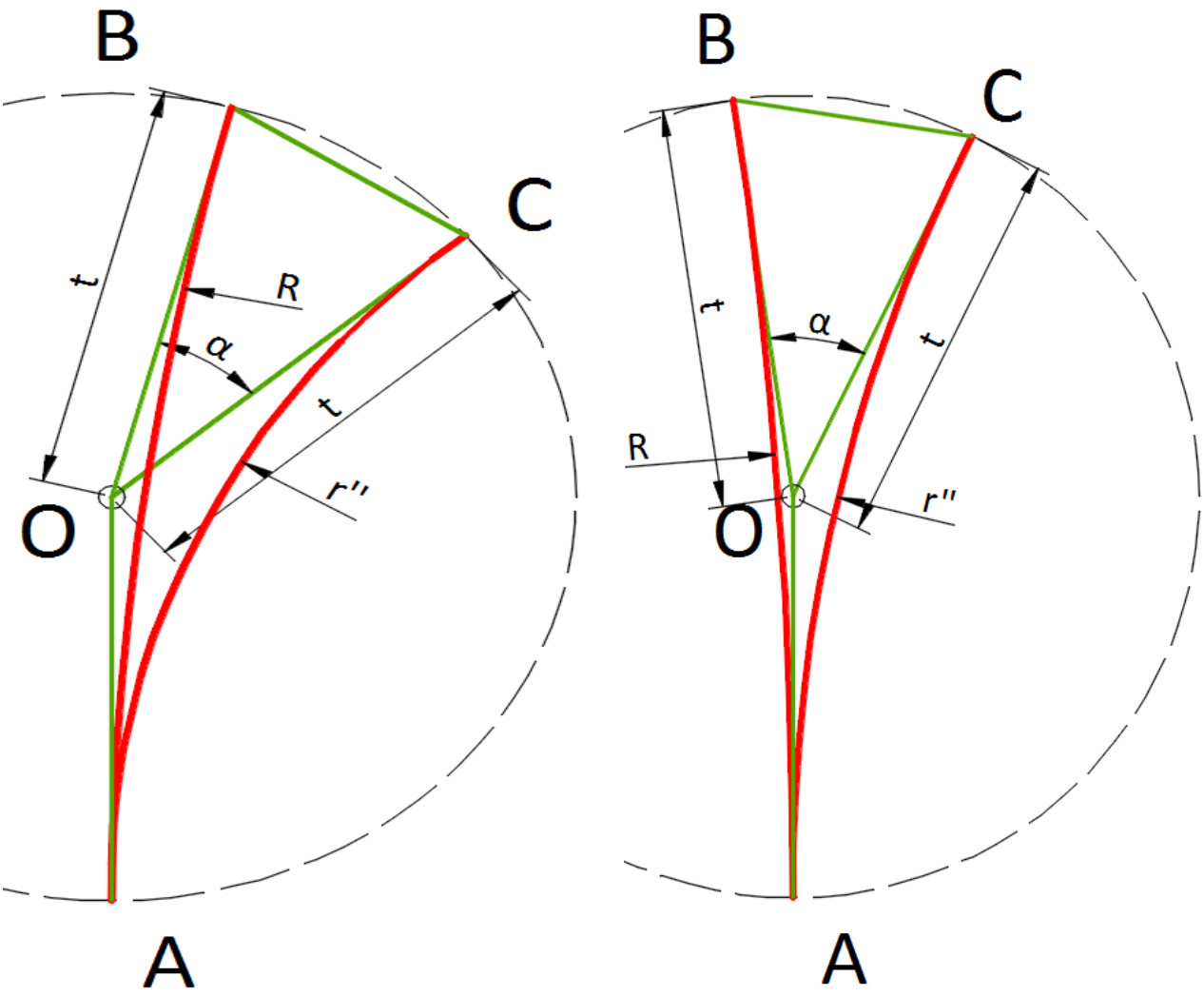


Rys. 1 – Geometria rozjazdu zwyczajnego - opracowanie własne na podstawie [1]

$$AO = OB = OC = t$$

$$t = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Po wygięciu rozjazdu podstawowego w rozjazd łukowy niezmienny zostaje skos rozjazdu – trójkąt OBC zachowuje takie same wymiary (kąty oraz długości). Zniekształceniu ulega jedynie położenie (obrót) trójkąta względem punktu O – środka geometrycznego rozjazdu. W zależności od kierunku, w którym zostanie on obrócony, uzyskujemy rozjazd łukowy jednostronny lub dwustronny. Pierwszy z nich to taki, w którym oba łuki w rozjeździe skierowane są w jedną stronę (Rys. 2a). natomiast drugi posiada tory skierowane w przeciwnych kierunkach (Rys. 2b). [1]

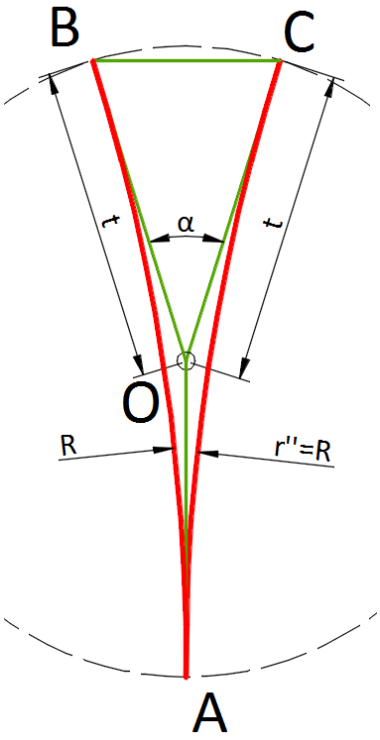


Rozjazd łukowy jednostronny

Rozjazd łukowy dwustronny

Rys. 2 Geometria rozjazdów łukowych - opracowanie własne na podstawie [1] Rozjazd łukowy jednostronny

Szczególnym przypadkiem rozjazdu dwustronnego jest rozjazd symetryczny, w którym oba promienie łuków (zasadniczy i zwrotny) są sobie równe (Rys. 3).



Rys. 3 Geometria rozjazdów łukowych - opracowanie własne na podstawie [1]

W przypadku rozjazdów podstawowych o promieniu 300 m oraz 500 m, tor zwrotny może zostać wygięty do wartości promienia nie mniejszej niż 214 m – wówczas nie ma konieczności wykonania poszerzenia toru zwrotnego. W przypadku rozjazdu Rz 1200 dozwolone jest wygięcie toru zwrotnego do wartości nie mniejszej niż 461 m – dzięki temu zapewniony jest brak ingerencji w konstrukcję opornic, iglic i krzyżownic. [1]

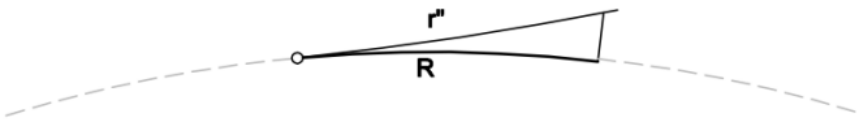
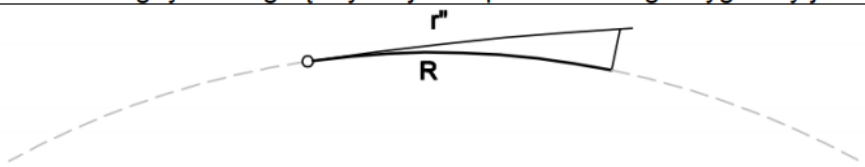
Wygięcie rozjazdów zwyczajnych w rozjazdy łukowe powinno odbywać się w zakładzie produkcyjnym. Większość rozjazdów łukowych produkowana jest na specjalne zamówienie i posiada własną dokumentację zawierającą m. in. obliczenia długości poszczególnych elementów, zmiany w ułożeniu podrozjazdnic czy mocowaniu elementów stalowych w podrozjazdnicach. Należy w tym miejscu również zaznaczyć, że w związku z koniecznością wykonania dodatkowej dokumentacji dla rozjazdu łukowego jego cena jest wyższa niż rozjazdu zwyczajnego. Różnica ta waha się w granicach 10 – 20%.

Dokumentacja rozjazdu łukowego zawiera dodatkowo obliczenia związane ze skróceniem jego niektórych elementów, zmianami w planie ułożenia podrozjazdnic, obliczeniem położenia otworów na wkręty lub dyble w podrozjazdnicach itp.

3. Zasady projektowania rozjazdów łukowych

3.1. Obliczanie promieni łuków toru zwrotnego i zasadniczego

Wartości promieni łuków dla rozjazdu łukowego powstającego na podstawie układu geometrycznego rozjazdu zwyczajnego można obliczyć za pomocą następujących wzorów:

a) Rozjazdy łukowane dwustronne:	
	$r'' = \frac{(R \cdot r) + t^2}{R - r}$
b) Rozjazdy łukowane jednostronne:	
– gdy tor zasadniczy rozjazdu podstawowego wyginany jest do promienia R:	
	$r'' = \frac{(R \cdot r) - t^2}{R + r}$
– gdy tor odgałęźny rozjazdu podstawowego wyginany jest do promienia R:	
	$r'' = \frac{(R \cdot r) + t^2}{r - R}$
gdzie: R – promień łuku w torze zasadniczym (po wyłukowaniu), r" – promień łuku w torze odgałęźnym (po wyłukowaniu), r – promień łuku w torze odgałęźnym rozjazdu podstawowego, t – długość stycznej do toru zwrotnego rozjazdu podstawowego;	

Rys. 4 Wzory do obliczeń promieni łuków rozjazdów łukowanych, źródło: [2]

Długość stycznej do toru zwrotnego rozjazdu podstawowego (czyli połowa nominalnej długości rozjazdu zwyczajnego) wynosi odpowiednio:

Tab. 1 Długość stycznej dla poszczególnych typów rozjazdów podstawowych

Typ rozjazdu podstawowego	Długość stycznej [m]
R300	16,615
R500	20,797
R760	27,110
R1200	32,409

Źródło: opracowanie własne

Natomiast graniczne minimalne wartości promieni łuków na kierunku zasadniczym i odgałęźnym przedstawia tabela 11.9 Standardów Technicznych. [2]

3.2. Sprawdzenie parametrów kinematycznych rozjazdu

W przypadku połączeń rozjazdowych realizowanych za pomocą rozjazdów łukowych dobór prędkości na połączeniu wynika z obliczonych parametrów kinematycznych – niedomiaru przechyłki, nadmiaru przechyłki oraz nagłej zmiany niedomiaru przechyłki.

Wartości dopuszczalne niedomiaru przechyłki zostały określone w tabeli 9.7 Standardów Technicznych [2]. Dla typowego rozjazdu łukowego przystosowanego do prędkości 160 km/h z stałą krzyżownicą dopuszczalne wartości niedomiaru przechyłki wynoszą odpowiednio dla poziomów P0, P1 i P2: 90, 110 i 110 mm. Nadmiar przechyłki opisany w tabeli 9.8 [2] dopuszcza wartości odpowiednie do prognozowanego natężenia przewozów. Przy projektowaniu rozjazdów należy tak dobrać prędkość na połączeniu rozjazdowym, aby nie przekroczyć mniejszej z pary wartości dopuszczalnych wskazanych w tabelach 9.7 i 9.8.

Parametr nagłej zmiany niedomiaru przechyłki występuje w układach geometrycznych torów, gdzie następuje nieciągła zmiana krzywizny, co w przypadku rozjazdów łukowych ma miejsce na przejściu z prostej w łuk lub na połączeniu łuków odwrotnych. Wartości dopuszczalne nagłej zmiany niedomiaru przechyłki są określone w tabeli 9.15 Standardów Technicznych [2].

3.3. Przykład obliczeniowy – rozjazd łukowy dwustronny

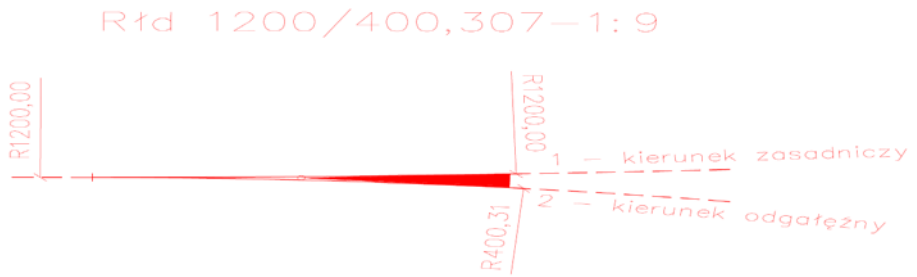
W celu zaprojektowania rozjazdu łukowego dwustronnego (z rozjazdu podstawowego R300) w torze o promieniu wynoszącym 1200 m na kierunku zasadniczym należy do wzoru:

$$r'' = \frac{(R * r) + t^2}{R - r}$$

Podstawić następujące wartości: R = 1200 m, r = 300 m, t = 16,615 m.

$$r'' = \frac{(1200m * 300m) + 16{,}615m^2}{1200m - 300m} = 400{,}307\ m$$

Dzięki czemu otrzymujemy wartość promienia łuku w torze odgałęźnym równą 400,307 m.



Rys. 5 Schemat rozjazdu łukowego dwustronnego, źródło: opracowanie własne

Dla przedstawionego rozjazdu łukowego dwustronnego należy przyjąć wstępnie prędkość na kierunku odgałęźnym rozjazdu taką jak na rozjeździe podstawowym R300 – 50 km/h, natomiast na kierunku zasadniczym ograniczenie prędkości wynika z parametrów toru zasadniczego. Następnie należy obliczyć następujące parametry kinematyczne:

1. Niedomiar przechyłki na torze zasadniczym na długości rozjazdu dla prędkości 100 km/h:

$$I_{1z} = 11{,}8 * \frac{V_{max}^2}{R} - D = 11{,}8 * \frac{100^2}{1200} - 0 = 98{,}33\ mm$$

$$98{,}33\ mm < 110\ mm\ (wartość\ zakresu\ P1, tabela\ 9.7)[2]$$

2. Niedomiar przechyłki na torze zasadniczym przed rozjazdem dla prędkości 50 km/h:

$$I_{1o} = 11{,}8 * \frac{V_{max}^2}{R} - D = 11{,}8 * \frac{50^2}{1200} - 0 = 24{,}58\ mm$$

$$24{,}58\ mm < 110\ mm\ (wartość\ zakresu\ P0, tabela\ 9.7)[2]$$

3. Niedomiar przechyłki na odgałęźnym na długości rozjazdu dla prędkości 50 km/h:

$$I_{2o} = 11{,}8 * \frac{V_{max}^2}{R} - D = 11{,}8 * \frac{50^2}{400{,}307} - 0 = 73{,}69\ mm$$

$$73{,}69\ mm < 90\ mm\ (wartość\ zakresu\ P0, tabela\ 9.7)[2]$$

4. Nagłą zmianę niedoboru przechyłki w punkcie początku rozjazdu dla prędkości 50 km/h:

$$\Delta I = |I_{1o}| + |I_{2o}| = 24{,}58\ mm + 73{,}69\ mm = 98{,}27\ mm$$

$$98{,}27\ mm < 130\ mm\ (wartość\ zakresu\ P0, tabela\ 9.15)[2]$$

Na podstawie przedstawionych powyżej obliczeń można stwierdzić, że założone prędkości są odpowiednie dla danego połączenia torów i spełniają wszystkie warunki przedstawione w Standardach Technicznych [2] oraz normie PN-EN 13803 „Kolejnictwo – Tor – Parametry projektowania toru w planie – Tor o szerokości 1435 mm i większej".

4. Rozjazdy łukowe w Polsce

4.1. Zalety

Niewątpliwą zaletą stosowania rozjazdów łukowych jest możliwość optymalizacji głowic stacyjnych, tj. zapewnienia możliwości wjazdu na stację na tor zwrotny z wyższą prędkością niż jest to możliwe w przypadku zastosowania rozjazdu zwyczajnego. Jest to szczególnie korzystne rozwiązanie w przypadku stacji, na których pojazdy szynowe przejeżdżają bez zatrzymania. Kolejną zaletą jest możliwość ograniczenia zajętości terenu i ilości robót ziemnych w przypadku modernizacji stacji położonych w łukach. W niektórych przypadkach pozwala to również na

uniknięcie kolizji z istniejącą infrastrukturą, taką jak obiekty inżynieryjne czy sieci kablowe i sanitarne.

4.2. Zastosowanie

Rozjazdy łukowe nie należą do nowych rozwiązań. Początki ich projektowania i zastosowania to bowiem pierwsza połowa XX wieku. W Polsce przez ponad pół wieku podstawową literaturą w tym zakresie była książka W. Rzepki „Rozjazdy łukowe w planie i profilu" [3]. Pozycja ta w sposób obszerny tłumaczyła różne możliwe do zastosowania przypadki, również te bardziej skomplikowane. Jednocześnie nie należała ona również do pozycji prostych do zrozumienia i późniejszego zastosowania. Z uwagi na układ odniesienia projektowanego rozjazdu łukowego jego kreślenie było dość skomplikowane, a użycie rzadkie.

W ostatnim czasie projektowanie oraz zabudowa rozjazdów łukowych zyskała w Polsce na popularności. Jednym z czynników, które spowodowały jej wzrost było uproszczenie obliczeń i konstruowania rozjazdów łukowych poprzez przyjęcie nowego układu odniesienia [4]. Kolejnym czynnikiem było wprowadzenie nowych Standardów Technicznych (ST) [2] wykorzystujących wspomniane uproszczenie. Ponadto ST zdefiniowały w jakich przypadkach należy używać rozjazdów łukowych, regulując tym samym zasadność ich użycia na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Wybrane rozwiązania zastosowania na wskazanej sieci przedstawiono poniżej.

4.2.1. Stacja Władysławowo, linia kolejowa nr 213

Głowica rozjazdowa stacji Władysławowo od strony Kuźnic znajduje się w trudnym terenie – na łuku o niewielkim promieniu otoczona liczną zabudową. Do czasu modernizacji, w 2015 roku, większość jazd po rozjazdach zwyczajnych odbywała się na kierunkach zwrotnych co powodowało ich zwiększone zużycie. Po przeprowadzonej modernizacji w miejscu dwóch rozjazdów zwyczajnych zabudowano rozjazdy łukowe przez co jazdy na tor główny zasadniczy (nr 1) są realizowane na kierunkach zasadniczych wymienionych rozjazdów.

Rys. 6a Głowica rozjazdowa stacji przed modernizacją [5]

Rys. 6b Głowica rozjazdowa stacji po modernizacji [5]

4.2.2. Stacja Gdańsk Południowy, linia kolejowa nr 9

Podobnie jak w przypadku stacji Władysławowo, w Gdańsku Południowym trudne warunki terenowe (miejska zabudowa, dwa wiadukty drogowe nad linią kolejową) wymusiły, podczas prowadzonej modernizacji w latach 2011-2013, zabudowę połączeń rozjazdowych na północnej głowicy stacji (w stronę Gdańska Głównego) za pomocą rozjazdów łukowych.

Rys.7 Głowica rozjazdowa stacji od strony Gdańska Głównego, źródło: [6]

4.2.3. Stacja Kaliska Kujawskie, linia kolejowa nr 18

Dawną praktyką było wykonywanie połączeń ochronnych w postaci żeberka ochronnego za pomocą rozjazdów zwyczajnych przez co na torze dodatkowym kierunek zasadniczy rozjazdu przebiegał na tor ochronny. Obecnie zaleca się wykonywanie połączeń ochronnych za pomocą rozjazdów łukowych z zachowaniem warunku, aby kierunek obciążony ruchem posiadał większy promień niż kierunek prowadzący na tor ochronny.

Na stacji Kaliska Kujawskie zjazd z toru 4 na tor 2 odbywał się po kierunkach zwrotnych rozjazdów nr 6 i 8. Po przeprowadzonej modernizacji w 2017 roku rozjazd na połączeniu ochronnym (nr 8) został wykonany jako łukowy dwustronny, dzięki czemu zużycie rozjazdu jest mniejsze i można uzyskać większą prędkość na połączeniu rozjazdowym. Dodatkową zaletą wykonanego połączenia ochronnego jest wydłużenie długości użytecznej toru dodatkowego oraz zmniejszenie zajętości terenu stacji.

Rys.8 Rozjazd łukowy dwustronny na żeberko ochronne, źródło: [7]

4.3. Wady

Każde rozwiązanie ma zarówno zalety jak i wady. Nie inaczej jest w przypadku rozjazdów łukowych. Pierwszą z nich jest wspomniana konieczność wykonania odrębnej dokumentacji na etapie produkcji oraz związany z tym wyższy koszt rozjazdu. Należy w tym miejscu również podkreślić, iż w obecnej chwili (czas realizacji Krajowego Programu Kolejowego) z uwagi na dużą ilość prowadzonych inwestycji kolejowych oraz stosunkowo wąski rynek produkcyjny, coraz częściej występują problemy z dostawami różnego rodzaju materiałów na budowy. Problem taki może wystąpić również w przypadku rozjazdów łukowych. Z uwagi na dłuższy czas potrzebny do produkcji takiego rozjazdu oraz dużą liczbę zamówień na rozjazdy standardowe, może dojść do sytuacji, w której zakładom produkcyjnym nie będzie się opłacało przyjmować zamówień na inne rozjazdy niż standardowe. W efekcie może to doprowadzić do braku możliwości realizacji inwestycji, w której zostały zaprojektowane rozjazdy łukowe. Bardziej skomplikowana geometria rozjazdu wpływa również na większą trudność zachowania dokładności oraz czasochłonność przy jego układaniu. Ponadto częste są opinie na temat trudności w ich utrzymaniu, które póki co nie były przedmiotem żadnych analiz naukowo-badawczych.

5. Podsumowanie

Rozjazdy łukowe są jednym z skutecznych sposobów optymalizacji geometrycznych układów stacyjnych. W trudnych warunkach terenowych – przy ograniczonej zajętości terenu, dużej ilości elementów obcej infrastruktury, lokalizacji głowicy stacji na łuku zabudowa rozjazdów łukowych umożliwia uzyskanie lepszych parametrów geometrycznych torów oraz wyższych prędkości.

Pod względem projektowym stosowanie rozjazdów łukowych stało się łatwiejsze – uproszczono obliczenia i zasady konstruowania rozjazdów łukowych poprzez przyjęcie nowego układu odniesienia.[4] Wydane w 2017 roku Standardy Techniczne [2] w sposób przejrzysty i czytelny określają zasady zabudowy rozjazdów łukowych, a także prezentują jak należy dobierać promienie łuków oraz obliczać prędkości na połączeniach rozjazdowych.

Z uwagi na konieczność wykonania dokumentacji dla danego typu rozjazdu oraz trudności w zamówieniach rozjazdy łukowe mogą być problematyczne w wykonaniu, jednak można stwierdzić, że w najbliższych latach projektowanie i zabudowa rozjazdów łukowych stanie się coraz bardziej powszechne na sieci PKP PLK S.A.

6. Bibliografia

[1]S. Grulkowski, Z. Kędra, W. Koc, M. J. Nowakowski, „Drogi szynowe", Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2013;

[2]M. Migdał, D. Szczepiński, J. Karliński, R. Frączek, „Standardy Techniczne – szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 120$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem)", Tom I – Załącznik ST-T1-A6 „Układy geometryczne torów", wersja 1, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa, 2017

[3]W. Rzepka, „Rozjazdy łukowe w planie i profilu", WKiŁ, Warszawa 1966

[4]W. Koc, „Analityczne podejście do problematyki łukowania rozjazdów kolejowych", Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej, nr 25, Politechnika Poznańska, 2017

[5]https://semaforek.kolej.org.pl/wiki/index.php/Władysławowo, data dostępu: 18.05.2018

[6]https://semaforek.kolej.org.pl/wiki/index.php/Gdańsk_Południowy, data dostępu: 18.05.2018

[7] http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=277060, data dostępu: 18.05.2018

DETEKCJA ZAJĘTOŚCI STREFY NIEBEZPIECZNEJ PRZEJAZDU KOLEJOWO – DROGOWEGO A MOŻLIWOŚĆ ODDZIAŁYWANIA NA URZĄDZENIA SRK

Katarzyna Chrzanowska, Kamil Jóźwik

Ośrodek Certyfikacji Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Warszawskiej

1. Wprowadzenie

Przejazd kolejowo-drogowy jest to miejsce przecięcia się w jednej płaszczyźnie drogi publicznej lub wewnętrznej z linią kolejową. Stanowi ważny element systemu transportowego zarówno w ruchu drogowym jak i kolejowym, w których systemy przejazdowe odgrywają istotną rolę mając na celu zapewnienie bezpieczeństwa uczestnikom ruchu. Ze względu na współzależność między dwoma rodzajami transportu, przejazdy kolejowo-drogowe należą do miejsc szczególnie niebezpiecznych, na których istnieje duże ryzyko wypadku.

Bezpieczeństwo na przejazdach zależy w głównej mierze od zachowania użytkowników ruchu drogowego. Z danych statystycznych wydanych przez Urząd Transportu Kolejowego [1] oraz Najwyższą Izbę Kontroli [2] z 2017r. wynika, że:

- ponad 90% wypadków spowodowanych jest przez użytkowników dróg,
- ponad 30% wypadków zdarza się na przejazdach strzeżonych, około 70% na przejazdach niestrzeżonych.

Jednym z głównych problemów występujących na sieciach kolejowych w wielu krajach jest obecność przeszkód w strefie przejazdu. Ich wykrywanie staje się szczególnie istotne, gdy do przejazdu zbliża się pojazd kolejowy, to znaczy po załączeniu ostrzegania użytkowników drogi. Przez nieświadomość kierowców, szczególne niebezpieczeństwo stwarzają pojazdy „uwięzione" pomiędzy czterema półrogatkami zamykającymi całą szerokość jezdni. W wielu przypadkach prowadzący pojazdy nie wiedzą, że rogatki dają się łatwo wyłamać (posiadają bezpieczniki), co umożliwia opuszczenie strefy niebezpiecznej przejazdu. Pozostawienie pojazdu w takim miejscu stwarza zagrożenie życia osób przebywających wewnątrz samochodu (autobusu), a także powoduje duże straty materialne. Zarządcy infrastruktury, wychodząc naprzeciw tego problemu, rozpoczęli wdrażanie na sieciach kolejowych systemów umożliwiających wykrywanie przeszkód w obrębie strefy przejazdu kolejowo – drogowego, które w powiązaniu z systemami srk reagują w odpowiedni, bezpieczny sposób zarówno dla ruchu kolejowego, jak i drogowego.

2. Ogólna charakterystyka przejazdów drogowo-kolejowych na polskiej sieci kolejowej

Na polskiej sieci kolejowej przejazdy kolejowo-drogowe i przejścia podzielone są na kategorie – A, B, C, D, E, F (kat. E i F obejmują przejścia, nie zostały rozpatrzone w niniejszym artykule), które zależą m.in. od iloczynu ruchu, maksymalnej prędkości jazdy pociągu na danym odcinku linii kolejowej. Poszczególne kategorie przejazdów różnią się zastosowanymi urządzeniami technicznymi, urządzeniami bezpieczeństwa ruchu, a także sposobem ich obsługi.

Przejazdy kolejowo-drogowe obejmują cztery kategorie: A, B, C, D (na przejazdach kat. D nie są instalowane urządzenia zabezpieczające, dlatego nie zostały rozpatrzone w niniejszym artykule). Dodatkowo, oddziaływanie na urządzenia zabezpieczające może odbywać się:

- manualnie przez personel kolejowy – w przypadku półsamoczynnych systemów przejazdowymi kategorii A, które mogą być sterowane przez pracownika z miejsca lub z odległości,
- automatycznie – w przypadku samoczynnych systemów przejazdowych na przejazdach kategorii B lub C.

Obecnie, obserwuje się znaczny spadek liczby przejazdów kolejowo-drogowych kategorii A, które zastępowane są przejazdami kategorii B lub C wyposażonymi w samoczynne systemy przejazdowe (ssp). Dla przejazdów kolejowo-drogowych stosowane są tarcze ostrzegawcze przejazdowe (ToP), które informują maszynistę o stanie technicznym urządzeń na przejeździe. Są one ustawiane przed przejazdem w odległości drogi hamowania dla najszybszego pociągu, który może poruszać się na danej linii kolejowej [4]. Ich załączenie następuje w momencie najechania czoła pociągu na czujnik (przy określeniu czasu załączania ToP należy uwzględnić czas reakcji systemu ssp). Tarcze ostrzegawcze przejazdowe ustawiane są przy torach, gdzie występują duże prędkości kursowania pociągów.[3] Szczegółowe wyposażenie każdego przejazdu jest zależne od warunków ruchowych obszaru, na którym znajduje się dany przejazd.

Kategoria przejazdu	**Charakterystyka przejazdu**				
	System półsamoczynny	System samoczynny	Wyposażenie w rogatki	Wyposażenie w sygnalizatory drogowe	Wyposażenie w tarcze ostrzegawcze przejazdowe (ToP)
Kategoria A	✓		✓	✓	✓
Kategoria B		✓	✓	✓	✓
Kategoria C		✓		✓	✓
Kategoria D	*Niewyposażony w system przejazdowy oraz urządzenia zabezpieczające ruch.*				

Tabela 17 Charakterystyka przejazdów kolejowo-drogowych w zależności od kategorii. Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

Obowiązujące Rozporządzenie Ministra Transportu [4] określa warunki techniczne jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi. W w/w dokumencie wyróżniono dwa obszary mające zapewnić bezpieczeństwo na przejazdach kolejowo-drogowych, należą do nich**: strefa przejazdu** oraz **strefa niebezpieczna przejazdu**.

Strefa przejazdu jest to odcinek drogi pomiędzy dwoma parami rogatek znajdującymi się z dwóch stron przejazdu, w przypadku braku rogatek na przejeździe jest to obszar, którego punkty końcowe znajdują się w odległości 4 m od skrajnej szyny.

Stefa niebezpieczna przejazdu jest to obszar w którym przebywający pojazd drogowy (uczestnik ruch drogowego) stanowi zagrożenie dla ruchu pojazdów szynowych poprzez swoją obecność lub wtargnięcie ze względu na niezauważenie załączenia sygnałów ostrzegawczych na sygnalizatorze drogowym.

Określenie długości strefy niebezpiecznej ma istotny wpływ na ustalenie miejsca załączenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej (ssp). [4] W literaturze [5] [6] długość strefy niebezpiecznej przejazdu kolejowo-drogowego określa wzór:

$$L_1 = p + 2f + d + d'$$

gdzie:

L_1 - długość strefy niebezpiecznej [m]

p - długość pojazdu drogowego [m]

f - poziomy wymiar kolejowej skrajni budowli mierzony od osi toru [m]

d - odległość sygnalizatora od krawędzi kolejowej skrajni budowli [m]

d' - dodatkowa odległość samochodu od sygnalizatora [m]

Natomiast w Rozporządzeniu Ministra Transportu [4] długość strefy niebezpiecznej jest określona jako:

$$L_1 = L_{ham_poj} + L_{przejazdu} + L_{pojazdów}$$

gdzie:

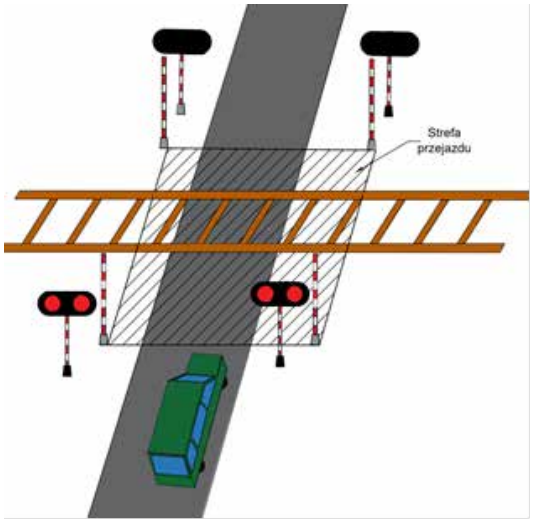
L_1 - długość strefy niebezpiecznej [m]

L_{ham_poj} - droga hamowania pojazdu drogowego, jest wartością stałą 3 [m]

$L_{przejazdu}$ - długość przejazdu kolejowo-drogowego [m]

$L_{pojazdów}$ - zespołu pojazdów drogowych, jest wartością stałą 22 [m]

Na poniższym rysunku przedstawiono obszar strefy przejazdu kolejowo-drogowego objętej kontrolą systemu detekcji obiektów:



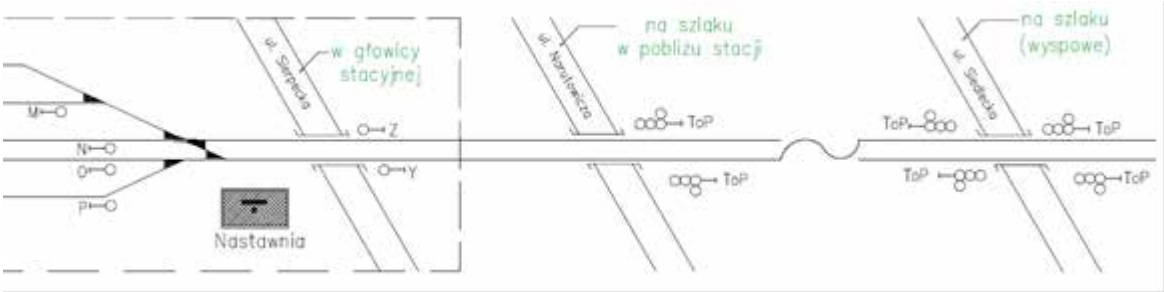
Rysunek 18 Strefa przejazdu na przejeździe kolejowo-drogowym. Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

3. System detekcji obiektów na przejazdach kolejowo-drogowych

Głównym celem systemu detekcji obiektów jest identyfikacja zagrożeń, minimalizacja fałszywych alarmów oraz zapewnienie bezpieczeństwa w ruchu drogowym i kolejowym. System wykrywania obiektów w strefie przejazdów charakteryzują parametry takie jak:

- prawdopodobieństwo wykrycia obiektu,
- współczynnik fałszywych alarmów.

W momencie pojawienia się przeszkody na przejeździe system detekcji wysyła sygnał do odpowiednich urządzeń zabezpieczających ruch oraz personelu kolei obsługującego dany przejazd kolejowy. Ważnym aspektem działania urządzeń detekcji obiektów w strefie przejazdu jest jego powiązanie z urządzeniami stacyjnymi, co wiąże się z lokalizacją przejazdu względem stacji. Poniżej przedstawiono miejsca w jakich mogą wystąpić przejazdy kolejowo-drogowe względem posterunku ruchu:

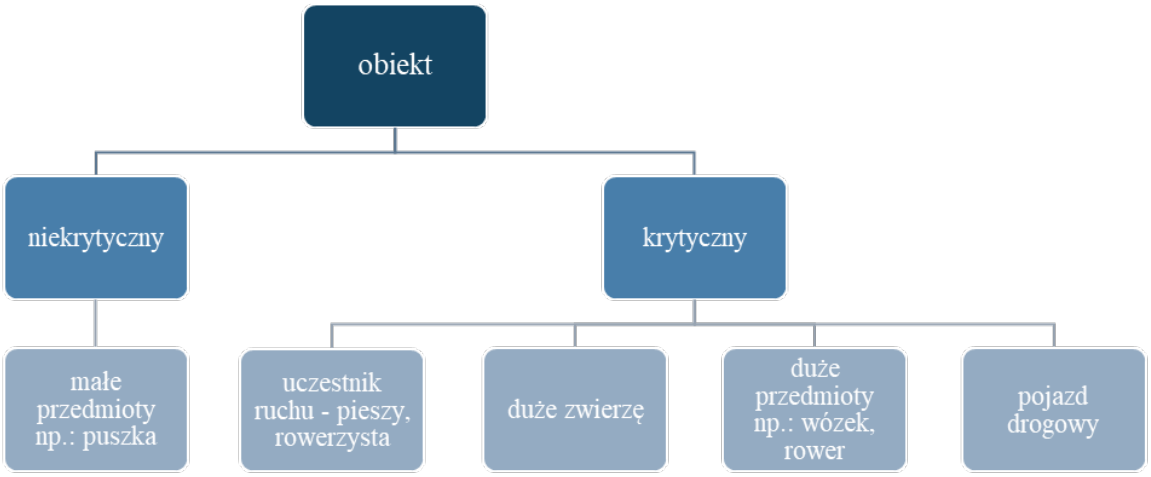


Rysunek 19 Lokalizacja przejazdów kolejowo – drogowych względem posterunku ruchu.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3]

Istotnym aspektem przy rozpatrywaniu systemów detekcji obiektów jest ich zdolność do odróżnienia krytyczności potencjalnego zagrożenia. System detekcji powinien w różny sposób zareagować w przypadku pojawienia się samochodu na przejeździe, a inaczej jeśli pojawi się na nich mały przedmiot np. gazeta. Powinien zatem odróżnić rodzaj zagrożenia, tzn. czy znajdujący się na przejeździe obiekt nie stwarza zagrożenia dla uczestników obu rodzajów transportu (np. czy nie będzie przyczyną wykolejenia się pociągu, nie zagraża życiu ludzkiemu).

Ważnym elementem, który należy wziąć pod uwagę przy wyborze systemu detekcji jest zdolność niezakłóconej pracy w przypadku, gdy **warunki atmosferyczne** są niekorzystne np. w przypadku wystąpienia śniegu, mgły, deszczu – system detekcji nie powinien opadów atmosferycznych traktować jako źródła możliwości wystąpienia zdarzenia. Obecność **małych obiektów** na przejeździe (np. butelki) nie stwarza zagrożenia ani dla ruchu kolejowego, ani dla ruchu drogowego - system nie powinien tego rodzaju zagrożenia rozpatrywać jako istotnego i wprowadzać jakichkolwiek zmian w ruchu pojazdów. Natomiast w przypadku pojawienia się na przejeździe **obiektów o znacznych rozmiarach** (np. roweru), a co gorsza – wtargnięcie na przejazd kolejowy pojazdu drogowego, pieszego, rowerzystów – system powinien uznać za sytuację zagrażającą bezpieczeństwu. Zderzenie pociągu z tymi obiektami może zagrozić życiu uczestników zdarzenia – system detekcji musi wysłać informację do odpowiednich podsystemów systemów przejazdowych, a także do systemów srk zainstalowanych na danej linii, tak aby w danej sytuacji ruchowej zareagowały w bezpieczny sposób.

Na potrzeby niniejszego artykułu dokonano podziału obiektów, które mogą pojawić się na przejeździe kolejowym. Wyróżniono obiekt krytyczny – w przypadku którego wymagana jest reakcja systemu zapobiegająca zderzeniu, a także obiekt niekrytyczny – który nie zagraża bezpieczeństwu uczestników ruchu drogowego i kolejowego:



Rysunek 20 Podział obiektów znajdujących się na przejeździe drogowo-kolejowym. Źródło: Opracowanie własne.

4. Współpraca systemów detekcji obiektów z urządzeniami srk

Samoczynne systemy przejazdowe (ssp) wyposaża się urządzenia zdalnej kontroli (UZK), które zlokalizowane są poza miejscem usytuowania systemu. Wysyłane są z nich polecenia sterujące do wybranego systemu oraz rejestrowane są stany awaryjne i funkcjonalne systemu [7]. Urządzenie to instaluje się na najbliższym posterunku zapowiadaczym.

Samoczynna sygnalizacja przejazdowa współpracuje z urządzeniami stacyjnymi w przypadku, gdy przejazd znajduję się:

- w głowicy stacyjnej,
- na szlaku w pobliżu stacji.

W urządzeniach stacyjnych uzależnieniu podlegają wskazania semafora znajdującego się na stacji, natomiast w przypadku systemu przejazdowego – wskazania sygnalizatora drogowego oraz dolne krańcowe położenie rogatek.

W samoczynnych systemach przejazdowych w obrębie posterunku ruchu lub na szlaku w jego pobliżu, podanie sygnału zezwalającego na semaforze jest uzależnione od załączenia ostrzegania systemu lub stwierdzenia jego sprawności i gotowości do załączenia oraz następuje z opóźnieniem zapewniającym minimalny czas ostrzegania przed dojazdem czoła pociągu na przejazd kolejowo-drogowy [4].

W przypadku zastosowania systemu detekcji obiektów w strefie przejazdu podanie sygnału zezwalającego na jazdę powinno odbyć się w następujący sposób:

Rysunek 21 Sekwencja działań przy uzależnieniu urządzeń stacyjnych od urządzeń przejazdowych. Źródło: Opracowanie własne.

5. Modyfikacje urządzeń srk przy zastosowaniu systemów detekcji obiektów w strefie przejazdu

Przejazdy kolejowo-drogowe w zależności od swojej lokalizacji współpracują z różnymi urządzeniami srk. Jak wspomniano wcześniej, mogą one znajdować się - w głowicy stacyjnej, na szlaku w pobliżu stacji, a także na szlaku (wyspowe). Systemy przejazdowe, które znajdują się na stacji bądź w jej pobliżu zależą od stanu urządzeń stacyjnych - istnieją zależności pomiędzy stanem sygnalizacji przejazdowej a urządzeniami stacyjnymi, natomiast przejazdy wyspowe – nie są w żaden sposób od nich uzależnione. Zastosowanie dodatkowego systemu, jakim jest system detekcji przeszkód w strefie przejazdu, wiąże się z modyfikacją urządzeń srk (zarówno tych stacyjnych, jak i liniowych). W niniejszym rozdziale podano propozycje zmian, jakie należy zastosować, aby system ten spełniał swoją funkcję zwiększając bezpieczeństwo na przejazdach kolejowo-drogowych.

Przejazd kolejowo-drogowy na szlaku (wyspowy)

1. Zmiana odległości czujnika załączającego względem tarczy ostrzegawczej przejazdowej.

Przy zastosowaniu systemu detekcji obiektów w strefie przejazdu, sprawdzenie jej niezajętości powinno nastąpić po zamknięciu przejazdu (w momencie, gdy rogatki osiągną położenie krańcowe dolne). System srk będzie potrzebował więcej czasu, aby przetworzyć otrzymane sygnały. Zwiększy to czas ostrzegania użytkowników drogi przed nadjeżdżającym pociągiem. Problem ten można rozwiązać zwiększając odległość między czujnikiem

załączającym a tarczą ostrzegawczą przejazdową (nazywaną inaczej długością graniczną strefy aktywacji). W przypadku, gdy na danym przejeździe kolejowym nie zastosowano systemu detekcji obiektów, odległość ta zdefiniowana jest wzorem [3]:

$$L_{gr} = L_w + L_{r_1}$$

gdzie:

L_{gr} - długość graniczna strefy aktywacji [m]

L_w - wymagana widoczność sygnalizatora [m]

L_{r_1} - długość odcinka dla przejeżdżanego przez najszybszy pociąg w czasie reakcji systemu ssp [m]

Długość odcinka przejeżdżanego przez najszybszy pociąg w czasie reakcji systemu ssp określona jest jako $L_{r_1} = v_{max} \cdot t_{r_1}$, gdzie v_{max} – największa dozwolona prędkość na danym odcinku linii kolejowej [m/s], t_{r_1} – czas reakcji systemu [s] (wartość stała, ustalona przez producenta).

Jeżeli na przejeździe kolejowym zastosowano system detekcji obiektów, to należy uwzględnić czas kontroli strefy przejazdu przez dany system, a także czas potrzebny do przesłania informacji o niezajętości badanej strefy do odpowiednich urządzeń srk (czas reakcji systemu):

$$L_{gr} = L_w + L_{r_1} + L_k + L_{r_2}$$

gdzie:

L_{gr} - długość graniczna strefy aktywacji [m]

L_w - wymagana widoczność sygnalizatora [m]

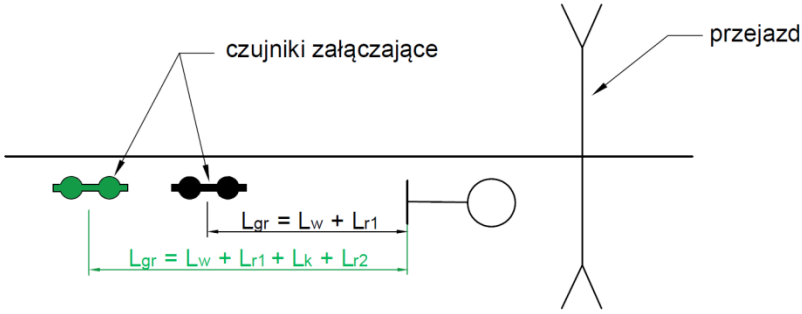
L_{r_1} - długość odcinka przejeżdżanego przez najszybszy pociąg w czasie reakcji systemu ssp [m]

L_k - długość odcinka przejeżdżanego przez najszybszy pociąg na linii w czasie od załączenia ostrzegania do osiągnięcia położenia krańcowego dolnego przez wszystkie drągi rogatkowe [m]

L_{r_2} - długość odcinka przejeżdżanego przez najszybszy pociąg w czasie reakcji systemu detekcji obiektów [m]

Długość odcinka L_k określona jest jako $L_k = v_{max} \cdot t_k$, gdzie v_{max} – największa dozwolona prędkość na danym odcinku linii kolejowej [m/s], t_k – czas od załączenia ostrzegania do osiągnięcia położenia krańcowego dolnego przez wszystkie drągi rogatkowe [s].

Wartość długości odcinka przejeżdżanego przez najszybszy pociąg w czasie reakcji systemu detekcji obiektów L_{r_2} obliczana jest w analogiczny sposób jak długość odcinka dla czasu reakcji systemu L_{r_1}



Rysunek 22 Długość graniczna strefy aktywacji. Źródło: Opracowanie własne.

Zastosowanie systemu detekcji obiektów w strefie przejazdu może wiązać się także z modyfikacją pulpitu sterującego, który powinien poinformować personel kolejowy o wykryciu obiektu krytycznego w strefie przejazdu w momencie zbliżania się pociągu. Zmiana ta umożliwi podjęcie działań przez pracowników zapobiegając lub minimalizując skutki zdarzenia.

Przejazd kolejowo-drogowy na szlaku w pobliżu stacji lub w głowicy stacyjnej

1. Zwiększenie opóźnienia wyświetlenia sygnału zezwalającego na jazdę na semaforze wyjazdowym dla przebiegów z zatrzymaniem.

Z uwagi na fakt, iż sprawdzenie zajętości strefy przejazdu kolejowo-drogowego następuje w chwili, gdy wszystkie rogatki osiągną położenie krańcowe dolne, system srk potrzebuje więcej czasu na przetworzenie otrzymanych sygnałów. Jest to podyktowane przede wszystkim momentami, w których mogą one być wysterowane w cyklu ostrzegania. Obecnie, dla przebiegów z zatrzymaniem (tor stacyjny zajęty, sygnał na semaforze wyjazdowym – zabraniający), system srk dokonuje wyświetlenia sygnału zezwalającego z opóźnieniem wynikającym z konieczności uzyskania minimalnego czasu ostrzegania. Rozpatruje się więc najbardziej niekorzystny przypadek, w którym w momencie wyświetlenia sygnału zezwalającego na jazdę, pociąg mija semafor z maksymalną prędkością. Jest to przypadek praktycznie niemożliwy, ale dzięki temu uzyskuje się spełnienie minimalnego czasu ostrzegania użytkowników drogi dla wszystkich innych przypadków. Wartość czasu opóźnienia wyświetlenia sygnału zezwalającego przedstawia się więc wzorem:

$$t_{op} = t_{os} - (l_{sem} \cdot v_{max})$$

gdzie:

t_{op} - wartość czasu opóźnienia wyświetlenia sygnału zezwalającego [s]

t_{os} - wymagany czas ostrzegania [s]

l_{sem} - odległość semafora od krawędzi przejazdu [m]

v_{max} - największa dozwolona prędkość na danym odcinku linii kolejowej [m/s]

Przy zastosowaniu systemu detekcji obiektów w strefie przejazdu, wartość czasu opóźnienia wyświetlenia sygnału zezwalającego zostaje zwiększona o wartości czasów działania urządzeń ssp i przedstawia się wzorem:

$$t_{op} = t_{os} - (l_{sem} \cdot v_{max}) + t_{rop} + 2t_{op} + t_o + t_{rsdo}$$

gdzie dodatkowe składniki:

t_{rop} - czas upływający od załączenia ostrzegania użytkowników drogi do momentu rozpoczęcia opadania drągów rogatkowych [s]

t_{op} - czas opadania rogatek (jeśli są cztery to wzięty dwukrotnie) [s]

t_o - czas opóźnienia pomiędzy momentem osiągnięcia położenia krańcowego dolnego przez rogatki wjazdowe a rozpoczęciem opadania rogatek zjazdowych [s]

t_{rsdo} - czas reakcji systemu detekcji obiektów w strefie przejazdu [s]

2. Zwiększenie długości odcinka zbliżania przed semaforem wjazdowym / tarczą ostrzegawczą.

Aby nienaturalnie nie wydłużać czasów ostrzegania użytkowników drogi, dla przebiegów bez zatrzymania sygnał na semaforze wyjazdowym jest podawany na podstawie informacji o gotowości systemu ssp do załączenia ostrzegania. Jednocześnie, semafor ten ma za zadanie osłonić sygnałem S1 dany przejazd w przypadku niesprawności urządzeń na nim. Oznacza to, że funkcję tarczy ostrzegawczej przejazdowej spełnia tarcza ostrzegawcza semaforowa lub semafor stanowiący tarczę ostrzegawczą do tego semafora wyjazdowego (dla uproszczenia przyjęto, że jest to semafor wjazdowy). Przed semaforem wjazdowym lub tarczą ostrzegawczą zabudowuje się więc odcinek zbliżania dla detekcji jadącego taboru. Czujnik ograniczający tą sekcję od strony szlaku lokalizuje się analogicznie, jak czujniki załączające dla przejazdów wyspowych. Po zajęciu tej sekcji przez tabor, system srk wysterowuje polecenie załączenia ostrzegania. Jeśli ostrzeganie na przejeździe załączy się to system srk podtrzymuje sygnał zezwalający na semaforze wyjazdowym. W przeciwnym przypadku, sygnał zezwalający na semaforze wyjazdowym zostaje zmieniony na S1, o czym informacja jest przeniesiona na semafor wjazdowy (tarczę ostrzegawczą), aby zapewnić maszyniście możliwość wykorzystania pełnej drogi hamowania do tego semafora. Przy zastosowaniu systemu detekcji obiektów w strefie przejazdu, dla przebiegów bez

zatrzymania można zwiększyć długość odcinka zbliżania. Będzie to oczywiście powodować wydłużenie czasu ostrzegania, zależnie od kategorii i wyposażenia urządzeń ssp. Długość odcinka zbliżania oblicza się w tym przypadku analogicznie jak długość graniczną strefy aktywacji.

3. Uwzględnienie kryterium niezajętości strefy przejazdu kat. A w obrębie posterunku ruchu jako warunek konieczny wyświetlenia sygnału zezwalającego.

Ponieważ dla przejazdów kategorii A w obrębie głowicy stacyjnej dolne położenie rogatek jest warunkiem koniecznym do wyświetlenia sygnału zezwalającego na semaforze dla przebiegów zarówno z zatrzymaniem jak i bez zatrzymania, nie zachodzi potrzeba stosowania dodatkowych opóźnień. W interfejsie przejazdu do urządzeń stacyjnych (lub w inny sposób) należy zapewnić dostarczenie do systemu srk informacji wypracowanych przez system detekcji obiektów. Informacje te powinny stanowić warunek konieczny wyświetlenia sygnału zezwalającego, podobnie jak inne informacje uzyskiwane z urządzeń przejazdowych.

W tabeli nr 2 przedstawiono reakcje systemu detekcji po wykryciu obiektu krytycznego w strefie przejazdu.

<table>
<tr><th>Lokalizacja przejazdu</th><th>Powiązanie z urządzeniami stacyjnymi</th><th colspan="2">Zastosowany system przejazdowy</th><th>Reakcja systemu po wykryciu obiektu krytycznego</th></tr>
<tr><td rowspan="3">w głowicy stacyjnej</td><td rowspan="3">✓</td><td rowspan="2">półsamoczynny</td><td>obsługiwa-ny z miejsca</td><td>brak zastosowania systemu detekcji obiektów (obecność dróżnika)</td></tr>
<tr><td>obsługiwany z odległości</td><td>wyświetlenie na semaforze sygnału S1
przekazanie informacji do nastawni (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)</td></tr>
<tr><td colspan="2">samoczynny (kat. B)</td><td>wyświetlenie na semaforze sygnału S1
przekazanie informacji do UZK (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)</td></tr>
</table>

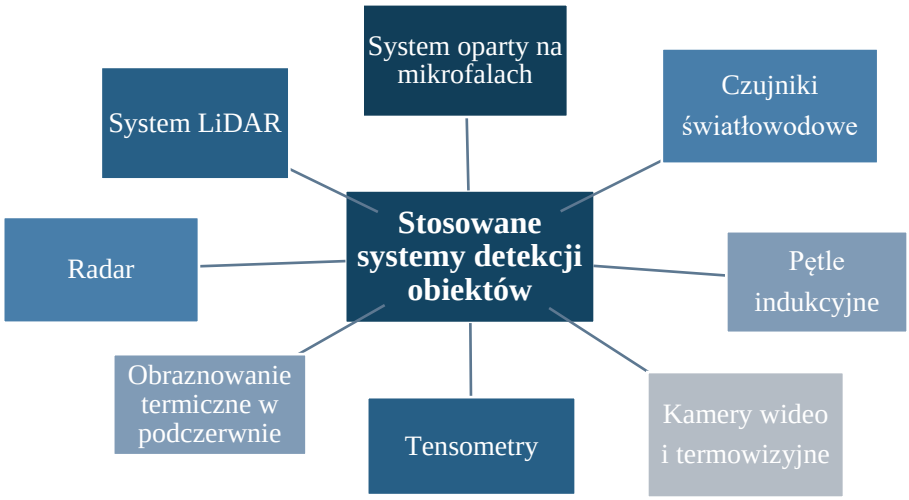
na szlaku w pobliżu stacji	✓	półsamoczynny	obsługiwany z miejsca	brak zastosowania systemu detekcji obiektów (obecność dróżnika)
			obsługiwany z odległości	wyświetlenie na tarczy ostrzegawczej przejazdowej sygnału Osp1 przekazanie informacji do nastawni (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)
		samoczynny	kategoria B	wyświetlenie na tarczy ostrzegawczej przejazdowej sygnału Osp1 przekazanie informacji do UZK (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)
			kategoria C	wyświetlenie na tarczy ostrzegawczej przejazdowej sygnału Osp1 przekazanie informacji do UZK (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)
na szlaku (wyspowy)	x	półsamoczynny	obsługiwany z miejsca	brak zastosowania systemu detekcji obiektów (obecność dróżnika)
			obsługiwany z odległości	wyświetlenie na tarczy ostrzegawczej przejazdowej sygnału Osp1 przekazanie informacji do nastawni (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)
		samoczynny	kategoria B	wyświetlenie na tarczy ostrzegawczej przejazdowej sygnału Osp1

				przekazanie informacji do UZK (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)
			kategoria C	wyświetlenie na tarczy ostrzegawczej przejazdowej sygnału Osp1 przekazanie informacji do UZK (sygnalizowane na pulpicie sterującym pracownika obsługującego dany przejazd)

Tabela 18 Reakcja systemu po wykryciu obiektu krytycznego. Źródło: Opracowanie własne.

7. Przegląd istniejących rozwiązań

Na świecie stosowane są różne systemy wykrywające obiekt znajdujący się na przejeździe. Niniejszy rozdział ma na celu przegląd wybranych metod i systemów detekcji obiektów wykorzystywanych przez zarządców infrastruktury.

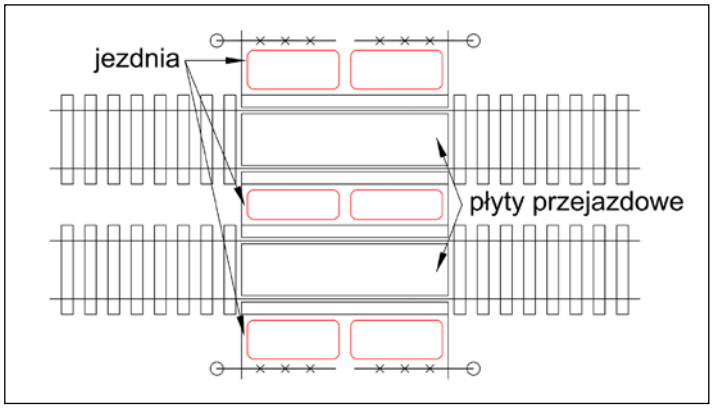


Rysunek 23 Stosowane systemy detekcji obiektów na przejazdach kolejowo-drogowych. Źródło: Opracowanie własne.

Opracowanie [8] jako pierwszy sposób wykrywania pojazdów w strefie niebezpiecznej wskazuje pętle indukcyjne umieszczone w nawierzchni drogowej. Czujniki te osadza się w jezdni co generuje dodatkowe koszty przy ich instalacji lub wymusza ich zabudowę razem z wymianą nawierzchni. Pętle mogą być umieszczone w dowolnych miejscach strefy niebezpiecznej przejazdu z wyłączeniem płyt przejazdowych ze względu na ich konstrukcję (elementy prefabrykowane). Uwzględniając powyższe obostrzenie, lokalizuje się je pomiędzy

rogatką a pierwszym torem oraz pomiędzy torami. Stanowi to jedną z wad tego rozwiązania ze względu na ograniczenie pokrycia strefy niebezpiecznej przejazdu oraz zmniejszenie czułości pionowej czujników. Muszą być one odizolowane od innych elementów metalowych takich jak szyny kolejowe czy umocowania płyt przejazdowych. Rozwiązanie to służy przede wszystkim do detekcji pojazdów, ponieważ jego zasada działania polega na wykrywaniu zmian pola magnetycznego lub indukcyjności na skutek obecności metalowego przedmiotu (np. samochodu). Systemy te opierają się o ciągłą detekcję, to znaczy umożliwiają wykrycie obiektu znajdującego się nad czujnikiem niezależnie od tego czy znajduje się on w ruchu czy w spoczynku i jak długo znajduje się w spoczynku. Rozumie się przez to pewne wykrycie pojazdu zatrzymanego nad czujnikiem przed załączeniem ostrzegania użytkowników drogi, gdy kontrola niezajętości strefy niebezpiecznej przejazdu miałaby następować dopiero po załączeniu ostrzegania.

Aby zapewnić wykrywanie różnych typów pojazdów (także wysokopodłogowych – autobusów i przyczep), należy rozważyć pionową czułość pętli, która jest określana jako dwie trzecie długości krótszej strony pętli. Czułość pionowa definiuje maksymalną wysokość, na jakiej może znaleźć się obiekt nad pętlą, aby został wykryty. Dla długości 24 cali, otrzymuje się 16 cali czułości pionowej. Testy wykazały, że zbyt duże zwiększanie czułości pionowej pętli może prowadzić do wykrywania pojazdów poruszających się po sąsiednim pasie ruchu, gdy znajdą się one zbyt blisko środka jezdni. Ze względu na obostrzenia dotyczące instalacji, pętle indukcyjne pokrywają niewielką część przejazdu. W związku z tym, bardzo małe pojazdy jak na przykład skutery, quady czy rowery zatrzymane poza strefami oddziaływania czujników (na torze) mogą nie zostać wykryte. Budzi to pewne wątpliwości co do wiarygodności danych uzyskiwanych z systemów wykorzystujących czujniki pętlowe. Producenci pętli indukcyjnych opisywanych w [8] deklarują, że minimalny czas życia wynosi od 4 do 6 lat (w określonych warunkach nawet do 10 lat) a minimalny czas między usterkami (MTBF) określono na 4 – 10 lat. Może więc okazać się, że po usterce czujnika konieczna będzie jego wymiana.



Rysunek 24 Ideowy schemat rozmieszczenia pętli indukcyjnych w strefie przejazdu. Pętle oznaczono kolorem czerwonym. Źródło: Opracowanie własne.

Innym sposobem, niewymagającym ingerencji w nawierzchnię drogową, jest montaż kamer telewizji przemysłowej, co jest już realizowane przy sterowaniu przejazdami kat. A z odległości lub na przejazdach innych kategorii dla rejestracji zdarzeń. Urządzenia te zabudowuje się klasycznie na masztach kamerowych obok przejazdu, w ten sposób, aby umożliwić obserwację całej strefy przejazdu uwzględniając kąt widzenia kamery. Jeśli nie można tego zrealizować, stosuje się drugi maszt kamerowy umiejscowiony po drugiej stronie przejazdu. Ograniczenie dla zabudowy tych konstrukcji może stwarzać na przykład obręb działek, na których prowadzona jest inwestycja.

Za pomocą klasycznych kamer, o których mowa, przeszkody w strefie przejazdu mogą być wykrywane poprzez analizę obrazu i porównywanie go ze zdefiniowanym „tłem". Metoda ta stwarza jednak bardzo prozaiczne problemy związane z dużą wrażliwością na zmiany oświetlenia, warunków atmosferycznych, a także na ruchy innych obiektów znajdujących się w polu widzenia kamery, ale poza strefą przejazdu, itp. Jednym ze sposobów ich eliminacji jest odpowiednie oświetlenie przejazdu, co nie jest jednak wystarczające podczas mgły, opadów śniegu, deszczu, itd. Dodatkowo, systemy te często nie są w stanie określić właściwości obiektu. Z punktu widzenia analizy obrazu nie ma więc różnicy czy przeszkodę stanowi karton czy dziecko. Zasadniczo jednak, specyfika działania systemu pozwala na wykrycie obecności obiektów w obrębie całej strefy przejazdu, w odróżnieniu od pętli indukcyjnych. Kamery wizyjne mogą być wspomagane przez zastosowanie kamer termowizyjnych nieczułych na warunki atmosferyczne czy pory doby. Problem mogą stanowić obiekty nie wytwarzające ciepła, jak na przykład przyczepa bez własnych hamulców. Kamery te nie mogą więc być stosowane samodzielnie jako detektory zajętości określonej strefy. [9]

W miarę rozwoju technologii zaczęto stosować czujniki laserowe, takie jak 3D Laser Radar produkcji firmy IHI. Ich konstrukcja zapewnia całkowity brak inwazji w jezdnię, płyty

przejazdowe czy systemy zainstalowane na przejeździe kolejowym. Czujnik zabudowuje się na osobnym maszcie, podobnie jak kamery. Ze względu na jego konstrukcję musi być on umieszczony przy rogatce (gdy nie ma rogatki – przy granicy obszaru kontroli), na jednym końcu kontrolowanej strefy. Do wykrywania obiektów w strefie służą gęste chmury punktów 3D uzyskiwane z wychylnego skanera laserowego 2D LIDAR. Dzięki temu system jest całkowicie niezależny od warunków atmosferycznych czy oświetleniowych. W pierwszej kolejności po zabudowie systemu odbywa się skanowanie przejazdu wolnego od przeszkód, aby system mógł utworzyć model tła przejazdu kolejowego. Wykrycie przeszkody polega na wykryciu, przy danym skanowaniu, obecności punktów, które nie istnieją w zbiorze punktów modelu tła. Pozwala to na wykrycie nawet małych przedmiotów. Warunkiem koniecznym poprawnej pracy systemu jest płaska powierzchnia przejazdu, ponieważ na nierównych powierzchniach znacząco spada prawdopodobieństwo wykrycia przeszkody. Należy zauważyć również, że ze względu na charakterystykę skanera, gęstość punktów maleje w funkcji odległości. Oznacza to, że ocena gabarytów przeszkody jest obarczona większym błędem im dalej od czujnika się ona znajduje. Opisywany system nie ma ograniczeń co do rodzaju wykrywanych obiektów. Może wychwycić obecność małych przedmiotów metalicznych jak np. kosz na śmieci, rower, a także niemetalicznych jak np. piłka, dziecko. Jeśli skanowanie będzie ciągłe w czasie, na podstawie zmian położeń chmury punktów nienależących do zbioru punktów modelu tła możliwa jest detekcja ruchomych przeszkód. Dzięki tworzeniu modelu punktów 3D, system może ocenić gabaryty obiektu. Na tej podstawie może być wypracowana informacja o krytyczności bądź niekrytyczności alarmu generowanego przez system. [10]

Obecnie, we Włoszech, firma IDS Ingegneria Dei Systemi dostarcza systemy kontroli zajętości obszarów zbudowane w oparciu o radary – w tym do zastosowań kolejowych. Wykorzystują one fale radiowe do wykrywania obecności obiektów. W czujniku monitorowane jest echo – jeśli jest odbierane, oznacza to, że fala uderzyła w powierzchnię i została odbita. Analizując echo można określić odległość obiektu od czujnika, jego orientację i prędkość. Dla przejazdu stosuje się zwykle jeden czujnik, ale ich liczba może zostać zwiększona do czterech. Opisywany system może pracować niezależnie od warunków pogodowych, czy pory doby. Istotną zaletą systemu jest pomijanie niektórych obiektów, takich jak gazety czy kartonowe pudełka nie stanowiące zagrożenia, bez wykluczania fałszywych alarmów programowo. Dotychczasowa eksploatacja pokazuje, że system nie pomija jednak obiektów uznawanych za krytyczne. Należy mieć na uwadze, że korzystanie z takich systemów może wymagać licencji radiowej. Gwarantuje to, że zarządca

infrastruktury będzie posiadał pasmo częstotliwości na wyłączność, ale będzie musiał również poradzić sobie z występującymi zakłóceniami. [9]

Na terenie Polski obecnie testowany jest jeden przejazd kolejowy wyposażony w skaner laserowy oraz dodatkową sygnalizację. Skaner kontroluję przestrzeń za przejazdem – jeżeli przestrzeń jest zajęta sygnalizacja załącza światła czerwone, które informują kierowców, że za przejazdem nie ma miejsca na zjazd samochodów dojeżdżających. Sygnalizacja zainstalowana jest w odległości 40 m od rogatek z obu stron przejazdu, w ten sposób strefa ochronna dla pojazdów ma 80 m umożliwiając zjazd pojazdom o znacznej długości tj. tiry, autobusy. [11]

8. Wnioski

Zapobieganie wypadkom na przejazdach kolejowo-drogowych polega na zapewnieniu prawidłowego działania systemów zabezpieczenia ruchu kolejowego. Zastosowanie systemu detekcji obiektów na przejazdach kolejowo-drogowych jest bardzo ważnym aspektem zmniejszenia liczby wypadków. Wiąże się jednak ze zmianami w urządzeniach srk poprzez wprowadzenie dodatkowych warunków do algorytmów ich pracy. Reakcja systemu detekcji obiektów na przejazdach kolejowych jest zależna od zastosowanej kategorii przejazdu, a także ich lokalizacji względem stacji – informacja o zajętości strefy przejazdu może zostać przesłana do urządzeń stacyjnych uniemożliwiając podanie sygnału zezwalającego na jazdę pociągów, może także wpłynąć na wskazania tarczy ostrzegawczej. Dodatkowe warunki, które nie wynikają bezpośrednio ze stanu urządzeń srk, mogą negatywnie wpływać na przepustowość odcinka linii kolejowej. Fałszywe alarmy generowane przez system wprowadzają zakłócenia w ruchu pociągów. Jednak w ostatecznym rozrachunku kwestie związane z bezpieczeństwem uzyskują pierwszeństwo przed zapewnieniem punktualności pociągów kursujących na danym odcinku linii kolejowej.

9. Bibliografia

[1]Urząd Transportu Kolejowego, *Sprawozdanie ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego w 2016r*, Warszawa, 2017r.

[2]Najwyższa Izba Kontroli, *Bezpieczeństwo ruchu na przejściach i przejazdach kolejowo-drogowych*, Warszawa, 20.01.2017r.

[3]Madej M., Praca dyplomowa inżynierska: *Analiza wymagań i zasad projektowania systemów przejazdowych*, Politechnika Warszawska Wydział Transportu, Warszawa, 2017r.

[4]Ministerstwo Instrastruktury i Rozwoju, *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać*

skrzyżowania linii kolejowej oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie (Dz.U. 2015, poz. 1744 z późn. zm.), Warszawa, 2015.

[5]Dąbrowa-Bajon M., *Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki*. Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008

[6]Bujak A., Surowiecki A., *Problemy projektowania przejazdów kolejowo-drogowych jako szczególnych stref systemu transportowo-logistycznego*, Logistyka, 2015, nr 4, s. 2666-2680.

[7]PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., *Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym Ie-4 (WTB-E10)*, Warszawa, 2017.

[8]Hilleary T. N., Omar T., *A radar Vehicle Detection System for Four-Quadrant Gate Warning Systems and Blocked Crossing Detection*, Raport nr: DOT/FRA/ORD-12/24, Waszyngton, Grudzień 2012

[9]Darlington P., *Obstacle detection for level crossings* [online], 30.05.2017, [dostęp: 8.05.2018], dostępny w Internecie: https://www.railengineer.uk/2017/05/30/obstacle-detection-for-level-crossings/

[10]Amaral V., Marques F., Lourenço A., Barata J., Santana P., *Laser-Based Obstacle Detection at Railway Crossings* [online], Hindawi – Journal of Sensors, vol. 2016; identyfikator: 1719230; styczeń 2016; dostępny w internecie: https://www.hindawi.com/journals/js/2016/1719230/

[11]Kaźmierczak M., Gazeta Wrocławska, *http://www.gazetawroclawska.pl/komunikacja/a/pierwszy-taki-przejazd-kolejowy-w-polsce-dodatkowe-swiatla-nie-wpuszcza-kierowcow, 12922510/* (dostęp 16.05.2017r.)

KONCEPCJE POŁĄCZENIA KOLEJOWEGO MIĘDZYNARODOWEGO PORTU LOTNICZEGO "KATOWICE" W PYRZOWICACH Z KONURBACJĄ GÓRNOŚLĄSKĄ

inż. Michał Bihajło
Politechnika Śląska, Wydział Transportu

1. Wstęp

W związku z szybko rozwijającą się konurbacją górnośląską, a co za tym idzie rosnącym zapotrzebowaniem ludności na szybki transport, planowana jest budowa szybkiego połączenia kolejowego, łączącego Międzynarodowy Port Lotniczy „Katowice'' w Pyrzowicach. Temat tej pracy został zainspirowany wzmożonymi działaniami nad poszukiwaniem najlepszego wariantu połączenia Międzynarodowego Portu Lotniczego „Katowice" (MPL Katowice) w Pyrzowicach z konurbacją górnośląską. Praca jest próbą znalezienia optymalnego połączenia MPL "Katowice" z konurbacją górnośląską.

1.1. Międzynarodowy Port Lotniczy "Katowice"

Międzynarodowy Port Lotniczy "Katowice" w Pyrzowicach należy do najważniejszych lotnisk komunikacyjnych w Polsce, który obsługuje jedną z najbardziej zaludnionych aglomeracji, natomiast obszar oddziaływania lotniska obejmuje prawie 5 milionów mieszkańców.[2] Międzynarodowy Port Lotniczy "Katowice" usytuowany jest w miejscowości Pyrzowice, w odległości 30 km od centrum Katowic. Port lotniczy znajduje się na terenie dwóch gmin: Ożarowice i Mierzęcice, a zarazem na pograniczu dwóch powiatów: tarnogórskiego i będzińskiego. Jest regionalnym portem lotniczym województwa śląskiego, ale swoim zasięgiem obejmuje częściowo tereny województwa opolskiego i małopolskiego, jak również północno-wschodnie obszary Republiki Czeskiej.

Port lotniczy "Katowice" dysponuje jedną z najdłuższych polskich dróg startowych. Liczy ona 3200 metrów długości i 45 metrów szerokości, która została oddana do użytku w 2015 roku. Pod względem obsłużonej liczby pasażerów oraz pod względem liczby operacji lotniczych znajduje się na czwartym miejscu wśród polskich portów lotniczych. MPL "Katowice" posiada trzy terminale pasażerskie: Terminal A obsługuje pasażerów odlatujących do krajów nie należących do strefy Schengen, Terminal B obsługuje pasażerów odlatujących do krajów należących do strefy Schengen i lotów krajowych, z kolei Terminal C przeznaczony jest do obsługi pasażerów przylatujących. Terminale posiadają łączną przepustowość około 5,5 miliona pasażerów rocznie i 1170 pasażerów na godzinę.[6]

W 2016 roku, wielkość całkowitego ruchu pasażerskiego wyniosła 3,22 miliona pasażerów, z czego liczba pasażerów w ruchu czarterowym wyniosła 1,08 miliona, a w roku 2017 3,89 miliona pasażerów. Prognozuje się, że w 2018 roku obsłużona liczba pasażerów przekroczy ponad 4 miliony osób.[9]

Należy zwrócić uwagę na charakterystykę ruchu lotniczego w MPL "Katowice". W omawianym porcie lotniczym obserwuje się duży udział pasażerów w ruchu czarterowym, których największa ilość przypada na miesiące wakacyjne. Dominujący jest też udział niskokosztowych linii lotniczych, takich, jak Wizzair czy Ryanair.

Pod względem masy ładunków przewiezionych ruchem lotniczym w ujęciu rocznym, MPL Katowice zajmuje drugie miejsce spośród polskich portów lotniczych. Na lotnisku znajduje się terminal cargo, który ma powierzchnię 5378 m^2. W 2015 roku masa przetransportowanych ładunków wyniosła 16 119 ton, w 2016 roku 17 674 ton, natomiast w 2017 roku 17 779 ton.[6, 9]

1.2. Konurbacja górnośląska

Konurbacja górnośląska jest skupiskiem miejskim w południowej Polsce, w województwie śląskim, która położona jest przede wszystkim na obszarze Wyżyny Śląskiej. W skład konurbacji wchodzą: historyczne tereny Górnego Śląska, Zagłębia Dąbrowskiego oraz Małopolski.

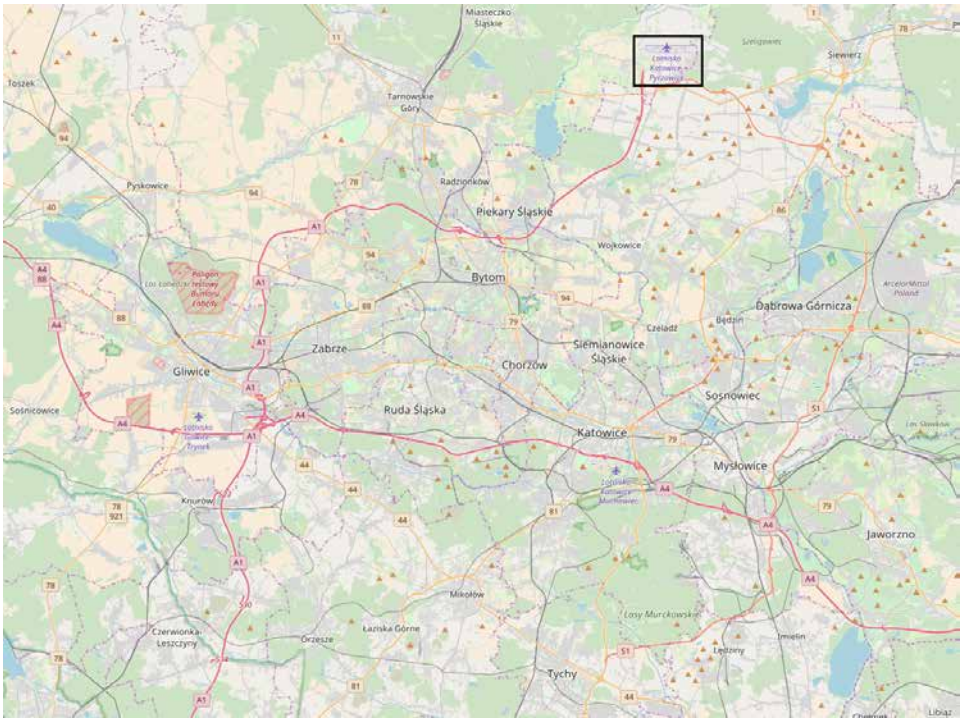
Liczba ludności zamieszkującej konurbację wynosi około 2,2 miliona mieszkańców. W skład konurbacji wchodzą takie miasta, jak: Katowice (298,1 tysiąca), Sosnowiec (205,6 tysiąca), Gliwice (182,2 tysiąca), Zabrze (175,5 tysiąca), Bytom (169,6 tysiąca), Ruda Śląska (139,1 tysiąca), Tychy (128,4 tysiąca), Dąbrowa Górnicza (121,8 tysiąca), Chorzów (109,4 tysiąca), Jaworzno (152,6 tysiąca), Mysłowice (74,6 tysiąca), Tarnowskie Góry (61,2 tysiąca), Siemianowice Śląskie (67,9 tysiąca), Piekary Śląskie (55,9 tysiąca), Będzin (57,6 tysiąca), Świętochłowice (50,6 tysiąca), Knurów (38,7 tysiąca), Mikołów (40,1 tysiąca) i Czeladź (32,1 tysiąca).[4]

Cechą charakterystyczną konurbacji górnośląskiej jest jej policentryczność, czego wynikiem jest brak ośrodka centralnego w jednym miejscu oraz brak jednego dominującego miasta. Położenie regionu i występowanie dużych pokładów węgla kamiennego, wpłynęło na fakt, iż w Konurbacji dominuje przede wszystkim przemysł górniczy i liczne kopalnie węgla kamiennego. Również rozwinięty został przemysł energetyczny, a co za tym idzie występują liczne elektrownie i elektrociepłownie. Dawniej, ze względu na występujące złoża cynku

i ołowiu, funkcjonowały huty (część z nich funkcjonuje do dziś). W mniejszym stopniu występuje przemysł koksowniczy.

W ostatnich latach prężnie rozwija się tutaj sektor handlowo - usługowy oraz sektor prywatny (jednoosobowa działalność gospodarcza, mikroprzedsiębiorstwa oraz małe przedsiębiorstwa). Na terenie konurbacji górnośląskiej funkcjonują dwie fabryki samochodów: General Motors w Gliwicach i Fiat Chrysler Automobiles w Tychach, w Chorzowie zakład pojazdów szynowych Alstom Konstal, a w Siemianowicach Śląskich fabryka pojazdów opancerzonych Rosomak. Odbywają się też liczne kongresy, między innymi Europejski Kongres Małych i Średnich Przedsiębiorstw, a także Europejski Kongres Gospodarczy, jak również liczne targi branżowe. Funkcjonują też ośrodki badawcze, jak również uczelnie, na przykład Politechnika Śląska, Uniwersytet Śląski, Śląski Uniwersytet Medyczny, czy też Uniwersytet Ekonomiczny.

Na terenie konurbacji górnośląskiej przecinają się dwa drogowe ciągi komunikacyjne o znaczeniu europejskim: E40 z Francji do Rosji i E65 z Norwegii do Grecji oraz duża gęstość dróg krajowych i wojewódzkich. Przez obszar województwa śląskiego przebiegają historycznie wykształcone ważne szlaki kolejowe o kierunku północ - południe i wschód - - zachód, w tym 3 linie o znaczeniu międzynarodowym: E30 Drezno - Katowice - Medyka - - Kijów - Moskwa, E59 Malmö - Świnoujście - Wrocław - Racibórz - Chałupki i E65 Gdynia - Warszawa - Katowice - Zebrzydowice - Ostrawa – Wiedeń.[2]



Rys. 1: Położenie MPL Katowice na tle konurbacji górnośląskiej (prostokątna ramka)[10]

Na terenie konurbacji górnośląskiej funkcjonuje też transport publiczny, który nie ma gęstej siatki połączeń i częstego taktu kursowania. W szczególności widać to na terenach słabiej zaludnionych, gdzie nie ma taktu kursowania autobusów, a także nierównomiernego ułożenia w rozkładzie jazdy połączeń autobusowych różnych linii, które jadą do tego samego miejsca. Połączenia tramwajowe charakteryzują się częstym taktem kursowania, jednakże czas przejazdu jest niekonkurencyjny, zarówno do autobusów, pociągów jak i transportu indywidualnego. Transport kolejowy realizowany przez Koleje Śląskie charakteryzuje się konkurencyjnym do transportu indywidualnego czasem przejazdu, ale problemem jest zbyt mała liczba połączeń kolejowych. Transport publiczny jako całość nie jest zintegrowany, zarówno pod względem rozkładu jazdy pomiędzy różnymi połączeniami, jak i pod względem wspólnej taryfy biletowej oraz biletów okresowych, który wykorzystuje: autobusy różnych przewoźników na terenie konurbacji, tramwajów i trolejbusów oraz pociągów. O ile w pociągach układ linii komunikacyjnych jest w miarę przejrzysty, to w pozostałych środkach transportu sieć połączeń, zarówno autobusowych, jak i tramwajowych jest bardzo nieczytelna.

Do Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach (lokalizację zaznaczono na rysunku nr 2 czarną, prostokątną ramką) można dojechać samochodem m.in. autostradą A1, drogą wojewódzką nr 913, drogą ekspresową S1 i drogą krajową nr 78. Jest również możliwość dojazdu do niego autobusami komunikacji miejskiej. Z Bytomia można dojechać linią nr 85 (11 połączeń na dobę) i z Piekar Śląskich linią nr 53 (4 połączenia na dobę). Połączeniem autobusowym realizowanym przez PKM Katowice na zlecenie KZK GOP z Katowic można dojechać linią LOTNISKO (15 połączeń na dobę).[8] Lotnisko, które w ostatnich latach prężnie się rozwija, znajduje się w dość dużej odległości od konurbacji górnośląskiej (30 kilometrów od centrum Katowic), a dojazd do portu lotniczego transportem publicznym jest niekorzystny ze względu na bardzo wysoką cenę biletu, bardzo długi czas przejazdu, zbyt małą liczbę połączeń, a nawet konieczność przesiadania się. W konurbacji górnośląskiej planowana jest inwestycja połączenia kolejowego z Międzynarodowym Portem Lotniczym w Pyrzowicach, ponieważ jest największym portem lotniczym w Polsce, które nie posiada stałego pasażerskiego połączenia kolejowego z miastem lub zespołem miast.[1]

Pojawiają się plany, by w ramach Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii kursowały autobusy do Międzynarodowego Portu Lotniczego z różnych miast. W planach byłaby również likwidacja linii PKM-u Katowice na lotnisko. Zakłada się, by autobusy do MPL "Katowice" jeździły nie tylko z centrum Katowic, ale również z Gliwic, Tychów i Sosnowca. Kurs autobusów z Gliwic i Tychów obywałby się w takcie godzinnym, z przystankiem

w Katowicach, czego wynikiem byłby 30-minutowy takt autobusów na lotnisko. Z Sosnowca pasażerowie korzystaliby z przystanku przy ul. Krasowej. Dodatkowym uatrakcyjnieniem oferty przewozowej na lotnisko byłaby znacząca obniżka cen biletów komunikacyjnych.

2. Przykłady istniejących linii kolejowych łączących miasto z lotniskiem

Z powodu krótszego czasu przejazdu pociągu z ośrodka miejskiego na lotnisko, jak również znacznie większą efektywność (pociąg może zabrać znacznie większą liczbę pasażerów), porównując do innych środków transportu lądowego (autobus, samochód, tramwaj), transport kolejowy jest korzystniejszy, zarówno dla użytkownika, organizatora przewozu, jak i przewoźnika, w szczególności w dużych ośrodkach miejskich.

Pierwszym miastem w Polsce, które ma stałe połączenie kolejowe z lotniskiem jest Kraków. Znajduje się tam dwutorowa i zelektryfikowana linia nr 118 o długości 11,96 km, biegnąca do lotniska w Balicach. Prędkość szlakowa tej linii wynosi 80 km/h. Czas przejazdu pociągiem realizowany przez przewoźnika Koleje Małopolskie wynosi 17 minut.[5, 12]

Innym przykładem połączenia kolejowego jest Warszawa. Stolicę Polski łączy z Lotniskiem Chopina linie nr 440 (Warszawa Służewiec - Warszawa Lotnisko Chopina o prędkości 60km/h) i linia nr 8 na odcinku Warszawa Centralna - Warszawa Służewiec. Linie nr 440 i nr 8 są dwutorowe i zelektryfikowane, z czego ponad 60 procent linii nr 440 jest poprowadzona pod ziemią. Czas przejazdu na lotnisko z przystanku Warszawa Śródmieście wynosi około 20 - 22 minut i jest realizowany przez Szybką Kolej Miejską (SKM) oraz przewoźnika Koleje Mazowieckie.[5, 13, 14, 15]

Z Lotniska im. Lecha Wałęsy w Gdańsku również funkcjonuje pasażerskie połączenie kolejowe. Kursy są realizowane przez Szybką Kolej Miejską w Trójmieście na linii Gdańsk Wrzeszcz - Gdańsk Osowa. Część dwutorowej linii kolejowej jest dostosowana do prędkości 120 km/h, a w przyszłości ma zostać zelektryfikowana. Ma długość 15 km, a czas przejazdu na lotnisko z przystanku Gdańsk Wrzeszcz wynosi około 22 minut, natomiast ze stacji Gdynia Główna około 25 minut a odległość 22 kilometry.[5, 16]

W Europie funkcjonuje zdecydowanie więcej portów lotniczych, które są połączone linią kolejową z przylegającymi do nich miastami. Największe z nich oprócz takich połączeń pełnią rolę węzła przesiadkowego na europejską sieć kolei dużych prędkości. Przykładami takich lotnisk to między innymi: Port lotniczy Frankfurt, Amsterdam Schipol, Paryż - Roisy - Charles de Gaulle czy też port lotniczy Lyon - Saint – Exupéry.[17]

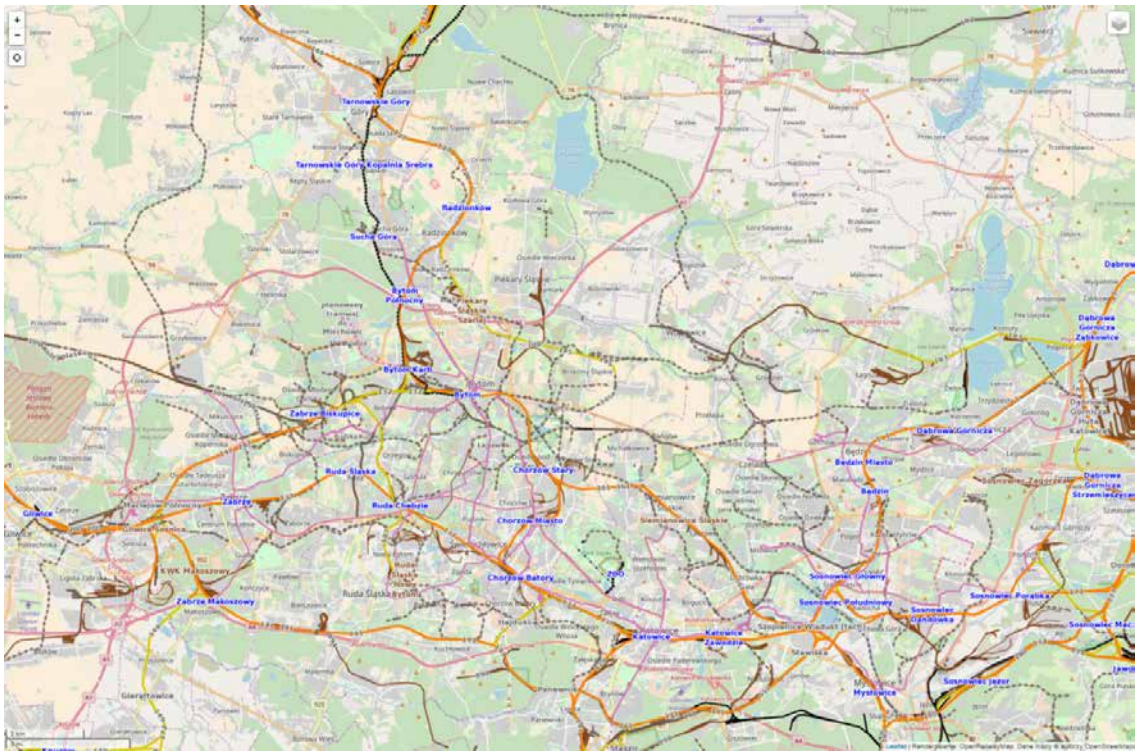
Bardzo ciekawym przykładem połączenia kolejowego z portem lotniczym jest znajdująca się w Chińsce Republice Ludowej kolej magnetyczna (Maglev). Łączy ona Szanghaj

z portem lotniczym Szanghaj - Pudong. Długość tej trasy to 30,5 km, a czas podróży wynosi 7 minut 20 sekund, a w godzinach szczytu 8 minut 10 sekund. Prędkość maksymalna pociągu Transrapid, który jeździ na tej linii w godzinach szczytu wynosi 300 km/h, a poza nimi 431 km/h.[18]

3. Cel i założenia projektu

Głównym elementem pracy jest analiza wielowariantowa poszczególnych koncepcji połączenia kolejowego Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach z konurbacją górnośląską wraz z przedstawieniem wariantów przebiegu linii kolejowej z Katowic do MPL "Katowice" w Pyrzowicach. Do analizy przyjęto następujące założenia: czas przejazdu, dostępność połączenia dla jak największej liczby mieszkańców, wykorzystanie istniejącej infrastruktury kolejowej, najmniejsza ingerencja w środowisko naturalne, wykorzystanie jak najmniejszej powierzchni zwartej zabudowy przestrzennej w celu budowy nowego odcinka. Poniżej przedstawiono kilka koncepcji przeprowadzenia linii kolejowej z Katowic do Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach.

Z przeprowadzonych badań wynika, że największy udział mieszkańców konurbacji górnośląskiej korzystających z transportu lotniczego na katowickim lotnisku stanowią pasażerowie z Katowic, Sosnowca i Gliwic (ponad 20%). Konieczny jest zatem wybór takiej trasy, która zapewni szybkie połączenie pomiędzy tymi miastami a portem lotniczym. [3]



Rys. 2: Rysunek pokazujący połączenia kolejowe w konurbacji górnośląskiej [11]

Na rysunku 2 przedstawiono sieć linii kolejowych, znajdujących się na terenie konurbacji górnośląskiej. Jej gęstość jest jedna z największych w Polsce. W ramach artykułu wyznaczono pięć wariantów przebiegu trasy, które przedstawiono poniżej.

4. Warianty

4.1. Wariant 1

W wariancie 1. przewiduje się odbudowę dawnej linii kolejowej nr 182 (na rysunku 3 zaznaczono kolorem niebieskim), która przebiega od Tarnowskich Gór do Zawiercia. Wariant ten przedstawia rysunek nr 3. Założono, że linia będzie dwutorowa i zelektryfikowana (zasilanie prądem stałym o napięciu 3000V).

Założono, że połączenie z Katowic do Pyrzowic będzie wykorzystywać istniejące linie kolejowe: nr 137 na odcinku Katowice - Chorzów Batory przez stację Katowice Załęże o prędkości maksymalnej do 100 km/h oraz nr 131 (Magistrala Węglowa) na odcinku Chorzów Batory - Miasteczko Śląskie przez stacje: Chorzów Miasto, Chorzów Stary, Bytom, Bytom Karb, Bytom Północny, Radzionków Rojca, Radzionków, Nakło Śląskie i Tarnowskie Góryo prędkości szlakowej do 120 km/h. Wariant ten przewiduje również modernizację odcinka linii nr 131 do 130 km/h i linii nr 137 do 140 km/h.

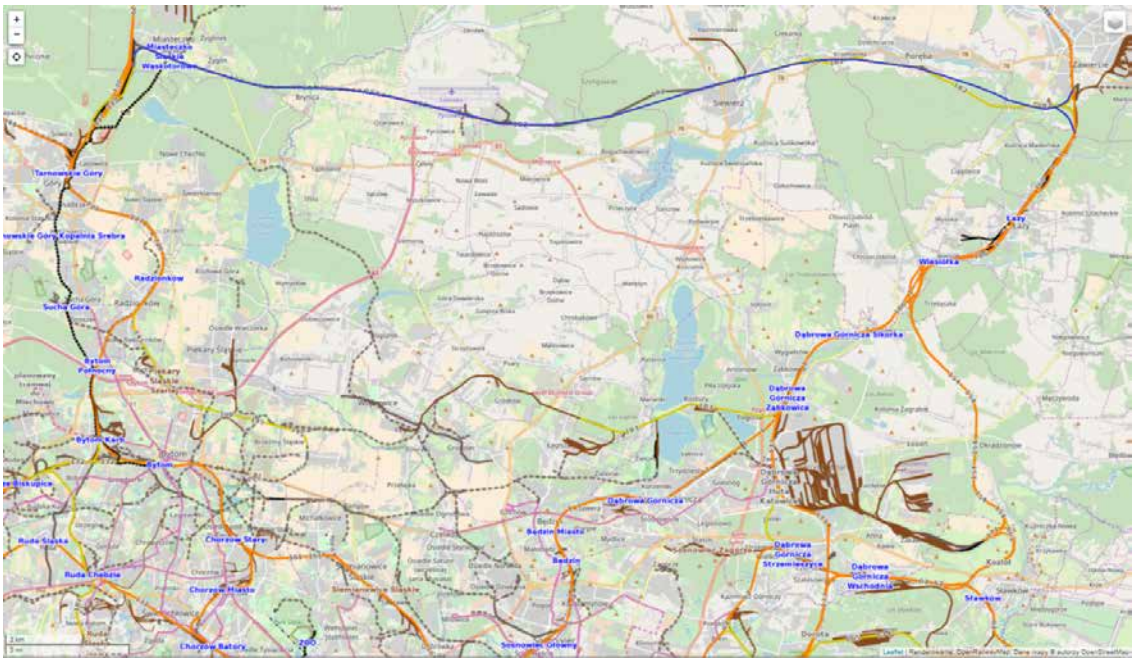
Na wysokości Miasteczka Śląskiego, pociąg kierowałby się na linię nr 182. Po drodze ma się znajdować 5 stacji osobowych: Tarnowskie Góry, Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice - Pyrzowice, Siewierz, Poręba i Zawiercie a także 3 przystanki osobowe: Miasteczko Śląskie Centrum, Mierzęcice i Zawiercie Kądzielów. Ponadto przy samym lotnisku powstanie bocznica dla terminalu Cargo. Planowana jest także kolejna stacja towarowa, Mierzęcice Zawierciańskie.[7]

Czas przejazdu pociągu z Katowic do Tarnowskich Gór na tej trasie ma wynieść 46 minut, a do samego lotniska 63 minuty. Podróż ze stolicy aglomeracji do Zawiercia przez Tarnowskie Góry ma zająć 1 godz. 27 minut. Natomiast czas podróży z Tarnowskich Gór do lotniska wyniesie tylko 15 minut.

W pierwszym roku od odbudowania linii kolejowej, zakładany ruch pasażerski wynosić będzie 40 pociągów pasażerskich oraz 2 pociągi towarowe na dobę. Technicznie trasa zostanie dostosowana do tego, aby składy pasażerskie mogły jeździć z prędkością 140 km/h. Prędkość pociągów towarowych zostanie ograniczona do 80 km/h.[19]

W ramach odbudowy linii kolejowej nr 182 zastosowano pewne modyfikacje w stosunku do oryginalnego przebiegu szlaku (redukcja liczby łuków na trasie a także ich złagodzenie) w celu zwiększenia szybkości pociągów pasażerskich do 160 km/h i wzrostu

szybkości pociągów towarowych do 120 km/h. Dodatkowym czynnikiem ułatwiającym budowę linii o takich parametrach jest umiejscowienie linii kolejowej na terenach mało zurbanizowanych i obszarach leśnych. Powoduje to umożliwienie budowy łagodniejszych łuków i zmniejszenie kosztów budowy związanych z ewentualną ingerencją w zabudowę mieszkalną.



Rys. 3: Wariant 1 wykorzystujący odbudowę linii kolejowej nr 182 [11]

4.2. Wariant 2

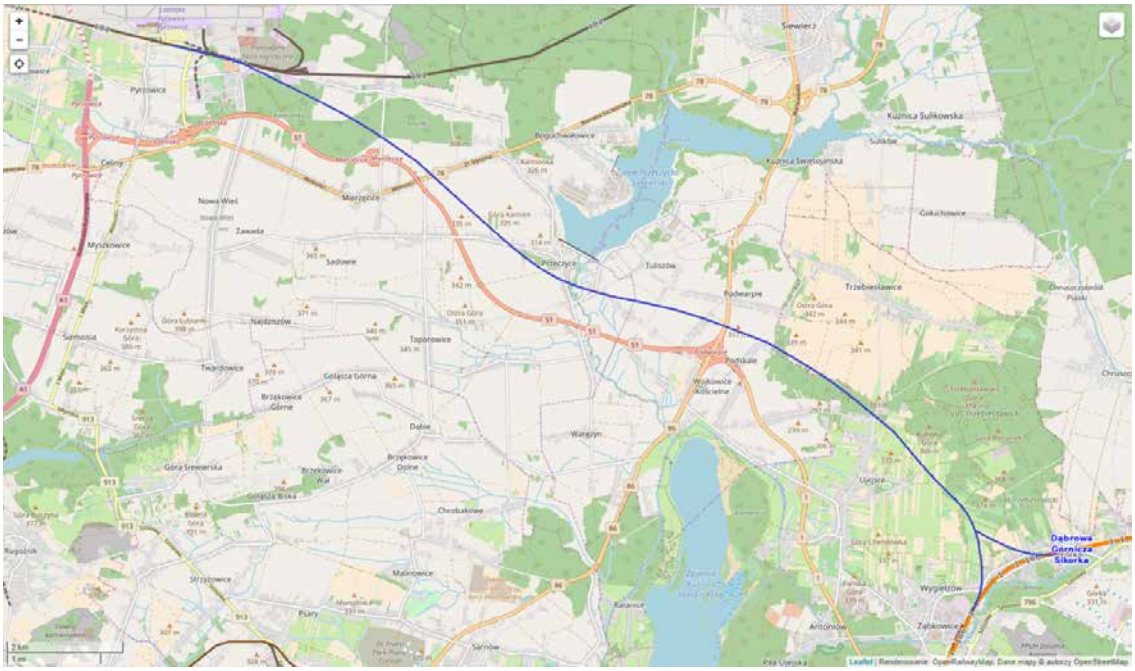
W proponowanym wariancie 2. (rys. 5) przewiduje się budowę nowej linii kolejowej dwutorowej na odcinku Dąbrowa Górnicza Ząbkowice - Pyrzowice. Zakładany odcinek będzie zelektryfikowany i zasilany prądem stałym o napięciu 3000V.Wariant ten przedstawia rysunek nr 5, a przebieg zaznaczono kolorem niebieskim. Linia kolejowa ma przebiegać przez tereny pagórkowate o dość dużych wzniesieniach sięgających 370 metrów nad poziomem morza,w szczególności na odcinku od stacji Dąbrowa Górnicza Ząbkowice do okolic węzła drogowego Podwarpie. Zaraz za stacją Dąbrowa Górnicza Ząbkowice, linia kolejowa zostałaby poprowadzona łącznicą kolejową, by później połączyć się z łącznicą biegnącą od stacji Dąbrowa Górnicza Sikorka.

Przebiegać będzie przez miejscowości: Ujejsce, Podwarpie, Przeczyce, Mierzęcice do Międzynarodowego Portu Lotniczego w Pyrzowicach, gdzie połączy się z linią nr 182. Zakładana prędkość osiągana przez pociągi pasażerskie będzie wynosić 160 km/h. Składy towarowe będą osiągać natomiast prędkość 120 km/h. Istnieje też możliwość, by w późniejszym terminie podnieść prędkość szlakową pociągów pasażerskich nawet do 200

km/h ze względu na zastosowanie łagodnych łuków. W łącznicy pomiędzy istniejącą linią kolejową a linią przyjętą w tym wariancie prędkość zostałaby obniżona dla pociągów pasażerskich do 120 kilometrów na godzinę.

W bieżącym wariancie, wraz z nową trasą kolejową wykorzystywane będą następujące linie: z Katowic linia nr 1 (Kolej Warszawsko-Wiedeńska) na odcinku Dąbrowa Górnicza Ząbkowice - Katowice przez stacje: Dąbrowa Górnicza Gołonóg, Dąbrowa Górnicza, Będzin Ksawera, Będzin Miasto, Będzin, Sosnowiec Główny, Katowice Szopienice Południowe i Katowice Zawodzie o prędkości szlakowej do 120 km/h. Natomiast z Gliwic do Pyrzowic oprócz wcześniej wymienionych linii kolejowych i stacji wykorzystałaby linię nr 137 na odcinku Katowice - Gliwice przez stacje: Katowice Załęże, Chorzów Batory, Świętochłowice, Ruda Chebzie, Ruda Śląska i Zabrze o prędkości szlakowej do 120 km/h.

Zakładany czas przejazdu pociągu pasażerskiego z Katowic wynosić będzie około 43 minuty, w przypadku przyspieszonych składów czas ten skróci się o kolejne 8 minut. W przypadku połączeń z Gliwic czas podróży na lotnisko wyniósłby około 70 minut, natomiast przyspieszone składy pokonałyby ten dystans szybciej o około 10 minut.



Rys. 4: Wariant 2. z budową linii kolejowej na odcinku Dąbrowa Górnicza Ząbkowice - Pyrzowice [11]

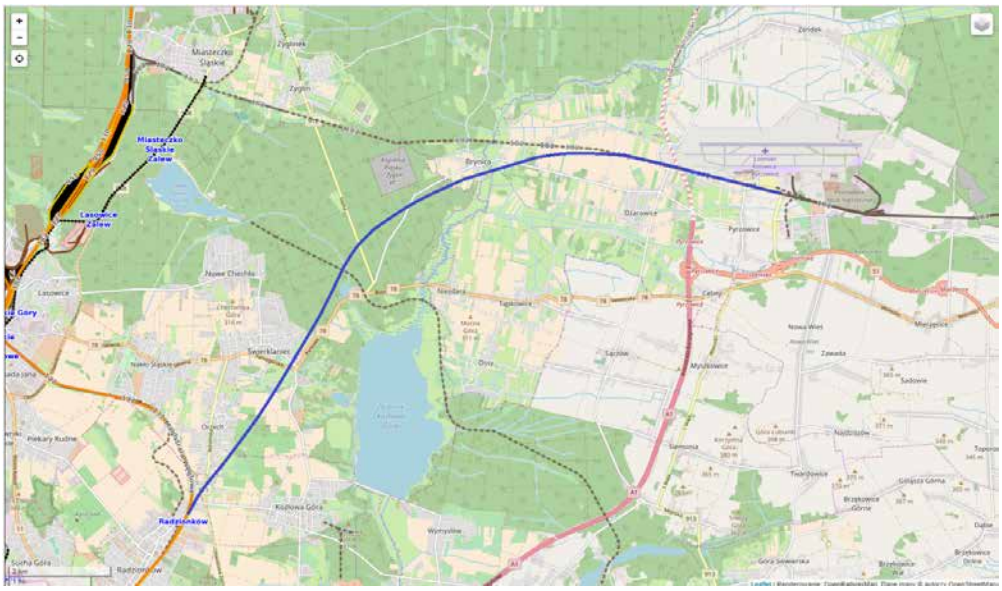
4.3. Wariant 3

W proponowanym wariancie 3. jest przewidywana budowa linii kolejowej na odcinku od Radzionkowa do Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach.

Zakładamy, że budowany odcinek linii kolejowej będzie dwutorowy, zelektryfikowany i zasilany prądem stałym o napięciu 3000V. Wariant ten przedstawia rysunek nr 5, a przebieg zaznaczono kolorem niebieskim. Zaraz za stacją Radzionków w kierunku północno-wschodnim proponowane jest poprowadzenie nowej linii kolejowej, która przebiegałaby przez: Orzech, Świerklaniec, Brynicę, Ożarowice do Pyrzowic, łagodnie łącząc się z nie używaną (w tym wariancie) linią kolejową nr 182. Trasa planowana jest w większości przez obszary zalesionei pola uprawne oraz niedaleko zbiornika Kozłowa Góra, ale z pominięciem terenów podmokłych.

Proponowana prędkość szlakowa na tym odcinku wyniosłaby 140 km/h dla pociągów pasażerskich i do 100 km/h dla składów towarowych. Istnieje również opcja (w przypadku dużego wzrostu zainteresowania połączeniem i zwiększenia wymagania szybszego dojazdu do portu lotniczego) podniesienia prędkości szlakowej do 160 km/h dla składów pasażerskich i do 120 km/h dla pociągów towarowych. Zwiększeniu prędkości sprzyja także bardzo mała ilość terenów zabudowanych, dzięki któremu możliwe jest poprowadzenie łuków o dużym promieniu i stosunkowo nieduży koszt budowy.

Proponowany wariant wykorzystuje istniejące linie kolejowe: nr 137 na odcinku Katowice - Chorzów Batory przez stację Katowice Załęże o prędkości szlakowej do 100 km/h i linię nr 131 (Magistralę Węglową) z Chorzowa Batorego do Radzionkowa przez stacje: Chorzów Miasto, Chorzów Stary, Bytom, Bytom Karb, Bytom Północny, Radzionków Rojca i Radzionków o prędkości szlakowej do 120 km/h. Proponowany czas przejazdu z Katowic liniami kolejowymi 137, 131 i nowo wybudowaną linią kolejową będzie wynosić około 45 minut. Dla pociągów pasażerskich o przyspieszonej relacji czas ten skróci się o kolejne 7 minut, a w przyszłości nawet o 10 minut.



Rys. 5: Wariant 3. z budową linii kolejowej na odcinku Radzionków - Pyrzowice [11]

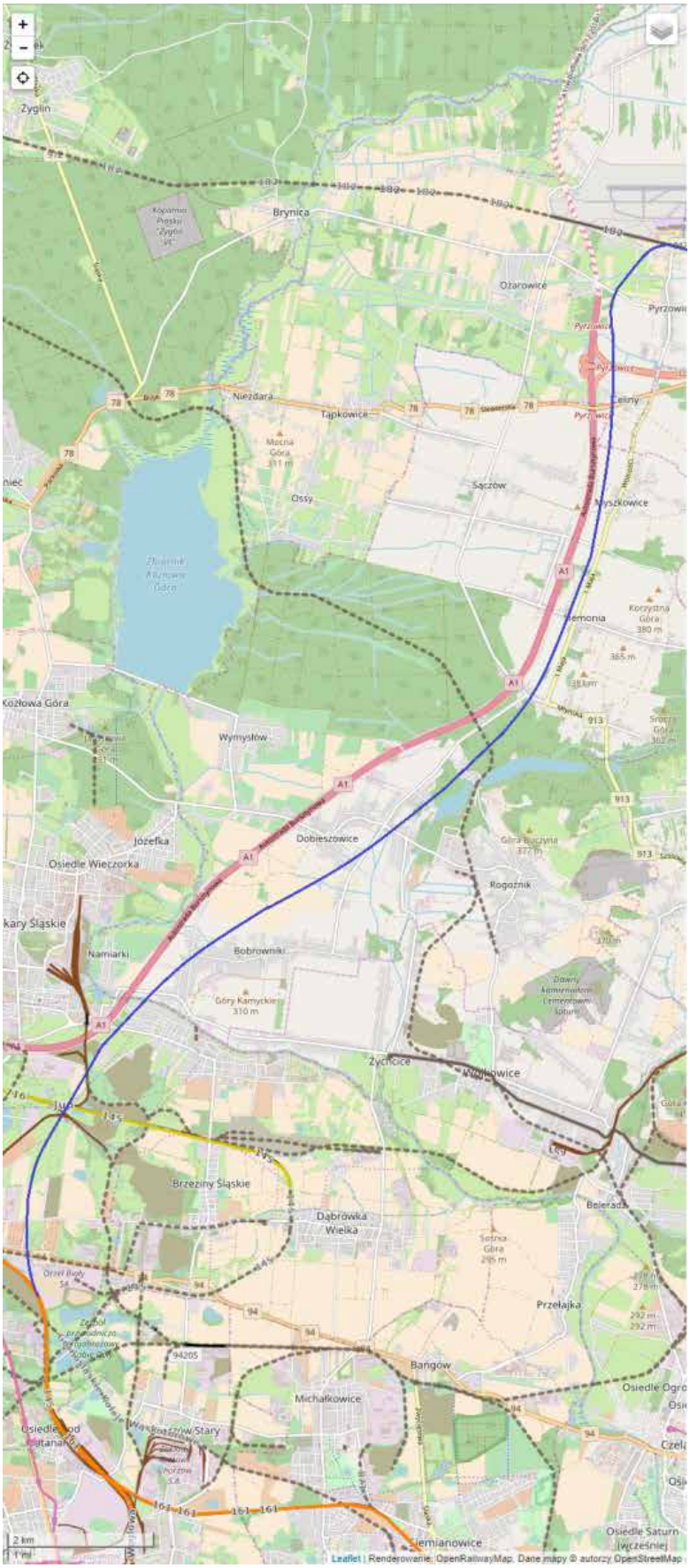
4.4. Wariant 4

W wariancie 4. proponowana jest budowa nowej linii kolejowej na odcinku od Chorzowa Starego do Pyrzowic. Wariant ten przedstawia rysunek nr 6, a przebieg zaznaczono kolorem niebieskim. Linia kolejowa byłaby zarówno dwutorowa, jak i zelektryfikowana, zasilana prądem stałem o napięciu 3000V. Pomiędzy stacjami Chorzów Stary i Bytom zaraz za Zespołem Przyrodniczo-Krajobrazowym "Żabie Doły" planowana linia kolejowa oddziela się od linii nr 131. Proponowany wariant będzie poprowadzony przez Bytom, Piekary Śląskie, Bobrowniki, Dobieszowice, Siemonię, Myszkowce i Celiny do Międzynarodowego Portu Lotniczego, w sąsiedztwie autostrady A1. W Pyrzowicach połączy się z porzuconą linią nr 182, gdzie zostanie poprowadzona do Portu Lotniczego.

Prędkość szlakowa dla pociągów pasażerskich wyniosłaby 140 km/h dla pociągów pasażerskich i do 100 km/h dla składów towarowych. Na łącznicy nowo budowanego odcinka linii kolejowej z linią nr 182 zostanie wprowadzone ograniczenie do 80 km/h. Przeprowadzenie szlaku jest trudne ze względu na gęstą zabudowę, przede wszystkim w okolicach zakładów przemysłowych w Bytomiu w dzielnicy Rozbark.

W tym wariancie byłyby wykorzystane istniejące linie kolejowe: nr 137 na odcinku Katowice - Chorzów Batory przez stację Katowice Załęże o prędkości szlakowej do 100 km/h i linię nr 131 (Magistralę Węglową) z Chorzowa Batorego do Chorzowa Starego przez stację Chorzów Miasto o prędkości szlakowej do 80 km/h.

Czas przejazdu z Katowic do lotniska w Pyrzowicach liniami kolejowymi 137, 131 i nowo wybudowaną będzie wynosić pomiędzy 40 a 45 minut dla pociągów pasażerskich. Dla składów przyspieszonych czas ten skróciłby się o dodatkowe 5 minut.



Rys. 6: Wariant 4. z budową linii kolejowej na odcinku Chorzów Stary - Pyrzowice [11]

4.5. Wariant 5

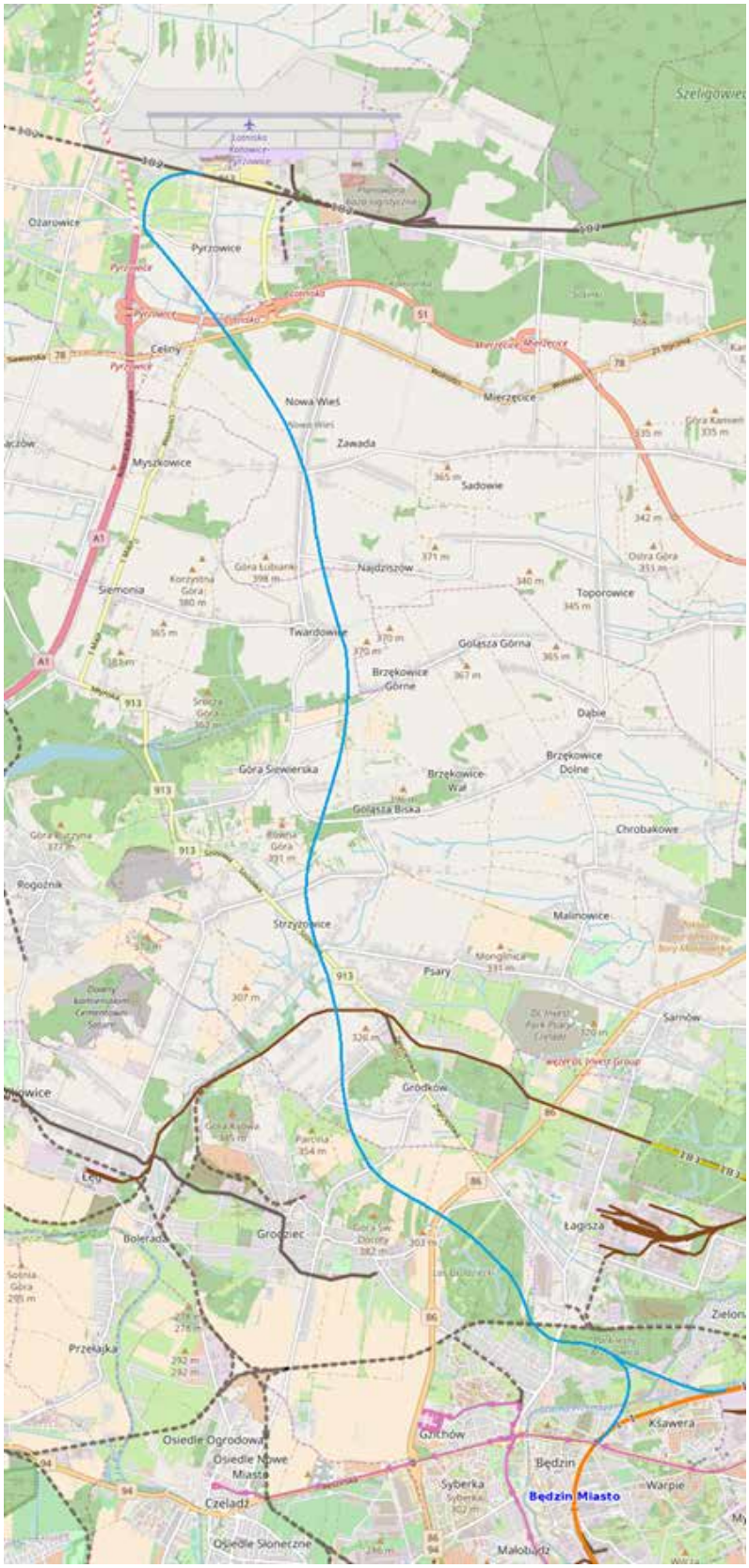
Wariant 5. obejmuje propozycję budowy nowej linii kolejowej na odcinku od stacji Będzin Miasto do Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach. Wariant ten przedstawia rysunek nr 7, a przebieg zaznaczono kolorem niebieskim. Zakładana linia będzie dwutorowa i zelektryfikowana, zasilana prądem stałym o napięciu 3000V (w przyszłości istniałaby opcja wprowadzenia zasilania na prąd przemienny o częstotliwości 50Hz i napięciu 25kV). Pomiędzy stacjami Będzin Miasto a Będzin Ksawera zostałaby poprowadzona w kierunku północno-zachodnim łącznica, łącząca linię nr 1 z nowo budowanym odcinkiem.

W omawianym wariancie linia biegłaby przez dzielnicę Łagisza, pomiędzy miejscowościami Grodziec i Grodków, następnie przez Strzyżowice, Górę Siewierską, Twardowice, Nową Wieś, Pyrzowice, gdzie łączyłaby się z opuszczoną linią kolejową nr 182, która poprowadziłaby do portu lotniczego (opcjonalnie linia ta zostanie przedłużona przez Siewierz i podłączona do Centralnej Magistrali Kolejowej na wysokości Myszkowa). Poprowadzenie wariantu linii w ten sposób będzie dość mocno utrudnione, ze względu na zwartą zabudowę, głównie w okolicach Będzina, ośrodków przemysłowych w dzielnicy Łagisza jak również liczne pagórki o dużym wzniesieniu, w szczególności w okolicach Grodkowa, Góry Siewierskiej i Twardowic, co przy budowie linii o dużej prędkości przewozowej ma bardzo duże znaczenie zarówno na czas przejazdu, jak i na koszty budowy.

Prędkość szlakowa w miejscach łącznic zostałaby ograniczona do 110 km/h, natomiast dla pozostałego odcinka prędkość szlakowa wyniosłaby nawet 250 km/h dla pociągów pasażerskich. Tak wysoka prędkość wynika z dwóch powodów. Pierwszym z nich to zastosowanie na odcinku łagodnych łuków o dużym promieniu skrętu. Po drugie linia ta będzie linią magistralną, po której mają jeździć składy pasażerskie zarówno relacji regionalnych, krajowych jak i międzynarodowych. (Opcją jest przedłużenie linii kolejowej o podobnych parametrach, jak w bieżącym wariancie przez Siewierz i podłączenie do Centralnej Magistrali Kolejowej na wysokości Myszkowa, stąd też sposób poprowadzenia linii w Pyrzowicach nie jest przypadkowy i służyłby do znacznego skrócenia czasu postoju na stacji przy lotnisku spowodowanym przez zmianę kierunku jazdy).

Proponowany wariant wykorzystuje istniejące linię kolejowej nr 1 (Kolej Warszawsko--Wiedeńska) na odcinku Będzin Miasto-Katowice, przez stacje Będzin, Sosnowiec Główny, Katowice Szopienice Południowe, Katowice Zawodzie o zakładanej prędkości szlakowej do 160 km/h. Natomiast z Gliwic do Pyrzowic oprócz wcześniej wymienionych linii kolejowych i stacji wykorzysta linię nr 137 na odcinku Katowice - Gliwice przez stacje: Katowice Załęże,

Chorzów Batory, Świętochłowice, Ruda Chebzie, Ruda Śląska i Zabrze o prędkości szlakowej do 140 km/h.



Rys. 7: Wariant 5. z budową linii kolejowej na odcinku Będzin Miasto - Pyrzowice [11]

Czas przejazdu pociągu pasażerskiego z Katowic do Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach wyniesie około 30 minut, dla relacji przyspieszonej i krajowej czas ten skraca się o kolejne 5 minut. Dla pociągu ekspresowego czas ten wyniesie około 20 minut. Z Gliwic przez Katowice czasy przejazdów wyniosłyby odpowiednio: 55, 53, 51 i 45 minut.

5. Ocena wariantów

Ze względu na to, że konurbacja górnośląska zajmuje stosunkowo rozległy obszar, wybór najlepszego wariantu nie jest łatwy, gdyż istotna jest zarówno dostępność połączenia kolejowego dla jak największej liczby mieszkańców konurbacji, jak i czas przejazdu z poszczególnych miast do portu lotniczego. Ponadto, dodatkowym utrudnieniem w ustalaniu wariantów stanowi zarówno zwarta zabudowa miast, jak również obecność licznych terenów przemysłowych (elektrownie, elektrociepłownie, huty i zakłady pracy) oraz obszarów wydobywczych (kopalnie węgla kamiennego). Kolejnym wyzwaniem w wyznaczaniu wariantów są wzgórza o wysokości do 400 m n.p.m. znajdujące się na północny-zachód od Dąbrowy Górniczej, pomiędzy którymi należałoby poprowadzić linię kolejową w celu zminimalizowania kosztów.

W tabeli 1 przedstawiono poszczególne warianty połączenia kolejowego Katowic z Międzynarodowym Portem Lotniczym "Katowice" w Pyrzowicach w zależności od: czasu przejazdu, długości proponowanej trasy i szacowanych kosztów budowy nowej linii kolejowej lub też modernizacji istniejącej linii. Założono, że koszt modernizacji linii kolejowej wyniesie około 10 milionów złotych za kilometr, a koszty budowy nowej linii około 20 milionów złotych za kilometr. Wyjątkiem jest wariant nr 5, gdzie zakładany koszt budowy wyniósłby około 25 milionów złotych za kilometr, ze względu na wysokie parametry techniczne tejże linii.

Tabela 1: Porównanie wariantów pod względem czasu przejazdu, długości trasy od Katowic i szacowanych kosztów.

Wariant:	Czas przejazdu:	Długość trasy od Katowic:	Szacowane koszty:
Wariant 1.	63 minuty	48,7 km	550 mln PLN
Wariant 2.	35 - 43 minut	42 km	560 mln PLN
Wariant 3.	38 - 45 minut	40,8 km	540 mln PLN
Wariant 4.	35 - 45 minut	39 km	660 mln PLN
Wariant 5.	20 - 30 minut	34 km	640 mln PLN

Wariant 1. charakteryzuje się najdłuższą trasą oraz czasem przejazdu. Koszty związane z odbudową linii kolejowej nr 182 biegnącej niedaleko lotniska oraz opcjonalnej modernizacji linii kolejowej z Chorzowa do Tarnowskich Gór są stosunkowo niewielkie. Co więcej, odbudowa nie wymaga wykupywania terenu pod budowę, gdyż całość budowanego odcinka znajduje się na terenach kolejowych. Wariant 1 jest korzystny dla mieszkańców: Katowic, Chorzowa, Bytomia, Radzionkowa, Tarnowskich Gór i Miasteczka Śląskiego (potencjalnie nawet 650 tysięcy mieszkańców). Warto zauważyć, że z Gliwic nie ma możliwości poprowadzenia połączenia kolejowego wykorzystując w pełni ten wariant. Istnieje natomiast możliwość początku połączenia kolejowego z Sosnowca, czy też z Dąbrowej Górniczej.

Proponowany wariant 2. charakteryzuje się znacznie krótszym czasem przejazdu z Katowic do MPL Katowice, jednocześnie przy mniejszej odległości pomiędzy nimi. Szacowane koszty budowy nowej linii wraz z opcjonalną modernizacją linii nr 1 z Katowic do Dąbrowy Górniczej byłby porównywalny z wariantem nr 1., natomiast warianty te różnią się pod względem dostępności mieszkańców do połączenia kolejowego. Przy połączeniu z Katowic do portu lotniczego w najlepszej lokalizacji są mieszkańcy Katowic, Sosnowca, Będzina i Dąbrowy Górniczej (potencjalnie nawet 680 tysięcy mieszkańców), jednakże jeśli wziąć pod uwagę możliwość początku połączenia kolejowego z Gliwic, potencjalna liczba mieszkańców
w zasięgu linii kolejowej wzrosłaby o dodatkowe 650 tysięcy mieszkańców z: Chorzowa, Świętochłowic, Rudy Śląskiej, Zabrza i Gliwic. Przy budowie należy zwrócić uwagę na występowanie wzgórz o wysokości nawet do 370 m n.p.m., które mogą zawyżyć koszty budowy, ze względu na zastosowanie budowli inżynieryjnych (estakady, mosty, tunele).

Wariant 3. ma porównywalny zakładany czas przejazdu do poprzedniego wariantu, przy podobnej odległości z Katowic do Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach. Szacowane koszty są najniższe z wymienionych wariantów, ze względu na budowę stosunkowo krótkiego odcinka linii kolejowej przebiegającego przez tereny słabo zaludnione. W potencjalnym zasięgu linii kolejowej poszczególnych miast znajduje się około 580 tysięcy mieszkańców.

W wariancie 4. szacowane koszty budowy linii kolejowej wraz z opcjonalną modernizacją linii nr 131 z Chorzowa do Bytomia są najwyższe ze wszystkich wariantów ze względu na konieczność budowy wielu kilometrów linii po nowym śladzie. Zakładany czas przejazdu z Katowic do portu lotniczego w Pyrzowicach jest porównywalny z wariantami 2. i 3. Odległość pomiędzy tymi lokalizacjami jest krótsza niż we wcześniej opisanych wariantach. Pod względem dostępności mieszkańców do połączenia kolejowego w najlepszej

lokalizacji są mieszkańcy: Katowic, Chorzowa, Bytomia i Piekar Śląskich (potencjalnie do 630 tysięcy mieszkańców i jest ona najniższa z opisanych wariantów).

Proponowany wariant 5. ma najkrótszą trasę przejazdu (34 kilometry), a czas, jaki potrzebuje skład pociągu pasażerskiego, by dotrzeć na lotnisko jest najkrótszy. Wynika to z charakteru wariantu. Wariant ten w połączeniu z budową linii kolejowej o parametrach linii dużych prędkości z Międzynarodowego Portu Lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach do Myszkowa i połączeniu z linią kolejową nr 4 (Centralną Magistralą Kolejową) spowoduje utworzenie korytarza TEN-T na tej linii oraz przeniesienie linii E65 z obecnego przebiegu (przez Dąbrowę Górniczą, Łazy, Zawiercie, Myszków i Centralną Magistralę Kolejową) na proponowany wariant 5. Z tego powodu parametry budowanej linii kolejowej są wygórowane i spełniają wymogi linii kolejowych dużych prędkości, dlatego koszty z tym związane są najwyższe ze wszystkich wariantów. Czynnik, który dodatkowo zwiększa koszty budowy to ukształtowanie terenu (wzgórza osiągające wysokość powyżej 380 metrów nad poziomem morza, co wiąże się z koniecznością budowy licznych mostów, estakad, wiaduktów i tuneli), tereny bagienne w dzielnicy Łagisza w Będzinie oraz zwarta zabudowa tego miasta, co powoduje albo budowę łącznic z łukami o małym promieniu, albo ingerencji w zabudowę miasta lub budowę długiego tunelu pod Będzinem w celu utrzymania parametrów linii kolejowej dużych prędkości. Opcjonalna budowa tunelu znacząco podniosłaby i tak wysokie koszty budowy tego odcinka. Wariant 5 jest korzystny dla mieszkańców: Katowic, Sosnowca i Będzina (potencjalnie nawet 560 tysięcy mieszkańców), jednakże jeśli wziąć pod uwagę opcję początku połączenia kolejowego z Gliwic, potencjalna liczba mieszkańców w zasięgu linii kolejowej wzrosłaby o dodatkowe 650 tysięcy mieszkańców z: Chorzowa, Świętochłowic, Rudy Śląskiej, Zabrza i Gliwic. Jeszcze bardziej wzrosłaby liczba potencjalnych mieszkańców, jeśliby wziąć pod uwagę połączenia z poszczególnych miast Polski (z miast takich jak np.: Wrocław, Opole, Lublin, Warszawa, Bielsko-Biała, Kielce) do portu lotniczego. Również nie mniejsze znaczenie odgrywałyby połączenia międzynarodowe (z Czech, Słowacji, Węgier, Austrii, Białorusi i Rosji) realizowane wariantem 5. przez stację znajdującą się na lotnisku.

6. Podsumowanie

W artykule wykonano przedstawienie wariantów połączenia kolejowego Międzynarodowego Portu lotniczego "Katowice" w Pyrzowicach z konurbacją górnośląską. Następnie wykonano szczegółową analizę poszczególnych wariantów połączenia MPL Katowice z konurbacją górnośląską przez różne miasta i pod względem zarówno: czasu przejazdu, wykorzystania istniejącej infrastruktury kolejowej, dostępności połączeni dla jak

największej liczby mieszkańców, najmniejszej ingerencji w środowisko naturalne, wykorzystania jak najmniejszej powierzchni zwartej zabudowy przestrzennej w celu budowy nowego odcinka, jak i pod względem przyszłościowym. Widoczne są działania zmierzające w kierunku budowy połączenia kolejowego. Najlepszy wariant budowy połączenia kolejowego jest wariant 5. Co prawda należy do najdroższych z analizowanych wariantów, jednakże jest najbardziej perspektywiczny (możliwość dopasowania układu komunikacyjnego do lotniska w Pyrzowicach i dodania postoju przy MPL Katowice na relacjach, zarówno krajowych, jak i międzynarodowych). Wariant ten służyłby zarówno do celu dotarcia na lotnisko mieszkańców poszczególnych miast konurbacji, jak również w przyszłości w celach biznesowych z różnych regionów Polski i Europy.

Sprawne i szybkie połączenie kolejowe Konurbacji Górnośląskiej z lotniskiem w Pyrzowicach znacząco uatrakcyjni zarówno lotnisko poprzez większy wzrost liczby pasażerów, jak i konurbację poprzez szybki dostęp do poszczególnych miast. Oprócz tego zwiększy się zainteresowanie terenem znajdującym się w pobliżu linii kolejowej na wszelakiego rodzaju inwestycje. Te wszystkie czynniki spowodują wzrost liczby pasażerów i ilości przewożonego ładunku przyczyniając się do rozwoju Konurbacji Górnośląskiej i portu lotniczego w Pyrzowicach.

7. Bibliografia

1. Danuta Rucińska, Andrzej Ruciński, Dariusz Tłoczyński: *Transport Lotniczy. Ekonomika i organizacja.* Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2012.
2. Krystyna Wojewódzka-Król: *Rozwój infrastruktury transportu.* Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002.
3. *Transport. Aktualne problemy integracji z UE.* Pod redakcją W. Rydzykowskiego i K. Wojewódzkiej-Król, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.
4. Generalny Urząd Statystyczny (30.06.2016r.)
5. Wykaz linii Id-12 (D29)
6. http://blog.katowice-airport.com/2014-01-22 - dostęp 16.05.2018r.
7. http://www.dziennikzachodni.pl/strefa-biznesu/wiadomosci/z-regionu/a/na-lotnisko-w-pyrzowicach-koleja-z-predkoscia-140-kmh,11837943 - dostęp 16.05.2018r.
8. http://rj.kzkgop.com.pl/rozklady/ - dostęp 16.05.2018r.
9. https://www.katowice-airport.com/pl/lotnisko/statystyki-roczne - dostęp 16.05.2018r.

10. https://www.openstreetmap.org/

11. http://www.openrailwaymap.org/

12. http://www.krakowairport.pl/pl/pociag,a2496.html

13. https://www.mazowieckie.com.pl/ - dostęp 16.05.2018r.

14. https://www.lotnisko-chopina.pl/pl/pociag.html - dostęp 16.05.2018r.

15. http://www.ztm.waw.pl/ - dostęp 16.05.2018r.

16. https://skm.trojmiasto.pl/rozklad/ - dostęp 16.05.2018r.

17. https://www.frankfurt-airport.com/en.html - dostęp 16.05.2018r.

18. http://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/dluga-historia-magleva-53853.html - dostęp 16.05.2018r.

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA PODKŁADÓW POLIMEROWYCH W POLSCE

Tomasz Kubiński, Jarosław Dzobinski, Łukasz Sobczak, Łukasz Jędruch, Mateusz Kut, Marcin Ziober, Dr hab. inż. Janusz Ćwiek prof. nzw. Pol. Śl, Dr hab. inż. Krzysztof Labisz

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

1. Wstęp:

Na przestrzeni ostatnich paru dekad obserwuje się znaczące opóźnienia jeśli chodzi o modernizację infrastruktury transportu kolejowego w naszym kraju. Położenie geograficzne Polski daje ogromne możliwości zarówno pod względem strategicznym jak i handlowym dla realizacji szeroko pojętych potrzeb przewozowych. Podstawą do efektywnej eksploatacji pojazdów szynowych jest droga kolejowa w skład której wchodzi między innymi nawierzchnia kolejowa, której zadaniem jest przejęcie oddziaływań dynamicznych oraz umożliwienie ruchu pojazdów do tego przystosowanych. Sama konstrukcja nawierzchni ułożona na podtorzu, nie zmieniła się od początku jej powstania. Zmianie uległa m.in. masa szyn wraz z przekrojem poprzecznym, skład chemiczny stali szynowych, przytwierdzenia szyn do podkładów a także same podkłady.

Nawierzchnię cechuje zasada (3Z), mianowicie: złożoność, zróżnicowanie i zmienność w związku z czym omawiane zostaną tylko główne zalety i wady dla podkładów polimerowych, zrozumiałe dla każdego czytelnika. W jej skład wchodzą szyny, przytwierdzenia, podsypka oraz podkłady. Za wyjątkiem podsypki, wszystkie elementy składowe powinny posiadać świadectwo dopuszczenia do eksploatacji które jak wiadomo wydawane jest przez Urząd Transportu Kolejowego. Z powodu ciągłej wymiany i modernizacji podkładów kolejowych na całym świecie, rynek dla tego produktu osiągnął już ogromne rozmiary.

Cytując słowa Andrzeja Żurkowskiego - Dyrektora Instytutu Kolejnictwa, "Trudno jest sobie wyobrazić funkcjonowanie w Europie nowoczesnego państwa bez sprawnej kolei, w tym stosującej technologię dużych prędkości. Można nawet zaryzykować tezę, że brak takiej kolei - wobec rosnących potrzeb przewozowych społeczeństwa - może stanowić barierę rozwoju społeczno-gospodarczego kraju". [1][2]

2. Podkłady wykorzystywane w Polsce

Podkłady kolejowe to belki wykonane z różnych materiałów, których zadaniem jest utrzymywanie stabilności bocznej i wzdłużnej toku szynowego. Każdy podkład powinien spełniać wymagania stawiane na drodze jego eksploatacji: możliwie niska masa, przewodność

elektryczna, wysoka sztywność, łatwość obróbki, obsługi oraz montażu a także długa żywotność.

Zadaniem podkładów jest:

- przejęcie nacisków od szyn i przekazanie ich na podsypkę,
- utrzymanie szyn w ściśle ustalonej odległości (utrzymanie stałej szerokości toru),
- zapewnienie oporu przeciwko przesunięciom podłużnym i poprzecznym toku torowego w podsypce.

Ze względu na materiał, z jakiego są wykonywane podkłady, rozróżnia się: betonowe, drewniane, niekiedy też stalowe oraz coraz częściej podkłady kompozytowe. W Polsce głównie stosowane są dwa pierwsze rodzaje podkładów (na krótkich odcinkach torów zdarzają się podkłady stalowe typu Y).

2.1. Wady oraz wymagania dla podkładów konwencjonalnych

Wady podkładów drewnianych:

- łatwa zapalność,
- występowanie sęków oraz zjawiska skrętu włókien (nie może przekroczyć 30 mm na 1 m długości podkładu),
- łatwość zagrzybiania, oraz skłonność drewna do gnicia, pęcznienia, zasychania,
- duża wrażliwość na wpływy atmosferyczne np. pękanie (przez mrozy czy silne wiatry),
- trudne do wykrycia zniszczenia wewnętrzne spowodowane przez owady. [3]

Wymagania dla podkładów drewnianych:

- możliwie gęste usłojenie,
- nie może pochodzić z terenów podmokłych,
- tzw. "cięcie zimowe" (w przypadku sosny, powinno być usunięte do końca zimy),
- brak możliwości wytwarzania z uschniętych oraz stoczonych przez owady drzew. [4]

Wady podkładów stalowych:

- niszczące działanie korozji (szczególnie w kontakcie z żużlem) z uwagi na wilgoć oraz wszelkie składniki chemiczne oddziałujące na stopy żelaza, (w celu minimalizacji pokrycie podkładów gudronem)
- trudność w podbijaniu,
- ograniczone zastosowanie - układane na podsypce tłuczniowej, ponieważ na piaszczystej i drobnoziarnistej żwirowej zwiększone wkopywanie się podkładu w podsypkę, co skutkuje zmianą ustalonego poziomu,
- w przypadku wykolejenia występowanie silnych wygięć zmusza do całkowitej wymiany podkładów,
- silne mrozy powodują częstsze pękanie szyn w przypadku podkładów stalowych aniżeli podkładów drewnianych,
- brak możliwości stosowania na odcinkach izolowanych - przy połączeniach dwóch toków szyn tworzy się obwód zamknięty, uniemożliwiając działanie sygnalizacji,
- utrudnione układanie nawierzchni przy przejazdach z droga kołową,
- konieczność stosowania określonych typów szyn, wymagających wybijania dodatkowych otworów osłabiających trwałość podkładu,
- hałaśliwa jazda pociągów (często niwelowana poprzez zastosowanie przekładek pilśniowych mocowanych między stopką szyny a podkładem, które minimalizują przedostawanie się piasku),
- trudne do zauważenia pęknięcia przy przyspawanych podkładach na łukach, które w zwiększonej liczbie mogą doprowadzić do nadmiernego chwilowego poszerzenia toru. [3]

Wady podkładów betonowych:

- ciężar podkładu ponad 200 kg zwiększający koszty transportu,
- utrudniony proces układania ich w torze,
- podatny na uszkodzenia mechaniczne,
- w przypadku podkładów żelbetowych występuje pękanie oraz powstawanie rys w środkowej części, w efekcie czego dochodzi do trwałych uszkodzeń zbrojenia spowodowanych przedostawaniem się wody,

- brak sprężystości,
- konieczność zakupu dodatkowych zabezpieczeń na odcinkach izolowanych,
- duże koszty zakupu oraz wytwarzania,
- zakaz stosowania podbijaków stalowych na podsypce tłuczniowej,
- konieczność stosowania większej grubości podsypki (ok. 50 mm w stosunku do grubości przy podkładach drewnianych).
- ograniczona plastyczność - przy zawartości cementu większej niż 600 kg/m^3, może powstać otulina z cementu wokół zbrojenia co z kolei zmniejszy jego przyczepność. [3][4]

3. Historia podkładów polimerowych

Od samego początku budowy kolei, drewno było podstawowym materiałem dla podkładów. Czynniki takie jak ochrona środowiska, trwałość i zużycie materiałów drewnianych w podkładach skłoniło branżę kolejową, do poszukiwania innych alternatywnych materiałów.

Na początku lat 90, w USA zaczęto wykorzystywać przetworzone odpady z tworzyw sztucznych. Początkowo producenci produkowali i sprzedawali tworzywa sztuczne które pozwalały na długoterminową eksploatację takich podkładów. Szybko zdano sobie jednak sprawę, iż taka produkcja nie zapewniłaby właściwej wydajności dla podkładu kolejowego. Pierwsze podkłady wykonywane były z dużej gęstości polietylenu (HDPE) pochodzącego z recyklingu. Problemem okazały się ograniczone właściwości mechaniczne. Oprócz ograniczeń mechanicznych HDPE zapewnia wydajność uwzględniającą aspekt ochrony środowiska, który z kolei nie gwarantuje drewno. Aby rozwiązać te problemy, podkłady drewniane powinny być poddane obróbce chemicznej. HDPE nie wymaga takiego zabiegu ze względu na stały charakter odporności na gnicie i owady. Biorąc pod uwagę zastąpienie dużej ilości podkładów każdego roku (20 milionów w samym USA), potrzebna jest znaczna ilość tworzyw sztucznych. W połowie lat 90, USA opracowało sztuczny kompozyt z tworzywa sztucznego dla podkładów kolejowych z recyklingu mieszanego (HDPE wzbogacone innymi materiałami).

W 1994 r. dzięki współpracy Rutgers University, Norfolk, Conrail i US Army wraz z głównym producentem tworzyw sztucznych, powstał program badawczy którego celem było ustalenie właściwości mechanicznych i fizycznych dla podkładów z tworzyw sztucznych.

Powstał więc pewnego rodzaju przewodnik, do opracowania takich podkładów dla pierwszej klasy w USA.

W 1996 r. Uniwersytet FAST wraz z stowarzyszeniem kolei amerykańskich (AAR), zainstalowało dwa podkłady polimerowe na łuku o wychyleniu 5°. Po przejechaniu po nim 130 milionów ton brutto, przy prędkości ponad 60 km/h, został zdjęty do celów laboratoryjnych. Poddano go badaniu ścieralności w miejscach narażonych na największe zmiany materiału podkładu. Po 900 tysiącach cykli, nie zauważono znaczącego zużycia, natomiast maszyna testowa się zepsuła.

W 1997 r. powtórzono testy na dodatkowych 24 podkładach kompozytowych. Kolejnym kryterium oceny dla podkładów jest stabilność boczna. Aby utrzymać stabilność toru w pionie i poziomie ważna jest mechaniczna interakcja podkład - podsypka. Wykazano w ten sposób, że po eksploatacji 136 milionów ton brutto, stan podkładów jest podobny do stanu z pierwszej instalacji.

Program badaczy obejmował szeroką analizę wydajności różnych technologii wytwarzania kompozytów polimerowych, zarówno w obszarze laboratorium jak i na torze testowym w okresie kilku lat. Uznano to za wielki sukces, który doprowadził do publikacji projektu US AREMA4. Projekt normy został jednak ratyfikowany wyłącznie przez AREMA w 2012 roku. Na liniach pasażerskich i towarowych były stosowane podkłady kolejowe zgodne ze standardem AREMA na terenie całego USA. Stosowane są już od kilkunastu lat, a ich stan jest zgodny z założonym na początku. [5]

4. Podkłady polimerowe, czyli krok w przyszłość

Polimer to związek organiczny, którego cząsteczki są zdolne przeprowadzić reakcję polimeryzacji. Określają one łańcuch powtarzających się jednostek strukturalnych (merów). Połączone są w sposób liniowy tworząc polimer liniowy lub rozgałęziony.

4.1. Podział polimerów

4.1.1 Pod względem budowy fizycznej dzielimy je między innymi na:

- polimery termoplastyczne czyli takie które można formować na wiele sposobów, w tym poprzez wtryskiwanie, wytłaczanie, prasowanie itp.,
- polimery łatwo formowalne dzięki różnym metodom przetwórczym,
- polimery które mogą być chłodzone i ogrzewane wielokrotnie, zmieniając przy tym plastyczność i płynność,

- polimery termoutwardzalne i chemoutwardzalne (duroplasty) - polimery które pod wpływem temperatury wyżej niż temperatura termoutwardzania ulegają termicznej degradacji. Ich kształt nadaje się poprzez odlanie określonej zawartości do formy, bądź rzadziej wtryskując ją ciśnieniowo.[4]

4.2. Według kryterium podziału reologicznego założonego dla temperatury pokojowej wyróżniamy:

- Elastomery - określają polimery które przy małych naprężeniach wykazują duże odkształcenie (do 1000%, np. kauczki).
- Plastomery - czyli polimery, które pod wpływem naprężeń wykazują bardzo małe odkształcenia (mniejsze niż 200%). Do plastomerów zalicza się: termoplasty (termoplastyczne polimery amorficzne i krystaliczne), duroplasty (polimery termo- i chemoutwardzalne).

W celu określenia własności termicznych polimerów, należy zastosować metodę kolorymetrii skaningowej (DSC), oraz analizę termiczną. Dzięki tej metodzie można w krótkim czasie określić wytrzymałość termiczną próbki. Zakres obejmuje wartości od 0,1 do kilkuset °C/min. Do określenia rozkładu, temperatury topnienia i przemian polimorficznych wykorzystuje się Analizę termiczną. Dzięki metodzie DSC, można określić przedział temperatur dla których polimery zachowują swój stan fizyczny i chemiczny (do 300°C).

Czynniki wpływające na proces topnienia to:

a) stopień krystaliczności,

b) wielkość krystalitów,

c) zawartość defektów w sieci krystalicznej,

d) szybkość ogrzewania.

Polimery przechodzące proces topnienia w niższych temperaturach to zwykle mniejsze kryształy bądź kryształy zawierające więcej defektów w sieci krystalicznej. Predyspozycje chemiczne w czystych substancjach małocząsteczkowych są funkcją ciśnienia i temperatury, natomiast dla polimerów zwraca się dodatkowo uwagę na wielkość krystalitów (ziarna) oraz uporządkowanie makrocząsteczek. [6]

Przewodność elektryczna polimeru zależy od:

1. budowy chemicznej,

2. wilgotności,
3. temperatury użytkowania,
4. zanieczyszczeń z procesu technologicznego i sposobu przechowywania,
5. obecności pola elektrycznego,
6. dodatków.

Dielektryki (izolatory) to materiały nieprzewodzące prądu elektrycznego, aczkolwiek gromadzące ładunek na swojej powierzchni. Polimery izolacyjne to takie polimery, w które może wniknąć pole elektryczne i trwale się w nich utrzymywać. Właściwości elektroizolacyjne zależą od oporności. [7]

Podkłady polimerowe przewyższają wszystkie poznane do tej pory materiały wykorzystywane dla nawierzchni kolejowej pod prawie każdym względem o których będzie mowa w dalszej części artykułu. Wyszczególnione zostaną również rozwiązania dla podkładów zawierające w swych strukturach polimery. Przykładowo jedna mila (1,6 km), toru zbudowanego przy wykorzystaniu podkładów drewnianych wymaga wycięcia ponad 800 dojrzałych dębów, podczas gdy podkłady polimerowe do uzyskania swej struktury potrzebują dużej ilości tworzyw sztucznych. np. plastikowych butelek czy kartonów z mleka, które w przeciwnym wypadku trafiłyby na składowisko. Dębinę charakteryzuje największa odporność na gnicie a także wytrzymałość mechaniczna w stosunku do innych gatunków drewna.

Najczęstszymi zjawiskami nieporządanymi dla dębiny jest jej pękanie, pęcznienie oraz oporność na obróbkę. Konieczne jest jej oględne suszenie, a czasami stosowanie sztucznych środków zapobiegawczych. Z racji jej stosunkowo dużych cen nie jest możliwe rozpowszechnienie na liniach PKP PLK. [8]

Materiały polimerowe posiadają zdolność do recyklingu, której nie ma żaden inny materiał. Biorąc pod uwagę LCC (całkowity koszt życia) dla omawianego typu wykazane zostało iż są bardziej opłacalne na przestrzeni swojej teoretycznej żywotności niż wszystkie inne rodzaje podkładów.

Dla minimalizacji procesu pełzania oraz przeciwdziałania stałym odkształceniom, stosuje się dodatek w postaci krótkich włókien szklanych (do 5 mm) w ilości 30-40%. Wpływa to również na stabilność wymiarową oraz cieplną. Istnieją również dodatki spowalniające proces starzenia oraz zwiększające odporność na ogień. Zróżnicowanie struktur

w podkładach polimerowych powoduje iż często są nazywane podkładami kompozytowymi. [9]

W czasie produkcji podkładów kolejowych, tworzywa sztuczne mogą być wykorzystywane na różne sposoby. Omawiając materiały polimerowe w dziedzinie podkładów kolejowych, należy również wspomnieć o funkcji powłok polimerowych. Z uwagi na niskie koszty i łatwość przetwarzania, beton był najczęściej stosowanym materiałem budowlanym w infrastrukturze kolejowej. Dla jego ochrony, rozsądne jest stosowanie specjalnych powłok, chroniących przed degradacją chemiczną, fizyczną bądź biologiczną. Wśród najczęściej stosowanych powłok są chlorowane gumy, akryl, poliester, polietylen, żywica epoksydowa i poliuretanowa, a także materiały termoplastyczne. [10]

Coraz bardziej powszechnym rozwiązaniem dla podkładów jest połączenie polimeru z betonem.

Z uwagi na to, iż materiały termoutwardzalne nie nadają się do recyklingu, producenci wykazują mniejsze zainteresowanie tym rozwiązaniem. Jeśli nie są kruche, mogą być wykorzystywane jako wypełniacz betonu lub innych polimerów. Tworzywa termoutwardzalne zwane również żywicami, posiadają trójwymiarową sieć wiązań dzięki czemu są wytrzymalsze od termoplastycznych, a co za tym idzie również bardziej kosztowne. Dzięki nim, tworzy się polimero-beton, zbudowany ze specjalnego kompozytu mineralno-polimerowego. Osnowę polimero-betonu tworzy żywica poliestrowa, natomiast wypełniacz to piasek, żwir itp. [9]

Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie kompozytów włóknistych dowodzą, iż realne jest ich zastosowanie jako materiału dla podkładów kolejowych. Osiągnięcia te można podzielić na:

- produkowanie nowych podkładów kolejowych zawierających połączenie różnych materiałów z dziedziny kompozytów włóknistych,
- wzmacnianie już istniejących podkładów kolejowych warstwami kompozytów włóknistych.

Australijscy naukowcy jako pierwsi opracowali technologię podkładów polimero-betonowych wzmacnianych dodatkowo włóknem szklanym, które zostały użyte jako zamienniki podkładów drewnianych, stalowych i betonowych.

Wzmacnianie istniejących podkładów zewnętrzną warstwą kompozytową, polega na otoczeniu materiału specjalnym klejem, zawierającym włókno szklane, natomiast wewnętrznie posiadają odpowiednio zmodyfikowany materiał z rdzeniem fenolowym.

Z przeprowadzonych badań wynika, iż podkłady takie są w zupełności spełniają wszelkie wymagania dla podkładu, zarówno pod względem wytrzymałości jak i sztywności. [10]

5. Analiza SWOT podkładów polimerowych wykorzystywanych w Europie

Na podstawie własności podkładów polimerowych została stworzona analiza swot, która przedstawia się następująco:

Tab. 1. Analiza SWOT dla podkładów polimerowych [11] [12]

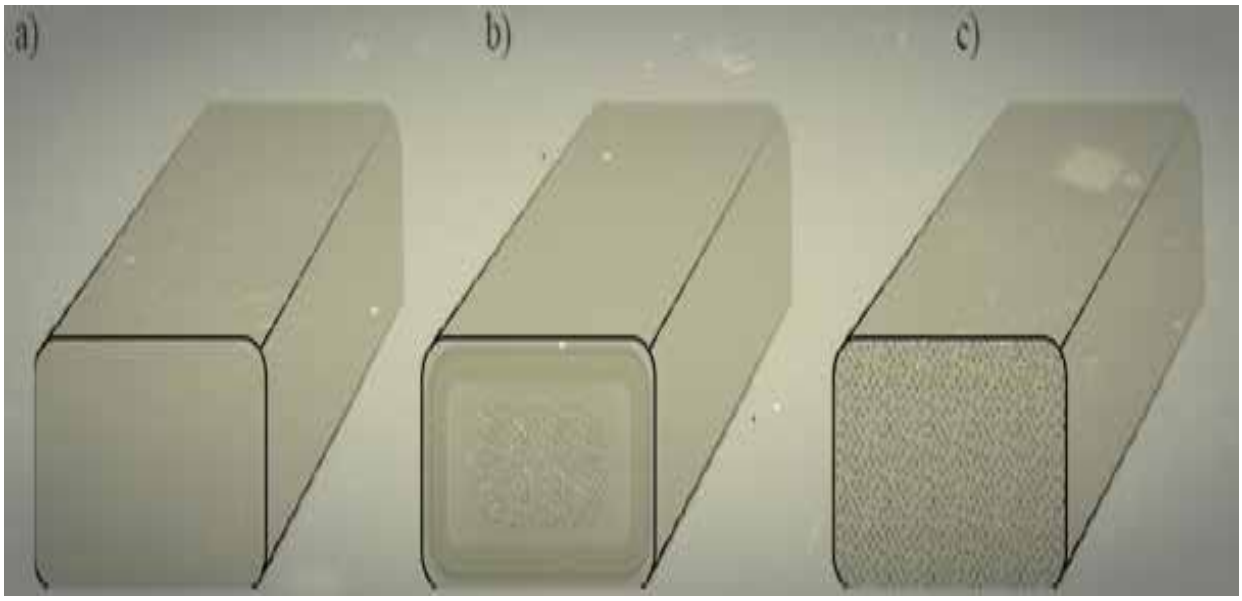
ANALIZA SWOT PODKŁADÓW POLIMEROWYCH	
Mocne strony	Słabe strony
Recykling podkładów	Niska zdolność kotwiczenia do podłoża
Niska emisja hałasu oraz wibracji	Wolny proces produkcji
Niska gęstość	Wysoki koszt produkcji
odporność na korozje, chemikalia i czynniki środowiska	Tendencja do luzowania się mocowań
Duża żywotność	Nie jest możliwie określenie temperatury topnienia polimerów, z uwagi na ich złożoność.
Duża wytrzymałość na zginanie i sztywność, duża wytrzymałość na ścinanie	Występowanie procesu pełzania podkładów oraz relaksacji naprężeń
Duża zdolność przymocowania	
Nieprzepuszczanie wilgoci	
Trzymanie śruby lepsze niż w drewnie	
Waga i obsługa podobna do podkładów drewnianych	
Temperatura zapłonu podkładów drewnianych jest stosunkowo niższa niż w przypadku podkładów polimerowych	
Szanse	Zagrożenia
Optymalizacja struktury podkładu w celu zaoszczędzenia materiału polimerycznego	występowanie efektu pełzania
Usprawnianie technologii wytworzenia	relaksacja naprężeń - luzowanie się mocowań

Przeprowadzanie badań krótko i długo terminowych w celu rozwoju rynku i zwiększaniu zaufania dla alternatywnych materiałów	brak danych dla długotwałego okresu użytkowania, biorąc pod uwagę aspekty takie jak właściwości dynamiczne, odporność na uderzenia, zmęczenie oraz trwałość
Zmniejszenie ilości substancji potencjalnie niebezpiecznych przedostających się do środowiska	Brak danych wpływu promieniowania UV na strukturę
Możliwość powrotu do pierwotnego kształtu podkładu w przypadku odkształcenia podkładu	

5.1. Klasyfikacja podkładów polimerowych wykorzystywanych w Europie:

Podkłady polimerowe można podzielić na 3 różne typy. W każdym typie podkładu, dla otrzymania jak najkorzystniejszej budowy, wprowadzone zostały modyfikacje, które zwiększają jego właściwości:

- **Typ 1**: podkłady o stałej strukturze (Rys. a.),
- **Typ 2:** podkłady o strukturze wielowarstwowej (Rys. b.),
- **Typ 3:** spienione podkłady (Rys. c.).



Rys. 1. Rodzaje struktury podkładów polimerowych [9]

a) **Typ 1:** Podkłady z krótkimi włóknami lub bez wzmacniania włóknami – w skład tej grupy wchodzą podkłady, do których produkcji użyto np. przetworzonych przemysłowych tworzyw sztucznych, kauczuku naturalnego oraz przetworzonej gumy.

b) **Typ 2**: Podkłady z długimi włóknami wzmacniającymi w kierunku wzdłużnym – głównym zastosowaniem tego typu są utwardzone tory kolejowe, w których regulowane są naprężenia w podkładach przez obciążenie zginające.

c) **Typ 3:** Podkłady wzmocnione włóknem w kierunku podłużnym i poprzecznym – osiągnięcia strukturalne tego podkładu można skonstruować poprzez regulację wzmocnień włókien w każdym kierunku zgodnie z określonymi wymaganiami dotyczącymi danych osiągnięć. [11][12]

Tab. 2. Porównanie wad i zalet danych typów podkładów polimerowych [11][12]

	Typ podkładu polimerowego		
	Typ 1	Typ 2	Typ 3
Zalety	Łatwy do wiercenia i cięcia	Łatwy do wiercenia i cięcia	Dobra elastyczność
	Dobra trwałość	Dobra trwałość	Dobra wytrzymałość
	Materiał z recyklingu	Dobra wytrzymałość na zginanie	Łatwy do wiercenia i cięcia
	Twardy	Dobry moduł sprężystości	Dobra ognioodporność
			Wytrzymałość na naprężenia
Wady	Niska sztywność	Średnia wytrzymałość na ścinanie	Wolny proces produkcji
	Ograniczona elastyczność projektowania	Ograniczona elastyczność projektowania	Wysoka cena produkcji
	Wrażliwy na temperaturę	Niska ognioodporność	
	Niska ognioodporność	Średni moduł ścinania	

Tab. 3. Rozwiązania firm wykorzystujące w swej strukturze polimery. [13]

Nazwa firmy	Użyte rozwiązanie
Union Pacific Railroad	podkłady zbudowane z kruchego kauczuku wzmacniane włóknem szklanym oraz mineralnymi wypełniaczami
Demer Corp	podkłady wykonane w 60% z wypełniacza gipsowego i w 40% z polietylenu i polipropylenu o wysokiej gęstości i konsystencji
Sumika Bayer Urethane	powstania podkładów kompozytowych FFU (zbrojone włóknem spienionego uretanu) dodatkowo wzmocnionych włóknem szklanym

STRAILway	podkłady polimerowe spełniające wysokie wymagania. Zbudowane są w 100% z tworzyw sztucznych z recyklingu

Ostatnimi czasy podkłady polimerowe znalazły również zastosowanie w londyńskim metrze. Tom Nosker z Uniwersytetu Rutgers postanowił użyć do tego celu zużyte opakowania. Dla uzyskania wystarczająco wytrzymałej oraz elastycznej struktury, zmieszał on polietylen z polistyrenem, wykorzystując do tego celu torby na zakupy oraz jednorazowe kubki. Współczesna technologia osiąga zaskakujące wyniki w dziedzinie inżynierii materiałowej. Londyńskie metro ma zostać w całej swojej długości posadzone na takich podkładach, zastępując tradycyjne rozwiązania. [13]

Rys. 2. Podkłady poliuretanowe wzmocnione włóknem szklanym stosowane w Japonii [10]

6. Analiza kosztów i LCC (Całkowity Koszt Życia)

Na podstawie kosztów zakupu oraz czasu eksploatacji poszczególnych typów podkładów wykazano, iż najkorzystniejszym cenowo rozwiązaniem dla podkładów jest polimer. Przy obliczeniach nie zostały wzięte pod uwagę koszty utrzymania oraz teoretyczny zwrot kosztów wynikający z recyklingu. Wpływ tych czynników bezdyskusyjnie przesądziłby nad wyborem najbardziej opłacalnego rozwiązania jakim jest konstrukcja polimerowa. Poniższa tabela przedstawia się następująco:

Tab. 4. Porównanie kosztów życia materiałów dla podkładów kolejowych [6]

Właściwości	Drewno	Beton	Stal	Polimer	Polimero - beton

Obsługa i instalacja	Łatwa	Trudna	Trudna	Łatwa	Łatwa
Konserwacja	Częsta	Rzadka	Częsta	Bardzo rzadka	Bardzo rzadka
Wymiana	Łatwa	Trudna	Trudna	Łatwa	Łatwa
Koszt początkowy	Wysoki	Bardzo wysoki	Bardzo wysoki	Bardzo wysoki	Bardzo wysoki
Recykling	Niemożliwy	Niemożliwy	Możliwy	Możliwy	Niemożliwy
koszt wymiany	448 zł/km	650 zł/km	20 - 30 % wartości pierwotnej	przez producenta - tylko koszty transportu	710 zł/km
Żywotność (lata)	15	25	35	60	60
Koszt za podkład wraz z wyposażeniem	210	275	545	650	730
Waga (kg)	60-70	285	70-80	60-70	60-70
Trwałość	Niska	Wysoka	Niska	Wysoka	Wysoka
Odkształcalność	Duża	Mała	Mała	Duża	Mała
Plastyczność	Duża	Mała	Mała	Duża	Mała
Przewodność elektryczna	Mała	Duża	Bardzo duża	Mała	Mała
Wytrzymałość mechaniczna	Wysoka	Niska	Średnia	Wysoka	Wysoka
LCC w skali 100 lat (zł/rok)	24,5	22,25	13,15	7,3	8,1

7. Podsumowanie

Podkłady wykorzystujące materiały polimerowe z recyklingu, charakteryzują się przede wszystkim dużą wytrzymałością i trwałością, a ich waga jest porównywalna z wagą podkładów drewnianych. Pod względem wytrzymałości na obciążenia udarowe i tłumienia drgań oraz stabilności bocznej, często są nazywane lepszym zamiennikiem podkładów drewnianych. Produkty dnia codziennego, z których powstają trwałe struktury podkładów, to między innymi: kartony z mleka, plastikowe torby, wszelkie odpady z tworzyw sztucznych.

Wpływ działania słońca, temperatury i tlenu powoduje widoczne starzenie się materiałów polimerowych. Czynniki chemiczne oraz naprężenia mechaniczne również przyczyniają się do powstawania wspomnianego niekorzystnego efektu. Wielu naukowców wątpi w możliwości polimeru do jego ponownego wykorzystania, argumentując to obniżeniem jakości struktury tego polimeru w przestrzeni czasu.

Temat rozwoju techniki w zakresie materiałów zawsze był pewnego rodzaju zagadką, której ewolucja musi sprostać. Doskonalenie struktur poprzez zmiany ich właściwości usprawniają wszystkie procesy w naszym codziennym życiu. W ciągu ostatnich paru lat, odpowiedzią na stale zadawane pytanie: „Co jest alternatywą dla materiału podkładu kolejowego?”, coraz bardziej oczywiste staje się zastosowanie w swej strukturze materiałów z tworzyw sztucznych.

Beton sam w sobie z uwagi na swoją naturalną kruchość nie jest używany w podkładach. Jednak jest to bardzo trwała struktura, która w połączeniu z polimerem jest w stanie nadać mu trwałe i elastyczne właściwości. Takie połączenie sprawdzające się szczególnie sprawdzałoby się na kolejach dużych prędkości.

Podkłady polimerowe mają tę przewagę nad konwencjonalnymi, że praktycznie się nie niszczą. Pod względem wytrzymałości dorównują tym z betonu, ale ich masa jest wielokrotnie mniejsza. Liczne zalety polimerów wspierają tworzenie lekkich, wytrzymałych podkładów.

Rozwój technologii wytwarzania podkładów polimerowych znacząco zdominował rynek pod wieloma względami. Projektanci nadal sukcesywnie eliminują wszelkie wady związane z trwałością i bezpieczeństwem eksploatacji.

Proces recyklingu skraca łańcuchy polimerowe, zmniejszając równocześnie własności mechaniczne, odporność chemiczną oraz przyspiesza starzenie. Możliwe jest także, znalezienie się bakterii lub grzybów w strukturze materiału z powodu niedostatecznej segregacji odpadów. Pod względem reologicznym, podkłady posiadające polimery są mniej

odporne w stosunku do innych materiałów na zjawiska takie jak pełzanie czy relaksacja naprężeń.[9]

8. Wnioski

Obecnie około 2 milionów podkładów polimerowych oraz polimero-betonowych, znalazło swoje zastosowanie na liniach kolejowych całego świata. Początkowy ich koszt co prawda jest wysoki, ale jest to inwestycja w przyszłość, nie tylko pod względem ekonomicznym ale też ekologicznym oraz technologicznym.

Konieczne są dalsze działania w celu poprawy ich właściwości, oraz testowanie ich w rzeczywistych warunkach, w celu uzyskania odpowiedniego rozwiązania w korzystnej cenie. Prowadzenie tych działań, z pewnością pozwoli skonstruować typ podkładu przyszłości.

Opracowanie norm krajowych i międzynarodowych zachęci do przyjęcia materiałów polimerowych jako alternatywnego podkładu kolejowego. Obecne zastosowania materiałów polimerowych dla podkładów kolejowych są głównie w fazie zakończenia testów i trudno mówić o wartościach ich zużycia. Aczkolwiek, w niektórych krajach takie podkłady zostały już dopuszczone do eksploatacji.

Rzeczywiste próby wprowadzenia materiałów polimerowych do podkładów kolejowych mają pewne sukcesy, które zakończyły się opatentowanymi produktami handlowymi. Chociaż zidentyfikowano i rozwiązano najważniejsze problemy dotyczące wydajności, ciągle wymagana jest stałe monitorowanie ich reakcji na różne czynniki, mające wpływ na bezpieczeństwo.

Jeśli chodzi o polimery, zauważono szczególne nimi zainteresowanie w dziedzinie budowy przejazdów. Dzięki recyklingowi odpadów z tworzyw sztucznych, można zarówno przyczynić się do ochrony środowiska, jak również zaoszczędzić na kosztach. Z racji tego, iż podkłady kompozytowe o osnowie polimerowej są wytrzymałe, niezawodne oraz wymagają rzadszej konserwacji niż inne typy, z roku na rok coraz więcej patentów znajduje swoje miejsce na rynku. Z tego też powodu można stwierdzić, iż idea wykorzystywania polimerów w tej branży zaczyna przybierać charakter globalny, niekonkurencyjny z innymi typami ze względy na swoje unikalne właściwości.

9. Bibliografia

[1]Bałuch H., Basiewicz T., Czubaczyński J., Mizgalski R., Semrau A. (praca zbiorowa) Zmechanizowane utrzymanie nawierzchni kolejowej, Warszawa, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1970, N-6-348.

[2]Marszałek J., Budownictwo komunikacyjne, Warszawa, Bel Studio, 2016, ISBN 078- 83-7798- 193- 1.

[3]Rakusa - Suszczewski E., Krepski A., Podkłady i podrozjazdnice, Warszawa, Wydawnictw Komunikacyjne, 1956.

[4]Kozłowski R. (red.), Andrzejczak-Paderewska I., Znaczenie i skutki budowy wybranych elementów infrastruktury nowoczesnego transportu kolejowego, Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2012, ISBN 978-83-7525-631-4.

[5]http://www.sicut.co.uk/wp-content/uploads/2017/05/PWI-Final-Article.pdf

[6]Materiały dydaktyczne firmy Infra SILESIA S.A.

[7]Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej: XIII *Konferencja Naukowo-Techniczna*, Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2005, PL ISSN 0434-0779.

[8]http://www.sicut.co.uk/product-portfolio/ecotrax-railway-sleepers/

[9]Wierzbicki Ł, Ćwiek J., Labisz K., Konieczny J., Młyńczak J., Surma Sz., Possibilities of use polymeric materials for railway sleepers, IX International Conference, 2017.

[10]http://web.karabuk.edu.tr/cihanmizrak/pdf/426.pdf

[11]Recent Australian Developments In fibre Composite Railway Sleepers

[12]Composite railway sleepers – Recent developments, challenges and future prospects

[13]http://www.wnp.pl/wiadomosci/23966.html

DOKĄD PODĄŻY KOLEJ?

Marcin Olgierd Grupiński
Akademia WSB

Obserwacja rynku kolejowego poza granicami Rzeczpospolitej Polski sprawia nieopisaną przyjemność, gdy dostrzega się sukcesy prywatnych przedsiębiorców, którzy skazywani przez wielu na porażkę udowadniają, że pomimo teoretycznej przewagi transportu indywidualnego, kolej jako element publicznego transportu zbiorowego może stanowić dla niego poważną konkurencję, przekonując do siebie również te osoby, które wcześniej nie wyobrażały sobie życia bez własnych czterech kółek, traktując wręcz inny sposób podróżowania jako karę.

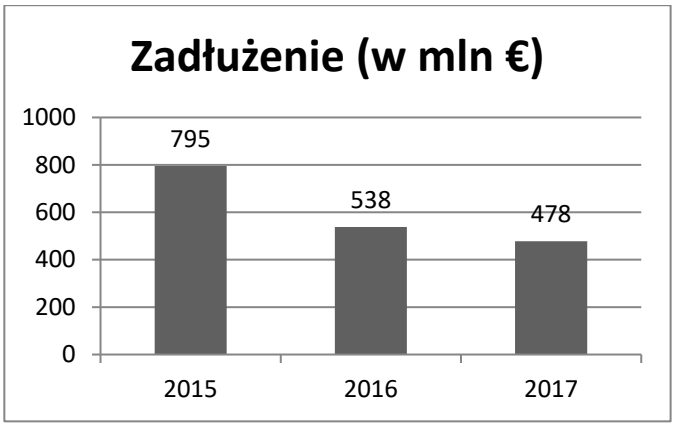
Perspektywa liberalizacji transportu kolejowego na obszarze Unii Europejskiej stanowi niezwykle pozytywny aspekt, który wzorem sytuacji na rynku przewozów autobusowych, może doprowadzić do intensywnego rozwoju całej branży kolejowej, wykorzystując w tym celu olbrzymi kapitał zewnętrzny, bez konieczności nieetycznego redystrybuowania pieniędzy odebranych uprzednio podatnikom. Taka forma finansowania przewozów doprowadziła do niezwykle absurdalnej oraz niebezpiecznej sytuacji, w której oddelegowany do tego zadania urzędnik, a nie potencjalny klient bezpośrednio korzystający z danej usługi, staje się postacią decydującą o specyfice przewozów realizowanych przez konkretny podmiot na określonym obszarze. W ten sposób jesteśmy poniekąd zdani na „łaskę" osoby, która może w niewłaściwy sposób zinterpretować potrzeby transportowe obywateli zamieszkujących dany obszar. Niewłaściwe funkcjonowanie systemu transportowego może przełożyć się na mniejsze zyski z tytułu realizacji przewozów, jak również pogłębienie problemu kongestii poprzez wzrost liczby pojazdów poruszających się po drogach kołowych, z racji zmniejszenia zainteresowania publicznym transportem zbiorowym.

Nieprawdopodobny sukces prywatnego przewoźnika pasażerskiego Nuovo Transporto Viaggiatori (co w języku włoskim oznacza dosłownie Nowy Transport Pasażerski), uruchamiającego połączenia kolei dużych prędkości we Włoszech, skłonił mnie poniekąd do rozważań nad prawidłowym kierunkiem ekspansji transportu kolejowego w aspekcie przewozów pasażerskich. Dzisiaj transport pasażerów można właściwie podzielić na dalekobieżny (obejmujący przewozy krajowe oraz międzynarodowe, koleje dużych prędkości oraz inne kategorie komercyjne skierowane do mniej zamożnych oraz niewiele oczekujących klientów) i lokalny (obejmujący transport aglomeracyjny, regionalny, lub miejski). W obu przypadkach rolę fundamentalnej gałęzi transportu pełni transport drogowy.

Koleje dużych prędkości

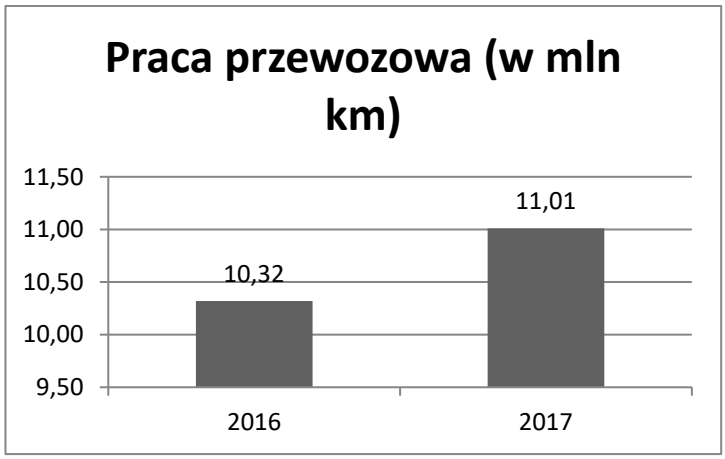
Nie ulega wątpliwości, iż koszt wejścia na rynek kolejowy jest jedną z determinant niewielkiego zainteresowania tą gałęzią transportu wśród prywatnych przedsiębiorców, którzy nastawieni na szybki zysk chętniej zwracają się z upodobaniem w kierunku transportu drogowego, gdzie bariera wejścia jest zdecydowanie niższa. Należy sobie jednak zadać pytanie, czy koszt wejścia powinien być jedynym aspektem decydującym o funkcjonowaniu przedsiębiorstwa w danej branży, tym bardziej że pojazdy szynowe z natury mają zdecydowanie większą żywotność, aniżeli pojazdy wykorzystywane w transporcie drogowym. O ile jednak w branży dalekobieżnych przewozów kolejowych mamy dzisiaj kilku prywatnych potentatów, o tyle kolej dużych prędkości była traktowana przez dłuższy okres jako enklawa państwa, głównie przez wspomnianą barierę wejścia.

Wymóg wniesienia olbrzymiego kapitału nie przestraszył jednak czterech prywatnych inwestorów z Włoch, którzy „znudzeni" monopolem włoskiego przewoźnika Trenitalia, niedługo po pozytywnej decyzji włoskiego rządu odnośnie liberalizacji rynku kolejowego, postanowili przeznaczyć olbrzymi kapitał na rzecz uruchomienia własnych pasażerskich przewozów kolejowych, wykorzystując w tym celu nowe elektryczne zespoły trakcyjne o parametrach zbliżonych do pociągów Pendolino eksploatowanych dotychczas przez Trenitalia. Włoski biznesmen Luca Cordero di Montezemolo był znany z ryzykownych przedsięwzięć, jednakże NTV było dla niego czymś zupełnie nowym. On, jak i pozostała czwórka przez pierwsze lata funkcjonowania przewoźnika obawiali się zawirowań finansowych, które doprowadziłyby do rychłego bankructwa całego projektu. Co jednak najistotniejsze, nigdy nie podjęli decyzji o choćby delikatnej zmianie strategii rozwoju firmy, stawiając na stabilność oraz pewność, która przyniosła im nieopisane zaufanie klientów oraz długo oczekiwany przychód z wykonywanych usług.

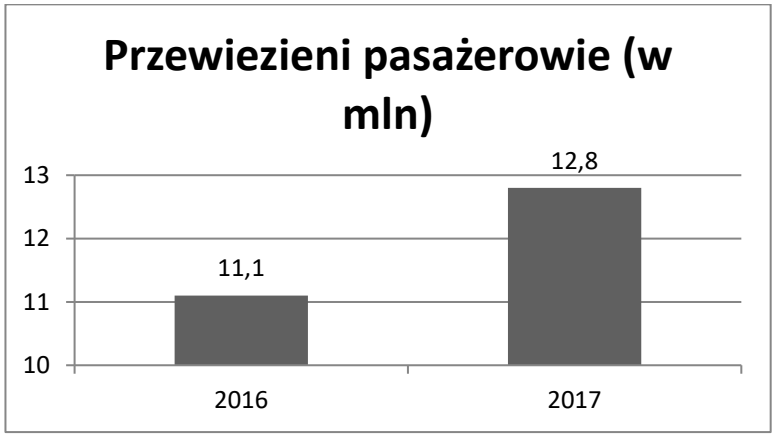


Opracowanie własne na podstawie danych z oficjalnej strony internetowej przewoźnika Nuovo Transporto Viaggiatori, italospa.italotreno.it (dostęp 18.05.2018 r.)

Analizując powyższy wykres należy wziąć pod uwagę, iż w ostatnich latach przewoźnik po raz kolejny zainwestował w nowy tabor kolejowy do obsługi zupełnie nowych połączeń, co miało wpływ na zdecydowanie wolniejsze tempo spłaty istniejącego zadłużenia. Ponadto przedsiębiorstwo Nuovo Transporto Viaggiatori poszerzyło zasięg swoich usług za pomocą autobusów skomunikowanych z pociągami, docierających do miejsc, w których trudno o sprawny rozwój transportu kolejowego. Wprowadzone modyfikacje w sieci połączeń przewoźnika spowodowały wzrost wykonywanej pracy przewozowej o ponad 7%, przy wzroście liczby pasażerów o 15%, co potwierdza skuteczność działań podejmowanych przez NTV w zakresie poszerzania dostępności do swojej oferty, dla zupełnie nowej grupy klientów.



Opracowanie własne na podstawie danych z oficjalnej strony internetowej przewoźnika Nuovo Transporto Viaggiatori, italospa.italotreno.it (dostęp 18.05.2018 r.)



Opracowanie własne na podstawie danych z oficjalnej strony internetowej przewoźnika Nuovo Transporto Viaggiatori, italospa.italotreno.it (dostęp 18.05.2018 r.)

Dalekobieżne połączenia komercyjne

W roku 2009 władze Republiki Czeskiej zadecydowały o liberalizacji dostępu do infrastruktury kolejowej oraz wprowadzeniu równych warunków dla wszystkich

przewoźników realizujących przewozy pasażerskie na odcinku Ostrawa – Praga, licząc na uzupełnienie dotychczasowej oferty przewozowej państwowego monopolisty. Wysoki standard techniczny infrastruktury kolejowej na tym dystansie przyciągnął na rynek trzy nowe przedsiębiorstwa, przy czym dwa funkcjonują do dzisiaj i dzięki wykonywaniu połączeń na wspomnianym wcześniej odcinku, osiągnęły one zaskakująco dobre wyniki, które w szybkim czasie pozwoliły znacznie poszerzyć sieć połączeń, wykorzystując do tego również transport drogowy. Zmniejszenie dotacji dla przewozów dalekobieżnych na tym odcinku umożliwiło również przeznaczenie tych pieniędzy na rzecz infrastruktury kolejowej i podnoszenia jej standardu, pozwalając na uatrakcyjnienie kolei względem transportu indywidualnego.

Badania przeprowadzone w czeskim Uniwersytecie Masaryka potwierdziły, iż wprowadzenie wolnego rynku w zakresie pasażerskich przewozów kolejowych spowodowało wzrost liczby pasażerów na tym odcinku w latach 2010-2015 o ponad 92%, przy czym w 2015 roku aż 59% udziałów w rynku posiadały podmioty prywatne. Pomimo malejącej przepustowości linii kolejowych łączących Ostrawę z Pragą, wzmacniającego się zachowania antykonkurencyjnego wynikającego ze zmiany rządu, braku dedykowanego organu nadzorującego oraz braku integracji taryfowej, pasażerowie z ogromną przyjemnością decydują się na przejazd koleją zamiast prywatnym samochodem.

Na drugim biegunie dyskusji leży kwestia rynku kolejowego w Zjednoczonym Królestwie, który niezwykle często jest prezentowany jako konsekwencja liberalizacji transportu zbiorowego, z uwagi na skrajnie wysokie opłaty za przejazd, często zupełnie nieproporcjonalne do usług oferowanych przez przewoźników. Niewiele osób jednak zwraca uwagę na genezę tej konkretnej sytuacji. W połowie lat 90-tych podjęto decyzję o prywatyzacji British Rail w celu poszukiwania inwestorów, którzy przyczyniliby się do ratowania tej podupadającej w Wielkiej Brytanii gałęzi transportu. Zamiast jednak zachować całą infrastrukturę w jednym podmiocie, zadecydowano o podziale sieci na kilkanaście obszarów, określanych mianem franszyzy.

Prywatny podmiot otrzymujący koncesję nie uzyskuje więc tylko prawa do realizacji przewozów pasażerskich, ale także zyskuje całkowitą kontrolę nad infrastrukturą kolejową. Przekazywanie infrastruktury przewoźnikom spowodowało, że wiele spółek przez lata blokowało wejście na rynek dla podmiotów zewnętrznych, wprowadzając monopol na swoje usługi. Gdy koszt utrzymania infrastruktury istotnie wzrósł, a przychodów z innych źródeł po prostu brakowało, pojawił się problem z jej finansowaniem, co w efekcie doprowadziło do znacznego podwyższenia cen za przejazd.

Rozporządzenie Komisji Europejskiej oraz przygotowywany przez Komisję Transportu w Parlamencie Europejskim dokument wdrażający w życie IV Pakiet Kolejowy, teoretycznie wymusiły na wszystkich podmiotach odpowiadających za infrastrukturę kolejową w Wielkiej Brytanii, utworzenie procedury przyznawania Otwartego Dostępu, a co za tym idzie otwarcia rynku dla innych podmiotów. Niestety tego typu działania nadal nie pozwalają na prowadzenie uczciwej konkurencji, ponieważ mniejsze spółki nadal są w pełni zależne od decyzji urzędników.

Połączenia regionalne

Jeżeli wspominamy o liberalizacji rynku, to o ile na Świecie możemy znaleźć przykłady prywatnej działalności w kontekście przewozów dalekobieżnych, o tyle trudno odnaleźć przykład kolei regionalnych, które działają samoistnie bez zewnętrznego wpływu państwa, tudzież samorządu. Wynika to m.in. z podejścia państw Unii Europejskiej, które niekoniecznie wyrażają pozytywne nastawienie względem prywatnej działalności w tym konkretnym sektorze, choć część argumentacji pokrywa się częściowo z przeciwnikami wprowadzania systemu prywatnej kolei w kolejach dużych prędkości, głównie ze względu na potencjalnie wysokie koszty wykonywania połączeń oraz wysoką barierę wejścia. Istnieje jednak spore prawdopodobieństwo, iż działalność przewoźnika w zakresie przewozów lokalnych może przynieść zysk, jednakże w takich przypadkach ofertę przewozową powinno się dostosowywać do zupełnie innego spektrum klienta, niż w poprzednich dwóch przypadkach.

Gdy chodzi o przewozy na krótszym dystansie, zdecydowana większość pasażerów, to osoby podróżujące niemalże codziennie do pracy, lub szkoły, wykonujące podstawowe czynności związane z funkcjonowaniem człowieka, dlatego wszelka oferta przewozowa powinna być skierowana przede wszystkim wobec tych osób, ponieważ to oni stanowią największą grupę potencjalnych klientów, którzy dotychczas niezwykle często zamiast transportu publicznego wybierali środki transportu indywidualnego. Oczywiście oferta przewozowa powinna uwzględniać także klientów jednorazowych, jednakże nie powinno to być priorytetem przy organizacji oferty takiego przewoźnika.

Podmioty realizujące przewozy w regionach powinny być świadome konkurencji ze strony transportu indywidualnego. Bardzo istotnym aspektem jest więc rozpoznanie potrzeb klientów oraz aspektów, które decydują o wyborze środka transportu indywidualnego, a jestem przekonany, że są to nie tylko kwestie ekonomiczne, ale również takie związane z dostępnością. Właśnie z tego punktu widzenia ciężko przyznać rację oponentom w dyskusjach o publicznym transporcie zbiorowym, ponieważ zarzuca się prywatnym

przewoźnikom, że myślą wyłącznie o tym jak wykreślić konkurencję oraz wprowadzić monopol.

Oczywiście, jeżeli mamy do czynienia z takimi sytuacjami, to należy je bezwzględnie piętnować, jednakże nie wynika to wcale z samej specyfiki prywatnej działalności, czy "krwiożerczego" w skutkach kapitalizmu, ale wyraźnej nieświadomości prywatnych przedsiębiorców oraz podejmowania przez nich często nieprzemyślanych decyzji. Walcząc z przedsiębiorcami, walczymy tak naprawdę z klientami, odbierając im możliwość podróżowania często za zdecydowanie mniejsze pieniądze, a zdarza się że również w o wiele wyższym standardzie. Próbując eliminować prywatną działalność gospodarczą skazujemy siebie na jeszcze gorszą sytuację transportową, głównie tam gdzie samorządy nie wyrażają chęci rozbudowy oferty i nie opisuję tutaj wyłącznie sytuacji na odcinkach łączących województwa, ale również połączeniach przy granicach województw, które są traktowane jak pewnego rodzaju nadbagaż.

Przedsiębiorcy uczą się całe życie, a gdy nie mają na kim się wzorować, to popełniają mnóstwo błędów. Jeżeli sposobem na uniknięcie pewnych patologii jest dzisiaj całkowita eliminacja prywatnej działalności gospodarczej, a nie edukacja w zakresie poprawnego wykonywania usług, to nie jestem przekonany czy w najbliższych latach w przypadku przewozów kolejowych nastąpi jakakolwiek znacząca rewolucja. Samorządy odbierają mieszkańcom coraz więcej pieniędzy, tworząc olbrzymie zadłużenia, które będą spłacać kolejne pokolenia. Nikt dzisiaj nie myśli perspektywicznie i wszyscy boją się negatywnych skutków, które takim myśleniem raczej przyciągają.

Podsumowanie

Odpowiadając jednak na pytanie zawarte w tytule tej pracy, wiele zależy od tego, czy podejmiemy ryzyko związane z całkowitym wprowadzeniem prywatnej działalności gospodarczej, czy jednak zamkniemy na wsparcie ze strony zewnętrznego kapitału, co najprawdopodobniej przekreśli transport szynowy, spychając go na jeszcze większy margines niż ma to miejsce dzisiaj. Wiele zależy również od tego, w jakim kierunku rozwijać się będzie społeczeństwo. Czy naszym priorytetem staną się szybkie podróże na dłuższym dystansie, a może jednak będziemy chcieli być bardziej mobilni w swoim najbliższym otoczeniu? Ważne, by w obu przypadkach umożliwiać rozwój branży kolejowej, nie blokując go ani biurokracją, ani państwowym monopolem.

"Jeśli ktoś walczy o wolny rynek i wolną konkurencję, nie staje w obronie tych, którzy są już bogaci, lecz zabiega o swobodę działania dla anonimowych ludzi, którzy niebawem

zostaną przedsiębiorcami, a ich pomysłowość sprawi, że życie przyszłych pokoleń stanie się lżejsze."

~Ludwig von Mises

Bibliografia

Dane ze strony internetowej przewoźnika Nuovo Transporto Viaggiatori, italospa.italotreno.it (dostęp 18.05.2018 r.)

Open Access Passenger Rail Competition – Round Table Report, Zdeněk Tomeš, Monika Jandová Review of Economic Perspectives / Národohospodářský obzor, Uniwersytet Masaryka, Wydział Ekonomii i Administracji, Brno, Republika Czeska, 2017

SYSTEM INFORMACJI PASAŻERSKIEJ NA DWORCU I W POCIĄGU

Jurand Nowak

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

1. Wstęp

Poniższa praca dotyczy stworzenia Systemu Informacji Pasażerskiej, dostosowanego do realiów współczesnych czasów. SIP - by właściwie spełniał swoją rolę - powinien posiadać cechy takie jak: przejrzystość, intuicyjność, odróżnialność, oszczędność, uniwersalność, prostota, czytelność oraz wysoka jakość wykonania. Powinien być również zunifikowany, jednolity i estetyczny. Rolą systemu jest rzetelne i proste przekazywanie informacji, kierowanie potokami ludzi oraz zapewnienie bezpieczeństwa.

2. Wzorce i antywzorce

Wśród krajowych i zagranicznych systemów informacji pasażerskiej możemy wyróżnić takie, które spełniają swoją funkcje i mogą być wzorem do powielania. Są jednak takie przypadki, gdzie zastosowany SIP nie działa należycie. Takie przykłady to anty-wzorce. Analizując istniejące systemy informacji pasażerskiej wypracować można najbardziej optymalne rozwiązanie.

3. System informacji na dworcu kolejowym

Centralny punkt informacyjny - jest to pomysł, który polega na wytyczeniu centralnej, ogólnodostępnej przestrzeni dworca, na której zostanie umieszczony multimedialny plan dworca w postaci jednego lub dwóch ustawionych tyłem do siebie monitorów dotykowych. Na ekranie takiego urządzenia będzie dostępny interaktywny plan dworca, za pomocą którego można będzie zapoznać się z planem budynku i otrzymać wskazówki dojścia na peron lub do toalety.

Kolejnym pomysłem są punktowe oznaczenia poziome - system oznaczeń kompatybilny z centralnym punktem informacyjnym i zaczynający się w tym samym miejscu. Składnikami tego systemu są kolorowe koła lub linie naklejane na posadzkę dworca. Każdy kolor przyporządkowany byłby określonemu celowi, na przykład: do kas prowadziłyby koła koloru zielonego, a do toalet te czerwone. Położenie kolorowych kręgów lub pasów mogłoby pokrywać się z drogą dla osób niewidomych.

Innym możliwym rozwiązaniem jest biletowy system informacyjny, polegający na wykorzystaniu przestrzeni biletu do informowania o miejscu odjazdu, stacjach pośrednich,

opóźnieniach itp. Jedyne co należy zrobić to umieścić bilet w specjalnym czytniku, który zbierze dane z kodu QR i przedstawi je na ekranie multimedialnym. Bilet można zeskanować również za pomocą telefonu komórkowego i odczytać za pomocą aplikacji mobilnej.

Ostatnim dodatkiem są mapy językowe czyli przewodniki w różnych językach. To element, który stosowany jest na niektórych lotniskach w Europie. W związku ze zwiększoną ilością obcokrajowców należy zadbać by również osoby niemówiące po polsku nie miały problemu ze znalezieniem poszukiwanego. miejsca. W związku z tym proponuje wydrukować plany dworca w sześciu najpopularniejszych europejskich językach i umieścić je w pobliżu centralnego punktu informacyjnego. Plan swoją wielkością i grubością powinien przypominać kinową ulotkę. Z jednej strony plan dworca z numeracją a z drugiej opis w danym języku.

Oprócz zupełnie nowych elementów, które mają za zadanie usprawnienie komunikacji na dworcach, należy zadbać by istniejące oznakowanie spełniało swoją funkcje. W tym celu należy dokonać kilku napraw obecnego systemu informacji pasażerskiej.

Oprócz zupełnie nowych pomysłów należy wziąć pod uwagę istniejące systemy informacji pasażerskiej. Jednym z powszechnie stosowanych oznakowań są piktogramy czyli przedstawienia pewnego pojęcia za pomocą obrazka. Dzięki tego typu środkom można oznaczyć prawie wszystko. Za sprawą piktogramów - które w wielu krajach są takie same lub podobne - bariery nie stanowi już język. Uniwersalizm pisma obrazkowego sprawia, że jest on chętnie używany przez projektantów systemów informacji pasażerskiej na dworcach. Mimo licznych zalet piktogramów niektóre z nich są nieczytelne lub nawet mylące. Starałem się odgadnąć znaczenie poszczególnych obrazków, a jeżeli nie zgadzało się ono z założeniami to wykonywałem dany piktogram od nowa.

Naprawy wymajają również oznaczenia dróg dla niewidomych i niedowidzących. Problem oznaczenia takich dróg polega na tym, że nie są one widoczne dla innych pasażerów i niejednokrotnie zastawiane przez nich bagażami. Drugą kwestią dotyczącą guzków, które służą niewidomym jest fakt, że nie każdy wie iż właśnie takie przeznaczenie ma ich instalacja. W celu zwiększenia świadomości przechodniów należy poprawić widoczność dróg dla osób niewidomych oraz umieścić informacje o takiej drodze na posadzce.

Ważną rzeczą na dworcu kolejowym są rozkłady jazdy. Dla osób słabo widzących sprawdzenie kiedy odjeżdża pociąg może sprawić problem, gdyż czcionka użyta wykonania rozkładu jest bardzo mała (mimo, że najczęściej rozkład wykonuje się na kartkach nieco większych niż A3). Rozwiązaniem tego problemu jest jedynie zmiana graficzna. Zamiast wypisywać kursy według godzin można zebrać pociągi o takich samych trasach i wypisać wszystkie godziny o których odjeżdża pociąg. Oszczędza to bardzo dużo miejsca przez co

można powiększyć czcionkę co pomoże osobom niedowidzącym. Postanowiłem nie projektować rozkładu jazdy ponieważ z tego typu planów korzystają zarządy transportu miejskiego w wielu Polskich miastach.

4. System informacji w pociągu

Informacja pasażerska potrzebna jest zarówno na dworcu jak i w pociągu. Zmienia się jej charakter i środki użyte do jej realizacji ale cele pozostają takie same.

Analogicznie jak było to w przypadku systemu na dworcu również w pociągu SIP wymaga wdrożenia nowych rozwiązań oraz modyfikacji obecnych środków przekazu. Innowacyjnym pomysłem, służącym do prezentacji komunikatów jest zastosowanie rzutników zainstalowanych na suficie, w centralnej części wagonu. Rozwiązanie to może okazać się szczególnie przydatne w razie wypadku i potrzeby ewakuacji z pociągu.

Wśród modyfikacji systemu wspomnieć należy o skróceniu komunikatów głosowych. Obecnie komunikaty w pociągach dalekobieżnych brzmią: Szanowni Państwo, zgodnie z rozkładem jazdy zbliżamy się do stacji Katowice. Osoby wysiadające prosimy o sprawdzenie czy w przedziale nie pozostał bagaż i rzeczy osobiste. Dziękujemy Państwu za wybranie podróży pociągiem intercity. W nowym brzmieniu komunikaty mogłyby brzmieć: Szanowni Państwo, zbliżamy się do stacji Katowice, dziękujemy za wspólną podróż. Ladies and Gentlemen, we are approaching the Katowice station, thank you for the common journey. W zamian za skrócenie komunikatu można podać go drugi raz w języku angielskim.

System informacji pasażerskiej jako monitory dotykowe to element spotykany w samolotach liniowych. W pociągu rolę monitora pełnić może telefon lub tablet należący do pasażera. Obecnie takie rozwiązanie przyjęły koleje czeskie. Aby skorzystać z wirtualnego Systemu Informacji Pasażerskiej wystarczy uruchomić usługę wifi na swoim urządzeniu przenośnym. Na portalu zamieszczone są informacje o trasie pociągu, aktualnym położeniu, prędkości oraz o czasie przyjazdu. Dostępny jest również obraz z kamery umieszczonej na czole składu.

Kolejnym elementem, który warto czerpać z transportu lotniczego są broszury informacyjne. Dzięki informacjom zobrazowanym za pomocą czytelnych grafik pasażerowie mogą poznać niezbędne procedury bezpieczeństwa. Broszura powinna być umieszczana podobnie jak jest to czynione w samolotach – w schowku przed pasażerem.

Najprostszym środkiem przekazu informacji są piktogramy. W związku z tym tekst w pociągu powinien zostać ograniczony do minimum, w zamian za to informacja pasażerska powinna być realizowana poprzez system piktogramów. Dzięki technologii nie trzeba już

instalować piktogramów (na stalowych tabliczkach lub przyklejanych) na ścianie wagonu. Informację obrazkową realizować można za pomocą wyświetlaczy z e-papieru. Pozwoli to w każdej chwili zmienić piktogram, bez wpływy na estetykę wagonu.

Wśród dobrych praktyk stosowanych w pociągach ciekawym przykładem jest mapa aktualnego położenia. Rozwiązanie to polega na wyświetleniu osi z nazwami przystanków oraz punktu reprezentującego bieżące położenie pojazdu.

5. Podsumowanie

System informacji pasażerskiej jest niezbędny z punktu widzenia podróżnych. Dobrze zaprojektowany i wykonany system pozwala na łatwą komunikację. Z punktu widzenia zarządcy budynku i przewoźnika SIP również jest konieczny, pozwala bowiem zachować bezpieczeństwo. Rozwiązania zaproponowane w powyższym projekcie pozwolą usprawnić obecny system.

6. Bibliografia

1. Janusz Poliński - Informacja pasażerska na kolei
2. Ewelina Grądziel - ocena użyteczności systemów dynamicznej informacji pasażerskiej na przykładzie Warszawy i Moskwy
3. www.dysten.pl/system-informacji-pasazerskiej-dla-kolei
4. pixel.pl/pl/system-informacji-pasazerskiej-kolej

URZĄD
TRANSPORTU
KOLEJOWEGO