TRANSPORT KOLEJOWY 2019
Przeszłość – Teraźniejszość – Przyszłość

URZĄD TRANSPORTU KOLEJOWEGO

niepodległa

POLSKA STULECIE ODZYSKANIA NIEPODLEGŁOŚCI

Warszawa 2019

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

W dokumencie użyto ikon ze strony www.flaticon.com stworzonych przez Freepik

ISBN 978-83-65709-38-7

dr inż. Ignacy Góra
Prezes
Urzędu Transportu Kolejowego

Szanowni Państwo,

Urząd Transportu Kolejowego już trzeci raz zorganizował konferencję „Transport kolejowy. Przeszłość – Teraźniejszość – Przyszłość". Wydarzenie niezmiennie cieszy się popularnością, szczególnie wśród młodych naukowców zainteresowanych koleją.

Jestem przekonany, że kolej to przyszłość. Branża potrzebuje inżynierów, którzy z pasją wykonują codzienną pracę, ale także będą patrzeć perspektywicznie i dostarczać nowoczesne rozwiązania zwiększające bezpieczeństwo i poprawiające komfort podróżowania pociągami. Rozwój kolei ma ogromny wpływ na koniunkturę w całej gospodarce. Obecnie planowane inwestycje w infrastrukturę i tabor w ramach Krajowego Programu Kolejowego mogą przekroczyć 70 mld zł. To największy w historii polskiej kolei program modernizacyjny. To także ogromna szansa i dla nauki, i dla przemysłu, a szczególnie dla zastosowania w praktyce nowych rozwiązań technologicznych.

Efektem Konferencji jest niniejsza publikacja prezentująca zgłoszone referaty. Dotyczą one różnych obszarów kolejnictwa: od efektywności załadunku pociągu intermodalnego do planów rozwoju kolei związanych z projektem Centralnego Portu Komunikacyjnego oraz systemami kolei magnetycznej. Duże zainteresowanie Konferencją jest dowodem, że takie spotkania są potrzebne i mają sens. Udział w wydarzeniu zorganizowanym przez UTK pozwolił wszystkim spojrzeć na tematy związane z koleją z wielu perspektyw, umożliwił wymianę doświadczeń i prezentację dobrych praktyk kolejowych. Jest to o tyle istotne dla mnie, gdyż Urząd Transportu Kolejowego nie może ograniczać się jedynie do obserwacji zmian na rynku, ale również je współtworzyć.

Dziękuję Komitetowi Programowemu i Komitetowi Naukowemu konferencji za zaangażowanie w przygotowanie i przeprowadzenie Konferencji. Jestem niezmiernie rad, że mogłem gościć wszystkich uczestników konferencji w Urzędzie Transportu Kolejowego. Życzę Państwu interesującej lektury oraz wielu twórczych inspiracji.

Z poważaniem

OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWO – TECHNICZNA
TRANSPORT KOLEJOWY 2019
PRZESZŁOŚĆ – TERAŹNIEJSZOŚĆ - PRZYSZŁOŚĆ

KOMITET PROGRAMOWY

Radosław Pacewicz
Kamil Wilde
Małgorzata Kalata
Katarzyna Szadkowska
Krzysztof Kulka
Przemysław Skubisz
Paweł Rolek
Karol Kłosowski
Maciej Kokot
Alicja Kozłowska
Piotr Szczepaniak
Marcin Trela
Grzegorz Prusik
Jan Siudecki
Aleksander Drzewiecki
Krzysztof Plewa
Tomasz Kuminek

KOMITET NAUKOWY

dr inż. Ignacy Góra - Prezes Urzędu Transportu Kolejowego

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

dr inż. Andrzej Kochan – Politechnika Warszawska

dr hab. inż. Jakub Młyńczak, prof. PŚ – Politechnika Śląska

dr inż. Grzegorz Zając – Politechnika Krakowska

dr inż. Zbigniew Kędra – Politechnika Gdańska

dr inż. Wojciech Gamon – Akademia WSB

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

dr inż. Paweł Rolek – Urząd Transportu Kolejowego

dr inż. Aleksander Drzewiecki – Urząd Transportu Kolejowego

dr inż. Tomasz Kuminek – Urząd Transportu Kolejowego

SPIS TREŚCI

ABSTRAKTY 6

REFERATY 27

Badania eksploatacyjne zestawów kołowych w aspekcie wpływu zmian wartości cech diagnostycznych na bezpieczeństwo pojazdów szynowych 28

Efektywność załadunku pociągu intermodalnego 36

Analiza współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną z wykorzystaniem monitoringu wizyjnego lokomotywy 45

System ewidencji przekaźników eksploatowanych w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym przez Jastrzębską Spółkę Kolejową sp. z o.o. 58

Koncepcje zwiększenia efektywności przewozów kolejowych na linii kolejowej nr 213 67

Elementy bezpieczeństwa biernego i czynnego w Taborze Kolejowym 84

Projektowanie peronów kolejowych w aspekcie tsi oraz wewnętrznych przepisów zarządcy infrastruktury 102

Wprowadzenie pojęcia struktury rodzajowej ruchu do kategoryzacji przejazdu kolejowego 114

Tory do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożący towary niebezpieczne – warunki projektowe oraz rozwiązania techniczne 120

Dostosowanie transportu szynowego do przewozu osób niepełnosprawnych o ograniczonej możliwości poruszania się kiedyś a teraz oraz kierunek dalszego rozwoju 130

Rozwój infrastruktury kolejowej na południowym wschodzie polski w kontekście idei budowy centralnego portu komunikacyjnego 142

Sytuacja transportu kolejowego w wybranych państwach unii europejskiej 156

Odzysk kruszyw na kolei 173

Kolej magnetyczna – co dalej? Przyszłość nietypowego pomysłu 189

Problem widoczności na niestrzeżonych przejazdach kolejowych 195

Współczesne urządzenia sterowania ruchem kolejowym jako skuteczny sposób na rozwiązanie problemu niskiej przepustowości linii kolejowych w polsce 215

Wpływ podstacji trakcyjnych prądu stałego na wybrane parametry energii elektrycznej w systemie elektroenergetycznym 228

Analiza porównawcza elektrycznych zespołów trakcyjnych w ruchu dalekobieżnym 235

ABSTRAKTY

BADANIA EKSPLOATACYJNE ZESTAWÓW KOŁOWYCH W ASPEKCIE WPŁYWU ZMIAN WARTOŚCI CECH DIAGNOSTYCZNYCH NA BEZPIECZEŃSTWO POJAZDÓW SZYNOWYCH

inż. Maciej Grzywna

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Mechaniczny

Zasadniczym celem niniejszego referatu jest klasyfikacja wybranych procesów wiodących zużycia w odniesieniu do kół jezdnych jako elementów składowych zestawu kołowego oraz określenie wpływu tych zjawisk na trwałość zestawów kołowych na podstawie zgromadzonych danych diagnostycznych.

Do zużycia powierzchni tocznej i obrzeża koła dochodzi w czasie eksploatacji pojazdu szynowego. Siły pionowe działające na koło w obszarze tzw. elipsy styku wpływają na zużycie powierzchni tocznej. Siły poprzeczne, na które składają się drgania poprzeczne oraz wężykowanie podczas przejazdu przez tor prosty, powodują zużycie obrzeża. Maksymalne wartości tych sił osiągane są w łukach torowych. Zmiana kształtów i wymiarów zarysu zewnętrznego obręczy bądź wieńca koła bezobręczowego jest wynikiem ścierania się współpracujących ze sobą powierzchni koła i główki szyny. Zjawisko to wpływa na powstawanie ubytków materiału. Zużycie zestawów kołowych wiąże się ze zmianą zarysu zewnętrznego koła wobec profilu prawidłowego, przede wszystkim wpływając na pogorszenie właściwości biegowych pojazdu szynowego i warunków bezpiecznego prowadzenia zestawu w torze. Co więcej, ubytki materiału powodują konieczność częstych reprofilacji kół, co nie pozostaje bez wpływu na ogólny rachunek ekonomiczny.

W odniesieniu do elementów składowych zestawu kołowego, w ramach niniejszego referatu, wydzielono poszczególne rodzaje zużycia i uszkodzeń zestawu kołowego. Wskazano na wzajemne powiązania i sposób oddziaływania na sprawne funkcjonowanie obiektu.

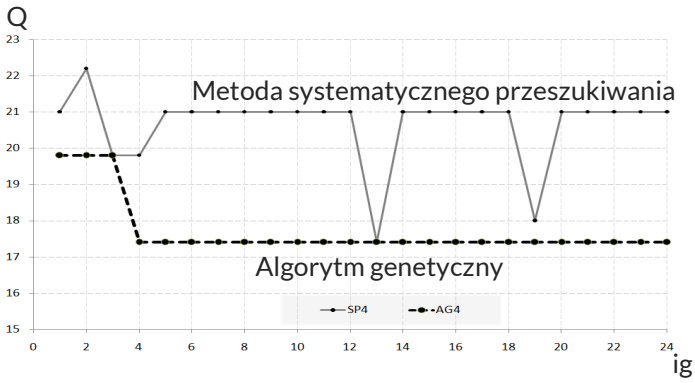
EFEKTYWNOŚĆ ZAŁADUNKU POCIĄGU INTERMODALNEGO

dr inż. Sławomir Halusiak

Politechnika Łódzka

Transport intermodalny w Polsce, chociaż w 2018 r. stanowił niecałe 7% przewozów towarowych, niesie ze sobą potencjał dla rozwoju przewozów kolejowych przy zachowaniu dbałości o środowisko naturalne. Mankamenty polskiego intermodalu są dobrze znane np. niska prędkość handlowa składów czy wysokie koszty dostępu do infrastruktury kolejowej, warto jednak podejmować działania zwiększające efektywność w obszarach wymagających usprawnień technicznych, organizacyjnych czy legislacyjnych stosując również rozwiązania innowacyjne.

W niniejszym artykule przedstawiono ocenę możliwości zwiększania efektywności elementu łańcucha logistycznego transportu intermodalnego – planowania załadunku pociągu kontenerowego, przy wykorzystaniu metod obliczeniowych. Stosowanie optymalizacji w planowaniu prac przeładunkowych przyspiesza znalezienie rozwiązania optymalnego – przykładowo na rysunku obok przedstawiono przebiegi wskaźnika jakości Q i znalezienie wartości minimalnej w czwartym kroku (ig) za pomocą algorytmu genetycznego (AG).



Uwzględniając dopuszczalną ładowność kontenerów, możliwości przewozowe wagonów i dopuszczalne naciski na osie wykonano analizy załadunków składów intermodalnych przy zastosowaniu zaproponowanego algorytmu. Przykładowy przydział kontenerów do podstawionych losowo platform dla odbiorców O1 i O2 przedstawiono na poniższych rysunkach.

Analiza przydziału kontenerów do danych platform z zastosowaniem metod optymalizacyjnych prowadzi do zwiększenia efektywności procesu poprzez skrócenie czasu planowania z zapewnieniem efektywnego zarządzania miejscami na platformach kolejowych.

Odbiorca O1								
17	16	15	14	13	12	11	10	9
45'	20' 20' 20'	20' 20' 20'	40 '40'	45'	30'	20' 40'	40' 40'	45'

Odbiorca O2							
8	7	6	5	4	3	2	1
20'	20' 20' 20'	40'	20' 40'	20' 40'	30' 30'	45'	40'

ANALIZA WSPÓŁPRACY ODBIERAKA PRĄDU Z SIECIĄ TRAKCYJNĄ Z WYKORZYSTANIEM MONITORINGU WIZYJNEGO LOKOMOTYWY

Dawid Licheniak

PKP CARGO S.A. – Zachodni Zakład Spółki

Pantograf (odbierak prądu) jest to aparat odbierający prąd z jednego lub dwóch przewodów jezdnych. Umożliwia on przesyłanie prądu z sieci jezdnej do układu elektrycznego pojazdu. Jest to jeden z istotnych elementów odpowiadający za poziom bezpieczeństwa pojazdu szynowego. Uszkodzenia odbieraków prądu należą do szczególnej grupy zdarzeń niepożądanych. Eksploatacja odbieraków prądu wymaga okresowych przeglądów oraz napraw ujętych w dokumentacjach. Pomimo wykonywania czynności utrzymaniowych ujętych we wspomnianych instrukcjach dochodzi do uszkodzeń pantografów. Celem ograniczenia liczby uszkodzeń odbieraków prądu oraz sieci trakcyjnej coraz częściej stosuje się układy diagnostyczne montowane na sieci trakcyjnej lub na samym pojeździe. Stosunkowo tanim i prostym rozwiązaniem w zakresie ograniczania liczby uszkodzeń odbieraków prądu oraz diagnostyki stanu sieci trakcyjnej mogą być kamery monitoringu wizyjnego monitorujące pracę pantografów.

W referacie przedstawiono zakres i rezultaty przeprowadzonej analizy współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną na podstawie nagrań z monitoringu zamontowanego na zmodernizowanej lokomotywie elektrycznej wybranego przewoźnika.

SYSTEM EWIDENCJI PRZEKAŹNIKÓW EKSPLOATOWANYCH W URZĄDZENIACH STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM PRZEZ JASTRZĘBSKĄ SPÓŁKĘ KOLEJOWĄ SP. Z O.O.

Szymon Wojakowski, Paweł Wiek

Zespół Szkół nr 6 im. Króla Jana III Sobieskiego w Jastrzębiu-Zdroju

Eksploatacja przekaźników stosowanych w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym obliguje zarządcę infrastruktury kolejowej do przeprowadzania okresowych kontroli związanych ze sprawdzeniem prawidłowości działania przekaźników w ramach tzw. obsługi technicznej przekaźników (OTP). Częstotliwość wykonywania OTP zależy od typu przekaźnika i wynika bezpośrednio z obowiązujących u zarządcy infrastruktury instrukcji wewnętrznych.

W związku z tym, że przekaźniki zlokalizowane są w różnych, często odległych od siebie, punktach sieci kolejowej, a liczba przekaźników eksploatowanych przez zarządcę infrastruktury może sięgać nawet kilku tysięcy, dostrzeżono potrzebę wdrożenia systemu, którego głównym zadaniem będzie wspomaganie zarządzaniem przekaźnikami, głównie w ramach procesów związanych z przeprowadzaniem OTP. Dzięki temu zarządca infrastruktury może uniknąć sytuacji, w której przekaźnik eksploatowany jest z przekroczonym terminem OTP.

W odpowiedzi na zaistniałą potrzebę zaprojektowano i wykonano system ewidencji przekaźników eksploatowanych w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym, który został wdrożony do użytku służbowego w Jastrzębskiej Spółce Kolejowej Sp. z o.o.

System ewidencji przekaźników JSK SEP stanowi elektroniczną bazę danych przekaźników, której obsługa możliwa jest w czasie rzeczywistym z poziomu przeglądarki internetowej lub aplikacji mobilnej. W przypadku aplikacji mobilnej użytkownik ma możliwość pracy w trybie online lub w trybie offline. Podstawą monitorowania za pomocą systemu JSK SEP danego przekaźnika w procesie jego eksploatacji lub w procesie związanym z OTP są umieszczone na każdym przekaźniku dwa kody kreskowe (na osłonie zewnętrznej przekaźnika i na podstawie przekaźnika). Każda zmiana polegająca na: montażu lub demontażu przekaźnika w obwodzie elektrycznym, przeniesieniu przekaźnika do innej lokalizacji na sieci kolejowej lub przekazaniu przekaźnika do OTP powoduje stosowną aktualizację informacji w bazie danych, którą przeprowadza pracownik zarządy infrastruktury (np. przez wybór odpowiedniego polecenia w aplikacji mobilnej i zeskanowanie danego kodu kreskowego).

KONCEPCJE ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI PRZEWOZÓW KOLEJOWYCH NA LINII KOLEJOWEJ NR 213

inż. Filip Danielczyk

Politechnika Gdańska, Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KoDiK

Układ transportowy prowadzący na Półwysep Helski nie jest w stanie efektywnie obsłużyć wzmożonego ruchu w sezonie letnim. Bardzo często można zobaczyć zakorkowane drogi oraz przepełnione pociągi z turystami, których celem podróży są nadmorskie miejscowości. Należy także mieć na uwadze rosnącą z każdym rokiem mobilność społeczeństwa, aby mieć świadomość, że w kolejnych latach problem braku odpowiedniej przepustowości szlaków transportowych prowadzących do nadmorskich kurortów prawdopodobnie będzie się nasilał. Już dziś przepustowość linii kolejowej nr 213 wykorzystywana jest niemal w maksymalnym stopniu w okresie letniego szczytu przewozowego. Należy się zastanowić, co można zrobić, aby zwiększyć efektywność przewozów kolejowych po tej linii.

W referacie omówiono stan istniejący linii kolejowej nr 213 (Reda – Hel) wraz z krótkim rysem historycznym kolei na Półwyspie. Przeanalizowano rozkład jazdy pociągów, ten obowiązujący w sezonie letnim oraz w pozostałym okresie roku. Scharakteryzowano tabor wykorzystywany przez przewoźników oraz podaż oferowanych miejsc w pociągach w zależności od pory roku.

Kolejna część opracowania ukazuje problemy z jakimi borykają się pasażerowie, przewoźnicy kolejowi i dyżurni ruchu na linii nr 213. Są to m.in. zbyt krótkie perony, ograniczające długość składu pociągu, niedostateczna liczba stacji umożliwiających krzyżowanie się pociągów czy też częste opóźnienia komplikujące ruch kolejowy na linii. Wymienić można jeszcze brak cyklicznego rozkładu jazdy oraz integracji biletowej.

Zasadniczą częścią pracy było zaproponowanie rozwiązań zwiększających efektywność przewozów, na które składają się m.in. wydłużenie peronów i lokalizacja dodatkowych układów stacyjnych. Kluczowa jest też kwestia doboru odpowiedniego taboru. Przeanalizowano też jakie wady i zalety przyniesie ewentualna elektryfikacja linii. Zbadano również jakie korzyści przyniesie likwidacja wąskiego gardła na linii kolejowej nr 202 na odcinku Gdynia Chylonia – Reda w odniesieniu do ruchu kolejowego w relacji Gdynia Główna – Hel.

ELEMENTY BEZPIECZEŃSTWA BIERNEGO I CZYNNEGO W TABORZE KOLEJOWYM

Tomasz Szklarz

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

W referacie zostanie poruszona problematyka bezpieczeństwa w taborze szynowym, które jest w ciągu ostatnich dekad istotnym aspektem konstruowaniu pojazdów szynowych.

W referacie omówiono konstrukcje wózków i układu hamulcowego pod względem bezpieczeństwa oraz następujące aspekty wymagania normatywne wskazane w Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności (TSI) dla kolei konwencjonalnej (TSI CS) oraz kolei dużych prędkości (TSI HS). Następnym elementem omówionym w referacie będą wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa pojazdów szynowych pod względem konstrukcji zawarte w normach międzynarodowych i krajowych (Polskich Norm i Norm Europejskich dotyczące kolejnictwa i innych norm międzynarodowych) wraz z wymogami prawnymi.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat w Polsce konstruuje się nowoczesne zespoły trakcyjne pod względem bezpieczeństwa biernego (zmniejszającego następstwa wypadku). W krajach zachodnich pojęcie kontrolowanych stref zgniotu i adsorberów energii było znane wcześniej oraz opisane w normach.

Bezpieczeństwo bierne ze względu na obowiązujące normy TSI i wymogi prawne jest bardzo ważne, ponieważ odpowiednia konstrukcja pudła i wózków zwiększa szanse przeżycie osób znajdujących się w pociągu przy wypadkach i katastrofach kolejowych.

W przypadku bezpieczeństwa czynnego (wpływającego na zmniejszenie prawdopodobieństwa zdarzenia niebezpiecznego) uwzględniono ERTMS (wraz z GSM-R) i ECTS (od L0 do L3) i inne systemy automatyki bezpieczeństwa pociągu wpływające na zapobieganie katastrofom oraz innym wypadkom z ofiarami śmiertelnymi.

Omówiono model konstrukcji wykonanego w sposób uproszczony uwzględniające wymagania wymienione w normach oraz bez spełnionych wymagań i porównano uzyskane wyniki.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo bierne w pojazdach szynowych, bezpieczeństwo czynne w pojazdach szynowych, analiza bezpieczeństwa w pojazdach szynowych, budowa pojazdów

PROJEKTOWANIE PERONÓW KOLEJOWYCH W ASPEKCIE TSI ORAZ WEWNĘTRZNYCH PRZEPISÓW ZARZĄDCY INFRASTRUKTURY

mgr inż. Maciej Rochel

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

W czerwcu 2008 r. uchwalona została Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, która zobowiązuje zarządców infrastruktury na terenie Unii Europejskiej do spełnienia wymagań zasadniczych określonych w poszczególnych Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Zagadnienie dotyczące projektowania peronów kolejowych, w tym ich usytuowania i podstawowych parametrów technicznych oraz dostępności dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się określono w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura". Swoje miejsce odnalazły również w zapisach TSI odnoszących się do dostępności kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób z ograniczoną możliwością poruszania się. Krajowe przepisy wewnętrzne zarządcy infrastruktury PKP PLK S.A. dotyczące projektowania peronów kolejowych określono w Standardach Technicznych i instrukcjach spółki, m.in. Ipi-1. Dokumenty krajowe nie pokrywają się w pełni z przepisami unijnymi, w związku z czym często zdarzają się odmienne interpretacje przepisów przez projektantów peronów kolejowych.

W pracy przedstawiono podstawowe zasady dotyczące projektowania peronów kolejowych w zakresie wymiarów peronów (długość, wysokość, szerokość), odsunięcia od osi toru, urządzenia peronów w elementy małej infrastruktury, ciągów ruchu pieszego oraz doboru nawierzchni i oznakowania peronu na podstawie przepisów europejskich (TSI) oraz wewnętrznych przepisów głównego zarządcy infrastruktury. Ponadto porównano wybrane zagadnienia związane z różnicami między przepisami wewnętrznymi, a Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności.

WPROWADZENIE POJĘCIA STRUKTURY RODZAJOWEJ RUCHU DO KATEGORYZACJI PRZEJAZDU KOLEJOWEGO

Jurand Nowak

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Referat poświęcony jest tematyce bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych. W Polsce, w 2018 roku, doszło do 184 wypadków lub kolizji na przejazdach z udziałem kierowców. W wyniku tych zdarzeń, w ubiegłym roku, zginęło 35 osób. Poza przyczynami związanymi z mentalnością kierowców i niedostatecznymi sankcjami za łamanie przepisów wyróżnić można także przyczyny pośrednie takie jak: ustalenie kategorii przejazdu czy wzrost natężenia ruchu drogowego.

Z kategorią przejazdu kolejowego związane jest użycie środków technicznych służących zabezpieczeniu ruchu. Dla przykładu: przejazd kategorii A jest zabezpieczony przez uprawnionych pracowników bądź przy pomocy sygnałów ręcznych albo systemów przejazdowych wyposażonych w rogatki zamykające całą szerokość jezdni. Dla porównania przejazdy kategorii D nie są wyposażone w systemy zabezpieczenia ruchu. Statystycznie to właśnie na skrzyżowaniach kolejowo-drogowych kategorii D dochodzi do największej ilości wypadków. Przyczyną mogą być niewystarczające środki techniczne, będące konsekwencją nadania przejazdowi niewłaściwej kategorii.

Kategoria przejazdu zależy głównie od iloczynu ruchu, prędkości pociągów, widoczności na przejeździe, liczby torów oraz kategorii drogi. Zgodnie z rozporządzeniem, obecnie podczas badania ruchu nie określa się struktury rodzajowej przejeżdżających pojazdów. Oznacza to, że sposób obliczeń nie rozróżnia ile samochodów osobowych, ciężarowych oraz rowerów przekracza skrzyżowanie. Rodzaj pojazdu przejeżdżającego przez przejazd kolejowy, m.in. jego dynamika i zachowanie ma istotny wpływ na charakterystykę ruchu kołowego na tym skrzyżowaniu. W referacie zaprezentowano nowy sposób wyznaczenia iloczynu ruchu, polegający na przyznaniu poszczególnym pojazdom współczynników, będących ekwiwalentem samochodu osobowego.

W referacie poruszono również kwestie związane z zasadami pomiaru ruchu, ustaleniem godziny szczytu na przejeździe, oraz problemem kolejek. W pracy wykorzystano badania przeprowadzone na przejazdach kolejowo-drogowych w Pszczynie, Chełmie Śląskim oraz w Będzinie.

TORY DO AWARYJNEGO ODSTAWIANIA USZKODZONYCH WAGONÓW KOLEJOWYCH PRZEWOŻĄCY TOWARY NIEBEZPIECZNE – WARUNKI PROJEKTOWE ORAZ ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

mgr inż. Paulina Szabłowska

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

W sierpniu 2011 r. uchwalona została Ustawa o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. 2011 nr 227 poz. 1367). W jej wyniku wprowadzone zostało Rozporządzenie Ministra Transportu, budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych dla torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne (Dz. U. 2012 poz. 508). Rozporządzenie to wprowadziło wymóg dostosowania obecnie istniejących torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne do nowych wymagań do dnia 31 grudnia 2020r.

Wobec zbliżającego się terminu, główny zarządca infrastruktury kolejowej w Polsce – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. przeprowadza liczne prace mające na celu spełnienie wymagań stawianym torom i stanowiskom do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących materiały niebezpieczne.

W pracy przedstawiono podstawowe pojęcia dotyczące przedmiotowej tematyki. Omówiono podstawowe wytyczne do projektowania torów służących awaryjnemu odstawianiu wagonów przewożących towary niebezpieczne (długości, odległości od obiektów, zapewnienia koniecznej infrastruktury oraz wyposażenia w niezbędne elementy) oraz problemy związane z ich wykonaniem. Omówiono również problematykę nawierzchni i wymagań jakie powinna spełniać. Zaprezentowano przykłady realizacji torów oraz stanowisk postojowych do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne w Polsce.

DOSTOSOWANIE TRANSPORTU SZYNOWEGO DO PRZEWOZU OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH O OGRANICZONEJ MOŻLIWOŚCI PORUSZANIA SIĘ KIEDYŚ A TERAZ ORAZ KIERUNEK DALSZEGO ROZWOJU

Anna Wcisło

Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki Wydział Mechaniczny

Transport szynowy jest istotnym elementem współczesnego transportu. Ta stale rozwijająca się gałąź transportu charakteryzuje się dużą zdolnością przewozową, co sprawia, że z transportu kolejowego korzystają również osoby z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się. Problematyka dotycząca osób niepełnosprawnych jest niezwykle interdyscyplinarną dziedziną. Uczestnictwo takich osób w życiu społecznym jest uzależnione od wielu czynników. Transport szynowy ze względu na masowy charakter przewozów kolejowych i swój zasięg sprawia, że osoby z niepełnosprawnością często z niego korzystają. W Polsce liczba osób z różnego typu dysfunkcjami szacowana jest na około 5 milionów. Spośród nich blisko 3 miliony poruszają się na wózkach inwalidzkich, 1,5 miliona to osoby niewidome bądź słabowidzące. Około 0,5 miliona stanowią osoby głuchonieme. Niepełnosprawność oznacza okresową lub trwałą niezdolność do czynnego wypełniania ról społecznych z powodu długotrwałego lub stałego naruszenia sprawności organizmu danego człowieka, powodującej w głównym stopniu niezdolność do pracy. Ta liczna grupa jest potencjalnym odbiorcą transportu szynowego. Stanowi to 12 % ogółu społeczeństwa. Procentowy udział osób niepełnosprawnych oraz o ograniczonej możliwości poruszania się będzie stale wzrastał ze względu na niekorzystną strukturę wiekową społeczeństwa w Europie. W związku z tym, konieczne jest zapewnienie ułatwionego i bezpiecznego dostępu do infrastruktury punktowej oraz taboru ponieważ dostępność do infrastruktury pasażerskiej jest podstawowym warunkiem uczestnictwa w codziennym życiu społeczno – gospodarczym. Problem dostępności taboru oraz infrastruktury punktowej dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się jest procesem bardzo trudnym i złożonym oraz jest bardzo ważnym elementem istniejącej polityki transportowej państwa.

By transport szynowy stał się atrakcyjną gałęzią transportu należy dążyć do konsekwentnej modernizacji pojazdów oraz infrastruktury punktowej. Zarządcy stacji oraz przewoźnicy muszą podjąć konkretną współpracę tak, aby podróż osób z dysfunkcjami była dostępna na takim samym poziomie na dworcu jak i w pociągu względem osób pełnosprawnych.

ROZWÓJ INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ NA POŁUDNIOWYM WSCHODZIE POLSKI W KONTEKŚCIE IDEI BUDOWY CENTRALNEGO PORTU KOMUNIKACYJNEGO

Wojciech Jankowski

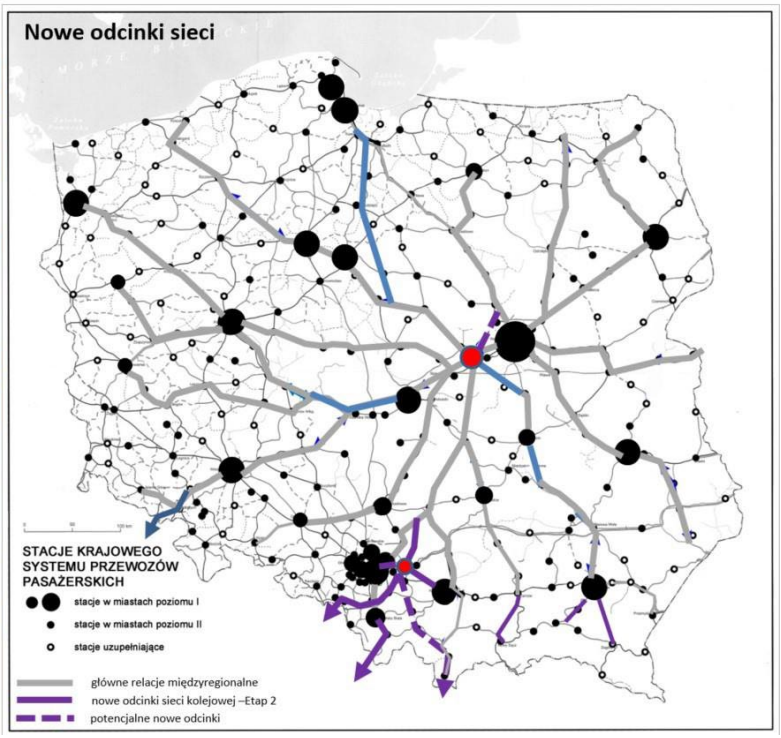
Politechnika Krakowska

Celem referatu jest ukazanie pozytywnych zmian w sieci kolejowej województw małopolskiego, podkarpackiego oraz wybranych terenów przyległych w związku z ambitnymi i dalekosiężnymi planami budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego.

Etap 2 - 2030

Odcinek	Dł. (km)
CMK - północne przedłużenie	
Włocławek – Grudziądz-Tczew	175
Relacja CPK- Radom- Rzeszów	
CPK- Grójec-Warka	65
Radom – Iłża- Ostrowiec Świętokrzyski	52
CMK - południowe przedłużenie	
CMK(Biała Błotna) – WMS-Chełmek (linia 93)	61
Kraków-WMŚ-Katowice	65
- Jastrzębie Zdrój – Gr. Państwa (Bogumin)	32
KDP - Ygrek odcinek wspólny	
Łódź-Sieradz-Kalisz	96
Linie południowe aglomeracyjne i transgraniczne	
Świebodzice/Świdnica-Wałbrzych – Sędzisław	30
Tarnów- Nowy Sącz	35
Skrót Rzeszów – Jasło/Krosno	28
Rzeszów- Sanok	50
RAZEM	689

Odcinki potencjalne	dł. (km)
WMS- Wadowice-Chabówka- Nowy Targ-Zakopane –Słowacja	98
CPK- N. Dwór Mazowiecki	37
RAZEM	135



Jak czytamy w Uchwale Rady Ministrów dotyczącej CPK (nr 173/2017 z dn. 7.11.2017r) „transport kolejowy stanowi najbardziej efektywny środek transportu zbiorowego". Ma to odzwierciedlenie w planach nowych połączeń (mapa powyżej).

Referat zawierać będzie krótką diagnozę obecnego stanu infrastruktury kolejowej. Następnie pokazane zostaną jej obecne i planowane kierunki rozwoju. Autor pokusi się o komentarz oraz być może przedstawienie swoich rozwiązań.

Referat oparty zostanie w części na innym pt. „Rozwój połączeń pasażerskich w województwie podkarpackim w kontekście powstania PKA oraz idei budowy CPK" już przedstawionym 11.04.2019r. na konferencji w Krakowie o bardzo podobnej tematyce.

SYTUACJA TRANSPORTU KOLEJOWEGO W WYBRANYCH PAŃSTWACH UNII EUROPEJSKIEJ

Katarzyna Gawlak

Politechnika Śląska

Transport odgrywa znaczącą rolę w procesach społeczno-gospodarczych. Obserwując wzrastający popyt na przewozy, coraz większą uwagę zwraca się na ich aspekty jakościowe. Należą do nich między innymi efektywność, bezpieczeństwo, a także nieustanne dążenie do redukcji kosztów zewnętrznych, które przede wszystkim związane są z negatywnym oddziaływaniem na środowisko naturalne.

Z tego powodu Polityka Transportowa Unii Europejskiej jak i dokumenty tworzone przez poszczególne państwa członkowskie, coraz odważniej poruszają kwestię zrównoważonego rozwoju transportu. Znaczącą rolę w tych programach ma transport kolejowy postrzegany jako kluczowy element, mający za zadanie skutecznie przeciwważyć dominującą rolę transportu samochodowego w postępie gospodarczym wspólnoty europejskiej.

Analiza wybranych mierników odnoszących się bezpośrednio do transportu kolejowego jaki i wskazanie ich korelacji z sytuacją gospodarczą czy demograficzną, pozwoli przedstawić bieżącą sytuację transportu kolejowego w wybranych krajach członkowskich Unii Europejskiej. Takie wieloaspektowe spojrzenie na transport kolejowy stworzy również możliwość lepszego porównania i zrozumienia tendencji zachodzących w obrębie wskazanych państw wspólnoty europejskiej.

ODZYSK KRUSZYW NA KOLEI

Mateusz Nowak-Gąsowski, Szymon Pogoda

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

W referacie omówione zostaną pokrótce rodzaje kruszyw z krótką charakterystyką w zależności od skał z jakich zostały wykonane i ich zastosowania w budownictwie infrastruktury kolejowej; technologie utrzymania bieżącego i remontów torowiska bazujące na ich odzysku. Ilości materiałów w rozbiciu na miejsce i metody ich ponownego wykorzystania.

Korzyści ekologiczne z ponownego wykorzystania materiałów kamiennych są bezsprzeczne, postaramy się omówić temat również od strony ekonomicznej i logistycznej. Również ze względu na nierównomierne w skali kraju rozłożenie zasobów skał użytecznych w branży kolejowej.

Wymienione zostaną przykłady realizacji inwestycji z zastosowaniem kruszyw staroużytecznych na sieci PKP PLK. Metody odzysku kruszyw (z przykładami ich stosowania) w odniesieniu do aktualnej polityki przywracania i podnoszenia parametrów techniczno-eksploatacyjnych linii kolejowych.

Zaproponowane zostaną sposoby racjonalnej gospodarki kruszywami z naturalnym ich przenoszeniem z linii wyższych kategorii na niższego znaczenia.

KOLEJ MAGNETYCZNA – CO DALEJ? PRZYSZŁOŚĆ NIETYPOWEGO POMYSŁU

Kornelia Kufeld

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Kolej żelazna stanowiła rewolucyjny wynalazek w dziejach ludzkości. Przybliżano do siebie miasta dzięki osiąganiu niemożliwych do tej pory dla człowieka prędkości. Można powiedzieć, że im szybciej tym bliżej, dlatego pobijano kolejne rekordy. Ostatni należy do japońskiego Maglevu (z ang. magnetic levitation) – imponujące 603 km/h. Co jeszcze poza prędkością może nam zaoferować ten wynalazek? To pytanie, które, zapewne zadają sobie kraje stające przed możliwością zainwestowania w ten rodzaj transportu, jak i kraje, które projekt porzucały. Odpowiedź na nie jest szczególni ważna w obliczu konkurencji, obecnej w postaci samolotów i ewentualnej przyszłej w postaci kolei próżniowej Hyperloop.

W referacie zostanie przedstawiona krótka historia kolei magnetycznej i jej założenia techniczne. Początków kolei magnetycznej można dopatrywać się już na początku XX wieku. Pierwsze komercyjne zastosowanie to lata osiemdziesiąte. Rozwój tego wynalazku nie odznacza się jednak przebiegiem liniowym, część krajów zarzuciła ten pomysł, podczas gdy inne wiążą z nim przyszłość (np. Chiny, Japonia). Technologia ta rozwija się w dwóch odmiennych wariantach – Maglev i Transrapid, w referacie zostanie rozwinięty temat różnic pomiędzy nimi oraz to jakie zaplecze techniczne pozwala na lewitację pociągu 10 cm nad powierzchnią toru. Zostaną zaprezentowane bieżące plany dotyczące rozbudowy sieci lub budowania jej. Końcowa część referatu będzie próbą określenia pobudek jakim kierują się państwa rozwijające tę technologię oraz wskazaniem na możliwe prognozy na przyszłość tego środka transportu.

PROBLEM WIDOCZNOŚCI NA NIESTRZEŻONYCH PRZEJAZDACH KOLEJOWYCH

Aleksandra Opoczka, Dorota Kowalska, Kamil Knapp

Politechnika Gdańska / Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KODiK

Z punkty widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz kolejowego przejazdy kolejowo-drogowe są skrzyżowaniami. W tym wypadku mamy do czynienia z systemami transportowymi o diametralnie różnych cechach eksploatacyjnych, co skutkuje stosunkowo dużym prawdopodobieństwem wystąpienia sytuacji niebezpiecznych, w tym wypadków z narażeniem zdrowia bądź życia uczestników ruchu. Niebezpieczeństwo wzrasta jeżeli weźmiemy pod uwagę tzw. przejazdy niestrzeżone.

W referacie poddane analizie zostaną przejazdy kolejowe kategorii D, tak zwane niestrzeżone, oznaczone jedynie znakami drogowymi oraz usytuowane w miejscach o niewielkim iloczynie ruchu. Problemem tego typu obiektów jest zapewnienie widoczności pojazdów szynowych od strony zbliżających się do przejazdu pojazdów drogowych.

W pierwszej części zdefiniowane zostanie pojęcie widoczności na przejazdach kolejowych kategorii D na podstawie obowiązujących przepisów prawnych oraz wytycznych opisujących zagadnienie. Uwarunkowania dotyczące widoczności zdefiniowane w polskich wytycznych zostaną porównane z tymi sprecyzowanymi w przepisach zarządców z innych państw.

Następnie przedstawione i przeanalizowane zostaną statystyki wypadków w obrębie przejazdów kolejowych kategorii D z wyróżnieniem przyczyny, odległości od przejazdu i skutku. Pokazane będą czynniki determinujące występowanie wypadków na przejazdach kolejowych kategorii D, uwzględniające zarówno elementy infrastruktury, najbliższe otoczenie oraz zachowania kierowców i innych uczestników ruchu. Szczególnej uwadze poświęcone zostaną warunki techniczne wybranych przejazdów kategorii D. Zaprezentowane zostaną również warunki terenowe oraz obiekty wpływające na widoczność na tych przejazdach. Na tej podstawie przybliżone zostaną optymalne rozwiązania poprawiające bezpieczeństwo przejazdu.

WSPÓŁCZESNE URZĄDZENIA STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM JAKO SKUTECZNY SPOSÓB NA ROZWIĄZANIE PROBLEMU NISKIEJ PRZEPUSTOWOŚCI LINII KOLEJOWYCH W POLSCE

Przemysław Barszcz

Politechnika Gdańska, Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KoDiK

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój zapotrzebowania na transport kolejowy, ze szczególnym uwzględnieniem transportu intermodalnego. Dla gospodarki państwa stanowi to niewątpliwie pozytywny trend, gdyż związany jest z bardziej ekonomicznym wykorzystaniem potencjału przewozowego. Jednocześnie przeniesienie części ładunków z transportu drogowego na kolej przyczyni się do podniesienia komfortu życia oraz zmniejszy oddziaływanie transportu na środowisko. Aby ten trend nie był hamowany, ale dodatkowo napędzany i stymulowany, kolej musi stanąć przed poważnym problemem, jakim staje się ograniczona przepustowość linii kolejowych.

Jednym ze sposobów jest dobudowa dodatkowych torów, czyli sposób kosztowny, bardzo inwazyjny i rozciągnięty w czasie. Nierzadko w fazie prac budowlanych wiąże się to z drastycznym ograniczaniem oferty przewozowej, co potęguje problem. W związku z powyższym zarządcy infrastruktury kolejowej jako naturalną ścieżkę ewolucji, obrali rozwój urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Podnoszą one w bezpieczny sposób przepustowość wybranych szlaków, odcinków, bądź całych linii kolejowych. Warto zapoznać się z tą częścią transportu kolejowego, poczynając od historycznie najstarszych rozwiązań, do tych, których wdrożenie jest dopiero przedmiotem analiz i dyskusji. Referat ukazuje problem ich funkcjonalności, wpływu na prowadzenie ruchu pociągu, a także ergonomii i wygody obsługi przez pracowników posterunków technicznych.

Analizę rozpoczęto od linii kolejowych pozbawionych urządzeń blokady liniowej, kończąc na systemie przyszłości zalecanym do implementacji przez Unię Europejską, czyli ERTMS, dokładniej ETCS poziomu trzeciego. W referacie poruszono takie aspekty jak cechy charakterystyczne, zasady eksploatacji, korzyści wynikające z wdrożenia, a także wady i słabe punkty urządzeń sterowania ruchem kolejowym stosowanych na polskiej sieci linii kolejowych. Integralną częścią jest również wskazanie naturalnej ścieżki rozwoju w celu poprawy przepustowości i elastyczności prowadzonego ruchu kolejowego. Krytycznymi zagadnieniami są parametry maksymalnej dopuszczalnej prędkości do której dany system/urządzenie jest przystosowane, maksymalnej przepustowości na godzinę, jak również częstości wyprawiania pociągów.

WPŁYW PODSTACJI TRAKCYJNYCH PRĄDU STAŁEGO NA WYBRANE PARAMETRY ENERGII ELEKTRYCZNEJ W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

Krzysztof Piłka, Jerzy Wojciechowski

Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,
Wydział Transportu i Elektrotechniki

Wraz z rozwojem systemów transportowych nastąpił dynamiczny rozwój transportu kolejowego, nie tylko w kontekście przewozów dalekobieżnych, ale przede wszystkim przewozów regionalnych. Zwiększająca się liczebność pociągów elektrycznych na torach spowodowała konieczność budowy nowych podstacji trakcyjnych, które coraz silniej oddziaływały na system elektroenergetyczny.

Postęp w budowie pojazdów trakcyjnych bardzo silnie oddziałuje na podstacje trakcyjne, z których są one zasilane, ale również na sieć elektroenergetyczną zasilającą podstacje. Bardzo duże wahania obciążenia oraz wytwarzana moc bierna stanowią istotny problem przy budowie oraz eksploatacji rozdzielni zasilających podstacje trakcyjne. Dlatego idąc dalej drogą postępu przy budowie pojazdów musimy nadążyć z postępem w budowie podstacji.

ANALIZA PORÓWNAWCZA ELEKTRYCZNYCH ZESPOŁÓW TRAKCYJNYCH W RUCHU DALEKOBIEŻNYM

Marcin Olgierd Grupiński

Akademia WSB

Kolejowi przewoźnicy pasażerscy niezależnie od docelowej formy oraz lokalizacji usługi przewozowej coraz częściej decydują się na eksploatację zaawansowanych technicznie zespołów trakcyjnych, co ma uczynić kolej tańszą na obu etapach eksploatacji, a w efekcie atrakcyjniejszą dla potencjalnych klientów. Pomimo nabycia dwudziestu elektrycznych zespołów trakcyjnych serii ED250 przez PKP Intercity S.A., zespoły trakcyjne wciąż są postrzegane w kraju jako ekwiwalent składów wagonowych w kontekście wykonywania przewozów regionalnych oraz aglomeracyjnych.

Korzystając z doświadczeń zagranicznej konkurencji oraz możliwym do wykorzystania dofinansowaniu ze środków Unii Europejskiej, narodowy przewoźnik w kolejnych latach uzupełnił posiadany tabor o czterdzieści elektrycznych zespołów trakcyjnych, jednakże w słabszej konfiguracji technicznej względem rewolucjonizującego polską kolej zamówienia na pociągi Pendolino. Ostatecznie realizacja zamówienia przypadła dwóm rywalizującym ze sobą na polskim rynku producentom – szwajcarskiemu Stadlerowi oraz polskiej Pesie Bydgoszcz.

Pojazdy te zwane niekoniecznie pieszczotliwie “tramwajami”, pomimo zgodności z pierwotnymi kryteriami przetargowymi różnią się od siebie znacząco pod względem masy, układu osi, mocy silników, sprawności technicznej, ergonomii pracy drużyny pociągowej oraz komfortu podróży. Zaprezentowane w niniejszym artykule czynniki mogą wpływać na wysokość kosztów związanych bezpośrednio z realizacją przewozów. Celem przygotowanej analizy jest weryfikacja opłacalności ekonomicznej elektrycznych zespołów trakcyjnych eksploatowanych przez PKP Intercity S.A. od grudnia 2015 roku.

Dla wzbogacenia analizy o dodatkowe wnioski, pojazdy serii ED160 (Stadler Flirt) oraz ED161 (Pesa Dart) zostaną porównane z piętrowymi elektrycznymi zespołami trakcyjnymi Stadler KISS eksploatowanymi przez prywatnego austriackiego przewoźnika WESTbahn Management GmbH.

INFRASTRUKTURA TRANSPORTU KOLEJOWEGO W POLSCE A POTRZEBY OSÓB Z OGRANICZONĄ MOBILNOŚCIĄ

Patryk Nisiewicz

Politechnika Poznańska

Osoby o ograniczonej możliwości poruszania się są szczególnie podatne na izolację i wykluczenie społeczne. Na jakość życia tych osób wpływają także odpowiednie środki transportu publicznego, od których dostępności zależy możliwość aktywnego życia, nauki i pracy. Dostępność taboru, infrastruktury i usług przewozowych wpływa na ograniczanie tej izolacji.

Z kolejowych usług pasażerskich powinni móc korzystać wszyscy zainteresowani. Dlatego osoby niepełnosprawne oraz osoby o ograniczonej sprawności ruchowej spowodowanej niepełnosprawnością, wiekiem lub jakimkolwiek innym czynnikiem powinny mieć możliwość podróżowania koleją na równi z ludźmi niemającymi podobnych ograniczeń. Osoby niepełnosprawne i osoby o ograniczonej sprawności ruchowej mają takie samo jak wszyscy inni obywatele prawo do swobodnego przemieszczania się, swobodnego wyboru i niedyskryminacji.

Plakat porusza zagadnienia związane z dostępnością transportu kolejowego w Polsce dla osób z niepełnosprawnością ruchową.

STACJE WODNE I INNE URZĄDZENIA DO NAWADNIANIA LOKOMOTYW PAROWYCH

Mateusz Nowak-Gąsowski, mgr inż. Paulina Szabłowska, mgr inż. Maciej Rochel

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

Linie kolejowe, na których prowadzony jest ruch przy pomocy trakcji parowej muszą być przystosowane do zaopatrywania pojazdów w paliwo i wodę. Najbardziej rzucającymi się w oczy jej elementami są wieże ciśnień i żurawie wodne. Oprócz nawadniania z sieci wodociągowych istnieją inne sposoby zaopatrywania lokomotyw w wodę.

Infrastruktura do nawadniania powstawała na terenie Polski równolegle do budowy linii kolejowych. W czasie wymiany trakcji z parowej na spalinową i elektryczną w latach 70. i 80. nie likwidowano jej ze względów strategicznych. Dopiero od lat 90. sukcesywnie znika z krajobrazu kolejowego. Prężny rozwój turystyki kolejowej prowadzonej trakcją parową na terenie Polski skłania do zastanowienia, czy nie jest on spowalniany likwidacją infrastruktury do tego niezbędnej.

Na posterze przedstawiono lokalizacje na polskiej sieci kolejowej (normalnotorowej), gdzie wodowanie może być prowadzone za pomocą żurawi wodnych. Ponadto zostały zaprezentowane sposoby nawadniania lokomotyw parowych w rozbiciu na infrastrukturę do tego niezbędną. Podkreślono też problemy jakie stwarza brak niezbędnej infrastruktury w przypadku prowadzenia ruchu przy pomocy lokomotyw parowych.

REFERATY

BADANIA EKSPLOATACYJNE ZESTAWÓW KOŁOWYCH W ASPEKCIE WPŁYWU ZMIAN WARTOŚCI CECH DIAGNOSTYCZNYCH NA BEZPIECZEŃSTWO POJAZDÓW SZYNOWYCH

inż. Maciej Grzywna

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki,

Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Szynowych

Wstęp

Do zużycia powierzchni tocznej i obrzeża koła dochodzi w czasie eksploatacji pojazdu szynowego. Siły pionowe działające na koło w obszarze tzw. elipsy styku wpływają na zużycie powierzchni tocznej. Siły poprzeczne, na które składają się drgania poprzeczne oraz wężykowanie podczas przejazdu przez tor prosty, powodują zużycie obrzeża. Maksymalne wartości tych sił osiągane są w łukach torowych [15].

Zmiana kształtów i wymiarów zarysu zewnętrznego obręczy bądź wieńca koła bezobręczowego jest wynikiem ścierania się współpracujących ze sobą powierzchni koła i główki szyny. Zjawisko to wpływa na powstawanie ubytków materiału. Jako przyczyny zużycia powierzchni tocznych kół można wymienić:

- występowanie mikropoślizgów w procesie toczenia i wywiązywania siły pociągowej spowodowane odkształceniami sprężystymi materiałów koła i szyny,
- ścieranie wstawkami hamulcowymi,
- poślizg zupełny wywołany utratą przyczepności bądź zablokowaniem zestawu kołowego podczas hamowania,
- poślizgi w trakcie przejazdu przez łuki torowe.

Proces zużycia jest ponadto ściśle powiązany z właściwościami materiałowymi obręczy lub wieńców kół bezobręczowych, warunkami eksploatacji, jak również samą konstrukcją układu biegowego danego pojazdu. Do dużego nasilenia procesu zużycia może dochodzić w przypadku różnic w twardości poszczególnych kół, zbyt miękkiego materiału użytego do ich produkcji, wad materiałowych i technologicznych takich jak wtrącenia niemetaliczne czy niewłaściwie wykonana obróbka cieplna, różnic w średnicach okręgów tocznych oraz różnic w naciskach kół na szyny. Nie bez znaczenia jest także sam proces montowania zestawów kołowych w wózku oraz wózka w pojeździe szynowym, podczas którego może dochodzić do błędów w ustawieniu omawianych podzespołów [5, 14].

Wybrane aspekty badań zużycia zestawów kołowych

W kwestii definicji procesu zużycia i uszkodzeń elementów zestawów kołowych w literaturze fachowej znajduje się wiele pozycji, np. [1, 2, 3, 4, 7], w szczególności norma PN-EN 15313:2016-05 [9]. W ramach niniejszego opracowania przedstawiono wyłącznie wybrane rodzaje zużycia i uszkodzeń, których częstość występowania w trakcie eksploatacji jest największa.

Płaskie miejsca i narosty na powierzchni tocznej

Występowanie płaskich miejsc i narostów (rys. 1) powoduje utratę walcowatości powierzchni tocznej wieńca koła bezobręczowego (obręczy). Ubytek materiału w miejscu występowania płaskiego miejsca, w ujęciu objętościowym, odpowiada jego przyrostowi w miejscu występowania narostu. Nalep metaliczny tworzy się bezpośrednio za miejscem, w którym występuje płaskie miejsce.

Rys. 1. Płaskie miejsce i narost na powierzchni tocznej [6]

Podstawowymi czynnikami warunkującym powstawanie płaskich miejsc i nalepów na powierzchni tocznej kół są [13]:

- niewłaściwa obsługa kranu hamulca zespolonego przez maszynistę pojazdu trakcyjnego,
- zły stan techniczny układu hamulcowego, np. uszkodzony samoczynny nastawiacz skoku tłoka cylindra hamulcowego lub zawór ważący,
- największe, spośród wszystkich pojazdów w składzie pociągu, wartości docisków wstawek hamulcowych do wieńca (obręczy) koła jezdnego.

Płaskie miejsca i nalepy mogą zostać usunięte w wyniku przetoczenia zestawu kołowego na tokarce. Aby zapobiec powstawaniu tego typu uszkodzeń należy utrzymywać układ hamulcowy w zgodnym z DSU danego pojazdu zakresie, przede wszystkim zapewnić identyczne dociski wstawek hamulcowych do wieńców (obręczy) kół w składnie pociągu.

Podcięcie obrzeża

Zjawisko podcięcia obrzeża występuje zasadniczo w pojazdach szynowych eksploatowanych na liniach kolejowych, na których z dużą częstością występują łuki torowe o niewielkich promieniach – rzędu 160÷500 m. W szczególnych przypadkach obserwowane przebiegi pomiędzy kolejnymi reprofilacjami wynoszą jedynie 20 tys. km [14]. Objawia się nierównomiernym ubytkiem materiału na kołach poszczególnych zestawów kołowych danego pojazdu szynowego. Na to zjawisko szczególnie narażone są zestawy kołowe prowadzące skrajne. Podcięcie obrzeża jest szczególnie niekorzystne z uwagi na konieczność przetaczania zestawów kołowych, których wymiary geometryczne mieszczą się w normie, jednak ze względu na warunek maksymalnej dopuszczalnej różnicy średnic w wózku lub pojeździe również muszą zostać poddane obróbce skrawaniem.

Rozwalcowanie powierzchni tocznej

W skutek zużycia plastycznego występującego w obszarze powierzchni tocznej koła dochodzi do rozwalcowania będącego wyboczeniem powierzchni wewnętrznych wieńca – rysunek 2.

Rys. 2. Koło z rozwalcowaniem na powierzchni tocznej [12]

Proces ten zachodzi w szczególności w warstwie wierzchniej powierzchni tocznej. Do rozwalcowania dochodzi przede wszystkim z uwagi na występowanie nieprawidłowości w procesie wytwarzania kół danego zestawu kołowego, głównie w wyniku nieprawidłowej obróbki plastycznej i cieplnej. Zjawisko rozwalcowania powierzchni tocznej występuje zazwyczaj w pojazdach eksploatowanych na liniach kolejowych, na których występują łuki o małych promieniach. Zgodnie z [8], im większa jest średnica toczna koła, tym więcej jest materiału w obrębie wieńca, co wpływa na większą odporność na zjawisko rozwalcowania. Aby ograniczyć występowanie tego typu zużycia należy wprowadzić inny rodzaj hamulców – np. hamulec tarczowy bądź szynowy, oraz wprowadzić nowe materiały wykorzystywane na koła jezdne.

Wykruszenia zmęczeniowe na powierzchni tocznej

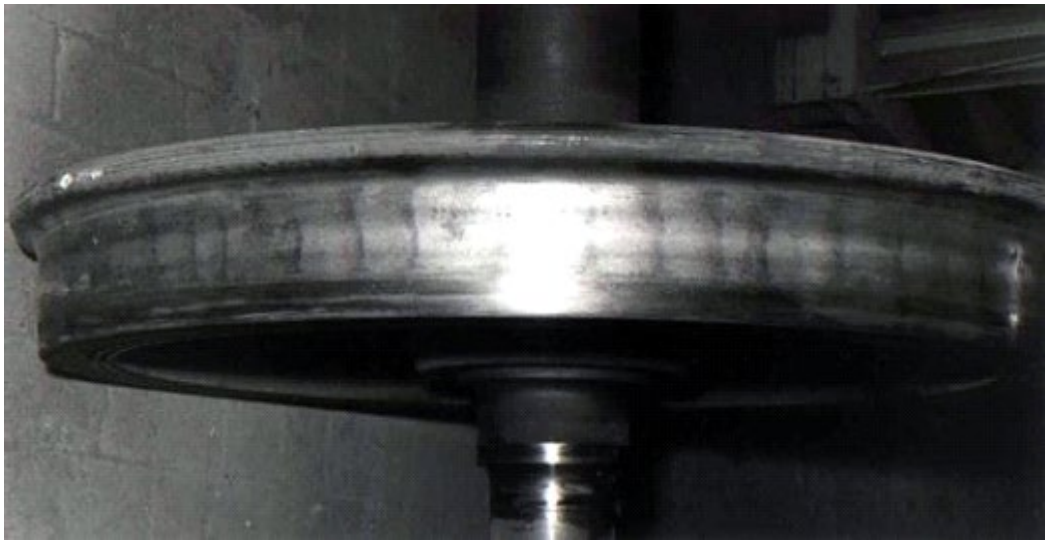
Powierzchnia toczna jest szczególnie podatna na miejscowe nagrzania czy pęknięcia pochodzące od utwardzeń miejscowych, które powstają w wyniku zmian w strukturze materiału. Pęknięcia tego typu przebiegają w sposób nieregularny oraz ograniczają się wyłącznie do stref powierzchni tocznej, na które oddziałują naprężenia kontaktowe. Genezą pęknięć wewnętrznych, które prowadzą do powstawania wykruszeń, są naprężenia ścinające powstające podczas toczenia się zestawu kołowego obciążonego. Wartości maksymalne tych naprężeń osiągane są na pewnej głębokości poniżej powierzchni tocznej. Wykruszenia zmęczeniowe powstają głównie w zestawach kołowych, które hamowane są hamulcami tarczowymi. Na rysunku 3 przedstawiono przykład wykruszenia zmęczeniowego na powierzchni tocznej [13].

Rys. 3. Wykruszenie zmęczeniowe na powierzchni tocznej [9]

Zużycie faliste powierzchni tocznej

Do zjawiska zużycia falistego (rys. 4) dochodzi na powierzchniach elementów współpracujących ze sobą. Ten rodzaj zużycia nazywany jest także cyklicznym żłobkowaniem

lub korrugacją. Identyfikowany jest jako regularnie rozłożone wzniesienia i wgłębienia o bardzo małej lecz nierównej wysokości – wzniesienia rzędu 0,5÷2 μm, wgłębienia rzędu 8÷28 μm. Wgłębienia na powierzchni tocznej cechują się większą chropowatością, mniejszą twardością i ciemniejszą barwą w stosunku do wzniesień. Cykliczne żłobkowanie wiąże się zatem ze zmianą twardości, struktury, chropowatości, zabarwienia oraz powoduje odkształcenia plastyczne. Autor publikacji [12] wskazuje, że do korrugacji powierzchni tocznej dochodzi w strefie kontaktu ze wstawką hamulcową w wyniku drgań samowzbudnych, które powstają podczas tarcia wstawki hamulcowej o powierzchnię toczną koła. W przypadku zestawów kołowych hamowanych hamulcem tarczowym nie obserwuje się zużycia falistego lecz zjawisko owalizacji kół.



Rys. 4. Zużycie faliste na powierzchni tocznej [10]

Pęknięcia zmęczeniowe tarczy koła

Do pęknięć zmęczeniowych tarczy koła dochodzi w wyniku działania:

- naprężeń własnych, zależnych od: profilu tarczy, wartości wcisku koła na oś, stopnia skurczu obręczy na kole bosym (tylko w przypadku zestawów kołowych obręczowych),
- dynamicznych, pochodzących od sił pionowych, osiowych oraz spowodowanych nagrzaniem materiału po hamowaniu.

Zgodnie z wynikami badań opisanymi w [13], naprężenia maksymalne występują od strony piasty koła z uwagi na cyklicznie zmieniające się obciążenia. W tym obszarze materiał tarczy koła jest szczególnie narażony na pęknięcia zmęczeniowe. Aby zapobiec tego typu zjawiskom opracowywane są nowe profile tarcz kół wpływające na minimalizację naprężeń. Korzystne jest również konstruowanie układów biegowych, w których

wykorzystywane są hamulce cierne tarczowe i szynowe zamiast konwencjonalnych hamulców ciernych klockowych powodujących nagrzewanie koła podczas hamowania.

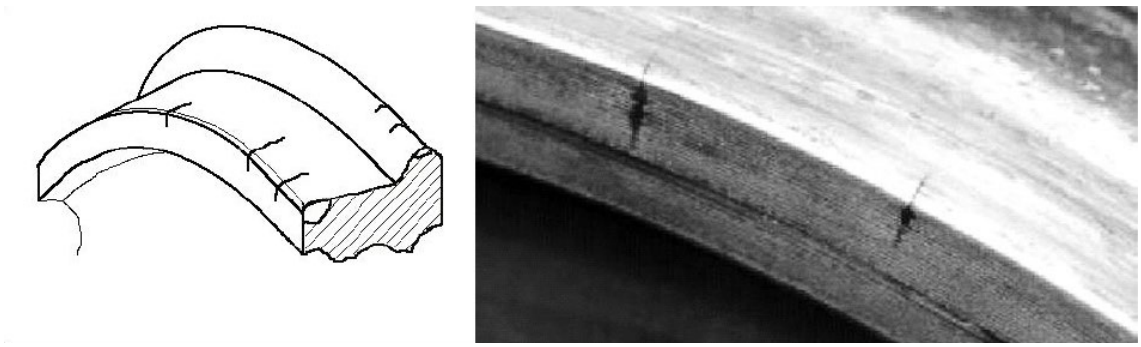
Owalizacja koła

Do zjawiska owalizacji koła dochodzi w wyniku nierównomiernego zużycia na powierzchni tocznej. Objawia się ono różnicą w wartości promienia tocznego na obwodzie koła. Maksymalna wartość tej różnicy dochodzi do ponad 2 mm, przy czym już dla odchylenia wynoszącego ok. 1 mm obserwowalne jest pogorszenie spokojności biegu zestawu kołowego w związku ze zniekształceniami powierzchni tocznej przyjmującej kształt wielokąta z dużą ilością wzniesień i wgłębień na obwodzie [13].

Wspomniany proces zużycia występuje przy zestawach kołowych hamowanych hamulcem tarczowym, którego zastosowanie co prawda pozwala wydłużyć przebiegi pomiędzy kolejnymi reprofilacjami prowadzącymi do przywrócenia prawidłowego zarysu kół (w stosunku do kół hamowanych hamulcem ciernym klockowym), lecz z uwagi na brak niepożądanego procesu ścierania powierzchni tocznej wstawkami hamulcowymi podczas hamowania pojawia się nierównomierne zużycie powierzchni koła na obwodzie tocznym, co ogranicza założone przebiegi międzynaprawcze.

Pęknięcia termiczne zmęczeniowe na powierzchni tocznej

Hamowanie z dużej prędkości klasycznymi klockami ze wstawkami hamulcowymi, szczególnie wdrożone w ramach procedury hamowania nagłego, powoduje szybki wzrost temperatury wierzchnich warstw wieńca koła, osiągającej maksimum na powierzchni tocznej. Nagrzanie wpływa na powstawanie naprężeń cieplnych ściskających mogących przekroczyć granicę sprężystości czyli wpływać na powstawanie odkształceń plastycznych oraz rozciągających, występujących po ochłodzeniu. Cykliczne występowanie tego typu naprężeń prowadzi do pojawienia się martenzytu w warstwie wierzchniej (co świadczy o zahartowaniu) i występowania termicznych pęknięć zmęczeniowych na powierzchni tocznej. W momencie przekroczenia dopuszczalnych wartości naprężeń na powierzchni tocznej powstają pęknięcia poprzeczne (rys. 5), które mogą powiększać się w kierunku promieniowym i prowadzić nawet do pęknięcia koła [11, 13].



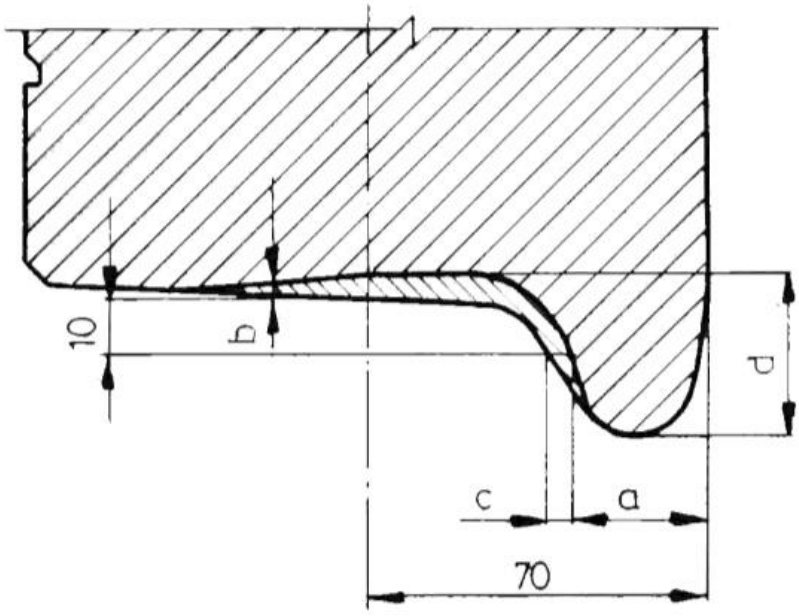
Rys. 5. Koło z termicznymi pęknięciami zmęczeniowymi przebiegającymi promieniowo [9]

Ścieranie na powierzchni tocznej i obrzeżu

Badania eksploatacyjne opisane w [13] dowiodły, że na zjawisko intensywności ścierania na powierzchni tocznej i obrzeżu wpływają:

- skład chemiczny,
- struktura,
- twardość stali,
- chropowatość powierzchni czynnych,
- profil koła i główki szyny.

Rysunek 6 przedstawia obszar zużycia ściernego, którego intensywność w różnych obszarach zarysu jest niejednakowa. Osiągnięcie wartości dopuszczalnej jest czynnikiem warunkującym do podjęcia decyzji o reprofilacji.



Rys. 6. Obszar zużycia ściernego na powierzchni tocznej i obrzeżu [13]

Bibliografia

[1] Antoniou S.S., Cameron A., Gentle G.R.: The Friction-speed relation from stick-slip data. Wear 36, 1976.

[2] Braghin, F., Lewis, R., Dwyer-Joyce, R. S., Bruni, S.: A mathematical model to predict railway wheel profile evolution due to wear. Wear 261, 2006.

[3] Brzeźny A., Marszałek J., Sowa A.: Kryteria decyzyjne odnowy zarysu kół kolejowych. Technika Transportu Szynowego, nr 10, 2014.

[4] Elliskivi T., Olofsson U.: Wheel–rail wear simulation. Wear 257.11, 2004.

[5] Furman J.: Zespoły napędowe elektrycznych pojazdów trakcyjnych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1975.

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Slippery_rail#/media/File:Flachstelle.JPG, dostęp: styczeń 2019.

[7] Jendel T.: Prediction of wheel profile wear—comparisons with field measurements. Wear 253.1, 2002.

[8] Kortas P.: Zużycie i reprofilacja kół pojazdów kolejowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Transport, nr 79, 2013.

[9] Norma PN-EN 15313:2010: Kolejnictwo. Wymagania eksploatacyjne dotyczące obsługi zestawów kołowych. Utrzymanie zestawów kołowych pojazdów w eksploatacji i wyłączonych z eksploatacji.

[10] Piec P., Krettek O.: Schwingungstechnische Untersuchung der Bremsvorgaenge. Analyseergebniss. RWTH Aachen, 1981.

[11] Piec P.: Analiza zjawisk kontaktowych typu stick-slip w miejscu styku koła z klockiem hamulcowym. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 1995.

[12] Piec P.: Studium eksploatacyjne zużycia zestawów kołowych pojazdów szynowych w aspekcie holistycznej tribologii. Logistyka, nr 6, 2015.

[13] Piec P.: Zjawiska kontaktowe w elementach pojazdów szynowych. Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii i Eksploatacji, Kraków 1999.

[14] Romaniszyn Z., Oramus Z., Nowakowski Z.: Podwozia trakcyjnych pojazdów szynowych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1989.

[15] Sobaś M.: Parametry konstrukcyjne zestawów kołowych oraz ich wpływ na bezpieczeństwo jazdy. Pojazdy Szynowe, nr 1, 2015.

EFEKTYWNOŚĆ ZAŁADUNKU POCIĄGU INTERMODALNEGO

dr inż. Sławomir Halusiak

Politechnika Łódzka

Wstęp

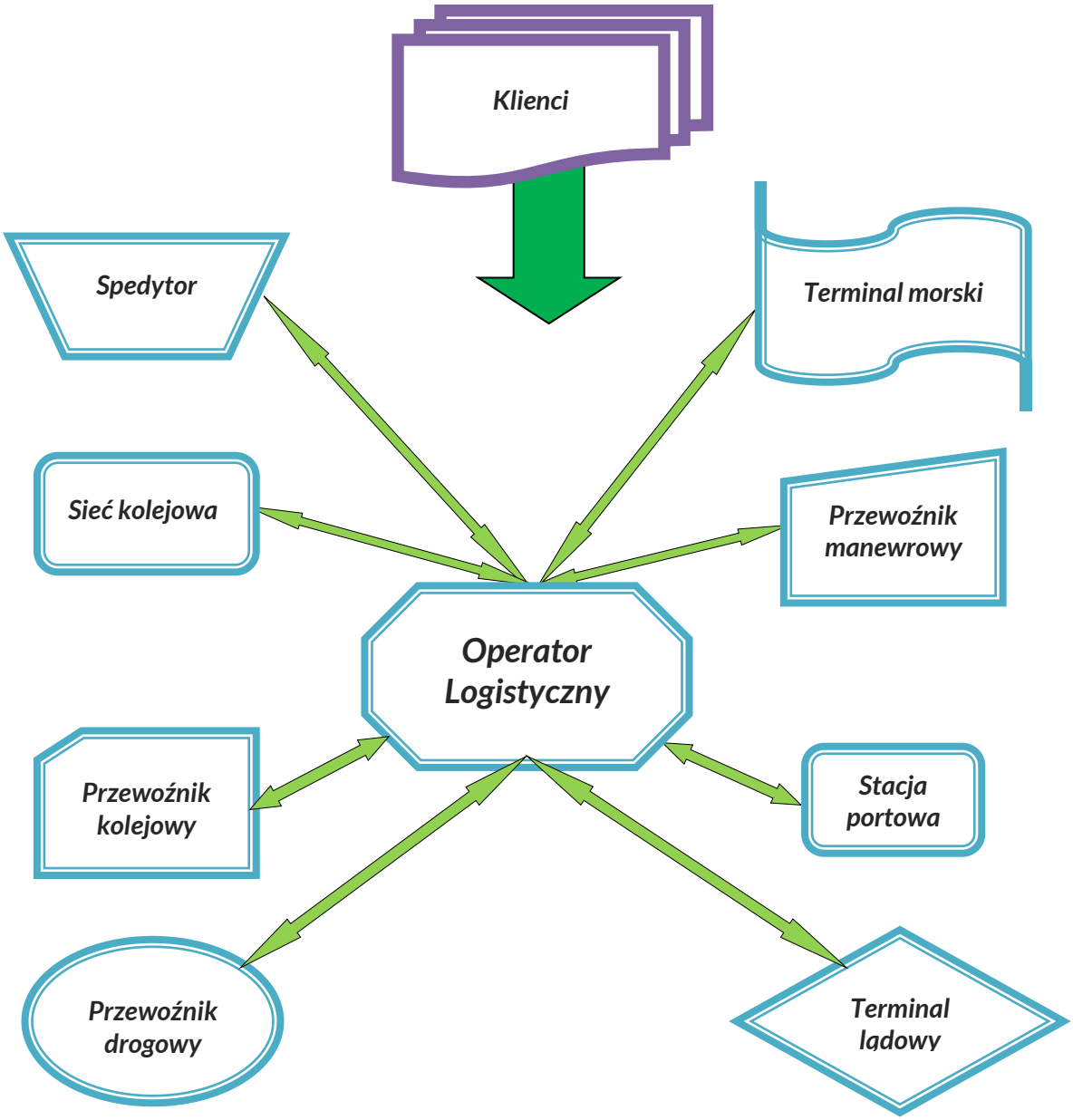
Transport intermodalny w Polsce dynamicznie się rozwija w zakresie ilości przewozów jednostek ładunkowych i częściowo w obszarach infrastruktury. Interesujące informacje o rozwoju tego sektora można uzyskać z materiałów Urzędu Transportu Kolejowego [1]. W 2018 r. przewieziono ponad 1,2 mln jednostek ładunkowych, z których kontenery stanowiły 96,3%. Zanotowano wzrost połączeń tranzytowych, np. w relacji Terespol – Kunowice, w stosunku do 2017 r., ilość tras zwiększyła się ok. dwukrotnie. W porównaniu z 2017 r. wykonano o 14,8 % większą pracę przewozową w 2018 r. oraz przewieziono o ok. 16,4 % więcej jednostek ładunkowych. Mimo sukcesywnego rozwoju "intermodalu" w Polsce udział przewozów intermodalnych w 2018 r. stanowił niecałe 6,8% w całym rynku przewozów towarowych mierzony masą przewiezionych ładunków [1]. Transport intermodalny niesie potencjał rozwojowy w skali mikro, ale przede wszystkim w skali makro dla przedsiębiorstw i państw. Należy podejmować działania niwelujące mankamenty i zwiększające efektywność w obszarach wymagających usprawnień technicznych, organizacyjnych czy legislacyjnych stosując również rozwiązania innowacyjne.

W niniejszym artykule przedstawiono propozycję zwiększenia efektywności elementu łańcucha logistycznego transportu intermodalnego – planowania załadunku pociągu kontenerowego, przy wykorzystaniu metod obliczeniowych. Uwzględniając dopuszczalną ładowność kontenerów, możliwości przewozowe wagonów i dopuszczalne naciski na osie wykonano analizę załadunków składów intermodalnych przy zastosowaniu zaproponowanego algorytmu.

1. Intermodalny system logistyczny

W intermodalnym systemie logistycznym pomiędzy nadawcą a odbiorcą występuje wiele podmiotów i relacji między nimi, które na swój sposób wpływają na ostateczną efektywność całego procesu. Przykład elementów takiego systemu przedstawiono na rys.1. System spajany jest poprzez operatora intermodalnego integrującego przewóz ładunku z użyciem co najmniej dwóch środków transportu za pomocą wielokrotnego przepływu informacji. W przepływie ładunków pomiędzy usługobiorcą i usługodawcą można wyróżnić etapy:

1. załadunek kontenera, podjęcie ładunku od klienta,
2. transport drogowy kontenera do terminalu lądowego,



- Dokumenty przewozowe
- Zamówienie przejazdu
- Prowadzenie pociągu
- Lokomotywy, wagony
- Opłaty kolejowe
- Infrastruktura
- Licencje, uprawnienia
- Obsługa bocznic
- Priorytety transportowe
- Dowozy, odwozy

- Długość bocznic
- Wydajność maszyn załadunkowych
- **Załadunek pociągu**
- Koordynacja podstawień pociągów
- Przegrupowania pociągów
- Zamiana lokomotyw
- Awizacja, cło
- Status ładunku
- Przepustowość stacji
- Przepływ informacji

Rys. 1. Przykład elementów składowych intermodalnego systemu logistycznego.

3. rozładunek kontenerów z samochodów,
4. załadunek kontenerów w terminalu lądowym,
5. transport kolejowy kontenerów z terminalu lądowego do terminalu morskiego,
6. rozładunek kontenerów w terminalu morskim,
7. załadunek kontenerów na statek, transport kontenerów do portu odbioru.

Dalsze etapy obejmują rozładunek statku i obsługę kontenerów, transporty kontenerów i dostarczenie do odbiorcy a także przemieszczenie pustych kontenerów.

Złożony intermodalny system logistyczny musi się borykać z problemami, wśród których należy wymienić:

1. zły stan techniczny odcinków sieci kolejowej, ograniczenia w prędkości przejazdu, niskie priorytety dla przewozów intermodalnych,
2. niska prędkość handlowa składu intermodalnego,
3. problemy z koordynacją procesu dostaw ładunków,
4. nieefektywny przepływ informacji pomiędzy podmiotami systemu,
5. ograniczenia techniczne na terminalach kontenerowych …

Niski wynik liczbowy przewozów intermodalnych Polsce, przy dość dobrym i modernizowanym zapleczu, skłania do podejmowania działań zmniejszających bariery i zwiększających efektywność pracy systemu intermodalnego.

2. Efektywność formowania pociągu kontenerowego

Na ocenę efektywności realizacji procesu intermodalnego wpływa wiele elementów i czynników, a jednym z nich jest proces załadunku pociągu kontenerowego. Istotnym elementem tego procesu jest planowanie składu. Planer kolei zbiera informacje dotyczące zleceń na przeładunek, sprawdza awizacje, informacje od operatora o brakach, przekazuje informacje do spedytora, sprawdza gotowość i status kontenerów, uwzględnia charakterystyki linii kolejowej, priorytety przewozowe, godziny realizacji poszczególnych etapów itp. Przydzielając kontenery do pociągu należy również uwzględnić maksymalną długość składu, maksymalną masę brutto, przeznaczenie podstawionych platform kolejowych i ich parametry obciążeniowe.

W celu zwiększania efektywności formowania pociągu intermodalnego przydzielanie kontenerów do danej platformy powinno być realizowane z dążeniem do minimalizacji pozostawionych wolnych miejsc na platformach przy jednoczesnym spełnieniu pozostałych warunków.

Dodatkowo warto rozważyć następujące czynniki:

Stopień wykorzystania pojemności składu pociągu intermodalnego – zależny jest od doboru typu platformy do transportowania kontenerów o określonej długości. Można zauważyć, że kontenery 20 stopowe najkorzystniej jest przewozić na platformach o długości ładunkowej 60´, natomiast dla kontenerów 40 stopowych najkorzystniejsze jest stosowanie platform o długości ładunkowej 40´ i 80´ [2].

Długości bocznic – przy maksymalnej długości pociągu równej 750 m formowanie składu na terminalu o krótszych bocznica będzie wymagało rozpinania składu i dodatkowego manewrowania. Przykładowo orientacyjne długości bocznic dla wybranych terminali wynoszą: DCT – 1000 m, BCT – 1000 m, PCC INTERMODAL KUTNO – 4x700 m, POLZUG Gądki – 300 m, SPEDCONT – 2x700 m.

Wydajność maszyn przeładunkowych – wzrost efektywności przeładunków kontenerowych można uzyskać m. in. dzięki zastosowaniu nowoczesnych natorowych suwnic kontenerowych.

Zastosowanie metod obliczeniowych przy formowaniu pociągu kontenerowego – zdarza się, że proces przydziału miejsc na platformie dla poszczególnych kontenerów wykonywany jest przy użyciu prostych narzędzi bazujących przede wszystkim na doświadczeniu i wiedzy planera kolejowego. Warto pomyśleć o usprawnieniu i wsparciu tego procesu przy użyciu optymalizacyjnych metod obliczeniowych. W pracy [3] autor niniejszego artykułu przedstawił przykład prostego algorytmu obliczeniowego.

Automatyzacja i optymalizacja pracy urządzeń przeładunkowych.

2.2 Formowanie pociągu kontenerowego

Zadanie polega na przydzieleniu podstawionym na terminal intermodalny platformom kolejowym (zestawionym w sposób losowy w pociąg) kontenerów do transportu dla np. czterech odbiorców – A, B, C, D zgodnie z awizacją. Wybrane informacje o podstawianych wagonach zamieszczono w tabeli 1.

W zadaniu platformy załadowywane są za pomocą suwnicy kontenerowej na terminalu wyposażonym w dwa torowiska o długości roboczej ok. 350 m każdy. Załadowane platformy formowane są w pociąg kontenerowy. Zadanie nie obejmuje optymalizacji ruchów suwnicy kontenerowej. Ilości kontenerów do załadunku przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Parametry wybranych typów kontenerowych platform kolejowych.

L.p.	*Seria – przystosowany do transportu kontenera typu:*	*Masa [kg]*	*Długość ładunkowa [mm]*	*Maksymalne obciążenie [t]*
1.	Kgns (dwuosiowy) 20', 40'	14 500	12 500 (40´)	30
2.	Sgs (czteroosiowy) 10', 20', 30', 40', 35'	22 000	18 600 (60´)	58
3.	Sgns (czteroosiowy) 20', 30', 40', 45'	20 000	18 500 (40´)	60
4.	Sggrs (sześcioosiowy) 10', 20', 30', 40', 35'	26 200	25 860 (80´)	60
5.	Sggmrss (sześcioosiowy) 20', 30', 40', 45'	29 000	2 x 13 8200 (90´)	90
6	Rgmms (czteroosiowy) 20', 30', 40', 45'	23 500	18 000 (40´)	58,5
7.	Sdgmanss 20', 30', 40'	21 300	16 300 (40´)	58,5

Tabela 2. Wykaz ilości kontenerów danego typu dla poszczególnych odbiorców.

Typ kontenera / Odbiorca	45'	30'	40'	20'
A	3	1	5	8
B	1	2	4	6
C	0	0	4	8
D	1	0	4	3

W zadaniu przyjęto następujące założenia:

- znana jest kolejność i charakterystyka podstawionych wagonów składu pociągu,
- kontenery danego odbiorcy zostaną umieszczone kolejno w przydzielonym dla nich obszarze pociągu intermodalnego,
- znana jest charakterystyka linii kolejowej,
- przydzielając kontenery do platformy należy uwzględnić dopuszczalną ładowność platformy oraz maksymalne naciski na oś wagonu dla danej linii.

Przykładowe oznaczenia kodowe określające maksymalny nacisk osi na dany odcinek linii kolejowej przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Oznaczenia kodowe linii kolejowych.

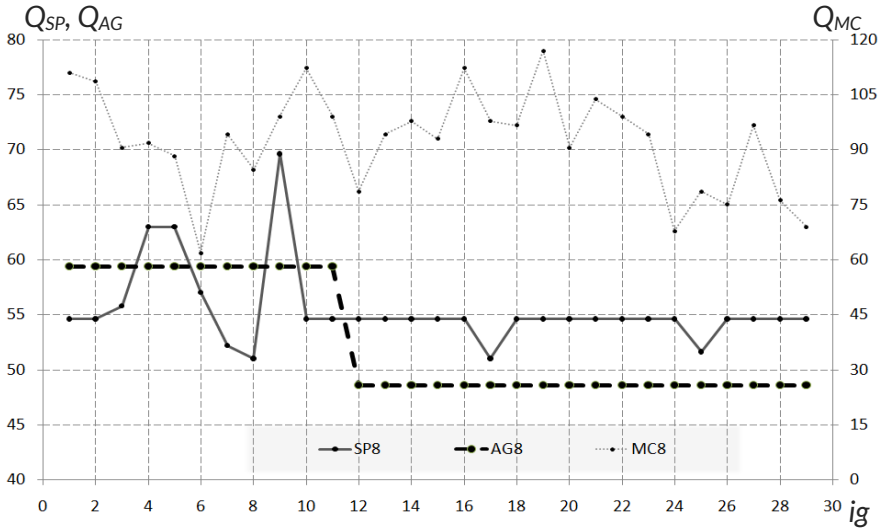
Kod linii	A	B1	C2	D2
Maks. nacisk osi	16t	18t	20t	22,5t

Przykładową charakterystykę wagonu w postaci granic jego obciążenia w zależności od klasy linii kolejowej pokazano w tabeli 4. Oznaczenia w tabeli: A, B, C – kod linii, s – prędkość 100 km/h

Tabela 4. Tabela granicy ładowności wagonu Sgs.

	A	**B**	**C**
s	42	50	58

Przy rozwiązywaniu przedstawionego zadania można zastosować jedną z metod optymalizacji przedstawionych np. w pracy [4]: metoda losowa, metoda systematycznego przeszukiwania, metoda sztucznej inteligencji – algorytm genetyczny. Przykładowy przebieg poszukiwania rozwiązania optymalnego minimalizacji ruchów roboczych przy pracach w magazynie wysokiego składowania przedstawiono na rys. 2. W analizowanym zadaniu adaptacja metody sztucznej inteligencji miałaby uzasadnienie dla optymalizacji ruchów suwnicy kontenerowej, natomiast przydziały obszarów pociągu dla określonych odbiorców można wykonać za pomocą prostej metody systematycznego przeszukiwania.



Rys. 2. Przykładowe przebiegi z badań optymalizacyjnych minimalizacji wskaźnika jakości za pomocą Algorytmu Genetycznego (AG), metody Systematycznego Przeszukiwania (SP) i Monte Carlo (MC).

2.3. Algorytm formowania pociągu intermodalnego

Dla realizacji przewozu kontenerów do odbiorców, na terminal kontenerowy podstawione są przez przewoźnika platformy kolejowe. Na rysunku 3 przedstawiono wykaz podstawionych wagonów. Liczba porządkowa oznacza kolejność wagonów w składzie na poszczególnych torach.

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Lp
5	5	6	3	7	3	2	2	6	3	2	5	3	1	Typ

28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	Lp
7	5	6	3	5	2	3	1	5	6	5	3	2	2	Typ

Rys. 3. Specyfikacja podstawionych platform kolejowych, numery typów zgodnie z tabelą 1.

Program komputerowy wspomaga wyznaczenie przydziału kontenerów na platformy przy minimalizacji pozostawionych wolnych miejsc uwzględniając możliwości przewozowe danego typu platformy z zapewnieniem nieprzekroczenia dopuszczalnych nacisków na osie. Działanie algorytmu podzielono na etapy.

Etap I Wyznaczenie obszarów przydziałowych dla kontenerów odbiorców

W pierwszym etapie pracy programu analizowane są możliwe skojarzenia obszarów pociągu dla wagonów odbiorców wyznaczonych przy efektywnym wykorzystaniu miejsc dyspozycyjnych. W wyniku tego działania pociąg intermodalny podzielony zostaje na ciągłe obszary przydzielone dla danego odbiorcy w ilości równej liczbie odbiorców.

Zagadnienie optymalizacji zawiera następujące punkty:

1. Dany jest zbiór zmiennych decyzyjnych $\{K_i(i=1,2, \ldots,n_k), P_j(j=1,2, ,n_p)\}$ odpowiadający numerom kontenerów i platform.
2. Określono wskaźnik jakości w postaci:

$$Q = \sum_{k=1}^{m} (M_d - M_z) \tag{1}$$

gdzie:

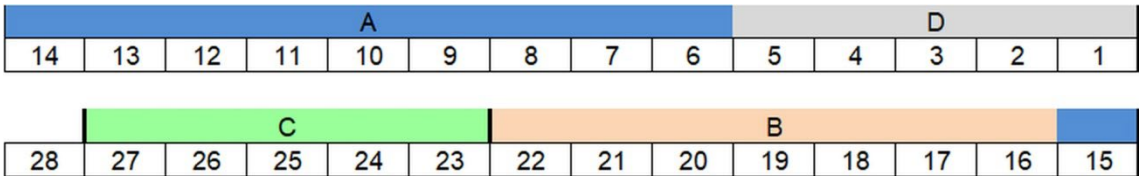
M_d - ilość miejsc dyspozycyjnych na platformach przydzielonych dla danego odbiorcy,

M_d - ilość miejsc zajętych przez kontenery na platformach przydzielonych dla danego odbiorcy.

3. Dany jest zbiór rozwiązań dopuszczalnych Φ rozumiany jako zbiór ograniczeń – wybrane kontenery mogą być skojarzone tylko jeden raz z daną platformą w danym rozwiązaniu skojarzenia obszarów przydziału dla określonego odbiorcy.

4. Poszukuje się zbioru skojarzenia kontenerów danego odbiorcy z przydzielonymi dla nich platformami {Ř ,}∈ Φ dla którego wartość wskaźnika jakości Q jest niewiększa od każdej innej wartości wskaźnika Q, obliczonej dla dowolnego zbioru {Ki , Pj}∈ Φ. Zmniejszenie wartości wskaźnika jakości (1) prowadzi do maksymalizacji wykorzystania miejsc dyspozycyjnych platform kolejowych.

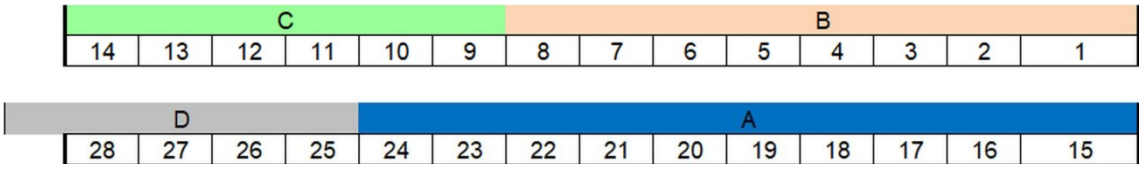
Jednostką odniesienia przy wyznaczaniu obszarów jest 1 TEU. Wyznaczone metodą optymalizacji obszary przydziałowe dla poszczególnych odbiorców przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Przydział platform do załadunku dla danych odbiorców.

Dodatkowo należy sprawdzić, czy w wyznaczonych obszarach możliwe będzie postawienie wszystkich kontenerów.

Na rysunku 5 przedstawiono wyznaczone losowo obszary przydziałowe dla których nie zmieściłyby się wszystkie kontenery na wagonach.

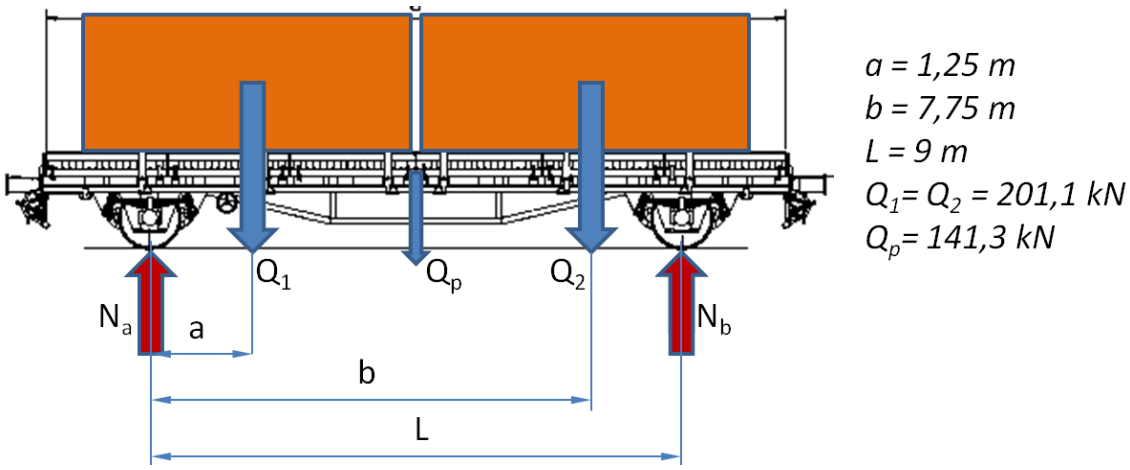


Rys. 5. Przydział platform do załadunku dla danych odbiorców wykonany losowo.

Etap II Wyznaczenie miejsc na platformach dla kontenerów danych odbiorców

W drugim etapie program komputerowy, zgodnie z postawionymi kryteriami, bazując na wyznaczonych w pierwszym etapie obszarach załadunkowych dla odbiorców, przydziela poszczególne kontenery do platform z ustaleniem ich położenia w pociągu intermodalnym.

Kontenery 45', 40' i 30' przydzielane są w konkretne miejsce platform z uzupełnianiem wolnej powierzchni kontenerami 20'. Po przydziale następuje sprawdzenie masy załadowanej na platformę i nacisku na osie wagonu. Do wyznaczania nacisków na osie stosuje się dodatkowy podprogram. Przykładowy schemat wyznaczania nacisków dla wagonu Kgns przedstawiono na rys. 6. Wynik działania programu przedstawiono na rys. 7.



Rys. 6. Schemat obliczeniowy wyznaczania nacisków dla wagonu typu Kgns.

A									D				
14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
40' 20' 20'	45' 45'	40'	40' 20'	40'	45'	20' 20' 20'	30' 20'	40'	40' 20'	20' 20' ■	40 '40'	45'	40'

	C					B							
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
	20' 20' 20' 20'	40'	40' 20'	40 '40'	20' 20' 20'	30' 20'	40'	40 '40'	40'	20' 20' 20' 20'	45'	30' 20'	20' ■ ■

Rys. 7. Wynik działania programu – ustawienie kontenerów na platformach dla poszczególnych odbiorców.

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań można zauważyć przydatność przedstawionej metody do organizacji formowania składu pociągu intermodalnego w terminalu kontenerowym. Analiza przydziału kontenerów do danych platform z zastosowaniem metod optymalizacyjnych prowadzi do zwiększenia efektywności procesu poprzez skrócenie czasu planowania z możliwością lepszego zarządzania miejscami na platformach kolejowych.

Literatura

1. Urząd Transportu Kolejowego: Rok 2018 w przewozach intermodalnych. Podsumowanie Prezesa UTK. Warszawa 2019.
2. Liščák Š., Stokłosa J.: Ewolucje technologii przeładunkowych jako narzędzie zwiększające efektywność przewozów intermodalnych. Logistyka 2/2014.
3. Halusiak S., Uciński J.: Organizacja załadunku pociągu intermodalnego. "Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych". Monografie Polkitechniki Łódzkiej, Łódź 2015.
4. Halusiak S., Uciński J., Zastosowanie algorytmu genetycznego do optymalizacji prac przeładunkowych w magazynie wysokiego składowania, PIB – Problemy Maszyn Roboczych z.34/2009.

ANALIZA WSPÓŁPRACY ODBIERAKA PRĄDU Z SIECIĄ TRAKCYJNĄ Z WYKORZYSTANIEM MONITORINGU WIZYJNEGO LOKOMOTYWY

mgr inż. Dawid Licheniak

PKP Cargo S.A. Zachodni Zakład Spółki

Streszczenie: Pantograf (odbierak prądu) jest to aparat odbierający prąd z jednego lub dwóch przewodów jezdnych. Umożliwia on przesyłanie prądu z sieci jezdnej do układu elektrycznego pojazdu. Jest to jeden z istotnych elementów odpowiadający za poziom bezpieczeństwa pojazdu szynowego. Uszkodzenia odbieraków prądu należą do szczególnej grupy zdarzeń niepożądanych. Eksploatacja odbieraków prądu wymaga okresowych przeglądów oraz napraw ujętych w dokumentacjach. Pomimo wykonywania czynności utrzymaniowych ujętych w dokumentacjach dochodzi do uszkodzeń pantografów. Celem ograniczenia liczby uszkodzeń odbieraków prądu oraz sieci trakcyjnej coraz częściej stosuje się układy diagnostyczne montowane na sieci trakcyjnej lub na samym pojeździe. Stosunkowo tanim i prostym rozwiązaniem w zakresie ograniczania liczby uszkodzeń odbieraków prądu oraz diagnostyki stanu sieci trakcyjnej mogą być kamery monitoringu wizyjnego monitorujące pracę pantografów. W referacie przedstawiono zakres i rezultaty przeprowadzonej analizy współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną na podstawie nagrań z monitoringu zamontowanego na zmodernizowanej lokomotywie elektrycznej wybranego przewoźnika.

Słowa kluczowe: odbieraki prądu, sieć trakcyjna

1. Wstęp

Według danych zamieszczonych w Sprawozdaniu UTK za rok 2017 linie kolejowe zeletryfikowane stanowią 62% łącznej długości linii kolejowych w kraju. Łączna długość linii zelektryfikowanych w Polsce wyniosła 11 864,3 km. Ponad 90% linii zelektryfikowanych to linie dwutorowe. Przekłada się to bezpośrednio na liczbę lokomotyw elektrycznych, która w 2017 roku wynosiła 320 sztuk. Liczba lokomotyw spalinowych była prawie trzykrotnie niższa (109 sztuk). Największym przewoźnikiem kolejowym w kraju jest PKP Cargo S.A., które posiada 2462 lokomotyw, z czego1023 sztuki stanowią lokomotywy elektryczne[1].

Przyjęta w Polsce norma europejska EN 50206-1 określa definicję odbieraka prądu. Jest to aparat odbierający prąd z jednego lub dwóch przewodów jezdnych. Składa się z ramy

[1] Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego w 2017 r., UTK, 2018, s.30 – 66

podstawy, urządzenia napędowego, ramy przegubowej oraz ślizgacza. Aparat ten zmienia swoją geometrię, a w trakcie pracy może znajdować się całkowicie lub częściowo [2] pod napięciem.

Odbieraki prądu współpracujące z górną siecią jezdną zawieszoną nad torem mają kształt pantografu i w zależności od systemu zasilania oraz wymaganych warunków pracy możemy je podzielić na: symetryczne oraz połówkowe. Nowo projektowane i produkowane odbieraki prądu spełniać muszą regulacje zawarte w TSI „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski"[3] w transeuropejskim systemie kolei konwencjonalnych (Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności) z 26 kwietnia 2011 roku. Określają one m.in.: geometrię ślizgacza pantografu, wysokość pracy pantografu, wysokość pantografu, obciążalność prądową, statyczną siłę nacisku. Obecnie TSI dopuszcza stosowanie ślizgaczy o szerokości zarówno 1600 mm, jak i 1950 mm (aktualnie eksploatowane w Polsce). Profil typu B3 ujęty w normie EN 50367[4] został przyjęty w wymaganiach TSI jako wzorcowy dla pozostałych odbieraków prądu.

PKP Cargo S.A. w ramach programu modernizacji taboru pilotażowo wyposażyło nowo modernizowane lokomotywy serii ET41[5] m.in. w kamery monitoringu wizyjnego. Obejmują one swym zasięgiem nie tylko kabinę maszynisty, widok na szlak kolejowy, ale również odbieraki prądu[6].

2. Odbieraki prądu eksploatowane przez PKP Cargo S.A.

Grupa PKP Cargo według danych na 30.06.2018 posiadała 2319 lokomotyw, z czego 1060 lokomotyw to lokomotywy elektryczne. Najliczniejszą grupę lokomotyw elektrycznych stanowią pojazdy serii ET22 – 726 sztuk wyprodukowanych w Pafawag-u Wrocław. Część lokomotyw zostało zmodernizowanych w ZNLE Gliwice S.A. 24 lokomotywy ET22 posiadają dopuszczenie do eksploatacji na terenie Republiki Czeskiej i Słowacji [7]. Pozostałe

[2] Kaniewski M., Odbieraki prądu stosowane na europejskiej sieci kolejowej, Technika Transportu Szynowego 1-2/2004, s. 61 – 65
[3] Decyzja Komisji z dnia 26 kwietnia 2011 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski" w transeuropejskim systemie kolei konwencjonalnych, s. 67 – 71
[4] Norma EN50367
[5] Info Cargo, „Odnawiamy nasz tabor", nr 4/2016, s. 16-20
[6] https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/pkp-cargo-odebralo-pierwsza-zmodernizowana-et41-78594.html - dostęp 21.11.2018r.
[7] Roman S., Lokomotywy Grupy PKP Cargo, Warszawa, 2018, s. 10-60, 70-73

lokomotywy elektryczne, które posiada PKP Cargo to 147 lokomotyw serii ET41, 83 sztuk lokomotyw serii EU07, 46 sztuk lokomotyw serii ET42 oraz 15 sztuk lokomotyw serii EU46[8].

PKP Cargo S.A. eksploatuje lokomotywy wyposażone w odbieraki prądu symetryczne i połówkowe [9]. Największą liczbę stanowią odbieraki typu AKP4E oraz 5ZL [10], które są odbierakami symetrycznymi. Do drugiej grupy należą odbieraki 55ZW i DSA 200 3 kV.

Na podstawie badań przeprowadzonych przez Instytut Kolejnictwa wynika, iż w polskich warunkach eksploatacji pojazdów szynowych zużycie węglowych nakładek stykowych może wynosić ponad 0,2 mm na każde 1000 km przebiegu pojazdu. Wykorzystując dane eksploatacyjne opublikowane przez największych krajowych przewoźników wynika, że przebieg, jaki lokomotywa przejeżdża z jednym kompletem nakładek, wynosi przeciętnie 30000 km, co przekłada się na około 3,5 miesięczny okres użytkowania[11].

2.1. Parametry techniczne wybranych odbieraków prądu eksploatowanych przez PKP Cargo S.A.

Podstawowe dane techniczne najczęściej użytkowanych odbieraków prądu w spółce przedstawia tabela 1[12].

Tabela 1. Wybrane dane techniczne odbieraków prądu [źródło: [11]]

Parametry/Typ odbieraka prądu	AKP4E	5ZL	55ZW	DSA 150.06.
Maksymalna prędkość jazdy [km/h]	125	160	160	160
Typ ślizgacza	Pojedynczy	Pojedynczy	Pojedynczy	Bliźniaczy
Profil ślizgacza [mm]	2030	1950	3000	3000
Materiał nakładek ślizgowych	Cu	Cu	Cu	Cu
Liczba nakładek stykowych	3	3	3	2x2
Rodzaj usprężynowania ślizgacza	„mały pantograf”	2 amortyzatory teleskopowe	2 amortyzatory teleskopowe	4 amortyzatory teleskopowe
Maksymalne ugięcie ślizgacza [mm]	-	40	-	55

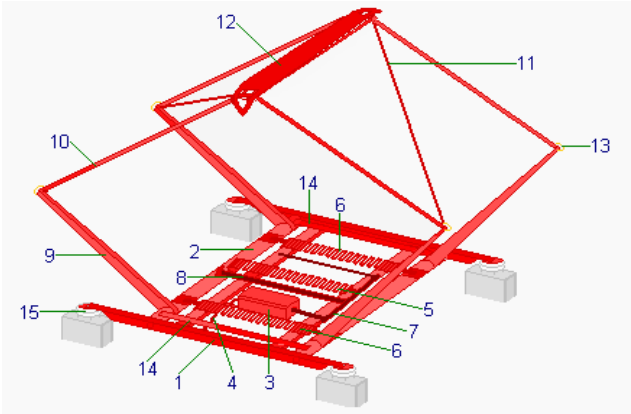
[8] Książka lokomotywy PKP Cargo
[9] Durbajło M., Instrukcja „Utrzymanie odbieraków prądu typu AKP-4E i 5ZL, s.2 – 26
[10] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa lokomotyw ET41
[11] Judek S., Jarzębowicz L., Stanowisko do skanowania 3D nakładek odbieraków prądu lokomotyw, Electrical Engineering 75, 2013, s. 141 – 148
[12] Kaniewski M., Odbieraki prądu stosowane na europejskiej sieci kolejowej, Technika Transportu Szynowego 1-2/2004, s. 61 – 65

Długość części roboczej ślizgacza [mm]	1270	1100	1100	1097
Minimalna wysokość konstrukcji pantografu bez izolatora [mm]	365	365	3650	300 +/- 10
Maksymalna wysokość konstrukcyjna pantografu [mm]	2300	2300	2000	2900
Minimalna wysokość robocza pantografu [mm]	800	800	800	800
Maksymalna wysokość robocza pantografu [mm]	1800	1800	1800	2060
Średni nacisk statyczny [N]	90	90	90	97
Podwójna siła tarcia [N]	20	20	20	17
Czas podnoszenia [s]	od 6 do 12	od 6 do 12	od 6 do 12	8 (0 - 2000 mm)
Czas opuszczania [s]	od 5 do 10	ood 5 do 10	od 5 do 10	7 (2000 – 0 mm)
Układ napędowy	Sprężynowy	Sprężynowy	Sprężynowy	Siłownik mieszkowy
Znamionowe ciśnienie w przewodzie pneumatycznym [Pa]	>4x10^5	>4x10^5	>4x10^5	5x10^5
Siła utrzymująca [N]	150	200	200	390
Siła opuszczająca [N]	80	130	130	400
Prąd znamionowy [A]	800	1200	1200	1800
Maksymalna wartość prądu pobieranego przez odbierak [A]	1200	1800	1800	2600
Masa [kg]	380	380	245	156

Widoki omawianych w tabeli odbieraków prądu przedstawiono na rysunkach 1 – 4.

Rys. 1. Widok odbieraka prądu typu 5ZL [źródło[13]]

[13] http://www.sp-rytm.pl



Rys. 2. Widok odbieraka prądu typu AKP-4E [źródło[14]]

Rys. 3. Widok odbieraka prądu typu 55ZW [źródło[15]]

Rys. 4. Widok odbieraka prądu typu DSA 150 (w wersji 3 kV) [źródło[16]]

[14] http://www.trakcja.one.pl/strona/pantografy.html
[15] https://pl.all.biz/pantograf-kolejowy-g189088
[16] http://stemmann.com/en/products/roof_mounted_pantographs/long_distance_traffic/dsa150_200_250_350_380

2.2. Utrzymanie odbieraków prądu

Czynności utrzymaniowe odbieraków prądu w spółce PKP Cargo określają karty przeglądowe opracowane przez Centralne Biuro Konstrukcyjne w Poznaniu oraz Dokumentacje Systemu Utrzymania odpowiednie dla poszczególnych typów eksploatowanych przez przewoźnika lokomotyw.

Przeglądy odbieraków prądu podzielone są według „poziomów" określonych przez DSU: P1 i P2. W ramach przeglądów poziomu P1 (kontrolne) należy:

- dokonać oględzin odbieraka prądu ze zwróceniem szczególnej uwagi na stan nakładek węglowych, usprężynowanie ślizgacza oraz izolatory,
- sprawdzić działanie odbieraków prądu (podnoszenie i opuszczanie); dokonać pomiaru średniej siły nacisku statycznego,
- jeżeli zaszła konieczność wymiany listew węglowych – dokonać regulacji odbieraka prądu w zakresie średniej siły nacisku statycznego.

Przegląd poziomu P2 zawiera następujące procesy diagnostyczne[17]:

- dokonanie oględzin odbieraka prądu, konserwację oraz drobne naprawy odbieraka prądu,
- wykonanie pomiaru rezystancji izolacji odbieraków prądu (w przypadku negatywnego wyniku badania należy wymienić uszkodzony element i powtórzyć pomiar),
- wykonanie pomiarów grubości nakładek stykowych,
- sprawdzenie sztywności układu sprężynowania ślizgacza,
- wykonanie pomiarów średniego nacisku statycznego i podwójnej siły tarcia,
- wykonanie pomiaru siły utrzymującej w stanie złożonym (ewentualna regulacja,
- wykonanie pomiaru czasu opuszczania i podnoszenia odbieraków prądu.

3. Uszkodzenia elementów odbieraków prądu

Najbardziej narażonym elementem na uszkodzenia oraz zużycie jest ślizgacz. Styka się on bezpośrednio z przewodem jezdnym. Do stycznia 2011 roku Polska była jedynym krajem w Unii Europejskiej, w którym elektryczne pojazdy szynowe mogły jeździć z odbierakami

[17] Durbajło M., Instrukcja Utrzymanie odbieraków prądu typu AKP-4E i 5ZL, PKP Cargo S.A., s. 1 – 26

prądu wyposażonymi w miedziane nakładki stykowe. Od 1 lutego 2011 roku zgodnie z wymaganiami zawartymi w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności wprowadzono obowiązek używania wyłącznie nakładek stykowych wykonanych z materiału węglowego. Wymiana nakładek miedzianych na węglowe wymagała opracowania nowych konstrukcji ślizgaczy pantografów. Uszkodzenia nakładek stykowych odbieraków prądu wynikają najczęściej z eksploatacji odbieraków prądu i ich utrzymania. Rzadziej wynikają one z błędów powstałych na etapie projektowania lub produkcji odbieraków prądu[18].

3.1. Uszkodzenia nakładek stykowych odbieraków prądu wynikające z błędów w trakcie procesu projektowania

Jednym z najczęstszych uszkodzeń nakładek stykowych są rozwarstwienia części materiału ślizgacza od listwy wsporczej. Powstają one wskutek stosowania niewłaściwie dobranego technologii materiału nakładek stykowych w formie oddzielnych bloków zespajanych do listwy wsporczej poprzez klejenie[19]. Celem zapewnienia jak najmniejszego oporu elektrycznego w miejscu połączenia materiału z podstawą aluminiową nakładek stykowych umieszcza się miedzianą siatkę jako element pośredni. Połączenie to musi zapewniać jednocześnie prawidłowy przepływ prądu od przewodu jezdnego do nakładki stykowej ślizgacza odbieraka prądu. Uszkodzenie nakładki na skutek rozwarstwienia przedstawiono na rysunku 5.

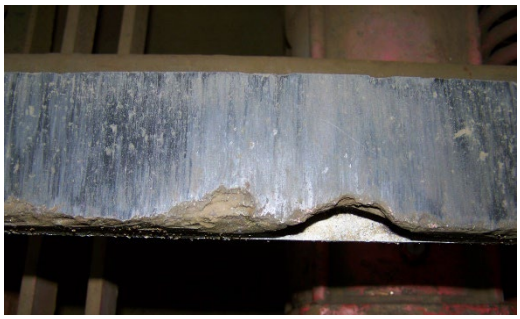
Rys. 5. Uszkodzona nakładka – widoczna siatka miedziana jako element łączący ślizgacz z listwą wsporczą [źródło: Marcel Durbajło]

[18] Sitarz M., Adamiec A., Mańka A., Uszkodzenia węglowych nakładek stykowych pantografów kolejowych stosowanych w Polsce, Technika Transportu Szynowego nr 1-2/2016, s. 70-74

[19] Siemiński T., Jarosz T., Odbieraki prądu i ich współpraca z siecią jezdną, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, warszawa, 1989, s. 153-155

3.2. Uszkodzenia nakładek stykowych odbieraków prądu wynikające z błędów podczas procesu produkcyjnego

Ze względu na stosowane w Polsce zasilanie prądem stałym o napięciu znamionowym 3 kV zachodzi konieczność przestrzegania wymogów technologicznych odnośnie wytwarzania materiału na omawiane nakładki. W trakcie eksploatacji nakładek stykowych można zaobserwować wyłuszczenia materiału. Wynikają one z niewłaściwej zawartości miedzi. Wpływa ona na wysokość maksymalnego przyrostu temperatury o 80 stopni Celsjusza dla prądu 1200A podczas trzyminutowej próby termicznej. Koniecznie jest ponadto równomierne rozmieszczenie miedzi oraz trwałe jej zespolenie z kompozytem węglowym. Wyłuszczenia materiału mogą być spowodowane również z nieciągłościami materiału (pęcherz powietrza), które powstały podczas procesu technologicznego. Widok takiego uszkodzenia przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Wyłuszczenia materiału nakładki ślizgowej [źródło: Marcel Durbajło]

3.3. Uszkodzenia nakładek stykowych odbieraków prądu powstałe w trakcie eksploatacji

Prawidłowy montaż nakładek stykowych ma znaczny wpływ dla eksploatacji odbieraków prądu oraz kosztów ich użytkowania. W trakcie montażu nakładek stykowych należy zwrócić uwagę na zamocowanie łącznika bocznikującego, prawidłowe doleganie nakładek stykowych do przewodu jezdnego, zachowanie równoległości powierzchni styku nakładek odbieraków prądu, stan techniczny mechanizmu docisku ślizgaczy bliźniaczych oraz tzw. małego pantografu przy odbierakach prądu wyposażonych w pojedynczą nakładkę stykową. Źródłem zagrożenia są nadpalenia materiału nakładek stykowych. Powstają one przy bardzo wysokich temperaturach po utworzeniu się łuku elektrycznego[20]. Pojawieniu się zjawiska łuku elektrycznego sprzyjają niekorzystne warunki atmosferyczne takie jak:

[20] Siemiński T., Jarosz T., Odbieraki prądu i ich współpraca z siecią jezdną, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, warszawa, 1989, s. 135-142

oblodzenie sieci trakcyjnej, opady deszczu, śniegu, zbyt mały nacisk odbieraku prądu na przewód jezdny sieci trakcyjnej, oderwanie ślizgacza od drutu jezdnego oraz podnoszenie i opuszczanie odbieraków prądu przy zadanym zbyt dużym obciążeniu na nastawniku jazdy przez maszynistę.

Nakładki stykowe wykonane z materiałów o niskiej przewodności elektrycznej są źródłem pojawiania się łuku elektrycznego, który powoduje przepalenie przewodu jezdnego sieci trakcyjnej.

Uszkodzenia nakładek stykowych mogą być powodowane nie tylko niewłaściwym ich montażem na odbieraku prądu, ale także przez niewłaściwy stan techniczny infrastruktury przesyłowej, np.: zbyt małe naprężeniu przewodów sieci trakcyjnej, zbyt niskiej wysokości zawieszenia sieci trakcyjnej, niewłaściwie zamontowane izolatory sekcyjne itp[21]. W dalszej kolejności dochodzi do uszkodzenia samego odbieraka prądu, uszkodzenia sieci trakcyjnej, słupów oraz pozostałych odbieraków prądu znajdujących się na pojeździe kolejowym i nadjeżdżających pojazdów trakcyjnych[22].

3.4. Liczba uszkodzeń odbieraków prądu eksploatowanych przez PKP Cargo

PKP Cargo prowadzi statystyki dotyczące uszkodzeń odbieraków prądu z uwzględnieniem rodzaju zdarzenia – czy uszkodzenie powstało na skutek niewłaściwie utrzymanej sieci trakcyjnej czy też było wynikiem zaniedbań ze strony pracowników pionu utrzymania. Rozkład liczbowy wybranych uszkodzeń odbieraków prądu z podziałem na kategorie w latach 2017-2108 prezentuje tabela 2.

Tabela 2. Uszkodzenia odbieraków prądu [źródło[23]:]

Kategoria zdarzenia	2017 rok [zdarzenia]	2018 rok [zdarzenia]
C51	3	2
D80	34	39
D82	30	35

W referacie nie uwzględniono uszkodzeń sieci trakcyjnych spowodowanych kradzieżami lub warunkami atmosferycznymi. Zdarzenia kategorii C51 obejmują

[21] Siemiński T., Jarosz T., Odbieraki prądu i ich współpraca z siecią jezdną, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, warszawa, 1989, s. 93-96,
[22] Sitarz M., Adamiec A., Mańka A., Uszkodzenia węglowych nakładek stykowych pantografów kolejowych stosowanych w Polsce, Technika Transportu Szynowego, 1-2/2016, s. 70 – 74
[23] Raporty Biura Taboru i Wsparcia Technicznego PKP Cargo S.A. za lata 2017-2018

uszkodzenia sieci trakcyjne spowodowane przez pozostawienie przedmiotów w skrajni lub niewłaściwe wykonywanie robót.

Kategoria D80 zawiera uszkodzenia sieci trakcyjnej wynikające m.in. ze starzenia się materiałów lub niewłaściwych parametrów eksploatacyjnych lub przerwy w jej zasilaniu. Kategoria D82 obejmuje natomiast uszkodzenia sieci trakcyjnej spowodowane przez pojazdy trakcyjne.

Zaobserwować można wzrost liczby uszkodzeń zarówno wynikających z utrzymania sieci trakcyjnej przez zarządcę infrastruktury, ale również wzrost liczby uszkodzeń spowodowanych niewłaściwym utrzymaniem technicznym pojazdu trakcyjnym. W obydwu omawianych obszarach należy podjąć działania korygujące oraz zapobiegawcze. Jednak wzrost liczby uszkodzeń wynika również ze wzrostu pracy przewozowej przewoźnika, która wzrosła z 28,3 mld tkm w 2017 roku do 28,9 mld tkm w 2018 roku [24]. Wdrożony przez PKP Cargo program odnowy taboru pozwoli na zmniejszenie liczby uszkodzeń odbieraków prądu.

4. Pilotażowy system monitoringu odbieraków prądu

4.1. Geneza wdrożenia systemu monitoringu

Uszkodzenia sieci trakcyjnej należą do niepożądanych zdarzeń, które w momencie ich aktywacji oddziałują na wiele składowych systemu transportu kolejowego. Zerwane przewody sieci trakcyjnej są źródłem zagrożenia zarówno dla obsługi pojazdów szynowych, jak i pasażerów, osób postronnych znajdujących się w pobliżu linii kolejowej. Zablokowana linia powoduje konieczność kierowania pozostałych pociągów objazdami, bezpośrednio przekładając się na duże zakłócenia w ruchu pociągów. Do akcji ratowniczych konieczne jest wykorzystanie specjalistycznych ekip oraz urządzeń. Wszystkie te czynniki generują wysokie koszty zarówno dla przewoźników jak i zarządcy infrastruktury.

Celem ułatwienia rozstrzygania kwestii spornych w przypadku uszkodzeń odbieraków prądu i/lub sieci trakcyjnej, największy polski przewoźnik PKP Cargo postanowił wdrożyć pilotażowy system monitoringu odbieraków prądu. Do testów systemu wytypowano lokomotywę elektryczną ET41-153 (203E). Widok lokomotywy przedstawia rysunek 7.

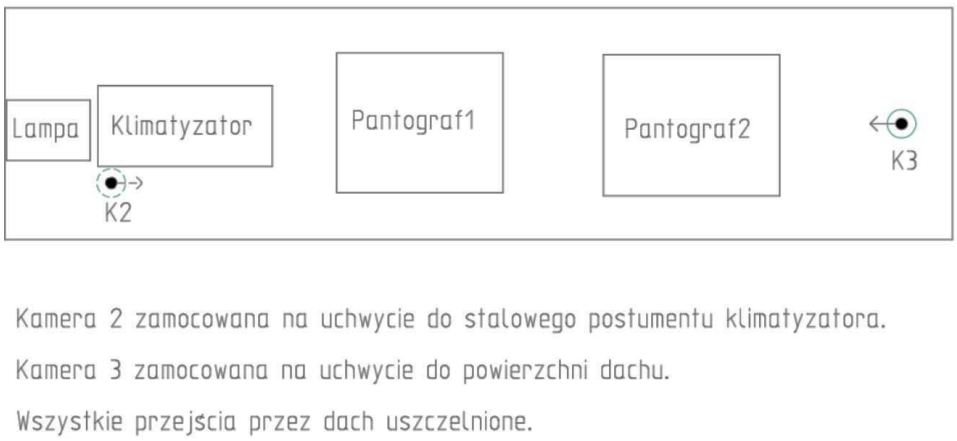
[24] Raport Roczny PKP Cargo za 2018 rok, s. 6-15, 17-22, 32-40

Rys. 7. Lokomotywa ET41-153 w ZNT Ostrów Wielkopolski [fot. Łukasz Piotrowski]

Lokomotywa ta została dodatkowo wyposażona podczas modernizacji w kamery monitoringu obejmujące swym zasięgiem pracę odbieraków prądu. Modernizacji lokomotywy dokonano w Zakładzie Napraw Taboru PKP CARGOTABOR w Ostrowie Wielkopolskim w lipcu 2018 roku.

4.2. System monitoringu odbieraków prądu VoDRail firmy SSK Rail

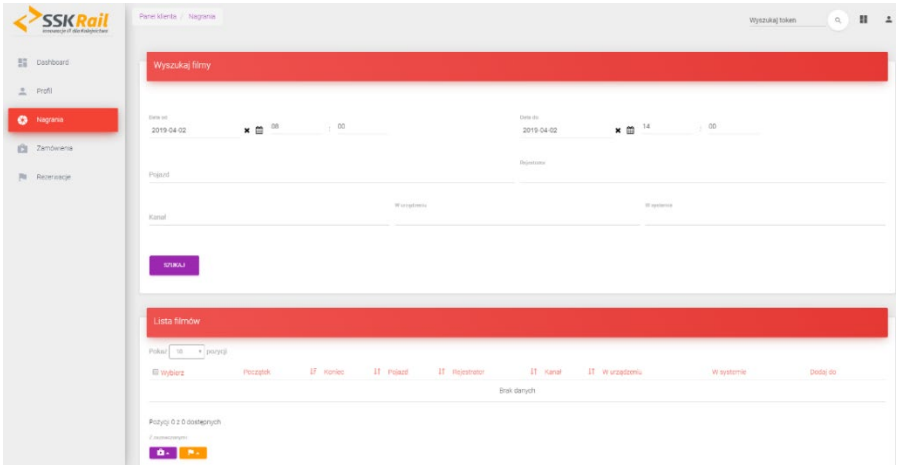
Dostawcą monitoringu została poznańska firma SSK Rail System monitoringu odbieraków prądu VoDRail składa się z 2 kamer umieszczonych na członie A lokomotywy ET41-153. Rozmieszczenie kamer przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Rozmieszczenie kamer monitoringu odbieraków prądu na lokomotywie ET41-153 [źródło:[25]

Użytkownik systemu otrzymuje login i hasło do strony internetowej, gdzie po zalogowaniu się może w łatwy oraz szybki sposób pobrać nagrania. Widok panelu przedstawiono na rysunku 9.

[25] Schemat rozmieszczenia kamer monitoringu odbieraków prądu na lokomotywie ET41-153 opracowany przez firmę SSK Rail



Rys. 9. Widok panelu do pobierania nagrań [źródło: opracowanie własne]

Z rozwijalnej listy można wybrać interesujący nas pojazd trakcyjny. Następnie ustala się zakres dni i godzin do wyszukania nagrań oraz kamery, z których nagrania chcemy obejrzeć. Po wyświetleniu się listy dostępnych nagrań, możemy je zarezerwować, a następnie pobrać.

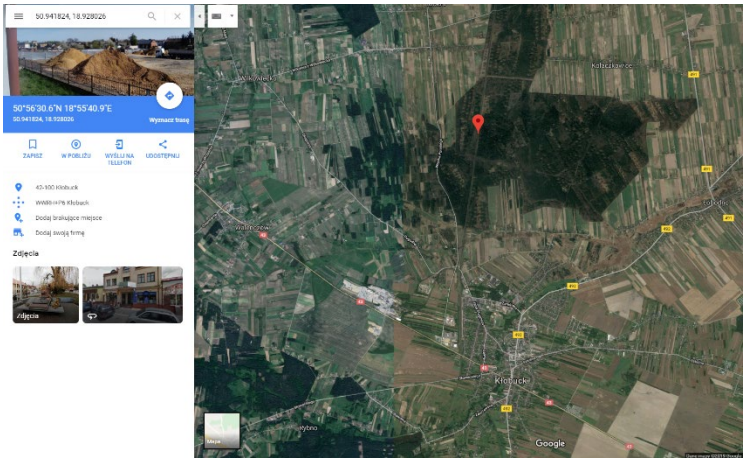
5. Analiza współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną

System VoDRail umożliwia w łatwy i prosty sposób pobieranie nagrań. Umożliwia on zarówno analizę zapisów monitoringu z kamer obejmujących swym zasięgiem tor kolejowy (widok z perspektywy kabiny maszynisty), jak i odbieraków prądu. Widok przykładowych fragmentów nagrań przedstawiono na rysunkach 10 i 11.

Rys. 10 i 11. Widok nagrań monitoringu – z lewej widok z kabiny maszynisty, z prawej widok na odbierak prądu

Na zamieszczonych powyżej kadrach z zapisów monitoringu odczytać można datę, godzinę, numer pojazdu, kamery. U dołu ekranu widoczne są również współrzędne geograficzne oraz prędkość lokomotywy. W omawianej sytuacji stwierdzono niewłaściwe ustawienie drutu jezdnego profilowanego poprzez nadmierne koncentrowanie się drutu w połowie nakładki odbieraka. Dzięki informacjom odczytanym z nagrań współrzędnych

geograficznych określono dokładną lokalizację, gdzie wymagana jest korekta parametrów sieci trakcyjnej. Na rysunku 12 przedstawiono widok mapy z odczytanych współrzędnych.



Rys.12. Odczytana lokalizacja na linii kolejowej [źródło: Mapy Google]

Na podstawie współrzędnych zalecono przeprowadzenie kontroli stanu technicznego oraz parametrów eksploatacyjnych sieci trakcyjnej na linii kolejowej numer 131 Chorzów Batory – Tczew na odcinku Działoszyn – Kłobuck.

6. Podsumowanie i kierunek dalszych badań

System VoDRail jest istotnym wsparciem w zakresie nie tylko rozstrzygania kwestii spornych w przypadku uszkodzeń odbieraków prądu lub sieci trakcyjnej, ale umożliwia on również przeprowadzanie diagnostyki sieci trakcyjnej. Nagrania monitoringu są cennym materiałem do oceny współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną. Zaletami oprogramowania są jego intuicyjność, prostota obsługi oraz dobra jakość pobieranych nagrań. Umożliwia ono pobieranie nagrań z pojazdu bez konieczności wychodzenia z biura. W ramach dalszego etapu testów systemu monitoringu korzystne mogłoby być jego rozszerzenie na pozostałe serie lokomotyw eksploatowane przez PKP Cargo. Na podstawie czasu pobierania nagrań zalecono zwiększenie liczby urządzeń przesyłających dane z kamer monitoringu na serwer. Montaż kamer monitoringu na dachach lokomotyw elektrycznych jest wartą rozważenia alternatywą wobec skomplikowanych i kosztownych stacjonarnych urządzeń mierzących parametry sieci trakcyjnej. Wiele z takich stacjonarnych urządzeń znajduje się dopiero w fazie testów lub projektowej[26].

[26] Hełka A., Metody badań odbieraków prądu w warunkach eksploatacyjnych, Logistyka 6/2014, s. 4468-4472

SYSTEM EWIDENCJI PRZEKAŹNIKÓW EKSPLOATOWANYCH W URZĄDZENIACH STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM PRZEZ JASTRZĘBSKĄ SPÓŁKĘ KOLEJOWĄ SP. Z O.O.

Szymon Wojakowski, Paweł Wiek

Zespół Szkół nr 6 im. Króla Jana III Sobieskiego w Jastrzębiu- Zdroju

1. Wprowadzenie

Eksploatacja systemów sterowania ruchem kolejowym, w których zależności realizowane są w technologii przekaźnikowej, wiąże się z eksploatacją przekaźników klasy N i klasy C. Proces eksploatacji każdego przekaźnika jest procesem złożonym, a konieczność zapewnienia żądanego poziomu bezpieczeństwa i niezawodności przekaźnikowych systemów sterowania ruchem kolejowym obliguje zarządcę infrastruktury, w tym Jastrzębską Spółkę Kolejową sp. z o.o., do ciągłego i ścisłego nadzoru nad tym procesem, zarówno pod kątem technicznym, jak i organizacyjnym.

Sieć kolejową Jastrzębskiej Spółki Kolejowej sp. z o.o. stanowią tory stacyjne kopalń: Borynia, Budryk, Jastrzębie, Zofiówka i Pniówek wraz z przyległymi torami szlakowymi oraz stacja zdawczo- odbiorcza Pawłowice Górnicze. Ponadto Jastrzębska Spółka Kolejowa sp. z o.o. prowadzi działalność w obrębie bocznic kolejowych: Koksowni Przyjaźń w Dąbrowie Górniczej, Koksowni Radlin w Radlinie, Koksowni Victoria w Wałbrzychu, Koksowni Dębieńsko w Czerwionce-Leszczynach, Koksowni Jadwiga w Zabrzu i KWK „Knurów-Szczygłowice" Ruch Knurów. Z tego powodu przekaźniki eksploatowane w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym przez Jastrzębską Spółkę Kolejową sp. z o.o. zlokalizowane są w odległych od siebie punktach sieci kolejowej.

Liczba przekaźników eksploatowanych przez Jastrzębską Spółkę Kolejową sp. z o.o. sięga blisko 8 tysięcy sztuk. Typy i daty produkcji przekaźników są bardzo zróżnicowane, a ich rozmieszczenie, z punktu widzenia ilości na poszczególnych stacjach i bocznicach, nierównomierne.

Każdy przekaźnik w czasie jego eksploatacji podlega okresowej kontroli związanej ze sprawdzeniem prawidłowości działania przekaźnika w ramach tzw. obsługi technicznej przekaźnika (dalej jako OTP). Częstotliwość wykonywania OTP zależy od typu przekaźnika i wynika z obowiązujących u zarządcy infrastruktury instrukcji wewnętrznych. W przypadku Jastrzębskiej Spółki Kolejowej sp. z o.o. czasookresy wykonywania OTP określa „Instrukcja obsługi, eksploatacji i utrzymania urządzeń sterowania ruchem kolejowym JSK-E" (tabela 1).

Tabela 1. Czasookresy obsługi technicznej przekaźników (OTP) w Jastrzębskiej Spółce Kolejowej Sp. z o.o.

Typ przekaźnika	Czasookres OTP
JRJ, JRR, JRG ze stykami węgiel- węgiel (C-C)	5 lat
JRB, JRC, JRY, JRV	6 lat
JRM	10 lat
JRK, RK, JRF, ERF, JRG ze stykami srebro- srebro (Ag- Ag)	12 lat

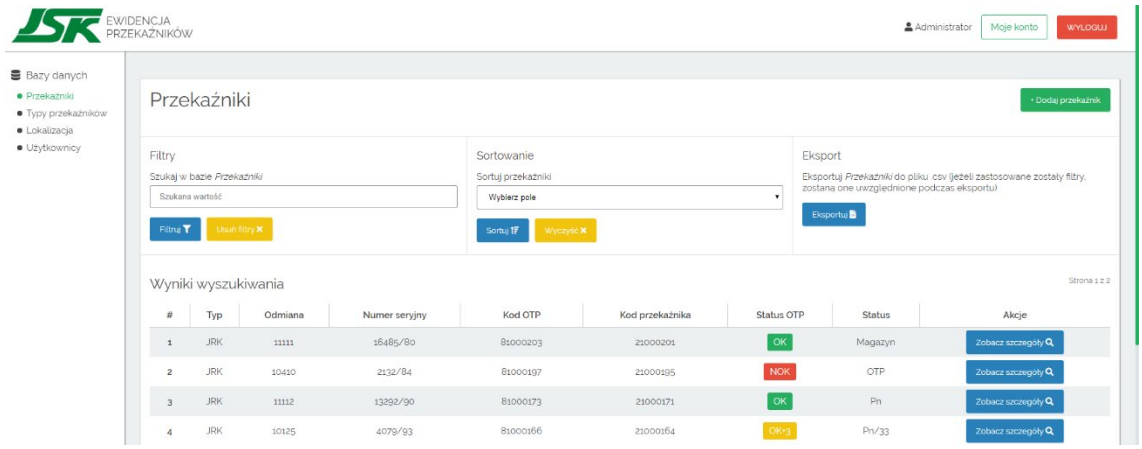
Źródło: „Instrukcja obsługi, eksploatacji i utrzymania urządzeń sterowania ruchem kolejowym JSK-E”

Wymóg przeprowadzenia OTP wymaga wyłączenia przekaźnika z zależności w systemie sterowania ruchem kolejowym, co oznacza konieczność fizycznego demontażu przekaźnika z płyty wtykowej (w przypadku przekaźnika wtykowego) lub odłączenia przewodów na zaciskach na płycie przekaźnika (w przypadku przekaźnika zaciskowego) i przekazania go do firmy zewnętrznej wykonującej OTP (dalej jako punkt OTP). W Jastrzębskiej Spółce Kolejowej sp. z o.o. powoduje to wykonanie szeregu dodatkowych czynności o charakterze organizacyjnym, które obejmują: protokolarne przekazanie przekaźnika ze stacji lub bocznicy do punktu OTP, protokolarne przekazanie przekaźnika z punktu OTP do Jastrzębskiej Spółki Kolejowej sp. z o.o. po wykonaniu OTP, przekazanie przekaźnika na stację lub bocznicę, ewentualnie przekazanie przekaźnika do magazynu Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej. Dodatkowe utrudnienie stanowi fakt, że, z uwagi na brak możliwości wyłączenia systemu sterowania ruchem kolejowym (prowadzenie ruchu kolejowego w trybie ciągłym), przekaźnik, który jest wyłączany z zależności w celu przeprowadzenia OTP, musi zostać zastąpiony od razu innym przekaźnikiem tego samego typu. W związku z tym odpowiednio wcześniej należy dostarczyć na stację lub bocznicę odpowiedni przekaźnik.

Uwzględniając lokalizację przekaźników, ich liczbę i rodzaj czynności wykonywanych przez zarządcę infrastruktury w procesie eksploatacji przekaźników, dostrzeżono potrzebę wdrożenia systemu, którego głównym zadaniem będzie wspomaganie zarządzania przekaźnikami. W odpowiedzi na to, we współpracy Zespołu Szkół nr 6 im. Króla Jana III Sobieskiego w Jastrzębiu-Zdroju i Jastrzębskiej Spółki Kolejowej sp. z o.o., zaprojektowano i wykonano system ewidencji przekaźników JSK SEP.

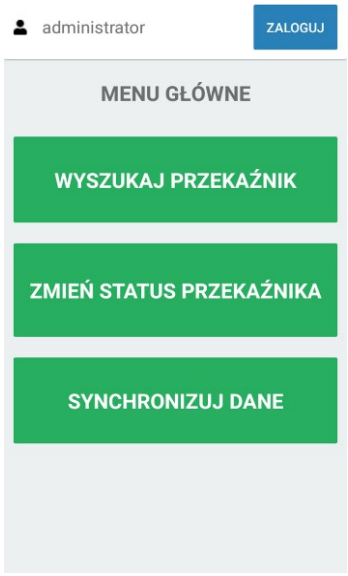
2. System ewidencji przekaźników JSK SEP

System ewidencji przekaźników JSK SEP stanowi elektroniczną bazę danych, której obsługa możliwa jest w czasie rzeczywistym z poziomu przeglądarki internetowej z dowolnego komputera PC (rys. 1) lub aplikacji mobilnej, zainstalowanej na dowolnym smartfonie z systemem operacyjnym Android (rys. 2).



Rysunek 1. JSK SEP- zrzut ekranu z poziomu przeglądarki internetowej.

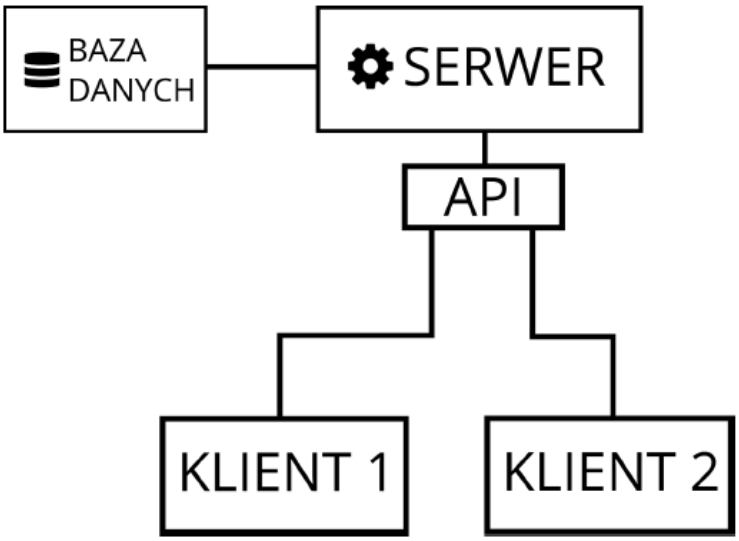
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. JSK SEP- zrzut ekranu z poziomu aplikacji mobilnej.

Źródło: opracowanie własne.

System JSK SEP składa się z serwera łączącego się z bazą danych i udostępniającego API (rys. 3), poprzez które komunikują się z nim klienci- użytkownicy sytemu. Serwer odpowiedzialny jest za przetwarzanie wszelkich żądań oraz za wykonywanie operacji na danych- tylko serwer ma bezpośredni dostęp do bazy danych.



Rysunek 3. JSK SEP- struktura systemu. Źródło: opracowanie własne.

Komunikacja klientów z serwerem odbywa się za pomocą protokołu HTTPS. System JSK SEP bazuje tylko i wyłącznie na połączeniach szyfrowanych, natomiast serwer komunikuje się z bazą danych za pomocą dedykowanego protokołu mongodb. Zadania serwera można podzielić na kilka modułów:

I. Moduł autoryzacji – moduł odpowiedzialny za autoryzację użytkowników (obsługa żądań logowania) oraz zmianę haseł.

II. Moduł użytkowników – moduł odpowiedzialny za wykonywanie wszelkich operacji (pobieranie, dodawanie, usuwanie, edycja) na kolekcji „Użytkownicy" w bazie danych.

III. Moduł lokalizacji – moduł odpowiedzialny za wykonywanie wszystkich operacji na kolekcji „Lokalizacje" w bazie danych.

IV. Moduł typów przekaźników – moduł odpowiedzialny za wykonywanie wszelkich operacji na kolekcji „Typy przekaźników" w bazie danych.

V. Moduł przekaźników – moduł odpowiedzialny za wykonywanie operacji na kolekcji „Przekaźniki" w bazie danych. Jest to główny moduł systemu, który zawiera najwięcej funkcji, dostarcza poza tym m. in. metody zmiany statusu przekaźnika.

VI. Moduł eksportu danych – moduł pozwalający na eksport danych dotyczących przekaźników do pliku CSV.

Przy budowie systemu JSK SEP wykorzystano następujące technologie: HTML (struktura interfejsu webowego), CSS (wygląd klienta webowego), Vue.js (poprawne działanie klienta webowego, wysyłanie zapytań do serwera, przetwarzanie jego odpowiedzi, walidacja danych wprowadzonych przez użytkownika, odpowiednia prezentacja danych

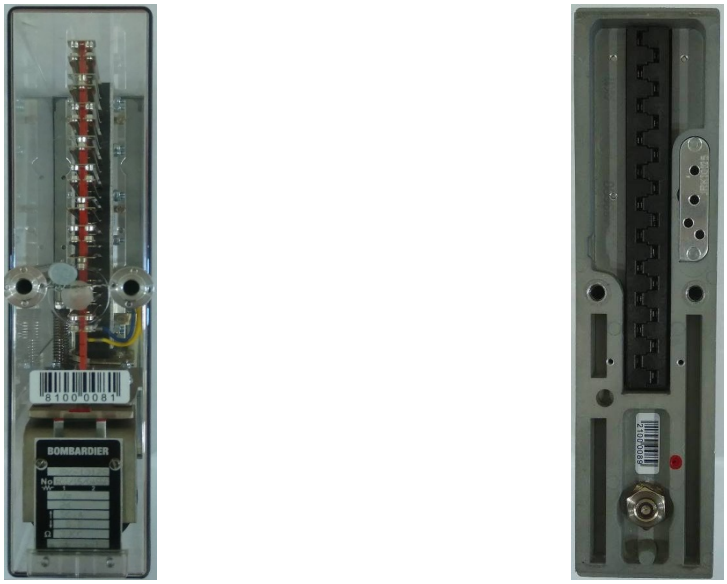
użytkownikowi), Node.js. (działanie serwera, połączenie z bazą danych, obsługa zapytań do bazy danych, przetwarzanie zapytań klientów i przesłanych danych, autoryzacja użytkowników, tworzenie plików CSV), MongoDB (baza danych systemu, która przechowuje w bezpieczny sposób wszystkie wprowadzone dane i udostępnia je serwerowi), Xamarin Forms (łączy C# oraz XAML, aby stworzyć aplikację mobilną), C# (działanie aplikacji mobilnej, wysyłanie zapytań do serwera, przetwarzanie jego odpowiedzi oraz interpretowanie zdarzeń wykonywanych przez użytkownika) i XAML (wygląd aplikacji mobilnej).

Grupę użytkowników JSK SEP stanowią pracownicy nadzoru i utrzymania Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej Jastrzębskiej Spółki Kolejowej Sp. z o.o., bezpośrednio uczestniczący w procesie eksploatacji przekaźników i w czynnościach związanych z OTP. Z tego powodu utworzono trzy typy kont użytkowników systemu: Administrator, Inspektor i Automatyk. Konto Administratora pozwala na zarządzanie kontami użytkowników, edycję i podgląd bazy danych z przekaźnikami oraz zmianę statusu przekaźnika. Konto Inspektora umożliwia edycję i podgląd bazy danych z przekaźnikami oraz zmianę statusu przekaźnika. Konto Automatyka umożliwia zmianę statusu przekaźnika.

Podstawą monitorowania za pomocą systemu JSK SEP danego przekaźnika w procesie jego eksploatacji są umieszczone na każdym przekaźniku dwa kody kreskowe EAN-8 i status przekaźnika w systemie.

Przyjęcie dwóch różnych kodów kreskowych dla każdego przekaźnika wynika bezpośrednio ze sposobu mocowania przekaźnika. Zdecydowaną większość przekaźników stanowią przekaźniki wtykowe umieszczone na stojakach w pomieszczeniach przekaźnikowni. Umieszczenie kodu kreskowego na obudowie przekaźnika umożliwia jego odczyt, jednak podczas wykonywania OTP obudowa może zostać wymieniona, co w konsekwencji może spowodować brak kodu kreskowego na obudowie przekaźnika po odbiorze z punktu OTP. Z kolei sposób mocowania przekaźnika do płyty wtykowej typu JAZ w pomieszczeniu przekaźnikowni uniemożliwia odczyt kodu kreskowego umieszczonego na podstawie przekaźnika - kod kreskowy nie jest widoczny. Z tych powodów założono wykorzystanie w systemie dwóch typów kodów kreskowych: kod przekaźnika i kod OTP. Kod przekaźnika umieszcza się na podstawie przekaźnika. Kod przekaźnika jest w systemie kodem stałym. Zmiana kodu przekaźnika w systemie może nastąpić jedynie w przypadku uszkodzenia lub zgubienia kodu kreskowego. Wymiary kodu przekaźnika zostały zunifikowane w taki sposób, aby możliwe było przyklejenie kodu kreskowego na każdy przekaźnik, niezależnie od jego typu. Kod kreskowy OTP umieszcza się na obudowie przekaźnika. Kod OTP jest w systemie kodem zmiennym. Zmiana kodu przekaźnika

w systemie następuje po wykonaniu OTP. Przykład lokalizacji kodu przekaźnika i kodu OTP, dla przekaźnika wtykowego typu JRK 10125, przedstawiono na rys. 4.



Rysunek 4. JSK SEP- lokalizacja kodu przekaźnika i kodu OTP na przekaźniku wtykowym JRK-10125. Źródło: Jastrzębska Spółka Kolejowa Sp. z o.o.

Status przekaźnika w systemie informuje użytkownika systemu o aktualnym wykorzystaniu przekaźnika w procesie eksploatacji. W tym celu utworzono cztery typy statusów przekaźnika: stojak, zapas, magazyn i OTP. Opis statusów przekaźnika w systemie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. JSK SEP- typ statusu przekaźnika

Status przekaźnika	Opis
Stojak	Przekaźnik w obwodzie zależnościowym
Zapas	Przekaźnik rezerwowy na danej stacji lub bocznicy
Magazyn	Przekaźnik w magazynie Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej
OTP	Przekaźnik w punkcie OTP

Źródło: opracowanie własne.

Każda zmiana sposobu wykorzystania przekaźnika w procesie eksploatacji powoduje zmianę statusu przekaźnika w systemie, która jest możliwa z każdego rodzaju konta użytkownika, zarówno z poziomu przeglądarki internetowej, jak i aplikacji mobilnej. Zmiana statusu przekaźnika w przeglądarce internetowej wymaga wpisania przez pracownika żądanego kodu kreskowego. Zmiana statusu przekaźnika za pomocą aplikacji mobilnej wymaga wpisania lub zeskanowania przez pracownika żądanego kodu kreskowego. Możliwe zmiany statusów przekaźnika w systemie przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. JSK SEP- zmiana statusu przekaźnika

Zmiana statusu	Opis
Stojak- stojak	Zmiana lokalizacji dwóch przekaźników tego samego typu na stojakach w przekaźnikowni
Zapas- stojak/stojak- zapas	Montaż przekaźnika z „gorącej rezerwy” w obwodzie zależnościowym
Magazyn- OTP	Przekazanie przekaźnika z magazynu Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej do punktu OTP
OTP- Magazyn	Przekazanie przekaźnika z punktu OTP do magazynu Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej
Magazyn- zapas	Przekazanie przekaźnika z magazynu Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej na stację lub bocznicę kolejową jako uzupełnienie „gorącej rezerwy”
Zapas- Magazyn	Przekazanie przekaźnika ze stacji lub bocznicy kolejowej do magazynu Sekcji Automatyki i Sieci Trakcyjnej

Źródło: opracowanie własne.

W systemie zaimplementowano mechanizm, który wymusza na użytkowniku zmianę statusu przekaźnika przez wprowadzenie odpowiedniego kodu kreskowego, tzn. kodu przekaźnika lub kodu OTP. Dzięki temu na drodze programowej obniżono poziom ryzyka związanego z błędną zmianą statusu przekaźnika.

Aplikacja mobilna umożliwia użytkownikowi pracę w trybie online lub w trybie offline. W przypadku pracy w trybie offline aplikacja automatycznie zapisuje zmiany statusów przekaźników przeprowadzone przez użytkownika. Po uzyskaniu dostępu do sieci Internet użytkownik za pomocą funkcji synchronizacji danych aktualizuje bazę danych z przekaźnikami.

System JSK SEP z poziomu przeglądarki internetowej pozwala użytkownikowi na dostęp do narzędzi wspomagających procesy związane z zarządzaniem przekaźnikami:

- funkcja „Pokaż szczegóły” umożliwia użytkownikowi dostęp do historii zmian dla wybranego przekaźnika. Użytkownik uzyskuje informację: kto, kiedy i jakiej zmiany dokonał w bazie danych,
- funkcja „Status OTP” informuje użytkownika o ewentualnej konieczności wykonania OTP wybranego przekaźnika. Funkcja może mieć trzy stany: OK (brak konieczności wykonania OTP), OK+3 (w okresie nie dłuższym niż 3 miesiące zachodzi konieczność wykonania OTP), NOK (minął termin wykonania OTP). Dzięki temu zarządca infrastruktury ma możliwość uniknięcia sytuacji, w której przekaźnik eksploatowany jest z przekroczonym terminem OTP,

- funkcja „Filtry” pozwala użytkownikowi na wyszukanie w bazie danych przekaźników spełniających żądane kryterium,
- funkcja „Sortowanie” umożliwia użytkownikowi uporządkowanie bazy danych z przekaźnikami według wybranego kryterium,
- funkcja „Eksport” pozwala na eksport danych do pliku CSV. W ten sposób użytkownik uzyskuje możliwość importu danych m.in. do arkusza kalkulacyjnego Excel, i w dalszej kolejności- sporządzenia żądanych analiz i raportów dotyczących np. prognozowanej liczby przekaźników, dla których w założonym okresie czasu konieczne jest wykonanie OTP.

Dodatkowo aplikację mobilną systemu JSK SEP wyposażono w funkcję wyszukiwania przekaźnika. Użytkownik, w dowolnym czasie i miejscu na sieci kolejowej, może zeskanować lub wpisać w aplikacji kod kreskowy (kod przekaźnika lub kod OTP) i uzyskać podstawowe informacje o przekaźniku. (typ, odmiana, numer seryjny, rok produkcji, status przekaźnika, kod przekaźnika, kod OTP, status OTP). Dzięki temu możliwe jest np. odczytanie przez pracownika utrzymania zarządcy infrastruktury typu i odmiany przekaźnika w sytuacji, w której jest to utrudnione lub niemożliwe.

3. Podsumowanie

System ewidencji przekaźników JSK SEP stanowi rzetelne narzędzie dla wspomagania zarządzania przekaźnikami eksploatowanymi w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym przez Jastrzębską Spółkę Kolejową Sp. z o.o. Wykorzystanie kodów kreskowych w systemie JSK SEP stanowi prostą i skuteczną metodę jednoznacznej identyfikacji przekaźnika kolejowego. Pracownicy zarządcy infrastruktury dysponują na bieżąco danymi o przekaźnikach w formie elektronicznej, co pozwala zoptymalizować czynności wykonywane w ramach procesów związanych z eksploatacją przekaźników.

Sekcja Automatyki i Sieci Trakcyjnej Jastrzębskiej Spółki Kolejowej Sp. z o.o. przeprowadziła badania funkcjonalne systemu JSK SEP, które dały wynik pozytywny i umożliwiły wdrożenie sytemu do użytku służbowego w Jastrzębskiej Spółce Kolejowej Sp. z o.o.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że system ewidencji przekaźników w formie elektronicznej bazy danych i aplikacji mobilnej, przy wykorzystaniu kodów kreskowych, może zostać wprowadzony przez innych zarządców infrastruktury i użytkowników bocznic kolejowych jako skuteczne narzędzie do wspomagania zarządzania

przekaźnikami eksploatowanymi przez te podmioty. Ponadto możliwa jest rozbudowa systemu o dodatkowe funkcjonalności zdefiniowane przez użytkownika.

KONCEPCJE ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI PRZEWOZÓW KOLEJOWYCH NA LINII KOLEJOWEJ NR 213

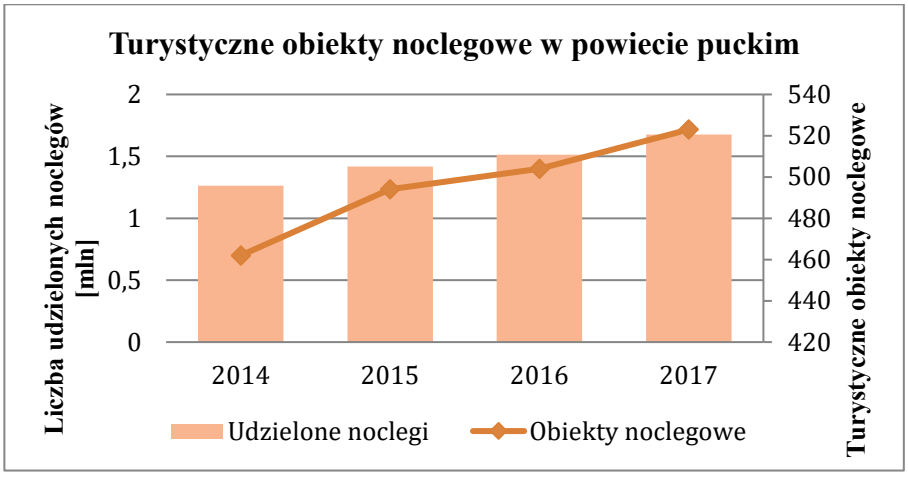
inż. Filip Danielczyk

Politechnika Gdańska, Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KoDiK

1. Wstęp

Układ transportowy prowadzący na Półwysep Helski nie jest w stanie efektywnie obsłużyć wzmożonego ruchu w sezonie letnim. Bardzo często można zobaczyć zakorkowane drogi oraz przepełnione pociągi z turystami, których celem podróży są nadmorskie miejscowości. Należy także mieć na uwadze rosnącą z każdym rokiem mobilność społeczeństwa, aby mieć świadomość, że w kolejnych latach problem braku odpowiedniej przepustowości szlaków transportowych prowadzących do nadmorskich kurortów prawdopodobnie będzie się nasilał. Już dziś przepustowość linii kolejowej nr 213 wykorzystywana jest niemal w maksymalnym stopniu w okresie letniego szczytu przewozowego, podobnie kształtuje się sytuacja na równoległej drodze wojewódzkiej nr 216.

Co roku niezliczone rzesze turystów odwiedzają Półwysep Helski w okresie wakacyjnym. Znane ośrodki turystyczne na mierzei to: Hel, Jurata, Jastarnia, Kuźnica, Chałupy oraz Władysławowo. W bliskim sąsiedztwie mierzei zlokalizowane są także inne turystyczne miejscowości o rozwiniętej bazie noclegowej: Puck, Jastrzębia Góra oraz Karwia. To właśnie powiat pucki wyróżnia się największą liczbą turystycznych obiektów noclegowych w całym województwie. Warto odnotować wciąż zwiększającą się liczbę miejsc noclegowych oraz liczbę turystów przyjeżdżających w sezonie nad Bałtyk (rys. 1.1).



Rys. 1.1. Liczba udzielonych noclegów oraz turystycznych obiektów noclegowych na terenie powiatu puckiego w latach 2014 – 2017 (opracowanie własne na podstawie [11])

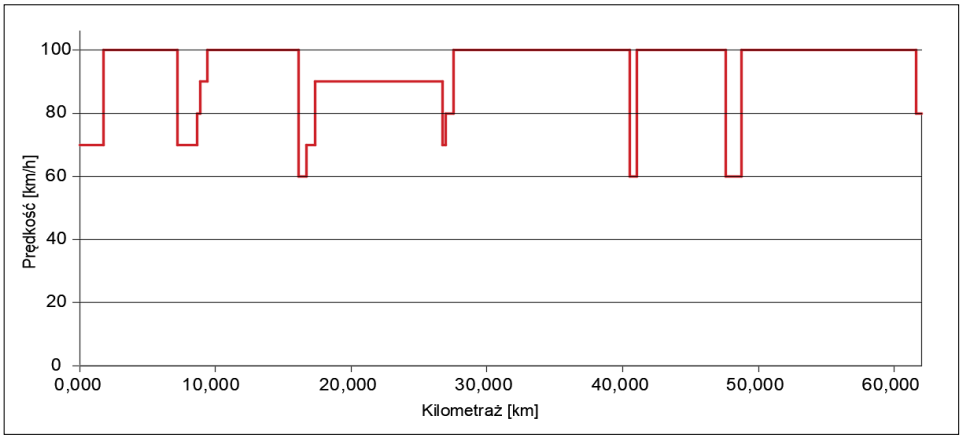
2. Infrastruktura

Kolej na Półwysep Helski dotarła w 1921 r. Przejazd z Redy do Helu trwał wówczas ponad dwie godziny. Budowa linii kolejowej z pewnością przyczyniła się do turystycznego rozwoju regionu, małe wioski rybackie znajdujące się na półwyspie przekształciły się w znane ośrodki turystyczne. W latach 30. XX wieku na Hel docierały już bezpośrednie sezonowe pociągi z Warszawy [5].

Obecnie linia kolejowa 213 liczy 62 kilometry, swój bieg rozpoczyna na stacji węzłowej w Redzie (gdzie łączy się z linią kolejową 202), zaś stacją krańcową jest Hel. Linia jednotorowa, niezelektryfikowana, na całej swej długości wyposażona w elektromagnesy SHP. Maksymalny nacisk osi taboru poruszającego się po omawianej linii wynosi 196 kN. Jedyna linia kolejowa w Polsce poprowadzona na mierzei. Charakteryzuje się złożonym profilem, na odcinku pomiędzy Redą a Władysławowem występują liczne spadki i wzniesienia niwelety toru (maksymalne pochylenie osiąga wartość 18,8‰, a największe miarodajne pochylenie 16,8‰), zaś odcinek położony na półwyspie charakteryzuje się płaskim profilem [4].

Linia na swoim przebiegu posiada siedem stacji: Reda, Mrzezino, Puck, Władysławowo, Kuźnica, Jastarnia oraz Hel. Od 1997 roku sterowanie ruchem kolejowym odbywa się w Lokalnym Centrum Sterowania we Władysławowie (za wyjątkiem stacji krańcowych).

W latach 2012 – 2015 dokonano rewitalizacji całej linii kolejowej, wymieniono nawierzchnię kolejową, krawędzie peronowe oraz urządzenia srk. Podniesiono maksymalną prędkość dla pociągów pasażerskich do 100 km/h (rys. 2.1). Wykonane prace pozwoliły skrócić czas jazdy pociągów pomiędzy Redą a Helem o około pół godziny. Obecnie przejazd pociągu z Redy do Helu poza wakacyjnym szczytem przewozowym wynosi około 70 minut, zaś w sezonie waha się on pomiędzy 70 a 100 minut.



Rys. 2.1. Profil prędkości na linii kolejowej nr 213 (opracowanie własne na podstawie [12])

3. Oferta przewozowa

W kolejowym rozkładzie jazdy 2017/2018 w miesiącach wakacyjnych po linii poruszało się 26 par pociągów obsługiwanych przez trzech przewoźników: PKP Intercity, Polregio oraz Arrivę. 23 pary pociągów docierają do stacji Hel z Gdyni, dwie pary pociągów są uruchamiane pomiędzy Władysławowem a Helem, jedna para pociągów z Gdyni kończy bieg we Władysławowie. W tabeli 3.1 przedstawiono uruchamiane połączenia z podziałem na przewoźników:

Tabela 3.1. Zestawienie pociągów kursujących po linii nr 213 w sezonie letnim 2018 (opracowanie własne na podstawie [10])

Przewoźnik	Relacja pociągu	Liczba par pociągów	Nazwa pociągu
Polregio	Gdynia Główna - Hel	14	
	Chojnice - Hel	1	Tur
	Gdynia Główna - Władysławowo	1	
RAZEM: 16			
PKP Intercity	Warszawa Zachodnia – Hel	1	EIC Jantar
	Katowice – Hel	1	TLK Artus
	Lublin – Hel	1	TLK Mierzeja
	Wrocław Główny – Hel	1	TLK Rozewie
	Kraków Główny – Hel	1	TLK Ustronie
	Białystok – Hel	1	TLK Rybak
	Bohumin - Hel	1	TLK Wydmy
RAZEM: 7			
Arriva	Bydgoszcz Główna - Hel	1	Słoneczny Patrol
	Władysławowo - Hel	2	Leżak, Parawan
RAZEM: 3			
SUMA: 26			

Pociągi pospieszne PKP Intercity poruszające się po linii kolejowej 213 zestawione są z 4 lub 5 wagonów klasy drugiej oraz jednego wagonu sypialnego (za wyjątkiem pociągów TLK Artus oraz Rybak), prowadzone zmodernizowanymi lokomotywami SU4210 lub czeskimi lokomotywami serii 754. Pociąg ekspresowy Jantar zestawiony jest z wagonu klasy pierwszej, sześciu wagonów klasy drugiej oraz wagonu barowego. Pociągi osobowe Polregio w sezonie letnim obsługiwane są składami w postaci SA132+120A+SA132, SA133+120A+SA133, SA137+120A+SA137 lub SA138+SA138. Ponadto w czasie letniego szczytu przewozowego Polregio wystawia do obsługi dwóch obiegów pojemne składy zestawione z lokomotywy SU42 i czterech wagonów piętrowych Bmnopux. Pociągi komercyjne uruchamiane przez Arrivę obsługiwane są spalinowymi zespołami trakcyjnymi z serii SA133.

Poza okresem wakacyjnym znacznie zmniejsza się liczba uruchamianych pociągów na linii 213 (tabela 3.2). Polregio utrzymuje kursowanie 12 par pociągów z Gdyni, z czego w okresie przed- i powakacyjnym do stacji Hel dociera 11 par pociągów. W okresie od października do końca kwietnia liczba par pociągów docierających na Hel zostaje zredukowana do siedmiu (tabela 3.3), w zamian przewoźnik uruchamia 4 pary autobusowej komunikacji zastępczej na trasie Władysławowo - Hel, której autobusy są skomunikowane z pociągami do/z Gdyni. Zmniejsza się także pojemność pociągów, bowiem poza sezonem letnim wszystkie obiegi realizowane są poprzez dwu- lub trójczłonowe szynobusy w trakcji pojedynczej [10].

Tabela 3.2. Zestawienie pociągów kursujących po linii nr 213 w okresie 27 IV–22 VI oraz 3 IX–30 IX (opracowanie własne na podstawie [10])

Przewoźnik	**Relacja pociągu**	**Liczba par pociągów**	**Nazwa pociągu**
Polregio	Gdynia Główna - Hel	11	
	Gdynia Główna - Władysławowo	1	
RAZEM: 12			

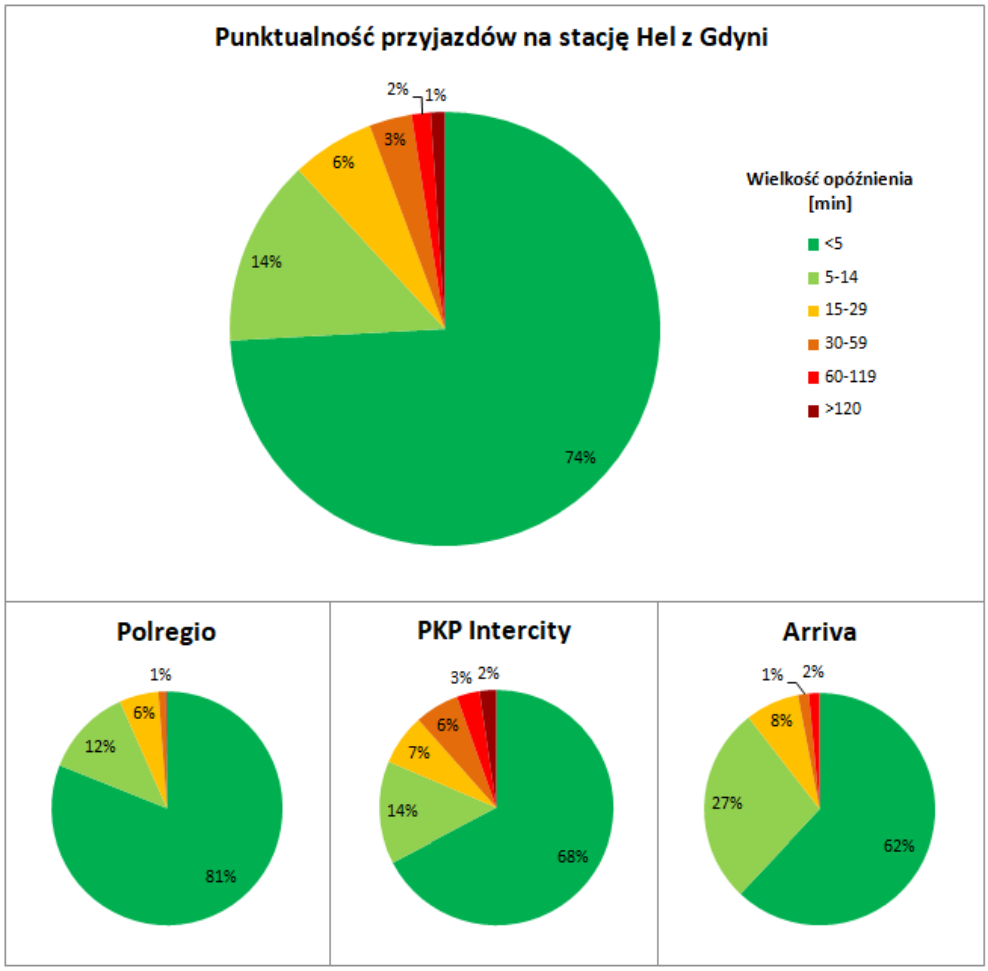
Tabela 3.3. Zestawienie pociągów kursujących po linii nr 213 w pozostałym okresie (opracowanie własne na podstawie [10])

Przewoźnik	**Relacja pociągu**	**Liczba par pociągów**	**Nazwa pociągu**
Polregio	Gdynia Główna - Hel	7	
	Gdynia Główna - Władysławowo	5	
RAZEM: 12			

4. Identyfikacja problemów

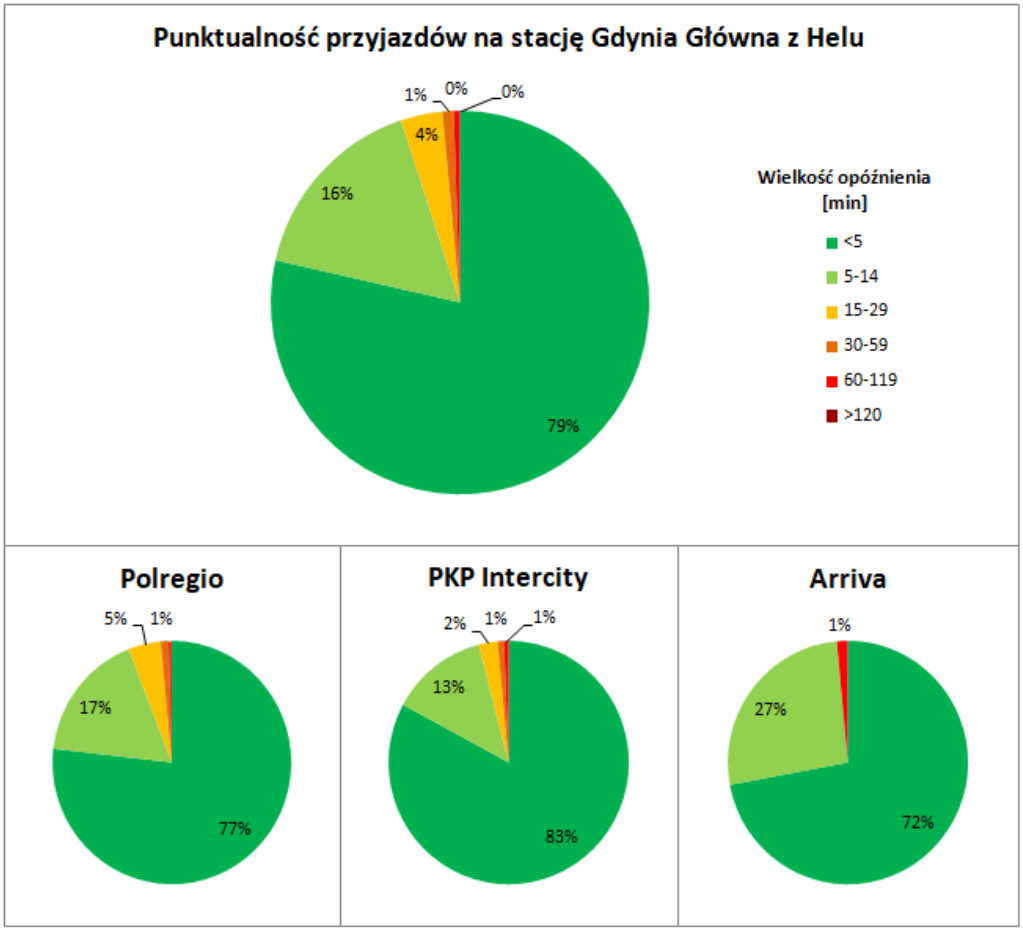
Przepustowość jednotorowej linii kolejowej nr 213 wykorzystana jest praktycznie w maksymalnym stopniu, mimo to uruchamiane pociągi nie zaspokajają w pełni popytu na przewozy. Jednym z problemów są opóźnienia pociągów, co w przypadku linii jednotorowej i konieczności krzyżowań może powodować efekt domina. W sezonie letnim 2018 co czwarty pociąg przybył na Hel opóźniony o co najmniej 5 minut. Najwięcej opóźnień wynoszących minimum 30 minut zanotowały pociągi PKP Intercity (rys. 4.1). Wpływ na to mają przede wszystkim opóźnione przyjazdy tych pociągów z głębi kraju do Gdyni Głównej. Część opóźnień jest na tyle duża, że nawet długie postoje na tej stacji (trwające rozkładowo od 25 do 50 minut) przeznaczone na zmianę lokomotywy nie są w stanie ich zredukować. Najmniej opóźnień w drodze na Hel notowały pociągi Polregio, 81% pociągów

zakończyło bieg o czasie. Średni czas opóźnienia pociągu przybywającego na stację wyniósł 6 minut i 50 sekund.



Rys. 4.1 Punktualność pociągów przybywających na stację Hel w sezonie letnim 2018 (opracowanie własne na podstawie [6])

Lepiej prezentują się statystyki punktualności dla pociągów wracających z półwyspu. Do Gdyni w czasie ostatnich wakacji niemal 80% pociągów dojechało planowo (rys. 4.2). W tym przypadku najbardziej punktualne były pociągi PKP Intercity, wpływają na to dwa czynniki. Pierwszy to bardzo długi postój składu na stacji Hel pomiędzy przybyciem a odjazdem pociągu wynoszący zazwyczaj około 10 godzin (niwelujący wszelkie opóźnienia). Drugi czynnik, który sprawia, że pociągi te nie nabierają opóźnień, to wieczorna pora odjazdu z Helu dla większości pociągów TLK, kiedy natężenie ruchu kolejowego na linii nr 213 jest mniejsze, wówczas zmniejsza się prawdopodobieństwo złapania opóźnienia w drodze do Gdyni. Średnie opóźnienie przyjazdu pociągu z Helu do Gdyni było niemal dwa razy mniejsze niż w przypadku pociągów jadących na Hel i wynosiło trzy i pół minuty.



Rys. 4.2 Punktualność pociągów przybywających na stację Gdynia Główna ze stacji Hel w sezonie letnim 2018 (opracowanie własne na podstawie [6])

Problem stwarzają również długości użytkowe peronów zrewitalizowanej niedawno linii kolejowej. Na stacjach oraz przystankach na których nie zatrzymują się pociągi pospieszne, długości peronów wynoszą 125 m (tabela 4.1), co odpowiada długości pociągu złożonego z lokomotywy oraz czterech wagonów. W okresie pozasezonowym jest to wystarczające, jednak w szczycie sezonu powoduje problem we wzmacnianiu pociągów osobowych. W czasie obserwacji prowadzenia ruchu kolejowego po analizowanej linii autor kilkakrotnie zauważył pociągi Polregio zestawione z pięciu wagonów, w tej sytuacji ostatni wagon znajdował się poza peronem (rys. 4.3). Pozostałe stacje pozwalają na przyjęcie pociągów składających się maksymalnie z ośmiu wagonów wraz z lokomotywą, daje to dwa razy większe możliwości, jednak w przypadku pociągu EIC Jantar spółki PKP Intercity (kursujący w 8-wagonowym zestawieniu) długość ta jest wykorzystana w pełnym stopniu. Z uwagi na ograniczoną długość użyteczną torów głównych na stacjach maksymalna długość pociągu jadącego w kierunku nieparzystym (w stronę Helu) wynosi 280 m, zaś w kierunku parzystym (do Redy) 240 m. Wyjątkiem jest stacja Mrzezino, na której tor główny zasadniczy dla pociągów przyjeżdżających od strony Redy ma długość użyteczną tylko 180 m [4].

Tabela 4.1. Długości peronów na stacjach i p.o. linii kolejowej nr 213 (opracowanie własne na podstawie [13])

Nazwa stacji / p.o.	Długość najdłuższego peronu [m]	Wysokość peronu [mm]
Reda	300	800
Reda Rekowo	**125**	760
Mrzezino	**125**	760
Żelistrzewo	**125**	760
Puck	225	760
Swarzewo	**125**	760
Władysławowo	225	760
Władysławowo Port	**125**	760
Chałupy	225	760
Kuźnica	225	760
Jastarnia Wczasy	**125**	760
Jastarnia	225	760
Jurata	225	760
Hel	298	700

Rys. 4.3. Wagon 120A poza krawędzią peronową na p.o. Reda Rekowo (fot. Materiały własne)

Kolejnym elementem, który obecnie nie funkcjonuje, to cykliczny rozkład jazdy pociągów osobowych jeżdżących w relacji Gdynia – Hel. Pierwszym problemem są wąskie gardła na linii kolejowej nr 202 (opisane szerzej w dalszej części referatu) oraz nierównomiernie rozmieszczone stacje na linii nr 213.

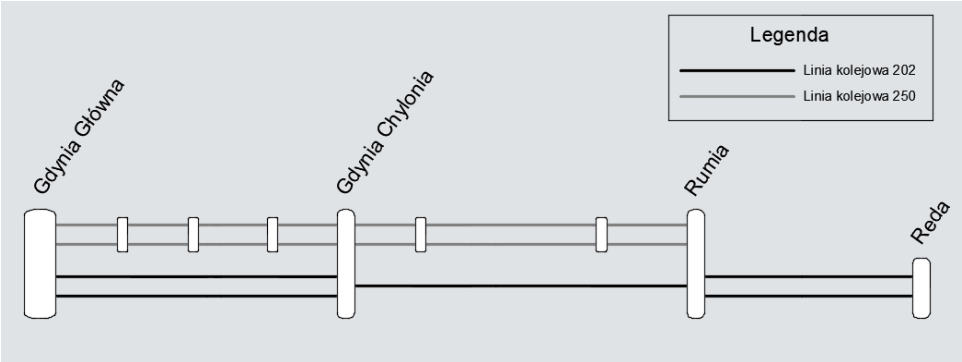
Kolejną niedogodnością jest brak wspólnej taryfy biletowej w pociągach kursujących po linii nr 213. Około 65% wszystkich pociągów w sezonie na linii helskiej uruchamia Polregio, pozostałe PKP Intercity oraz Arriva, w związku z czym pasażer jeszcze przed zakupem biletu musi sprawdzić jaki przewoźnik obsługuje wybrane przez niego połączenie, bowiem w pociągach nie są honorowane bilety innych przewoźników.

Należy także zwrócić uwagę na dysproporcje i różnorodność taboru poruszającego się po linii 213. W przypadku pociągów regionalnych rozkład jazdy w mało przystępny sposób informuje, kiedy pojawi się bardziej pojemny skład wagonowy, a kiedy szynobus. Półwysep Helski to idealne miejsce na wycieczki rowerowe, jednak w części pociągów TLK PKP Intercity zakazuje przewozu rowerów na odcinku Gdynia Główna – Hel (z uwagi na nieprzystosowane do tego celu wagony oraz duże zatłoczenie).

Omawiając problemy występujące w przewozach kolejowych na Hel, warto także nieco zwiększyć obszar analizy i przyjrzeć się wąskiemu gardłu, jakie powstaje na linii kolejowej 202. Problem pojawia się na szlakach Gdynia Chylonia – Rumia oraz Rumia – Reda. Pierwszy z nich jest jednotorowy, po którym sezonie letnim oprócz pociągów na Hel pojawiają się pociągi ekspresowe i pospieszne do Łeby, Kołobrzegu i Szczecina, regionalne do Słupska, a także nieliczne pociągi towarowe. W Rumii swój kraniec ma zarządzana przez PKP SKM Trójmiasto linia kolejowa nr 250 (rys. 4.4). Oznacza to, że na kolejnym, już dwutorowym szlaku linii nr 202 pomiędzy Rumią a Redą do pociągów wymienionych wyżej dochodzą pociągi SKM jadące do Wejherowa i Lęborka. Liczbę par pociągów jeżdżących na wyżej przedstawionych szlakach przedstawiono w tabeli 4.2 [1][10].

Tabela 4.2 Liczba par pociągów w dobie kursujących po linii 202 w sezonie letnim 2018 roku (opracowanie własne na podstawie [10])

Przewoźnik	Szlak		
	Gdynia Główna – Gdynia Chylonia	Gdynia Chylonia - Rumia	Rumia - Reda
SKM Trójmiasto	-	-	67
Polregio	41	28	28
PKP Intercity	21	21	21
Arriva	1	1	1
Koleje Mazowieckie	1	1	1
RAZEM	**64**	**51**	**118**



Rys. 4.4. Schemat linii kolejowych na odcinku Gdynia Główna – Reda (opracowanie własne na podstawie [7][8])

Przestarzałe urządzenia srk na szlaku Rumia – Reda, znaczne natężenie pociągów różnych kategorii, cykliczność rozkładu jazdy pociągów SKM oraz odcinek jednotorowy pomiędzy Rumią a Gdynią Chylonią tworzą wąskie gardło na trasie przejazdu pociągów relacji Gdynia Główna – Hel. W sezonie wakacyjnym wybrane pociągi z Helu do Gdyni pomiędzy Rumią a Gdynią Chylonią są trasowane po linii kolejowej 250, z uwagi na brak przepustowości jednotorowego szlaku linii 202.

5. Koncepcje usprawnienia przewozów kolejowych

5.1 Zwiększenie liczby stacji na linii kolejowej nr 213

Na linii kolejowej nr 213 znajduje się siedem stacji kolejowych, oraz sześć szlaków pomiędzy nimi (tabela 5.1). Głównym zadaniem stacji pośrednich na jednotorowej linii jest zapewnienie możliwości krzyżowania się pociągów. W sezonie letnim 2017 liczba krzyżowań pociągów na linii helskiej wynosiła 85, zaś w okresie posezonowym jedynie 9. Najdłuższy szlak o długości nieco ponad 14 kilometrów znajduje się pomiędzy Jastarnią a Helem. Jedynie o 400 m krótszy jest szlak z Władysławowa do Kuźnicy. Czas przejazdu przytoczonych wyżej odcinków wynosi odpowiednio 12 oraz 13 minut (uwzględniając postoje na przystankach). Najkrótszy szlak liczy 7,1 km i znajduje się pomiędzy stacjami Mrzezino oraz Puck. Średnia długość szlaku wynosi 10,3 km.

Tabela 5.1. Szlaki kolejowe na linii nr 213 (opracowanie własne)

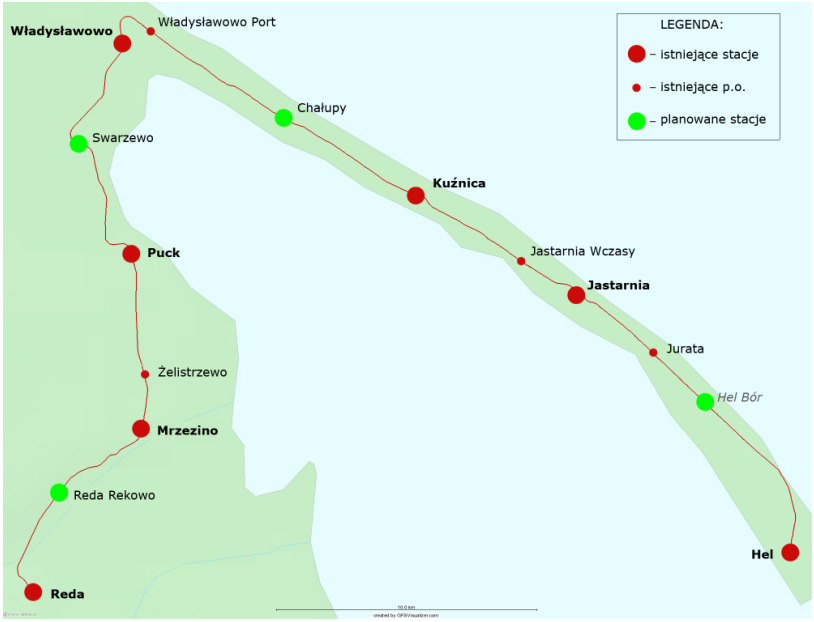
Szlak	Długość [km]	Czas jazdy [min]
Reda - Mrzezino	8,8	10
Mrzezino - Puck	7,1	8
Puck - Władysławowo	10,7	11
Władysławowo - Kuźnica	13,7	13
Kuźnica - Jastarnia	7,6	8
Jastarnia - Hel	14,1	12

Aby zwiększyć przepustowość jednotorowej linii kolejowej należy dążyć do skracania szlaków kolejowych. Poniżej przedstawiono propozycję lokalizacji czterech kolejnych układów stacyjnych na linii kolejowej nr 213 (rys. 5.1). Trzy z nich znajdują się w miejscu obecnych p.o. (Reda Rekowo, Swarzewo i Chałupy) oraz jeden w miejscu zlikwidowanego p.o. Hel Bór. Dzięki tym zabiegom średnia długość szlaku zmniejszy się do 6,8 km, (tabela 5.2) choć istnieją w Polsce linie o jeszcze większym zagęszczeniu stacji, przykładem jest linia kolejowa nr 99 z Chabówki do Zakopanego, na której średnia odległość między stacjami wynosi 5,4 km.

Więcej możliwości krzyżowania się pociągów na linii kolejowej pozwala na bardziej elastyczne prowadzenie ruchu kolejowego w przypadku wystąpienia nieregularności. Łatwiej będzie wyprawić na szlak opóźniony pociąg. Ponadto w przypadku linii kolejowej nr 213 możliwe będzie ułożenie cyklicznego rozkładu jazdy z wykorzystaniem proponowanych nowych stacji.

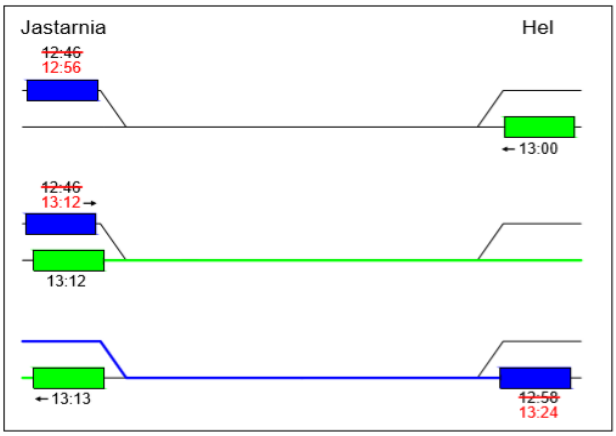
Tabela 5.2. Koncepcja skrócenia istniejących szlaków kolejowych na linii nr 213 (opracowanie własne)

Szlak	Długość [km]	Czas jazdy [min]		Szlak	Długość [km]	Czas jazdy [min]
Reda - Mrzezino	8,8	10	>	Reda - Reda Rekowo	4,7	5
				Reda Rekowo - Mrzezino	4,1	5
Mrzezino - Puck	7,1	8		Mrzezino - Puck	7,1	8
Puck - Władysławowo	10,7	11	>	Puck - Swarzewo	5	5
				Swarzewo - Władysławowo	5,7	6
Władysławowo - Kuźnica	13,7	13	>	Władysławowo - Chałupy	8	7
				Chałupy - Kuźnica	5,7	6
Kuźnica - Jastarnia	7,6	8		Kuźnica - Jastarnia	7,6	8
Jastarnia - Hel	14,1	12	>	Jastarnia - Hel Bór	7,7	7
				Hel Bór - Hel	6,4	5



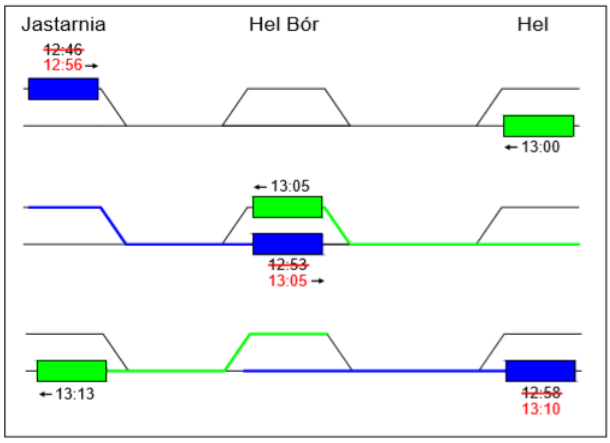
Rys. 5.1. Wizualizacja rozmieszczenia planowanych stacji na linii kolejowej nr 213 (opracowanie własne na podstawie [9])

Na rysunku 5.2 przedstawiono ruch pociągów na szlaku Jastarnia – Hel w przypadku gdy jeden z nich ma opóźnienie. Pociąg *niebieski* jadący do stacji Hel przybywa do Jastarni o godzinie 12.56 z dziesięciominutowym opóźnieniem względem planowej godziny przyjazdu. Jednocześnie na stacji Hel na swój odjazd o godzinie 13.00 oczekuje pociąg *zielony* w kierunku Gdyni. Dyżurny ruchu, aby nie dopuścić do opóźnienia jego odjazdu nie zezwala na dalszą jazdę opóźnionego pociągu *niebieskiego* ze stacji Jastarnia, bowiem ten dotarłby na Hel o godzinie 13.08 (czas jazdy szlakiem Jastarnia – Hel wynosi 12 minut) powodując opóźnienie odjazdu pociągu *zielonego* o co najmniej 8 minut. Pociąg *niebieski* z Jastarni zostanie wyprawiony na szlak dopiero wówczas, gdy pociąg *zielony* wjedzie na stację Jastarnia, co nastąpi o godzinie 13.12. O tej samej godzinie dyżurny ruchu poda sygnał zezwalający na jazdę pociągu *niebieskiego*, który dotrze do stacji końcowej o 13.24, 26 minut po planowanej godzinie przyjazdu.



Rys. 5.2. Przykład sytuacji ruchowej na obecnie istniejącym szlaku Jastarnia – Hel (opracowanie własne)

Na rysunku 5.3. przedstawiono te same pociągi, jednak na linii kolejowej znajduje się jedna z przedstawionych w koncepcji dodatkowych stacji, Hel Bór. Dzięki podzieleniu odcinka Jastarnia – Hel na dwa szlaki, pociągi *niebieski* oraz *zielony* mogą jednocześnie wjechać na szlaki prowadzące do stacji Hel Bór. Pociąg *niebieski* dotrze do niej o godzinie 13.03, zaś *zielony* o 13.05. Po zwolnieniu szlaku do Helu, pociąg *niebieski* po dwóch minutach oczekiwania na pociąg *zielony* może kontynuować swoją jazdę do stacji docelowej, na którą przybędzie o godzinie 13.10, 12 minut po planowej godzinie przyjazdu. Dzięki wykorzystaniu dodatkowej stacji Hel Bór możliwe było zredukowanie opóźnienia pociągu niebieskiego o 14 minut względem sytuacji zamieszczonej na rysunku 5.2, dodatkowo redukcja opóźnienia w żaden sposób nie wpłynęła na planową jazdę pociągu *zielonego*.



Rys. 5.3. Przykład sytuacji ruchowej po podzieleniu szlaku Jastarnia – Hel (opracowanie własne)

5.2 Elektryfikacja linii kolejowej nr 213

Tematy poruszające zasadność elektryfikacji linii kolejowej na Hel ukazują się często w prasie oraz branżowych serwisach internetowych latem, jako remedium na zablokowane drogi prowadzące na mierzeję. Istotnie, elektryfikacja z pewnością przyczyni się do zwiększenia atrakcyjności kolei w podróżny nad Bałtyk, jednak musi ona iść w parze z koncepcją budowy dodatkowych stacji, ułożeniem odpowiedniego rozkładu jazdy pociągów (zarówno sezonowego, przygotowanego do obsługi ruchu turystycznego jak i aglomeracyjnego, funkcjonującego w pozostałym okresie) oraz budowy węzłów integracyjnych przy stacjach kolejowych. Poniżej przedstawiono zalety i wady elektryfikacji linii kolejowej nr 213 na odcinku Reda – Hel prądem stałym o wartości 3 kV.

Dzięki elektryfikacji zbędna stanie się zamiana lokomotywy elektrycznej na spalinową w przypadku pociągów dalekobieżnych PKP Intercity, która w warunkach miejscowych trwa minimum 15 minut. Ponadto zmniejszą się nakłady finansowe przewoźnika na pracę manewrową na stacji Gdynia Główna spowodowaną zmianą lokomotywy. Rezygnacja z trakcji spalinowej zwiększa elastyczność przewozów. Należy pamiętać, iż park lokomotyw spalinowych w PKP Intercity jest obecnie ograniczony, co wpływa na liczbę uruchamianych pociągów. Po elektryfikacji będzie możliwość uruchomienia bezpośrednich dalekobieżnych pociągów na Hel obsługiwanych przez EZT typu ED160 Flirt lub ED161 Dart. Będzie także możliwość sezonowego wydłużenia biegu z Gdyni do Helu pociągów EIP obsługiwanych przez jednostki ED250 Pendolino. Podobnie stanie się w przypadku przewozów regionalnych i aglomeracyjnych, przewoźnicy będą mogli wykorzystywać do obsługi linii helskiej tabor elektryczny.

Lokomotywy elektryczne oraz nowoczesne EZT mają lepsze właściwości trakcyjne w porównaniu do pojazdów spalinowych, zatem sprawniej pokonają znaczne pochylenia na linii kolejowej opisane w rozdziale drugim. Wpłynie to na skrócenie czasu jazdy.

Elektryfikacja umożliwi także włączenie obsługi powiatu puckiego do trójmiejskiej sieci połączeń SKM. Część pociągów aglomeracyjnych jeżdżących obecnie w relacji Gdańsk Śródmieście – Gdynia Chylonia/Gdynia Cisowa/Rumia będzie można wydłużyć do Władysławowa lub Helu. Mieszkańcy powiatu puckiego zyskają bezpośrednie połączenie ze wszystkimi stacjami i p.o. SKM na linii kolejowej nr 250, co znacząco poprawi ofertę przewozową kolei w odniesieniu do stanu obecnego. W okresie wakacyjnym możliwe staną się wydłużenia relacji niektórych pociągów regionalnych przyjeżdżających do Gdyni z Elbląga, Tczewa czy Bydgoszczy. Wyeliminuje to konieczność przesiadki w Gdyni do pociągów trakcji spalinowej.

Trzeba jednak pamiętać, że elektryfikacja wymaga ingerencji w krajobraz w bliskim sąsiedztwie linii kolejowej. Konieczna jest instalacja słupów podtrzymujących sieć trakcyjną wraz z linią potrzeb nietrakcyjnych. Innym niezbędnym elementem będzie budowa podstacji trakcyjnych. Z drugiej strony wyeliminowana zostanie trakcja spalinowa, która powoduje większe zanieczyszczenia spalinami, w dodatku pociągi z silnikami spalinowymi emitują większy hałas od pociągów elektrycznych.

Elektryfikacja całego, liczącego 62 km odcinka linii nr 213 przyczyniłaby się do sprawniejszego prowadzenia ruchu pociągów w wakacje. Pojawiają się jednak głosy, że przez pozostałe miesiące inwestycja nie byłaby w efektywny sposób wykorzystywana (szczególnie na odcinku Władysławowo – Hel). Dlatego pojawiają się teorie, aby linię nr 213 zelektryfikować tylko na odcinku Reda – Władysławowo. Pozwoliłoby to wpiąć najbardziej zaludnione tereny powiatu puckiego (wraz z miastem Władysławowo oraz Puck) w trójmiejski system przewozów aglomeracyjnych obsługiwanym przez pociągi elektryczne. Inwestycja będzie wymagać mniejszych nakładów finansowych, a stopień jej wykorzystania będzie efektywniejszy. Wtedy jednak nadal istniałby problem obsługi pociągów sezonowych trakcją elektryczną. Brak elektryfikacji odcinka Władysławowo – Hel sprawi, że w sezonie większość pociągów dalekobieżnych znów pojechałaby już od Gdyni na lokomotywach spalinowych, w przeciwnym razie zachodziłaby konieczność zmiany trakcji na stacji Władysławowo, która wymagałaby rozbudowania układu torowego, aby przeprowadzać zmiany lokomotyw bez ingerencji w planowy ruch pozostałych pociągów. Takie rozwiązanie negatywnie wpływałoby także na ofertę przewozową kolei na trasie Władysławowo – Hel, większość pociągów docierałaby tylko do Władysławowa, natomiast konieczność obsługi

fragmentu linii położonego na półwyspie trakcją spalinową może sprawić, że dla większości przewoźników zapewnienie przesiadki na stacji Władysławowo do pociągu w stronę Helu będzie nieopłacalne.

5.3 Wydłużenie peronów

Aby zwiększyć możliwości przewozowe na linii nr 213 po rozbudowaniu przedstawionych wyżej układów stacyjnych należy przedłużyć wszystkie perony mające 125 m do długości 225 m, pozwoli to na ujednolicenie ich długości na przebiegu całej linii. Wydłużone perony umożliwią obsługę wszystkich stacji i p.o. pociągami złożonymi z lokomotywy wraz z ośmioma wagonami, (długości pojedynczych wagonów eksploatowanych w Polsce mieszczą się w przedziale od 24,5 do 26,8 m) co pozwoli na dwukrotny wzrost liczby miejsc w pociągach osobowych w porównaniu do stanu obecnego. Po elektryfikacji linii przy każdym peronie będzie możliwość zatrzymania pociągów zespolonych typu ED160, ED161 oraz ED250, a w ruchu regionalnym czteroczłonowych EZT jadących w trakcji podwójnej. Ewentualną alternatywą dla rozbudowy peronów jest zakup taboru piętrowego do obsługi połączeń na Hel.

5.4 Wspólny bilet

Należy opracować i wprowadzić jednolitą taryfę przewozową w we wszystkich pociągach zmierzających w stronę Helu na odcinku Gdynia Główna – Hel. To rozwiązanie znacząco ułatwi odbywanie krótkich podróży wypoczywającym turystom, z których zostanie zdjęty obowiązek dopilnowania, aby kupić bilet na pociąg odpowiedniego przewoźnika.

Kolejny etap to integracja systemów sprzedaży biletów kolejowych oraz autobusowych poprzez stworzenie taryfy umożliwiającej kontynuację podróży drugim środkiem transportu na jednym bilecie. W partycypowaniu kosztów utrzymania wspólnego biletu powinny brać udział oprócz przewoźników również jednostki organizujące transport publiczny lub czerpiące korzyści z wprowadzenia wspólnego biletu tj. Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego oraz gminy, których tereny będą włączone w system wspólnego biletu. Warto także dążyć do dołączenia gmin Hel, Puck oraz Władysławowo do Metropolitarnego Związku Komunikacyjnego Zatoki Gdańskiej, co umożliwi włączenie tych terenów w obszar biletu metropolitarnego MZKZG.

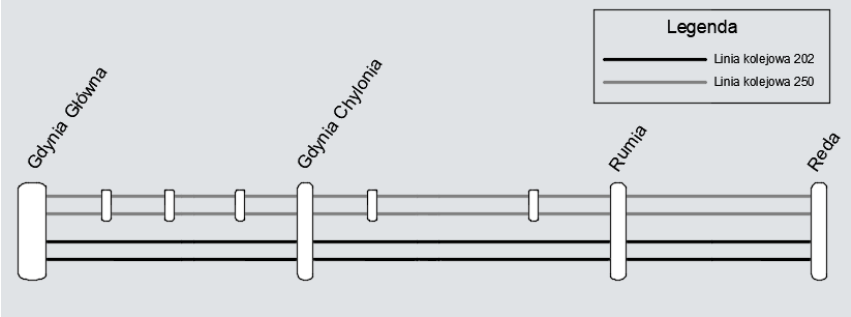
5.5 Ujednolicenie kategorii pociągów na odcinku Gdynia – Hel

Warto rozważyć zmianę kategorii handlowej pociągów pospiesznych (obecnie oznaczone jako TLK), które kursowałyby pomiędzy Gdynią Główną a Helem jako pociągi osobowe. Takie rozwiązanie było stosowane na sieci PKP jeszcze kilkanaście lat temu,

wówczas pociągi pospieszne na krańcowych odcinkach relacji kursowały jako pociągi osobowe i zatrzymywały się na każdej stacji i p.o. Taka zmiana przyczyniłaby się do ułatwienia zaprojektowania cyklicznego rozkładu jazdy, bowiem pociągi pospieszne nie miałyby już pierwszeństwa podczas zamawiania tras przez przewoźników w rozkładzie jazdy, co obecnie często utrudnia zaplanowanie cyklicznych odjazdów pociągów osobowych na liniach, na których pojawiają się także pociągi pospieszne. Pociągi ze zmienioną kategorią powinny zatrzymywać się na każdym przystanku pomiędzy Władysławowem i Helem, dodatkowo zaleca się wprowadzenie postojów na wybranych stacjach na odcinku Reda – Władysławowo. Pociągi ekspresowe EIC (oraz EIP po elektryfikacji) zachowają swoją kategorię i postoje jedynie na niektórych stacjach i przystankach.

5.6 Likwidacja wąskiego gardła na linii kolejowej nr 202

Aby zapewnić wystarczającą przepustowość dla pociągów poruszających się z Gdyni w stronę Helu oraz Wejherowa należy rozbudować obecną infrastrukturę linii 202. Kluczowe będzie przedłużenie linii kolejowej 250 do Wejherowa, wówczas pociągi SKM będą mogły kursować w odseparowaniu od pozostałego ruchu kolejowego. Wymagana będzie też dobudowa drugiego toru linii 202 pomiędzy Gdynią Chylonią a Rumią (rys. 5.4). Stare urządzenia srk należy zastąpić nowoczesną, czterostawną SBL. Zarządca infrastruktury, PKP Polskie Linie Kolejowe podpisał już umowę na zaprojektowanie modernizacji linii kolejowej 202, zawierającej również odcinek Gdynia Chylonia – Reda. Prace te przyczynią się do ponad dwukrotnego wzrostu przepustowości na tym odcinku [2].



Rys. 5.4. Schemat linii kolejowych na odcinku Gdynia Główna – Reda po planowanej modernizacji (opracowanie własne)

Podsumowanie

Przedstawiona inwentaryzacja istniejącej infrastruktury kolejowej na Półwysep Helski oraz analiza przyczyn powtarzających się corocznie w sezonie letnim problemów z punktualnym oraz komfortowym dotarciem nad morze jednoznacznie pokazuje na niedobór przepustowości w istniejącym systemie transportowym prowadzącym na Hel.

Niezbędne są działania na rzecz poprawy zdolności przewozowej linii kolejowej nr 213, która mogłaby przejąć część ruchu z zatłoczonej drogi wojewódzkiej nr 216.

Dobrym przykładem są prace mające na celu poprawę dostępności komunikacyjnej Podhala z Krakowem. Miejsce to jest bardzo licznie odwiedzane przez turystów, co powoduje podobne problemy w dotarciu dla podróżnych jak w przypadku regionu nadmorskiego. Aktualnie trwa rozbudowa drogi ekspresowej S7, która połączy Kraków z Chabówką, równolegle trwają prace na linii kolejowej, których efektem będzie skrócenie czasu przejazdu pociągów z Krakowa do Zakopanego o 45 minut. W przyszłości planuje się także budowę nowej linii kolejowej Podłęże – Piekiełko, która ułatwi dojazd koleją do Zakopanego. W międzyczasie uruchomiono Podhalańską Kolej Regionalną pomiędzy Nowym Targiem a Zakopanem, która jest alternatywą dla zatłoczonej drogi krajowej nr 47 [3][14].

Źródła

[1] *Analiza odcinków sieci kolejowej o ograniczonej przepustowości*, Urząd Transportu Kolejowego, 2016

[2] Będą krótsze i wygodniejsze podróże z Gdyni do Słupska, PKP Polskie Linie Kolejowe, https://www.plk-sa.pl, (data dostępu 16.05.2019 r.)

[3] *Budowa drogi ekspresowej S7 Kraków - Rabka-Zdrój*, Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, http://www.s7-lubien-rabka.pl (data dostępu 17.05.2019)

[4] *Dodatek 1 do Wewnętrznego Rozkładu Jazdy zawierający warunki techniczno – ruchowe linii na terenie Zakładów Linii Kolejowych Gdynia, Olsztyn, Bydgoszcz*, PKP Polskie Linie Kolejowe, 2016

[5] *Historia budowy linii kolejowej na Półwyspie Helskim*, Kurier Kolejowy, https://www.kurierkolejowy.eu, (data dostępu 15.05.2019 r.)

[6] *Infopasażer Archiver*, http://ipa.lovethosetrains.com, (data dostępu 19.05.2019 r.)

[7] *Linia Gdańsk Główny – Rumia (250)*, Ogólnopolska Baza Kolejowa, https://www.bazakolejowa.pl, (data dostępu 18.05.2019 r.)

[8] *Linia Gdańsk Główny – Stargard (202)*, Ogólnopolska Baza Kolejowa, https://www.bazakolejowa.pl, (data dostępu 18.05.2019 r.)

[9] *Linia kolejowa nr 213 Reda – Hel*, Semaforek.pl, https://semaforek.kolej.org.pl (data dostępu 18.05.2019 r.)

[10] *Rozkład jazdy pociągów 2017/2018*, PKP Polskie Linie Kolejowe, 2017

[11] *Turystyka w województwie pomorskim w latach 2013–2017*, Urząd Statystyczny w Gdańsku, 2018

[12] *Wykaz maksymalnych prędkości* – pociągi pasażerskie, PKP Polskie Linie Kolejowe, 2017

[13] *Wykaz peronów udostępnianych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz innych zarządców*, PKP Polskie Linie Kolejowe, 2017

[14] *Z Krakowa do Zakopanego w dwie godziny. Dzięki inwestycji za prawie miliard*, https://www.strefabiznesu.pl (data dostępu 17.05.2019 r.)

ELEMENTY BEZPIECZEŃSTWA BIERNEGO I CZYNNEGO W TABORZE KOLEJOWYM

Tomasz Szklarz

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

1. Wstęp

Celem niniejszego referatu jest przedstawienie i omówienie wymagań stosowanych w TSI dotyczących wybranych aspektów bezpieczeństwa oraz przedstawienie wyników badań symulacyjnych na uproszczonym modelu wykonanym w oprogramowaniu CAD.

Osiągane coraz wyższe prędkości wymuszają na zespołach konstrukcyjnych wyszukiwanie i opracowywanie nowych rozwiązań dotyczących bezpieczeństwa czynnego i biernego.

W ramach artykułu zostanie przedstawiona analiza bezpieczeństwa biernego i czynnego.

Wykorzystując pojęcia bezpieczeństwa biernego i czynnego z przemysłu samochodowego, ponieważ one się przewijają w dyskusji od lat 50. XX wieku, po nieudanym Chevrolecie Corvair, który nie był bezpiecznym pojazdem [2]

Ze względu na zmiany w TSI zostanie poruszone aktualne TSI dla systemu lokomotywy i tabor pasażerski tj. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1302/2014 dla pojazdów pasażerskich i lokomotyw, które zastąpiło poprzednie rozporządzenia. Odpowiednio dla kolei konwencjonalnych (które nie miały odpowiednika decyzji dla kolei dużych prędkości) i dla kolei dużych prędkości 2008/232/WE. Rozporządzenia te straciły moc prawną z dniem 31 grudnia 2014.

Elementami bezpieczeństwa biernego w taborze kolejowym są: konstrukcja wagonu, absorbery, zderzaki, sprzęgi, a bezpieczeństwa czynnego wózek, systemy automatyki kolejowej, układ hamulcowy, radiotelefon.

Rysunek 1. Przykład nowoczesnego pojazdu trakcyjnego - PESA Elf II 21WEa

2. Przedstawienie wymogów TSI Pas&Loc – Rozporządzenie Komisji Europejskiej nr 1302/2014

Wymaganiami zasadniczymi według TSI [3] przytoczone szczegółowo w Dyrektywie 57/2008/WE [26] są w punkcie 2.4.1 załącznika III, które zostały przytoczone w formie niezmienionej, ponieważ są aktem prawnym obowiązującym w Polsce:

- Struktura taboru i połączeń między pojazdami muszą być zaprojektowane tak, aby chronić pasażerów i kabiny maszynistów w przypadku kolizji lub wykolejenia,
- Urządzenia elektryczne nie mogą szkodzić bezpieczeństwu i funkcjonowaniu instalacji sterowania,
- Techniki hamowania oraz wywierany nacisk muszą być zgodne z projektem toru, obiektów inżynieryjnych oraz systemów sygnalizacji,
- Należy podjąć kroki celem uniemożliwienia dostępu do elementów pod napięciem, tak aby nie narażać bezpieczeństwa ludzi,
- W przypadku niebezpieczeństwa urządzenia muszą umożliwiać pasażerom poinformowanie o nim maszynisty, a obsłudze towarzyszącej kontakt z maszynistą,

- Drzwi zewnętrzne muszą być wyposażone w system otwierania i zamykania gwarantujący bezpieczeństwo pasażerów,
- Pociąg musi posiadać oznaczone wyjścia bezpieczeństwa,
- Należy stworzyć właściwe przepisy celem uwzględnienia szczególnych warunków bezpieczeństwa w bardzo długich tunelach,
- Na pokładzie pociągów obowiązkowy jest system oświetlenia awaryjnego o wystarczającym natężeniu i czasie funkcjonowania,
- Pociągi muszą być wyposażone w system komunikacji publicznej stanowiący środek informowania pasażerów przez personel pokładowy.

3. Przestawienie wybranych norm dot. pojazdów szynowych w odniesieniu do TSI wraz z omówieniem scenariuszy zderzeniowych

Normami, które znalazły się w TSI [3] i ich stosowanie jest obowiązkowe są:

Tabela 1. Spis wybranych norm w TSI Pas&Loc według dodatku J dla rozporządzenia 1302/2014 [3]

Lp	Właściwości poddawane ocenie	Punkty TSI	Dokumenty normatywne wraz z puntami obowiązkowymi
1	Wytrzymałość konstrukcji pojazdu — ogólne klasyfikacja taboru metoda weryfikacji	4.2.2.4 Dodatek C	EN 12663-1:2010 odpowiedni punkt z 5.2 9.2 6.1 — 6.5
2	Bezpieczeństwo bierne — ogólne klasyfikacja scenariusze zgarniacz torowy	4.2.2.5	EN 15227:2008 +A1:2011 Oprócz załącznika A 4 — tabela 1 5 — tabele 2, 6 5 — tabela 3, 6.5
3	Projekt konstrukcyjny ramy wózka	4.2.3.5.1	EN 13749:2011 6.2, załącznik C
4	Hamowanie — typ układu hamulcowego, układ hamulcowy UIC	4.2.4.3	EN 14198:2004 5.4
5	Wytrzymałość konstrukcyjna	załącznik C.1	EN 12663-2:2010 5.2.1–5.2.4

W TSI [3] zdefiniowano cztery scenariusze zderzeniowe:

- Scenariusz pierwszy: zderzenie czołowe dwóch jednakowych pojazdów kolejowych,
- Scenariusz drugi: zderzenie czołowe z wagonem towarowym,
- Scenariusz trzeci: zderzenie pojazdu kolejowego z dużym pojazdem drogowym na przejeździe kolejowym,
- Scenariusz czwarty: uderzenie pojazdu kolejowego w niską przeszkodę (np. w samochód osobowy na przejeździe kolejowym, zwierzę, skałę itp.).

Poniżej omówiono dwie normy [4] i [5], które mają największe znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa w odniesieniu do [3] – TSI Loc&Pas.

W punktach poniżej znajdują się odstępstwa dla lokomotyw manewrowych jeżeli producent znajdzie inny sposób na wykazanie zgodności.

W z normie PN-EN 15227+A1:2011E [4] pojazdy pasażerskie i lokomotywy stanowią kategorię C-I odporności zderzeniowej, która jest zdefiniowana jako pojazdy poruszające się po sieci TEN, międzynarodowej, krajowej i regionalnej sieci wraz z skrzyżowaniami drogowo-kolejowymi. W tej samej normie zostały zdefiniowane szczegółowo wymagania dot. warunków prób zderzenia.

Poniżej przedstawiono wymagania dla scenariuszy zderzeniowych dla kategorii C1:

Tabela 2. Wymagania scenariuszy zderzeniowych dla pociągów (lokomotywy, zespoły trakcyjne) (kategoria C-I). Na podstawie Tabeli 2 normy PN-EN 15227:2008+A1:2010 [4]

Numer scenariusza	Przeszkoda	Prędkość [km/h]	Charakterystyka działania lub wymaganie
1	Identyczny pociąg	36	Wszystkie systemy
2	Wagon o masie 80 ton	36	Ruch mieszany z pojazdami wyposażonymi w zderzaki końcowe
	Pociąg regionalny o masie 129 ton	Nie dostępna	Ruch mieszany z pojazdami wyposażonymi w sprzęg centralny
3	Przeszkoda odkształcalna o masie 15 ton	V_{lc} = 50 i prędkość do 110 km/h	TEN i podobne linie kolejowe ze skrzyżowaniami drogowo-kolejowymi

	Sztywna przeszkoda o masie 3 ton	Nie dostępna	Niewydzielone linie miejskie (głównie tramwaje)
4	Mała i niska przeszkoda	W tabeli 3 (zależności od prędkości) na przykład 160 km/h i więcej siła wynosi 300 kN	Wymagania dotyczące zgarniaczy torowych muszą zostać spełnione

W normie PN-EN 12663-1:2010 [5] pojazdy pasażerskie są w kategorii P-II pod względem wytrzymałości konstrukcji. W tej samej normie określono siły jakie konstrukcja musi wytrzymać. Zatem jest to kompendium, które ma zastosowanie w pojazdach szynowych oraz określono przebieg testów konstrukcji i walidacji tejże.

Dla kategorii P-II siła ściskająca zderzak według tabeli 2 1500 kN, chociaż dla lokomotyw wynosi on 2000 kN (dla kategorii P-I i lokomotyw). Kategoria P-I są to na przykład wagony standardu Z1.

4. Omówienie bezpieczeństwa biernego i czynnego wraz z przedstawieniem i omówieniem wymagań

Bezpieczeństwo bierne zdefiniowano w normie przytoczonej w TSI [3] w następujący sposób:

Są to systemy zmniejszające skutki wypadku jeżeli one wystąpią.

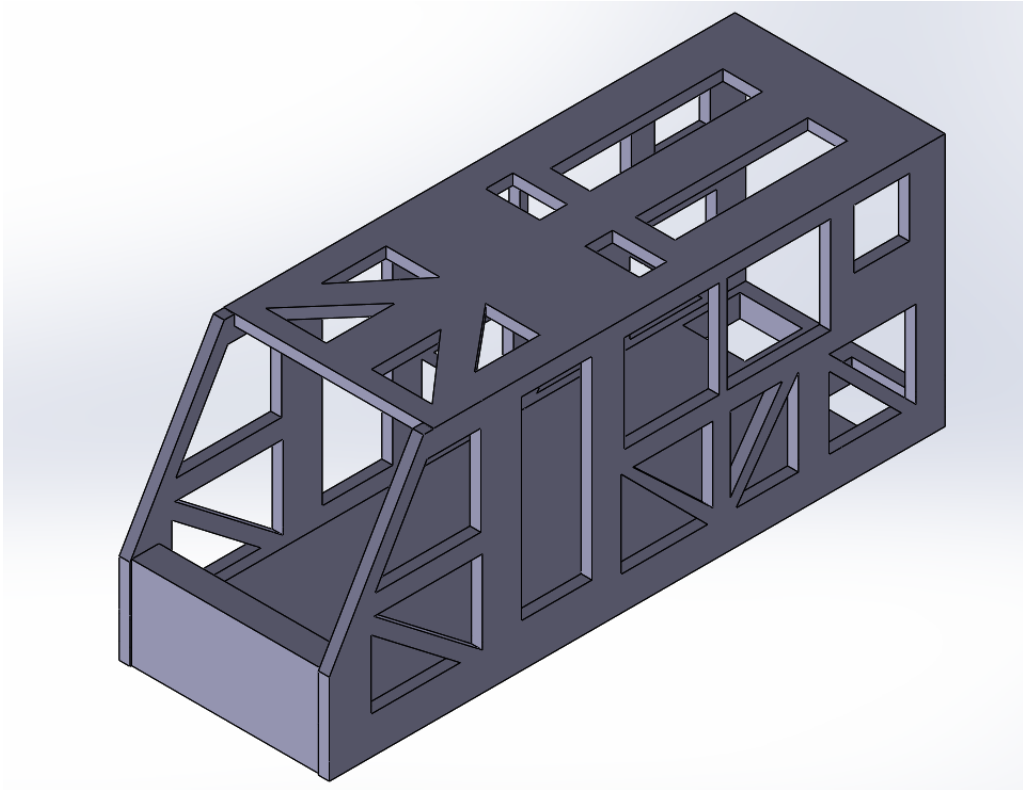
Celami bezpieczeństwa biernego według [3] są:

- ograniczanie opóźnienia hamowania,
- zachowanie przestrzeni przeżycia oraz utrzymanie integralności strukturalnej obszarów pasażerskich,
- zmniejszenie ryzyka najechania,
- zmniejszenie ryzyka wykolejenia,
- ograniczanie skutków zderzenia z przeszkodą na torze.

W związku z tymi oczekiwaniami konstrukcje pojazdów szynowych muszą spełniać wymogi norm przytoczonych w TSI, oraz spełniać wymagania.

Celem spełnienia wymogów konstrukcje pojazdów są wykonywane z odpowiednich materiałów np.: stali S355J2G3 (18G2A) oraz stopów aluminium [4], które są odporniejsze na korozję i przez co powoli szerzej stosowane mimo wyższych cen.

Rysunek 2. Przykładowa konstrukcja pudła. Opracowanie własne.



Obecnie pojazdy wyposaża się w absorbery, które pochłaniają energię zderzenia i dzięki czemu obniżane są koszty napraw powypadkowych. Zazwyczaj stosuje się absorbery elastomerowe odkształcane nieodwracalnie pod wpływem dużej energii. Systemy te są wspomagane amortyzatorami hydrauliczno-gazowymi zwłaszcza w zakresie sił 250-400 kN [27].

Bezpieczeństwo aktywne w normie PN-EN 15227:2008+A1:2010 [4] zdefiniowano jako systemy i wskaźniki biorące udział w zapobieganiu zdarzenia kolejowego. Zatem system ma na celu zapobiec zdarzeniu poprzez np.: zahamowanie pociągu.

Na bezpieczeństwo czynne wpływają w istotnym stopniu następujące elementy:

- wózek kolejowy,
- układ hamulcowy,
- systemy automatyki (SHP, CA i ETCS).

Pierwszym analizowanym elementem jest wózek kolejowy. Jest on zbudowany z następujących elementów [6]:

- rama wózka,
- zestawu kołowego,

- układu usprężynowienia pierwszego i drugiego stopnia (drugi stopień niesprężynowania nie jest elementem obowiązkowym – na przykład wózek 1XTa [7]),
- maźnic,
- zestawów kołowych.

W referacie ze względu na ograniczoną objętość zostaną omówiona szczegółowo rama wózka, ponieważ od niej zależy bezpośrednio bezpieczeństwo pojazdu.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa najbardziej istotnym elementem wózka wpływającym na bezpieczeństwo jest rama wózka, ponieważ decyduje ten element o bezpieczeństwie jazdy i niezawodności pojazdu szynowego.

W piśmiennictwie krajowym są znane przypadki pękania ram ramy wózka typu 37AN, 37ANa i 24 MN produkcji PESY Bydogoszcz [8]. Stwierdzono w alercie bezpieczeństwa opublikowanym przez Urząd Transportu Kolejowego w dniu 19 lutego 2016 r przez Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie ((Krajową Władzę Bezpieczeństwa Włoch) pęknięcia ram wózka, ponieważ wykryto w zewnętrznej części połączenia spawanego w obszarze maźnic pomocą metod nieniszczących (metoda magnetoproszkowa).

Producent został powiadomiony o konieczności wykonania analiz oraz wdrożono środki w postaci wycofania pojazdów wykorzystujących te wózki do czasu usunięcia nieprawidłowości oraz zawieszenie dopuszczeń pojazdów [9].

Tego typu sytuacjom należy zapobiegać poprzez analizę modalną polegającą na otrzymaniu wyników w postaci częstotliwości drgań własnych oraz sprawdzenie za pomocą wymodelowanego ramy wózka jakie częstotliwości rezonansowe powodujące zniszczenie konstrukcji poprzez spękanie jakie częstotliwości drgań będą się zmieniać [10].

Kolejnym problemem jest technologia wykonywania wózków – są one wykonywane zazwyczaj poprzez spawanie (na polskiej sieci kolejowej zdarzają się pojazdy kolejowe mające odlewane ramy wózków – chociażby Class 66 produkcji EMD). Przez co mogą występować niezgodności spawalnicze w postaci pustek (od nic zaczyna się propagacja pęknięć) [11], jednakże norma PN-EN ISO 5178 wskazuje na dopuszczalne wymiary wad i niezgodności spawalniczych. Dla pojazdów szynowych stosuje się jakość B (będąca najostrzejszą w tej normie). Jeszcze obowiązującymi normami dla wózków kolejowych są PN-EN 13260 i inne oraz karta UIC 515 i pokrewne do niej dot. wózków (zwłaszcza określające wytrzymałości ram wózka dla wózków tocznych UIC 515-4) zastępowane w pewnym zakresie przez normę PN-EN 13749 [12].

Rysunek 3. Przykład wózka kolejowego z wagonu towarowego (opracowanie własne)

Pękanie ram wózków zostało wykryte w tym stosunkowo wcześnie, jednakże problematyczne są zestawy kołowe [13], które nawet w skrajnym wypadku mogą doprowadzić do katastrofy.

Istotnym z punktu widzenia bezpieczeństwa czynnego w taborze istotnymi z punktu widzenia bezpieczeństwa są hamulce elektrodynamiczne, pneumatyczne i elektropneumatyczne [14] umożliwiające bezpieczne hamowanie pociągu.

Układy hamulca są zespolone – tzn. sterowane z poziomu pulpitu maszynisty i w zależności od typu pojazdu ciśnienie oddziałuje na wstawki hamulcowe bądź tarcze hamulcowe.

Ten temat ze względu na ograniczoną objętość referatu nie jest omawiany szczegółowo.

Ostatnim omawianym elementem są systemy automatyki bezpieczeństwa pociągu.

Pierwszym omawianym systemem jest SHP pracujący w połączeniu z CA (czuwakiem aktywnym).

Samoczynne Hamowanie Pociągu jest systemem stosowanym do 160 km/h [15]. Transmisja danych odbywa się punktowo tzn. następuje transmisja z elektromagnesu SHP ustawionego przed semaforem do rezonatora SHP zamontowanego na pojeździe. Nie wnosi on informacji o sygnale wyświetlanym na semaforze, jedynie informację, że on istnieje. Maszynista po wyświetleniu na pulpicie sygnalizacji SHP/CA i następnie sygnału dźwiękowego ma obowiązek potwierdzenia czujności poprzez naciśnięcie przycisku.

Jeżeli maszynista tego nie zrobi to pociąg zaczyna samoczynnie hamować, jednakże ten system nie jest odporny na mikrosen [16] polegający na śnie trwającym sekundzie i naciśnięcie przycisku, przez co można przejechać sygnał zabraniający wjazdu na stację lub co gorsza najechać na pociąg.

Rysunek 4 Fragment pulpitu lokomotywy Newag 6Dg z radiotelefonem oraz przyciskiem kasowania SHP i CA (opracowanie własne)

Stosowany w Polsce system SHP jest systemem niezależnym od wskazań semaforów – przez co jest systemem nieodpowiadającym wymogom współczesnej kolei co wskazywała Najwyższa Izba Kontroli w swych wystąpieniach [17], jednakże jest on stosowany z powodu prostoty oraz z faktu, że prace nad sygnalizacją kabinową prowadzone w latach 80. i 90.

z powodu kryzysu panującego w PKP z powodu transformacji ustrojowej oraz zapaści finansowej lat 80. musiały zostać zarzucone [18].

Czuwak aktywny [19] sprawdza czujność maszynisty co 60 sekund poprzez sygnalizowanie poprzez światło, a następnie sygnalizację akustyczną. Maszynista naciskając przycisk na pulpicie (sprzężony z SHP) potwierdza swoją czujność.

Jeżeli maszynista nie potwierdzi swej czujności to jest wdrażane hamowanie nagłe, które jeżeli nie jest spowodowane chociażby zasłabnięciem może być podstawą do wszczęcia postępowania wyjaśniającego przyczynę.

Zagrożenia zostały opisane w akapitach dotyczących SHP. Jeżeli linia kolejowa nie jest wyposażona w elektromagnesy SHP to bezpieczeństwo jazdy zapewnia jedynie CA, co wpływa negatywnie na bezpieczeństwo ruchu kolejowego.

Dość istotnym systemem jest radio-stop działający na zasadzie odpowiedniej sekwencji dźwiękowej odbieranej przez radiotelefon i odbieranej przez inne radiotelefon oddziałującą na elektrozawory w układzie elektropneumatycznym i powoduje hamowanie nagłe pociągu oraz innych pociągów w promieniu zasięgu radiotelefonu. [20]

Wszystkie te systemy są systemami ETCS L0 (bez systemu ETCS).

ETCS [25] w taborze szynowym składa się z urządzeń pokładowych. System ten jest składnikiem Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS). W Polsce są używane instalacje ETCS L1 na linii kolejowej nr 4 (Centralnej Magistrali Kolejowej) produkcji Thalesa [21] oraz ECTS L2 na linii kolejowej E30 pomiędzy Bielawą Dolną a Legnicą produkcji Bombardier Transportation [22].

W ECTS L1 występują eurobalisy, które mają informacje o ograniczeniach prędkości, sygnale „Stój”. W pojeździe występuje bezpieczny komputer EVC, komputery związane ze sterowaniem oraz do komunikacji MMI, rejestrator, drogomierz oraz antenę do odbioru sygnału. Balisy odbierają sygnału przez enkodery LEU.

Wadą kluczową tego systemu, jest opieranie się też o maszynistę, który może dostać rozkaz zezwalający na przejechanie sygnału stój lub ten sygnał zignorować.

Bardzo istotnym składnikiem ETCS L2 jest GSM-R, który bazuje na standardzie GSM powstałym w 1990 roku (transmisja danych w standardzie GSM bez większych modyfikacji wynosi 9,6 kilobitów na sekundę za pomocą CSD, a po modyfikacjach HSCSD osiągającym prędkość 57,6 kilobitów na sekundę – łącza te podobnie jak w modemach stosowanych w telefonii przewodowej (dial-up) są komutowane i są zajęte przez cały czas pomiędzy stacją

bazową, a użytkownikiem – zatem może dojść do sytuacji braku możliwości połączenia się w wyniku przeciążenia stacji bazowej (co jest niepożądane) [23].

W transmisji danych w standardzie GSM-R wykorzystuje się GPRS (General Packet Radio Service), które jest pakietowym sposobem przesyłania danych [24].

5. Analiza uproszczonego modelu konstrukcji pudła wykonanego w oprogramowaniu CAD wraz z uproszczoną analizą zderzeniową

W ramach pracy badawczej nad bezpieczeństwem biernym wykonano badania symulacyjne z wykorzystaniem oprogramowania służącego do analiz za pomocą metod elementów skończonych wbudowanym w środowisko programu SolidWorks dla pudła pojazdu oraz ramy wózka

Badania wytrzymałości konstrukcji pudła przebiegały w następujący sposób:

1. Modelowanie pudła i przyjęcie materiału dla pudła. Przyjęto materiał – stal stopową.
2. Modelowanie absorbera i przyjęcie materiału dla absorbera. Przyjęto materiał – kopolimer PP.
3. Wykonanie badań statycznych na pudle bez absorbera w odniesieniu do pierwszego i drugiego scenariusza zderzeniowego.
4. Wykonanie badań statycznych na pudle z absorberem w odniesieniu do pierwszego i drugiego scenariusza zderzeniowego.

Ze względu na wymiary pojazdów kolejowych przyjęto, że badana jest ściana czołowa i przód pojazdu. Unieruchomiono za pomocą utwierdzeń podłogę modelu, celem sprawdzenia odkształceń czoła pojazdu szynowego.

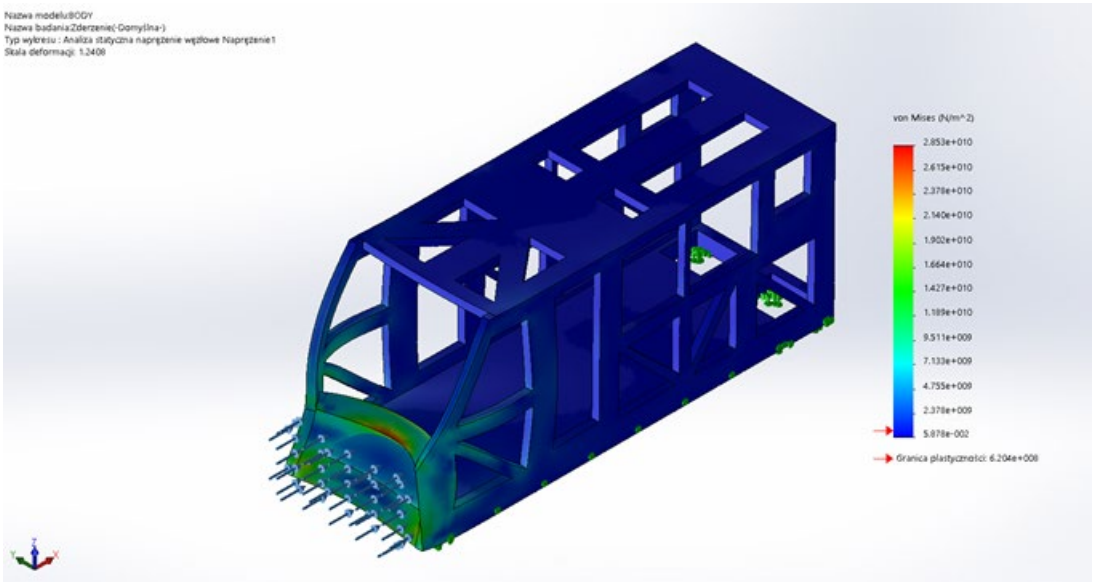
Badania przeprowadzono dla dwóch scenariuszy zderzeniowych w sposób symulacji statycznej, zatem wyniki nie będą tak dokładne jak dla badań dynamicznych, jednakże można dzięki nim uzyskać rozkład deformacji.. Zatem przedstawiono wizualizacje dla przemieszczeń i deformacji:

1. Dla scenariusza pierwszego – gdzie zderza się z identycznym pociągiem o prędkości 36 km/h założono siłę symulującą 40 000 kN, ponieważ siła jest pochodną pędu po czasie, co wynika z zasad dynamiki Newtona i zasady zachowania pędu.

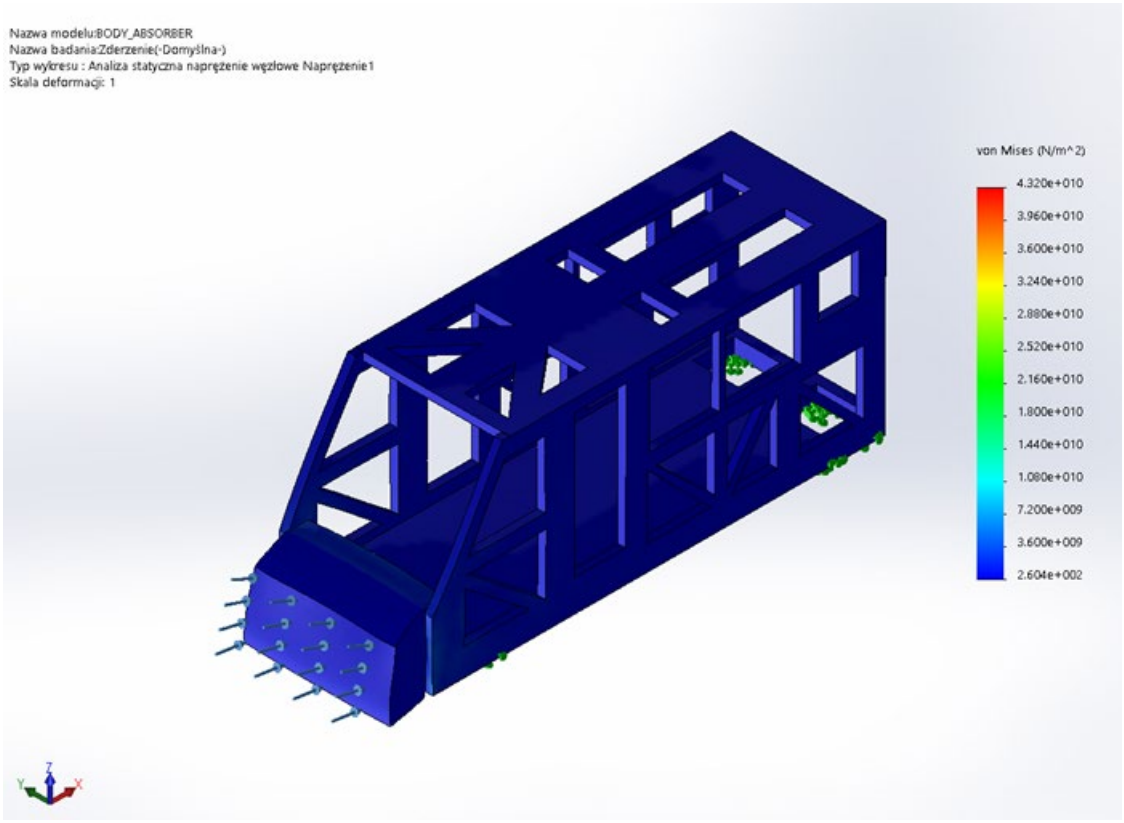
Poniżej przedstawiono wyniki:

- Naprężenia:

Rysunek 5. Deformacje dla konstrukcji pudła bez absorbera w odniesieniu do scenariusza pierwszego (opracowanie własne)

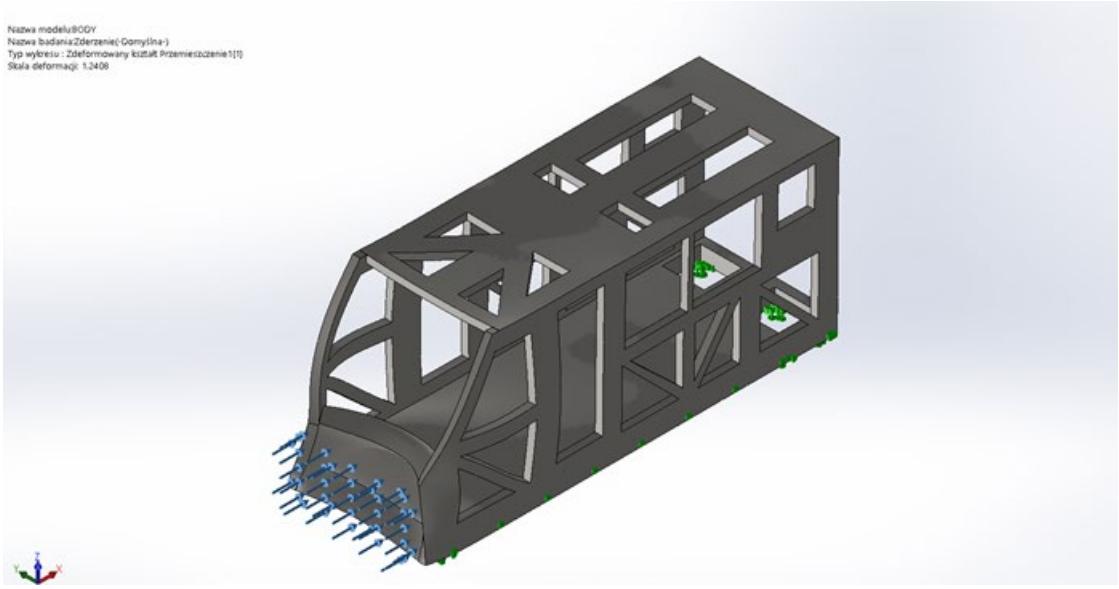


Rysunek 6. Naprężenia dla pudła z absorberem w odniesieniu do scenariusza pierwszego (opracowanie własne)

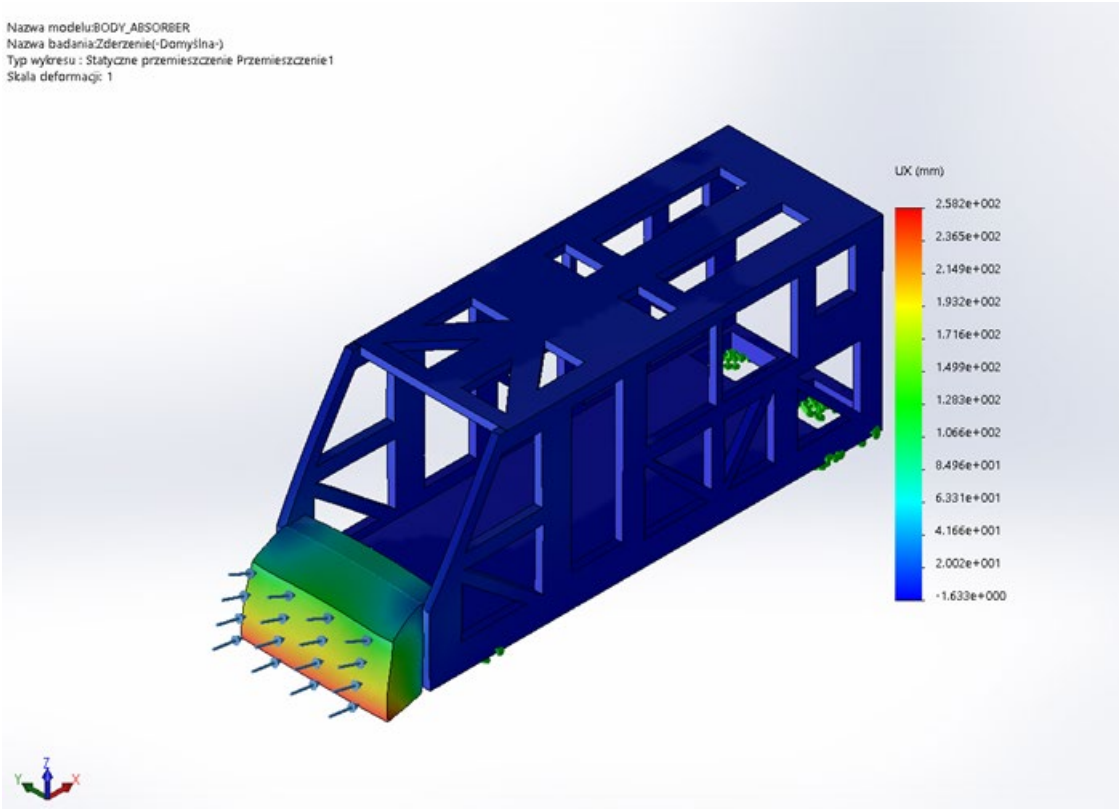


- Przemieszczenia

Rysunek 7. Przemieszczenia dla konstrukcji pudła bez absorbera w odniesieniu do scenariusza pierwszego (opracowanie własne)



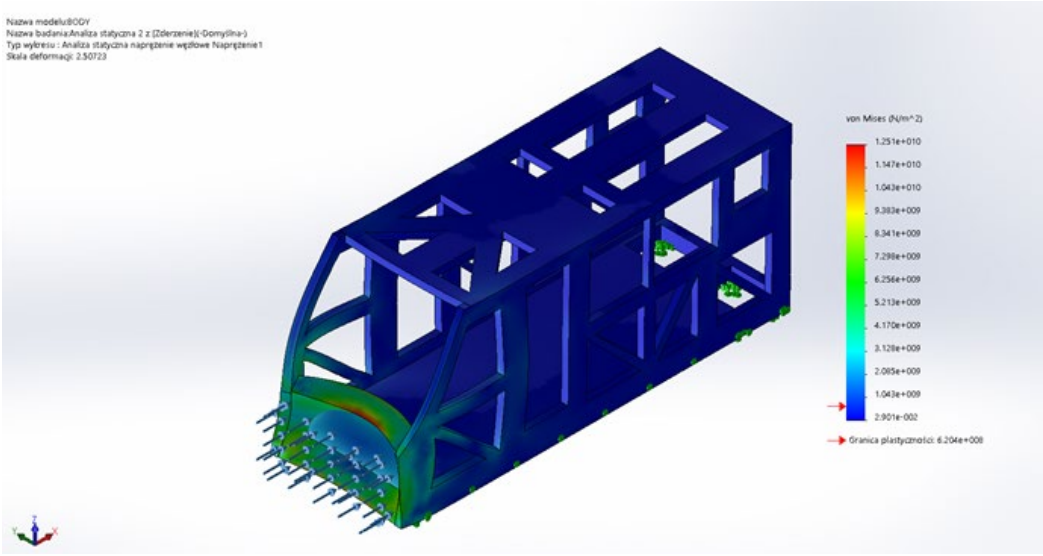
Rysunek 8. Przemieszczenia dla konstrukcji pudła z absorberem w odniesieniu do scenariusza pierwszego (opracowanie własne)



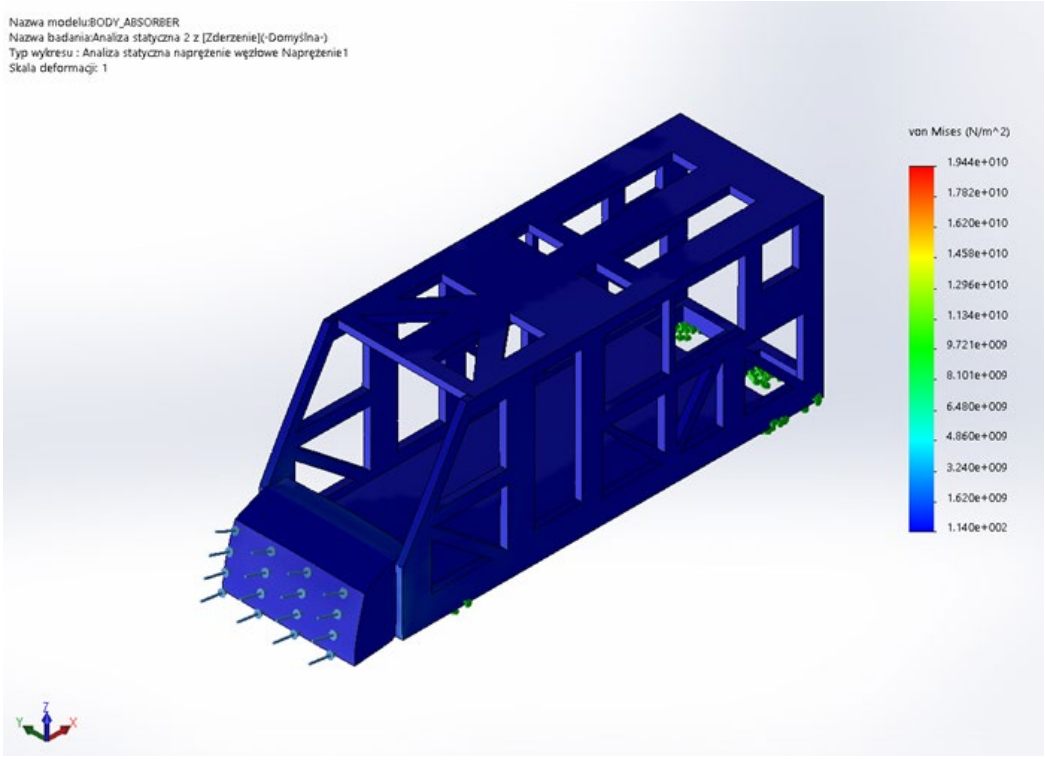
2. Dla scenariusza drugiego – gdzie zderza się z pojazdem kolejowym o mniejszej masie – tutaj wagon o masie 80 ton i sile 18 000 kN. Co wynika z przekształcenia wzoru na siłę z wykorzystaniem pędu. Poniżej przedstawiono wyniki:

   - Naprężenia

Rysunek 9. Naprężenia dla pudła bez absorbera w odniesieniu do scenariusza drugiego (opracowanie własne)

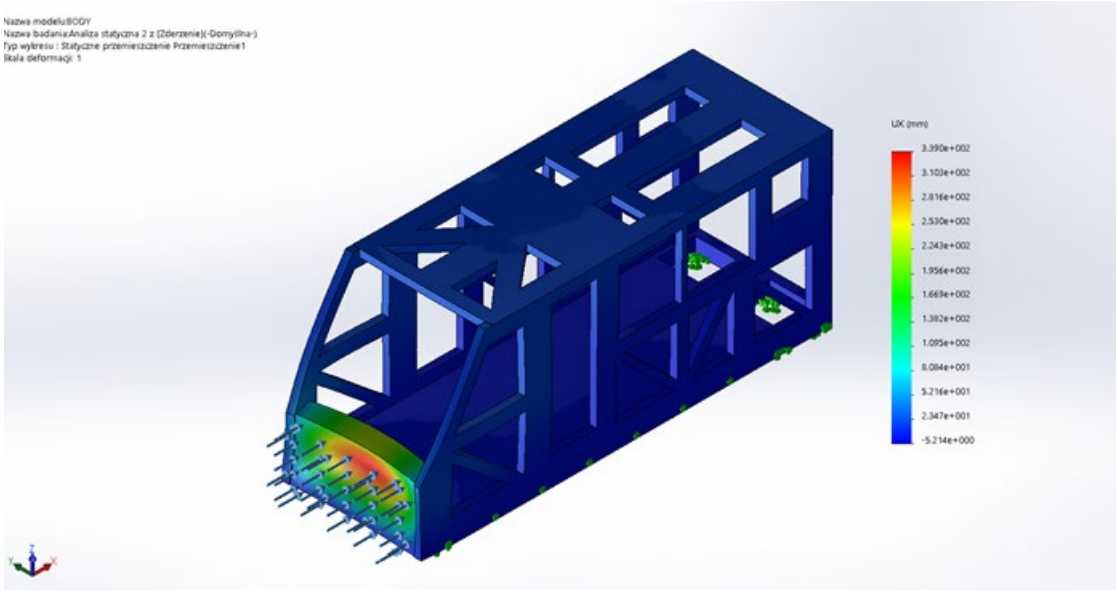


Rysunek 10. Deformacje dla pudła z absorberem w odniesieniu do scenariusza drugiego (opracowanie własne)

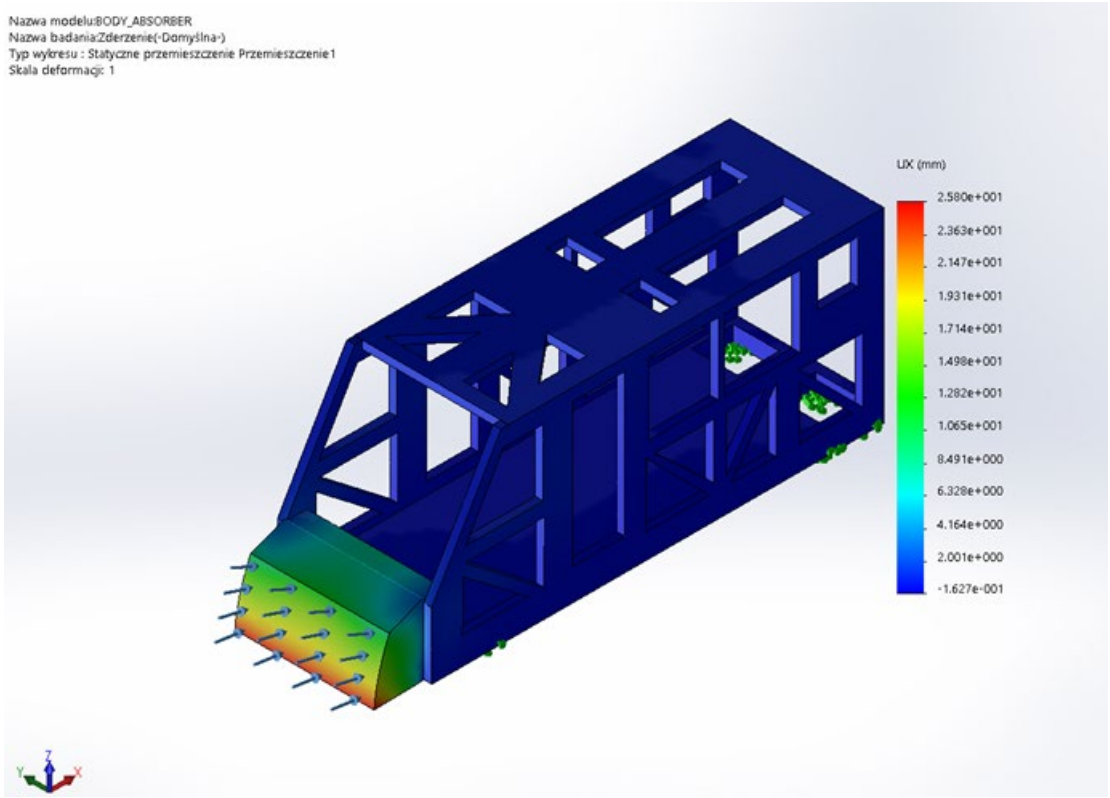


- Przemieszczenia

Rysunek 11. Przemieszczenia dla pudła bez absorbera w odniesieniu do scenariusza drugiego (opracowanie własne)



Rysunek 12. Przemieszczenia dla pudła z absorberem w odniesieniu do scenariusza drugiego (opracowanie własne)



Przeprowadzone testy dla scenariusza pierwszego wykazały, że konstrukcja nadwozia bez absorbera energii wygięła się dość znacznie uniemożliwiając w praktyce użytkowanie tego członu. Absorber energii pozwolił zachować konstrukcję nienaruszoną, chociaż on sam uległ trwałej deformacji i w konsekwencji zniszczeniu.

Dla scenariusza drugiego wyniki w praktyce pokrywają się ze scenariuszem pierwszym, mimo tego, że masa była mniejsza (i siła również) – przez to odkształcenia maksymalne. Absorber w mniejszym stopniu się zdeformował niż dla scenariusza pierwszego i jednocześnie spełnił swoją rolę.

Zauważono zależność odkształcenia od sił i pędu – to znaczy, że spore znaczenie dla bezpieczeństwa. W konsekwencji skala zniszczeń zależy od prędkości i masy.

Przyjęty materiał tj. kopolimer PP wykazał się właściwościami amortyzującymi zatem nadaje się do absorberów

Zatem absorbery mogą obniżyć koszty robocizny w naprawach powypadkowych oraz koszty rekonwalescencji

6. Wnioski

a. Badania symulacyjne wykazały celowość stosowania absorberów energii celem zachowania zdrowia i życia pasażerów, i obsługi pociągu;

b. Zniszczenia zależą od masy obiektu uderzanego przez pojazd szynowy oraz od wytracenia energii przez absorber;

c. Wykonane symulacje nie są tak dokładne jak za pomocą metod dynamiki, jednakże dają ogląd przemieszczeń w konstrukcji;

d. Obecnie stosowane systemy bezpieczeństwa biernego i czynnego definiowane w TSI i normach EN wpływają korzystnie na bezpieczeństwo;

e. Można zapobiegać pękaniom ram wózka w trakcie analizy modalnej.

7. Literatura

[1] http://wkd.home.pl/Files/File/DTSU%2013WE%200130-1%20listopad%202008.pdf

[2] https://www.autoclassics.com/posts/news/ralph-nader-chevrolet-corvair

[3] ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor — lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej

[4] PN-EN 15227+A1:2011E, Kolejnictwo -- Wymagania zderzeniowe dla pudeł pojazdów szynowych

[5] PN-EN 12663-1:2010, Kolejnictwo -- Wymagania konstrukcyjno-wytrzymałościowe dotyczące pudeł kolejowych pojazdów szynowych -- Część 1: Lokomotywy i tabor pasażerski (i metoda alternatywna dla wagonów towarowych)

[6] http://www.transportszynowy.pl/kolopiswozkibud.php

[7] http://www.tabor.com.pl/wp-content/uploads/2018/04/psz_3_17.pdf

[8] http://utk.gov.pl/download/1/11790/19lutego2015r-NSAPL-ramywozkowtocznychtypu37AN.pdf

[9] https://kurierkolejowy.eu/aktualnosci/27286/pesa-szuka-przyczyn-pekniec-w-wozkach-pojazdow-218m.html

[10] Wenjing Sun, Jinsong Zhou, Dao Gong, Taiwen You, Analysis of modal frequency optimization of railway vehicle car body, Advances in Mechanical Engineering, Volume: 8 issue: 4,

[11] http://www.rcre.pl/www%20spawanie/obrazki/wady.pdf

[12] http://www.railway-research.org/IMG/pdf/609.pdf

[13] https://www.ndr.de/kultur/geschichte/Das-ICE-Unglueck-von-Eschede,eschededossier2.html

[14] http://fte.put.poznan.pl/plik_pobierz.php?id=3450

[15] FAJCZAK-KOWALSKA Anita, KRENSKI Cyprian, Bezpieczeństwo w ruchu kolejowym, Logistyka 5/2014

[16] https://mojafirma.infor.pl/moto/logistyka/zarzadzanie-flota/676602,Mikrosen-co-to-jest.html

[17] https://www.nik.gov.pl/plik/id,5682,vp,7354.pdf

[18] http://www.ikolej.pl/fileadmin/user_upload/Seminaria_IK/13_01_15_Prezentacja_Pawlik.pdf

[19] Zygmunt Marciniak, Wyposażenie spalinowych i elektrycznych pojazdów szynowyc w układy, zespoły i urządzenia gwarantujące bezpieczeństwo ruchu na polskich liniach kolejowych (1), Technika Transporty Szynowego, 7-8 2006, strony 65-80

[20] http://kolejnakolej.info/radio-stop/

[21] https://kurierkolejowy.eu/aktualnosci/17462/etcs---jakosciowy-skok-na-polskich-torach.html

[22] https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/pierwsze-w-polsce-zezwolenie-dla-ertmsetcs-poziomu-2-75661.html

[23] https://www.networkrail.co.uk/running-the-railway/gsm-r/

[24] http://gsmr-conference.com/IMG/pdf/4.3_packet_switched_technologies_for_etcs_i_wendler.pdf

[25] http://www.railwaysignalling.eu/wp-content/uploads/2016/09/ERTMS_ETCS_signalling_system_revF.pdf

[26] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (przekształcenie)

[27] http://www.dellner.com/sitepages/pl/products.aspx

[28] https://www.fiercewireless.com/wireless/samsung-mum-specific-services-to-be-served-by-ps-lte-network-south-korea

PROJEKTOWANIE PERONÓW KOLEJOWYCH W ASPEKCIE TSI ORAZ WEWNĘTRZNYCH PRZEPISÓW ZARZĄDCY INFRASTRUKTURY

mgr inż. Maciej Rochel

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

1. Wstęp

Peron kolejowy, czyli budowla umieszczona wzdłuż torów umożliwiająca wsiadanie i wysiadanie z pociągów [1], jest kluczowym elementem kolejowej infrastruktury pasażerskiej. Konstrukcje peronów i wymagania techniczne ewoluowały przez lata. Począwszy od niskich peronów ziemnych o wysokościach do 30 cm ponad główkę szyny, przez perony średnie o wysokościach do 55 cm, a skończywszy na obecnych, standardowych peronach o wysokości 76 cm ponad główkę szyny wykonanych z konstrukcji prefabrykowanych.

Rys. 1 – Po lewej peron na stacji Mielec, po prawej peron na przystanku Gdynia Stadion – źródło: fotografie własne

W referacie omówiono genezę prawną dotyczącą projektowania peronów kolejowych oraz przedstawiono aktualne wymagania techniczne opisane w przepisach krajowych i europejskich. Ponadto przedstawiono jakie wymagania powinny spełniać nowoczesne perony pod względem wymiarów – długości, szerokości i wysokości peronu nad główkę szyny, odsunięcia od osi toru oraz doboru konstrukcji peronu i rodzaju nawierzchni.

2. Uwarunkowania prawne projektowania peronów kolejowych

Uwarunkowania prawne dotyczące infrastruktury pasażerskiej do 2008 roku były jedynie wskazane w Rozporządzeniu Ministra i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. 1998 nr 151 poz. 987) [2]. Następnie w czerwcu 2008 r. uchwalona została Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE [3] w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, która zobowiązuje zarządców infrastruktury na terenie Unii Europejskiej do spełnienia wymagań zasadniczych określonych w poszczególnych Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Zagadnienie dotyczące projektowania peronów kolejowych, w tym ich usytuowania i podstawowych parametrów technicznych oraz dostępności dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się określono w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura" [4]. Swoje miejsce odnalazły również w zapisach TSI odnoszących się do dostępności kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób z ograniczoną możliwością poruszania się [5]. Wśród krajowych przepisów 2010 rok przyniósł stworzenie przez narodowego zarządcę infrastruktury Standardów Technicznych [6], które zawierały bardziej szczegółowe wymagania dotyczące peronów kolejowych na sieci PKP PLK S.A. Kolejną zmianę prawną, tym razem w zakresie warunków technicznych wprowadzono w 2014 roku dostosowując obowiązujące rozporządzenie [2] do przepisów europejskich, w tym do Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura", które również zaktualizowano w 2014 roku. 22 grudnia 2015 roku zarząd PKP PLK wprowadził nową regulację wewnętrzną – instrukcję Id-22 „Warunki techniczne budowy i odbioru peronów pasażerskich. Aspekty: peronowe krawędzie dostępu, nawierzchnie i korpus peronu" [6], natomiast na początku 2018 roku PKP PLK wydała aktualizację swoich Standardów Technicznych zmieniając wymagania dotyczące obiektów budowlanych, w tym peronów oraz wymogów związanych z skrajnią budowlaną [7] i taboru. Najnowszą zmianą z początku 2019 roku w przepisach dotyczących projektowania peronów kolejowych jest wprowadzenie nowych instrukcji: Ipi-1 „Wytyczne architektoniczne dla kolejowych obiektów obsługi podróżnych" [8] oraz Ipi-2 „Wytyczne dla oznakowania stałego stacji pasażerskich" [9]. Oba dokumenty porządkują pod względem wizualnym i technicznym wyposażenie, konstrukcję i oznakowanie peronów pasażerskich oraz innych kolejowych obiektów obsługi podróżnych, takich jak dworce kolejowe lub poczekalnie. Stworzenie instrukcji [8] i [9] było konieczne, ponieważ przy licznie prowadzonych modernizacjach linii kolejowych w Polsce projektanci kierowali się własnymi preferencjami w zakresie kolorystyki i wyposażenia peronów co powodowało bałagan organizacyjny i estetyczny. W zależności od regionu polski tablice z nazwami stacji

miały inne czcionki, na peronach zabudowywano inne obiekty małej architektury, a krawędzie peronowe były wykonywane w różnej kolorystyce.

3. Wymiary peronów kolejowych

3.1. Długość peronu

Projektowane długości peronów kolejowych na stacjach i przystankach osobowych zależą przede wszystkim od długości pociągów zatrzymujących się przy peronie. Według Rozporządzenia [2] długość peronu powinna wynosić nie mniej niż: 400 metrów dla pociągów 16-wagonowych, 300 metrów dla pociągów 12-wagonowych i 200 metrów dla pociągów 8-wagonowych. Dopuszcza się ograniczenie długości peronu do 85 metrów w przypadku przeznaczenia peronu wyłącznie do obsługi pociągów ruchu regionalnego. Przepisy unijne w zakresie TSI INF [4] długość peronu przedstawiają jako cechę charakterystyczną, która kwalifikuje linię kolejową do danego rodzaju ruchu. W zależności od kodu ruchu (P1 do P6) długość użytkowa peronu powinna wynosić od 50 do 400 metrów. Z kolei Standardy Techniczne [1] dotyczące budowli precyzują, że należy długości peronów projektować indywidualnie po dokonaniu analizy potrzeb długości peronów w odniesieniu dorozpatrywanych stacji i przystanków osobowych. Analizy te powinny uwzględniać obecnie kursujące długości pociągów i strategie przewoźników oraz minimalizowanie nakładów na budowę i utrzymanie peronów poprzez ograniczanie ich modułu długości do niezbędnego minimum.

Jako standard obecnie przyjmuje się, że perony na liniach magistralnych i stacjach węzłowych, po których jest lub będzie w przyszłości prowadzony ruch pociągów międzywojewódzkich (np. pociągów PKP Intercity) lub innych pociągów złożonych z lokomotywy i wagonów kolejowych powinny mieć długość nie mniejszą niż 400 metrów. Natomiast w przypadku linii pierwszorzędnych i mniejszych stacji kolejowych można długość peronów ograniczyć do 300 metrów. Na liniach kolejowych dedykowanych do ruchu aglomeracyjnego i regionalnego, gdzie zatrzymuje się tabor złożony z zespołów trakcyjnych przyjmuje się, aby perony miały długość co najmniej 200 metrów, bądź mniej w zależności od typu taboru stosowanego w danym regionie kraju. Nawet najdłuższe zestawy zespołów trakcyjnych, np. 3xEN57 (ok. 195 metrów długości) lub 45WE + 31 WE (ok. 190 metrów długości) bez problemu zatrzymają się przy peronie 200-metrowym. Zdarzają się jednak perony krótsze (np. 85, 100 lub 150 metrów). Są to przypadki sporadyczne i występują na liniach drugorzędnych i znaczenia miejscowego, gdzie kursuje krótki tabor, np. spalinowe zespoły trakcyjne. Obecnie unika się projektowania tak krótkich peronów, aby w przyszłości nie było problemów z unifikacją infrastruktury oraz ewentualnym rozwojem połączeń

kolejowych i wydłużeniem taboru kolejowego. Zdarzały się jednak przypadki, gdy względnie nowy peron (3-5 lat) musiał zostać wydłużony (np. stacja Nowy Dwór Mazowiecki).

3.2. Wysokość peronu ponad główkę szyny

Wyniesienie peronu ponad główkę szyny jest kluczowym parametrem warunkującym, czy projektowany peron kolejowy będzie funkcjonalny i dostępny, szczególnie dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się. TSI INF [4] dopuszcza dwie wysokości peronu: 550 mm lub 760 mm powyżej powierzchni tocznej szyny dla toru położonego na prostej lub łuku o promieniu większym lub równym 300 metrów. Polskie Rozporządzenie [2] podaje takie same wartości. Ponadto określa, że wysokość peronu powinna być dostosowana do typu pojazdu kolejowego zatrzymującego się przy peronie. Natomiast PKP PLK S.A., odmiennie od przepisów unijnych i krajowych, w swoich standardach technicznych [1] ograniczyła możliwość stosowania peronów o wysokościach innych niż 760 mm ponad główkę szyny. Jako nominalną wysokość peronu uniwersalnego przyjmuje się właśnie 0,76 m. Zastosowanie innej wysokości peronu wymaga uzyskania odstępstwa od przepisów wewnętrznych PLK lub przepisów techniczno-budowlanych zgodnie z poniższą tabelą:

Wysokość nominalna peronu	Tryby zezwolenia	Sposób uwzględnienia		Dodatkowe wymagania do projektowania	Kryteria uzasadniające
		przepisy techniczno-budowlane [1]	TSI [2]		
1	2	3	4	5	6
0,96 m	odstępstwo zgodnie z Ia-7	dopuszczony (§ 126 pkt. 3a)	dopuszczony wyjątek odstępstwo dla Polski 7.7.12.10	-	Peron dedykowany pociągom aglomeracyjnym (SKM w rozumieniu [1])
0,55 m	odstępstwo zgodnie z Ia-7	dopuszczony (§ 98 pkt. 8)	dopuszczony 4.2.9.2	Wskazanie w projekcie docelowego przystosowania do wysokości 760 mm bez naruszania ścianek peronowych i bez przebudów obiektów peronowych fundamentowanych	zgodne stanowisko organizatorów przewozów wykorzystujących dany peron lub zgoda konserwatora w przypadku obiektu zabytkowego
0,38 m	1) odstępstwo od przepisów techniczno – budowlanych (§ 98 pkt. 8) 2) odstępstwo zgodnie z Ia-7	NIE UWZGLĘDNIONY	dopuszczony wyjątek odstępstwo dla Polski 7.7.12.10	Rozwiązania zamienne*: uwzględnienie w rejestrze infrastruktury. W przypadku przejść między peronami – zasady udostępniania zgodnie z regulaminem technicznym posterunku ruchu	aspekty zabytkowe lub niezbędność przejść między peronami
0,22 m	1) odstępstwo od przepisów techniczno – budowlanych (§ 98 pkt. 8) 2) odstępstwo zgodnie z Ia-7	NIE UWZGLĘDNIONY	dopuszczony wyjątek odstępstwo dla Polski 7.7.12.10	Rozwiązania zamienne*: uwzględnienie w rejestrze infrastruktury. W przypadku przejść między peronami – zasady udostępniania zgodnie z regulaminem technicznym posterunku ruchu	aspekty zabytkowe lub niezbędność przejść między peronami

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 15 grudnia 1998 r. Nr 151 z późn. zm.
[2] Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura" systemu kolei w Unii Europejskiej

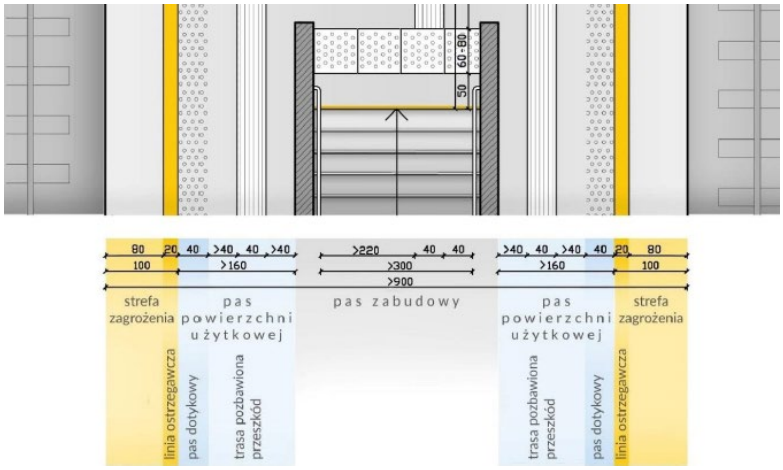
* rozwiązania zamienne niezbędne, które mogą nie wyczerpywać wszystkich jakie należy wskazać w oparciu o analizy ryzyka

Rys. 2 – Warunki stosowania peronów specjalnych – źródło: [1]

3.3. Szerokość peronu

Peron kolejowy według Rozporządzenia [2] i Ipi-1 [8] możemy podzielić na 3 podstawowe strefy i 1 zalecaną:

- strefę zagrożenia przy krawędzi peronu, gdzie nie jest dozwolone oczekiwanie na pociąg,
- trasę wolną od przeszkód o stałej szerokości – dla celów komunikacyjnych, która może być zawarta w pasie powierzchni użytkowej.
- powierzchnię użytkową, która powinna posiadać wymiary dostosowane do projektowanego zagospodarowania peronu i szacunkowej ilości podróżnych – dla celów komunikacyjnych i oczekiwania na pociąg. Dopuszcza się lokalizowanie w pasie powierzchni użytkowej elementów wyposażenia peronu takich jak podpory wiat, inne słupy oraz konstrukcje stałe o długościach określonych w Ipi-1 [8].
- pas zabudowy (element zalecany), w którym można sytuować elementy małej architektury, wiaty i inne elementy wyposażenia peronu, w tym wejścia i wyjścia na perony.



Rys. 3 – Przykład wyznaczenia stref funkcjonalnych na peronie kolejowym – źródło: [8]

Całkowita szerokość peronu zgodnie z [2] nie powinna być mniejsza niż 2,5 m w przypadku peronów jednokrawędziowych i 3,3 metra w przypadku peronów dwukrawędziowych. Szerokość peronu może się zmieniać na jego długości. Wartość ta zależy przede wszystkim od sposobu organizacji dojścia do peronu – jednopoziomo lub dwupoziomo od czoła peronu lub w środku peronu.

Szerokość strefy zagrożenia przy krawędzi peronu jest zależna od prędkości maksymalnej pociągów na torze przylegającym do krawędzi peronu. Wartość ta powinna wynosić minimum:

- 0,75 m przy krawędzi peronowej, przy której prędkość przejazdu pociągu bez zatrzymania wynosi nie więcej niż 60 km/h,
- 1,00 m przy krawędzi peronowej, przy której prędkość przejazdu pociągu jest większa od 60 km/h lecz mniejsza niż 140 km/h,
- 1,50 m przy krawędzi peronowej, przy której prędkość przejazdu pociągu jest większa od 140 km/h lecz mniejsza niż 200 km/h.

Strefa zagrożenia powinna mieć stałą szerokość i zostać oznaczona ostrzegawczym pasem dotykowym o stałej szerokości nie mniejszej niż 0,4 m i nie większej niż 0,6 m oraz ostrzegawczą linią wizualną o stałej szerokości nie mniejszej niż 0,2 m w kolorze żółtym lub kolorze kontrastującym z kolorem posadzki. Linia ostrzegawcza powinna być zlokalizowana przy pasie ostrzegawczym. Do szerokości strefy zagrożenia zalicza się linię ostrzegawczą, bez pasa ostrzegawczego. Szczegółowe wytyczne w zakresie właściwości pasa ostrzegawczego i linii wizualnej opisano w Rozporządzeniu [2].

Dla trasy wolnej od przeszkód minimalna szerokość powinna wynosić nie mniej niż 1,6 m z wyjątkiem odcinków końcowych peronu dwukrawędziowego, gdzie dopuszcza się zastosowanie szerokości trasy wynoszącej 0,8 m przy każdej strefie zagrożenia pod warunkiem, że szerokość peronu wynosi nie mniej niż 3,3 m. Natomiast w przypadku peronów jednokrawędziowych, gdzie szerokość strefy zagrożenia wynosi 1,5 m trasa wolna od przeszkód powinna być nie mniejsza niż 2 m.

Dopuszcza się lokalizowanie w pasie powierzchni użytkowej następujących elementów wyposażenia peronu:

- podpór wiat i innych słupów o długości nieprzekraczającej 1 m w rozstawie nie mniejszym niż 2,4 m pod warunkiem, że ich odległość od strefy zagrożenia wynosi co najmniej 0,8 m,
- konstrukcji stałych o długości nieprzekraczającej 10 m (np. szybu windowego) pod warunkiem, że ich odległość od strefy zagrożenia wynosi co najmniej 1,2 m, a odległość od krawędzi peronu wynosi nie mniej niż 2 metry.

Aktualnie obowiązujące przepisy krajowe i wewnętrzne PKP PLK w postaci Rozporządzenia [2], Standardów Technicznych [1] oraz Instrukcji Ipi-1 [8] są w pełni zgodne co do szerokości stref na peronach z przepisami unijnymi – TSI INF [4] oraz TSI PRM [5].

4. Skrajnia budowli – odsunięcie krawędzi peronu od osi toru

Odsunięcie krawędzi peronu od osi toru, podobnie jak wysokość peronu, jest kluczowym parametrem pod względem dostępności infrastruktury pasażerskiej dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się. Jeżeli odstęp od drzwi pojazdu do krawędzi peronu będzie za duży, może to być niebezpieczne dla użytkowników peronu. Natomiast jeżeli odstęp będzie za mały, może to grozić uszkodzeniem taboru w przypadku osiadania krawędzi peronu lub toru. Odsunięcie krawędzi peronu jest ściśle związane z skrajnią budowli obowiązującą na danej linii kolejowej.

Przepisy europejskie (TSI INF) określają, że odległość między osiami torów i krawędzią peronu powinna być określana na podstawie instalacyjnej szerokości skrajnej powstałej z obliczeń skrajni G1. Maksymalna tolerancja odsunięcia krawędzi peronu od osi toru wynosi 50 mm. W przypadku przepisów krajowych głównym źródłem informacji jest Rozporządzenie [2] oraz Standardy Techniczne w zakresie skrajni [7]. W Rozporządzeniu [2] wskazano, że odległość krawędzi peronu od osi toru powinna być dostosowana do skrajni budowli. Dodatkowo, dla peronów o wysokości 0,76 m ponad główkę szyny projektowaną odległość krawędzi peronu należy obliczać z dodatkiem uwzględniającym wpływ łuków i przechyłek. Szczegółowe wytyczne w tym zakresie opisują Standardy Techniczne [7].

PKP PLK w Standardach Technicznych [7] wydzieliło następujące odmiany skrajni budowli: Graniczną Skrajnię Zabudowy, Nominalną Skrajnię Zabudowy i Skrajnię Budowli Ujednoliconą. Dla peronów kolejowych zastosowanie ma Graniczna Skrajnia Zabudowy (GSZ), która uwzględnia ściśle ustalone dopuszczalne przemieszczenia toru, oceniane względem znaków regulacji osi toru. Zgodnie z GSZ projektowana odległość krawędzi peronu od osi toru (bez wpływu krzywizny łuku i przechyłki toru) powinna wynosić 1675 mm. Wskazana odległość powinna zostać powiększona lub pomniejszona w przypadku występowania małych promieni łuków poziomych lub z uwagi na przechyłkę toru. W takich przypadkach zmienia się również wysokość krawędzi peronu względem główki szyny.

Poniższa tabela przedstawia sposób obliczenia poszerzenia lub zwężenia odległości i wysokości krawędzi peronu od osi szyny:

	Na zewnątrz łuku [mm]	Do wewnątrz łuku [mm]
Projektowana odległość krawędzi peronu od osi toru	$X_{Ba} = X_B + \Delta b_s - \Delta b_D$	$X_{Bi} = X_B + \Delta b_s + \Delta b_D$
Projektowana wysokość krawędzi peronu	$H_{Ba} = H_i + \frac{D}{2} + \frac{D \cdot (X_B + \Delta b_S)}{1500}$	$H_{Bi} = H_i + \frac{D}{2} - \frac{D \cdot (X_B + \Delta b_S)}{1500}$

Rys. 4 – Wzory do obliczeń odległości i wysokości peronu od osi toru – źródło: [7]

5. Konstrukcje ścianek peronowych i nawierzchnia na peronach

Opisy dopuszczonych do stosowania konstrukcji ścianek peronowych i nawierzchni peronowych na sieci PKP PLK S.A. opisano szczegółowo w instrukcji Id-22 [6]. Rozporządzenie [2] wskazuje jedynie, że nawierzchnia peronu powinna mieć właściwości antypoślizgowe oraz powinna być ułożona ze spadkiem poprzecznym.

W zależności od lokalizacji peronu, jego funkcji i zamierzenia budowlanego (remont, budowa, przebudowa peronu) zgodnie z instrukcją Id-22 [6] można rozróżnić 3 standardy konstrukcji peronów:

- standard podwyższony – uwzględniający szczególne funkcje obiektu obsługi podróżnych związane z jego usytuowaniem w przestrzeni publicznej,
- standard podstawowy – uwzględniający typowe, powtarzalne funkcje obiektu obsługi podróżnych na sieci kolejowej,
- standard dostateczny – uwzględniający podstawowe wymagania związane z przeznaczeniem peronów.

W poniższej tabeli przedstawiono kryteria doboru konstrukcji krawędzi i rodzaju nawierzchni na peronach:

Kryteria doboru peronowych krawędzi dostępu

Kryteria		standard podwyższony	standard podstawowy	Standard dostateczny	
wyróżnik materiałowy - wg płyty peronowej		płyty granitowe płomieniowe	płyty betonowe z odkrytym kruszywem [1)]	płyty betonowe z odkrytym kruszywem/ płyty betonowe klasyczne[4)]	kostka betonowa małogabarytowa
system peronowej krawędzi dostępu	L+P (rys.1)	L+P	L+P		
	L (rys.2)	xxx	xxx	xxx	wyłącznie w przypadku peronów niskich[3)]
	P (rys.3)	xxx	xxx	tak	xxx
	nietypowe/ np. perony na Dworcu Centralnym	tak	xxx	xxx	xxx
rodzaj przedsięwzięcia budowlanego	modernizacja, przebudowy budowy nowych peronów, rewitalizacje	tak	tak	xxx	xxx
	roboty odtworzeniowe - naprawy	xxx	xxx	tak	tak
funkcja obiektu obsługi podróżnych	szczególne	tak [2)]	xxx	xxx	xxx
	typowe, powtarzalne	xxx	tak	xxx	xxx

Objaśnienia
1)stosowanie płyt betonowych z odkrytym kruszywem, z betonowym pasem dotykowym i malowanym pasem bezpieczeństwa - za zgodą PKP PLK S.A.
2) stosowanie płyt granitowych płomieniowych - za zgodą PKP PLK S.A.
3) klasyfikację wysokości peronów określa załącznik 8.
4) w wariancie ekonomicznym wymagania dla płyt betonowych klasycznych zawarte są w dotychczasowych Aprobatach.

Rys. 5 – Kryteria doboru konstrukcji krawędzi peronowych i rodzaje nawierzchni na peronie – źródło: [6]

Podstawową konstrukcją stosowaną jako krawędź peronu jest system „L+P", gdzie prefabrykowana płyta peronowa „P" jest oparta na podbudowie i ściance peronowej „L". Ustabilizowanie płyty peronowej następuje pod jej własnym ciężarem. Regulacja wysokości krawędzi peronu jest możliwa za pomocą śrub regulacyjnych zainstalowanych na ściance peronowej. Jest to najczęściej spotykane rozwiązanie krawędzi peronu stosowane na sieci kolejowej w Polsce.

Rys. 6 – Krawędź peronu w systemie „L+P" – źródło: fotografia własna

Dla systemu typu „L" konstrukcja ścianki peronu jest oparta tylko na ściance oporowej, która jednocześnie wyznacza krawędź peronu. Nawierzchnia peronu jest wówczas układana pod krawędź ścianki peronu. W Polsce często spotykany system typu „L" to konstrukcja krawędzi peronu z ścianki kątowej z stopniem bezpieczeństwa i krawężnikiem zwieńczającym, np. system BSK 21 zastosowany na peronach Pomorskiej Kolei Metropolitalnej i linii kolejowej nr 201 na przystankach Gdynia Stadion, Gdynia Karwiny i Gdańsk Wielki Kack.

Rys. 7 – Krawędź peronu w systemie „L" – źródło: fotografia własna

Inne rozwiązania konstrukcyjne ścianek peronowych, takie jak system „P" lub monolityczne konstrukcje krawędzi peronów są stosowane tylko w wyjątkowych przypadkach i można je znaleźć na niewielu stacjach w Polsce.

Nawierzchnie stosowane na peronach kolejowych to przede wszystkim płyty granitowe płomieniowane lub płyty betonowe z odkrytym kruszywem. Powierzchnia takich płyt powinna mieć fakturę antypoślizgową. Nie zaleca się już stosowania kostki fazowanej małogabarytowej na peronach.

Rys. 8 – Nawierzchnia na peronie kolejowym w standardzie podstawowym – źródło: fotografia własna

Dla linii ostrzegawczych, pasów dotykowych i ścieżek prowadzących na trasie wolnej od przeszkód stosuje się specjalne prefabrykaty betonowe lub tez wykonuje elementy na płytach w przypadku płyt granitowych. Płytka pola uwagi i ostrzegawczego pasa dotykowego powinna być wyposażona w guziki w formie stożków rozmieszczonych w kwadratowej siatce ułożonych co 60-80 mm. Natomiast płytka ścieżki prowadzącej powinna być wyposażona w podłużne, równoległe wypustki o przekroju trapezu rozmieszczone co 20-30 mm. Szczegółowe wymagania dla elementów dotykowych w nawierzchni opisano w instrukcji Id-22 [6] i Ipi-1 [8]. Kolorystyka nawierzchni peronu oraz innych elementów wyposażenia powinna być zgodna z Księgą Identyfikacji Wizualnej (KIW) PKP PLK [10] oraz Ipi-2 [9]. Ścianki peronowe i płyty peronowe powinny mieć kolory naturalnego betonu (odcienie szarości), bądź też granitu. Dopiero od kilku lat zabroniono stosowania różowych płyt peronowych, które zostały zabudowane podczas wielu modernizacji linii kolejowych od początku XX wieku.

6. Podsumowanie

Peron kolejowy jest kluczowym elementem infrastruktury pasażerskiej na sieci kolejowej. Występuje na każdej stacji i przystanku osobowym. Dlatego też, należy kłaść szczególny nacisk na właściwe projektowanie i wykonywanie peronów kolejowych. Przepisy europejskie, polskie oraz wewnętrzne instrukcje Zarządcy Infrastruktury wskazują jasno jakie wymagania powinien spełniać peron kolejowy oraz w jaki sposób powinien zostać wykonany i zaprojektowany.

Długość, szerokość i wysokość peronu nad główkę szyny to kluczowe parametry techniczne peronu, które wpływają na jego funkcjonalność i dostępność dla osób o ograniczonych możliwościach poruszania się. Odsunięcie krawędzi peronu od osi toru ma natomiast znaczący wpływ na bezpieczeństwo podróżnych. Obecnie stosowane konstrukcje ścianek peronowych i nawierzchni peronów są trwałe, estetyczne i funkcjonalne. Dobrze zaprojektowany i wykonany peron może być gwarancją wygody i zadowolenia pasażera, co powinno zachęcać ludzi do podróżowania koleją w Polsce.

7. Literatura

[1] Standardy Techniczne. 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 XI. Budowle. Wersja 2.2, PKP PLK S.A., Warszawa, 2017 r.,

[2] Rozporządzenie Ministra i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. 1998 nr 151 poz. 987 z późn. zm.),

[3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U. L 191, 18.7.2008, p.1),

[4] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura" systemu kolei w Unii Europejskiej,

[5] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1300/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności odnoszących się do dostępności kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób z ograniczoną możliwością poruszania się,

[6] Instrukcja Id-22 „Warunki techniczne budowy i odbioru peronów pasażerskich. Aspekty: peronowe krawędzie dostępu, nawierzchnie i korpus peronu”, PKP PLK S.A., Warszawa, 2015 r.,

[7] Standardy Techniczne. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości Vmax ≤ 200 km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem). Tom II. Skrajnia budowlana linii kolejowych. Wersja 2.0, PKP PLK S.A., Warszawa, 2017 r.,

[8] Instrukcja Ipi-1 „Wytyczne architektoniczne dla kolejowych obiektów obsługi podróżnych”, PKP PLK S.A., Warszawa, 2018 r.,

[9] Instrukcja Ipi-2 „Wytyczne dla oznakowania stałego stacji pasażerskich”, PKP PLK S.A., Warszawa 2019 r.

[10] Księga Identyfikacji Wizualnej PKP Polskich Linii Kolejowych S.A., Warszawa, 2014 r.

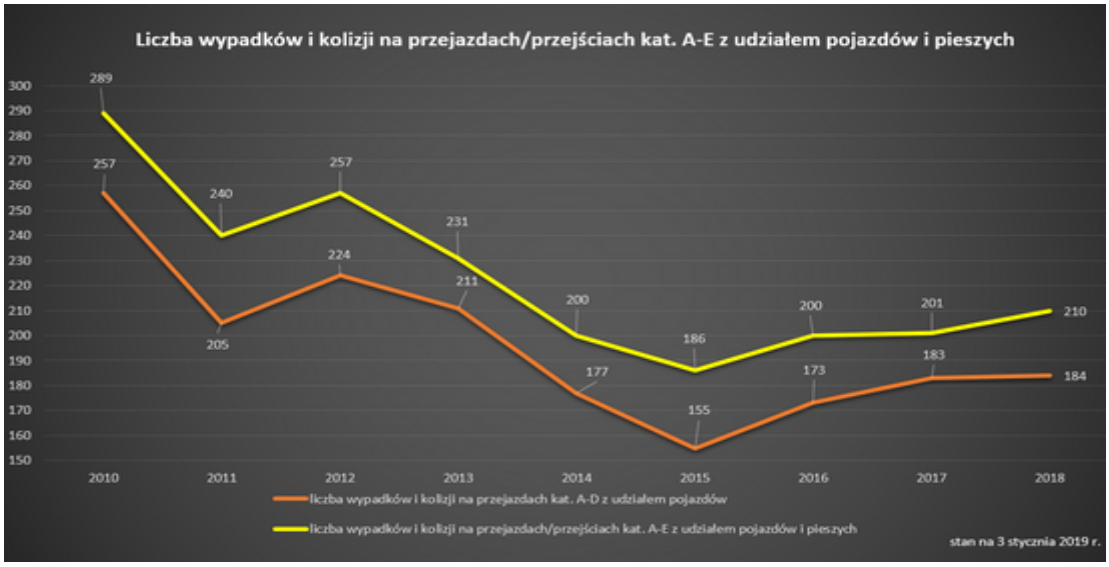
WPROWADZENIE POJĘCIA STRUKTURY RODZAJOWEJ RUCHU DO KATEGORYZACJI PRZEJAZDU KOLEJOWEGO

Jurand Nowak

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Na przejazdach kolejowo-drogowych w Polsce ginie więcej osób niż we wszystkich pozostałych wypadkach kolejowych - kolizjach, wykolejeniach, czy pożarach. W 2018 roku doszło do 184 wypadków lub kolizji na przejazdach z udziałem kierowców oraz 26 z udziałem pieszych. W wyniku tych zdarzeń, tylko w ubiegłym roku, zginęło 35 osób, a 26 osób zostało ciężko rannych. W 99% przypadkach winę za spowodowanie wypadku ponoszą kierowcy. [1]

Wykres nr 1. Liczba wypadków i kolizji na przejazdach/przejściach kat. A-E z udziałem pojazdów i pieszych



Od kilku lat przejazdy wyposażane są w systemy kamer. W 2018 roku na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP PLK monitorowane były 1343 przejazdy kolejowo-drogowe. Monitoring pozwolił ustalić, że najczęstsze przyczyny tragedii to: omijanie rogatek, wjeżdżanie pod opuszczane rogatki, oraz ignorowanie znaku stop. [2]

W Polsce zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju przejazdy kolejowo-drogowe i przejścia dzielą się na sześć kategorii: A, B, C, D, E oraz F. Kategoria przejazdu zależy głównie od iloczynu ruchu, prędkości pociągów, widoczności na przejeździe, liczby torów oraz kategorii drogi. Najbezpieczniejszym skrzyżowaniem dróg kolejowych i kołowych są skrzyżowania dwupoziomowe, separujące ruch pociągów i samochodów.

Są to rozwiązania kosztowne, wymagające inwestycji w obiekty inżynierskie. Dlatego nadal najpopularniejsze są skrzyżowania jednopoziomowe. W Polsce na eksploatowanych liniach kolejowych jest ponad 12 000 przejazdów. Oznacza to, że średnio co półtora kilometra, na linii, znajduje się przejazd kolejowy. [3] Tabela nr 1 zawiera liczbę przejazdów w podziale na poszczególne kategorie.

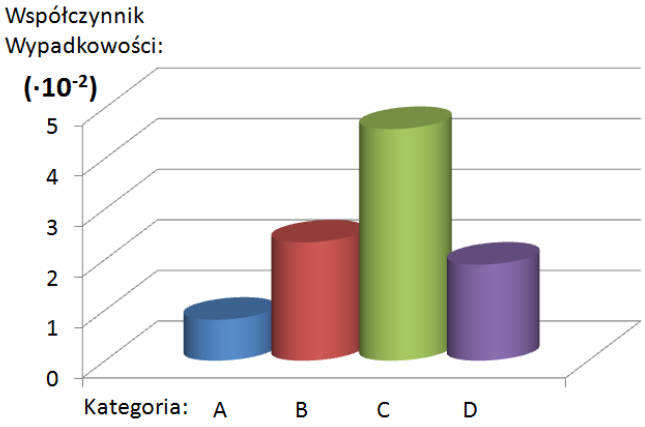
Tabela nr 1. Liczba przejazdów w poszczególnych kategoriach (2016)

Kategoria przejazdu	A	B	C	D	E
Liczba przejazdów	2409	1155	1366	6634	485

Z kategorią przejazdu kolejowego związane jest użycie środków technicznych służących zabezpieczeniu ruchu. Przejazd kategorii A jest zabezpieczony przez uprawnionych pracowników, którzy kierują ruchem drogowym przy pomocy sygnałów ręcznych albo systemów przejazdowych wyposażonych w rogatki zamykające całą szerokość jezdni. Dla porównania przejazdy kategorii D nie są wyposażone w systemy zabezpieczenia ruchu. Statystycznie to właśnie na skrzyżowaniach kolejowo-drogowych kategorii D dochodzi (sumarycznie) do największej ilości wypadków. Przyczyną mogą być niewystarczające środki techniczne, będące konsekwencją nadania przejazdowi niewłaściwej kategorii. [3]

Wypadki na przejazdach są spowodowane głównie przez kierowców, jednak stosowane zabezpieczenia również wpływają na ilość wypadków. Aby zobrazować na których przejazdach (procentowo) dochodzi do największej liczby wypadków wyliczono wskaźnik wypadkowości, będący ilorazem liczby wypadków i liczby przejazdów danej kategorii. Statystycznie najbezpieczniejsze są przejazdy kategorii A. Na przejazdach kategorii B i D występuje porównywalna liczba wypadków. Najmniej bezpieczne są przejazdy kategorii C.

Wykres nr 2. Współczynnik wypadkowości dla poszczególnych kategorii przejazdu



Największy współczynnik wypadkowości dla przejazdów kategorii C jest pewnym paradoksem gdyż te przejazdy zabezpieczone są urządzeniami sygnalizacji świetlnej, która nie występuje na przejazdach kategorii D. Przyczyn tego zjawiska można doszukiwać się w psychologicznej charakterystyce kierowców. Brak jakichkolwiek zabezpieczeń zmusza kierujących pojazdem do zachowania szczególnej ostrożności. [4]

Jednym z czynników decydujących o kategorii danego przejazdu jest iloczyn ruchu. Zgodnie z rozporządzeniem, do obliczania iloczynu ruchu przyjmuje się średnie dobowe wielkości natężenia ruchu drogowego i średnie dobowe natężenie ruchu kolejowego. Pomiary należy przeprowadzać w kwietniu, maju, wrześniu lub w październiku, w ciągu dwóch dni - we wtorek i środę lub w środę i czwartek. Przy obliczaniu natężenia ruchu drogowego należy uwzględniać wszystkie pojazdy przekraczające przejazd, łącznie z rowerami i motorowerami. Pomiary ruchu kolejowego należy przeprowadzać w tych samych dniach, w których przeprowadza się pomiary ruchu drogowego. Przy obliczaniu natężenia ruchu kolejowego należy uwzględniać wszystkie pojazdy szynowe zwyczajne i nadzwyczajne, które w danym dniu przejechały przez przejazd w godz. od 0.00 do 24.00. Średnie dobowe natężenie ruchu kolejowego jest średnią arytmetyczną natężeń ruchu kolejowego w obu dniach. [5] [6] [7]

Ważnym elementem pominiętym w metodzie obliczania iloczynu ruchu jest rodzaj pojazdu przejeżdżającego przez skrzyżowanie. Nie można przyrównać dynamiki samochodu osobowego do roweru lub samochodu ciężarowego, ponieważ pojazdy te inaczej ruszają, w inny sposób pokonują skrzyżowanie, odmienne jest ich oddziaływanie z nawierzchnią. Wzależności od masy zmienia się także czas przejazdu przez skrzyżowanie. Powyższe czynniki mają istotny wpływ na charakterystykę ruchu kołowego, a także, mogą mieć bardzo duży wpływ na potencjalne skutki podczas kolizji z pociągiem.

Celowe jest zatem wprowadzenie do kategoryzacji przejazdów kolejowych pojęcia struktury rodzajowej ruchu. Aby określić iloczyn ruchu należy przypisać pojazdom współczynniki będące ekwiwalentem samochodu osobowego. W pomiarach ruchu drogowego od kilkudziesięciu lat stosuje się współczynniki przeliczeniowe na pojazdy umowne.

W poniższej tabeli przedstawiono współczynniki dla poszczególnych kategorii pojazdów. Wartości liczbowe współczynników zaczerpnięto z zasad dotyczących generalnych pomiarów ruchu (GPR) na sieci dróg zamiejskich [8]

Tabela nr 2. Podział pojazdów na kategorie (współczynniki)

Kategorie pojazdów	Współczynnik
Motocykle, skutery, rowery	0,5
Samochody osobowe, mikrobusy, samochody ciężarowe (do 3,5t)	1,0
Samochody ciężarowe powyżej 3,5t	2,0
Samochody ciężarowe powyżej 3,5t, z przyczepami, ciągniki siodłowe, ciągniki balastowe	2,0
Autobusy, trolejbusy	2,0
Ciągniki rolnicze	3,0

Przy użyciu powyższych współczynników wyliczono iloczyny ruchu na przejazdach kolejowo-drogowych w Pszczynie i w Będzinie, a następnie porównano je z iloczynami obliczonymi metodą zawartą w rozporządzeniu. [9] [10]

Tabela nr 3. Iloczyny ruchu na przejazdach w Pszczynie i w Będzinie

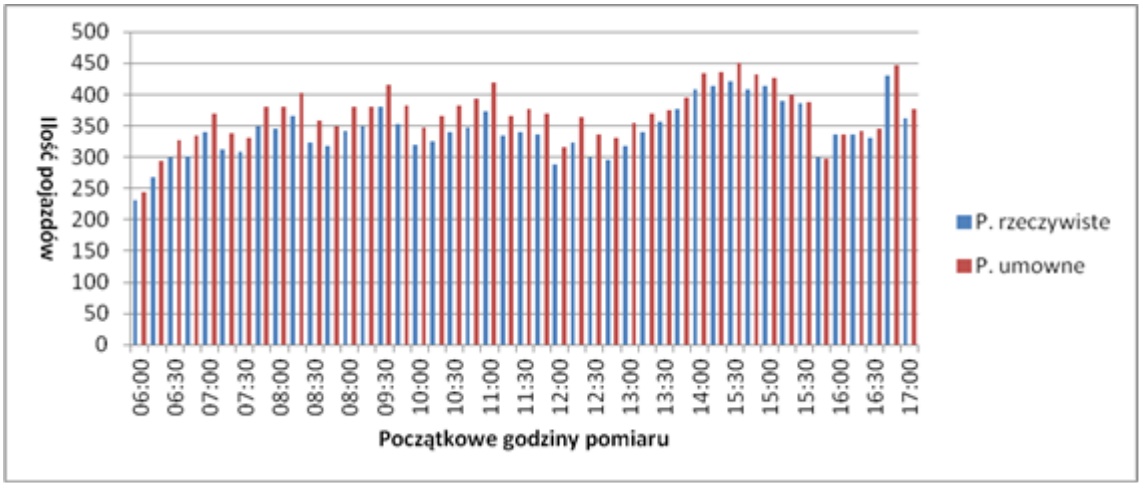
Miasto	Pszczyna		Będzin	
Metoda	Iloczyn obliczony na podstawie rozporządzenia	Iloczyn obliczony z uwzględnieniem struktury rodzajowej	Iloczyn obliczony na podstawie rozporządzenia	Iloczyn obliczony z uwzględnieniem struktury rodzajowej
Pomiar 1	574 896	586 264	163 358	163 916
Różnica	2%		0,3%	
Pomiar 2	567 240	596 936	195 245	189 635
Różnica	5%		3%	

W przypadku Pszczyny iloczyny obliczone z uwzględnieniem struktury rodzajowej były o kilka procent wyższe niż te obliczone metodą klasyczną. Natomiast iloczyn obliczony nową metodą dla przejazdu zlokalizowanego w Będzinie był niższy lub bardzo podobny do wskaźnika obliczonym zgodnie z rozporządzeniem.

Różnice te mogą wynikać z lokalizacji obu przejazdów. Przejazd w Pszczynie zlokalizowany jest w odległości 30 metrów od drogi krajowe j nr 1. Jest to jeden z większych wjazdów do miasta, obsługujący również ruch ciężarowy. Natomiast będziński przejazd znajduje się w okolicy osiedla mieszkaniowego, a drugą grupą pojazdów przekraczających skrzyżowanie są rowery.

Struktura rodzajowa ruchu może mieć również wpływ na godzinę szczytu na przejeździe kolejowo-drogowym. W celu obliczenia godziny szczytu sumuje się liczbę pojazdów przejeżdżających przez przekrój drogi w ciągu czterech następujących po sobie interwałów piętnastominutowych. Godziną szczytu jest ta z najwyższym wynikiem. Dla skrzyżowania w Pszczynie, godzinę szczytu obliczono dwoma sposobami. Za pomocą pierwszego sposobu wprost zsumowano liczbę pojazdów, natomiast druga metoda polegała na nadaniu pojazdom współczynników zgodnych z tabelą nr 2.

Wykres nr 3.Godziny szczytu dla pojazdów rzeczywistych i umownych



Dla pojazdów rzeczywistych godzina szczytu trwała od 16:45-17:45 (430 pojazdów). Natomiast dla pojazdów umownych od godziny 15:30 - 16:30 (450 pojazdów). Zatem struktura rodzajowa wpływa nie tylko na iloczyn ruchu na przejeździe ale również na czas występowania godziny szczytu.

Problem bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych jest bardzo złożony i wpływa na niego wiele czynników. W powyższym referacie poruszono zagadnienia dotyczące iloczynu ruchu oraz związanych z nim środków technicznych służących zabezpieczeniu przejazdu oraz zagadnienia godziny szczytu. Z bezpieczeństwem na skrzyżowaniach z dróg kołowych z drogami kolejowymi związane są również problem kolejek czy efekt bariery P.F Stotta. Wszystkie te kwestie powinny być uwzględnione przy wyborze kategorii oraz podczas funkcjonowania przejazdu kolejowo-drogowego.

Bibliografia

[1] www.bezpieczny-przejazd.pl/statystyki (21.06.19)

[2] www.inzynieria.com (21.06.19)

[3] pl.wikipedia.org/wiki/Przejazd_kolejowo-drogowy (21.06.19)

[4] P.Drózd „Bezpieczeństwo na przejazdach kolejowo-drogowych”

[5] kolej.krb.com.pl/mtigm33/zal2.htm (21.06.19)

[6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie, Dz. U. z 2015 r. poz. 1744.

[7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie, Dz. U. z 2018 r. poz. 1876.

[8] S.Gaca, W. Suchorzewski, M. Tracz „Inżynieria ruchu drogowego”

[9] M. Pala „Analiza przepustowości przejazdu kolejowo-drogowego na przykładzie przejazdu kategorii A”

[10] G. Mejer „ Określenie wpływu współczynnika pojazdów umownych na iloczyn ruchu na przejeździe kategorii A na przykładzie przejazdu w Pszczynie km 34,368 linii 139 oraz km 1,556 linii 148”

TORY DO AWARYJNEGO ODSTAWIANIA USZKODZONYCH WAGONÓW KOLEJOWYCH PRZEWOŻĄCY TOWARY NIEBEZPIECZNE – WARUNKI PROJEKTOWE ORAZ ROZWIĄZANIA TECHNICZNE

mgr inż. Paulina Szabłowska

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

1. Wstęp

W sierpniu 2011r. uchwalona została Ustawa o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. 2011 nr 227 poz. 1367) [1]. W jej wyniku wprowadzone zostało Rozporządzenie Ministra Transportu, budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych dla torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne (Dz. U. 2012 poz. 508) [2]. Rozporządzenie to wprowadziło wymóg dostosowania obecnie istniejących torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne do nowych wymagań do dnia 31 grudnia 2020 r.

Wobec zbliżającego się terminu, główny zarządca infrastruktury kolejowej w Polsce – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. przeprowadza liczne prace mające na celu spełnienie wymagań stawianym torom i stanowiskom do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących materiały niebezpieczne.

2. Podstawowe dokumenty

Podstawowym dokumentem, na bazie którego odbywa się projektowanie takich torów jest wskazane wcześniej rozporządzenie [2]. Zawiera ono wytyczne do projektowania, które dotyczą głównie długości toru oraz jego odległości od pewnych punktów charakterystycznych.

Dokumentem wspomagającym jest wewnętrzna instrukcja głównego Zarządcy Infrastruktury Kolejowej w Polsce – PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Jest nią Ir-16 czyli Instrukcja o postępowaniu przy przewozie koleją towarów niebezpiecznych [3]. Dokument ten jest znacznie obszerniejszy niż rozporządzenie [2]. Zawiera nie tylko wytyczne dla torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne, ale również sposób postępowania i prowadzenia ruchu pociągów przewożących towary niebezpieczne, w tym w szczególności Towary Wysokiego Ryzyka (TWR). Zawarte w niej

wytyczne dla torów są jednak w znacznej mierze przepisanymi wytycznymi rozporządzenia [2].

3. Omówienie wytycznych

Na wstępnie należy zaznaczyć, iż rozporządzenie [2] nie definiuje, na których stacjach winny być zlokalizowane tory do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne. Jedyne zapisy rozporządzenia definiujące lokalizację wskazują na *„wyznaczone tory do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne”* [2], a zatem te aktualnie istniejące na sieci kolejowej. Ponadto wspomina się, że: *„Jeżeli na stacjach granicznych, rozrządowych i manewrowych, na których odbywa się manewrowanie, rozrządzanie lub zestawianie pociągów przewożących towary niebezpieczne, nie ma możliwości wyznaczenia toru do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne, ze względu na warunki w § 2 ust. 2 pkt 2 (red.: warunki zapewnienia odpowiednich odległości od wybranych elementów infrastruktury), taki tor powinien zostać wyznaczony przy najbliższej przebudowie stacji.”* [2], co wskazuje na fakt, iż takie tory winny być lokalizowane na stacjach granicznych, rozrządowych i manewrowych, na których mamy styczność z przewozem towarów niebezpiecznych. W zapisach Ir-16 odnajdujemy natomiast *„Na wyznaczonych stacjach uczestniczących w przewozie towarów niebezpiecznych, na których można spełnić warunki określone w ust. 3 pkt 2 (red.: wymogi zapewnienia odległości od wybranych elementów infrastruktury), należy wyznaczyć i wskazać w regulaminie technicznym posterunku ruchu tor do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne. Na stacjach granicznych z torami normalnymi (1435 mm) i szerokimi (1520 mm) należy wyznaczyć tor do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów dla każdej szerokości toru.”* [3], co jest zgodne z zapisami rozporządzenia, a ponadto rozszerza jego wymogi do wprowadzenia dwóch torów do odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne na stacjach granicznych z szerokim torem.

Pierwszym technicznym wymaganiem dotyczącym torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne jest ich długość. Zgodnie ze wspomnianymi wcześniej dokumentami długość użyteczna takiego toru powinna wynosić minimum 60 m, natomiast samego stanowiska postojowego co najmniej 35 m. Zapewnienie powyższych parametrów zazwyczaj nie stanowi problemu. Warto w tym miejscu zauważyć, iż w wytycznych brak jest wymogu, w którym taki tor musiałby być wykonany jako przelotowy. Zatem zgodnie z przepisami stanowisko takie zlokalizowane może być

na żeberku, co jednak z punktu widzenia prowadzenia ruchu nie stanowi najwygodniejszego rozwiązania – zwłaszcza w sytuacjach awaryjnych.

Kolejna kwestia związana jest z siecią trakcyjną oraz zabezpieczeniem przed prądami błądzącymi. Zgodnie z zapisami rozporządzenia oraz instrukcji tor, na którym zlokalizowane jest stanowisko do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne nie może znajdować się pod siecią trakcyjną. Ponadto należy zachować minimalną odległość od osi najbliższego toru z siecią trakcyjną. Powinna ona wynosić nie mniej niż 15 m, co w praktyce oznacza iż przedmiotowy tor powinien być oddalony od osi najbliższego toru z siecią trakcyjna o min. 3-4 tory. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że brak jest we wskazanych wytycznych konieczności zapewnienia odpowiedniej odległości od sieci energetycznych i elektroenergetycznych, w tym LPN, która często występuje również poza konstrukcjami sieci trakcyjnej.

Konieczne jest natomiast zapewnienie izolacji zabezpieczającej przed prądami błądzącymi, zgodnej z wymaganiami określonymi w Polskich Normach dotyczących izolacji zabezpieczającej przed prądami błądzącymi wywołanymi przez trakcję elektryczną prądy stałego. Ponadto tor należy wyposażyć w instalację odgromową i uziemiającą zgodną z wymaganiami określonymi w Polskich Normach określających wymagania dla instalacji odgromowych i uziemiających.

Następnym wymogiem stawianym omawianym torom jest zachowanie odpowiednich odległości od różnych elementów infrastrukturalnych. Najdalej powinniśmy się odsunąć od obiektów użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych (nie mniej niż 50 m). W przypadku pozostałych obiektów budowlanych minimalna odległość wynosi 30 m. Nie bez znaczenia jest również odległość od najbliższego toru głównego zasadniczego. Powinna ona wynosić, podobnie jak dla toru z siecią trakcyjną, nie mniej niż 15 m. Ponadto winna być zachowana minimalna odległość od rowów, studzienek oraz urządzeń melioracyjnych. Wskazane odległości, często są trudne do osiągnięcia, szczególnie w przypadku stacji zlokalizowanych w centrach miast z gęstą zabudową.

Ważnym elementem, który powinien być zapewniony jest również czynny hydrant o wydajności nie mniejszej niż 10 dm3/s. Warunek ten najczęściej musi być spełniony poprzez budowę kawałka wodociągu i podpięcie go do sieci miejskiej.

Tor do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne nie może być usytuowany w zagłębieniach terenu. Oznacza to, iż nie można go wykonać w wykopie. Wymóg ten w większości przypadków jest spełniony, gdyż z reguły stacje wykonane są na równiach.

Dodatkowo taki tor powinien być wyposażony w wiatrowskaz, a także oznakowany tablicą informującą o położenia stanowiska postojowego oraz znakami informującymi o zagrożeniu pożarem oraz usytuowaniu hydrantu. Oznaczenia te powinny być zgodne z Polskimi normami dotyczącymi znaków bezpieczeństwa. W okolicy toru powinna znaleźć się również pałatka geomembranowa o wymiarach minimalnych 4x6 m wraz z linkami, zaoczkowaną otworami do podwieszenia pod wagon, z miejscem zdeponowania na posterunku technicznym obsługującym tor.

Tor powinien mieć również zapewniony dostęp do utwardzonego dojazdu umożliwiającego przejazd lub zawrócenie pojazdu. Brak jest tu określonych parametrów technicznych dojazdy czy minimalnych wymiarów placu do zawracania. Z praktycznych względów dojazd należy projektować tak, aby możliwe było dotarcie służb ratunkowych, w tym w szczególności straży pożarnej.

W zakresie nawierzchni tor powinien spełniać wymagania rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. nr 151 poz. 987) [4]. Ponadto zastosowana nawierzchnia powinna być uszczelniona, tak aby stanowić zabezpieczenie przed przenikaniem towarów niebezpiecznych do gruntu, wód powierzchniowych i gruntowych. Zapisy te nie precyzują konkretnego technicznego rozwiązania, co pozwala na pewną dowolność w wyborze rodzaju nawierzchni.

4. Przykłady nawierzchni

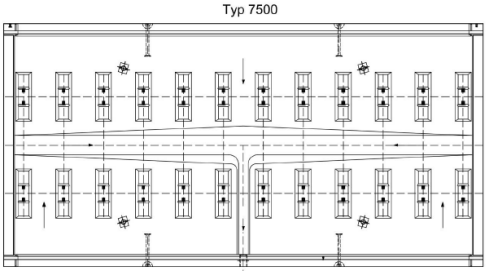
Do tej pory najczęściej stosowanym rodzajem nawierzchni były tzw. wanny torowe. Jest to proste rozwiązanie zakładające wykonanie monolitycznej nawierzchni torowej, najczęściej z przytwierdzeniem bezpośrednim. Konieczne jest również wykonanie prawidłowego odwodnienia – najczęściej w postaci rury odpływowej znajdującej się w osi toru. Zaletą takiego rozwiązania jest stosunkowo niewielki koszt oraz możliwość dowolnego kształtowania koryta. Jak każde rozwiązanie posiada ono jednak wady. Podstawową jest czasochłonność wykonania oraz konieczność zachowania odpowiedniej dokładności i staranności przy wykonaniu. Łatwiej w tym przypadku również o błędy wykonawcze, które w przyszłości owocować mogą szybszą degradacją i koniecznością zastosowania wyższych nakładów na utrzymanie. Poniżej przedstawiono przykładowe rozwiązanie, zastosowane na stacji Rzepin – stanowisko charakteryzuje się sporą degradacją. Płyty, którymi wanna jest wyłożona obrastają w roślinność, a nawierzchnia ulega deformacji.

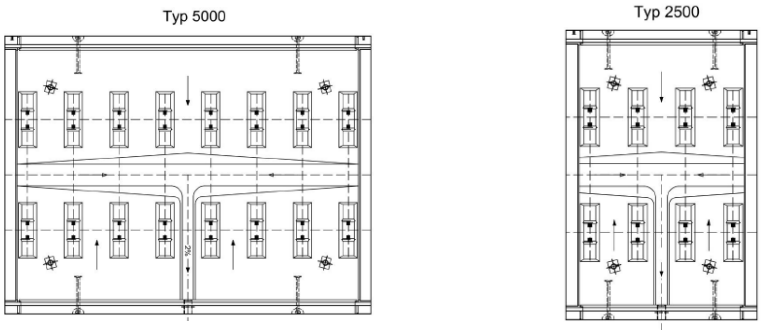
Fot. 1 – Wanna torowa na stacji Rzepin

Źródło: Archiwum własne

Innym rodzajem nawierzchni możliwej do zastosowania jest nawierzchnia prefabrykowana. Jednym z dostępnych na rynku rozwiązań są torowe płyty zbierające GTW. Rozwiązanie systemowe niesie za sobą sporo korzyści. Wykonanie takiej nawierzchni jest znaczenie szybsze – składa się ona bowiem z gotowych, modułowych płyt o długościach: 2,5 m, 5 m oraz 7,5 m, co pozwala na ukształtowanie stanowiska o długości zgodnej z rozporządzeniem w znacznie szybszym tempie niż wylewanie płyty monolitycznej. [5]

Rys. 1 – Rzuty prefabrykatów różnej długości

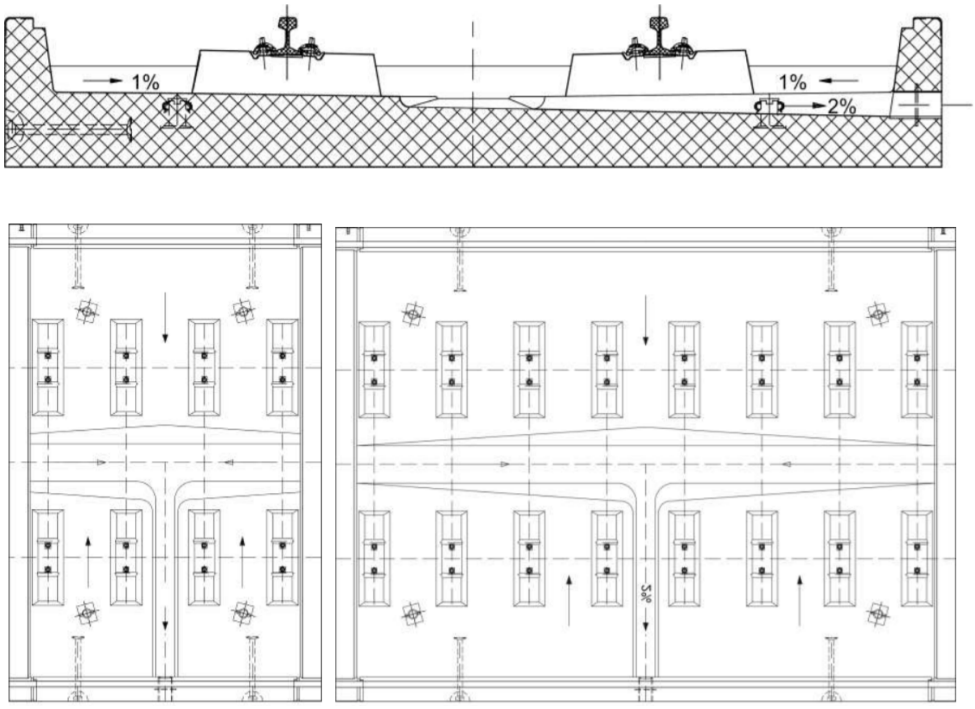




Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

W przedstawionej płycie wykonane jest już odwodnienie. Zapewnione jest ono poprzez spadek poprzeczny koryta do cieku znajdującego się w osi toru, a następnie poprzez pochylony kanalik znajdujący się w osi płyty. Konieczne jest tylko podpięcie go do odpowiednich zbiorników odprowadzających. [5]

Rys. 2 – Odwodnienie prefabrykatów

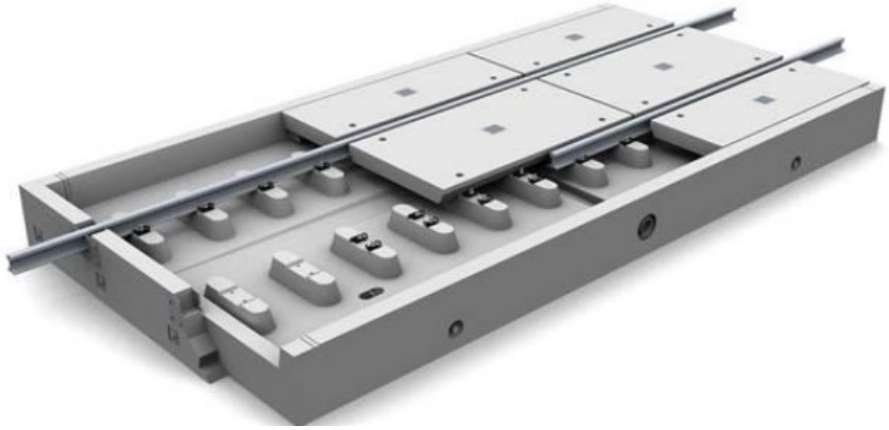


Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

Płyty te połączone mogą być z dowolnego rodzaju szyną, za pośrednictwem przytwierdzenia typu K, bądź W14. Wykonywane są również dla trzech prześwitów: 1000 mm, 1435 mm oraz 1520 mm. Płyty mają możliwość przykrycia – w zależności od potrzeb rusztami kratowymi przystosowanymi do ruchu pieszych bądź kratowymi lub betonowymi przystosowanymi do ruchu pojazdów kołowych. Płyty przykrywające

w zależności od potrzeb mogą być usytuowane na całym ruszcie torowym bądź na jego części. [5]

Rys. 3 – Betonowe przykrycia płyt

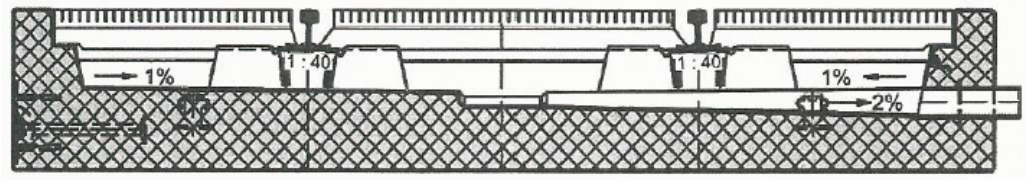


Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

Fot. 2 – Betonowe przykrycia płyt

Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

Rys. 4 – Kratowe przykrycia płyt na całym torowisku



Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

Fot. 3 – Kratowe przykrycia płyt na całym torowisku

Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

Fot. 4 – Kratowe przykrycia płyt na części torowiska

Źródło: http://www.bfl-gmbh.pl/ [5]

Niewątpliwie wadą tego jak i każdego innego prefabrykowanego rozwiązania jest cena. Jego wykonanie jest kosztowniejsze niż wykonanie płyty monolitycznej. Przekłada się to jednak na jakość wykonania oraz niższe koszty eksploatacji i utrzymania, a także szybkość wykonania i montażu.

Płyty GTW zastosowane zostały jako nawierzchnia stanowiska do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne stacji Skarżysko Kamienna.

Fot. 5 – Nawierzchnia prefabrykowana na stacji Skarżysko Kamienna

Źródło: Fotografia autorstwa Jakub Andrasza

Fot. 6 – Nawierzchnia prefabrykowana na stacji Skarżysko Kamienna

Źródło: Fotografia autorstwa Jakub Andrasz

5. Rozwiązanie alternatywne

Aktualne wykorzystanie torów do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne jest niewielkie. Często tory te i stanowiska tworzone są tylko i wyłączenie na potrzeby rozporządzenia, a nie z faktycznej potrzeby. Z uwagi na fakt, iż mają one być wykorzystywane w sytuacjach awaryjnych, być może warto znaleźć im funkcję dodatkową. Jedną z takich funkcji może być wykorzystanie toru do nawadniania lokomotyw parowych. Minimalna konieczna wydajność urządzeń nawadniających takie lokomotywy to 5 m^3/min. Hydrant, który musi znajdować się w okolicy stanowiska do odstawienia uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne charakteryzuje się jeszcze większą wydajnością, zatem mógłby być wykorzystywany również w celu ewentualnego nawadniania parowozów.

Aktualnie w Polsce istnieją jedynie nieliczne punkty na stacjach z czynnymi żurawiami wodnymi wykorzystywanymi do nawadniania lokomotyw parowych. Ten rodzaj turystyki cieszy się w ostatnich latach coraz większym zainteresowaniem. Z uwagi na brak potrzebnej infrastruktury przewozy takie w wielu miejscach w Polsce praktycznie nie występują, bądź ich prowadzenie jest znacznie utrudnione (konieczność angażowania miejscowych PSP oraz OSP). Być może trwające modernizacje i budowy torów do odstawiania uszkodzonych wagonów przewożących towary niebezpieczne są dobrą okazją do stworzenia dodatkowych miejsc, dzięki którym ten rodzaj turystyki będzie mógł się rozwijać i nabierać większego rozpędu, propagując tym samym zainteresowanie oraz rozwój kolei w Polsce.

Bibliografia:

[1] Ustawa o przewozie towarów niebezpiecznych (Dz. U. 2011 nr 227 poz. 1367);

[2] Rozporządzenie Ministra Transportu, budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych dla torów do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne (Dz. U. 2012 poz. 508);

[3] Ir-16 czyli Instrukcja o postępowaniu przy przewozie koleją towarów niebezpiecznych, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2017r.

[4] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. nr 151 poz. 987);

[5] http://www.bfl-gmbh.pl/

DOSTOSOWANIE TRANSPORTU SZYNOWEGO DO PRZEWOZU OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH O OGRANICZONEJ MOŻLIWOŚCI PORUSZANIA SIĘ KIEDYŚ A TERAZ ORAZ KIERUNEK DALSZEGO ROZWOJU

Anna Wcisło

Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki Wydział Mechaniczny

Transport szynowy jest istotnym elementem współczesnego transportu. Ta stale rozwijająca się gałąź transportu charakteryzuje się dużą zdolnością przewozową, co sprawia, że z transportu kolejowego korzystają również osoby z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się. Problematyka dotycząca osób niepełnosprawnych jest niezwykle interdyscyplinarną dziedziną. Uczestnictwo takich osób w życiu społecznym jest uzależnione od wielu czynników. Transport szynowy ze względu na masowy charakter przewozów kolejowych i swój zasięg sprawia, że osoby z niepełnosprawnością często z niego korzystają.

W Polsce liczba osób z różnego typu dysfunkcjami szacowana jest na około 5 milionów. Spośród nich blisko 3 miliony poruszają się na wózkach inwalidzkich, 1,5 miliona to osoby niewidome bądź słabowidzące. Około 0,5 miliona stanowią osoby głuchonieme. Niepełnosprawność oznacza okresową lub trwałą niezdolność do czynnego wypełniania ról społecznych z powodu długotrwałego lub stałego naruszenia sprawności organizmu danego człowieka, powodującej w głównym stopniu niezdolność do pracy.

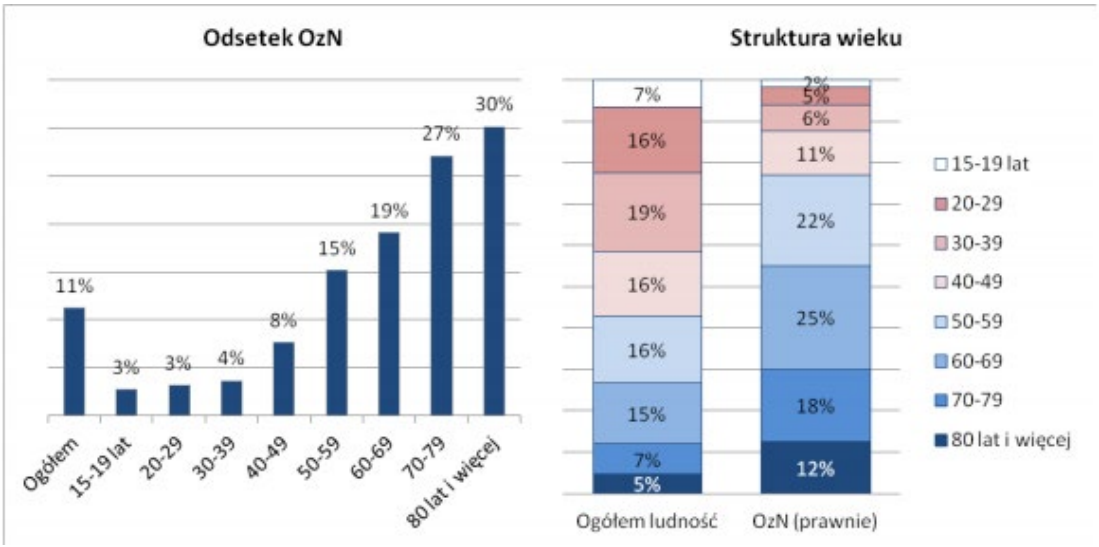
Ta liczna grupa jest potencjalnym odbiorcą transportu szynowego. Stanowi to 12% ogółu społeczeństwa. Procentowy udział osób niepełnosprawnych oraz o ograniczonej możliwości poruszania się będzie stale wzrastał ze względu na niekorzystną strukturę wiekową społeczeństwa w Europie. W związku z tym, konieczne jest zapewnienie ułatwionego i bezpiecznego dostępu do infrastruktury punktowej oraz taboru ponieważ dostępność do infrastruktury pasażerskiej jest podstawowym warunkiem uczestnictwa w codziennym życiu społeczno – gospodarczym. Problem dostępności taboru oraz infrastruktury punktowej dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się jest procesem bardzo trudnym i złożonym oraz jest bardzo ważnym elementem istniejącej polityki transportowej państwa.

By transport szynowy stał się atrakcyjną gałęzią transportu należy dążyć do konsekwentnej modernizacji pojazdów oraz infrastruktury punktowej. Zarządcy stacji oraz przewoźnicy muszą podjąć konkretną współpracę tak, aby podróż osób z dysfunkcjami

była dostępna na takim samym poziomie na dworcu jak i w pociągu względem osób pełnosprawnych.

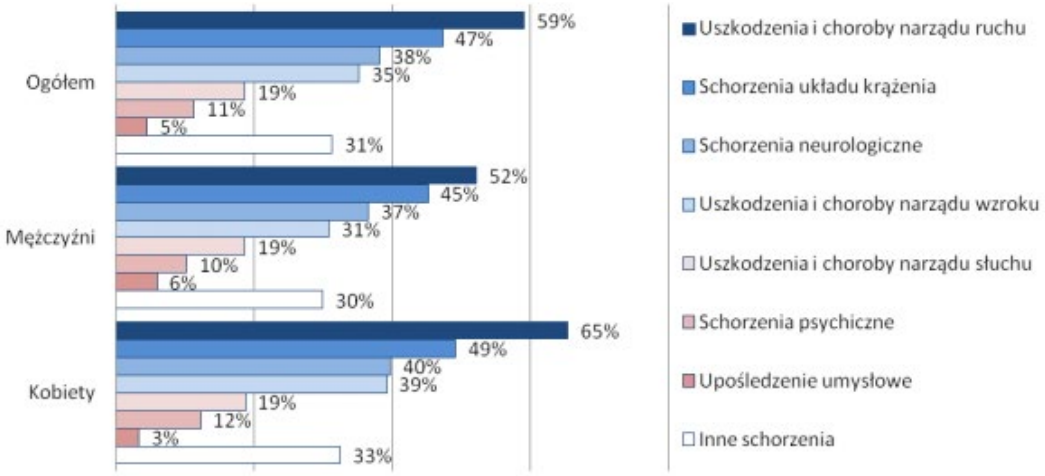
Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) podaje, że blisko 15 % populacji dotknięta jest niepełnosprawnością, w tym osoby niepełnosprawne w stopniu znacznym stanowią około 200 milionów. WHO definiuje niepełnosprawność osoby, jako brak samodzielnej zdolności do życia i pracy w sposób możliwy dla ludzi zdrowych, wynikająca w głównej mierze z upośledzenia funkcji ciała.

W Europie z roku na rok rośnie liczba osób niepełnosprawnych, jest to ściśle związane z faktem starzenia się społeczeństwa europejskiego. W 2014 roku zostało przeprowadzone badanie przez Główny Urząd Statystyczny, dotyczące zbiorowości osób z niepełnosprawnością „Stan zdrowia ludności Polski 2014". Badanie zostało przeprowadzone w ramach European Health Interview Survey 2014. Według jednolitej definicji przyjętej przez Unię Europejską, niepełnosprawność jest stanem zdrowia uwzględniającym trudności w wykonywaniu podstawowych czynności, jakie ludzie zwykle wykonują, utrzymującym się minimum przez okres 6 miesięcy. Ankieta obejmuje zagadnienia dotyczące ograniczeń w sprawności niektórych narządów, niepełnosprawności biologicznej oraz w prowadzenia gospodarstwa domowego. Odsetek osób z niepełnosprawnością w poszczególnych grupach wiekowych a także struktura wieku osób z dysfunkcjami w wieku powyżej 15 roku życia, w stosunku do ogółu ludności zostały przedstawiona na poniższym Rys.1 natomiast Rys.2 przedstawia odsetek osób z niepełnosprawnością w wieku 15 i więcej ze względu na rodzaj niepełnosprawności.



Rys.1. Osoby z niepełnosprawnością w poszczególnych grupach wiekowych oraz struktura wieku osób z niepełnosprawnością powyżej 15 roku życia [1]

Na rysunku numer 2. zostaje przedstawiony odsetek osób z niepełnosprawnością w wieku 15 i więcej przedstawiający podział ze względu na rodzaj niepełnosprawności.



Rys.2. Osoby z niepełnosprawnością wieku 15 i więcej z podziałem na dane upośledzenie [1]

W Polsce liczba osób z różnego typu dysfunkcjami szacowana jest na około 5 milionów [2]. Spośród nich blisko 3 miliony poruszają się na wózkach inwalidzkich, 1,5 miliona to osoby niewidome bądź słabowidzące. Około 0,5 miliona stanowią osoby głuchonieme. Jest to 12,2 % ogółu społeczeństwa polskiego. Dane zostały uzyskane na podstawie przeprowadzonego Narodowego Spisu Ludności i Mieszkań w marcu 2011 roku.

Główne potrzeby i utrudnienia osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się.

W przedstawionej poniżej tabeli znajdują się wszystkie główne utrudnienia oraz potrzeby osób o ograniczonej możliwości poruszania się oraz osób z niepełnosprawnością.

Tabela 1. Utrudnienia oraz potrzeby z osób z różnymi dysfunkcjami [3]

Rodzaj danej dysfunkcji	Utrudnienia	Potrzeby
Osoby poruszające się na wózkach	- śliska nierówna nawierzchnia - umieszczenie elementów wyposażenia zbyt wysoko - wysokie krawężniki - brak dźwigów osobowych, pochylni - zbyt wąskie ciągi komunikacyjne - ciężko otwierające się drzwi	- automatyczne drzwi w przejściach - odpowiednie dostosowanie pomieszczeń - innowacyjne metody w pokonywaniu różnicy wysokości - odpowiednie parametry wszystkich elementów wyposażenia - przejścia komunikacyjne w odpowiednich szerokościach
Pozostałe osoby z niepełnosprawnością ruchową (kobiety w ciąży,	- śliska nierówna nawierzchnia	- ruchome chodniki - poręcze przy pochylniach

czasowo niepełnosprawne lub które mają problemy z poruszaniem	- brak dźwigów osobowych, pochylni - wysokie krawężniki - brak poręczy - złe dobrane klamki do drzwi np. w postaci kuli - ciężko otwierające się drzwi - zbyt wąskie ciągi komunikacyjne - brak podłokietników i oparć - duże średnice poręczy	- dostosowanie pomieszczeń użyteczności publicznej - drzwi automatyczne - ciągi komunikacyjne odpowiednich szerokości - odpowiednie klamki w drzwiach - odpowiednie dostosowanie różnicy wysokości - miejsca postoju w ciągach komunikacyjnych - zastosowanie podłokietników
Osoby z dysfunkcjami słuchu	- brak komunikatów wizualnych - hałas	- zatrudnienie personelu posługującego się językiem migowym - dostosowanie odpowiedniego oświetlenia - wprowadzenie automatów telefonicznych z funkcją rozmów tekstowych - zastosowanie oznaczeń tekstowych i komunikatów - zastosowanie urządzeń, które wspomagają słyszenie
Osoby z dysfunkcjami wzroku	- brak jednolitych rozwiązań w przypadku przycisków w kontekście przejść dla pieszych - chaotyczny układ przestrzeni - brak kontrastów - ekrany dotykowe, które nie posiadają prawidłowego oprogramowania - materiały z bardzo dużym połyskiem - wiszące przeszkody - złe oświetlenie - brak zastosowania specjalnych oznaczeń przy przejściach	- audio deskrypcja - komunikaty głosowe - ścieżki dotykowe - zastosowanie alfabetu Braille ‘a - mapy dotykowe - specjalnie przygotowane dokumenty, które można wypełnić w formie elektronicznej
Osoby niskie i dzieci	- umieszczenie zbyt wysoko elementów wyposażenia	- umieszczenie niżej włączników światła - wyposażenie sanitarne dostosowane do wzrostu niskich osób
Osoby wysokie	- zbyt nisko zaprojektowane przestrzenie komunikacyjne - zbyt nisko umieszczone belki konstrukcyjne, znaki	- umieszczenie wyżej włączników światła
Osoby starsze	Osoby starsze często podają tak zwaną niepełnosprawność sprzężoną polegającą na występowaniu jednocześnie dysfunkcji np. ruchu i wzroku. Potrzeby oraz utrudnienia będą łączyły się ze sobą w różnym stopniu z wyżej przedstawionymi.	

Powyżej przedstawione potrzeby oraz utrudnienia osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się ukazują, na jakie bariery w życiu codziennym natrafiają te osoby oraz jakie rozwiązania zaspokoją spełnienie konkretnych udogodnień dla każdej z grup dotkniętych daną dysfunkcją. Należy pamiętać, że każdą z tych grup cechują indywidulane utrudnienia oraz potrzeby. W trakcie projektowania taboru oraz infrastruktury punktowej należy to uwzględnić w każdym aspekcie powstającego projektu.

Prawa człowieka są prawami naturalnymi oraz powszechnymi, które w równym stopniu przysługują wszystkim ludziom oraz gwarantują funkcjonowanie w sposób jednolity dla każdej jednostki. Taki sposób postrzegania praw człowieka jest bezwzględnie przestrzegany i powszechny w większości krajów europejskich. Przyjęte tezy coraz bardziej utrwalają uznanie równości wszystkich warstw społecznych, lecz niestety nie likwidują dysproporcji w poszczególnych grupach społecznych. Osoby z niepełnosprawnością bądź o ograniczonej koordynacji ruchowej ze względu na swoje dysfunkcje są bardzo często narażone na dyskryminację przez społeczeństwo. Problemy, z którymi borykają się w życiu codziennym uniemożliwiają im funkcjonowanie na takim samym poziomie, co osobom pełnosprawnym. Stworzenie warunków wprowadzających mechanizmy, które dążą do wyrównania szans osobom z dysfunkcjami zapewniają powstałe akty prawne.

Powstałe akty czy też dokumenty poświęcone w całości osobom niepełnosprawnym gwarantują im ochronę w poszczególnych aspektach życia. Stanowią wytyczne oraz zbiór zasad, jakimi trzeba się kierować przy udzielaniu pomocy takim osobom. Akty prawne Unii Europejskiej i ONZ dotyczące osób niepełnosprawnych wyszczególniają, że dyskryminacja takich osób jest naruszeniem praw człowieka. Osoby z dysfunkcjami mają na równi z osobami pełnosprawnymi prawo do wszystkich powstałych dokumentów.

Szereg aktów prawnych został zredagowany dla konkretnych typów niepełnosprawności bądź dla całej grupy osób niepełnosprawnych. Zakres konkretnych regulacji został zawarty w tytule konkretnego dokumentu. Dzięki nim prawidłowo zostają wykonane budynki architektoniczne użytku publicznego czy też pojazdy szynowe. Projekty powstają według ściśle określonych wytycznych, które gwarantują jednakowy dostęp wszystkim osobom korzystającym z budynków bądź pojazdów szynowych. Obowiązek dostosowania taboru oraz infrastruktury punktowej nałożony jest na osoby nimi zarządzające, jednak powinny być już wzięte pod uwagę już na etapie projektowym. Ponieważ nie istnieje jedna konkretna uznana definicja niepełnosprawności akty prawa wewnętrznego, europejskiego i międzynarodowego poszczególnych krajów różnie określają charakterystyczne cechy niepełnosprawności, w zależności od celów, dla których te akty

prawne zostały uchwalone lub wydane, jednak niezależnie od tego mają one na uwadze poprawę funkcjonowania tych osób.

W dalszym stopniu swobodne przemieszczenie się transportem szynowym osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się jest utrudnione przez bariery konstrukcyjne w taborze oraz bariery architektoniczne w infrastrukturze punktowej. Powstałe ograniczenia w znacznym stopniu wynikają z braku modernizacji budowli czy środków transportu szynowego lub użycia w projekcie niewystarczającej ilości przepisów związanych z tematyką niepełnosprawności na kolei.

Do barier architektonicznych w infrastrukturze punktowej należą:

- Schody i stopnie,
- Krawężniki,
- Śliskie i nierówne powierzchnie,
- Niedostosowane dźwigi osobowe,
- Wąskie wyjścia i drzwi,
- Niewłaściwa sygnalizacja,
- Zła lokalizacja,
- Wyposażenie obiektów,
- Przeszkody na ciągach transportowych,
- Zła lub jej brak informacji dźwiękowej i wizualnej.

Powstałe bariery systematycznie są likwidowane poprzez wyposażanie ich w specjalne pochylnie dla wózków inwalidzkich, platformy dźwigowe, dźwigi osobowe, montowanie specjalnych elementów ułatwiających poruszanie i orientacje się osobom niewidomym. Doskonałym przykładem, który przeszedł gruntowną modernizację jest stacja Katowice, gdzie została położona nowa nawierzchnia na peronach oraz zostały one podwyższone, co zlikwidowało problem z wsiadaniem oraz wysiadaniem z pociągu, zostały zainstalowane podwójne schody ruchome, nowy system informacji pasażerskiej oraz platforma dźwigowa. Schody oraz krawędzie peronowe zostały pokryte pasami ostrzegawczymi, które ułatwiają bezpieczniejsze poruszanie się osób słabowidzących oraz niewidomych.

Do barier konstrukcyjnych w taborze należą:

- Szerokość przejść między przedziałami,
- Złe szerokości korytarzy,
- Brak przystosowanych toalet.

Fotografia poniżej przedstawia toaletę, w której osoby o ograniczonej możliwości poruszania się nie będą mogły swobodnie z niej skorzystać ze względu na brak uchwytów oraz odpowiedniej przestrzeni na manewrowanie wózkiem inwalidzkim.

Fot.1. Toaleta w wagonie PKP Intercity

- Brak specjalnych miejsc wyznaczonych dla osób z niepełnosprawnością,
- Brak urządzeń przenośnikowych,
- Drzwi wejściowe o nieodpowiedniej szerokości.

Fotografie poniżej przedstawiają drzwi wejściowe, które ze względu na swój układ oraz szerokość utrudniają wsiadanie oraz wysiadanie z pociągu osób o ograniczonej możliwości poruszania się.

Fot.2. Drzwi służące do wsiadania oraz wysiadania w wagonie PKP Intercity

Fot.3. Wejście do wagonu PKP Intercity

Bariery konstrukcyjne w taborach zależą od jego rodzaju. W nowych zespołach trakcyjnych bądź w zmodernizowanych pociągach dzięki przepisom TSI PRM, takie bariery nie istnieją natomiast jest jeszcze wiele starszych pociągów, które przez swoją budowę oraz brak modernizacji utrudnia takim osobom swobodne korzystanie z transportu szynowego. Dlatego w ostatnich latach prawie 100 wagonów Spółki PKP Intercity przeszło gruntowną modernizację, po której zostały wprowadzone rozwiązania, które ułatwiają wsiadanie oraz wysiadanie, miejsca specjalnie wydzielone dla osób o ograniczonej koordynacji ruchowej czy przestronne toalety.

Dostępność pojazdów oraz obiektów zostanie osiągnięta, jeśli każdy zarządca stacji lub projektant weźmie pod uwagę w nowym projekcie czy też modernizacji rygorystyczne przepisy, które zostały wprowadzone w odpowiednich aktach prawnych związanych z tematyką niepełnosprawności. Do niedawna cześć społeczeństwa za osoby z niepełnosprawnością postrzegała głownie osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich. Poprzez wprowadzenie wielu szkoleń świadomość społeczeństwa w znacznym stopniu się zwiększyła i zdano sobie sprawę, jak wielkiej grupy społecznej dotyczy ten problem. W transporcie szynowym aktywną działalność w tematyce niepełnosprawności prowadzą Międzynarodowy Związek Kolejowych Służb Zdrowia oraz Międzynarodowy Związek Kolei.

Zlikwidowanie powstałych barier architektonicznych oraz konstrukcyjnych w transporcie szynowym nie będzie wystarczające w tym, aby osoba z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się samodzielnie korzystała z całego transportu

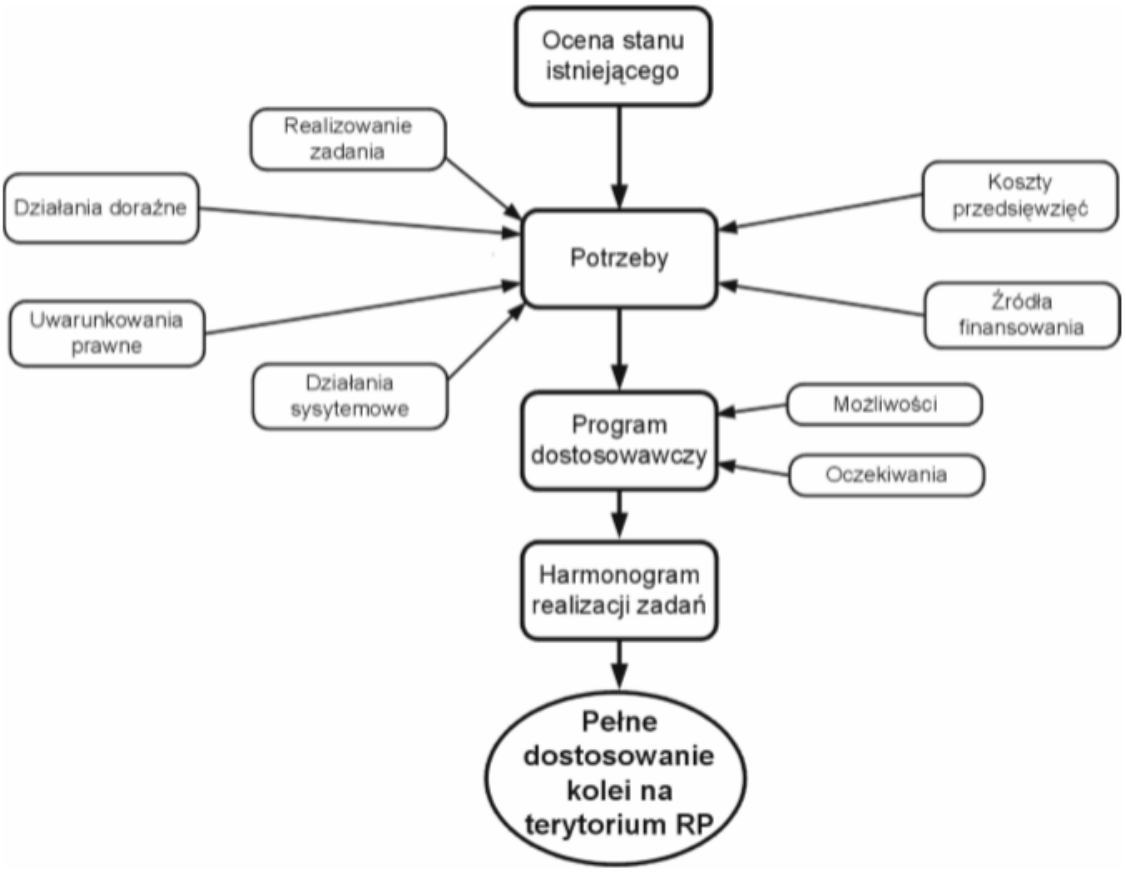
publicznego. Istniejące bariery muszą zostać zlikwidowane na każdym etapie podróży osób z niepełnosprawnością. Od wyjścia z domu aż do momentu dotarcia do konkretnego miejsca. Ta pełna likwidacja barier pozwoli osobom z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się na uczestniczeniu w życiu społecznym na zasadach zbliżonych do osób pełnosprawnych. Związane jest to ściśle z poszanowaniem godności człowieka.

Dostępność transportu kolejowego dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się jest jednym z powstałych praw człowieka w zakresie swobodnego przemieszczania się. Bezpieczne oraz swobodne poruszanie się przez przestrzeń miejską stanowi codzienną aktywność w życiu środowisk zurbanizowanych. Główną formą komunikacji miejskiej jest komunikacja masowa, która jest najbardziej przyjazna środowisku oraz efektywna. Aby była w pełni wykorzystywana jej dostępność musi obejmować wszystkie grupy społeczne w tym szeroką grupę osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się.

Podstawowymi elementami, które zagwarantują takim osobom komfortowe korzystanie z infrastruktury punktowej oraz taboru są:

- Dostępność oraz rozwój systemów informacji pasażerskiej dla wszystkich grup społecznych,
- Zapewnienie infrastruktury komunikacyjnej dla tej grupy społecznej
- Modernizacja infrastruktury przystanków oraz tras,
- Wprowadzenie nowych urządzeń oraz elementów, które ułatwią bezpieczną komunikację oraz poruszanie się,
- Pojazdy z opuszczaną platformą lub niskopodłogowe,
- Oznakowanie pojazdów piktogramami,
- Węzły integracyjne komunikacji miejskiej,
- Systemy blokad lub pasy bezpieczeństwa dla wózków inwalidzkich w środkach masowego transportu,
- Informacja czy dany tabor jest przystosowany do osób.

Zakres, który warunkuje, co konkretnie wpływa na dostosowanie potrzeb osób z niepełnosprawnością do transportu kolejowego orz taboru zostaje przedstawiony na rysunku poniżej.



Rys.3 Elementy warunkujące potrzeby osób z niepełnosprawnością na kolei [4]

Zagwarantowanie tych podstawowych elementów pozwoli by coraz więcej dworców, peronów oraz pojazdów zostało dostosowanych do potrzeb osób z niepełnosprawnością. Takie projektowanie jest istotną częścią realizacji postanowień Konwencji ONZ. Należy zaznaczyć, że osiągnięcie pełnego dostosowania nie jest zadaniem szybkim w realizacji ani prostym. Ważnym aspektem jest właściwe podejście do problematyki osób z niepełnosprawnością w transporcie szynowym.

Wyposażenie oraz konstrukcja wagonów decyduje o dostępności ich do osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się. Ta dość duża grupa społeczna skorzysta i wybierze transport szynowy do podróży jedynie pod warunkiem, że zostanie on odpowiednio przygotowany. Na poniższym rysunku zostają przedstawione elementy, które decydują o takie dostępności. Jest to szereg elementów, które po spełnieniu stworzą takim osobom komfortowe warunki podróży.

Rys.4 Elementy warunkujące dostępność taboru [4]

Przepisy TSI PRM dla taboru, który ma być dostosowany dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się, wymagają dostosowania w następujących elementach:

- Drzwi zewnętrzne oraz wewnętrzne,
- Siedzenia,
- Miejsca na wózki inwalidzkie,
- Oświetlenie,
- Przejścia,
- Toalety,
- Zmiany wysokości,
- Poręcze,
- Informacja pasażerska,
- Przedziały sypialniane dla osób poruszających się na wózkach inwalidzkich,
- Położenie stopnia w odpowiednim miejscu przy wysiadaniu oraz wsiadaniu do taboru.

Wymienione powyżej specyfikacje techniczne oraz funkcjonalne wymagają spełnienia konkretnych warunków by stworzyć odpowiedni komfort podróży.

Problem dostępności taboru oraz infrastruktury punktowej dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się jest procesem bardzo trudnym i złożonym oraz jest bardzo ważnym elementem istniejącej polityki transportowej państwa. Istniejące bariery architektoniczne oraz konstrukcyjne w znacznym stopniu utrudniają swobodne korzystanie z transportu szynowego osobom z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się. Powstałe akty prawne normują przepisy związane z projektowaniem oraz przystosowaniem obiektów infrastruktury punktowej dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się.

By transport szynowy stał się atrakcyjną gałęzią transportu należy dążyć do konsekwentnej modernizacji pojazdów oraz infrastruktury punktowej. Zarządcy stacji

oraz przewoźnicy muszą podjąć konkretną współpracę tak, aby podróż osób z dysfunkcjami była dostępna na takim samym poziomie na dworcu jak i w pociągu względem osób pełnosprawnych.

Proces likwidacji wszystkich uciążliwości dla osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszani się jest działaniem wieloletnim, kosztownym oraz trudnym technicznie do wykonania. Cel ten musi zostać osiągnięty, ponieważ taka pełna dostępność w transporcie kolejowym jest podstawowym elementem w funkcjonowaniu osób z niepełnosprawnością oraz o ograniczonej możliwości poruszania się w życiu społecznym.

Literatura

[1] https://www.pfron.org.pl/fileadmin/Badania_i_analizy/Badanie_potrzeb_ON/Raport_koncowy_badanie_potrzeb_ON.pdf?fbclid=IwAR3vn4k9e17TaJXoD0V3776GXq06zJ6gmU861Z51tMDDBxZk2-euzHV52MM - dostęp z dnia 03.01.2019 r.

[2] http://atena.ikolej.pl/images/PDF/147_1.pdf - dostęp z dnia 12.12.2018 r.

[3] http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-767fee2f-4e8f-4728-840a-cf7b612d6678/c/RaczynskaTTS5.pdf - dostęp z dnia 21.12.2018 r.

[4] http://atena.ikolej.pl/images/PDF/147_1.pdf - dostęp z dnia 21.12.2018 r.

ROZWÓJ INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ NA POŁUDNIOWYM WSCHODZIE POLSKI W KONTEKŚCIE IDEI BUDOWY CENTRALNEGO PORTU KOMUNIKACYJNEGO

Wojciech Jankowski

Politechnika Krakowska

Kolej jest potrzebna – mówią o tym wszyscy. Nie tylko kolejarze, czy też ludzie związani z koleją. Kolej mówi sama za siebie – jest jedynym powszechnym środkiem transportu bez problemu docierającym do centrum miasta bez korków, emisji szkodliwych zanieczyszczeń czy innych ograniczeń transportu indywidualnego. Co więcej - jest to bardzo bezpieczny środek transportu. Możliwości przewozowe kolei są olbrzymie – drzemie w niej nadal niewykorzystany potencjał – niestety stłamszony przez dziesięciolecia zaniedbań, przemian i braku perspektywicznego myślenia.

Chciałoby się powiedzieć że w końcu historyczny trend regresu wreszcie się odwrócił. Niczym jaskółki na wiosnę, przybywają na kolei raz po raz zwiastuny nowoczesności. Weźmy pierwszy z brzegu przykład, powszechnie rozpoznawalny – składy ED250 – znane wszystkim pod nazwą „Pendolino". Nie trzeba jednak tak daleko szukać. Z pewnością każdy bowiem zetknął się już z jakąś formą nowoczesności na kolei. Remontowane są dworce – wizytówki kolei. Modernizowane są kolejne linie kolejowe, planowana jest budowa nowych. Dzięki prężnej działalności dwóch polskich firm: Bydgoskiej PESA i Nowosądeckiej NEWAG, a także szwajcarskiej firmy STADLER w zawrotnym tempie przybywa nowoczesnych zespołów trakcyjnych które przełamują stereotyp niewygodnych, niedogrzanych i głośnych pociągów z nutą charakterystycznych zapachów unoszących się między przedziałami.

Powoli acz nieubłaganie tok myślenia na kolei i o kolei zmienia obraz z „zarządzania pożarem i usterkami" na perspektywiczne i odważne myślenie w przyszłość. Pierwszym przejawem takiego sposobu myślenia były plany budowy linii wysokich prędkości „Y" z Warszawy przez Łódź do Wrocławia i Poznania, a także linii Podłęże – Piekiełko z Krakowa na Podhale. Następnym krokiem takiego perspektywicznego myślenia jest idea budowy CPK – nowoczesnego hubu o zlokalizowanym największym lotnisku w Polsce i jednym z większych w tej części Europy a także stanowiącego największy przesiadkowy węzeł kolejowy w Polsce. Już sam pomysł tego pokroju jak na nasze uwarunkowania jest rewolucyjny.

Jak czytamy w Uchwale Rady Ministrów dotyczącej CPK (nr 173/2017 z dn. 7.11.2017r) „transport kolejowy stanowi najbardziej efektywny środek transportu

zbiorowego". I nie ma w tym zdaniu zbytniej przesady. Polska jest krajem idealnym dla kolei ze względu na ukształtowanie terenu jak i pokonywane odległości. Z Łodzi, która jest dobrym przybliżeniem geometrycznego środka dzisiejszej Rzeczypospolitej Polskiej z łatwością można dotrzeć do dowolnego większego miasta pokonując przy tym mniej więcej 500km. Jest to dystans pomiędzy Paryżem a Lyonem – gdzie została zlokalizowana pierwsza LGV (fr. *Ligne a Grande Vitesse* – linia wysokich prędkości) i jako pierwsza w Europie spektakularnie pobiła na swojej trasie przewozy lotnicze.

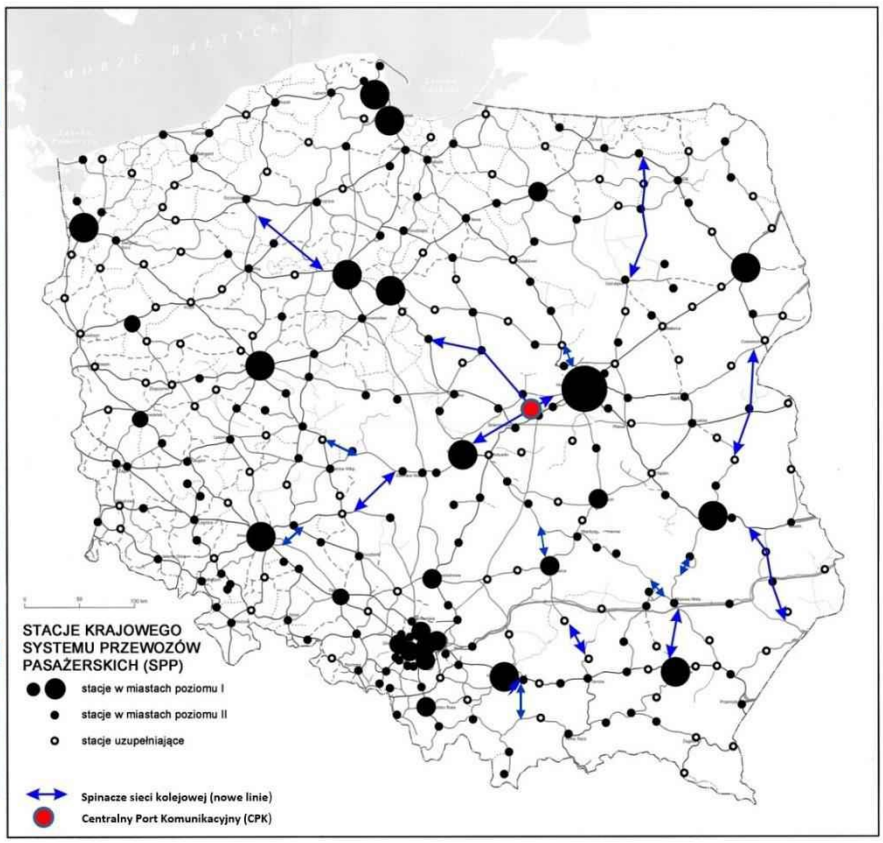
Właśnie taką wizję bezkonkurencyjnej kolei przyszłości postaram się dla Czytelnika opisać skupiając się na województwach dotkniętych „południową macką" CPK.

1. Centralny Port Komunikacyjny

Nowa inicjatywa transportowa – CPK – zlokalizowana będzie u zbiegu Centralnej Magistrali Kolejowej (linii kolejowej nr 4), linii kolejowej nr 1 przy jednoczesnym sąsiedztwie istniejącej autostrady A2. Doraźnie ma zastąpić Okęcie i obsługiwać Łódź dzięki budowie nowoczesnego lotniska. W praktyce będzie to wielki węzeł lotniczo-kolejowy będący z jednej strony dobrym punktem przesiadkowym krajowym, z drugiej strony – „bramą" Europy Środkowo – Wschodniej.

Spinacze sieci
5% istniejącej infrastruktury

Odcinek	długość (km)
Warszawa – Łódź Kaliska	125
Sieradz - Wieruszów	54
CMK – Baranów(CPK) - Plock –Włocławek	120
Łącznia W-wa Wsch-Marki	2
W-Wa Choszczówka - Nasielsk	33
Kalisz - Pleszew	35
Szczecin Port- Dabie	6
Kielce-Janów/Końskie	25
Czernica Wr - Ligota	24
Zbydniów –Zalesie gorz.	9
Łętownia - Rzeszów	41
Ostrołęka –Pisz Giżycko	122
Nakło -Okonek	72
Podłęże - Piekiełko	39
Busko Zdrój- Żabno	42
Łętownia - Rzeszów	41
Świdnik - Zamość – Tomaszów Lub.	99
Razem szprychy	889
Łączniki obwodowe	
Biała Podlaska - Fornołów	45
Milanów- Biała Podlaska	35
Skróty linii 68 (Kraśnik +Zaklików)	21
RAZEM	101

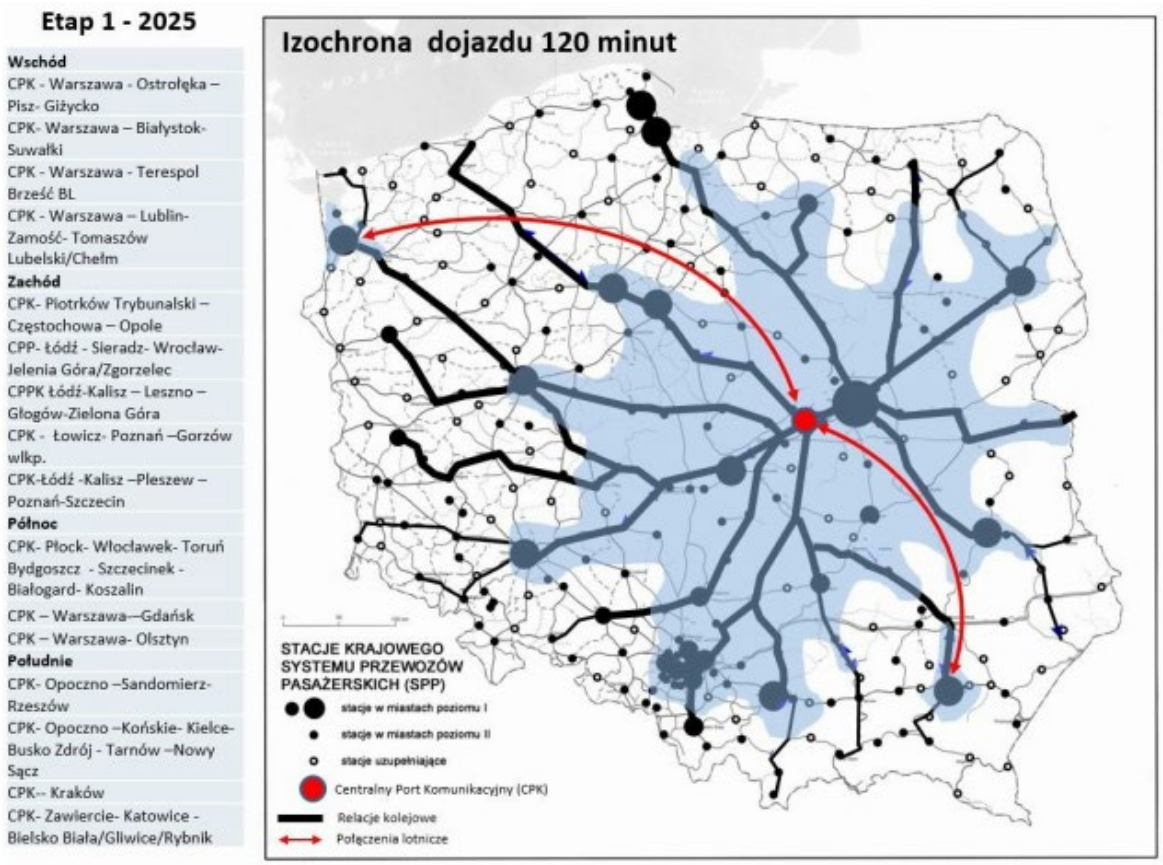


Mapa pokazująca CPK (czerwona kropka między Warszawą a Łodzią) oraz nowe pomocnicze linie kolejowe – „spinacze sieci" - pomagające w realizacji idei CPK – źródło [8]

Według Ministerstwa Infrastruktury CPK to coś więcej niż tylko jeden punkt na mapie Polski. Do tego „punktu" ma mieć dostęp duża część ludności Polski – i to przy czasie dojazdu nie większym niż 120 minut. Do tego potrzebna jest komplementarna sieć kolejowych połączeń która będzie w stanie przełamać wreszcie impas trwający jeszcze od czasów zaborów. Zadanie wydaje się bardzo trudne, biorąc pod uwagę że ani II RP ani Rzeczypospolitej Ludowej, ani dzisiejszej III RP nie udało się w większym stopniu zatrzeć kolejowych granic pomiędzy byłymi zaborami.

Mają temu służyć w pierwszej kolejności tzw. „spinacze" – czyli odcinki najbardziej potrzebne do uzupełnienia sieci które niewielkim nakładem zaowocują znaczną poprawą efektywności komunikacji kolejowej. Następnie przewidziana jest realizacja kolejnych etapów; chronologicznie wymieniając:

- etap I, wraz z budową owych „spinaczy"
- etap II – dalsza rozbudowa sieci kolejowej zapewniająca maksymalnie krótki czas dojazdu do CPK



Układ relacji bezpośrednich i 120-minutowa izochrona dojazdu do CPK – 2025

Efekt etapu I rozbudowy sieci kolejowej – źródło [8]

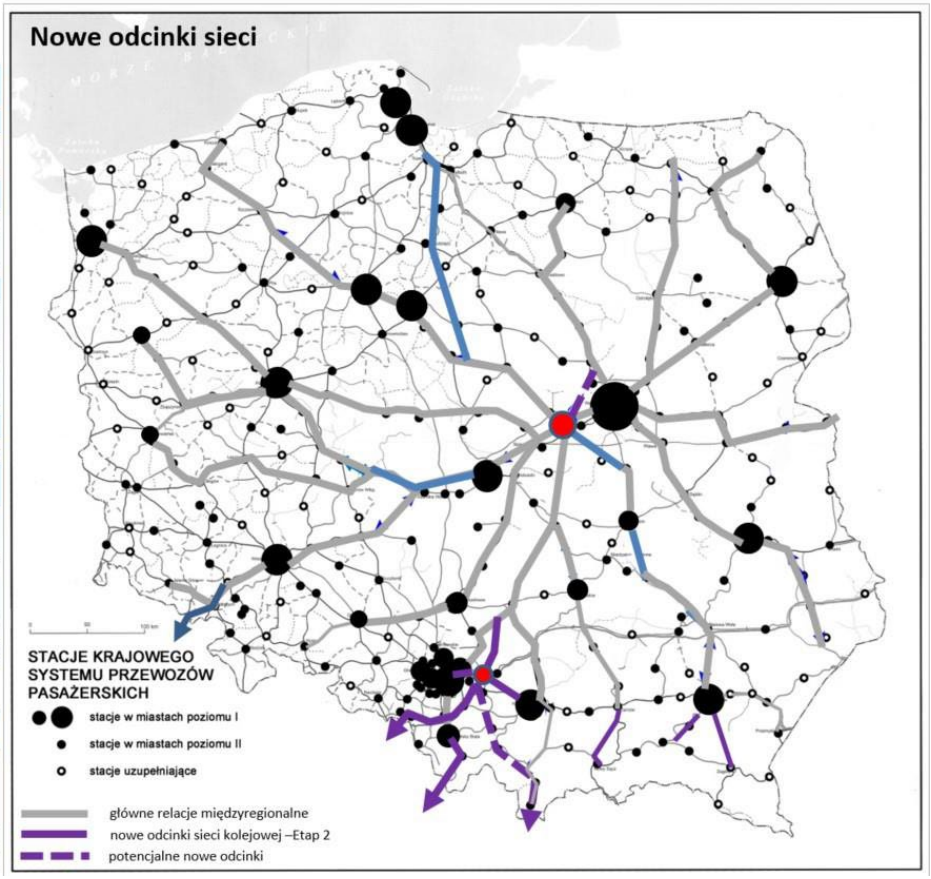
W efekcie większość aglomeracji w Polsce ma się znaleźć w 120 minutowej izochronie dojazdu do CPK. Natomiast Szczecin i Rzeszów mają być tymczasowo obsługiwane połączeniami lotniczymi funkcjonującymi na zasadzie służby publicznej. Najważniejsze połączenia jakie można przytoczyć w realizacji Etapu I to:

- Sieradz – Wieruszów, czyli brakujące ogniwo na drodze pomiędzy Warszawą i Łodzią a Wrocławiem
- Linia Podłęże – Piekiełko – pomiędzy Krakowem a Podhalem która może w istotny sposób skrócić czas podróży w okolice Beskidu, choćby poprzez eliminację konieczności zmiany czoła pociągu
- Linia Rzeszów – Łętownia – skracająca podróż oraz eliminująca konieczność zmiany czoła pociągu jadącego ze stolicy Podkarpacia do Warszawy, Lublina oraz Stalowej Woli .

Etap 2 - 2030

Odcinek	Dł. (km)
CMK - północne przedłużenie	
Włocławek – Grudziądz-Tczew	175
Relacja CPK- Radom- Rzeszów	
CPK- Grójec-Warka	65
Radom – Iłża- Ostrowiec Świętokrzyski	52
CMK - południowe przedłużenie	
CMK(Biała Błotna) – WMS-Chełmek (linia 93)	61
Kraków-WMŚ-Katowice	65
- Jastrzębie Zdrój – Gr. Państwa (Bogumin)	32
KDP - Ygrek odcinek wspólny	
Łódź-Sieradz-Kalisz	96
Linie południowe aglomeracyjne i transgraniczne	
Świebodzice/Świdnica-Wałbrzych – Sędzisław	30
Tarnów- Nowy Sącz	35
Skrót Rzeszów – Jasło/Krosno	28
Rzeszów- Sanok	50
RAZEM	689

Odcinki potencjalne	dł. (km)
WMS- Wadowice-Chabówka- Nowy Targ-Zakopane –Słowacja	98
CPK- N. Dwór Mazowiecki	37
RAZEM	135



Komplementarna sieć kolejowa zapewniająca dojazd do CPK – źródło [8]

W dalszej perspektywie planowana jest dalsza rozbudowa sieci zapewniająca komplementarną obsługę CPK. Niektóre z zaproponowanych odcinków a także niektóre z tras mogą się wydawać nie do końca trafione, niemniej należy przyznać że inicjatywa

ze strony Ministerstwa ma potężny rozmach i ogólnokrajowy zasięg. Nawet najbardziej odległe regiony Polski mają być dotknięte „kolejowymi mackami" CPK.

2. Województwo podkarpackie.

Przez wiele stuleci historii Polski próżno szukać administracyjnego tworu podobnego do współczesnego Podkarpacia. Był to region który rozpościerał się pomiędzy dwoma znaczącymi ośrodkami miejskimi – Lwowem a Krakowem. W czasach rozbiorów stanowiły one jeden twór zwany Galicją. Gdy położone zostały tory kolejowe łączące Kraków i Lwów, wydawało się że miasta te zostały połączone na dobre.

W czasach II RP ziemie w widłach Wisły i Sanu były świadkiem niezwykłego eksperymentu zakończonego częściowym powodzeniem – była to idea budowy Centralnego Okręgu Przemysłowego. Podczas Wielkiego Kryzysu Ekonomicznego początku lat 30-stych, powstała idea budowy ośrodka przemysłowego w najbezpieczniejszym a zarazem najuboższym regionie kraju – właśnie tu, na Podkarpaciu. II Wojna Światowa pokazała jednak jak ulotne było to marzenie i przerwała brutalnie jego realizację.

COP – Centralny Okręg Przemysłowy – najbardziej śmiałe przedsięwzięcie przemysłowe II RP – źródło [2]

Jako takie Województwo podkarpackie powstało tuż po zakończeniu II Wojny Światowej, 18 VIII 1945 roku. Bardzo znamienite jest zmieniające jego się nazewnictwo. Jeszcze podczas zawieruchy wojennej używano nazwy Województwa lwowskiego, do którego ziemie te należały przed Wojną. Dopiero gdy wiadomym stało się że w wyniku

zmieniających się granic Lwów przypadnie ZSRR – stworzono naprędce nowy twór administracyjny – Województwo rzeszowskie. Etymologia nie pozostawia złudzeń – są to dawne ziemie Województwa lwowskiego, osierocone ze swojego największego miasta.

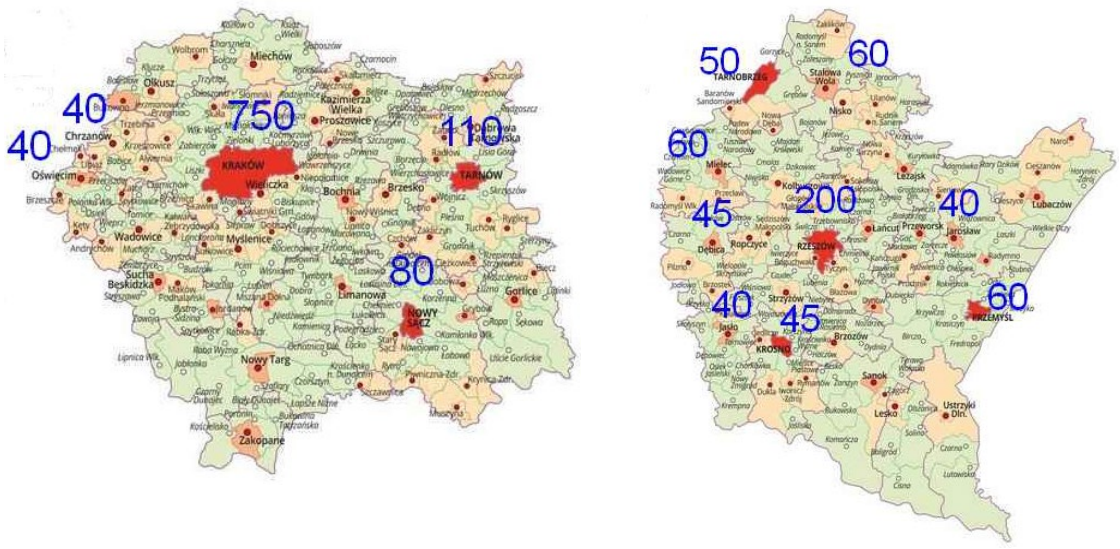
Przedruk mapy samochodowej z lat 30' – widoczne 3 fragmenty mapy (w identycznej skali) pokazują dysproporcje pomiędzy Rzeszowem a Krakowem i Lwowem – źródło [1]

2.1. Sieć osadnicza Województwa podkarpackiego.

Historia ta nie pozostała bez wpływu na ludność dzisiejszego Województwa podkarpackiego. Jeśli dobrze sięgniemy pamięcią, przez setki lat żyło się tutaj w miarę spokojnie, z dala od wojennej zawieruchy. Na krótką chwilę spokój zmąciła Wielka Wojna, czyli I Wojna Światowa przez ofensywę wojsk carskich i kontrofensywę Państw Centralnych. Spustoszenie dotknęło raczej infrastruktury, pozostawiając ludność we względnym spokoju. Takie warunki sprzyjały rozwojowi rolnictwa, natomiast peryferyjne położenie Galicji w granicach Cesarstwa Austro-Węgierskiego przeciwdziałało rozwojowi przemysłu. Jak czytamy w [1]:

„COP obejmował ponad 15% terytorium kraju zamieszkane przez 18% ludności. Łącznie obszar ten liczył ok. 60 tys. km² i blisko 6 mln ludności (93 osoby na km²), z której ponad 80% stanowili mieszkańcy ubogich, przeludnionych wsi. W tym rejonie szczególnie widoczne było rozdrobnienie gospodarstw rolnych i wynikające z niego przeludnienie agrarne, a nadmiar siły roboczej (ukryte bezrobocie) szacowano tam na 400–700 tys. osób"

Pomimo pewnego sukcesu budowy COP i dziesiątków lat rozwoju gospodarczego nie zatarły się wcale zaszłości historyczne – region po dziś dzień usiany jest długimi, wijącymi się wioskami których ludność sięga nawet 4000 mieszkańców (!) [3].



Mapy województw: małopolskiego i podkarpackiego. Widoczny rozdźwięk pomiędzy wielkością miast wojewódzkich na korzyść stolicy Małopolski, a także większy stopień rozproszenia ludności na Podkarpaciu – opracowanie własne, dane ludnościowe wybranych miast podane w zaokrągleniu w tys mieszkańców na podstawie [4] i [5]

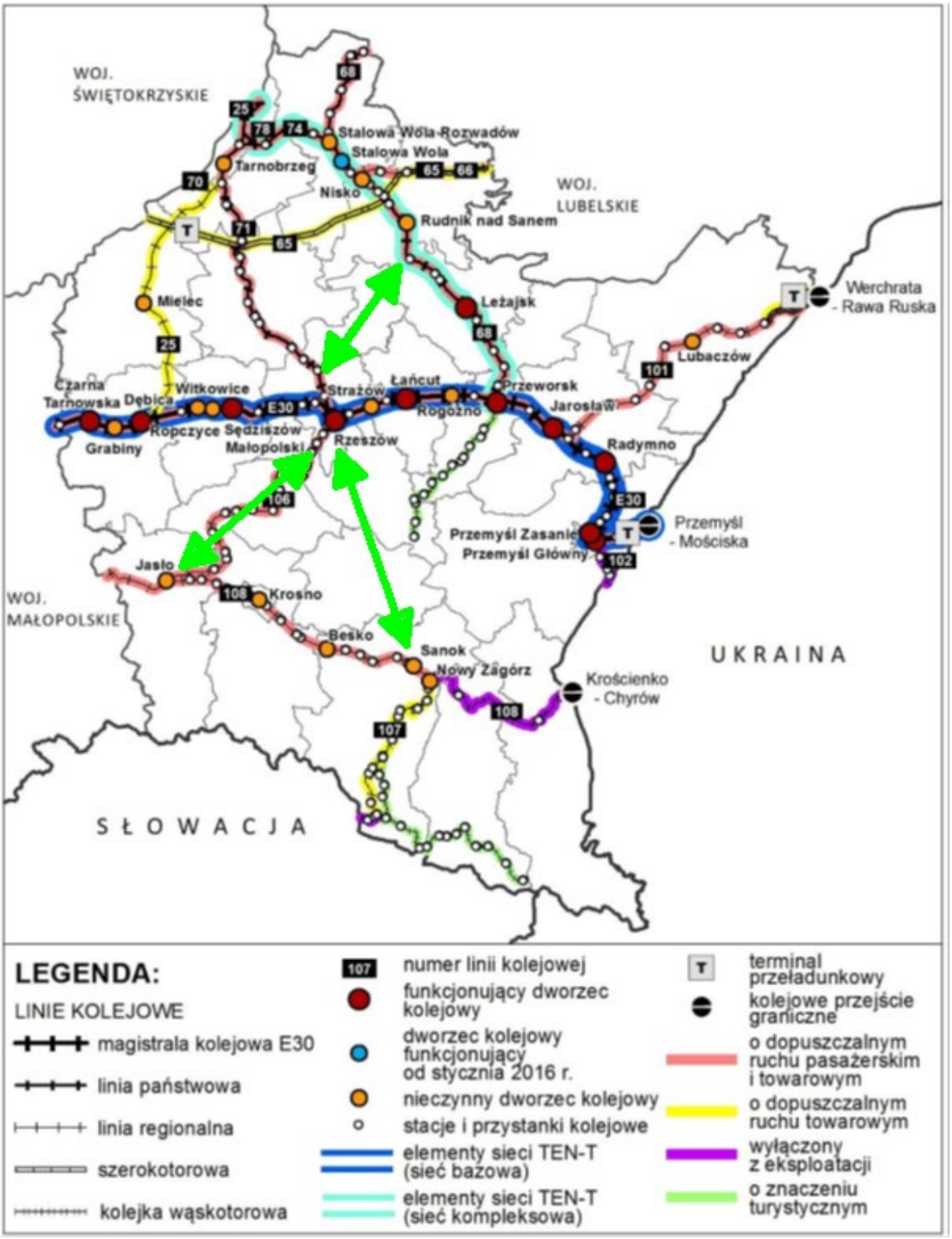
W rezultacie większość ludności żyje tutaj na wsi. Wskaźnik urbanizacji Województwa podkarpackiego wynosi 41,4% [5] i jest najniższy w kraju. W Małopolsce ten wskaźnik wynosi odpowiednio 48,7% [4].

2.2. Wpływ CPK na Województwo podkarpackie.

Ze względu na peryferyjny charakter Województwa, rozproszoną strukturę osadniczą, brak znaczących ośrodków przemysłowych – przez długie lata kolej na Podkarpaciu była szczególnie zaniedbywana. W ciągu ostatnich lat tylko stan linii nr 91 Kraków – Medyka uległ znaczącej poprawie dzięki gruntownej modernizacji, a rewitalizacji poddano linie 106 i 71. Podobnie rzecz ma się z infrastrukturą towarzyszącą, tj. dworcami, parkingami itp.

Mimo wszystko sama sieć kolejowa jest dosyć gęsta i stanowi to dobrą podstawę do dalszego rozwoju. Głównym połączeniem realizowanym w ramach I Etapu kolejowego pierwiastka CPK jest linia Łętownia – Rzeszów (strzałka w kierunku północno – wschodnim z Rzeszowa), jeden z kilku „spinaczy" mających w sposób efektywny ekonomicznie połączyć Rzeszów z Warszawą.

Znowu jednak ze względu na policentryczną strukturę nie sposób zapewnić poprawnego dojazdu na południowe rubieże Województwa polegając tylko na dojeździe do Rzeszowa. Temu z kolei mają służyć nowe linie kolejowe na południe; jedna z Rzeszowa do Sanoka, druga do Jasła.



Stan istniejący infrastruktury Województwa podkarpackiego wg [7]

Rezultat tej ogólnokrajowej inwestycji może się okazać zbawienny nie dla pasażerów chcących dotrzeć do CPK ale paradoksalnie dla tych dojeżdżających na co dzień do Rzeszowa. Obecny stan połączeń jest iście fatalny, co pokazuje poniższa macierz:

MOF		Rzeszów	Krosno	Przemyśl	Tarnobrzeg	Stalowa Wola	Dębica-Ropczyce	Mielec	Jarosław-Przeworsk	Sanok-Lesko
		DOSTĘPNOŚĆ DROGOWA								
Rzeszów	DOSTĘPNOŚĆ KOLEJOWA		słaba	słaba z perspekty-wą poprawy	słaba	słaba z perspekty-wą poprawy	bardzo dobra	słaba	bardzo dobra	słaba
Krosno		bardzo słaba		bardzo słaba	bardzo słaba	bardzo słaba	słaba	słaba	słaba	bardzo dobra
Przemyśl		słaba z perspek-tywą poprawy	bardzo słaba		bardzo słaba	bardzo słaba	słaba z perspekty-wą poprawy	bardzo słaba	bardzo dobra	słaba
Tarnobrzeg		słaba	bardzo słaba	bardzo słaba		bardzo dobra	słaba	dobra	bardzo słaba	bardzo słaba
Stalowa Wola		bardzo słaba	bardzo słaba	bardzo słaba	bardzo dobra		słaba z perspekty-wą poprawy	słaba	słaba	bardzo słaba
Dębica-Ropczyce		słaba z perspek-tywą poprawy	bardzo słaba	bardzo słaba z perspekty-wą poprawy	bardzo słaba	bardzo słaba		bardzo dobra	słaba z perspekty-wą poprawy	bardzo słaba
Mielec		brak	brak	brak	brak	brak	brak		słaba z perspekty-wą poprawy	bardzo słaba
Jarosław-Przeworsk		bardzo dobra	bardzo słaba	bardzo dobra	bardzo słaba	bardzo słaba	słaba z perspekty-wą poprawy	brak		słaba
Sanok-Lesko		bardzo słaba	słaba	bardzo słaba	bardzo słaba	bardzo słaba	bardzo słaba	brak	bardzo słaba	

Ocena dzisiejszych połączeń komunikacyjnych pomiędzy Miejskimi Obszarami Funkcjonalnymi [7]. Jakość połączeń kolejowych widocznie gorsza od drogowych

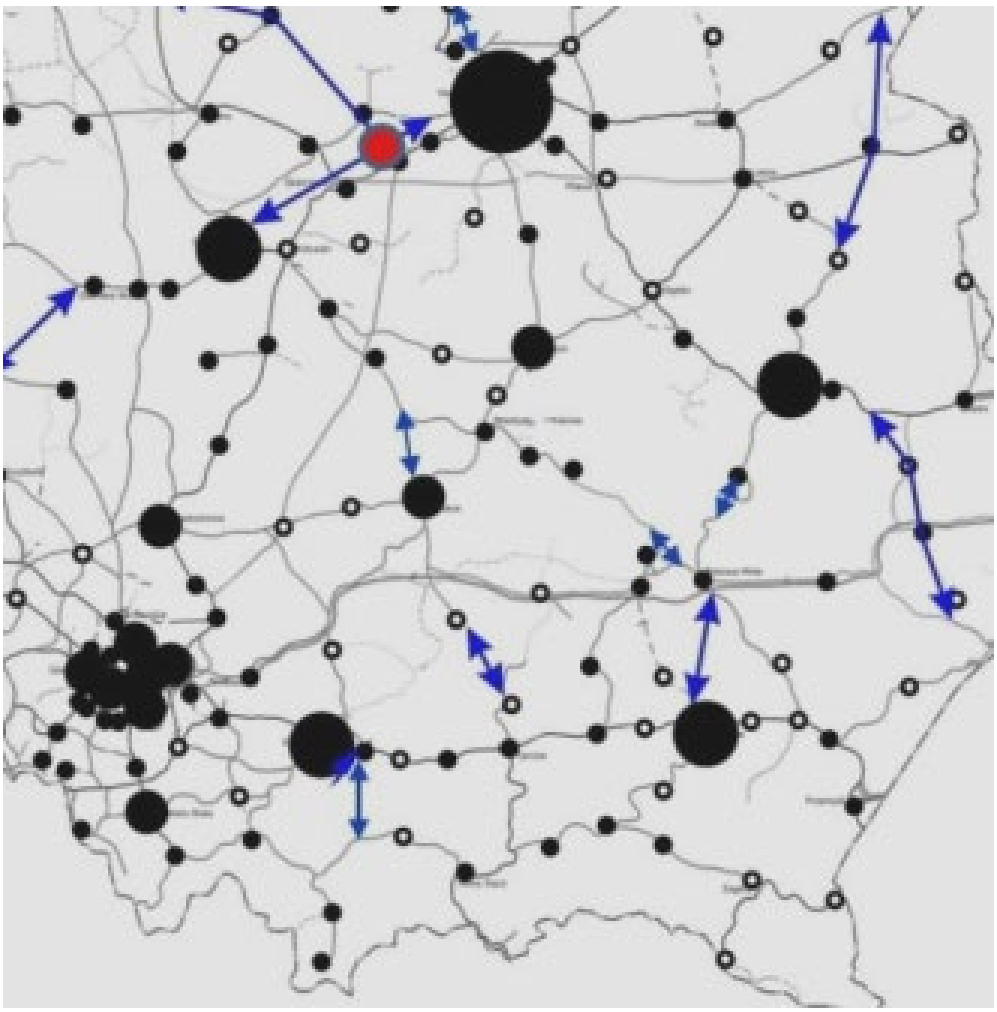
Dla poprawnego zrozumienia należy dodać że macierz „powyżej diagonali" to połączenia drogowe – o przyzwoitej, ciągle polepszającej się jakości. Część „poniżej" diagonali to połączenia kolejowe – i wszechobecna czerwień nie jest tutaj przypadkowa. Niemniej dzięki przyszłym inwestycjom ten stan rzeczy może ulec znaczącej poprawie.

3. CPK a Małopolska.

Struktura osadnicza w Województwie małopolskim zasadniczo charakteryzuje się istnieniem dużego, dominującego ośrodka miejskiego którego nazwę każdy z nas pamięta dzięki słowom baśni o niejakim Szewczyku Dratewce – czyli Krakowa.

Dzisiaj jednak dzięki istnieniu Centralnej Magistrali Kolejowej można dojechać pociągiem z Krakowa do Warszawy w około 2h, przy możliwym dalszym skróceniu czasu podróży. Autor taką właśnie podróż odbył w maju 2019 roku.

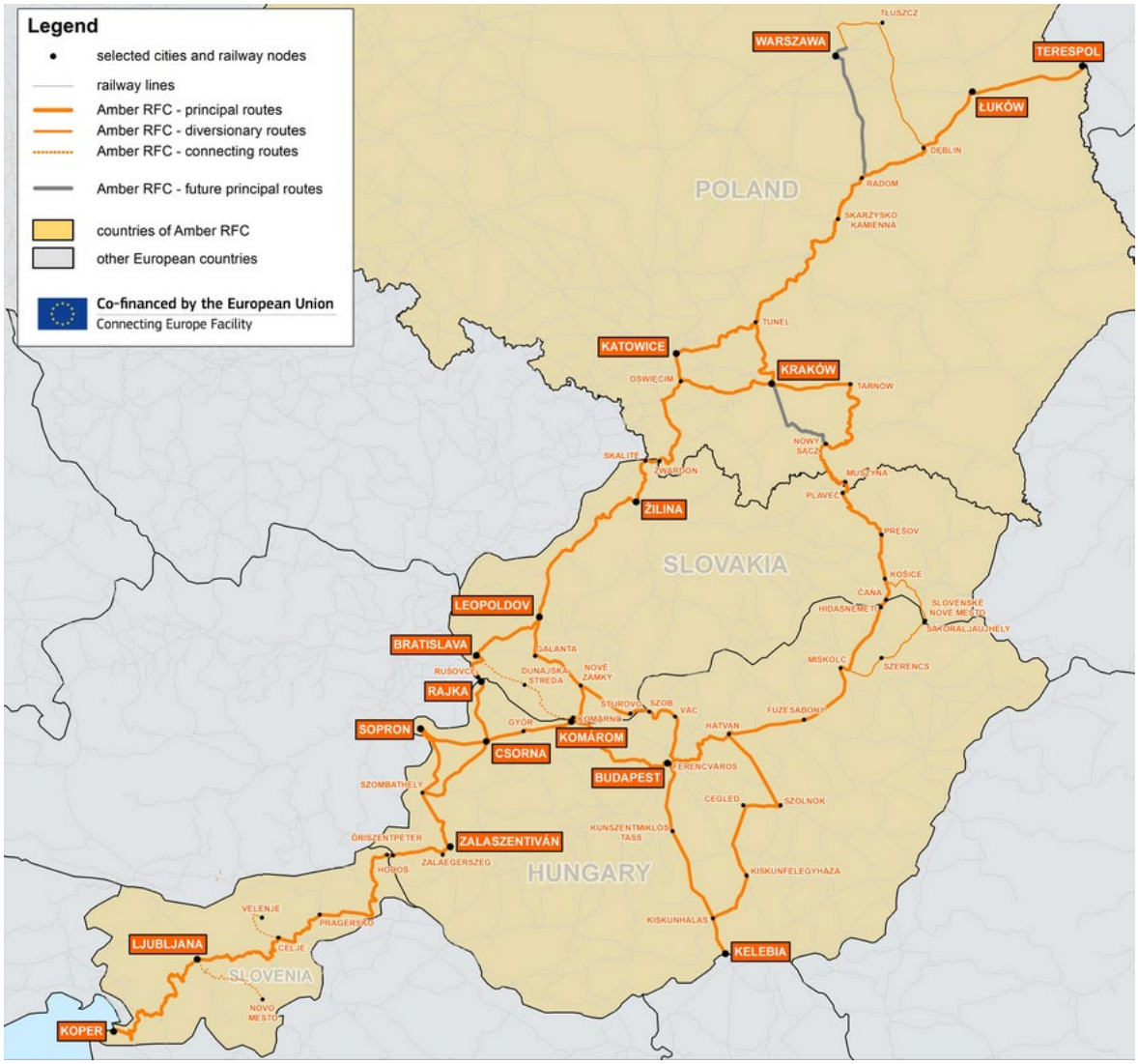
Problem może pojawić się gdy zwrócimy oczy bardziej na południe. Czas dojazdu pociągiem z popularnego Zakopanego do Krakowa to około 2,5 - 3 godzin, przy czym dystans do pokonania (147km) jest 2 razy krótszy niż droga z Krakowa Głównego do Warszawy Centralnej (292km).



„spinacze sieci" południowej Polski wg [8]

Tutaj właśnie pojawia się sens budowy nowej linii kolejowej nr 104 Podłęże – Piekiełko (krótka strzałka z Krakowa na południe). Co ciekawe sam pomysł pojawił się już dawno, przed powstaniem idei budowy CPK. Pomysł budowy jest na pierwszy rut oka trywialny – ot, przeciągnąć kreskę na mapie, nie dłuższą niż 60 km. Wykonanie tego zadania w praktyce okazuje się o wiele trudniejsze, albowiem musimy przeprowadzić linię kolejową o prędkości projektowej 160 km/h w niekorzystnym, górzystym terenie. Aby uzmysłowić sobie rozmiary inwestycji, warto przytoczyć następujące dane dotyczące linii nr 104 [11]:

- - budowa 8 estakad o łącznej długości 7,79 km,
- - budowa 11 tuneli o łącznej długości 11,82 km,
- - koszt budowy 58,47 km linii kolejowych – niemal **7 000 000 000** złotych.



Linia nr 104 jako element „Amber Rail Freight Corridor" czyli nowego kolejowego bursztynowego szlaku [12]

Jako ciekawostkę można przytoczyć fakt że linia ta ma stanowić element wschodniej odnogi nowego projektowanego europejskiego korytarza transportowego RFC 11 pod roboczą nazwą Amber - czyli bursztyn.

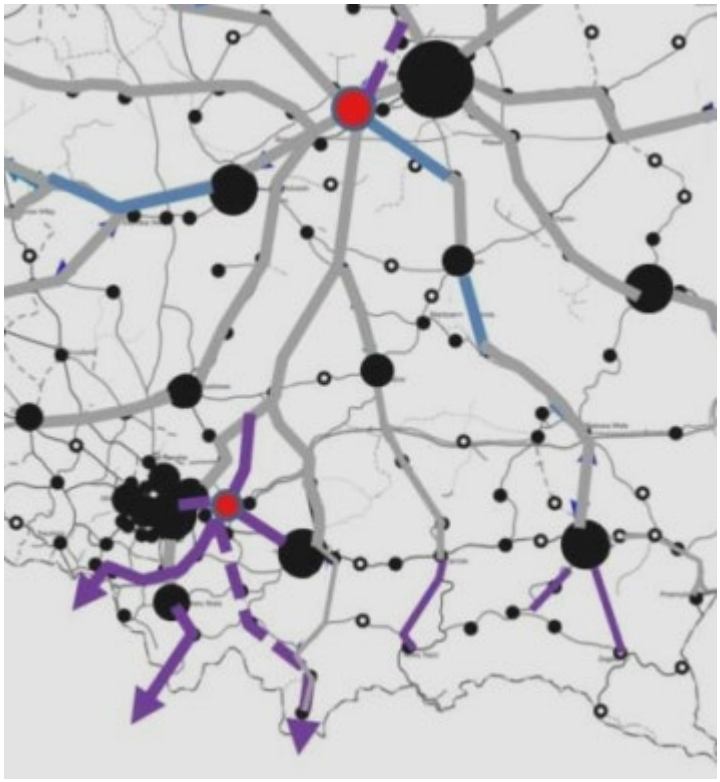
Kolejnym ze spinaczy jest odcinek między Buskiem – Zdrojem a Żabnem na pograniczu województw; świętokrzyskiego i małopolskiego. Stworzy on wraz z nowym odcinkiem Końskie – Kielce oraz istniejącymi już odcinkami alternatywny dla CMK i linii 104 korytarz transportowy na południe Warszawa – Kielce – Tarnów – Nowy Sącz.

4. Idea CPK na Górnym Śląsku.

Sam Górny Śląsk jest książkowym wręcz przykładem policentrycznej konurbacji, nie jest więc zatem realne dotarcie do każdego potencjalnego pasażera bezpośrednio do CPK – zadanie to powinno się pozostawić lokalnej infrastrukturze, skupiając się na mieście o którym utarło się mówić jako o stolicy Śląska – Katowicach.

W dzisiejszych czasach infrastruktura transportowa w Województwie śląskim ma się, ogólnie rzecz ujmując, całkiem dobrze. Tyczy się to zarówno dróg samochodowych, choćby nowobudowanej autostrady A1 z Czech na północ i wielu innych dróg szybkiego ruchu, jak i dróg kolejowych które w ostatnim czasie przeżywają burzliwy okres rewitalizacji.

Pozytywnego obrazu całości dopełnia wybudowana w latach 70-tych i ciągle ulepszana Centralna Magistrala Kolejowa zapewniająca szybkie połączenie z Warszawą, a w przyszłości – CPK. Dlatego też według [8] Województwo śląskie nie skorzysta w I Etapie rozwoju sieci kolejowej budowanej na potrzeby CPK, ponieważ nie ma takiej potrzeby.



Etap II rozwoju sieci kolejowej południowej Polski wg [8]

Inaczej sprawa się na w przypadku II etapu rozbudowy sieci, w planach realizowanego do 2030 roku – tutaj to właśnie Górny Śląsk, a właściwie mówiąc językiem rozporządzenia „Metropolis Południowa" będzie największym beneficjentem.

I tak po kolei Rada Ministrów przewiduje realizację kolejnych inwestycji:

a) Przedłużenie CMK na południe do LK nr 93 (Zebrzydowice – Oświęcim – Trzebinia) – budowa 61 km nowej linii kolejowej + modernizacja 40 km LK 93 do 160 km/h,

b) Budowa nowej linii kolejowej pomiędzy Krakowem a Katowicami o długości 65 km,

c) Budowa nowego centrum przesiadkowego na skrzyżowaniu uprzednio wymienionych linii, obsługującego Metropolis Południową czyli Górny Śląsk i Kraków,

d) Budowa połączenia z czeskim Bohuminem przez Jastrzębie Zdrój – 32 km,

e) Bardzo śmiała koncepcja budowy odgałęzienia z CMK w okolicach wymienionego już węzła przesiadkowego do Zakopanego a nawet dalej – tunelem pod Tatrami – na południe przez Słowację aż do Budapesztu – 98 km nowej linii kolejowej w Polsce – realizacja nastąpi tylko w przypadku decyzji o budowie nowego korytarza transportowego.

Daje to razem przeszło 100 km lub przeszło 200 km nowych linii kolejowych w domyśle budowanych jako linie wysokich prędkości.

5. Podsumowanie.

Idea budowy CPK jest bardzo śmiałym i kompleksowym przedsięwzięciem. Choć jej prawdopodobnym bezpośrednim impulsem jest wyczerpująca się powoli przepustowość lotniska na Okęciu [8] to jako rozwiązanie przyjęto wielki, ogólnokrajowy program integracji dalekobieżnego transportu zbiorowego w Polsce. O rozmachu inwestycji mogą świadczyć koszty szacowane w 2017 roku na około 38 mld zł [8].

Co najważniejsze, nie będą to pieniądze wydane „punktowo", a obejmą najdalsze krańce Polski – jako priorytet przyjęto tutaj właśnie działanie w najbardziej zaniedbanych przez historię i kolejne rządy obszarach. W dalszej perspektywie snuje się bardzo śmiałe wizje wiodącej roli CPK nie tylko jako hubu krajowego ale i międzynarodowego – szczególnie dla państw Grupy Wyszehradzkiej.

Niestety można znaleźć tutaj i łyżkę dziegciu – autorzy do lamusa wrzucili pomysł budowy kolei dużych prędkości z prawdziwego zdarzenia, którego główną arterią miała być tzw. Linia „Y" o prędkości projektowej 300 -350km/h z Warszawy przez Łódź, Kalisz do Wrocławia i Poznania z perspektywiczną dalszą budową do Berlina (z Poznania) oraz Lipska/Drezna i Pragi (z Wrocławia).

Z planów tych pozostała mniej więcej realizacja połowy „Y" i to przy założonej prędkości min 200km/h. Zmieniły się też priorytety – z kierunku zachodniego rząd skierował żagle na wiatr z południa.

Pozostaje na koniec życzyć nam wszystkim powodzenia w realizacji tego przedsięwzięcia oraz przestrzec przed marginalizowaniem nowych połączeń dużych prędkości jako potencjalnej „Centralnej Kolejki Dojazdowej do CPK" gdyż na co dzień Polacy jeżdżą i będą jeździć częściej do miast sąsiednich niż na lotnisko.

Bibliografia:

[1] D. Wacznadze – „Mapa Samochodowa i Stanu Dróg w Polsce na rok 1936/37" – Zakład Graficzny W. Cukrzyński i Spółka WARSZAWA

[2] https://pl.wikipedia.org/wiki/Centralny_Okręg_Przemysłowy - dostęp - 15.12.2018r.

[3] https://pl.wikipedia.org/wiki/Giedlarowa - dostęp - 15.12.2018r.

[4] https://pl.wikipedia.org/wiki/Województwo_małopolskie dostęp - 15.12.2018r

[5] https://pl.wikipedia.org/wiki/Województwo_podkarpackie dostęp - 15.12.2018r

[6] https://www.flickr.com/ dostęp - 16.12.2018r

[7] „Program Strategiczny Rozwoju Transportu Województwa Podkarpackiego do roku 2023" – Rzeszów, grudzień 2015

[8] Uchwała Rady Ministrów z dnia 7 listopada 2017 w sprawie przyjęcia Koncepcji przygotowania i realizacji inwestycji Port Solidarność - Centralny Port Komunikacyjny dla Rzeczypospolitej Polskiej

[9] „Studium Wykonalności dla projektu „Budowa Podmiejskiej Kolei Aglomeracyjnej – PKA" – Etap III, wersja 4.2 – Maj 2017

[10] www.bazakolejowa.pl – dostęp 24.12.2018r.

[11] http://podleze-piekielko.pl/o-inwestycji/ - dostęp 18.05.2019r.

[12] https://rfc-amber.eu/ - dostęp 18.05.2019r.

SYTUACJA TRANSPORTU KOLEJOWEGO W WYBRANYCH PAŃSTWACH UNII EUROPEJSKIEJ

Katarzyna Gawlak
Politechnika Śląska

Wstęp

Państwa członkowskie Unii Europejskiej różnią się od siebie pod wieloma względami. Między innymi charakteryzują się odmienną historią, systemem sprawowania rządów, bogactwem kulturowym, a także aspektami związanymi z ukształtowaniem powierzchni czy klimatem. Obecnie dążąc do wyrównania warunków życia oraz rozwoju gospodarczego na przestrzeni Unii Europejskiej, państwa członkowskie realizują wspólną politykę na wielu płaszczyznach. Jednym z zasadniczych sektorów, dla którego opracowane są jednolite cele i działania jest transport. 28 marca 2011 r. Komisja Europejska opublikowała Białą Księgę zatytułowaną: Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i oszczędnego zasobowo systemu transportu[27].

Dokument w dużej mierze odnosi się do sektora transportu kolejowego, przedstawiając go jako rozwiązanie niskoemisyjne, bardziej bezpieczne w porównaniu do innych gałęzi transportu. Przy tym wyraźnie wskazując na jego niewykorzystany potencjał. Jednym z celów strategicznych przedstawionych w Białej Księdze jest stworzenie jednolitego europejskiego obszaru kolejowego, który zakłada ujednolicenie techniczne, administracyjne oraz prawne krajowych rynków kolejowych. Jednym z założeń jest stworzenie multimodalnych korytarzy transportowych, które pozwolą przenieść znaczną część przewozów towarów na odległość powyżej 300 km (w perspektywie 2050 r. – 50%), wykonywanych obecnie transportem samochodowym na bardziej ekologiczne środki transportu, w tym przewozy szynowe. Sytuacja powinna podobnie wyglądać w przewozach osobowych, gdzie infrastruktura punktowa powinna łączyć różne systemy transportowe, stając się tym samym platformą połączeń multimodalnych dla pasażerów. Kolejnym ważnym aspektem, który odnosi się zarówno do ruchu pasażerskiego jak i towarowego jest przyłączenie wszystkich lotnisk sieci bazowej do infrastruktury transportu kolejowego. Aspektem skupiającym się na przewozach pasażerskich jest znaczne wydłużenie sieci kolei dużych prędkości. Takie działanie pozwoli

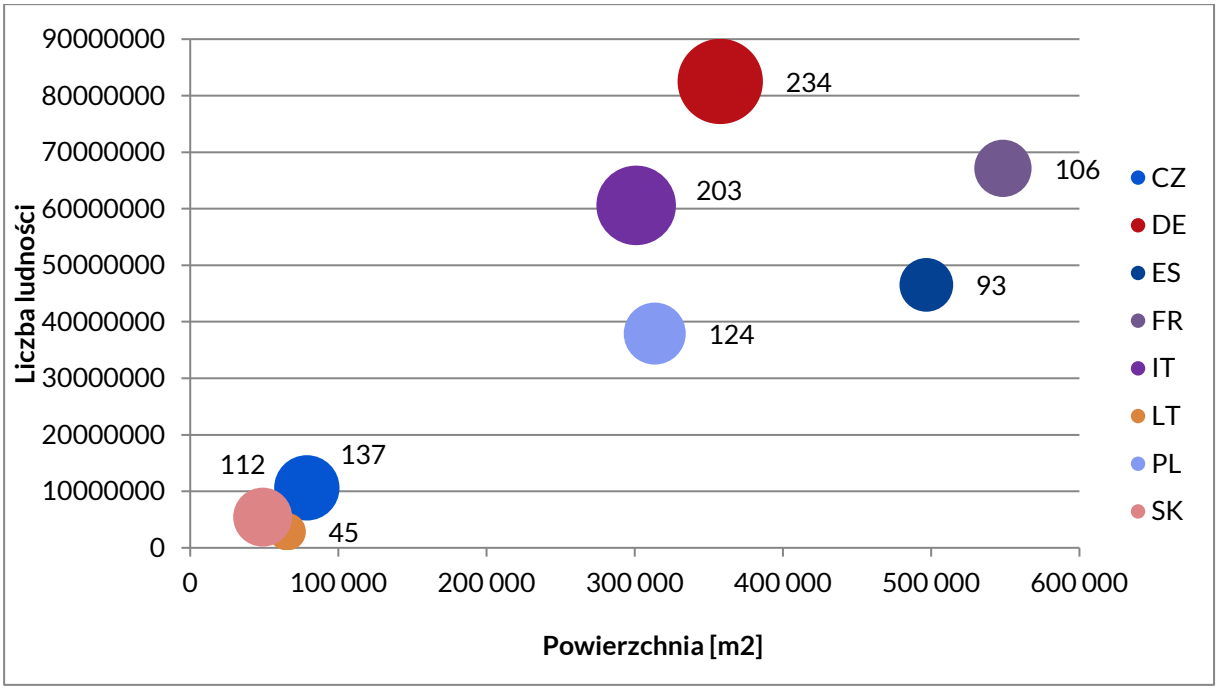
[27]Komisja Europejska: Biała Księga Transportu: Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego z oszczędnego zasobowo systemu transportu, Luksemburg 2011 r.

na poprawę konkurencyjności tego środka transportu w stosunku do przewozów indywidualnych i przeniesienie większości podróży na omawiany transport zbiorowy[28].

Celem artykułu jest zaprezentowanie wybranych danych oraz wskaźników, które pozwolą na przedstawienie podobieństw oraz różnic w systemach transportu kolejowego państw członkowskich Unii Europejskiej. Spośród 28 państw członkowskich w analizie zaprezentowano osiem z nich: Czechy (CZ), Niemcy (DE), Hiszpanię (ES), Francję (FR), Włochy (IT), Litwę (LT), Polskę (PL) oraz Słowację (SK). Ze względu na obszerność tematu, porównanie będzie skupiało się na dostępnej infrastrukturze szynowej oraz aspektach związanych z ruchem pasażerskim.

1. Charakterystyka wybranych państw europejskich

Punktem wyjściowym analizy będzie przedstawienie podstawowych danych, które pozwolą na porównanie państw uwzględniając ich powierzchnię, demografię czy sytuację gospodarczą.



Rysunek 1 Gęstość zaludnienia w roku 2017. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat

Wybrane państwa należące do Unii Europejskiej charakteryzują się bardzo zróżnicowaną wielkością powierzchni oraz liczbą ludności. Punktem wspólnym do porównań może być gęstość zaludnienia. Litwa posiada najmniejszą populację, a zaraz po Słowacji również najmniejszą powierzchnię, wśród omawianych państw. Współczynnik gęstości

[28]Ibidem, str. 6-12

wynosi 45 os./1km^2 i jest ponad 5 razy mniejszy niż w Niemczech, które reprezentują drugą wartość brzegową - 234os/1km^2.

Tabela 1. PKB per capita według parytetu siły nabywczej pieniądza

Wskaźnik	PKB per capita (PSN)	Indeks PKB per capita (PSN) (EU28=100)
EU28	30000	100
CZ	26800	89
DE	37100	124
ES	27000	92
FR	31000	104
IT	28900	96
LT	23500	78
PL	20900	70
SK	22900	76

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat

Produkt Krajowy Brutto (PKP) per capita jest miarą aktywności gospodarczej przypadającą na jednego mieszkańca. Ze względu na różnice wynikające z odmiennych poziomów cen oraz braku wspólnej waluty dla wszystkich państw, nie jest wskaźnikiem, który umożliwia porównania w skali międzynarodowej. Dopiero uwzględnienie parytetu siły nabywczej (PSN), który zapewnia, że PKB poszczególnych państw jest wyceniane na jednym poziomie cen pozwala na przedstawienie różnic w rzeczywistej wielkości gospodarki[29].

Wśród analizowanych państw, tylko Niemcy i Francja posiadają wartość PKB per capita wg PSN powyżej średniej wspólnoty europejskiej. Zgodnie z tym wskaźnikiem, w roku 2017 Polska charakteryzowała się najmniejszą zagregowaną wartością dóbr i usług finalnych wytworzonych przez narodowe i zagraniczne czynniki produkcji w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Tab. 1 wskazuje, że było to o 30 punktów procentowych mniej niż średnia europejska.

2. Infrastruktura liniowa

Parametry techniczne infrastruktury liniowej na przestrzeni Unii Europejskiej są różne. Niezgodność można zauważyć w rozstawie szyn, napięciu trakcyjnym czy systemach sterowania ruchem kolejowym. Jednym z celów strategicznych w zakresie transportu szynowego, jest stworzenie w pełni interoperacyjnego systemu kolejowego, który umożliwi swobodne poruszanie się pociągów pomiędzy poszczególnymi państwami. W artykule nie uwzględniono różnic wynikających z różnorodnych własności technicznych, tylko skupiono

[29]Eurostat: Purchasing power parities
https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/prc_ppp_esms.htm (data dostępu 16.05.2019 r.)

się na przedstawieniu liczbowym aktualnie eksploatowanej sieci kolejowej w każdym z państw.

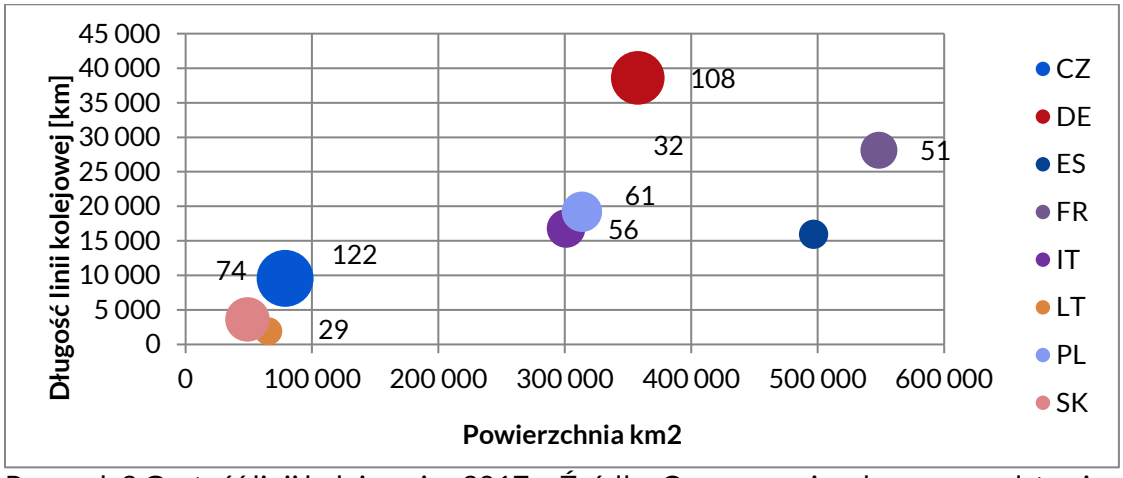
Analizowane kraje wspólnoty europejskiej znacząco różnią się pod względem zajmowanej powierzchni. Z tego powodu porównanie dostępnej infrastruktury kolejowej powinno opierać się na gęstości linii kolejowej (tab. 2, rys. 2).

Tabela 2 Dane dotyczące kolejowej infrastruktury liniowej w 2017 r.

Państwo	Długość torów [km]	Długość linii kolejowej [km]	Gęstość linii kolejowej [km/km2]
CZ	15 519	9 567	121,58
DE	67400	38 594	107,92
ES	21 853	15 949	32,11
FR	50 000	28 120	51,28
IT	24435	16 788	55,79
LT	2 336	1 911	29,23
PL	37 195	19 209	61,28
SK	3 626	3 626	74,16

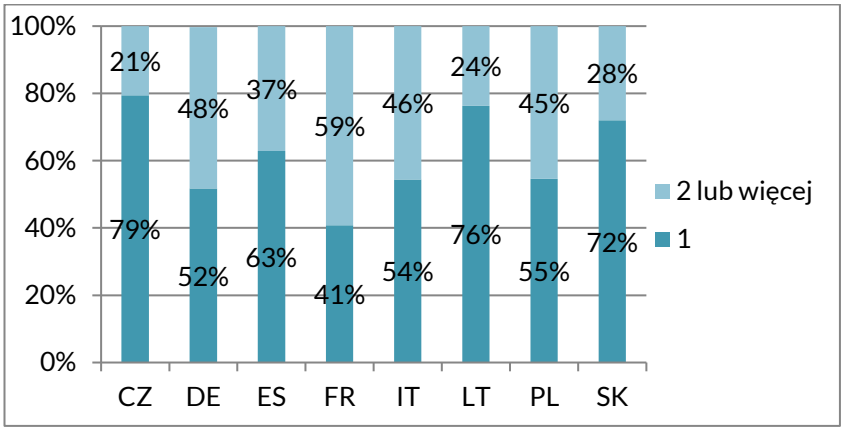
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat

Czechy, które są jednym z najmniejszych państw w grupie badawczej, charakteryzują się najwyższym wskaźnikiem gęstości wynoszącym 122 km linii na 1000 km^2 powierzchni kraju. Wysokim współczynnikiem (108 km linii na 1000 km^2) odznaczają się również Niemcy. Pomimo dużej powierzchni, mają bardzo dobrze rozwiniętą sieć kolejową i zajmują drugie miejsce w zestawieniu. Zdecydowanie najgorzej rozwiniętą sieć kolejową pod względem gęstości znajduje się na Litwie oraz w Hiszpanii. Włochy i Polska są państwami, które posiadają bardzo podobną do siebie wielkość powierzchni oraz długość linii kolejowych, co przekłada się na zbliżoną wartość współczynnika gęstości wynoszącą odpowiednio 61 i 56 km linii kolejowej na 1000 km^2.



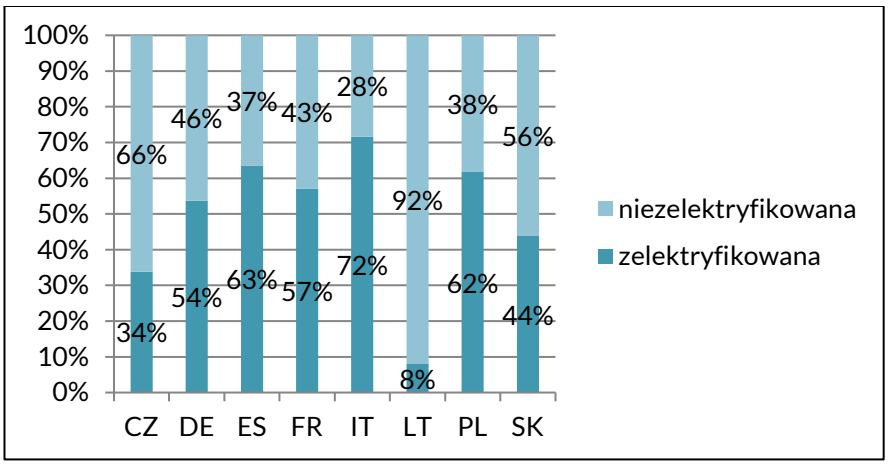
Rysunek 2 Gęstość linii kolejowej w 2017 r. Źródło: Opracowanie własne na podstawie Eurostat

W wybranych państwach dominują linie jednotorowe (rys. 3). Tylko we Francji ponad połowa (59%) linii kolejowych posiada 2 lub więcej torów. Najmniejszy udział linii dwu torowych można zauważyć wśród państw Europy Środkowo-Wschodniej. Jedynie Polska osiąga zbliżone wartości do osiąganych przez państwa wysoko rozwinięte gospodarczo takiej jak Niemcy, Francja czy Włochy. Rozbudowa linii do większej liczby torów znacznie zwiększa jej przepustowość, co pozwala na większą liczbę uruchamianych pociągów w ciągu dnia.



Rysunek 13 Udział procentowy długości linii o różnej liczbie torów w całkowitej długości linii kolejowych w 2017r. Źródło: Opracowanie własne na podstawie Eurostat.

Warto również zwrócić uwagę na poziom elektryfikacji sieci kolejowej wśród wybranych państw Europy (rys. 4). Elektryfikacja linii kolejowej wpisuje się w plan zrównoważonego rozwoju transportu, mający na celu ochronę środowiska naturalnego. Największa konieczność wyprawiania pociągów spalinowych znajduje się na Litwie, gdzie tylko 8% sieci kolejowej jest zelektryfikowana. Można zauważyć ogólną zależność, iż sieć kolejowa należąca do państw Europy Zachodniej jest w większym stopniu zelektryfikowana, we wszystkich krajach współczynnik ten przekracza 54%. Wśród analizowanych państw Europy Centralnej i Wschodniej, tylko Polska może dołączyć do grupy tych państw, ponieważ na 62% sieci kolejowej może poruszać się tabor zasilany energią elektryczną.



Rysunek 4 Udział procentowy linii zelektryfikowany i niezelektryfikowanych w całkowitej długości linii kolejowych w 2017 r. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat.

3. Wykorzystanie infrastruktury kolejowej na rzecz przewozów pasażerskich

Do zbadania efektywności wykorzystania kolejowych przewozów pasażerskich skorzystano ze wskaźnika odzwierciedlającego liczbę wykonanych przejazdów transportem kolejowym przez statystycznego mieszkańca danego państwa[30].

Tabela 3 Wykorzystanie przewozów kolejowych przez statystycznego mieszkańca

Państwo	2013		2017		Dynamika wskaźnika 2017/2013
	Liczba pasażerów [w tyś.]	Wskaźnik wykorzystania kolei	Liczba pasażerów [w tyś.]	Wskaźnik wykorzystania kolei	
CZ	174189	16,4	182724,0	17,2	5%
DE	2612764	31,7	2831443,0	34,3	8%
ES	558625	12,0	593605,0	12,8	6%
FR	1164822	17,3	1277479,0	19,0	10%
IT	814517	13,4	848757,0	14,0	4%
LT	4346	1,5	4176,0	1,5	-4%
PL	257461	6,8	293048,0	7,7	14%
SK	45946	8,5	74916,0	13,8	63%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Eurostat i Common Safety Indicators Database

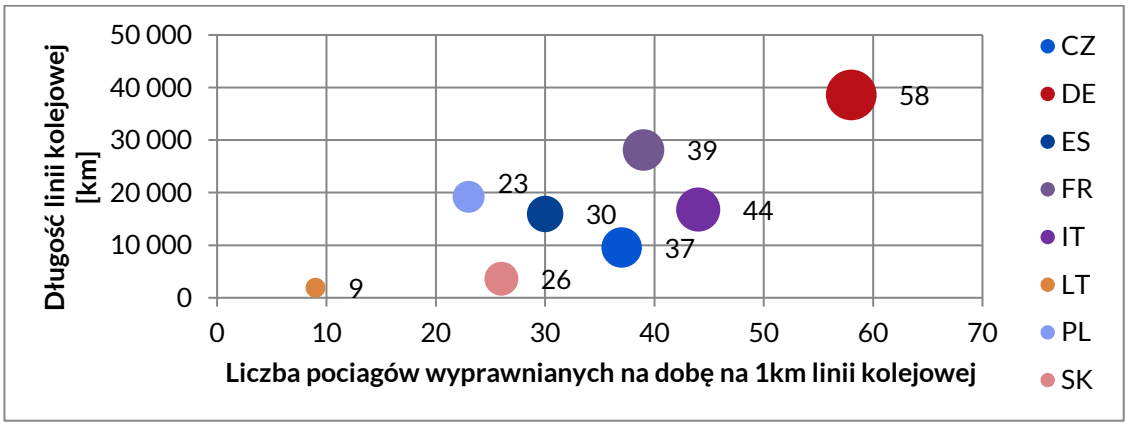
Wśród badanych państw zdecydowanie najwięcej podróży kolejowych w ciągu roku wykonuje mieszkaniec Niemiec. Statystycznie w 2017 r. wsiadał do pociągu 34 razy. Drugie miejsce z liczbą podróży przypadającą na przeciętnego mieszkańca mniejszą o 15 zajmuje Francja, gdzie jeden mieszkaniec wykonuje średnio 19 podróży w ciągu roku. Najrzadziej do pociągu wsiadają Litwini, którzy odbywają 1,5 podróży pociągiem w ciągu roku, tam też odnotowano ujemną dynamikę wskaźnika na poziomie -4%.

Dynamika wskaźnika dla większości państw kształtuje się w zakresie od 4 do 10%. Zdecydowanie wybija się wynik Słowacji, gdzie na przełomie obserwowanych lat wskaźnik wykorzystania kolei wzrósł o ponad 60%, co wskazuje, że obecnie w ciągu roku przeciętny mieszkaniec Słowacji wykonuje o 5 podróży pociągiem więcej niż miało to miejsce w 2013 r.

Inną miarą obrazującą niewykorzystany potencjał linii kolejowych wybranych państw UE jest liczba pociągów wyprawionych na dobę w przeliczeniu na 1 km linii kolejowej (rys. 5). W Niemczech, gdzie długość linii kolejowej jest najdłuższa, przeciętnie w ciągu doby wyprawiano również największą liczbę pociągów pasażerskich (średnio 58). Analizując wykres można zauważyć, że Polska odznacza się dużym niewykorzystanym potencjałem linii kolejowej przez operatorów kolejowych. Chociaż długość infrastruktury liniowej pozycjonuje ją na 3 miejscu, to liczba pociągów rozpoczynających swój bieg wynosi 23 i jest

[30]Urząd Transportu Kolejowego: Wykorzystanie i potencjał kolejowych przewozów pasażerskich w Polsce, Warszawa kwiecień 2017 r. Wskaźnik wykorzystania obliczany jest na podstawie ilorazu liczby pasażerów i liczby mieszkańców danego państwa.

bardzo niska w porównaniu do Włoch, Francji, Czech, w których omawiany wskaźnik intensywności wykorzystania linii kolejowych wynosi odpowiednio 44, 39, 37 pociągów na dobę. Przewoźnicy kolejowi obsługujący sieć kolejową w Polsce wyprawiają średnio w ciągu doby o 3 mniej pociągi pasażerskie, niż ma to miejsce na Słowacji, gdzie długość sieci kolejowej jest ponad czterokrotnie krótsza.



Rysunek 5 Średnia liczba pociągów wyprawianych w ciągu doby w przeliczeniu na 1 km linii kolejowej w 2017r. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat i IRG-rail Martket Monitoring Report 2017

Tab. 4 przedstawia dane odnośnie liczby pasażerów i pasażerokilometrów w dwóch okresach czasu (2013 r. i 2017 r.). Można zauważyć pozytywny trend wskazujący na to, że oprócz Litwy, w każdym państwie kolej cieszy się coraz większą popularnością i współczynnik dynamiki przyrostu liczby pasażerów jest na poziomie dodatnim. Słowacja, która była wspominana już wcześniej, jako państwo o największym wskaźniku dynamiki wykorzystania kolei przez statystycznego mieszkańca (tab. 3 : 63%), odnotowuje też najwyższą dynamikę odnoszącą się całkowitej liczby pasażerów (13%). W pozostałych państwach dynamika oscylowała w granicach 1-3,30%.

Tabela 4 Całkowita liczba pasażerów i pasażerokilometrów w 2013 i 2017 r.

Państwo	Całkowita liczba pasażerów [tyś]		Współczynnik dynamiki 2017/2013	Praca przewozowa pasażerokilometrów]		Współczynnik dynamiki 2017/2013
	2013	2017		2013	2017	
CZ	174 189	182 724	1,20%	7 512	9 403	5,77%
DE	2 612 764	2 831 443	2,03%	89 450	95 529	1,66%
ES	558 625	593 605	1,53%	23 660	27 469	3,80%
FR	1 164 822	1 277 479	2,33%	90 485	96 690	1,67%
IT	814 517	848 757	1,03%	47 707	52 778	2,56%
LT	4 346	4 176	-0,99%	391	409,264	1,15%

PL	257 461	293 048	3,29%	16 453	20 120	5,16%
SK	45 946	74 916	13,00%	2 485	3 754	10,86%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Eurostat i Common Safety Indicators Database

W tab.5 za pomocą kolorów (żółty oraz zielony), podzielono państwa na dwie grupy. Kolor żółty reprezentuje państwa, dla których dynamika liczby pasażerów była mniejsza niż dynamika pracy przewozowej. Oznacza to, że dla przeciętnego pasażera zwiększyła się liczba przejechanych kilometrów, co odzwierciedla się wykonywaniem podróży na dłuższą odległość. Przeciwieństwem są państwa zaznaczone kolorem zielonym, gdzie liczba pasażerów rosła szybciej. Prowadzi to do wniosku, iż wykonywano więcej podróży o charakterze krótkodystansowym.

4. Bezpieczeństwo na przejazdach kolejowo-drogowych

Europejskie prawo nie nakłada na państwa członkowskie obowiązku raportowania wszystkich wypadków kolejowych mających miejsce na ich terytorium. Do Agencji Kolejowej Unii Europejskiej (ang. European Union Agency for Railways – EURA) muszą być zgłoszone dane dotyczące znaczących wypadków (w których zawarte są również wypadki poważne) oraz inne wybrane zestawienia zgodne z europejską regulacją. Do grupy tej należą między innymi wspólne wskaźniki bezpieczeństwa (ang. Common Safety Indicators - CSI) odnośnie wypadków. Za dostarczenie raportu zobowiązane są Krajowe Władze Bezpieczeństwa (ang. National Safety Auhorities -NSA). W Polsce funkcję tą pełni Prezes Urzędu Transportu Kolejowego, który jest obsługiwany przez Urząd Transportu Kolejowego[31].

Znaczący wypadek kolejowy jest pojęciem szerszym niż poważny wypadek kolejowy, który zgodnie z wytycznymi regulacji europejskiej wchodzi w jego ramy. Zgodnie z Dyrektywą 2004/49/EC znaczący wypadek to każdy wypadek, w którym uczestniczy przynajmniej jeden pojazd kolejowy będący w ruchu z przynajmniej jedną ofiarą śmiertelną lub ciężko ranną, lub powodujący znaczne szkody (w wartości przynajmniej 150 mln euro) w taborze, torach kolejowych, instalacjach, środowisku bądź długotrwałym zawieszeniu ruchu (zgodnie z instrukcją PKP PLK S.A powyżej 6 godzin[32]). Wypadki mające miejsce w magazynach, warsztatach, miejscach postojowych nie są uwzględnianie w zestawieniu.

Dane o znaczących wypadkach dzieli się na różne kategorie są to m.in. wykolejenia, kolizje, pożar taboru. Osobną kategorią są wypadki na przecięciach jednopoziomowy drogi

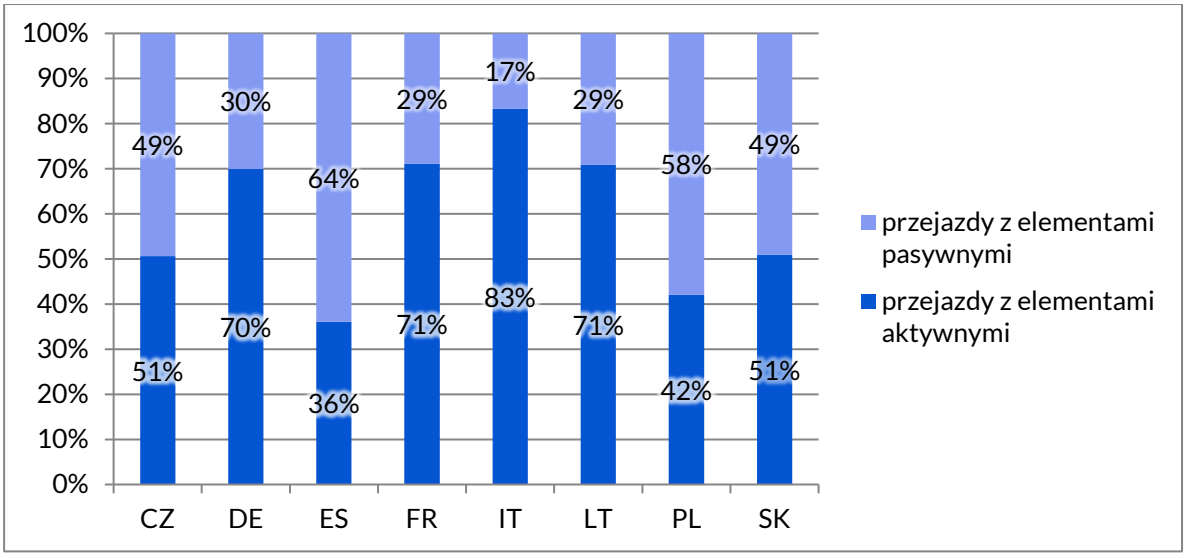
[31]Agencja Kolejowa Unii Europejskiej: Railway Safety In the European Union Safety overview 2017, Luksemburg 2017

32 PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.: Instrukcja o postępowaniu w sprawach poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym Ir-8, Warszawa

kołowej, szlaku pieszego bądź rowerowego z drogą kolejową [33], które zgodnie z Przewodnikiem omawiającym wskaźniki CSI[34], podzielone są na dwie grupy:

- z elementami pasywnymi (pionowe i poziome oznakowanie drogowe). W Polsce przejazdy kategorii D oraz część przejść kategorii E,
- z elementami aktywnymi, które informują użytkownika o zbliżającymi się pojeździe szynowym. Do urządzeń tych należą: sygnalizacja świetlna i akustyczna, rogatki). W Polsce przejazdy kategorii A, B, C oraz część przejść kategorii E.

Przejazdy kolejowo-drogowe z aktywnym system zabezpieczeń kierowców są bezpieczniejszym rozwiązaniem. Patrząc na udział procentowy (rys. 6.) w poszczególnych krajach, można zauważyć, że są rozwiązaniem dominującym. Tylko w Polsce i Hiszpanii ich udział jest mniejszy niż 50% i wynosi odpowiednio 42% i 36%. Z powodu różnej długości poszczególnych sieci kolejowych, całkowita liczba przejazdów i przejść kolejowo-drogowych nie jest miarodajnym wskaźnikiem do porównań



Rysunek 6 Udział procentowy przejazdów kolejowo-drogowych z pasywnymi i aktywnymi elementami w całkowitej liczbie przejazdów kolejowo-drogowych. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat i IRG-rail Market Monitoring Report 2017

Z tego powodu wykorzystano wskaźnik gęstości, który pokazuje średnią odległość pomiędzy przecięciami drogi kołowej, szlaku pieszego bądź rowerowego z drogą kolejową (tab. 5). Biorąc pod uwagę obie kategorie przejazdów (pasywne i aktywne), najlepszym wskaźnikiem reprezentuje się Hiszpania, średnio co 5 km występuje przecięcie na styku omawianych systemów transportowych. Wśród państw, w których pociąg statystycznie

33 W dalszej część artykułu stosuje się zamiennie przejazdy kolejowo-drogowe
34 European Railway Agency: Implementation Guidance for CSIs, 2015

napotyka na swojej trasie potencjalnie niebezpieczny punkt co mniej niż 2 km, znajdują się Czechy, Polska, Słowacja oraz Francja. W grupie tych państw Polska jest jednym, w którym pociąg częściej przejeżdża przez przejazd z elementami pasywnymi (średnio co 2,6km) niż z urządzeniami aktywnymi (średnio co 3,6km), który z punktu widzenia bezpieczeństwa jest odpowiedniejszym rozwiązaniem.

Tabela 5 Przejazdy kolejowo-drogowe w 2017 r.

Państwo	Liczba przejazdów kolejowo-drogowych			Średnia odległość pomiędzy przejazdami kolejowo-drogowymi [km]		
	Razem	Z elementami aktywnymi	Z elementami pasywnymi	Wśród wszystkich przejazdów	Z elementami aktywnymi	Z elementami pasywnymi
CZ	8189	4146	4043	1,2	2,3	2,4
DE	13984	9782	4202	2,8	3,9	9,2
ES	3196	1153	2043	5,0	13,8	7,8
FR	17566	12493	5073	1,6	2,3	5,5
IT	5957	4961	996	2,8	3,4	16,9
LT	543	385	158	3,5	5,0	12,1
PL	12833	5392	7441	1,5	3,6	2,6
SK	2102	1070	1032	1,7	3,4	3,5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat i IRG-rail Martket Monitoring Report 2017

Analizy porównawczej liczby wypadków oraz osób poszkodowanych na przejazdach kolejowo-drogowych, dokonano na podstawie wspólnych wskaźników bezpieczeństwa (CSI). Początkowo są one zbierane przez przedsiębiorstwa kolejowe i zarządców infrastruktury, a następnie przekazywane przez krajowe organy bezpieczeństwa do Komisji Europejskiej ds. kolei.

Tabela 6 Znaczące wypadki kolejowe według wskaźników CSI w 2017 r.

Państwo	Liczba przejazdów kolejowo-drogowych	Całkowita liczba znaczących wypadków	Liczba znaczących wypadków na przejazdach kolejowo-drogowych	Udział procentowy wypadków na przejazdach kolejowo drogowych	Średnio na co którym przejeździe odnotowano znaczący wypadek

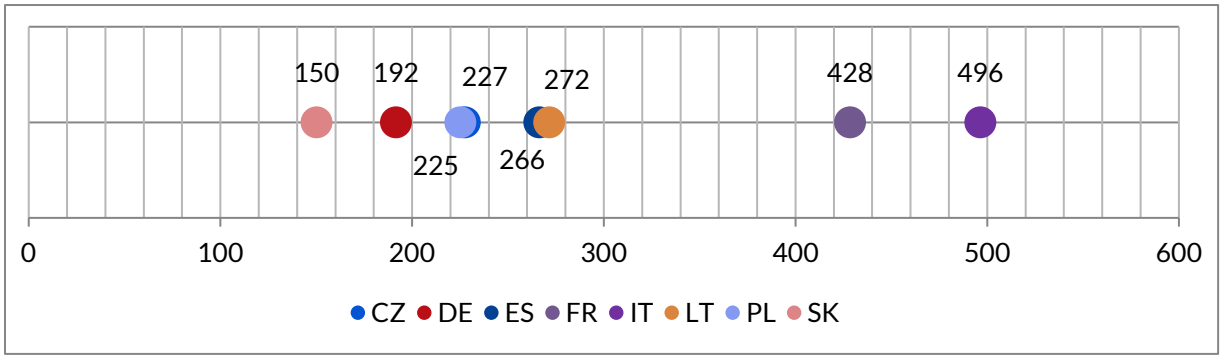
				w stosunku do wszystkich znaczących wypadków [%]	
CZ	8189	227	36	37	227
DE	13984	346	73	21	192
ES	3196	52	12	23	266
FR	17566	151	41	27	428
IT	5957	104	12	12	496
LT	543	27	2	7	272
PL	12833	252	57	23	225
SK	2102	65	14	22	150

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat i European Railway Accident Information Links

W tab. 6 zamieszczono dane dotyczące znaczących wypadków kolejowych w omawianych państwach europejskich. W 2017 r. najwięcej wypadków na przecięciu dróg kolejowych z drogami samochodowymi odnotowano w Niemczech (73), co stanowiło 21% wszystkich znaczących wypadków na sieci kolejowej należącej do tego państwa. Z drugiej strony można spojrzeć na Czechy, dla których udział wypadków na przejazdach kolejowych jest największy i wynosi 37%, jednak ze względu na mniejszą liczbę całkowitą znaczących wypadków, nie przekłada się to na aż tak dużą ich liczbę (w 2017 r. odnotowano ich 36). W większości państw udział procentowy tej kategorii wypadków jest bardzo zbliżony i mieści się w przedziale od 21 do 27%. We Włoszech i Słowacji jest najniższy i wynosi odpowiednio 12 i 7%.

W celu jak najbardziej obiektywnego ocenienia znaczenia wypadków na przejazdach kolejowo-drogowych w państwach europejskich wykorzystano parametr odnoszący się bezpośrednio do liczby przejazdów oraz odnotowanych na nich niebezpiecznych zdarzeń. Pozwoliło to na określenie średnio na co którym przecięciu rozpatrywanych systemów transportowych dochodzi do znaczącego wypadku (rys. 7). W omawianych statystykach najlepiej wypadają Włochy a następnie Francja, gdzie odpowiednio na co 496 i 428 przejeździe kolejowo-drogowym miał miejsce znaczący wypadek kolejowy w 2017 r. Analizując dane przedstawione na rys. 6 możemy zauważyć, że państwa te odznaczają się największym procentem przejazdów kolejowo-drogowych z aktywnym systemem bezpieczeństwa, co potwierdza, słuszność rekomendowania i coraz bardziej powszechnego wykorzystania tego rozwiązania. W zestawieniu najgorzej wypadła Słowacja w 2017 r.

średnio na co 150 przejeździe kolejowo-drogowym odbyła się sytuacja znacząco niebezpieczna.. Pozostałe państwa na rys. 7 tworzą już bardziej zwartą grupę mieszcząc swoje wartości w przedziale od 192 do 272.



Rysunek 7 Średnio na co którym przejeździe kolejowo-drogowym doszło do znaczącego wypadku kolejowego w 2017 r. Źródło: Opracowanie własne na podstawie Eurostat i European Railway Accident Information Links

Kolejnym zagadnieniem odnoszącym się do bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych jest liczba poszkodowanych osób. Zdecydowanie w Niemczech, Francji oraz wPolsce najwięcej osób poniosło śmierć w takich zdarzeniach (Niemcy-44, Francja i Polska-42). Kraje te odznaczają się również dużą liczbą osób ciężko rannych. Zgodnie z tab. 7 w 2017 r. w państwach tych miało miejsce najwięcej wypadków przypisanych do tej kategorii. Odwrotna sytuacja ma miejsce we Włoszech, Słowacji oraz na Litwie, gdzie mała liczba zdarzeń, ma swoje odzwierciedlenie w relatywnie niskiej liczbie osób poszkodowanych.

Tabela 7 Osoby poszkodowane w wypadkach na przejazdach kolejowo-drogowych w 2017 r.

Państwo	Osoby ciężko ranne w znaczących wypadkach[35]			Osoby zabite w znaczących wypadkach[36]		
	Całkowita liczba	Na przejazdach kolejowo-drogowych	Udział procentowy [%]	Całkowita liczba	Na przejazdach kolejowo-drogowych	Udział procentowy [%]
CZ	58	28	48	35	20	57
DE	165	34	21	157	44	28
ES	16	1	6	29	14	48
FR	58	16	28	94	42	45
IT	37	4	11	55	8	15
LT	10	1	10	17	2	12
PL	87	29	33	171	42	25
SK	39	13	33	30	5	17

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Eurostat i European Railway Accident Information Links

[35]Zgodnie z European Railway Agency: Implementation Guidance for CSIs, 2015: osoba ciężko ranna - osoba ranna na skutek wypadku, hospitalizowana przez ponad 24 godziny, z wyłączeniem prób samobójstw.
[36]Zgodnie z European Railway Agency: Implementation Guidance for CSIs, 2015: osoba zabita - osoba, która zmarła na skutek wypadku bezpośrednio lub w ciągu trzydziestu dni po wypadku, z wyłączeniem samobójstw;

5. Połączenia kolejowe stolicy z największymi miastami

Dokonano również analizy oferty przewozowej narodowych przewoźników pod względem konkurencyjności czasowej w stosunku do transportu indywidualnego (tab. 8). Każde państwo zostało zbadane pod tymi samymi kryteriami, połączeń kolejowych stolicy z trzema największymi pod względem ludności miastami[37].

Operatorzy kolejowi działający w krajach Europy Zachodniej oferują bardzo konkurencyjną ofertę przewozową w stosunku do transportu indywidualnego. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu kolei dużych prędkości, które obsługują coraz większą liczbę krajowych połączeń, zarówno na średnio jak długodystansowych połączeniach. W przypadku Francji i Hiszpanii przemieszczenia wykonywane na wybranych trasach pociągiem zajmują średnio dwukrotnie mniej czasu niż przejazd samochodem osobowym.

Tabela 8 Połączenia kolejowe stolicy państwa z największymi pod względem ludności miastami.

Miasto	Odległość od stolicy w linii prostej [km]	Czas przejazdu pociągiem [godz:min.][38]	Czas przejazdu samochodem [godz:min.][39]	Liczba bezpośrednich połączeń kolejowych w ciągu doby[40]
CZ-Czechy – Praga – operator Ceskie Drahy				
Brno	185,55	02:32	01:50	33
Ostrawa	275,43	03:03	03:10	19
Pilzno	80	01:14	01:00	31
DE-Niemcy- Berlin – operator Deutsche Bahn				
Hamburg	252,17	01:43	02:50	25
Monachium	504,15	03:56	04:50	22
Kolonia	474,8	04:49	05:00	12
ES – Hiszpania-Madryt – operator Renefe				
Barcelona	505,76	02:30	05:50	30
Walencja	301,2	01:40	03:00	17
Sewilla	388,9	02:21	04:30	24
FR – Francja- Paryż – operator SNCF				
Lyon	390,76	01:57	04:10	30
Lille	205,42	00:59	02:10	30
Marsylia	658,24	03:05	06:40	25
IT- Włochy – Mediolan - Trenitalia				
Rzym	478,71	02:59	05:10	40

[37]Na podstawie danych Eurostat
[38] Na podstawie rozkładu jazdy poszczególnych operatorów wybrano najkrótsze dostępne połączenie
[39] Na podstawie Google Maps, dla wszystkich miast wyjazd odbywa się w dzień roboczy o godz. 9 :00
[40] Na podstawie rozkładu jazdy poszczególnych operatorów

Neapol	658,8	04:13	06:40	23
Turyn	129,52	01:00	01:30	25
LT – Litwa – Wilno – operator Lietuvos Geležinkeliai				
Kowno	90	01:12	01:05	20
Poniewież	133,28	04:39	01:25	1[41]
Kłajpeda	288	03:48	02:50	5
PL –Polska – Warszawa – PKP Intercity				
Kraków	254,25	02:22	03:04	26
Łódź	112,67	01:15	01:10	29
Wrocław	301	03:30	03:00	14
SK – Słowacja –Bratysława - Železnice Slovenskej Republiky				
Koszyce	313,25	04:47	04:20	18
Preszów	317,5	04:42	04:00	13
Żylina	169,15	01:49	01:50	20

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Google Maps oraz stron internetowych przewoźników kolejowych

Hiszpania charakteryzuje się jedną z najniższych gęstości sieci kolejowej (zgodnie z tab. 2 przedostanie miejsce wśród badanych państw, 32 km linii na 1000 km^2), ale jakość wykonywanych usług jest bardzo wysoka. Duża liczba linii przystosowana jest do ruchu pociągów dużych prędkości, co pozwala na szybkie połączenia pomiędzy największymi miastami państwa iberyjskiego, a przez to wysoką konkurencyjność w stosunku do przemieszczeń samochodowych.

W grupie krajów wysoko rozwiniętych gospodarczo, pierwsze pociągi kolei dużych prędkości (Francja -TGV) zostały wprowadzone już w latach 60 XX wieku. Stopniowo w kolejnych latach dołączały pozostałe państwa Europy Zachodniej: Włochy (lata 80), Niemcy i Hiszpania (lata 90). Litwa, Czechy oraz Słowacja do obsługi pasażerów w dalszym ciągu wykorzystują tylko kolej konwencjonalną. W Polsce, gdzie regularny ruch pociągów, na infrastrukturze przystosowanej do prędkości 200km/h rozpoczął się w 2014 r., można zauważyć, że zgodnie z założeniami zrównoważonego rozwoju, stopniowo to kolej staje się czasowo bardziej konkurencyjnym środkiem transportu.

Pozycje zaznaczone kolorem czerwonym (tab. 8) przedstawiają połączenia, dla których wykorzystanie transportu indywidualnego jest korzystniejsze czasowo. W krajach Europy Centralnej i Wschodniej ma to w dalszym ciągu związek z priorytetem rozwoju infrastruktury drogowej, co przekłada się na wieloletnie niedoinwestowanie infrastruktury kolejowej. W krajach tych w dalszym ciągu notuje się również bardzo wysoką dynamikę przyrostu liczby samochodów na 1000 mieszkańców (tab. 9). W Polsce i Słowacji wskaźnik motoryzacji wynosił odpowiednio 37% i 38%, a w Państwach Europy Zachodniej nie przekraczał 10%. W Francji odnotowano

[41] Połączenie z jedną przesiadką, brak połączenia bezpośredniego

współczynnik na poziomie -2%, co oznacza zmniejszającą się liczbę samochodów w badanym okresie.

Tabela 9 Wskaźnik motoryzacji

Państwo	Wskaźnik motoryzacji 2009 r. [liczba samochodów osobowych/ 1000 mieszkańców]	Wskaźnik motoryzacji 2017 r. [liczba samochodów osobowych/ 1000 mieszkańców]	Dynamika wskaźnika 2017/2009
CZ	424	522	23%
DE	510	561	10%
ES	473	504	7%
FR	486	478	-2%
IT	614	62542	2%
LT	-	-	-
PL	434	593	37%
SK	295	408	38%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Eurostat

Podsumowanie

W artykule przedstawiono aktualną sytuację transportu kolejowego dla ośmiu państw Unii Europejskiej. Wykorzystując różnorodne wskaźniki dokonano porównania systemu transportu kolejowego pod względem wybranych aspektów: infrastruktury kolejowej i jej wykorzystania na potrzeby przewozów pasażerskich, bezpieczeństwa na styku z drogowym systemem transportowym, a także dodatkowe porównanie przedstawiające konkurencyjność przewozów kolejowych na wybranych trasach.

Odmienne doświadczenia historyczne poszczególnych państw w dużej mierze przekładają się na ich obecną sytuację gospodarczą oraz społeczną. Ma to swoje odzwierciedlenie w poziomie rozwoju transportu kolejowego. Analizowane państwa można podzielić na grupę krajów Europy Zachodniej, w których kolejowy transport pasażerskich oferuje przewozy kolejami dużych prędkości, z efektywniejszym wykorzystaniem dostępnej infrastruktury szynowej oraz wyższym wskaźnikiem bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych. Z drugiej strony są państwa Europy Centralnej i Wschodniej, których sytuacja kolejowa jest odzwierciedleniem wieloletniego niedoinwestowania sektora kolejowego na rzecz rozwoju infrastruktury drogowej. Pomimo tego, w ostatnich latach można zauważyć wyraźne zmiany oraz optymistyczne trendy przejawiające się między innymi wysoką dynamiką przyrostu pasażerów, wydłużeniem statystycznej podróży odbytej pociągiem, czy zmniejszeniem czasu podróży w wybranych relacjach.

[42] Dane dla roku 2016

Unia Europejska wyznaczając cele strategiczne w postaci Polityki Transportowej, bierze również częściowo na siebie odpowiedzialność za ich realizację w postaci wsparcia finansowego nowych inwestycji. Komisja Europejska w swoim raporcie odnośnie monitorowania rynku kolejowego, wskazuje, że w perspektywie 2014-2020, państwa Europy Centralnej i Wschodniej należą do grupy największych beneficjentów funduszy nakierowanych na rozwój infrastruktury kolejowej[43]. Takie działania Unii Europejskiej niosą za sobą wiele pozytywnych efektów. Rozpatrując kategorie makroekonomicznie prowadzi to do stworzenia jednolitego systemu kolejowego na przestrzeni wszystkich państw oraz wprowadza nowe bodźce do rozwoju gospodarek narodowych. Z mikroekonomicznego punktu widzenia, zwiększa dostępność do zrównoważonych form mobilności, co powoduje pozytywne i proekologiczne zmiany postaw transportowych wśród pojedynczych mieszkańców poszczególnych państw.

[43]Komisja Europejska, Rail Market Monitoring (RMMS), luty 2019 r.
https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/market/market_monitoring_en

Bibliografia

1. Agencja Kolejowa Unii Europejskiej: Railway Safety In the European Union Safety overview 2017, Luksemburg 2017
2. Agencja Kolejowa Unii Europejskiej: Implementation Guidance for CSIs, 2015
3. Engelhardt J.: Sektor kolejowy w polityce transportowej Unii Europejskiej, edu-Libri, Kraków-Legionowo 2018
4. European Railway Accidents Information Links, https://erail.era.europa.eu/
5. Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/home
6. Independents Regulators' Group –Rail: 7th Annual Market Monitoring Report, kwiecień 2019
7. Kobaszyńska-Twardowska A, Smoczyński P., Kadziński A., Gill A.: Przegląd systemów bezpieczeństwa na przejazdach kolejowo-drogowych, „Autobusy" nr 12, 2017
8. Komisja Europejska: Rail Market Monitoring (RMMS), luty 2019 r. https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/market/market_monitoring_en
9. Parlament Europejski: Dyrektywa 2004/49/WE z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych
10. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.: Instrukcja o postępowaniu w sprawach poważnych wypadków, wypadków i incydentów w transporcie kolejowym Ir-8, Warszawa 2016
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 21 lipca 2015 r. w spawie wspólnych wskaźników bezpieczeństwa
12. Rydzkowski W. (red): Współczesna polityka transportowa, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2017
13. Urząd Transportu Kolejowego: Wykorzystanie i potencjał kolejowych przewozów pasażerskich w Polsce, Warszawa, 2017
14. Urząd Transportu Kolejowego: Sprawozdanie ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego w 2017 r., Warszawa 2018

ODZYSK KRUSZYW NA KOLEI

Mateusz Nowak-Gąsowski, inż. Szymon Pogoda

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Drogowej, Kolejowej i Transportu, Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego

1. Wstęp

Przy budowie nawierzchni klasycznych wykorzystuje się w większości kruszywa łamane pochodzenia naturalnego. Podział ich wykorzystania można uprościć do:

- w górnych warstwach nawierzchni jako podsypkę (kruszywa 31,5/50 do 31.5/63mm) [2]

Kategorie linii	Kruszywo wg PN-B-11114: 1996		
	Rodzaj	Klasa	Gatunek
Magistralna	tłuczeń 31, 5/50	I	1
Pierwszorzędna	tłuczeń 31, 5/50	I	1- podstawowo 2- za zgodą zarządu kolei
Drugorzędna	tłuczeń 31, 5/50	II	1 lub 2
Znaczenia miejscowego	tłuczeń 31, 5/50	II – podstawowo III – wariantowo	2
Pozostałe tory[1) 2) 3)]	tłuczeń 31, 5/50 kliniec żwir	III I - III	2 1 lub 2

[1)] z wyjątkiem stacji rozrządowych zautomatyz., na których stosuje się tłuczeń 31,5/50, klasy 1, gatunku 1 lub 2,
[2)] dopuszcza się stosowanie innych materiałów takich jak żwir czy żużel wielkopiecowy,
[3)] w torach, w których przewiduje się zmechanizowane oczyszczanie podsypki, należy stosować tłuczeń.

- w niższych jako warstwy podbudowy kruszywa łamane o niższym sortymencie (klińce i pospółki według starej nomenklatury).

Przy wyborze materiału skalnego każda norma bądź instrukcja opiera się na[1]:

- rodzaju skał,
- cechach fizycznych skał,
- krzywej uziarnienia powstałego kruszywa.

Najlepsze na podsypki są skały:

- magmowe głębinowe (tj. granity, sjenity, dioryty, gabra) ,
- wylewne (tj. bazalty, porfiry);

ze względu na niższy koszt bądź dostępność stosowane są też skały:

- -osadowe (tj. wapienie, dolomity),

- -metamorficzne (tj. kwarcyty, gnejsy).

Porównanie najważniejszych właściwości wybranych skał [9],[10],[11]:

Nazwa	Gęstość objętościowa [g/cm3]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Nasiąkliwość wagowa [%]	Twardość w skali Mosha
Granit	2,30 - 2,75	100 – 220	0,1 – 0,7	6-7
Bazalt	2,60 - 3,20	160 – 300	0,1 – 0,7	6-8
Dolomit	2,10 – 2,80	60 – 160	0,3 – 0,8	2-4
Kwarcyt	2,30 – 2,75	200 – 300	0,1 – 0,5	7

Rozmieszczenie ww. skał jest nierównomierne w skali kraju i ogranicza się do południowej części Polski oraz okolic Gór Świętokrzyskich. W Polsce oprócz skał magmowych szeroko stosowane są również dolomity i kwarcyty.

Przy doborze kruszyw do niższych warstw nawierzchni występuje większa dowolność, ponieważ obciążenia dynamiczne powodowane przez ruch pociągów mają na nie mniej destrukcyjny wpływ

2. Maszyny torowe do oczyszczania, uzupełniania i wymiany podsypki oraz podtorza.

2.1. Oczyszczarki tłucznia

Oczyszczanie polega na wybraniu z toru podsypki tłuczniowej i oddzieleniu od niej podziarna (zanieczyszczeń) i nadziarna (zbyt dużych ziaren) poprzez jej przesianie na sitach przesiewacza. Czynność tą przeprowadza się obecnie metodą zmechanizowaną przy użyciu oczyszczarki tłucznia. Jest ona maszyną główną. Oprócz niej stosowane są maszyny pomocnicze: profilarki ław torowiska, zgarniarki tłucznia, wagony do transportu odsiewek i wagony do transportu nowej podsypki.

Zabrudzona podsypka wybierana jest z toru za pomocą belki podtorowej, która połączona jest z łańcuchem wybierakowym. Potem przetransportowana jest do przesiewacza, gdzie następuje oddzielenie podziarna i nadziarna. Za pomocą przenośników taśmowych odsiewki są przemieszczane do wagonów samowyładowczych. Oczyszczoną podsypkę wsypuje się w tor.

Mechanizm oczyszczania podsypki tłuczniowej

Głównym zespołem roboczym oczyszczarki tłucznia jest przesiewacz wibracyjny, którego zadanie polega na oddzieleniu od zanieczyszczonej podsypki podziarna i nadziarna. W tym celu przesiewacz powinien być wyposażony w trzy poziomy sit o różnych wymiarach oczek. Pierwsze oddziela nadziarno (80 mm), drugie zatrzymuje część oczyszczonego tłucznia (50 mm), trzecie zaś umożliwia oddzielenie zanieczyszczeń i grysu (30 mm).

2.2. Zestawienie maszyn [5],[6]

- Oczyszczarka tłucznia OT-400

Maszyna przeznaczona do czyszczenia podsypki tłuczniowej na torach szlakowych i stacyjnych stosowana w procesach średnich i kapitalnych napraw torów. Szerokość czyszczenia 4150 mm, max głębokość czyszczenia 500 mm od spodu podkładu. Maksymalna wydajność oczyszczania toru do 400 m3/h. Obsługa 3 operatorów. Maszyna samojezdna.

Wydajność teoretyczna [m^3/h]	400m^3/h
Głębokość oczyszczania pod podkładami	max. 500 mm
	min. 250 mm
Szerokość oczyszczania [mm]	max. 4150 mm
	min. 3840 mm
Rozstaw toru [mm]	1435 mm
Ilość osi napędowych przy jeździe roboczej	4
Ilość osi napędowych przy jeździe transportowej	2
Prędkość jazdy roboczej	50-400 m/h
Prędkość jazdy transportowej (własnej)	55 km/h

Wymiary gabarytowe	
Długość całkowita	27400 mm
Szerokość	2800 mm
Wysokość	4580 mm
Rozstaw osi w wózku	1850 mm
Średnica koła tocznego	960 mm
Minimalny promień łuku	150 m
Ciężar całkowity	60 t
Obsługa	3 osoby
Agregat prądotwórczy	200 kVA
Moce silników napędowych	
Łańcucha wybierakowego	90-100 kW
Jazdy transportowej	132 kW
Przesiewacza	18,5 kW
Elektrobębnów	11 kW
Sprężarki powietrza	22 kW
Hamulec pneumatyczny typu	Oerlikon

Oczyszczarka tłucznia typu OT-84.00

Oczyszczarka tłucznia typu OT-84 jest samojezdną całkowicie hydrauliczną maszyną torową, przeznaczoną do czyszczenia podsypki tłuczniowej nawierzchni kolejowej. Maszyna jest przystosowana do oczyszczania pełnej warstwy podsypki tłuczniowej bez naruszania konstrukcji toru w procesie technologicznym naprawy głównej lub średniej na liniach: magistralnych, pierwszorzędnych i drugorzędnych. Oczyszczarka może współpracować z pociągiem do transportu odsiewek typu PTO-200C lub transporterami materiałów sypkich typu TMS-40, służącymi do odbioru i wywozu zanieczyszczeń z miejsca pracy maszyny.

Szerokość toru	1 435 mm
Długość całkowita ze zderzakami	29620 mm
Rozstaw czopów wózków	23000 mm
Rozstaw osi wózków	1 800 mm
Średnica toczna kół	920 mm

Min. Promień roboczy	230 m
Min. Promień jazdy	150 m
Max. Wzniesienie toru (bez obciążenia dodatkowego)	40‰
Wydajność maksymalna	650 m^3/h
Szerokość wybierania podsypki	4,15 do 4,40 m
Głębokość maksymalna wybierania podsypki od główki	0,9 m
Grubość minimalna wybierania podsypki pod podkładem	0,26 m
Maksymalna prędkość jazdy roboczej	2400 m/h
Moc silnika spalinowego	653 kW
Ciężar całkowity maszyny	105,5 t

- Oczyszczarka tłucznia OT-800

Maszyna przeznaczona do czyszczenia podsypki na torach szlakowych i stacyjnych. Stosowana w średnich i kapitalnych remontach nawierzchni torowej. Maksymalna głębokość oczyszczania 500 mm od podkładu. Maksymalna wydajność czyszczenia 600 m3/h. Maszyna posiada mechanizm podnoszenia i nasuwania toru, zasobnik na tłuczeń oraz system wprowadzania czystego tłucznia pozwalający na uzyskanie obniżenia toru o 150 do 200 mm oraz system pomiarowy dla utrzymania parametrów położenia belki podtorowej. Obsługa 4 osoby. Maszyna samojezdna.

Wydajność maksymalna	600m^3/h
Szerokość wybierania podsypki	4,15 do 4,40 m
Głębokość maksymalna wybierania podsypkiod	0.9 m
Grubość minimalna wybierania podsypki pod	0.25 m
Szybkość łańcucha wybierakowego	0 do 3.5 m/s
Moc napędu łańcucha wybierakowego	250 kW
Wysokość maksymalna podnoszenia toru	200 mm
Maksymalna wielkość nasuwania toru	200 mm
Maksymalna prędkość jazdy roboczej	2700 m/h
Minimalny promień łuku toru	150 m
Maksymalna prędkość jazdy transportowej	80 km/h
Dopuszczalna prędkość w składzie pociągu	80 km/h

Źródło mocy	silnik wysokoprężny z
Wymiary gabarytowe	
Długość całkowita między zderzakami	42.90 m
Maksymalna szerokość	3.10 m
Maksymalna wysokość	4.60 m
Masa całkowita	ok. 128 t

- Oczyszczarka stacjonarna OS-1

Oczyszczarka stacjonarna OS-1 jest niesamojezdną maszyną torową przeznaczoną do stacjonarnego oczyszczenia podsypki tłuczniowej wybranej uprzednio z nawierzchni torowej. Jest ona przystosowana do odbioru zanieczyszczonego tłucznia z ładowarki o szerokości łyżki do 3,5 m na wysokość minimalną 3,3 m. Posiada także bezstopniową regulację przyjętego urobku na przenośnik taśmowy o szerokości taśmy 1 m, przekazujący go dalej na sita przesiewacza wstrząsowego. Po oczyszczeniu tłuczeń odrzucany jest poprzez zsyp i przenośnik taśmowy, a odsiewki poprzez drugi przenośnik - na pryzmę lub środki transportowe. Oczyszczarka przystosowana jest do zasilania z sieci energetycznej lub zespołu prądotwórczego o mocy 60 kW, zapewniając wydajność ok. 400 m3/h.

Maksymalna wydajność maszyny	400 m^3/h
Wysokość zasypnika od główki szyny	3,3 m
Szerokość zasypnika	3,5 m
Odległość sypania oczyszczonego tłucznia od osi	6 m
Wysokość sypania czystego tłucznia ok.	3,5 m
Przesiewacz	dwupoziomowy, o kołowej charakterystyce drgań
Częstotliwość drgań	18,5 Hz
Wielkość oczek sit - dolnych	25 x 25 mm
Kąt nachylenia sit - zmienny	15 i 20 (stopnie)
Zapotrzebowanie mocy ok.	50 kW
Długość całkowita ze zderzakami	19,5 m
Wysokość całkowita	4,6 m

- Zgarniarka ZTU-300

Zgarniarka ZTU-300 jest maszyną samojezdną przeznaczoną do prowadzenia prac przy budowie i remontach szlaków kolejowych. Przy jej pomocy można m.in. kształtować pryzmę tłuczniową, wygarniać tłuczeń z toru na pobocze, przemieszczać tłuczeń z jednej strony na drugą itp. Napęd zgarniarki zasilany silnikiem wysokoprężnym o mocy 160 kW współpracującym ze sterowaną elektrohydraulicznie czterobiegową skrzynią biegów, pozwala na samodzielną jazdą z prędkością 80 km/h, natomiast napęd hydrauliczny - na jazdę roboczą z prędkością 1-10 km/h. Do roboczych zespołów konstrukcyjnych maszyny należą: pług centralny, pługi boczne, urządzenie zbierające z obrotową szczotką, dwa poprzeczne przenośniki, przenośnik stromonośny oraz zasobnik tłucznia. Sterowanie jazdą oraz ruchami organów roboczych odbywa się z przestronnej, wentylowanej i ogrzewanej kabiny.

Szerokość toru	1435mm
Długość całkowita ze zderzakami	16540mm
Wysokość maksymalna	3800mm
Szerokość całkowita	3050mm
Średnica toczna kół	920mm
Ilość osi (napędowych)	2(Bo)2
Rozstaw osi	7750 mm
Min. promień jazdy	100 m
Max. wzniesienie toru (bez obciążenia	26 ‰
Moc silnika spalinowego	261 kW
Max. prędkość transportowa z własnego	80 km/h
Max. prędkość jazdy w składzie pociągu	100 km/h
Usprężynowanie	sprężyny śrubowe z tłumikami drgań
Ciężar całkowity maszyny	30 t
Instalacja elektryczna prądu stałego	24V

- Zgarniarki ZT-250 BM

Zgarniarka ZT-250 BM jest maszyną samojezdną przeznaczoną do nagarniania tłucznia z poboczy do osi toru i równomiernego jej rozprowadzenia, kształtowania i profilowania pryzmy tłuczniowej oraz zbierania nadmiaru tłucznia z podkładów i przemieszczania go na pobocze. Do napędu zgarniarki służy silnik wysokoprezny o mocy 147 kW pozwalający na samodzielną jazdę z prędkością 80 km/h oraz na jazdę roboczą z prędkością 15 km/h. Do roboczych zespołów konstrukcyjnych zgarniarki należą: pługi czołowe, pługi boczne oraz urządzenia zbierające z obrotową szczotką i dwoma poprzecznymi przenośnikami. Sterowanie jazdą maszyny oraz ruchami pługów i urządzeniem zabierającym odbywa się z przestronnej, wentylowanej i ogrzewanej kabiny.

Szerokość toru	1520mm
Długość między osiami	10720mm
Długość pojazdu	13050mm
Szerokość pojazdu	3050mm
Wysokość nad główką	3500mm
Rozstaw osi	5850mm
Ciężar	26t
Prędkość jazdy	80 km/h
Prędkość jazdy roboczej	1-12 km/h
Prędkość jazdy w składzie pociągu	80km/h

- Oczyszczarka tłucznia RM 95-800 W

Innowacyjna, wysokowydajna oczyszczarka tłucznia z modułem mycia tłucznia i stacją uzdatniania wody.

	Zespół	Wagon	Wagon
Masa całkowita	*427 t*	*75 t*	*108 t*
Długość	*114 980 mm*	*21 240 mm*	*29 590 mm*
Wysokość	*4 295 mm*		
Szerokość	*3 250 mm*		

Liczba osi	*22*	*4*	*6*
Prędkość maksymalna	*samodzielna jazda: 20 km/h*		
	w składzie pociągu: 100 km/h		
Wydajność oczyszczania / pełne wydobycie podsypki	*do 800 m^3/h*		
Wydajność w trybie mycia	*do 300 m^3/h*		

Właściwości:

- cyfrowy, wielokanałowy rejestrator, zapisujący parametry procesu oczyszczania toru,
- instalacja podwójnych sit z separatorem,
- kruszarka udarowa do ostrzenia zużytego tłucznia,
- wagon z wysokociśnieniowym rotorem myjącym (160 bar),
- instalacja oczyszczania wody do mycia,
- moduł DGS do zagęszczenia tłucznia w obszarze podpór podkładów,
- doprowadzenie nowego tłucznia do optymalnego uzupełnienia oczyszczonego toru,
- maksymalne przesunięcie belki zgarniającej 300 mm,
- zmienna szerokość zgarniania od 3,80 m do 5,50 m..

- Pociąg naprawy podtorza AHM800-R

Maszyna torowa służąca do potokowej wymiany podtorza bez konieczności demontażu toru kolejowego. Maszyna AHM 800-R stanowi element wiodący pociągu do potokowej naprawy podtorza. Pojazd ten współpracuje z przesiewarką podsypki (np. RM80), a także transporterami MFS (np. MFS 40, MFS100). Maszyna została wyprodukowana przez austriacką firmę Plasser & Theurer.

Maszyna AHM 800-R w czasie jednego przejazdu realizuje następujące funkcje:

- wybranie istniejącej warstwy podsypki,

- odtransportowanie materiału do transportera MFS,

- wybranie istniejącej podbudowy,

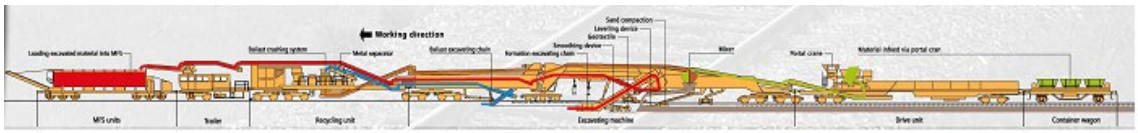
- zabudowa podbudowy (niesort, do 50cm) wraz z układaniem geowłókniny,

- zabudowa podsypki (tłuczeń, do 30cm).

Materiał wydobyty w czasie pracy maszyny jest następnie sortowany, część może zostać odtransportowana "do przodu", na transporter MFS, lub do młyna, w którym materiał jest mielony i następnie w różnych proporcjach wbudowany do warstwy podbudowy toru. Po zakończeniu pracy maszyny konieczne jest podbicie toru w planie i profilu.

Kolejność wykonywania robót:

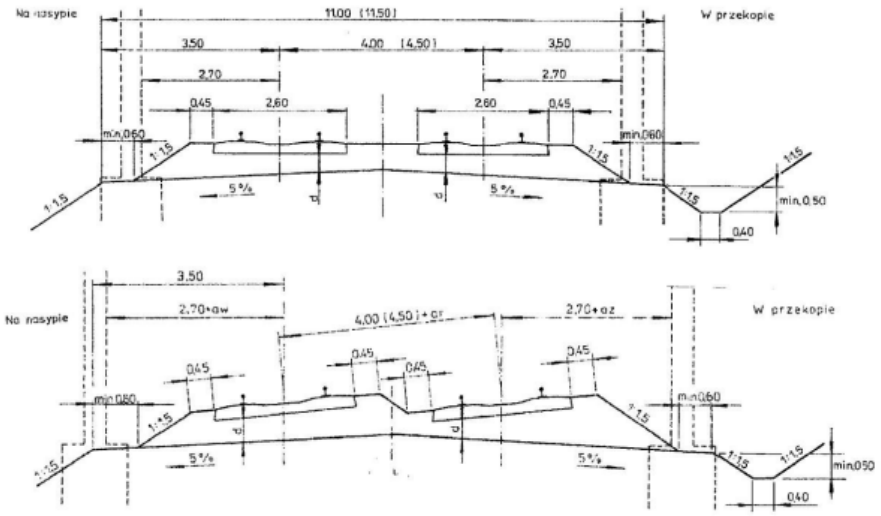
1. Usunięcie warstwy tłucznia za pomocą łańcucha wybierakowego.
2. Usunięcie warstwy ochronnej za pomocą łańcucha wybierakowego.
3. Przesianie i oczyszczenie starego tłucznia.
4. Rozdrobnienie w kruszarce.
5. Domieszanie nowego kruszywa.
6. Ułożenie geotekstyliów na wyrównanym i zagęszczonym torowisku.
7. Wbudowanie materiału jako nowej warstwy ochronnej i zagęszczenie.



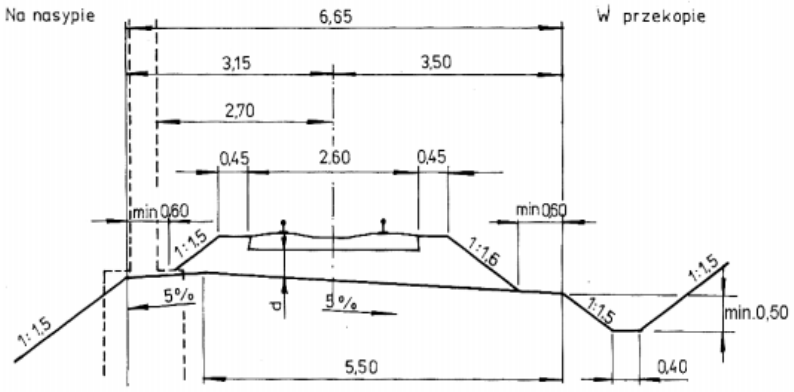
Rysunek poglądowy przedstawiający pracę maszyny AHM800-R.

3. Ilości kruszyw w nawierzchni.

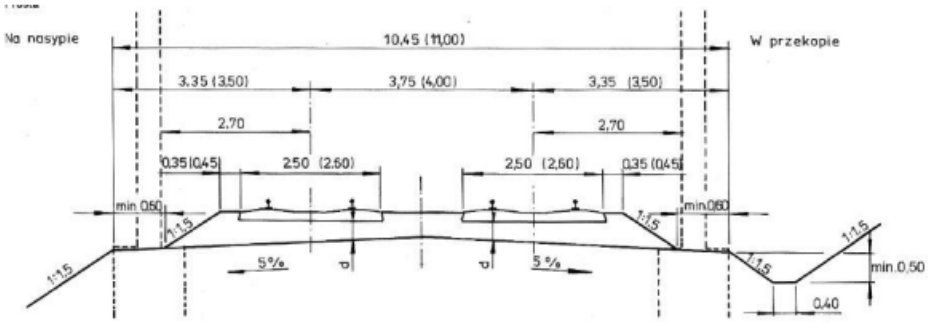
Opracowanie na bazie [1] i [2]



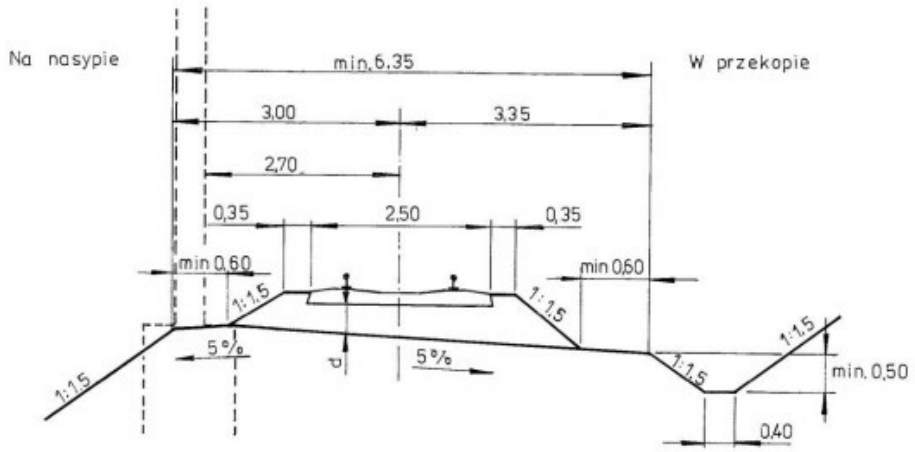
Rys.1 Przekrój poprzeczny nawierzchni i podtorza dwutorowej linii magistralnej i pierwszorzędnej. Rysunek górny – tor na prostej, dolny – tor w łuku.



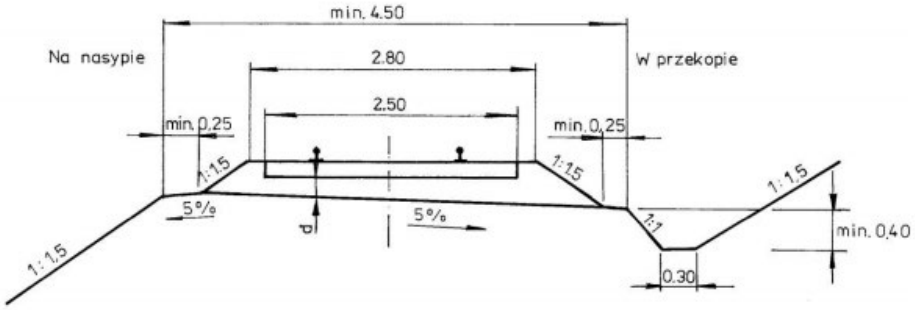
Rys. 2 Przekrój poprzeczny nawierzchni i podtorza jednotorowej linii magistralnej i pierwszorzędnej



Rys. 3 Przekrój poprzeczny nawierzchni i podtorza dwutorowej linii drugorzędnej.
W łuku należy uwzględniać poszerzenie rozstawu toru jak w torach wyższej kategorii.
Wartości w nawiasach dotyczą odcinków linii, po których przewiduje się prowadzenie ruchu pociągów z prędkością większą niż 80 km/h i mniejszą niż 160 km/h



Rys. 4 Przekrój poprzeczny nawierzchni i podtorza jednotorowej linii drugorzędnej



Rys. 5 Przekrój poprzeczny nawierzchni i podtorza jednotorowej linii znaczenia miejscowego.

LINIA	GRUBOŚĆ WARSTWY PODSYPKI [CM]	*GRUBOŚĆ PODSYPKI WRAZ Z PODBUDOWA	OBJĘTOŚĆ PODSYPKI W M3/KM	OBJĘTOŚĆ PODBUDOWY W M3/KM
PIERWSZORZĘDNA DWUTOROWA	30-35*	**40-65	3930-4330	1110-3390
PIERWSZORZĘDNA JEDNOTOROWA	30-35*	**40-65	1880-2130	675-2085
DRUGORZĘDNA DWUTOROWA	20-25	40-65	3020-3420	2130-4340
DRUGORZĘDNA JEDNOTOROWA	20-25	40-65	1340-1560	1310-2700
ZNACZENIA MIEJSCOWEGO	16-20	33-62	1010-1160	794-2066

* Zależne od wytrzymałości gruntu rodzimego. ** Tylko dla podkładów strunobetonowych.

4. Możliwość odzysku kruszyw

Idąc za referatem dr inż. Eugeniusza Skarzyńskiego „Nowe wymagania dla podsypki kolejowej" [7] str. 56. Ogólne dane Vereinigte Schotterwerke GmbH (firmy zajmującej się recyklingiem podsypek dla grupy DB) „Dotychczasowe doświadczenia firmy wykazują, że ze starej podsypki uzyskuje się około 50% tłucznia, 25% klińca, 10% miały oraz 15% odpadów." Gdzie za tłuczeń uznaje się kruszywo 31,5/63,5mm lub 25/63,5mm; za kliniec 10/25mm lub 10/32mm.

Linia	Objętość podsypki w m3/km	Objętość odzyskanej podsypki m3/km	Objętość odzyskanego klińca m3/km
Pierwszorzędna dwutorowa	3930-4330	1965-2165	983-1083
Pierwszorzędna jednotorowa	1880-2130	940-1065	470-533
Drugorzędna dwutorowa	3020-3420	1510-1710	755-855
Drugorzędna jednotorowa	1340-1560	670-780	335-390
Znaczenia miejscowego	1010-1160	505-580	253-290

W warunkach krajowych można spodziewać się uzyskiwania większych ilości klińca i materiału odpadowego, gdyż w wielu przypadkach linie które są poddawane rewitalizacji/modernizacji mają nawierzchnię w bardzo złym stanie. Przykład tor główny zasadniczy nr 1 stacji Ostrowiec Św. (zdjęcie własne):

Przy znacznym stopniu zanieczyszczenia podsypki niemożliwe staje się jej oczyszczenie oczyszczarkami, musi być w takim wypadku wybrana, a ruszt torowy zasypany ponownie. Podsypka taka musi być poddana recyklingowi w węzłach stacjonarnych (przykład firma Vereinigte Schotterwerke GmbH). Koszt odzysku podsypki w takim węźle wynosi 42% kosztów zakupu nowego materiału. Jest to jednak rozwiązanie lokalne, ponieważ zwiększona odległość od węzła generuje koszty transportu mas podsypki.

5. Teoretyczne przykłady prawidłowej gospodarki odzysku kruszyw.

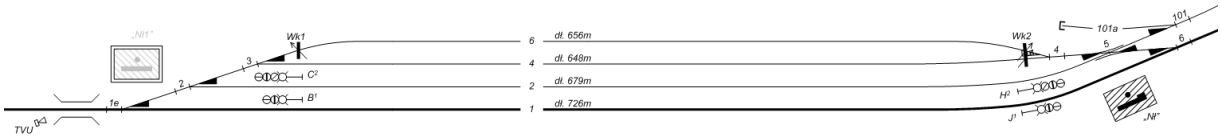
Na potrzeby obliczeń zakłada się średnią gęstość nasypową podsypki 2,7 t/m3. **Rewitalizacja linii drugorzędnej jednotorowej z nawierzchnią na podkładach strunobetonowych z pomocą podsypki uzyskanej z modernizacji linii magistralnej.** Podsypka wybrana z linii magistralnej wprost wykorzystywana jest do uzupełnienia warstwy podsypki na linii drugorzędnej po jej mechanicznym oczyszczeniu. Wysiewki z oczyszczania toru linii drugorzędnej są poddawane recyklingowi w węźle, a uzyskany kliniec zabudowany w tory dodatkowe stacji Nałęcz.

Szlak Nałęcz-Końskie (lk 25) dł. 6,083 w osiach stacji, dla uproszczenia obliczeń zakłada się jego długość 5km.

- Zapotrzebowanie na tłuczeń na szlaku wynosi 5x1340 m3=6700 m3, z tego 3350 m3 pozostaje po oczyszczeniu podsypki. Zatem 3350 m3 tłucznia starożytecznego z wmiany na linii magistralnej należy dowieźć. 3350 m3 x2,7 t / m3= 9045t co odpowiada 6 składom całopociągowym po 25 wagonów typu hopper, zakładają ładowność 60 t/wagon. Jest to ilość podsypki z 3350 m3 / 3930 m3 / km = 850 m linii magistralnej. Identyczna ilość pociągów musi zostać uruchomiona do wywozu wysiewek do węzła,

- z 3350m3 wysiewek zostanie odzyskane 1675m3 klińca. Peron kolejowy jest kluczowym elementem infrastruktury pasażerskiej na sieci kolejowej. Występuje na każdej stacji i przystanku osobowym. Dlatego też, należy kłaść szczególny nacisk na właściwe projektowanie i wykonywanie peronów kolejowych. Przepisy europejskie, polskie oraz wewnętrzne instrukcje Zarządcy Infrastruktury wskazują jasno jakie wymagania powinien spełniać peron kolejowy oraz w jaki sposób powinien zostać wykonany i zaprojektowany.

Rewitalizacja stacji Nałęcz:



Plan Autorstwa Adriana Karwata [3]

Nr toru	Rodzaj toru	Długość [m]*	Zapotrzebowanie na materiał podsypkowy [m3]	Rodzaj kruszywa
1	Główny zasadniczy	726	486**	Podsypka staroużyteczna
2	Główny dodatkowy	679	455**	
4	Boczny	648	868***	Kliniec
6	Boczny	656	879***	

*Długość użyteczna; założenie, że rozjazdy torów bocznych będą zabudowywane na podsypce staro użytecznej.

**Po wstępnym oczyszczeniu.

***Wymiana całej warstwy podsypki.

Podsumowując z samej długości użytecznej torów stacyjnych otrzymuje się 941 m3 podsypki staroużytecznej i 470 m3 klińca (z wysiewek torów głównych). Zapotrzebowanie na kruszywa to 941 m3 podsypki i 1747 m3 klińca. Problemem przy podsypce z klińca może stać się łatwość wyboczeń nawierzchni bezstykowej w torach bocznych, ale zjawisko to można zniwelować poprzez zastosowanie szyn długich w nawierzchni klasycznej.

Przykład taki pokazuje racjonalność wprowadzania cyklu życia kruszywa

Kamieniołom => linia magistralna/pierwszorzędna => tory szlakowe linii drugorzędnej => odzysk => tory boczne stacyjne => sprzedaż lub utylizacja.

6. Bibliografia:

[1] Towpik K. Utrzymanie nawierzchni kolejowej. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990

[2] Warunki techniczne Id-1, Warszawa 2005

[3] Plany stacji Nałęcz, Adrian Karwat [online] [dostęp 20.05.2019] https://semaforek.kolej.org.pl/wiki/index.php?title=Bli%C5%BCyn

[4] Kędra Z.: Technologia robót torowych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskie, Gdańsk 2017.

[5] Materiały informacyjne firmy LB Rail Systems (www.railsystems.pl).

[6] Materiały informacyjne firmy ZPS Sp. z o.o. (www.mtrzps.com.pl

[7] Skrzyński E. Artykuł Nowe wymagania dla podsypki kolejowej, Problemy Kolejnictwa 2007

[8] Materiay wykładowe dr inż. Jarosław Zwolski [online] MODERNIZACJA LINII KOLEJOWEJ Wykład 4 Dostępny w internecie: http://www.zits.pwr.wroc.pl/zwolski/source/4_TRK_Modernizacja.pdf [dostęp 23.05.2019]

[9] Materiały wykładowe prof. dr hab. inż. Piotra Wyszomirskiego [online] SUROWCE MINERALNE Wykład 8

[10] http://home.agh.edu.pl/~pwysz/wyklad-08.pdf [dostęp 12.05.2019]

[11] Materiały wykładowe dr inż. Teresy Rucińskiej [online] MATERIAŁY KAMIENNE http://trucinska.zut.edu.pl/fileadmin/Materialy_kamienne.pdf [dostęp 12.05.2019]

KOLEJ MAGNETYCZNA – CO DALEJ? PRZYSZŁOŚĆ NIETYPOWEGO POMYSŁU

Kornelia Kufeld

Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Pomimo swoich licznych zalet i stosunkowo długiej historii kolej magnetyczna wciąż nie znalazła szerokiego zastosowania. W poniższym referacie zostanie przedstawiona przeszłość tego rozwiązania i jego stan dzisiejszy. Pozwoli to na próbę określenia jakie będą jego dalsze losy.

Kolej magnetyczna rozwija się w dwóch, z goła odmiennych wariantach – Transrapid i Maglev. Podstawowe założenia obu są identyczne. Pojazd jest zawieszony nad powierzchnią toru, bez użycia kół i szyn. Jest napędzany indukcyjnym silnikiem liniowym, który działa podobnie do klasycznego silnika indukcyjnego. Zmiana dotyczy geometrii. W silniku indukcyjnym stojan i wirnik mają przekrój w kształcie koła, w silniku liniowym są one rozwinięte na płaszczyźnie [1]. Unoszenie pozwala na wyeliminowanie tarcia w kontakcie koło szyna, co pozwala na uzyskanie większych prędkości.

Różnica między Transrapid a Maglev to różnica między unoszeniem elektromagnetycznym (EMS) i elektrodynamicznym (EDS). W przypadku EMS pociąg niejako obejmuje tor w kształcie litery „T". Wzdłuż toru, po obu stronach dolnej poziomej powierzchni rozmieszczony jest ferromagnetyczny stojan. Elektromagnesy umieszczone są wzdłuż całego pojazdu, z obu stron, tak by były dokładnie pod stojanem, wtedy powstaje siła przyciągająca je do stojana, co odpowiada za unoszenie się pociągu. Dostarczana do elektromagnesów energia pochodzi z akumulatorów znajdujących się wewnątrz pociągu. Dodatkowo po bokach objęcia pociągu są umieszczone magnesy stabilizujące. Natomiast Maglev porusza się po torze zbliżonym kształtem do litery „U". Wykorzystuje się tu zjawisko indukcji elektromagnetycznej. W pociągu znajduje się zbudowane z nadprzewodników uzwojenie. Jest w nim wytwarzane pole magnetyczne, które poruszając się wraz z ruchem pociągu, powoduje indukcję w uzwojeniu znajdującym się wewnątrz torowiska. Powstałe w wyniku tego siły reakcji sprawiają, że pojazd się unosi. Maglev lewituje wyżej nad powierzchnią toru niż Transrapid, co było potrzebne w Japonii, ze względu na górzystość terenu i częste trzęsienia ziemi [2].

Pierwsze koncepcje dotyczące wykorzystania zjawiska elektromagnetyzmu dla celów transportu kolejowego pojawiły się w głowie Roberta H. Goddarta, późniejszego twórcy pierwszej rakiety na paliwo ciekłe. Jeszcze jako student opracował w 1904 roku projekt

pociągu unoszonego za pomocą odpychania elektromagnetycznego [2]. W roku 1911 profesor B. P. Wainberg z Tomska niezależnie zaproponował własny pomysł pociągu poruszającego się na poduszce magnetycznej, tworząc pierwszy ekperymentalny model [3]. Obaj wynalazcy zakładali poruszanie się pojazdu w rurze próżniowej, dla zwiększenia prędkości, przez co ich zamysły przywodzą na myśl również Hyperloopa. W roku 1912 francuski wynalazca Emile Bachelt zdobył patent na "lewitujący aparat nadawczy", który wykorzystywał założenia podobne do napędu stosowanego w kolei magnetycznej, jednak miał służyć wyłącznie do przesyłania niewielkich ładunków [4]. Począwszy od lat dwudziestych nad magnetyczną lewitacja pracował niemiecki inżynier Hermann Kemper, który w roku 1934 uzyskał patent na "jednotorowy pojazd bez kół". Szereg jego rozwiązań z zakresu unoszenia magnetycznego wykorzystano jako podwaliny systemu Transrapid [5]. W latach czterdziestych Eric Laithwaite zbudował pierwszy działający model silnika liniowego, używanego w pociągach kolei magnetycznej. James Powell i Gorgon Derby przedstawili projekt zastosowania nadprzewodników w kolei magnetycznej, co zostało użyte w japońskim Maglevie [5].

Po utworzeniu koncepcji przyszedł czas na próby wprowadzenia ich w życie. Zaczęło się od testowania pojazdów używających silników liniowych przez Erica Laithwaite'a w latach sześćdziesiątych. Z powodu zakończenia finansowania projektu przez rząd brytyjski prace przerwano w 1973r. [6]. Pierwszym torem testowym technologii Maglev (EDS), był siedmiokilometrowy odcinek w japońskim Miyazaki, wybudowany w 1977r. Technologię Transrapid testowano na budowanym na początku lat osiemdziesiątych torze w niemieckim Emsland, który ma długość 31,5km. Oba kraje w dalszym ciągu powiększała swoje zaplecze testowe, do testowania dołączyły także Chiny, Korea Południowa, Brazylia i USA. W między czasie kolej magnetyczna pojawiała się na licznych wystawach, jak np. wystawa IVA w Hamburgu (1979r.), Expo Vancouver (1986r.), Expo Linimo (2005r.).

Pierwsze komercyjne wdrożenie kolei magnetycznej miało miejsce w 1984 roku w Birmingham, gdzie przewoziła ludzi między głównym dworcem kolejowym a lotniskiem. Na trasie 625 metrów rozwijała prędkość 42 km/h. Z powodu jej awaryjności zamknięto ją w 1995 roku. Kolejne zastosowanie to berliński M-Bahn, który oddano do użytku w 1989 roku. Pojazd rozpędzał się do 50 km/h na odcinku 1,6 km. M-Bahn zakończył swoje działanie w 1993 r., z powodu zmiany organizacji transportu publicznego w mieście, wymuszonej upadkiem Muru Berlińskiego [7].

Obecnie na świecie działa sześć komercyjnych linii kolei magnetycznej. Wszystkie z nich należą do miejskich kolei magnetycznych. Trzy znajdują się w Chinach, dwa w Korei

Południowej i jedna w Japonii. Pierwszy japoński komercyjny Maglev powstał z okazji wystawy Expo w 2005. Po jej zakończeniu Linimo Maglev został oddany do użytku lokalnej społeczności. Linia o długości 8,9 km obsługuje dziś dziennie około 16500 pasażerów, osiągając prędkość rzędu 100 km/h. Koreański Daejeon Expo Maglev służył pierwotnie do przewożenia gości Expo 1993 pomiędzy Narodowym Muzeum Nauki a terenem wystawy. Linia ma jedynie kilometr długości i nadal zapewnia przejazdy dla około miliona turystów rocznie. Druga z koreańskich linii została wybudowana w 2016 roku. Łączy lotnisko i stację kolejową w Inczon. Mierzy 6,1km i została zbudowana wyłącznie przez południowokoreańskie firmy. Rozpędza się do 110 km/h. Pierwszym Chińskim miastem z koleją magnetyczną został Szanghaj. Nastąpiło to w roku 2004. Cała trasa o długości 30,5 km jest pokonywana w 7 minut 20 sekund, przy największej w skali świata prędkości operacyjnej osiągniętej przez pociąg, czyli 431 km/h. W 2016 powstała linia w Changsha. Pociągi jadą tam z prędkością 110 km/h, na dystansie 18,6 km. Ostatnim zakończonym projektem Państwa Środka w tym obszarze było wybudowanie linii S1 metra w Pekinie o długości 8,25 km i prędkości operacyjnej 110 km/h [8].

Najszerzej zakrojone plany dotyczące rozbudowy swojej sieci kolei magnetycznej ma jak na razie Japonia. Chuo Shinkansen ma przewozić ludzi między miastami Tokio i Nagoya. Trasa licząca 285,6 km ma być pokonywana w czterdzieści minut, z prędkością operacyjną 505 km/h. Japończycy tym samym pobiliby rekord prędkości operacyjnej Szanghajskiego Transrapidu. Większość drogi będzie znajdować się pod ziemią. Kolejnym krokiem będzie budowa odcinka między Tokio i Osaką do roku 2045 [9]. W maju 2019 r. rozpoczęły się testy pociągu ALFA-X, który będzie obsługiwał połączenie [10].

Kolejnym krokiem w rozbudowie projektu w Chinach ma być premiera pierwszego wybudowanego w pełni przez chińskie przedsiębiorstwo CRRC Zhuzhou Locomotives Co. Ltd. pociągu magnetycznego w roku 2020. Do tej pory korzystano z usług niemieckiej firmy Transrapid [11].

Kilka możliwych tras zostało zaproponowanych w Indiach. Jak na razie nie ruszyła budowa żadnej z nich, za to naukowcy z Raja Ramanna Center for Advanced Technology powzięli ambitny zamiar ustanowienia nowego rekordu prędkości – 800 km/h na torze testowym [12]. Jak na razie należy on do japońskiego Maglevu – 603 km/h.

W USA rozważa się obecnie poprowadzenie trasy kolei magnetycznej do American Dream Medowlands, budowanego właśnie, trzeciego co do wielkości w kraju centrum handlowego [13]. Ta propozycja jak na razie ma największe szanse na zrealizowanie, choć pojawiają się pomysły dotyczące np. trasy Nowy Jork – Waszyngton D.C.

Plany budowy kolei magnetycznej pojawiały się już w licznych krajach. Zawsze zwracano uwagę na szybkość, wydajność energetyczną, ekologiczność i bezpieczeństwo jakie za sobą niesie. Te argumenty przegrywają z reguły w konfrontacji z kosztami budowy. Dobitnie pokazuje to porzucony kompleksowy projekt Swissmetro, dzięki któremu największe miasta Szwajcarii miały zostać połączone siecią podziemnej kolei magnetycznej, co drastycznie skróciło by czas podróży. Próby komercyjnego zastosowania tego rodzaju transportu wydały się porzucić nawet Niemcy, kolebka technologii Transrapid, zwłaszcza po wypadku z 2006r. w Lathen, gdzie zginęły 23 osoby. Można przewidywać, że w najbliższych latach w kolej magnetyczną nie będą inwestować kraje z rozbudowaną siecią kolei dużych prędkości. Zwiększenie prędkości względem niej nie rekompensuje konieczności budowy nowej infrastruktury. Z tego powodu bliższy zdaje się rozwój kolei magnetycznej na obszarach dużych aglomeracji niż między miastami. W krajach bez KDP Maglev musi konkurować z transportem lotniczym, samochodowym i planami budowy KDP. Dobrze pokazuje to przykład USA. Rozważana jest tam jeszcze koncepcja kolei Hyperloop, ale można ją uznać za wariant kolei magnetycznej (kolej magnetyczna umieszczona w rurze próżniowej). Wiele wydaje się zależeć od sukcesu japońskiego projektu międzymiastowego Maglevu. Badania wykonywane przy tej okazji mogą się przyczynić do obniżenia kosztów infrastruktury. Koszty obniżyłoby również znalezienie nowych, tańszych nadprzewodników lub metod ich chłodzenia. Postępujące zmiany klimatyczne, wyczerpywanie się surowców naturalnych i wzrost kosztów energii mogą zmusić państwa do inwestycji w środek transportu, który przezwycięża te czynniki. Przyszłą ścieżkę rozwoju może wyznaczyć polski start-up Hyper Poland. W maju 2019 podał do wiadomości, że opracował technologię pozwalającą na poruszenie się pociągów magnetycznych po tradycyjnych torach kolejowych. Ogranicza to możliwą prędkość do 300 km/h, ale obniża koszty budowy toru dla Maglevu i pozwala na korzystanie z trasy również tradycyjnemu taborowi [14].

Kolej już raz zrewolucjonizowała świat. Ma okazję zrobić to ponownie. Długa historia kolei magnetycznej nie tyle pokazuje nierealność projektu, co niewyczerpany zapał naukowców i inżynierów do „przyśpieszania" świata. Dalsze badania, konferencje, takie jak odbywająca się co dwa lata Międzynarodowa Konferencja MAGLEV, mogą przyczynić się do upowszechnienia tego nietypowego wynalazku.

Źródła:

[1] „Kolej Magnetyczna – perspektywy rozwoju", Kazimierz Towpik, Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Seria: Materiały Konferencyjne, 2011

[2] „The science of maglev" - Richard Freeman, The American Almanac, 1993

[3] „Professor of physics and inventor Boris Petrovitch Weinberg" - Larionov V. V., Lisichko E. V., Postnikova E. I.), Buiuletin of Tomsk State Pedagogical University, Issue 3, 2014

[4] The inventors of maglev technology, [w:] serwis Maglev Board [dostęp: 18 maja 2019] <https://www.maglevboard.net/en/research/13-maglev-board/untermenu-facts/17-the-inventors-of-maglev-technology>

[5] „Review of Magnetic Levitation (MAGLEV): A Technology to Propel Vehicles with Magnets", Monika Yadav, Nivritti Mehta, Aman Gupta, Akshay Chaudhary & D. V. Mahindru, Global Journal of Researches in Engineering Mechanical & Mechanics Volume 13 Issue 7 Version 1.0, 2013

[6] Brian Bowers, Obituary: Professor Eric Laithwaite, The Independent, 13 grudnia 1997, [dostęp: 18 maja 2019] <https://www.independent.co.uk/news/obituaries/obituary-professor-eric-laithwaite-1288502.html>

[7] Worlds first maglev no longer operat, [w:] serwis Maglev.net [dostęp: 18 maja 2019] https://www.maglev.net/worlds-first-maglev-lines-no-longer-operate

[8] Six operational maglev lines in 2018, [w:] serwis Maglev.net [dostęp: 18 maja 2019] https://www.maglev.net/six-operational-maglev-lines-in-2018

[9] The Japanese Maglev: World's fastest bullet train, [w:] serwis jrailpass.com [dostęp: 19 maja 2019] <https://www.jrailpass.com/blog/maglev-bullet-train>

[10] Jon Shelton, Japan tests new Shinkansen bullet train prototype, [w:] serwis dw.com, 16 maja 2019, [dostęp: 19 maja 2019] <https://www.dw.com/en/japan-tests-new-shinkansen-bullet-train-prototype/a-48767294>

[11] Maggie Hiufu Wong, China to introduce new generation of driverless trains in 2020, [w:] serwis cnn.com, 5 marca 2019, [dostęp: 19 maja 2019] https://edition.cnn.com/travel/article/china-driverless-maglev-trains/index.html

[12] Mamta Shah, Indian scientists develops Maglev Train with 800 kmph, [w:] serwis urbantransportnews.com, 27 luty 2019, [dostęp: 19 maja 2019], https://urbantransportnews.com/indian-scientists-developed-maglev-train-with-800-kmph-speed/

[13] Larry Higgs, A monorail to the American Dream mega-mall? It could happen, gov says., [w:] serwis nj.com, 17 maja 2019, [dostęp: 19 maja 2019], https://www.nj.com/traffic/2019/05/a-monorail-to-the-american-dream-mega-mall-it-could-happen-gov-says.html

[14] Jakub Madrjas, Hyper Poland z pieniędzmi na tor w Żmigrodzie. Maglev na tradycyjnym torze kolejowym?, [w:] serwis rynek-kolejowy.pl, 16 maja 2019, [dostęp: 19 maja 2019], https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/hyper-poland-z-pieniedzmi-na-tor-w-zmigrodzie-maglev-na-tradycyjnym-torze-kolejowym-91902.html

PROBLEM WIDOCZNOŚCI NA NIESTRZEŻONYCH PRZEJAZDACH KOLEJOWYCH

Aleksandra Opoczka, Dorota Kowalska, Kamil Knapp

Politechnika Gdańska, Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KODiK

1. Wstęp

Przejazd kolejowo – drogowy jest miejscem przecięcia się w jednej płaszczyźnie drogi publicznej, bądź wewnętrznej z linią kolejową. Cechuje je duże prawdopodobieństwo wystąpienia sytuacji niebezpiecznych ze względu na różnice w cechach eksploatacyjnych pojazdów drogowych i torowych. W Polsce przejazdy i przejścia kolejowe poddano klasyfikacji na 6 kategorii (od A do F), które są przyznawane między innymi na podstawie natężenia ruchu. Pierwszeństwo na przejazdach kolejowo - drogowych zawsze przysługuje pojazdom szynowym głównie ze względu na ich drogę hamowania, która uniemożliwia maszyniście zapobiegnięcie wypadkowi.

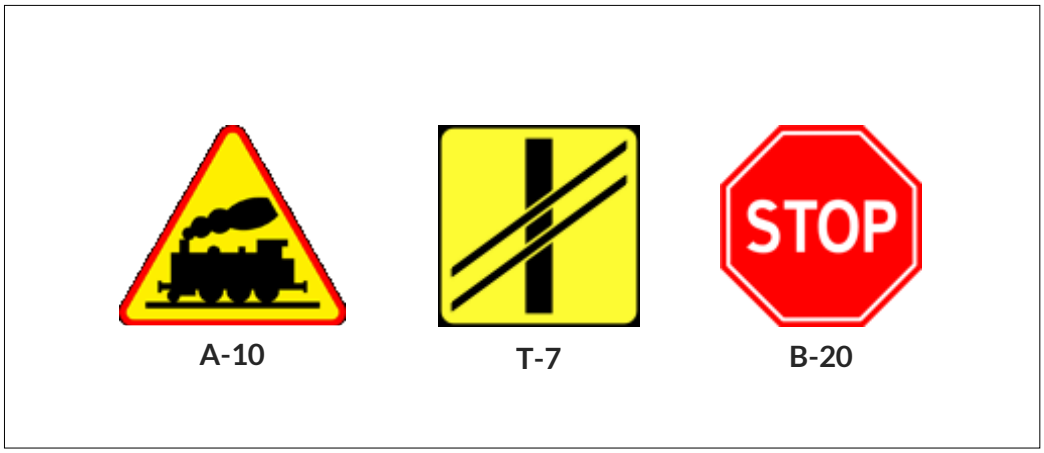
2. Niestrzeżone przejazdy kolejowe

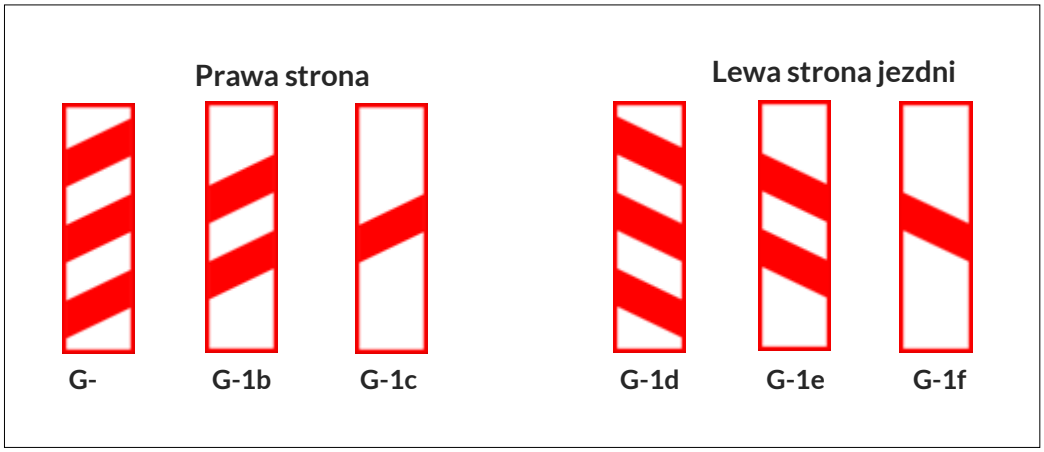
Przejazdy kolejowo-drogowe kategorii D, zwane także przejazdami niestrzeżonymi, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 roku, definiujemy jako przejazdy, które nie są wyposażone w systemy i urządzenia zabezpieczenia ruchu .Są to przejazdy wyposażone w ostrzegawczy znak drogowy A-10 „Przejazd kolejowy bez zapór". Należy uzupełnić go o tabliczkę T-7 wskazującą układ torów względem drogi na przejeździe w przypadku, gdy :

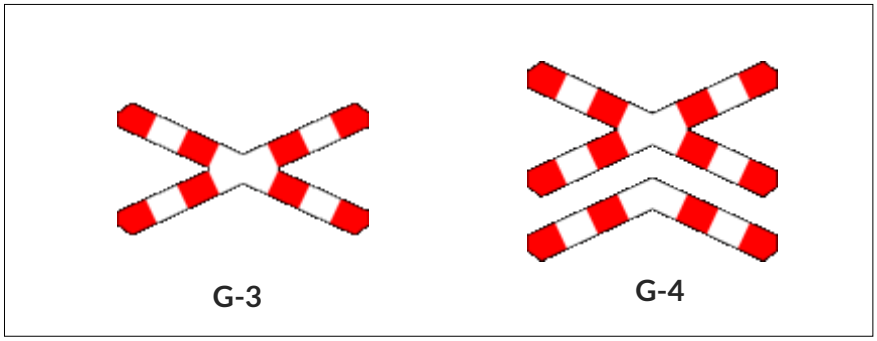
- występuje ostry kąt przecięcia się drogi kołowej z linią kolejową (poniżej 60°),
- narzuca to bliskość toru kolejowego przebiegającego równolegle do osi drogi,
- linia kolejowa przebiega w łuku.

W przypadku nie zachowania odpowiednich warunków widoczności na przejeździe kolejowo - drogowym kategorii D należy umieścić znak zakazu B-20 „Stop". Ponadto, uzupełnieniem wymienionych znaków są słupki wskaźnikowe oraz znaki G-3 „Krzyż św. Andrzeja przed przejazdem jednotorowym" lub G-4 „Krzyż św. Andrzeja przed przejazdem wielotorowym". Słupki umieszczane są zarówno po prawej, jak i lewej stronie drogi. Informują one jaki dystans dzieli użytkownika ruchu drogowego od przejazdu. Natomiast krzyż św. Andrzeja wskazuje miejsce, w którym powinien zatrzymać się pojazd przed wjazdem na przejazd.

Znaki pionowe umieszczane przed przejazdami kolejowymi kategorii D:







3. Widoczność na przejazdach kolejowo-drogowych

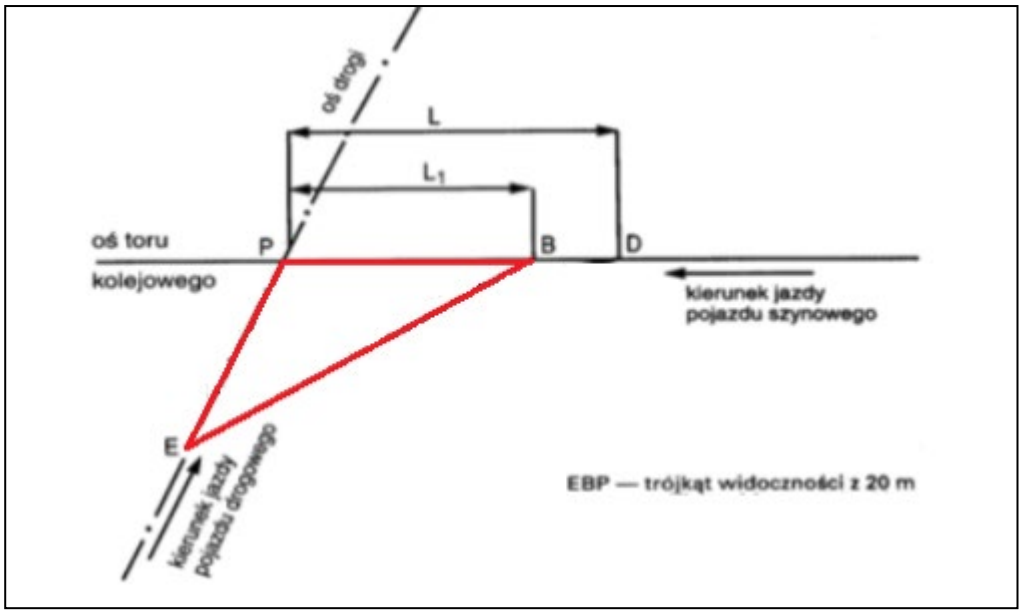
Zgodnie z rozporządzeniem w normalnych warunkach pogodowych należy zapewnić kierowcy pojazdu lub pieszemu zbliżającemu się do przejazdu kolejowo-drogowego odpowiednią widoczność rogatek, półrogatek, sygnalizatorów drogowych i znaków drogowych. Minimalne odległości jakie powinny być zachowane zależą od dopuszczalnej prędkości pojazdów drogowych na danym przejeździe.

Dopuszczalna prędkość drogowych na drodze w km/h	Odległość punktu obserwacyjnego w m
100	140
80	100
70	80
≤60	60

Mierzone są one na wysokości 1m nad osią pasa ruchu drogi. Odległość ta na drodze publicznej powinna mierzyć minimum 60m, lecz w przypadku dróg wewnętrznych może zostać zniżona do 35, a na przejściach do 5m. Obowiązek zweryfikowania odległości widoczności przejazdu kolejowo-drogowego spoczywa na zarządcy drogi.

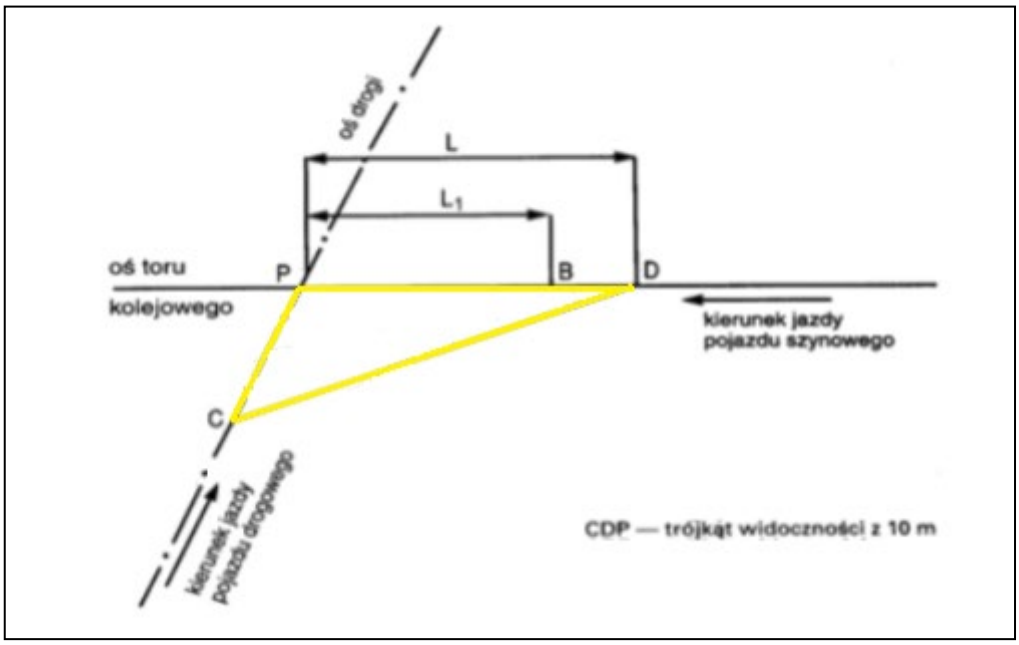
Widoczność czoła pociągu, a przynajmniej jego latarni sygnałowych w zwykłych warunkach atmosferycznych dla kierowcy pojazdu drogowego powinna być zapewniona z odległości 20 metrów mierzonej od skrajnej szyny po osi jezdni przez cały czas zbliżania się do przejazdu kategorii D. Zweryfikowana przez zarządcę drogi widoczność zostaje pisemnie przekazana zarządcy kolei, który odnotowuje ją w metryce. Powinno się ją sprawdzać w zbliżonych warunkach do tych, w jakich znajdują się użytkownicy ruchu drogowego, tj. z wysokości od 1 do 1,2 metra nad osią pasa ruchu drogi publicznej.

Przedstawione poniżej trójkąty widoczności ukazują sposób sprawdzenia warunków widoczności czoła pociągu z drogi publicznej przed przejazdem kolejowo - drogowym odpowiednio z odległości 20, 10 oraz 5 metrów.



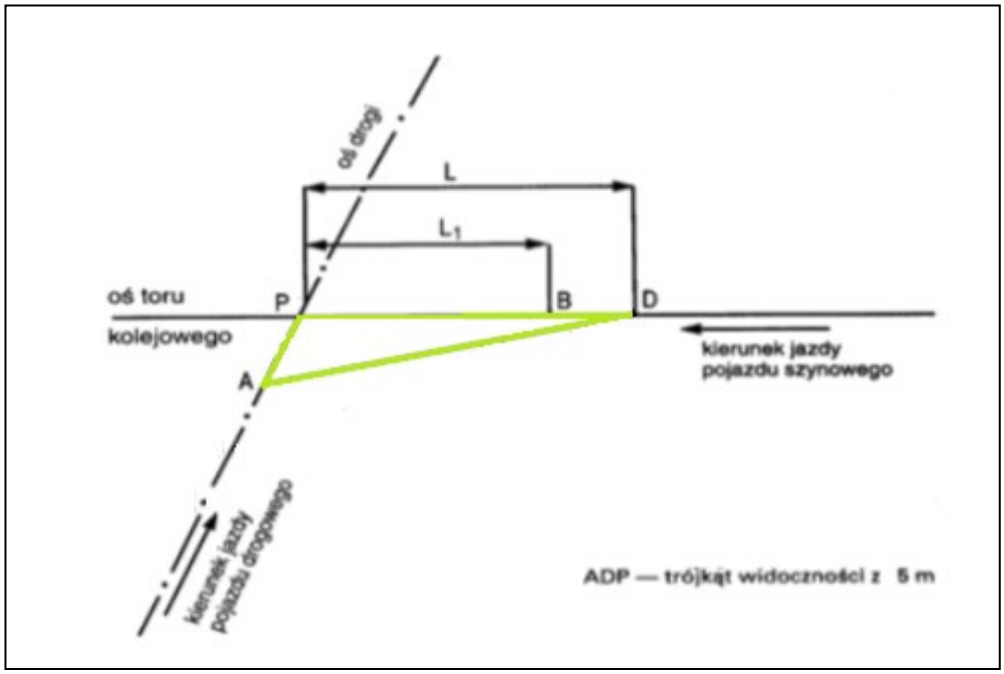
Rysunek 1. Trójkąt widoczności - odległość 20 metrów

Przedstawiony na rysunku punkt obserwacyjny E znajduje się w odległości 20 metrów od przejazdu kolejowo – drogowego. Właśnie z tego miejsca czoło nadjeżdżającego pociągu powinno być widoczne począwszy od punktu B.



Rysunek 2. Trójkąt widoczności - odległość 10 metrów od przejazdu

Odcinek widoczności powinien się zwiększać wraz ze zbliżającym się do przejazdu kolejowo - drogowego pojazdem drogowym. Punkt obserwacyjny wskazuje miejsce odległe/oddalone od skrajnej szyny o 10 metrów. Z tego miejsca czoło pociągu powinno być widoczne przynajmniej od punktu D.



Rysunek 3. Trójkąt widoczności - odległość 5 metrów od przejazdu

Punkt obserwacyjny A jest oddalony od skrajnej szyny o 5 metrów. W przypadku uzasadnionym warunkami miejscowymi, gdy przejazd nie odpowiada wyżej przedstawiony warunkom, to właśnie z odległości równej 5 metrów czoło nadjeżdżającego pociągu powinno

być widoczne na całym odcinku L zaczynając od punktu D.

W sytuacji, gdy dla określonej prędkości pociągu zachowana jest jedynie widoczność z punktu obserwacyjnego A (5 metrów), przy drodze po obu stronach przejazdu kategorii D powinien znajdować się znak B-20 „Stop". W tym przypadku na nawierzchni bitumicznej i betonowej drogi publicznej powinny znajdować się poziome linie zatrzymania pojazdu.

Gdy dla maksymalnej prędkości rozkładowej nie jest zachowana widoczność z odległości 5 metrów, należy określić prędkość pociągów dla której widoczność zostanie zachowana. Długości L i L1 określa są według wzorów zawartych w rozporządzeniu. W obrębie trójkątów widoczności nie mogą znaleźć się obiekty ograniczające widoczność takie jak obiekty budowlane, drzewa, krzewy, inne uprawy wysokopienne, reklamy oraz elementy ochrony akustycznej.

4. Kąt skrzyżowania

Zgodnie z rozporządzeniem kąt skrzyżowania linii kolejowej lub bocznicy kolejowej z drogą publiczną bez względu na to jaka jest ilość pasów ruchu oraz liczba torów kolejowych definiowana jest jako najmniejszy kąt z wyznaczonych umieszczony między osią każdego toru kolejowego, a osią każdego pasa ruchu. Jeżeli linia kolejowa lub bocznica krzyżują się z drogą publiczną w łuku to kąt skrzyżowania jest zawarty pomiędzy osią toru linii kolejowej lub bocznicy i styczną do łuku poziomego osi drogi w miejscu przecięcia tych osi. Natomiast jeśli to linia kolejowa lub bocznica przebiega w łuku to kąt ten zawarty jest pomiędzy osią drogi i styczną osi toru kolejowego, również w punkcie przecięcia.

5. Przepisy dotyczące przejazdów kolejowo-drogowych w innych państwach:

Wielka Brytania

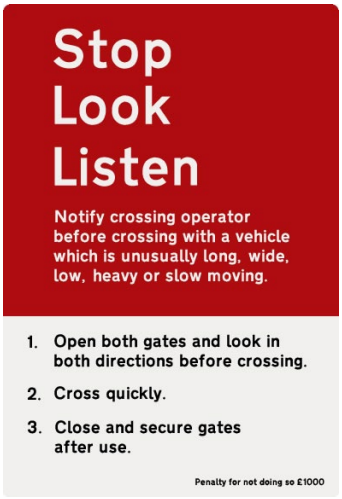
Zgodnie z definicją określoną przez Brytyjski Komitet Transportu, przejazdy kolejowe są to miejsca przecięcia się w jednym poziomie linii kolejowej z przejściem, szlakiem konnym bądź drogą kołową.W Wielkiej Brytanii istnieje podział przejazdów na dwa ogólne rodzaje: aktywne i pasywne, będące odpowiednikiem naszych przejazdów strzeżonych i niestrzeżonych, przy czym aktywne dodatkowo dzielą się na automatyczne i manualne.

Rodzaje przejazdów pasywnych (niestrzeżonych):

- OC Open Crossing,
- UWC User-Worked Crossing,
- UWC User-Worked Crossing with Telephone.

User-Worked Crossing

Rysunek 4. Przejazd obsługiwany przez użytkownika - Wielka Brytania



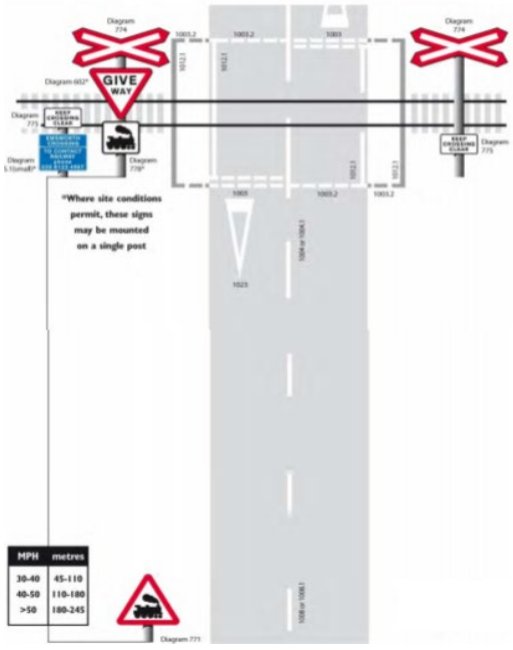
Rysunek 5. Oznakowanie przejazdu obsługiwanego przez użytkownika

Przejazdy obsługiwane przez użytkownika ruchu drogowego są najpopularniejszymi i najliczniejszymi przejazdami w Wielkiej Brytanii – stanowią około 2/3 wszystkich przejazdów. Tego typu przejazdy mogą być także wyposażone w telefon – przeważnie dotyczy to linii dużych prędkości. Aby bezpiecznie przejść/ przejechać przez tego typu przejazd należy dostosować się do instrukcji. Decyzja o przejeździe oparta jest na ocenie własnej użytkownika. Na przejazdach wyposażonych w telefon, należy zadzwonić do operatora, który poinformuje użytkownika o możliwych przejazdach pociągów. Brama jest otwierana przez użytkownika, przy czym po przejeździe przez przejazd zawsze musi zostać

zamknięta po obu stronach. Na podstawie dotychczasowych obserwacji wysuwa się wniosek, że obecność telefonu na tego typu przejazdach tworzy potencjalne zagrożenie wywołane błędem ludzkim podczas komunikacji.

Open Crossing

Rysunek 6. Przejazd otwarty - Wielka Brytania



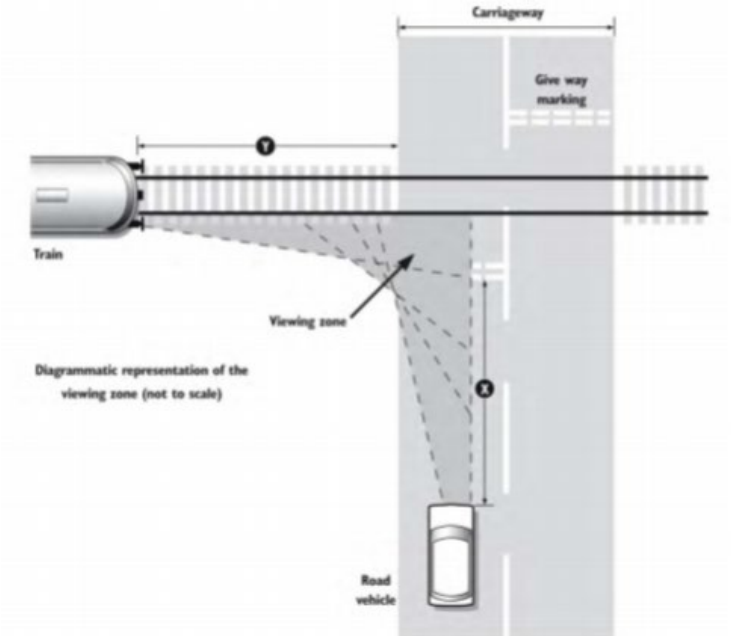
Rysunek 7. Typowy układ otwartego przejazdu

Rysunek 8. Oznakowanie przejazdu otwartego

Otwarte przejazdy są bardzo rzadkie i stosuje się je jedynie na niewykorzystanych drogach wiejskich przecinających linie kolejowe o niskim bądź wolnym ruchu kolejowym. Nie są wyposażone w bramy oraz światła.

W badaniu dotyczącym przejazdów otwartych wzięło udział prawie 2,5 tysiąca osób.
76% ankietowanych wyznało, że nie czuje się bezpiecznie korzystając z otwartych przejazdów.
85,9% ankietowanych zasugerowało zamontowanie barier bądź bram na otwartych przejazdach.
Ponad 30% ankietowanych twierdzi, że oni lub ktoś z ich otoczenia doświadczył wypadku, bądź ledwie go uniknął na otwartym przejeździe w ostatniej dekadzie.

Obszar widoczności na otwartych przejazdach.



Rysunek 9. Obszar widoczności na otwartych przejazdach

Zależy od długości przejazdu. Poprzez długość przejazdu rozumiana jest odległość od miejsca „Ustąp pierwszeństwa" po jednej stronie linii kolejowej, do miejsca „Ustąp pierwszeństwa" po drugiej stronie, po przejechaniu przez pojazd kołowy linii kolejowej. Zależy ona od liczby torów danej linii. Zazwyczaj długość ta wynosi 7 metrów. W sytuacji, gdy przejazdy są dłuższe, pociąg należy dotrzeć szybciej.

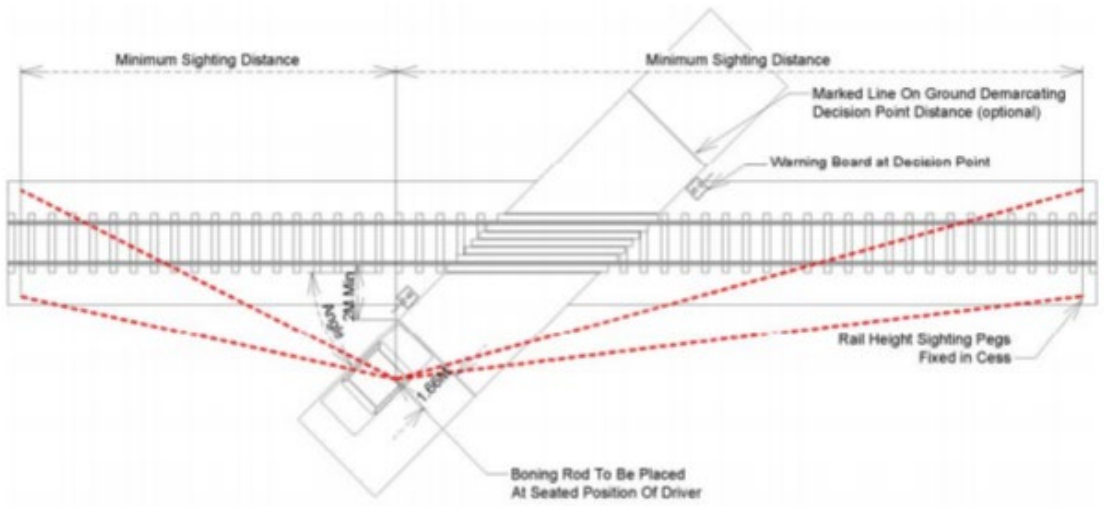
Długości odcinków X i Y przedstawionych na rysunku, w zależności od długości przejazdu, przedstawia poniższa tabela.

Obszar widoczności			
Długość odcinka X [m]	Długość odcinka Y [m] dla długości przejazdu równej		
	7 metrów	14 metrów	21 metrów
2	140	170	200
10	40	45	55
20	25	30	35
40	20	25	30

Długość odcinka X jest to odległość pojazdu kołowego od lokalizacji znaku „Ustąp pierwszeństwa". Długość odcinka Y jest to odległość od czoła nadjeżdżającego pociągu do przejazdu.

Obszar widoczności na przejazdach obsługiwanych przez użytkownika

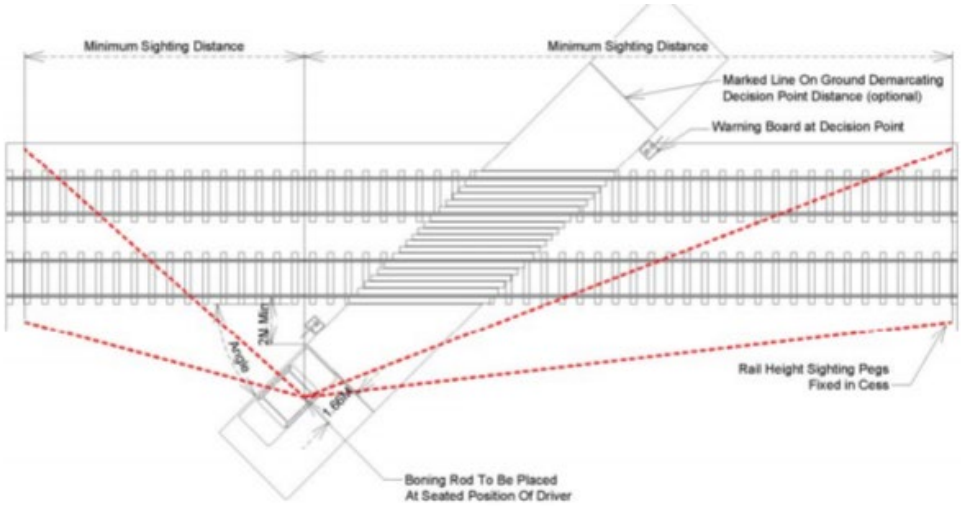
– skrzyżowanie drogi kołowej z linią jednotorową



Rysunek 10. Obszar widoczności na skrzyżowaniu drogi kołowej z linią jednotorową

Prędkość pociągu	16 km/h	40 km/h
Minimalna odległość obserwacji w metrach przy kącie skrzyżowania 90°	112	280
Minimalna odległość obserwacji w metrach przy kącie skrzyżowania 60°	125	312
Minimalna odległość obserwacji w metrach przy kącie skrzyżowania 45°	147	366

– skrzyżowanie drogi kołowej z linią dwutorową



Rysunek 11. Obszar widoczności na skrzyżowaniu drogi kołowej z linią dwutorową

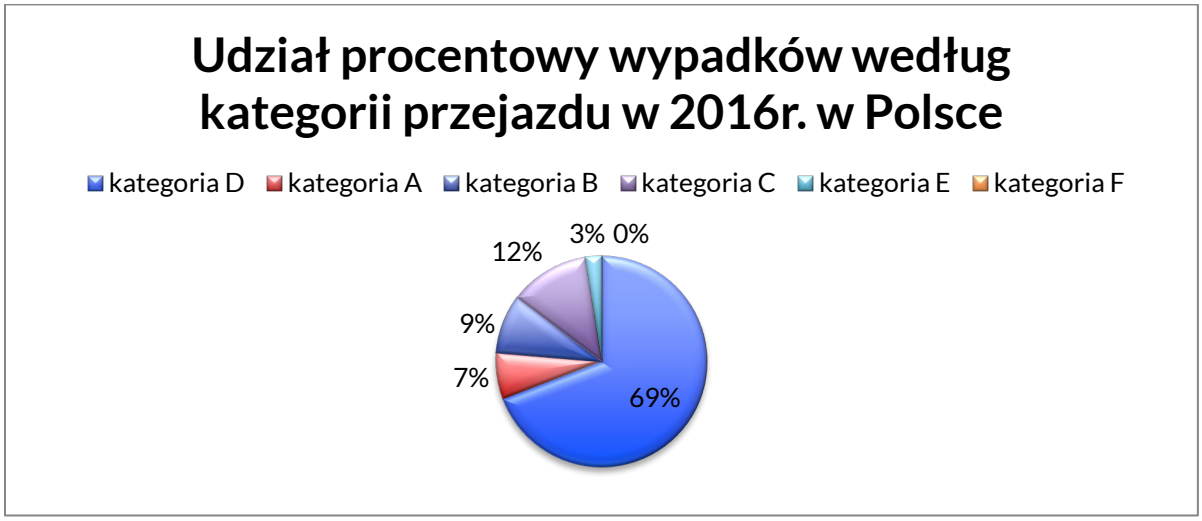
Prędkość pociągu	16 km/h	40 km/h
Minimalna odległość obserwacji w metrach przy kącie skrzyżowania 90°	123	307
Minimalna odległość obserwacji w metrach przy kącie skrzyżowania 60°	137	344
Minimalna odległość obserwacji w metrach przy kącie skrzyżowania 45°	162	405

Niemcy

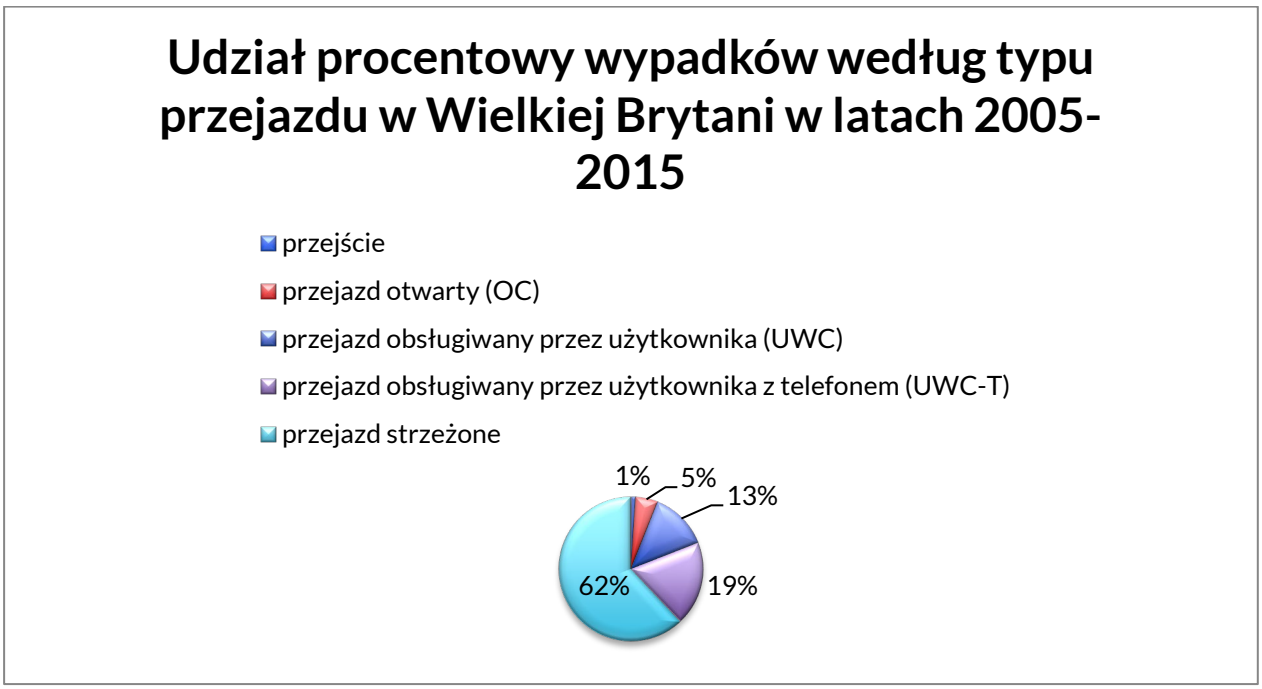
Podczas gdy Polskie przepisy nie opisują wpływu liczby torów kolejowych na rodzaj stosowanego zabezpieczenia, w niemieckich przepisach zawartych w Rozporządzeniu o budowie i eksploatacji kolei (Eisenbahn-Bau-und Betriebsordnung – EBO) ma to istotne znaczenie. Przejazdy kolejowe dzielą się na trzy kategorie w zależności od liczby pojazdów szynowych oraz pojazdów drogowych przejeżdżających przez przejazd. Kategoria przejazdu kolejowego określana jest przez zarządcę infrastruktury kolejowej lub innego właściciela na podstawie badań natężenia ruchu taboru i pojazdów drogowych.

Niezabezpieczone technicznie przejazdy kolejowe stosowane są na głównych liniach, które prowadzą przez tory boczne oraz na liniach rozgałęzionych, jeśli na drodze występuje niewielki lub umiarkowany ruch. Te przejazdy zabezpieczone są krzyżem św. Andrzeja. Nie wymagają one żadnej technicznej ochrony, ale wyposażone są w sygnały dźwiękowe pojazdów kolejowych, zmniejszenie prędkości pojazdów kolejowych na przejazdach, obecność stanowisk pracowników kolei lub wymagają oceny własnej kierowców nadjeżdżających do przejazdu. Ostatnia z wymienionych opcji jest wystarczająca dla przejazdów o niewielkim ruchu, lecz musi zostać zapewniona odpowiednia widoczność. [wikipedia- Bahnübergang (Deutschland)]. Należy zapewnić widoczność pociągu dla kierowcy pojazdu drogowego znajdującego się w odległości 50m od najbardziej oddalonego toru na odległości 400m (trójkąt widoczności). Jeżeli wymagany trójkąt widoczności nie jest spełniony na przejeździe tej kategorii , prędkość taboru jest większa niż 25km/h , a iloczyn liczby pojazdów szynowych pokonujących przejazd jest większy niż 800, należy przekwalifikować ten przejazd na kategorie II. Jeżeli przejazd kategorii III nie jest wyraźnie widoczny dla kierowców ze względu na okolicę (np. zakrzywienie drogi, podjazd lub zjazd, las lub podobne), pojazd kolejowy musi być oświetlony.

6. Statystyki wypadków



W Polsce do największej liczby wypadków na skrzyżowaniach dróg kołowych z torami na przejazdach niestrzeżonych. Wynika to między innymi z dominującej liczby przejazdów kolejowo-drogowych tej kategorii.



Dla porównania w Wielkiej Brytanii tendencja jest odwrotna. Większość wypadków miała miejsce na przejazdach strzeżonych. Na stan z roku 2013 przejazdy strzeżone (ręczne i zautomatyzowane) stanowiły około 24%.

Rodzaj przejazdu	**Liczba**
Obsługiwane przez użytkownika (ruchu drogowego)	679
Obsługiwane przez użytkownika (ruchu drogowego) z telefonem	1648
Otwarte	50
Przejście niestrzeżone	2547
Strzeżone	1573

Porównanie liczby wypadków oraz ich ofiar dla przejazdów niestrzeżony i przejazdów strzeżonych w okresie od 2013 do 2016 roku:

Rok	Przejazdy niestrzeżone					Przejazdy strzeżone				
	Liczba	Liczba zdarzeń	Zabici	Ciężko ranni	Miernik wypadkowości	Liczba	Liczba zdarzeń	Zabici	Ciężko ranni	Miernik wypadkowości
2013	7386	173	32	17	0,0223	4640	72	15	17	0,0155
2014	7158	137	19	17	0,0181	4655	70	16	7	0,0150
2015	6801	123	26	28	0,0171	4874	73	24	11	0,0150
2016	6661	147	26	25	0,0209	4936	60	19	12	0,0121

Na podstawie miernika wypadkowości, który jest równy stosunkowi liczby wypadków do całkowitej liczby przejazdów kolejowych danego typu można zauważyć iż na przejazdach bez technicznego wyposażenia istnieje większe ryzyko wystąpienia wypadku.

7. Prawo o ruchu drogowym w odniesieniu do przejazdów kolejowo – drogowych.

Przejazdy kolejowe jako punkty sieci transportowej są szczególnymi elementami z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu. Oprócz regulacji dotyczących projektowania przejazdów, ich lokalizacji, oznakowania oraz wymagań technicznych opracowano również zasady poruszania się w obrębie przejazdów kolejowo-drogowych.

Głównym dokumentem, który określa obowiązki oraz zakazy skierowane do uczestników ruchu drogowego jest Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 roku „Prawo o ruchu drogowym". W odniesieniu do tematu referatu szczególnie ważny jest artykuł 28 oddziału 7 trzeciego rozdziału ustawy: „Przecinanie się kierunków ruchu". Sprecyzowane są poszczególne kroki całego procesu zbliżania się, wjazdu oraz opuszczania przejazdów kolejowo – drogowych. Istotne znaczenie ma zachowanie szczególnej ostrożności przez kierującego pojazdem. Ostrożność oraz koncentracja pozwalają kierowcom jasno określić sytuację panującą na przejeździe. Powinni oni dostosować swoją prędkość w taki sposób aby możliwe było zatrzymanie pojazdu w wyznaczonym do tego bezpiecznym miejscu przed przejazdem. Ważne jest stosowanie się do wskazań i sygnałów urządzeń zabezpieczających przejazd. Ponadto kierowcy zobowiązani są do indywidualnego upewnienia się czy nie zbliża się pojazd szynowy. Wiele zależy od poprawnej interpretacji odbieranych informacji wzrokowo – słuchowych. Takie zachowanie powinno być normą nie tylko na niestrzeżonych przejazdach kolejowych, ale również na przejazdach wyższych kategorii (należy brać pod uwagę awarię bądź zawodność urządzeń zabezpieczających). Ustawa zaleca również przedsięwzięcie odpowiednich środków ostrożności w przypadku słabej widoczności, która może wynikać m.in wskutek mgły bądź innych powodów, które ograniczają przejrzystość powietrza.

Poza licznymi obowiązkami nałożonymi na kierujących pojazdami ustawa przewiduje szereg zakazów. Wśród nich należy wyróżnić zakazy obowiązujące także na przejazdach kolejowo drogowych kategorii D. Są to m.in zakaz wjeżdżania na przejazd, jeżeli po drugiej stronie przejazdu nie ma miejsca do kontynuowania jazdy, zakaz wyprzedzania pojazdu na przejeździe kolejowym i bezpośrednio przed nim czy zakaz omijania pojazdu oczekującego na otwarcie ruchu przez przejazd, jeżeli wymagałoby to wjechania na część jezdni przeznaczoną dla przeciwnego kierunku ruchu. W sytuacji skrajnie niebezpiecznej, w razie unieruchomienia pojazdu na przejeździe kolejowym, kierujący jest obowiązany niezwłocznie usunąć go z przejazdu, a jeżeli nie jest to możliwe, ostrzec kierującego pojazdem szynowym o niebezpieczeństwie. Punkt 5 art. 28 szczególną uwagę poświęca pojazdom/zespołom pojazdów o długości przekraczającej 10 m, które nie mogą rozwinąć prędkości większej niż

6km/h. Obligatoryjnym zadaniem uczestnika ruchu kierującego takim pojazdem jest upewnienie się czy w czasie potrzebnym na przejechanie przez ten przejazd nie nadjedzie pojazd szynowy, lub uzgodnić czas tego przejazdu z dróżnikiem kolejowym.

Pomimo jasnych zasad ruchu w obrębie przejazdów kolejowo-drogowych określonych w „Prawie o ruchu drogowym" powszechne jest lekceważenie ich przez kierujących pojazdami. Takie działanie wraz z innymi czynnikami towarzyszącymi takimi jak: złe warunki atmosferyczne, ograniczenia widoczności czy niekorzystne usytuowanie przejazdu mogą doprowadzić do wypadku. Jest to szczególnie niebezpieczne w przypadku przejazdów niestrzeżonych, gdzie odpowiedzialność za bezpieczny przejazd spoczywa w całości na kierowcy.

8. Nieprawidłowe zachowania kierowców na przejazdach niestrzeżonych.

Prawidłowe zachowania uczestników ruchu w obrębie przejazdów kolejowo-drogowych są jednymi z czynników warunkujących bezpieczne pokonanie przejazdów. Oprócz odpowiedniego utrzymania przejazdów przez zarządcę infrastruktury, odpowiedniego oznakowania oraz zachowania pól widoczności czynnik ludzki odgrywa istotne znaczenie, szczególnie na przejazdach kolejowych kategorii D, na których corocznie dochodzi do największej liczby wypadków.

Zdecydowana większość wypadków powodowana jest przez użytkowników dróg, którzy nie przestrzegają przepisów prawa o ruchu drogowym oraz nie zachowują szczególnej ostrożności podczas przejeżdżania przez przejazd. Ponadto częstym problemem jest brak bądź niewystarczająca wiedza teoretyczna, lekceważenie przejazdów przez kierowców, brawura czy też brak świadomości zagrożenia. Jednym ze środków prowadzących do poprawy sytuacji może być szeroko rozumiana edukacja prowadzona w zakresie długoterminowym. Należy przyjrzeć się również procesowi szkolenia nowych kierowców. Pamiętać trzeba także o niebezpieczeństwie jakie niosą ze sobą wszelkiego rodzaju używki, a szczególnie alkohol. Jest to problem dotyczący zarówno kierowców, pieszych jak i rowerzystów. Innymi problemami często spotykanymi na przejazdach kolejowych kat D jest niedostosowanie prędkości do panujących warunków, brak zatrzymania pojazdu przed przejazdem czy też podejmowanie decyzji o przejeździe bez dokładnej analizy sytuacji.

9. Wpływ pracy zarządcy linii kolejowej oraz zarządcy drogi na bezpieczeństwo na przejeździe kolejowo-drogowym.

Istotnym czynnikiem wpływającym na bezpieczeństwo na przejazdach kolejowo-drogowych jest jakość wykonywania przez zarządców infrastruktury kolejowej oraz

drogowej powierzonych im zadań. Zarządca infrastruktury kolejowej jest zobowiązany przez regulacje prawne do wyznaczenia kategorii przejazdu oraz utrzymania i ochrony przejazdów w poziomie szyn , wraz ze znakami kolejowymi oraz nawierzchnią drogową w odległości 4m od skrajni szyn. Dodatkowo ponosi on koszty utrzymania przejazdów kolejowo-drogowych. Natomiast zarządcy dróg zobligowani są do utrzymania oraz oznakowania dróg dojazdowych do przejazdów. Powinni oni według rozporządzenia w sprawie warunków jakim powinny odpowiadać skrzyżowania dróg z liniami kolejowymi skontrolować stan widoczności przejazdów raz w roku po okresie wzrostu roślinności, pomiędzy czerwcem a wrześniem oraz po każdym wypadku. Warunki i sposób sprawdzania widoczności są sprecyzowane w załączniku do rozporządzenia.

Według kontroli wykonanej w 2016 roku przez Najwyższą Izbę Kontroli czynności te mające na celu zwiększenie bezpieczeństwa na przejazdach nie są wykonywane prawidłowo. Zarządcy linii kolejowej zostali skrytykowani za niepoprawne ustalanie stanu technicznego, nie usuwanie od razu wykrytych defektów, nieprawidłowy wybór kategorii przejazdu co wiąże się z brakiem urządzeń zabezpieczających stosownych dla istniejących zagrożeń. Ponadto dokumentacje techniczno-eksploatacyjne budowli kolejowych zawierały błędy i braki , które nie pozwalały na odpowiednie oznakowania przejazdów.

Również duża część zarządców dróg negatywnie oceniona, gdyż nie przeprowadzali okresowych kontroli stanu technicznego dróg dojazdowych oraz nie zadbali o ich utrzymanie. Z tego powodu nawierzchnie jezdni były w słabym stanie, a nie obcięte drzewa oraz krzewy przysłaniały kierowcom pojazdów drogowych widoczność na czoło nadjeżdżającego pociągu. Zaniedbali oni także pomiary natężenia ruchu pojazdów drogowych przemieszczających się przez skrzyżowanie z torami kolejowymi, które są znaczące przy wyborze kategorii przejazdu kolejowo-drogowego. Powodem wystąpienia nieprawidłowości był między innymi brak kooperacji pomiędzy zarządcami dróg i zarządcami linii kolejowych.

W ponad 70% (71,7%) skontrolowanych przez NIK przejazdach zarejestrowano niedociągnięcia w oznakowaniu znakami i wskaźnikami, głownie ich braku, uszkodzenia, osłonięcia przez drzewa oraz inne elementy środowiska lub umieszczenia ich w nieprawidłowej odległości od przejazdu(znak pionowy G-3). Dotyczyły one przestrzeni drogowej, jak również kolejowej. Według danych na 2015r. około 60% wypadków na przejazdach kolejowo-drogowych wydarzyło się na tych niezaopatrzonych w sygnalizację świetlną oraz rogatki lub półrogatki.

10. Nieprawidłowości na wybranych przejazdach kolejowych kat D

Wiele przejazdów kolejowych kategorii D pozostawia wiele do życia. Pomimo systematycznych prac nadal wiele przejazdów nie spełnia wymagań technicznych oraz stanowią realne zagrożenie dla uczestników ruchu. Poniżej przedstawiono kilka przejazdów kategorii D wraz z nieprawidłowościami.

a) Jeżewice ul. Kolejowa, linia kolejowa nr 12 km 42.121 (Mszczonów – Tarczyn)

Nieprawidłowości:

- wyblakłe nieczytelne znaki drogowe,
- rosnące tuje przy dojeździe do przejazdu ograniczają znacząco widoczność,
- niedostateczna widoczność pociągów z drogi na dojeździe do przejazdu,

– ograniczenia widoczności z dwóch stron przejazdu spowodowane przez rosnące drzewa owocowe oraz metalowe ogrodzenie.

Propozycja rozwiązań:

– właściwe oznakowanie przejazdu (odpowiedzialność zarządców dróg),
– przekształcenie przejazdu w przejazd wyższej kategorii,
– rozmowy z właścicielem terenu prywatnego w celu usunięcia roślinności ograniczającej widoczność.

b) Przejazd kolejowo – drogowy kategorii D w Wojnowicach (gm. Krzanowice) przy ul. Rostka; droga powiatowa nr DP 3527 S

Nieprawidłowości:

– pole widoczności ograniczone przez skarpę przekopu linii kolejowej,
– nieodnowione oznakowanie poziome m.in. brak linii P-4 (podwójna ciągła).

Propozycja rozwiązań:

– poprawa widoczności poprzez zlikwidowanie/obniżenie skarpy,
– poprawa oznakowania poziomego na przejeździe,
– likwidacja roślinności ograniczającej widoczność.

c) Przejazd kolejowo – drogowy kategorii D w Gródczankach; droga powiatowa nr DP 3526 S

Nieprawidłowości:

- brak urządzeń optycznego prowadzenia ruchu po oby stronach przejazdu,
- duże zachwaszczenie,
- brak widoczności z linii bezwzględnego zatrzymania ,
- torowisko w wykopie.

Proponowane rozwiązania:

- likwidacja roślinności,
- obniżenie skarpy nasypu ziemnego ograniczającego widoczność,
- prawidłowe oznakowanie przejazdu.

11. Bibliografia

[1] Sprawozdanie ze stanu bezpieczeństwa ruchu kolejowego w 2016r. – Urząd Transportu Kolejowego

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie

[3] Bezpieczeństwo ruchu na przejściach i przejazdach kolejowo-drogowych- Najwyższa Izba Kontroli

[4] https://de.wikipedia.org/wiki/Bahn%C3%BCbergang_(Deutschland)

[5] Kryteria klasyfikacji przejazdów kolejowo-drogowych -liczba torów-Adam Dąbrowski

[6] VORSCHRIFTEN FÜR DEN BAU, DIE INSTANDHALTUNG UND DIE NUTZUNG VON BAHNÜBERGÄNGEN

[7] https://www.geograph.org.uk/photo/3756131

[8] https://www.gov.uk/government/statistics/transport-statistics-great-britain-2018

[9] https://erail.era.europa.eu/csi-data.aspx?country=26&year=2017&public=1

[10] Level Crossings – A guide for managers, designers and operators, Railway Publication 7, December 2011

[11] https://www.drivingtesttips.biz/level-crossing-lights-signals-signs.html

[12] Level Crossings, Scottish Law Comission Cm 8711 SG/2013/205, September 2013

[13] TMC 521 Level Crossings, Engeneering Manual, Version 2.3, July 2010, Rail Corporation

[14] Level Crossing Sighting Distances for Footpath and Vehicular User-Worked Crossings, September 2012, Heritage Railway Association

[15] https://orr.gov.uk/

[16] Strategy for regulation of health and safety risks - 4: Level crossings, Office of Rail and Road 2016 - 03 - 31

[17] https://publications.parliament.uk/pa/cm201314/cmselect/cmtran/680/68005.htm

[18] https://en.wikipedia.org/wiki/Level_crossings_in_the_United_Kingdom

[19] https://www.gov.uk/government/publications/level-crossings

[20] https://www.rssb.co.uk/pages/level-crossings.aspx

[21] https://www.gov.uk/government/statistics?departments%5B%5D=all&from_date=&keywords=level+crossing+accidents&page=3&publication_filter_option=statistics&taxons%5B%5D=a4038b29-b332-4f13-98b1-1c9709e216bc&to_date=

[22] https://orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0016/2158/level_crossings_guidance.pdf

[23] http://drogipubliczne.eu/przejazdy-i-przejscia-kolejowe

[24] http://kolej.krb.com.pl/mtigm33/rozdz2.htm

[25] https://www.lexlege.pl/skrzyz-linii-kolej-z-drogami/rozdzial-3-projektowanie-przejazdow-kolejowo-drogowych-i-przejsc/9701/

[26] https://www.lexlege.pl/skrzyz-linii-kolej-z-drogami/paragraf-28/

[27] https://www.quora.com/What-is-the-meaning-of-unmanned-level-crossing

[28] https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2016/11/500354_NR_LCM_Farmers_FolderLeaflets_A5_3.pdf

[29] https://orr.gov.uk/rail/health-and-safety/infrastructure-safety/level-crossings

[30] https://orr.gov.uk/__data/assets/pdf_file/0016/2158/level_crossings_guidance.pdf

[31] https://orr.gov.uk/rail/health-and-safety/infrastructure-safety

[32] https://www.railtech.com/policy/2019/01/31/netherlands-converts-unprotected-level-crossings/

[33] https://en.wikipedia.org/wiki/Level_crossing

[34] http://www.eng.dieselloc.ru/railway-engineering/classification-of-level-crossings.html

[35] https://www.nik.gov.pl/plik/id,12954,vp,15363.pdf

[36] https://edroga.pl/inzynieria-ruchu/standardy-oznakowania-przejazdow-kolejowych-2810980

[37] https://www.arslege.pl/przejazdy-kategorii-d/k1397/a90027/

[38] http://drogipubliczne.eu/przejazdy-i-przejscia-kolejowe

[39] https://www.google.pl/search?q=oznakowanie+przejazdu+kategorii+d&oq=przejazd+kategorii+d+&aqs=chrome.1.69i57j0.8767j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

[40] Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym

WSPÓŁCZESNE URZĄDZENIA STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM JAKO SKUTECZNY SPOSÓB NA ROZWIĄZANIE PROBLEMU NISKIEJ PRZEPUSTOWOŚCI LINII KOLEJOWYCH W POLSCE

Przemysław Barszcz

Politechnika Gdańska, Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej KoDiK

1. Wprowadzenie

Rozwój transportu kolejowego w Polsce i na świecie wymusił na zarządcach infrastruktury zmiany w sposobach organizacji ruchu kolejowego i na liniach bez urządzeń blokady liniowej opartych na mechanicznych zależnościach, zaczęto wprowadzać jej półsamoczynne wersje. Podniosły one w istotny sposób poziom bezpieczeństwa, jak również uprościły sposób wyprawiania pociągów przez dyżurnych ruchu. Kolejnym krokiem było przejście do zabudowy urządzeń samoczynnej blokady liniowej, szczególnie trzystawnej, a także czterostawnej. Do dziś na polskiej sieci linii kolejowych w zastosowaniu mamy wszystkie powyższe systemy. Poprzez uczestnictwo we wspólnocie Unii Europejskiej, Polska została zobligowana do rozwijania i implementacji Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym. Ten trójpoziomowy, uniwersalny system ma zapewnić pełną interoperacyjność na międzynarodowych szlakach, jak również podnieść poziom bezpieczeństwa. W dalszej części referatu, zaprezentowano charakterystykę urządzeń, podano przykłady „z gruntu", a także wymieniono krytyczne właściwości mające wpływ na przepustowość linii kolejowych w Polsce.

Aby jednak zrozumieć istotę problemu, a także mieć ogólny pogląd na problem przepustowości linii kolejowych, należy rozpocząć od pochylenia się nad jej definicją. Autorzy podręcznika [1] definiują zdolność przepustową linii kolejowej jako liczbę pociągów określonego rodzaju (pasażerskie bądź towarowe), które mogą być po niej przepuszczone w danej jednostce czasu. Zdolność przepustową linii określa najmniejsza zdolność przepustowa jednego z jej elementów. Elementem tym najczęściej jest szlak charakteryzujący się najdłuższymi czasami jazdy pociągów (tzw. szlak krytyczny) lub wyjątkowo stacja o bardzo niekorzystnym układzie i małej sprawności urządzeń sterowania ruchem kolejowym. W tym momencie warto pochylić się również nad rozróżnieniem teoretycznej zdolności przepustowej od tej praktycznie osiągalnej, czyli użytecznej. Teoretyczna zdolność przepustowa na ogół nigdy nie jest wykorzystywana, ze względu na fakt zachowania konieczności pewnych odstępów czasowych między pociągami,

dla utrzymania stabilności wykresu ruchu. Nie sposób pominąć tutaj także rezerwy technicznej, która podczas obliczeń przyjmuje wartość r = <20%, 25%>.

Zależność matematyczna użytecznej zdolności przepustowej ma postać:

$$Npr = Ntr(1 - r).$$

Npr jest zdolnością przepustową praktycznie osiąganą, Ntr natomiast teoretyczną zdolnością przepustową. Rezerwy wykorzystuje się do zaspokojenia potrzeb przewoźników kolejowych, jeśli nastąpi potrzeba zwiększenia masy netto pociągów towarowych, bądź włączenia do pociągów pasażerskich większej liczby wagonów. Ma to znaczenie jeśli wzrasta czas zajęcia krytycznego szlaku poprzez wzrost czasu potrzebnego na rozruch pojazdu trakcyjnego, jak również czas hamowania.

Aby jednak skupić się na istocie problemu związanej z urządzeniami sterowania ruchem kolejowym, naturalnym będzie przeanalizowanie ich cech i funkcjonalności, które prezentują się następująco.

2. Linie kolejowe bez urządzeń blokady liniowej.

Na Polskiej sieci linii kolejowej w dalszym ciągu istnieją pewnego rodzaju białe plamy jeśli chodzi o poziom wyposażenia posterunków ruchu w urządzenia sterowania ruchem kolejowym. Według danych PKP PLK, stan na 2016 rok, na 15861 km linii kolejowych zainstalowano systemy urządzeń liniowych, jednakże cała sieć administrowana przez Polskie Linie Kolejowe wynosi 18 427 km [7]. Łatwo więc wydedukować że na prawie 14% linii, podstawą prowadzenia ruchu jest zapowiadanie pociągów za pomocą urządzeń łączności telefonicznej, czyli ruch pociągów prowadzi się na podstawie telefonicznego zapowiadania, gdzie obowiązuje żądanie pozwolenia na wyprawienie pociągu, danie pozwolenia, a następnie oznajmić odjazd pociągu. Pociągi mogą być wyprawiane w takim następstwie, aż poprzedni pociąg dojedzie do sąsiedniego posterunku zapowiadawczego i przyjazd zostanie potwierdzony do stacji wyprawienia. W praktyce może to być odcinek o zróżnicowanej długości (np. 3-30km). Dodatkowo długość i czas przejazdu pociągu przez szlak zależy od specyfiki miejscowej linii, uwzględniającej warunki techniczno- ruchowe i charakter ruchu. Do czasu poddanego analizie, należy dodać czas na wykonanie obowiązków dyżurnego ruchu, jeśli to nie jest koniec linii- zarządzanie ruchem na przyległych szlakach itp.

W przypadku przerwy w łączności telefonicznej, wprowadza się łączność radiotelefoniczną, a ruch prowadzi się na podstawie tablic tożsamości. Ponadto, pociągi zatrzymuje się na posterunku zapowiadawczym i uprzedza ich drużyny pociągowe rozkazami

pisemnymi np. o konieczności ograniczenia prędkości jazdy pociągów przed przejazdem kolejowo-drogowym lub obsługiwanym przejściem do 20 km/h z powodu niepowiadomienia dróżników przejazdowych o odjeździe pociągu, o posterunkach następczych, które nie biorą udziału w prowadzeniu ruchu i na których nieważne są wskazania sygnałów na semaforach, a także o innych okolicznościach, o których mówi instrukcja Ir-1 [2]. Dodatkowo istnieją obostrzenia, i tak np. w przypadku pogorszenia się słyszalności lub innych zakłóceń, co jest zjawiskiem stosunkowo częstym, gdy odbierający nie rozumie poszczególnych wyrazów należy je przeliterować używając znanych imion, nazw itp. Każdy radiotelefonogram zapowiadawczy powinien być na dowód zrozumienia powtórzony.

Podsumowując, wymienione zasady prowadzenia ruchu w istotny sposób zabierają dużo czasu na czynności związane z zarządzaniem ruchem. Należy zauważyć, że posterunki bez urządzeń blokady liniowej charakteryzują się najniższym poziomem bezpieczeństwa, gdyż prowadzenie jedynie dziennika ruchu R-146 nie gwarantuje nieomylności pracownika posterunku. Dodatkowo linie bez urządzeń blokady liniowej charakteryzują się jedną z najmniejszych przepustowości.

3. Blokada liniowa półsamoczynna.

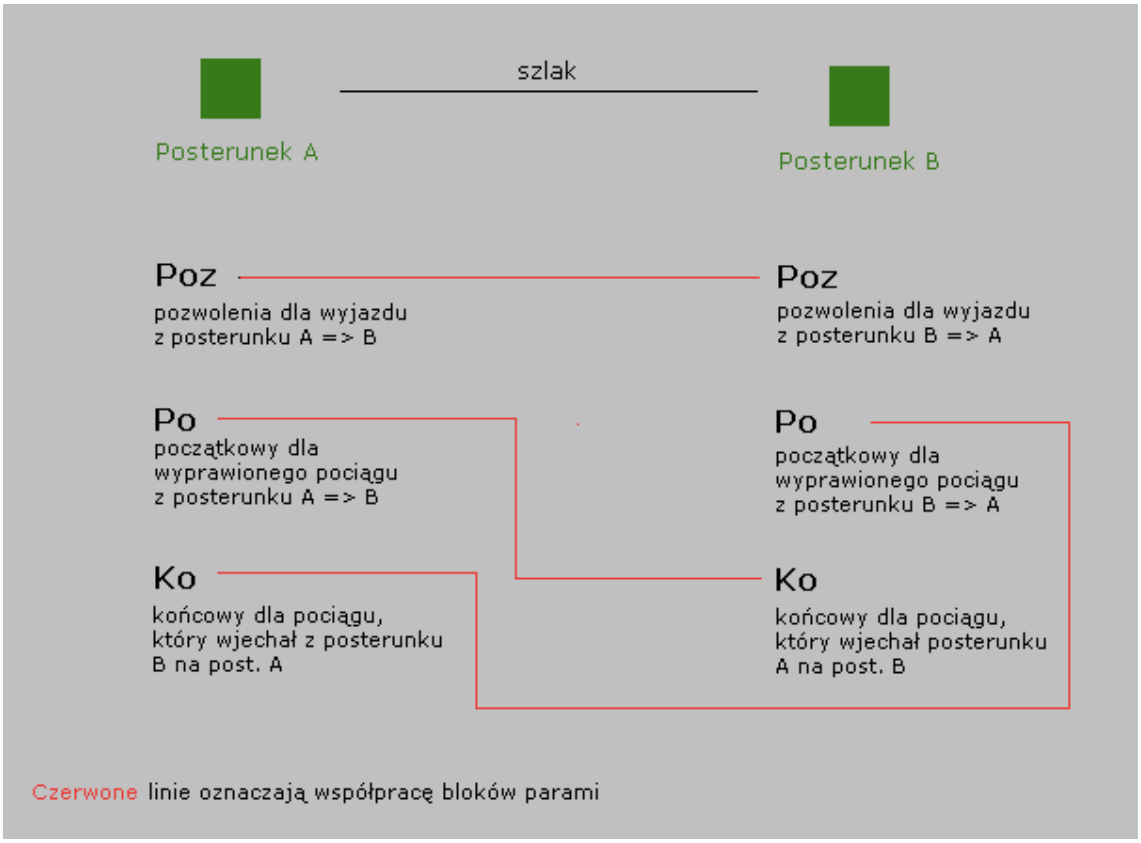
Jest to zespół urządzeń zależnościowych obsługiwanych przez człowieka i stosowanych przeważnie na liniach drugorzędnych, jak również znaczenia miejscowego, nie pozwalając na sprawne przepuszczanie pociągów w danej jednostce czasu. Według danych PKP PLK na2016 rok, stanowią one ok 80% wszystkich blokad zainstalowanych na liniach i pokrywają ok. 69% całej sieci linii kolejowych w Polsce [7].

Szlak kolejowy przy tej blokadzie liniowej może być zajęty tylko przez jeden pociąg, co przy długim czasie przejazdu miedzy posterunkami zapowiadawczymi wymusza czekanie na odjazd pociągu, aż poprzedni pociąg dojedzie do następnej stacji. Taki stan ogranicza znacznie przepustowość szlaku, jak również utrzymuje stosunkowo niski poziom bezpieczeństwa. W przypadku półsamoczynnych blokad stosowana również jest tu zasada, że tylko jeden pociąg może znajdować się na szlaku między dwoma posterunkami, które dodatkowo „ochraniają pociąg” poprzez urządzenia. Są one również uzależnione z ruchem pojazdów, które to samoczynnie oddziałują na układy umożliwiając zmianę ich stanu. W zależności od sposobu prowadzenia ruchu stosuje się blokadę jednokierunkową do prowadzenia ruchu po torze w jednym kierunku, oraz blokadę dwukierunkową - do prowadzenia ruchu po torze w obu kierunkach. Blokada liniowa realizuje odpowiednie zależności wyprawiania pociągów na szlak. W urządzeniach mechanicznych są to specjalne zawórki początkowe oraz zawórki przeciwwtórne (zapobiegają ponownemu wyświetleniu

sygnału zezwalającego na jazdę). W urządzeniach przekaźnikowych, zależności te odbywają się na podstawowych obwodach elektrycznych. Najczęściej spotykanym typem jest blokada trzyokienkowa typu C, gdzie rozróżniamy bloki: pozwolenia (danie zgody na wyprawienie pociągu przez sąsiedni posterunek), początkowy (informacja o wyjeździe), końcowy (informacja o przyjeździe). Zasada ich działania przedstawiona jest na rysunku 1.

Kwestia praktycznej obsługi urządzeń, jak również zrozumienia zależności, jest dość skomplikowana i wymaga poświęcenia znacznej ilości czasu, dlatego aby skupić się na istocie problemu, warto przejść dalej i wspomnieć o popularnej w przeszłości opcji na zwiększenie przepustowości. Przez zastosowanie posterunku odstępowego „PO" można podzielić szlak na dwa odstępy blokowe, zastosowanie dwóch posterunków odstępowych dzieli szlak na trzy odstępy blokowe. W praktyce oznacza to, że na każdym odstępie może znajdować się jeden pociąg. W znaczący sposób poprawia to parametry przepustowości długich szlaków. Bazując na Dokumentacji Techniczno-Ruchowej blokady EAP [6], możemy dowiedzieć się, że producent urządzeń zaleca budowę maksymalnie dwóch posterunków odstępowych. Niestety rozwiązanie nie przetrwało próby czasu, posterunki są likwidowane ze względu na braki kadrowe, jak również ograniczenia finansowe PKP PLK. Do dzisiejszego dnia przetrwały pojedyncze z nich.

Ciekawym przypadkiem, który został poddany analizie przez Urząd Transportu Kolejowego jest linia kolejowa nr 31 Siedlce - Siemianówka na odcinku Ujrzanów - Niemojki. Bazuje ona właśnie na idei stosowania „PO". Cytując autora raportu [3] „ Ten prawie 30-kilometrowy odcinek charakteryzuje się niską przepustowością ze względu na brak posterunku odstępowego (likwidacja stacji Mordy), co znacznie wydłuża odbiegi pociągów (nawet do 30 minut w przypadku pociągów pasażerskich i do 60 minut w przypadku pociągów towarowych)." Jest to pewnego rodzaju wąskie gardło, zważywszy na rosnące znaczenie przejścia granicznego w Siemianówce, jak również fakt, że oficjalnie, jest to objazd modernizowanej magistrali kolejowej E75 na odcinku Warszawa Rembertów - Białystok i dalej w kierunku krajów bałtyckich.



Rys. 1. Schemat działania bloków [4]

Reasumując, linie kolejowe wyposażone w urządzenia półsamoczynnej blokady liniowej, charakteryzują się jedną z niższych przepustowości, porównywalną z liniami bez urządzeń blokady. Istotne podniesienie analizowanego parametru, daje stosowanie posterunków blokowych, które nie przetrwały próby czasu. W związku z powyższym, wskazane jest, aby podczas modernizacji linii zabudowywać urządzenia samoczynnej blokady liniowej, której zalety są zaprezentowane w kolejnej części referatu. Dodatkowo istnieje alternatywa, aby na istniejących liniach budować zdalnie sterowane posterunki odstępowe, oparte na popularnej technologii liczników osi oraz semaforów półsamoczynnych nastawionych na samoczynność. Aby uświadomić sobie skalę problemu, biorąc pod uwagę mieszanie ruchu towarowego i pasażerskiego, zły stan infrastruktury, warto bliżej zapoznać się z Raportem UTK [3]. Niemniej jednak liniowe blokady półsamoczynne możemy zaliczyć do tych z przeszłości. Mechanizmy są archaiczne i stają się coraz bardziej awaryjne. Ich charakterystyka w nawiązaniu do przepustowości nie jest skutecznym rozwiązaniem do stosowania na polskiej sieci kolejowej. Mimo dużej popularności, są zdecydowanie wypierane przez samoczynne blokady, które powstają jak tylko nadarzy się okazja do przeprowadzenia modernizacji.

4. Samoczynna blokada liniowa.

To stosunkowo nowoczesne i funkcjonalne rozwiązanie, które zostało wdrożone na stosunkowo niewielkim obszarze linii kolejowych. O randze i użyteczności świadczy fakt, że wyposażone są w nią linie magistralne, czyli w większości te, które łączą Warszawę z największymi polskimi miastami, na głównych korytarzach transportowych np. E20 Kunowice- Terespol, jak również w aglomeracjach, czego przykładem jest np. warszawska linia średnicowa, linia Pomorskiej Kolei Metropolitarnej, część linii 250 administrowanej przez PKP SKM w Trójmieście, a także te, które poddawane są modernizacji, a stopień wykorzystania ich zdolności do przewozu ładunków i ludzi, przemawia technicznie i ekonomicznie za instalacją powyższych zespołów urządzeń.

Istotą działania systemu samoczynnej blokady liniowej, czyli SBL, jest samoczynne nastawianie sygnałów na semaforach odstępowych, które dzielą szlak między posterunkami ruchu. Każdy odstęp osłaniany jest sygnalizatorem odpowiadającym za przekazywanie sygnałów na podstawie oddziaływania taboru na odcinki izolowane, bądź liczniki osi. Każdy odstęp posiada własne urządzenia sprawdzenia zajętości toru, które odwzorowują stan rzeczywisty na pulpicie komputerowym na stanowisku dyżurnego ruchu, który najczęściej już zarządza z poziomu Lokalnego Centrum Sterowania. Sercem całego systemu jest tutaj układ zależnościowy.

Zdolności przepustowe linii, a także parametry opisujące ekonomię jazdy, jej płynność, pobór energii elektryczne, jak również dynamikę jazdy zależą w głównej mierze od stawności blokady. Dlatego ze względu na ilość informacji o stanie ruchowym przekazywanych przez semafory odstępowe dla prowadzących pojazdy możemy wyróżnić: blokady dwustawne, trzystawne i czterostawne.

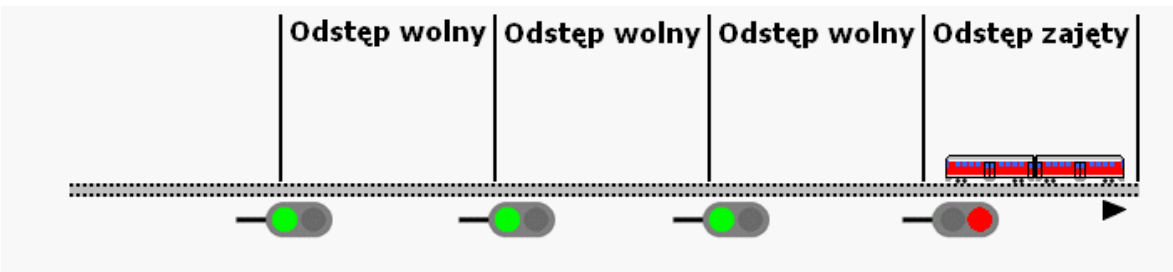
Długości odstępów nie mogą być dowolnie przyjmowane, lecz zależą od dróg hamowania. Szczegółowe informacje możemy uzyskać w instrukcji Ir-1 [2], która mówi, że na dwustawnej SBL odstęp nie może być krótszy niż podwójna długość drogi hamowania ustalona dla danej linii, a światło zielone ciągłe oznacza, że co najmniej jeden odstęp blokowy za semaforem (patrząc w kierunku jazdy pociągu) nie jest zajęty. Ostatni semafor odstępowy nie pełni roli tarczy ostrzegawczej, dlatego wskazania tego semafora uzależnione są tylko od stanu niezajętości toru osłanianego odstępu. W trzystawnej odstęp nie może być krótszy od przyjętej dla danej linii drogi hamowania, a światło zielone ciągłe oznacza, że co najmniej dwa odstępy blokowe za semaforem (patrząc w kierunku jazdy pociągu) nie są zajęte. W czterostawnej natomiast odstęp (za wyjątkiem odstępu pomiędzy ostatnim semaforem odstępowym i semaforem wjazdowym) nie może być krótszy od połowy drogi hamowania

przyjętej dla danej linii, a światło zielone ciągłe oznacza, że co najmniej trzy odstępy blokowe za semaforem (patrząc w kierunku jazdy) nie są zajęte. Dodatkowo instrukcja precyzuje, jaka odległość musi być spełniona dla odstępu pomiędzy ostatnim semaforem odstępowym isemaforem wjazdowym, która nie może być krótsza od przyjętej dla danej linii drogi hamowania. Są to szczególnie istotne elementy, jeśli pochylamy się nad problemem przepustowości, gdyż to od liczby odstępów w głównej mierze zależy jaka ilość pociągów może zostać przepuszczona przez dany odcinek.

Głównymi zasadami w zarządzaniu ruchem na linii wyposażonej w sbl jest bezpieczeństwo oraz sprawność, dlatego aby nie powodować niepotrzebnego hamowania pociągu lub wręcz jego zatrzymania przed wjazdem na posterunek ruchu (stację) dyżurny ruchu przyjmujący pociąg powinien wyświetlić (jeżeli to możliwe) sygnał zezwalający na jazdę na semaforze wjazdowym posterunku ruchu najpóźniej w momencie, gdy pociąg będzie 2 odstępy blokowe przed tym semaforem.

Podobna zasada ma zastosowanie w przypadku wyprawiania pociągów na szlak. Również tutaj przychodzą nam z pomocą wytyczne instrukcji obowiązujących w PKP PLK S.A. [2]. Pociągi należy wyprawiać ze stacji wówczas, gdy zasadniczo co najmniej dwa odcinki oddalania na planie świetlnym nie wykazują zajętości i nie ma przeszkód do jazdy. Jeżeli jednak prędkość jazdy ostatniego wyprawionego pociągu jest równa lub większa niż prędkość następnego pociągu, który ma być wyprawiony, to pociąg ten można wyprawić ze stacji, gdy co najmniej pierwszy odcinek oddalenia na planie świetlnym nie wykazuje zajętości.

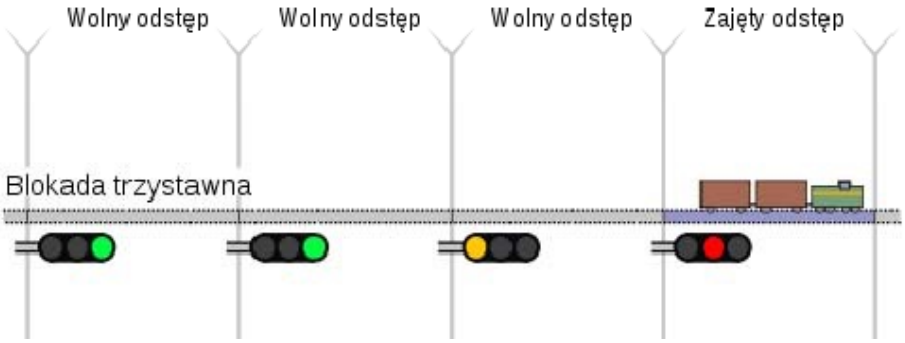
Aby w pełni zrozumieć istotę działania SBL, należy wrócić do podziału na stawność i scharakteryzować jej cechy. Blokada dwustawna informuje jedynie, czy na następnym odstępie znajduje się pociąg - stąd dwa możliwe sygnały: "wolna droga", bądź "stój!". System ten jest najprostszy, ale wymaga doskonałej widoczności semafora, tak by można się było zatrzymać, gdy zostanie zauważony sygnał zabraniający jazdy. Przy takiej blokadzie, pociąg musi mieć możliwość szybkiego zahamowania - jest ona stosowana głównie na WKD i w warszawskim metrze.

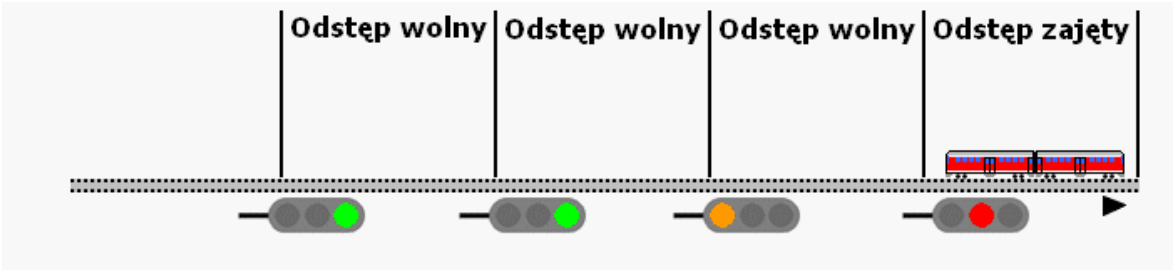


Rys. 2. Blokada dwustawna [5]

Blokada trzystawna pozwala dodatkowo poinformować maszynistę z wyprzedzeniem jednego odstępu, że przed kolejnym semaforem musi się zatrzymać. Jeśli na semaforze SBL jest sygnał "stój" (światło czerwone), to poprzedzający semafor wyświetla światło pomarańczowe. Ten typ blokady jest stosowany na większości linii wyposażonych w SBL w Polsce, szczególnie na liniach z średnimi i większymi prędkościami szlakowymi (przeważnie do 120 km/h)

Blokada czterostawna to modyfikacja poprzedniej przeznaczona dla linii, gdzie droga hamowania jest tak długa, że normalne odstępy byłyby bardzo długie. W tym przypadku hamowanie odbywa się na dwóch odstępach. Aby poinformować maszynistę o konieczności hamowania, wcześniejszy semafor wyświetla migające zielone światło.





Rys. 3. Blokada trzystawna (powyżej) [5] Rys. 4. Blokada czterostawna (poniżej) [5]

Mimo powszechnej opinii o wysokich zdolnościach przepustowych linii kolejowych wyposażonych w samoczynne blokady liniowe, problemy związane z przepustowością niestety nie zniknęły całkowicie. Dobra oferta przewozowa, atrakcyjna lokalizacja np. linia w okolicach przemysłowych, sprawiają, iż rośnie popyt na przewozy, którego nie jest w stanie obsłużyć obecna infrastruktura. Problem taki istnieje na warszawskiej linii średnicowej, gdzie częstotliwość co 2-3 min całkowicie wykorzystuje zdolności trzystawnej blokady. Podobny problem istnieje na linii kolejowej nr 3 Warszawa - Kunowice na odcinku Warszawa Włochy - Sochaczew, a także świeżo zmodernizowanej nr 9 Warszawa - Gdańsk na odcinku Warszawa Praga - Nasielsk, gdzie wyprzedzanie pociągów jest utrudnione, np. w Nowym Dworze Mazowieckim odbywa się poza obrębem peronów, co dodatkowo spowalnia pociągi

regionalne. Warto wspomnieć, że najbardziej obciążony jest 50-kilometrowy odcinek Warszawa Praga - Nasielsk, z Warszawy do Chotomowa trzytorowy, za Chotomowem dwutorowy. Przykładów takich można mnożyć i wymieniać bardzo dużo. Antidotum może być dobudowa dodatkowych par torów rozdzielająca ruch dalekobieżny od aglomeracyjnego, modyfikacja układu torowego stacji, przez optymalne projektowanie przejść rozjazdowych, a także inne, mające zastosowanie w konkretnych warunkach miejscowych. Instalacja blokady czterostawnej nie będzie tutaj dobrym rozwiązaniem. Warto natomiast przeanalizować montaż urządzeń ERTMS, które pozwoliłyby na większą automatyzacje i podniosły elastyczność.

Podsumowując, samoczynne blokady liniowe w znaczący sposób poprawiają zdolności przepustowe linii. Są instalowane najczęściej podczas modernizacji linii jako następcy wersji półsamoczynnych. Mają bardzo dobry wpływ i skutecznie wzmacniają możliwości przewozowe ludzi i towarów. Nowoczesne urządzenia srk w połączeniu z korzystnymi parametrami technicznymi linii sprawiają, że linia staje się tak atrakcyjna, że brakuje na niej wolnych „okienek" do wyprawiania kolejnych pociągów na szlak. W tym momencie automatyka kolejowa (już po instalacji ERTMS) nie jest w stanie wykrzesać więcej z istniejącej infrastruktury.

5. System ERTMS

European Railway Train Management System (Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym). Jest to wspierany przez Unię Europejską projekt ujednoliconego systemu sterowania ruchem kolejowym, który ma zapewnić interoperacyjność transportu kolejowego. Obejmuje on ETCS (European Train Control System), czyli system sterowania pociągiem, GSM-R, czyli system łączności radiowej GSM z dedykowanym pasmem częstotliwości dla kolei, jak również ETML, to znaczy Europejską Warstwę Zarządzania Ruchem. Prace nad ETML zostały zarzucone, natomiast system łączności jak również kontroli pociągu jest nadal dopracowywany i wdrażany na polskiej sieci linii kolejowych.

Podsystem ERTMS/ETCS ze względu na funkcjonalność został podzielony na trzy poziomy. Poziom pierwszy przewiduje trzy warianty wyposażenia [8]. Poziom pierwszy bez uaktualnienia opiera się na zasadzie transmisji sygnału z sygnalizatora na pulpit maszynisty poprzez zastosowanie balis torowych sprzężonych z semaforem, anten na pojeździe trakcyjnym odbierających sygnał jak również komputerów na pokładzie np. lokomotywy bądź EZT, które analizują sygnał i kontrolują pracę maszynisty. Poziom 1 z uaktualnieniem przez dodatkowe balisy, różni się tym, że na drodze jazdy pociągu znajdują się dodatkowe balisy stanowiące punkty uaktualniania informacji o sposobie jazdy. Możliwe jest również

ciągłe uaktualnianie informacji poprzez pętlę ułożoną w torze. Poziom 2 opiera się natomiast na łączności radiowej GSM-R w celu wydawania zezwoleń na jazdę. Pracownicy posterunków ruchu w tradycyjny sposób sprawdzają zajętość toru, tj. poprzez odcinki izolowane, czujniki torowe, liczniki osi itd. Obecne są tu również balisy, które przekazują do pojazdu informacje stałe w celu lokalizacji. Poziom 3 jest najbardziej zaawansowany technicznie, a także najbardziej zautomatyzowany, co czyni go najbardziej efektywnym. Łączność GSM-R jest wykorzystywana do wydawania zezwoleń na jazdę, jak również do kontroli zajętości toru. Obywa się to m.in. z wykorzystaniem eurobalis i weryfikacji pomiaru długości przejechanej drogi. Ruchem zarządzają pracownicy kolejowi z Centrum Sterowania Radiowego (RBC).

System ERTMS jest obecnie uznawany za optymalny dla prowadzenia ruchu pociągów i w najlepszym stopniu poprawia przepustowość linii kolejowych. Przy wykorzystaniu systemu ERTMS przepustowość linii kolejowej rośnie na równi z oszczędnością zużycia energii. Już poziom pierwszy z uaktualnieniem przez dodatkowe balisy sprawia, że pociąg jedzie sprawniej, maszynista wcześniej dostaje informacje o zezwoleniu na jazdę. Jeszcze większą płynność i otrzymywaniu danych zapewnia uaktualnienie przez pętlę. Większą liczbę pociągów można wyprawić stosując poziom 2 ETCS, natomiast najbardziej korzystne wartości gwarantuje poziom 3. Zezwolenia na jazdę przygotowywane są na zasadzie ruchomego odstępu blokowego. RBC na podstawie analizy sytuacji na danej linii przydziela pociągowi odcinek wolnego toru przed czołem pociągu oraz przekazuje informacje o maksymalnej prędkości ze względu na poruszający się przed pociąg, bądź inne ograniczenia. Dzięki stałej analizie sytuacji, pociąg porusza się tak, aby droga wolna przed nim została wykorzystana w jak najlepszym stopniu z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa.

Ze względu na trzy poziomy wyposażenia systemu ETCS, zgodnie z informacjami zawartymi w literaturze fachowej [8], możemy mówić o maksymalnym wykorzystaniu niżej wymienionych parametrów, które prezentuje Tabela 1.

Tabela 1. Maksymalne wartości parametrów przy zastosowaniu danego poziomu wyposażenia ETCS.

-	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
Czas następstwa pociągów [min]	3	2.30	2
Przepustowość [poc/h]	20	24	30
Prędkość [km/h]	160	300	500

Dla określenia przepustowości przyjęto, że długość odstępów blokowych dla poziomu 1 i 2 wynosi 1500m, czas reakcji RBC/ systemu sygnalizacyjnego bez zmiany położenia

rozjazdu to 5 s, dł. poc. wynosi 400 m, gwarantowana wartość opóźnienia przy hamowaniu to 0,6 m/s^2, czas reakcji układu hamulcowego 6 s, maszynisty 5 s, a margines przepustowości linii wynosi 10%. Warto wspomnieć, że PKP PLK w specjalnych instrukcjach o prowadzeniu ruchu pociągów z wykorzystaniem ETCS poziom 1 oraz poziom 2 [9,10] nie precyzuje wartości maksymalnej prędkości, wskazując jedynie, że jest to więcej niż 160 km/h.

Należy dodać również o innych praktycznych korzyściach płynących z implementacji ERTMS, które dzięki nowoczesnemu taborowi z zainstalowanym ETCS poziomu 1 lub 2 mogą wykorzystywać jej funkcjonalność, w pewien sposób poprawiając przepustowość poprzez wzrost prędkości jazdy pociągu. Już dziś na polskich torach możemy obserwować „skutki" wdrożenia np. ETCS p. 1 na linii CMK, gdzie elektryczne zespoły trakcyjne ED-250 mogą rozwijać prędkość 200 km/h m.in na odcinku z Grodziska Mazowieckiego do Idzikowic. Polskie prawodawstwo zezwala na jazdę pojedynczej obsadzie trakcyjnej z prędkością większą niż 130 km/h przy pełnym nadzorze i sprawnym działaniu systemu ERTMS/ETCS p. 1 oraz 2. [9,10].

Z całą pewnością można stwierdzić, że system ERTMS w znacznej mierze może przysłużyć się do pełniejszego wykorzystania istniejącej infrastruktury kolejowej poprzez wzrost jej przepustowości realizowany przez samą obecność danego systemu i korzyści z tego płynące, jak również dodatkowo, zmniejszając zaangażowanie kadrowe w realizację połączeń np. międzywojewódzkich bądź regionalnych z prędkością 160 km/h - pojedyncza obsada. Oprócz pozytywnego wpływu omówionego powyżej, ERTMS poprawia poziom bezpieczeństwa, zwiększa poziom interoperacyjności polskiej kolei, jak poziom ekonomiki prowadzenia pociągu.

6. Urządzenia stacyjne

Pochylając się nad problemem przepustowości, nie sposób zapomnieć o urządzeniach stacyjnych, które również w pewien sposób oddziaływują na ilość pociągów wyprawianych w danej jednostce czasu. Pośrednio jest to związane z maksymalnymi dopuszczalnymi prędkościami na które wpływa rodzaj zastosowanych urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Stacyjne urządzenia kluczowe wprowadzają ograniczenie do 120 km/h, mechaniczne scentralizowane do 140 km/h. Należy jednak pamiętać w tym momencie o ryglach. Ryglujemy zwrotnice w obu położeniach, gdy pociągi pasażerskie przejeżdżają dany rozjazd na ostrze z prędkością większą od 40 km/h, a towarowe powyżej 50 km/h, jak również z ostrza z prędkością większą niż 120 km/h. Urządzenia przekaźnikowe możemy stosować do 160 km/h, natomiast komputerowe powyżej tej prędkości. Najczęściej jednak stacyjne urządzenia ruchu kolejowego nie wpływają negatywnie na czasy przejazdów

pociągów, gdyż pozwalają one utrzymywać względnie wysokie prędkości. Głównym winnym staje się tutaj zły stan techniczny toru.

Jednymi z krytycznych urządzeń stosowanych na kolei są rozjazdy. Również wpływają na prędkość poruszania się po danej linii. Charakteryzują się one m.in rodzajem, promieniem łuku toru zwrotnego, typem szyny, skosem czy oznaczeniem kierunku zwrotnego rozjazdu. Rodzaj i typ rozjazdów powinien być dostosowany do standardu nawierzchni wymaganego klasą toru oraz wymaganej prędkości na kierunek zwrotny. Aby poprawić wartości prędkości stosowanych na liniach dużych prędkości stosuje się np. rozjazdy z ruchomym dziobem krzyżownicy.

W powyższej analizie należy również spojrzeć na fakt, że przedstawione w referacie przykłady bazują głównie na rozwiązaniach mających zastosowanie w warunkach modelowych, to znaczy nie zostały wprowadzone żadne obostrzenia wynikające np. z usterki urządzeń srk. Mając na uwadze priorytetowy cel w prowadzeniu ruchu pociągów, czyli bezpieczeństwo, instrukcje dla pracowników spółek kolejowych wprowadzają szereg zapisów regulujących prowadzenie ruchu w sytuacjach awaryjnych. W tym przypadku kwestia przepustowości schodzi na dalszy plan, w pierwszej kolejności należy zapewnić bezpieczne przejazdy pociągów, zwracając szczególną uwagę na komunikację między pracownikami i należyte prowadzenie dokumentacji techniczno-ruchowej.

7. Podsumowanie

Analizując stosowane na polskiej sieci urządzenia sterowania ruchem kolejowym, możemy stwierdzić, że w znacznym stopniu zaspokajają one potrzeby przewoźników, którzy chcieliby uruchamiać swoje pociągi w danych porach dnia lub nocy. Procentowo udział linii bez blokady liniowej jest niewielki, stosowane są głównie na liniach znaczenia miejscowego, gdzie najczęściej ruch jest znikomy, dlatego nie musimy ich traktować jako poważnego problemu. Półsamoczynna blokada liniowa jest stosowana bardzo często, natomiast pocieszającym jest fakt, że podczas modernizacji linii kolejowych najczęściej jest zastępowana przez samoczynną blokadę liniową, która zdecydowanie podnosi przepustowość linii. Najbardziej wydajnym systemem jest ERTMS, którego pozytywne skutki możemy już dziś powoli obserwować. Z całą pewnością ewolucja urządzeń srk poprawia przepustowość, wykorzystując istniejącą infrastrukturę w coraz to bardziej pełniejszy sposób. Podczas pochylenia się nad ogólnym problemem przepustowości, należy zauważyć, że w aglomeracjach ruch rośnie tak intensywnie, a linia jest tak obciążona, że żadne urządzenie nie sprosta misji zapewnienia „okienek” w rozkładzie. Wtedy konieczna jest dobudowa dodatkowych torów, jak powoli zaczyna się to dziać np. w Warszawie. Jest to

jednak temat, który również wymaga poważnych analiz, badań potoków ruchu, jak również uwzględnienia przewidywań na przyszłość.

8. Bibliografia:

[1] „Technologia transportu kolejowego" P. Zalewski, P. Siedlecki, A. Drewnowski. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.

[2] Ir- 1 „Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów" Tekst przyjęty uchwałą Nr 693/2017 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 27 czerwca 2017r., uwzględniający zmiany wprowadzone: 1) uchwałą Nr 1085/2017 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 7 listopada 2017r. 2) uchwałą Nr 762/2018 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 2 października 2018r.

[3] Raport UTK. „ANALIZA ODCINKÓW SIECI KOLEJOWEJ O OGRANICZONEJ PRZEPUSTOWOŚCI„ Jan Piotrowski Warszawa, czerwiec 2016 r. Departament Regulacji Rynku Kolejowego, Urząd Transportu Kolejowego.

[4] http://www.transportszynowy.pl/kolpblsblprow.php#pbl

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

[6] Dokumentacja Techniczno- Ruchowa Półsamoczynnej Blokady Liniowej Typu Eap-94, Nr Eap-94/DTR/97; PPHU M. Grot, Sosnowiec.

[7] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Zarządca narodowej sieci linii kolejowych: *Raport roczny za 2016 rok*. Warszawa 2017.

[8] „Podstawy Sterowania Ruchem Kolejowym" Mirosława Dąbrowska-Bajon. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

[9] Ir-1a „Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów z wykorzystaniem systemu ERTMS/ETCS poziomu 1". Warszawa, 2018.

[10] Ir-1b „Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów z wykorzystaniem systemu ERTMS/ETCS poziomu 2". Warszawa, 2018.

WPŁYW PODSTACJI TRAKCYJNYCH PRĄDU STAŁEGO NA WYBRANE PARAMETRY ENERGII ELEKTRYCZNEJ W SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

Krzysztof Piłka, Jerzy Wojciechowski

Uniwersytet Technologiczno – Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu,
Wydział Transportu i Elektrotechniki

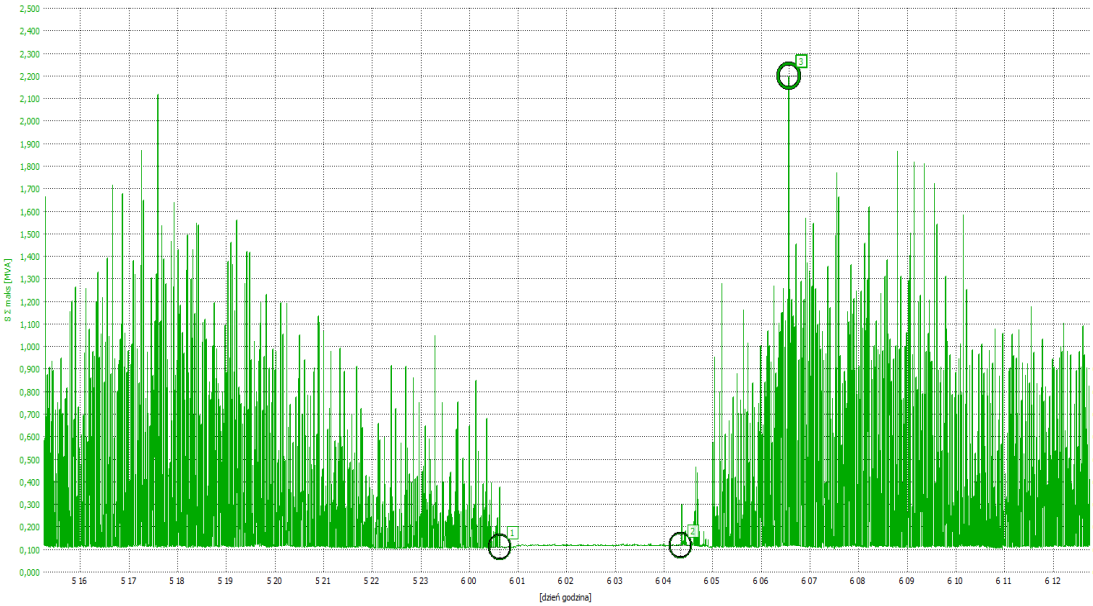
Transport, nazywany krwiobiegiem gospodarki, pozwala na przemieszczanie towarów oraz ludzi w coraz krótszym czasie, na coraz większe odległości. Wraz z postępem techniki nastąpił dynamiczny rozwój transportu kolejowego, czego efektem jest między innymi elektryfikacja linii kolejowych. Był to istotny krok nie tylko dla przewozów dalekobieżnych, ale przede wszystkim przewozów regionalnych. Zwiększenie dynamiki pojazdów oraz poprawa komfortu podróży spowodowały, że pojazdy elektryczne wypierały pojazdy parowe oraz spalinowe, powodując jednocześnie konieczność rozbudowy infrastruktury zasilającej.

W kolejnictwie odbiorniki energii zasilane są z podstacji trakcyjnych, w których zamontowane są zazwyczaj oddzielne transformatory dla potrzeb trakcyjnych i nieatrakcyjnych. Obwody nieatrakcyjne charakteryzują się równomiernym obciążeniem, podczas gdy obwody trakcyjne muszą dostarczyć dużą wartość energii w krótkim czasie, po czym następuje czas bez obciążenia.

Początkowo wpływ pojedynczych podstacji trakcyjnych na działanie systemu elektroenergetycznego nie był znaczący, zwłaszcza, że pojazdy będące głównymi odbiornikami energii napędzane były silnikami prądu stałego z rozruchem rezystorowym. Obecnie taki system napędu wypierany jest przez silniki asynchroniczne zasilane falownikami. Modernizacja układu napędowego znacznie poprawiła funkcjonalność pojazdów, poprzez: zmniejszenie ich awaryjności, płynną regulację prędkości oraz zwiększenie przyspieszenia. Jednak impulsowy charakter odbiornika wprowadza zakłócenia do sieci trakcyjnej, które przy braku filtrów w podstacji trakcyjnej przenoszone są do linii zasilającej.

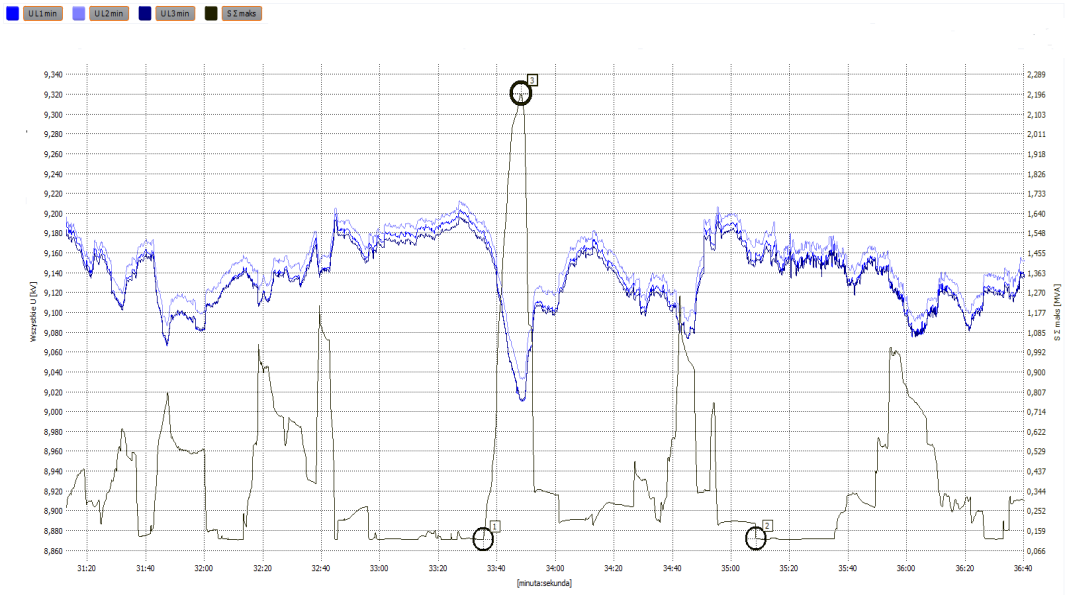
Rozważając oddziaływanie podstacji trakcyjnych na system elektroenergetyczny należy zwrócić szczególną uwagę na problem dużych zmian obciążenia. Jak widać na wykresie 1, pokazującym dobowy przebieg obciążenia linii zasilającej podstację trakcyjną, w godzinach od godziny 00:37 do 4:20 obciążenie wynosiło tylko 115 kVA. Jest to spowodowane brakiem ruchu pociągów elektrycznych w tym czasie, a cała energia zużywana jest na potrzeby

nieatrakcyjne. Taki stan jest bardzo korzystny ponieważ występują stabilne warunki przez prawie cztery godziny.



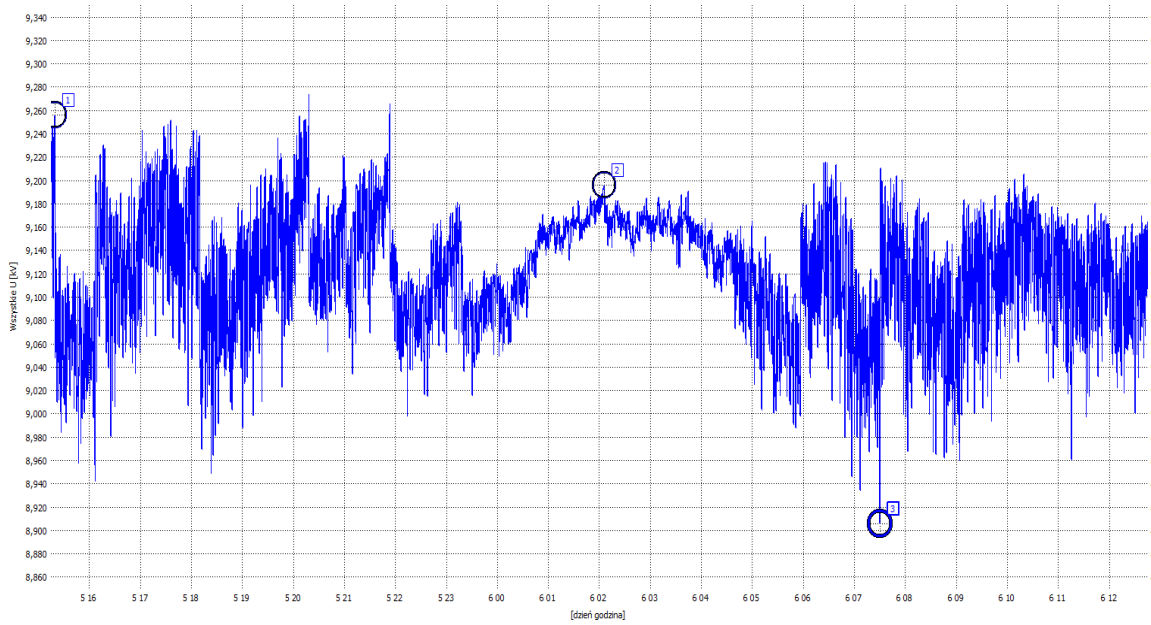
Wykres 1. Obciążenie linii zasilającej podstację trakcyjną.

Sytuacja bardzo się zmienia wraz z rozpoczęciem ruchu pociągów. Chwilowe obciążenia dochodzące nawet do 2,2 MVA nie stwarzają zagrożenia cieplnego, ponieważ czas ich trwania nie przekracza kilku minut, jednak powstałe spadki napięcia mogą powodować zakłócenia w pracy innych urządzeń. Istotną kwestią jest brak możliwości skompensowania tych zakłóceń, ponieważ wymagałoby to zbudowania zasobnika energii, który podczas obniżonego obciążenia gromadziłby energię, w celu jej oddania w czasie zwiększonego zapotrzebowania.



Wykres 2. Przebieg mocy S oraz napięć fazowych linii zasilającej podczas obciążenia podstacji przy rozruchu pojazdu.

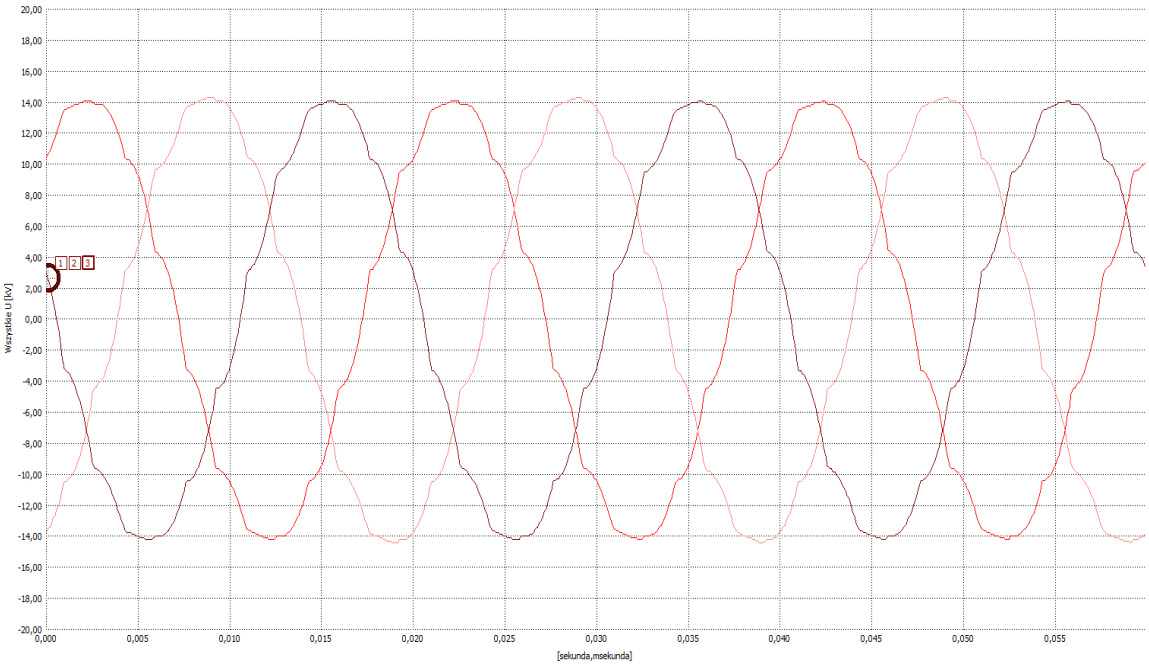
Wykres 3 pokazuje przebieg zmian napięcia, które spowodowane są zmianami obciążenia podstacji trakcyjnej. Należy zwrócić uwagę na charakter wahań, które posiadają dużą amplitudę ale krótki czas trwania. W czasie prowadzonych pomiarów nie nastąpiło przekroczenie dopuszczalnych tolerancji, jednakże istotą tych zakłóceń nie jest ich wielkość lecz obszar oddziaływania. Powstałe wahania napięcia będą zauważalne u innych odbiorców.



Wykres 3. Przebieg zmian napięcia linii zasilającej podstację trakcyjną.

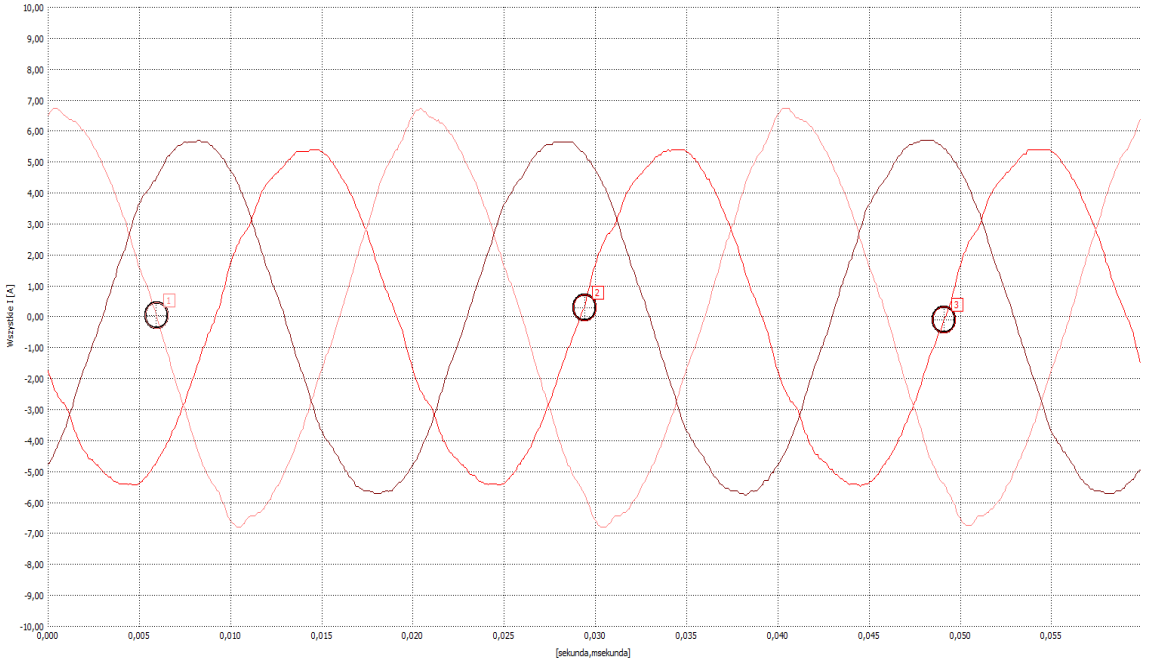
Wskazane duże zmiany obciążenia stwarzają również problemy projektowe, ponieważ w przypadku projektowania linii zasilającej podstację trakcyjną trudno jest jednoznacznie określić normalne warunki pracy. Przez większą część doby obciążenie zawiera się w granicach 200 kVA, ale pokazany na wykresie 2 moment obciążenia mocą 2,2 MVA nie jest sytuacją nieprawidłową. Tworzy to wątpliwości, dla jakich parametrów należy wykonywać obliczenia elementów, aby zapewnić prawidłową pracę zarówno podstacji trakcyjnej, jak również urządzeń i aparatów zamontowanych w głównym punkcie zasilającym.

Oprócz dobowych zmian obciążenia problemem jest również obecność prostowników w obwodach trakcyjnych. Większość podstacji wyposażonych jest w dwunastopulsowe zespoły prostownikowe. Taki charakter odbiornika powoduje, że prąd pobierany z sieci zasilającej nie jest sinusoidalny lecz odkształcony. Wykres 4 przedstawia oscylogram prądów z widocznymi odkształceniami w linii zasilającej.



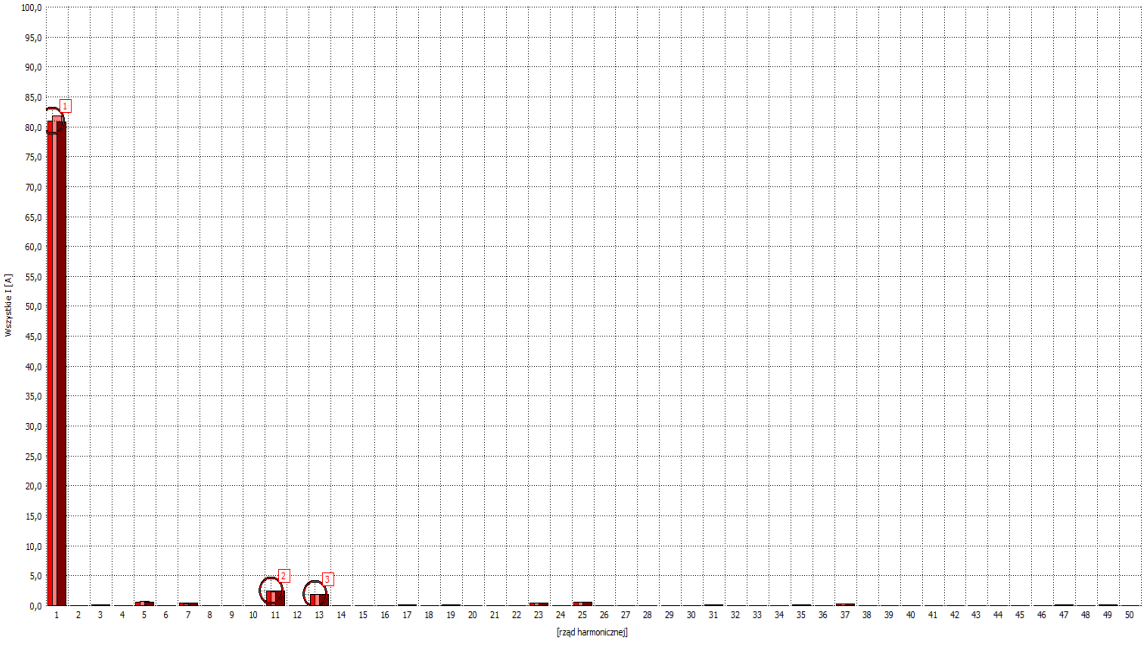
Wykres 4. Oscylogram prądów w linii zasilającej podstację trakcyjną.

Zakłócenia te występują jedynie w momentach, gdy pobierana jest energia trakcyjna, ponieważ prostowniki nie obciążone nie wprowadzają zakłóceń do sieci zasilającej. Wykres 5 pokazuje oscylogram prądów w czasie, gdy podstacja obciążona była jedynie odbiorami nieatrakcyjnymi. Jak widać nie występują wtedy odkształcenia spowodowane pracą zespołów prostownikowych, ale pojawiła się asymetria obciążenia.



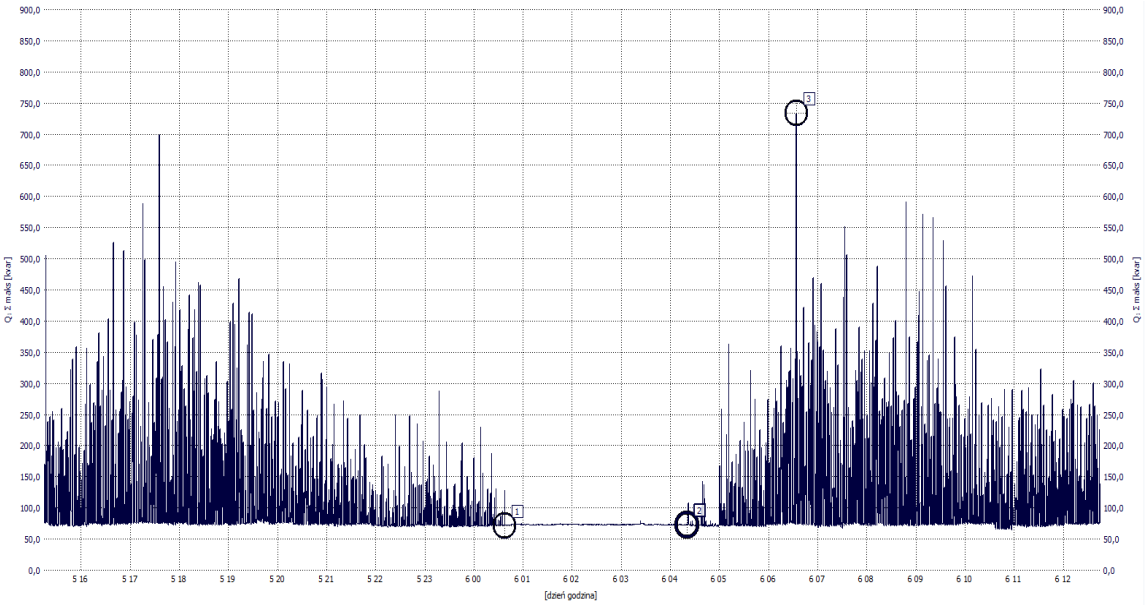
Wykres 5. Oscylogram prądów w linii zasilającej podstację trakcyjną.

Nieliniowy charakter obciążenia powoduje wprowadzenie wyższych harmonicznych do systemu elektroenergetycznego Szczególnie zauważalna jest składowa o częstotliwości 550Hz, odpowiadająca jedenastej harmonicznej oraz składowa o częstotliwości 650Hz, odpowiadająca 13 harmonicznej. Wykres 6 przedstawia zawartość poszczególnych składowych w krzywej prądu pokazanej na wykresie 4. Należy zauważyć, że pomimo podwyższonej zawartości harmonicznej 11 oraz 13 ich udział wyrażony w procentach nie przekracza 3% składowej podstawowej, co oznacza, że oddziaływanie pojedynczej podstacji na system elektroenergetyczny jest na poziomie akceptowalnym. Należy mieć jednak na uwadze fakt, że jeżeli z danego GPZ zasilony zostanie odbiorca o podobnym charakterze sytuacja może się zmienić. Minimalizację wprowadzanych zakłóceń uzyskuje się dzięki zainstalowanym filtrom w podstacjach trakcyjnych. Wyższe harmoniczne są redukowane w filtrach rezonansowych zbudowanych z bloków selektywnych o częstotliwościach zgodnych z harmonicznymi o największych wartościach. Zastosowanie filtrów pozwoliło w znacznym stopniu zredukować zakłócenia, a tym samym oddziaływanie infrastruktury kolejowej na system elektroenergetyczny.



Wykres 6. Widmo składowych harmonicznych w przebiegu prądu pokazanym na wykresie 4.

Pojawienie się w pojazdach przetwornic statycznych oraz falowników trakcyjnych powoduje wytworzenie znacznej ilości mocy biernej, która nie jest kompensowana na poziomie podstacji. W przypadku zasilania odbiorników nieatrakcyjnych zawartość mocy biernej utrzymuje się na poziomie około 73 kvar, co widać wyrazie na wykresie 7 (w godzinach od 00:37 do 4:20). Jednakże w przypadku obciążenia podstacji przez pojazdy trakcyjne wartość wytwarzanej mocy biernej wzrasta nawet do 733 kvar.



Wykres 7. Przebieg zmian mocy biernej wytwarzanej przez podstację trakcyjną.

Tak znaczna zawartość mocy biernej wytwarzanej w infrastrukturze kolejowej powoduje konieczność budowania większych transformatorów oraz linii o przekrojach umożliwiających jej przesłanie. Istotną kwestią jest fakt, że moc ta jeżeli nie zostanie skompensowana będzie obciążać kolejne stopnie systemu elektroenergetycznego, a tym samym oddziaływać na coraz więcej elementów. Należy w związku z tym rozważyć, czy podstacje trakcyjne nie powinny zostać wyposażone w układy kompensacji mocy biernej. Obecnie istnieją możliwości techniczne pozwalające na aktywną kompensację, dzięki czemu możliwe jest reagowanie układu również na krótkie obciążenia spowodowane rozruchem pojazdów trakcyjnych. Być może jest to kierunek, w którym powinna skierować się energetyka kolejowa chcąc uczestniczyć w prawidłowym rozwoju polskiego systemu elektroenergetycznego. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów można stwierdzić, że infrastruktura kolejowa, pomimo swojej specyfiki obciążenia, nie powoduje istotnych zakłóceń w funkcjonowaniu systemu elektroenergetycznego. Występujące oddziaływanie nie przekracza granic tolerancji. W przyszłości należy jednak rozważyć możliwość budowy zasobników energii, które zredukują duże zmiany obciążenia, natomiast już teraz należy stosować rozwiązania redukujące wartość mocy biernej wprowadzanej do systemu elektroenergetycznego.

Bibliografia

[1] Bałgarnow L., Kelles-Krauz M., Mitew E.: Zagadnienia techniczno-ekonomiczne trakcji elektrycznej. Politechnika Radomska. Radom 2000 r.

[2] Matusiak R., Roman Z., Kacprzak J., Mierzejewski L., Szeląg A., Walczyna A., Lewandowski M., Drążek Z., Chustecki R., Lubaszewski P., Adamski R., Wrotek W.: Wymagania dla zasilania lokomotywy do prędkości 200 $^{km}/_{h}$w energię elektryczną. Politechnika Warszawska - Zakład Trakcji i Urządzeń Elektrycznych. Wydział Elektryczny. Warszawa 1991 r.

[3] Zeszyty naukowo-techniczne Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie seria: materiały konferencyjne nr 22 (zeszyt 57); Gospodarka energią i paliwami w przedsiębiorstwie PKP; Kraków 1997 r.

[4] Frontczak F.: Podstacje trakcyjne i ich zasilanie. Kolejowa Oficyna Wydawnicza. Warszawa 1994 r.

[5] Kacprzak J., Koczara W.: Podstawy napędu elektrycznych pojazdów trakcyjnych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1990 r.

ANALIZA PORÓWNAWCZA ELEKTRYCZNYCH ZESPOŁÓW TRAKCYJNYCH W RUCHU DALEKOBIEŻNYM

Marcin Olgierd Grupiński

Akademia WSB

Rosnący popyt na kolejowe usługi przewozowe przy dostrzegalnej stagnacji w zakresie rozbudowy infrastruktury kolejowej wymaga od licencjonowanych przewoźników pasażerskich dostosowywania posiadanego taboru kolejowego do wzrastającej liczby pasażerów, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej jakości usług oraz zadowalającej oferty przewozowej. Eksploatacja elektrycznych zespołów trakcyjnych ma pozwolić na pogodzenie interesów wszystkich stron biorących udział w procesach przewozowych.

Zorganizowane przez państwowego przewoźnika PKP Intercity S.A. przetargi na zakup czterdziestu nowych elektrycznych zespołów trakcyjnych z przeznaczeniem do realizacji przewozów dalekobieżnych zakończyły się w latach 2013-2014 podpisaniem dwóch odrębnych umów na uzyskanie obowiązkowej dokumentacji zapewniającej eksploatację pojazdu na sieci kolejowej w Polsce, dostarczenie oraz 15-letnie utrzymanie wyprodukowanych pojazdów. Zamówienie zostało rozdysponowane pomiędzy dwa konkurencyjne podmioty, spółkę Stadler Polska Sp. z o.o., która dostarczyła przewoźnikowi pojazdy typu Stadler FLIRT^3 (serii ED160) w odpowiedniej konfiguracji oraz spółkę PESA Bydgoszcz S.A., która dostarczyła prototypowe pojazdy typu Pesa Dart (serii ED161).

Zdecydowanie w innej sytuacji znalazło się w roku 2010 prywatne przedsiębiorstwo WESTbahn Management GmbH, które rozpoczynając swoją działalność oraz wykorzystując formę przedsiębiorstwa poszukiwało odpowiedniego pojazdu do realizacji przewozów na podstawie rozmów z producentami pojazdu, za sprawą którego możliwa będzie sprawna realizacja przewozów kolejowych na trasie Wiedeń – Salzburg. Parametry infrastruktury kolejowej na tym odcinku pozwalają na osiąganie prędkości 200 km/h w stałej eksploatacji, co było jednym z kluczowych aspektów jaki producentom stawiała grupa austriackich inwestorów. Ostateczna umowa na zakup siedmiu sześcioczłonowych dwupoziomowych elektrycznych zespołów trakcyjnych typu Stadler KISS (serii MeA 4010) została zawarta w 2010 roku, a po dostarczeniu pojazdów rok później przewoźnik rozpoczął swoją przewozową działalność. Popularność oferty austriackiej spółki oraz konieczność uzupełnienia oferty o dodatkowe połączenia zobowiązała WESTbahn do zakupu kolejnych

pojazdów, w tym jednego sześcioczłonowego oraz dziewięciu czteroczłonowych pojazdów typu Stadler KISS (serii MeA 4110).

PARAMETRY TECHNICZNE WYBRANYCH ELEKTRYCZNYCH ZESPOŁÓW TRAKCYJNYCH W RUCHU DALEKOBIEŻNYM

Seria	Producent	Liczba członów	Klasa 1	Klasa 2	Prędkość	Długość	Masa Służbowa	Masa Brutto	Moc Ciągła
ED161	Pesa	8	60	294	160 km/h	150 m	253 t	282 t	2400 kW
ED160	Stadler	8	60	294	160 km/h	153 m	251 t	281 t	2000 kW
MeA 4010		6	501	-	200 km/h	150 m	305 t	381 t	4000 kW
MeA 4110		4	326	-	200 km/h	100 m	231 t	251 t	4000 kW

Opracowanie własne na podstawie materiałów ujętych w Bibliografii

Elektryczne zespoły trakcyjne serii ED161 produkowane przez PESA Bydgoszcz S.A. pod nazwą handlową Pesa Dart są najtańszymi elektrycznymi zespołami trakcyjnymi znajdującymi się w powyższej tabeli. Koszt dostarczenia wszystkich dwudziestu pojazdów do PKP Intercity S.A., wraz z wykonaniem procesu dopuszczania pojazdu do eksploatacji na polskiej sieci kolejowej, wyniósł zamawiającego ponad 1 mld 8 mln złotych. Warto jednak zaznaczyć, że pomimo stosunkowo niskiej ceny za zakup dwudziestu egzemplarzy, pojazdy te charakteryzowały się zaledwie 80% współczynnikiem sprawności technicznej, co przyczyniało się do skrajnie wysokich opóźnień pociągów lub wprowadzania zastępczych składów wagonowych za te pojazdy. Pierwszy okres eksploatacji przyniósł również niepokój w związku z masą pojazdu, ponieważ względem kryteriów przetargowych pojazdy Pesa Dart były znacznie przeciążone, a zastosowane rozwiązania konstrukcyjne mogły znacząco utrudniać eksploatację. W celu odciążenia pojazdów zadecydowano o likwidacji osłony na sprzęg oraz osłon bocznych. Pomimo wykonywanych napraw oraz zawartego w pełnej umowie serwisu pojazdów przez okres 15 lat, po ponad trzech latach siedem egzemplarzy zostało tymczasowo wycofanych z eksploatacji ze względu na zlokalizowanie w nich znacznych odspojeń struktury poszycia.

Dwadzieścia elektrycznych zespołów trakcyjnych serii ED160 produkowanych przez Stadler Polska w Siedlcach trafiło do PKP Intercity S.A. za kwotę 1 mld 156 mln złotych. Pojazdy te charakteryzuje w przedmiotowym przypadku najniższa moc ciągła. Położenie układu napędowego oraz układ osi pozwala osiągać porównywalne wyniki eksploatacyjne względem pojazdów Pesa Dart, przy czym maszyniści tych pojazdów wciąż zwracają uwagę na problemy przy rozruchu. Pojazdy na skutek ślizgania się powierzchni tocznej koła po toku

szynowym doprowadza do uszkodzenia powierzchni tocznej tego koła, co charakteryzuje się występowaniem tzw. “płaskich miejsc”. Wieloletnie doświadczenie płynące z budowy pojazdów szynowych oraz zastosowane przez producenta na etapie produkcji materiały pozwoliły na znaczne modyfikacje w projekcie wnętrza oraz poszerzenie korytarzy względem konkurencyjnego pojazdu Pesa Dart. Pojazdy typu Flirt charakteryzują się bardzo wysokim współczynnikiem sprawności technicznej. Pasażerowie podróżujący tym typem taboru odczuwają wyższą stabilność jazdy oraz lepsze wyciszenie, co przekłada się na zwiększenie komfortu podróży.

Pojazdy piętrowe wciąż stanowią niewielką część taboru kolejowego wykorzystywanego w ruchu dalekobieżnym, niemniej obecna technologia pozwala maksymalnie spożytkować przestrzeń w tych pojazdach, o czym świadczy zagospodarowanie wnętrza w siedemnastu elektrycznych zespołach trakcyjnych Stadler KISS należących do WESTbahn Management GmbH. Podobnie jak pojazdy eksploatowane przez polskiego przewoźnika, również tutaj pojazd podzielony jest na poszczególne sektory, przy czym w porównaniu do pojazdów posiadanych przez PKP Intercity S.A. egzemplarze Stadler KISS posiadają mniejsze strefy gastronomiczne zlokalizowane na półpiętrach (przy przejściach międzywagonowych), a na pasażerów czekają miejsca wyłącznie jednej klasy. Warto w tym miejscu nadmienić, że pojazdy piętrowe pomimo swojej budowy oraz potencjalnej większej możliwości przewozowej, znacząco ułatwiają wymianę pasażerską ze względu na szerokie drzwi zlokalizowane po dwóch stronach każdego ze członów, z przyległym do nich korytarzem. Przewoźnik nie upublicznia wszystkich informacji dotyczących zamówienia, niemniej biorąc pod uwagę inne umowy podpisywane z zagranicznymi przewoźnikami na pojazdy tego samego typu, koszt dwudziestu jednostek w opisanym powyżej standardzie nie powinien przekroczyć kwoty 1 mld 700 mln złotych. Należy jednak pamiętać, że wpływ na cenę pojazdu mają takie czynniki jak zapewnienie wieloletniego utrzymania, wyposażenie wnętrza, czy montaż zróżnicowanych systemów bezpieczeństwa oraz zasilania umożliwiających późniejszą eksploatację pojazdów poza granicami państwa, w którym ów tabor został zamówiony.

UPROSZCZONY RACHUNEK ZYSKÓW I STRAT ZA PRZEJAZD NA TRASIE KATOWICE – WARSZAWA WSCHODNIA (301 km) W CZASIE DO 2 GODZIN

Seria	Przychody	Koszty	
	Sprzedaż biletów (40 zł/miejsce)	Wykorzystanie infrastruktury	Wykorzystanie energii trakcyjnej
ED160	**14 160 zł**	**2 357,31 zł**	**994,29 zł**
ED161	**14 160 zł**	**2 357,31 zł**	**1 037,74 zł**
MeA 4010	**20 040 zł**	**2 520,09 zł**	**1 617,76 zł**
MeA 4110	**13 040 zł**	**2 357,31 zł**	**1 065,77 zł**

Opracowanie własne na podstawie materiałów ujętych w Bibliografii

Przyjmując, że za wszystkie miejsca siedzące sprzedane na całą trasę przejazdu przewoźnik otrzymuje średnio 40 złotych, to największy przychód miałby on przy eksploatowaniu sześcioczłonowego elektrycznego zespołu trakcyjnego Stadler KISS, jednakże jego masa oraz moc potrzebna w trakcie rozruchu wpływają na znaczące podwyższenie kosztów przewozu. Najmniejszą podatność transportową spośród ujętych w tabeli pojazdów mają nieco krótsze również piętrowe czteroczłonowe pojazdy typu Stadler KISS, przez wzgląd na mniejszą liczbę miejsc siedzących oraz potrzebną do rozruchu moc wpływającą na koszty związane z wykorzystaniem energii trakcyjnej. Eksploatowane przez przewoźnika PKP Intercity S.A. pojazdy wydają się być zatem lepszym rozwiązaniem, gdy średnia liczba pasażerów wynosi mniej niż 320 osób.

Zakupiony tabor musi również spełniać parametry techniczne infrastruktury, po której będzie się poruszał, dlatego ważne przy ocenianiu opłacalności zakupu danego taboru jest jego dostosowanie do obsługi pasażerów na jak największej liczbie stacji oraz przystanków osobowych. Długość peronów znajdujących się na planowanej do obsługi linii wskazuje granicę wykonywania swobodnej wymiany pasażerskiej.

DŁUGOŚĆ PERONÓW NA WYBRANYCH STACJACH I PRZYSTANKACH OSOBOWYCH NA ODCINKU KATOWICE – WARSZAWA WSCHODNIA

Stacja	Długość peronów
Katowice	302 m (peron 1) 363 m (peron 2) 360 m (peron 3) 412 m (peron 4) 331 m (peron 5)
Sosnowiec Główny	232 m (peron 1) 394 m (peron 2)
Będzin Miasto	200 m
Dąbrowa Górnicza	270/310 m (w zależności od krawędzi)
Zawiercie	402 m (peron 1) 292 m (peron 2)
Włoszczowa Północ	300 m
Opoczno Południe	300 m
Warszawa Zachodnia	268 m (peron 4) 353 m (peron 5) 397 m (peron 6) 301 m (peron 7)
Warszawa Centralna	400 m
Warszawa Śródmieście	208 m
Warszawa Zachodnia	395/407 m (peron 3) 378/444 m (peron 4) 320/346 m (peron 5) 216/230 m (peron 6) 196/204 m (peron 7)

Opracowanie własne na podstawie załącznika nr 2 do Regulaminu Dostępu do Obiektów Infrastruktury Usługowej Zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Elektryczne zespoły trakcyjne w razie konieczności można ze sobą sprzęgać, powiększając ich możliwości przewozowe. W zależności od oczekiwanego popytu każdy przewoźnik jeszcze przed zamówieniem pojazdów powinien rozważyć wszelkie możliwości ich eksploatacji. Podjęta decyzja ma znaczący wpływ na późniejszą opłacalność przewozów. Należy również mieć na uwadze powyższą tabelę, gdzie wszystkie stacje oraz przystanki osobowe umożliwiają przyjęcie wszystkich czterech typów pojazdu, ale niekoniecznie gdy ulegają one sprzęgnięciu.

Przy wydłużeniu pociągu do 300 metrów eksploatacja pojazdów piętrowych przynosi kolejne korzyści sprzyjające zakupom piętrowych pojazdów. Sprzęgnięcie dwóch sześcioczłonowych elektrycznych zespołów trakcyjnych typu Stadler KISS pozwala przewieźć aż 1002 osoby, podczas gdy połączenie ze sobą trzech czteroczłonowych pojazdów tego samego typu daje niewiele niższą wartość 978 osób. Są to jednak wciąż wyższe wartości, aniżeli w przypadku pojazdów Stadler FLIRT oraz Pesa Dart eksploatowanych przez

PKP Intercity S.A., gdzie sprzęgnięcie dwóch pojazdów tego typu daje możliwość przewiezienia zaledwie 708 osób na miejscach siedzących. W obliczu rosnącego popytu pomiędzy głównymi miastami Polski, zakup pojazdów piętrowych wydaje się być więc uzasadniony.

Wyrażam przekonanie, że inwestycja w pojazdy szynowe piętrowej budowy pozwala na maksymalizację efektywności przewozów tam gdzie dostrzega się problemy z przepustowością lub wyraźny popyt na usługi przewyższający obecną oraz przyszłą podatność transportu kolejowego.

Bibliografia

[1] Marek Graff, *Nowe elektryczne zespoły trakcyjne w obsłudze ruchu regionalnego i dalekobieżnego w Polsce w 2015 r.* „Technika Transportu Szynowego" 1-2/2016, s. 22 33

[2] Politechnika Łódzka, *Badanie wpływu sposobu jazdy na zużycie energii trakcyjnej*

[3] PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., *Załącznik nr 2 do Regulaminu Dostępu do Obiektów Infrastruktury Usługowej Zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A*, https://www.plk-sa.pl/dla-klientow-i-kontrahentow/warunki-udostepniania-infrastruktury-i-regulaminy/obiekty-infrastruktury-uslugowej/ (dostęp 20.05.2019 r.)

[4] https://rynek-kolejowy.pl (dostęp 19.05.2019 r.)

[5] http://transportszynowy.pl (dostęp 19.05.2019 r.)

[6] https://wikipedia.org (dostęp 19.05.2019 r.)

[7] https://vagonweb.cz (dostęp 19.05.2019 r.)

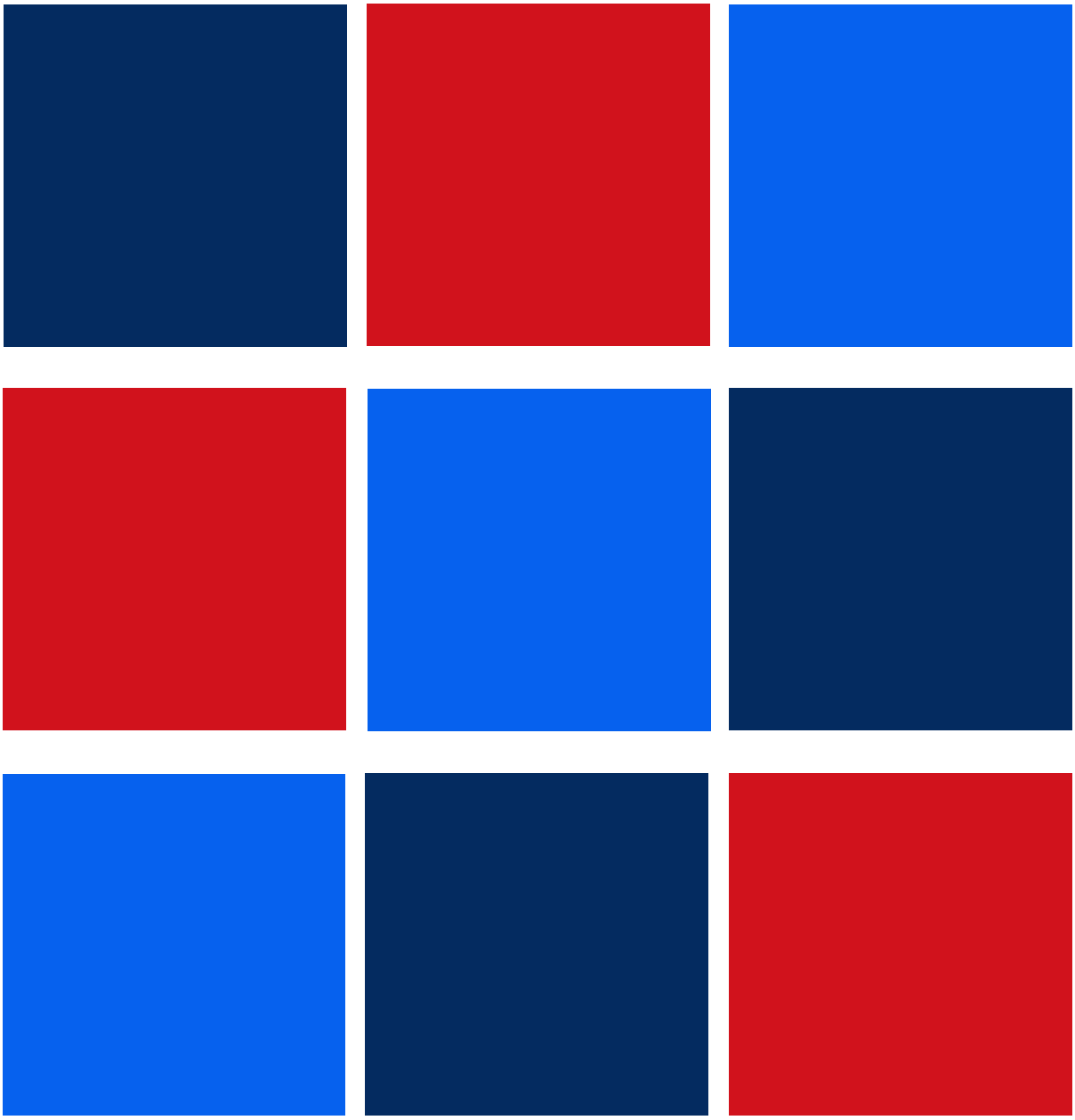
[8] https://jernbane.net (dostęp 19.05.2019 r.)

[9] http://psmkms.krakow.pl (dostęp 19.05.2019 r.)

[10] https://skrj.plk-sa.pl/kalkulacja/ (dostęp 19.05.2019 r.)

[11] https://pkpenergetyka.pl/Energia-dla-kolei/Sprzedaz-energii-trakcyjnej/Taryfa-TRAKCYJNA-Bt21 (dostęp 19.05.2019 r.)

[12] Materiały własne uzyskane w ramach wykonywanej pracy zawodowej na stanowisku związanym z organizacją przewozów kolejowych



URZĄD
TRANSPORTU
KOLEJOWEGO