miesięcznik naukowo-techniczny SITK RP sp. z o.o.

przegląd® komunikacyjny

8-9
2024
rocznik LXXIX
cena 57,00 zł
w tym 8% VAT

UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU

Wykorzystanie funkcji podatności do oceny bezpieczeństwa obiektów gruntowo-powłokowych

eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Wykorzystanie funkcji podatności do oceny bezpieczeństwa obiektów gruntowo-powłokowych. Efektywność poziomych środków uspokojenia ruchu zastosowanych w strefie 30. Analysis of regulations regarding transport of dangerous goods by road in Poland and in Europe. Sprawdzenia funkcjonalne działania prototypów eurobalis w warunkach rzeczywistych. Założenia szlaku Rail Intermarium

Podstawowe informacje dla Autorów artykułów

„Przegląd Komunikacyjny" publikuje artykuły związane z szeroko rozumianym transportem oraz infrastrukturą transportu. Obejmuje to zagadnienia techniczne, ekonomiczne i prawne. Akceptowane są także materiały związane z geografią, historią i socjologią transportu.

Artykuły publikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym" dzieli się na: „wnoszące wkład naukowy w dyscypliny: inżynieria lądowa i transport; ekonomia i finanse; nauki prawne; nauki socjologiczne. Prosimy Autorów o deklarację (w zgłoszeniu), do której dyscypliny zaliczyć ich prace.

Materiały do publikacji: zgłoszenie, artykuł oraz oświadczenie Autora, należy przesyłać w formie elektronicznej na adres

piotr.mackiewicz@pwr.edu.pl

W zgłoszeniu należy podać: imię i nazwisko autora, adres mailowy oraz adres do tradycyjnej korespondencji, miejsce zatrudnienia, zdjęcie, tytuł artykułu oraz streszczenie (po polsku i po angielsku) i słowa kluczowe (po polsku i po angielsku). Szczegóły przygotowania materiałów oraz wzory załączników dostępne są ma stronie:

www.transportation.overview.pwr.edu.pl

W celu usprawnienia i przyspieszenia procesu publikacji prosimy o zastosowanie się do poniższych wymagań dotyczących nadsyłanego materiału:

1. Tekst artykułu powinien być napisany w jednym z ogólnodostępnych programów (np. Microsoft Word). Wzory i opisy wzorów powinny być wkomponowane w tekst. Tabele należy zestawić po zakończeniu tekstu. Ilustracje (rysunki, fotografie, wykresy) najlepiej dołączyć jako oddzielne pliki. Można je także wstawić do pliku z tekstem po zakończeniu tekstu. Możliwe jest oznaczenie miejsc w tekście, w których autor sugeruje wstawienie stosownej ilustracji lub tabeli. Obowiązuje odrębna numeracja ilustracji (bez rozróżniania na rysunki, fotografie itp.) oraz tabel.
2. Całość materiału nie powinna przekraczać 12 stron w formacie Word (zalecane jest 8 stron). Do limitu stron wlicza się ilustracje załączane w odrębnych plikach (przy założeniu że 1 ilustracja = ½ strony).
3. Format tekstu powinien być jak najprostszy (nie stosować zróżnicowanych styli, wcięć, podwójnych i wielokrotnych spacji itp.). Dopuszczalne jest pogrubienie, podkreślenie i oznaczenie kursywą istotnych części tekstu, a także indeksy górne i dolne. **Nie stosować przypisów.**
4. Nawiązania do pozycji zewnętrznych - cytaty (dotyczy również podpisów ilustracji i tabel) oznacza się numeracją w nawiasach kwadratowych [...]. Numerację należy zestawić na końcu artykułu (jako „Materiały źródłowe"). Zestawienie powinno być ułożone alfabetycznie.
5. Jeżeli Autor wykorzystuje materiały objęte nie swoim prawem autorskim, powinien uzyskać pisemną zgodę właściciela tych praw do publikacji (niezależnie od podania źródła). Kopie takiej zgody należy przesłać Redakcji.

Artykuły wnoszące wkład naukowy w dyscypliny: inżynieria lądowa i transport, inżynieria lądowa i transport; ekonomia i finanse; nauki prawne; nauki socjologiczne podlegają procedurom recenzji merytorycznych zgodnie z wytycznymi MNiSW, co pozwala zaliczyć je, po opublikowaniu, do dorobku naukowego oraz uwzględnić w ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz.U. 2019 poz. 392).

Liczba uwzględnianych punktów wg listy czasopism punktowanych przez MNiSW wynosi 20.

Do oceny każdej publikacji powołuje się co najmniej dwóch niezależnych recenzentów spoza jednostki. Zasady kwalifikowania lub odrzucenia publikacji i ewentualny formularz recenzencki są podane do publicznej wiadomości na stronie internetowej czasopisma lub w każdym numerze czasopisma. Nazwiska recenzentów poszczególnych publikacji/numerów nie są ujawniane.

Przygotowany materiał powinien obrazować własny wkład badawczy autora. Redakcja wdrożyła procedurę zapobiegania zjawisku Ghostwriting (z „ghostwriting" mamy do czynienia wówczas, gdy ktoś wniósł istotny wkład w powstanie publikacji, bez ujawnienia swojego udziału jako jeden z autorów lub bez wymienienia jego roli w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji). Tekst i ilustracje muszą być oryginalne i niepublikowane w innych miejscach (w tym w internecie). Możliwe jest zamieszczanie artykułów, które ukazały się w materiałach konferencyjnych i podobnych (na prawach rękopisu) z zaznaczeniem tego faktu i po przystosowaniu do wymogów publikacyjnych „Przeglądu Komunikacyjnego".

Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne wersje artykułów wraz ze streszczeniami w języku polskim (od 2010) i angielskim (od 2016) jako OPEN ACCESS. Pod koniec 2018 roku „Przegląd Komunikacyjny" rozpoczął indeksowanie artykułów angielskich z użyciem numerów cyfrowych DOI. Czasopismo ubiega się o partycypowanie w bazie SCOPUS. Rejestrowane jest w międzynarodowej baza DOAJ https://doaj.org/.

Redakcja pisma oferuje objęcie patronatem medialnym konferencji, debat, seminariów itp.
Ceny zamieszczone w cenniku na stronie: www.transportation.overview.pwr.edu.pl są negocjowane indywidualnie w zależności od zakresu zlecenia. Możliwe są atrakcyjne upusty. Patronat obejmuje:

- ogłaszanie przedmiotowych inicjatyw na łamach pisma,
- zamieszczanie wybranych referatów / wystąpień po dostosowaniu ich do wymogów redakcyjnych,
- publikację informacji końcowych (podsumowania, apele, wnioski),
- kolportaż powyższych informacji do wskazanych adresatów.

Ramowa oferta dla „Sponsora strategicznego" czasopisma Przegląd Komunikacyjny

Sponsor strategiczny zawiera umowę z wydawcą czasopisma na okres roku kalendarzowego z możliwością przedłużenia na kolejne lata. Uprawnienia wydawcy do zawierania umów posiada Zarząd Oddziału SITK RP sp. z o.o. Wrocław. Przegląd Komunikacyjny oferuje dla sponsora strategicznego następujące świadczenia:

- **zamieszczenie logo sponsora w każdym numerze,**
- **zamieszczenie reklamy sponsora w jednym, kilku lub we wszystkich numerach,**
- **publikacja jednego lub kilku artykułów sponsorowanych,**
- **publikacja innych materiałów dotyczących sponsora,**
- **zniżki przy zamówieniu prenumeraty czasopisma.**

Możliwe jest także zamieszczenie materiałów od sponsora na stronie internetowej czasopisma.
Przegląd Komunikacyjny ukazuje się jako miesięcznik.
Szczegółowy zakres świadczeń oraz detale techniczne (formaty, sposób i terminy przekazania) są uzgadniane indywidualnie.

Osoba kontaktowa w tej sprawie:
Małgorzata Skowronek
malgorzata.skowronek@pwr.edu.pl
Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 41, 50-370 Wrocław, tel.: +48 71 320 35 45

Cena za świadczenia na rzecz sponsora uzależniana jest od uzgodnionych szczegółów współpracy. Zapłata może być dokonana jednorazowo lub w kilku ratach (na przykład kwartalnych). Część zapłaty może być w formie zamówienia określonej liczby prenumerat czasopisma.

BETiS®
GOLDSCHMIDT Smart Rail Solutions
ViaCon

Na okładce: *"SuperCor, Rospuda, Poland" (Czesław Machelski)*

przegląd komunikacyjny
8-9/2024
rocznik LXXIX

Drodzy Czytelnicy!

W niniejszym numerze zamieszczamy pięć artykułów o charakterystycznej dla przeglądu Komunikacyjnego zróżnicowanej tematyce. Pierwsza pozycja omawia wykorzystanie funkcji podatności do oceny bezpieczeństwa obiektów gruntowo-powłokowych. Z wyników badań obiektów gruntowo-powłokowych widoczny jest istotny wpływ technologii budowy na deformację powłok. W okresie budowy powstają największe siły wewnętrzne w powłoce. Stąd dla bezpieczeństwa obiektów o rekordowych parametrach stosowany jest monitoring. Określono faktyczny udział zasypki gruntowej w hybrydowej konstrukcji. Przedstawione ujęcie rozwiązania jest ogólne, a wykorzystane zostało do analizy efektów reologicznych w mostach betonowych i zespolonych.

Drugi artykuł przedstawia efektywność poziomych środków uspokojenia ruchu zastosowanych w strefie 30. Biorąc pod uwagę powszechność stosowania małych wysp bocznych typu „pinch point" autorzy wykonali badania prędkości w trzech rożnych strefach i postawili dwie hipotezy badawcze. Pierwsza hipoteza badawcza dotyczyła potwierdzenia rzeczywistej skuteczności redukcji prędkości. A druga odnosiła się do potwierdzenia skuteczności ich lokalizacji w odniesieniu do układu komunikacyjnego strefy 30. Na podstawie rezultatów badań i analizy statystycznej potwierdzono efektywność stosowania testowanych środków uspokojenia ruchu oraz ich pozytywny wpływ na uzyskanie dopuszczalnej prędkości 30 km/h.

Kolejna pozycja prezentowana jest w języku angielskim i dotyczy analizy przepisów dotyczących transportu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce i Europie. W Polsce, podobnie jak w większości krajów europejskich, regulacje zapisane są w umowie ADR będącej międzynarodowym aktem prawnym. Jednak, pomimo tego że Umowa ADR harmonizuje przepisy dotyczące przewozu materiałów niebezpiecznych, istnieją normy krajowe, które nieznacznie odbiegają od zapisów tej umowy. W artykule opisano także infrastrukturę parkingową dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne w Polsce oraz przedstawiono dane statystyczne dotyczące miejsc parkingowych dla tego typu pojazdów.

Czwarta publikacja dotyczy sprawdzeń funkcjonalnych działania prototypów eurobalis (urządzeń przesyłających dane do pokładowych urządzeń ETCS w postaci telegramów zgodnych z określonymi wymaganiami) w warunkach rzeczywistych (na Okręgu Doświadczalnym Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie). W pierwszej części artykułu przedstawiono podstawowe zagadnienia oraz akty prawne. Następnie przedstawiono metodykę realizacji sprawdzeń funkcjonalnych oraz harmonogram prób, na podstawie którego weryfikowano poprawność wysyłania telegramów z prototypowych eurobalis do pojazdu wykorzystywanego przy realizacji przedmiotowych badań. W końcowej części artykułu zawarto wnioski z przeprowadzonych prób.

Ostatni artykuł prezentuje koncepcję budowy połączenia kolejowego na pomoście bałtycko-czarnomorskim dla obsługi tranzytu z Turcji i Zakaukazia do Europy Zachodniej i Północnej (szlak Rail Intermarium). Zaprezentowano szerszy kontekst historyczny kształtowania się i rozwoju szlaków handlowych na pomoście Bałtycko-Czarnomorskim. W przedstawionej koncepcji poprowadzenia tego szlaku omówiono stan i perspektywy modernizacji odcinków linii, po których proponuje się poprowadzić szlak Rail Intermarium. Omówiono też szeroki zakres korzyści z realizacji zaproponowanej koncepcji. Kluczowym czynnikiem warunkującym realizacje przedstawionej koncepcji jest podjęcie przez Ukrainę decyzji przebudowy swojej infrastruktury kolejowej na standard europejski 1435 mm.

Życzę owocnej lektury, Maciej Kruszyna

W numerze

Aktualności 2

Wykorzystanie funkcji podatności do oceny bezpieczeństwa obiektów gruntowo-powłokowych
Czesław Machelski 4

Efektywność poziomych środków uspokojenia ruchu zastosowanych w strefie 30
Stanisław Majer, Alicja Sołowczuk 10

Analysis of regulations regarding transport of dangerous goods by road in Poland and in Europe
Bartłomiej Kobus, Joanna Wachnicka 22

Sprawdzenia funkcjonalne działania prototypów eurobalis w warunkach rzeczywistych
Dominik Adamski, Łukasz Zawadka 30

Założenia szlaku Rail Intermarium
Weronika Finke, Jarosław Kiepura, Dariusz Seliga 35

Informacje SITK-RP. Ku pamięci wybitnych kolejarzy
Aleksander Janiszewski 46

Wydawca:
Zarząd Oddziału, ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 74, pok. 216, 50-020 Wrocław
Leszek Krawczyk - Prezes
sitk.pkpik.pl

Partner:
BETiS, Biuro Ekspertyz Technicznych i Szkoleń Sławomir Olszowski, ul. Mireckiego 12/8, 26-600 Radom,
dr inż. Sławomir Olszowski - Przedstawiciel BETIS, ekspert w dziedzinie motoryzacji pełniący również funkcje Prezesa Koła Elektroniki i Diagnostyki Samochodowej oraz Wiceprezesa Koła Certyfikacji Rzeczoznawców Samochodowych

Redaktor Naczelny:
Antoni Szydło

Redakcja:
Maciej Kruszyna (Z-ca Redaktora Naczelnego), Agnieszka Kuniczuk - Trzcinowicz (Redaktor językowy), Piotr Mackiewicz (Sekretarz), Wojciech Puła (Redaktor statystyczny), Eryk Mączka (obsługa techniczna, strona internetowa), Krzysztof Gasz, Jarosław Kuźniewski, Łukasz Skotnicki, Bartłomiej Krawczyk, Igor Gisterek, Karina Korycka (obsługa anglojęzyczna)

Adres redakcji do korespondencji:
Poczta elektroniczna:
piotr.mackiewicz@pwr.edu.pl
Poczta „tradycyjna":
Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:
Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno), Jozef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska (Warszawa), Andrzej S. Nowak (Auburn University), Tomasz Nowakowski (Wrocław), Sławomir Olszowski (Radom), Jacek Sebastian Paś (Warszawa), Victor V. Rybkin (Dniepropietrovsk), Marek Sitarz (Katowice), Wiesław Starowicz (Kraków), Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Tomasz Siwowski (Rzeszów), Jiri Strasky (Brno), Andrea Zuzulova (Bratysława)

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma
Główną wersją czasopisma jest wersja elektroniczna. Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne wersje artykułów wraz ze streszczeniami w języku polskim (od 2010) i angielskim (od 2016).
Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian w materiałach nie podlegających recenzji.

Artykuły opublikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym" są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych oraz są indeksowane w bazach:

BAZTECH: **http://baztech.icm.edu.pl**
Index Copernicus: **http://indexcopernicus.com**
Międzynarodowa baza DOAJ **https://doaj.org/**

Prenumerata:
Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

http://www.transportation.overview.pwr.edu.pl

Obecna Redakcja dysponuje numerami archiwalnymi począwszy od 4/2010.
Numery archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać w Oddziale krakowskim SITK, ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków, tel./faks 12 658 93 74, **mrowinska@sitk.org.pl**

Druk:
Grupa Intromax Sp. z o.o, ul. Biskupińska 21, 30-732 Kraków, http://www.intromax.com.pl/
Nakład: 800 egz.

Reklama:
Dział Marketingu:
malgorzata.skowronek@pwr.edu.pl

Częstochowa. Kolejny fragment DK 91 idzie do remontu. Na tym odcinku będą utrudnienia

Piotr Ciastek, Dziennik Zachodni, 1.08.2024

Od poniedziałku 5 sierpnia ma ruszyć remont w alei Wojska Polskiego, na odcinku między wiaduktem w ul. Warszawskiej a wiaduktem w alei Jana Pawła II. Kierowców czeka zwężenie do jednego pasa na obu kierunkach. Jak długo potrwają utrudnienia? O startującym lada dzień remoncie poinformował Miejski Zarząd Dróg w Częstochowie (...). - Przebudowa będzie polegać na sfrezowaniu istniejącej nawierzchni, wykonaniu robót ziemnych, budowie nawierzchni bitumicznej wraz z podbudową oraz niwelacją terenu. Konstrukcja nawierzchni remontowanej jezdni ma składać się: z podłoża gruntowego (grubości 35 cm), podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie (25 cm), warstwy podbudowy (18 cm), warstwy wiążącej (8 cm) oraz warstwy ścieralnej (4 cm) - wylicza MZD. Wykonawca na przeprowadzenie prac ma 4 miesiące od momentu podpisania umowy. Zgodnie z umową planowany termin zakończenia zadania to 23 listopada.

Kraków szykuje się do kluczowej inwestycji drogowej w Nowej Hucie. Sam projekt pochłonie niemal 2 mln zł

Jolanta Białek, Gazeta Krakowska, 3.08.2024

Rusza projektowanie gruntownej przebudowy jednego z najbardziej zniszczonych torowisk tramwajowych w Krakowie – na Alei Solidarności w Nowej Hucie, na odcinku od Placu Centralnego do drogi S7. W ramach przyszłych prac, o szacunkowej wartości 100 mln zł, zmodernizowana zostanie także ok. 1,5 km jezdni. Zarząd Dróg Miasta Krakowa wybrał właśnie firmę, która przygotuje dokumentację dla wyczekiwanej inwestycji. Projekt ma być gotowy w ostatnim kwartale 2025 roku. Koszt opracowania dokumentacji to 1,918 mln zł. Taką cenę (najniższą z wszystkich ofert) zaproponowała krakowska firma Progreg, która dostatnie 15 miesięcy na przygotowanie całościowego projektu (wraz z decyzją środowiskową i zride-m) dla modernizacji Alei Solidarności (...).

Kraków znów próbuje kupić tramwaje. Jeśli się uda, pozostaną tylko te z niską podłogą

Jolanta Białek, Gazeta Krakowska, 3.08.2024

Krakowskie MPK ogłosiło trzy przetargi na dostawę w sumie 90 tramwajów - niskopodłogowych, wyposażonych w klimatyzację i system informacji pasażerskiej. To drugie podejście do poszukiwań firmy, która dostarczy pod Wawel nowoczesny tabor. Jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem, nowe tramwaje przyjadą do Krakowa w latach 2026-2027. "Zakup nowych tramwajów pozwoli na wycofanie z ruchu wszystkich wagonów bez niskiej podłogi" - zapowiada MPK. Pierwszy konkurs ofert unieważniono w połowie lipca 2024. - Kryterium wyboru była nie tylko cena, ale także warunki techniczne. Zaproponowane oferty przekraczały zaplanowany budżet, a także w części nie spełniały wymogów formalno-merytorycznych – informowało wtedy MPK (...).

Rekordowy miesiąc krakowskiego lotniska. "Doceniamy pasję do latania"

Małgorzata Mrowiec, Gazeta Krakowska, 1.08.2024

W lipcu 2024 z usług lotniska Krakow Airport skorzystało aż 1 071 508 pasażerów. To o 17 procent więcej niż w analogicznym okresie ubiegłego roku, a aż o 36 proc. więcej niż w lipcu 2019 roku. Natomiast łącznie od początku roku lotnisko Kraków Airport obsłużyło już ponad 6,1 mln pasażerów. Jak podkreślają przedstawiciele Krakow Airport na półmetku tegorocznych wakacji, lipiec 2024 z wynikiem ponad 1,07 mln pasażerów jest rekordowym miesiącem w historii krakowskiego lotniska pod względem liczby obsłużonych pasażerów (...).

Droga wojewódzka nr 877 na odcinku Dylągówka - Szklary doczeka się modernizacji

Marcin Trzyna, nowiny24.pl, 5.08.2024

Droga wojewódzka nr 877 na odcinku Dylągówka - Szklary doczeka się modernizacji. Koszt inwestycji oszacowano na blisko 190 mln złotych. Oferty przedstawiło sześciu wykonawców. W ubiegłym miesiącu informowaliśmy na łamach Nowin o planowanym remoncie dróg wojewódzkich nr 878 (Tyczyn - Dylągówka) i nr 835 (Szklary - Dynów). Jazda tymi odcinkami sprawia poważne problemy, dziury i wyrwy utrudniają prowadzenie samochodu. Grozi uszkodzeniem podwozia. Modernizacji doczeka się również DW 877 (Dylągówka - Szklary), która łączy się z dwoma wymienionymi wyżej drogami. Podkarpacki Zarząd Dróg Wojewódzkich oszacował koszt inwestycji na blisko 190 mln złotych. Znalazło się sześciu oferentów (Aldesa, Antex II, Budimex, Strabag, PORR, PDM Dębica). Długość remontowanej drogi wynosi ok. 4,5 km. Rozbudowany zostanie stary ślad drogi wojewódzkiej, ale zostanie również poprowadzony nowy ślad przy skrzyżowaniu z DW nr 878 oraz przy serpentynach w Dylągówce (...).

Trwa przetarg na koncepcję tunelu łączącego ul. Wyspiańskiego z ul. Hoffmanowej w Rzeszowie

Wojciech Tatara, nowiny24.pl, 4.08.2024

Miasto ogłosiło przetarg na opracowanie koncepcji tunelu łączącego ul. Wyspiańskiego z ul. Hoffmanowej. Analiza ma zostać wykonana do końca roku. To studium pozwoli urzędnikom na uzyskanie odpowiedzi, czy budowa tunelu pod torami jest możliwa i jakie warunki muszą zostać spełnione, aby ta strategiczna dla Rzeszowa inwestycja mogła dojść do skutku. Przetarg został ogłoszony pod koniec lipca. Zainteresowane firmy mogą składać oferty do 6 sierpnia. Procedury przetargowe trwają zwykle kilkanaście dni. Wszystko wskazuje na to, że na przełomie sierpnia i września poznamy firmę, która opracuje koncepcję tunelu - rozwiązania mającego kluczowe znaczenia dla kilkunastu tysięcy rzeszowian. Przejechanie z zachodnich osiedli Rzeszowa do centrum i na odwrót, szczególnie w godzinach szczytu, wiąże się ze staniem w długich korkach. Powstają natychmiast, gdy rogatki na przejazdach kolejowych przy ul. ks. J. Jałowego lub Langiewicza są zamknięte (...).

Rekord goni rekord. Lotnisko w Pyrzowicach zakończyło lipiec z kolejnym sukcesem. Z usług Katowice Airport skorzystało prawie 850 tys. osób

Aleksandra Wielgosz, Dziennik Zachodni, 12.08.2024

Katowice Airport odnotowało w lipcu rekordową liczbę podróżnych. Wynik ostatniego miesiąca jest o ponad 90 tys. osób wyższy niż ubiegłoroczny. Na tym nie koniec dobrych informacji. Pierwszy raz w historii pyrzowickiego portu została przekroczona granica 800 tys. podróżnych obsłużonych w ciągu miesiąca. Z regularnej siatki połączeń, obsługiwanych przez linie Wizz Air, Ryanair, PLL LOT oraz Air Dolomiti/Lufthansa skorzystało 315 630 podróżnych, a to o 19 248 więcej niż w roku ubiegłym. Okazuje się, że niezmiennie największym zainteresowaniem cieszyły się połączenia do Dortmundu, Londynu-Luton, Londynu-Stansted, a także Frankfurtu i Eindhoven. Jeszcze większe wzrosty odnotowano na połączeniach czarterowych, z których skorzystało 527 692 osób, czyli o 69 892 więcej niż w lipcu 2023 roku. Najchętniej podróżowaliśmy do Hurghady, Antalyi, Marsa Alam, Dżerby i Heraklionu (...).

Gierkówka w Śląskiem w przebudowie. GDDKiA wyremontuje 40 km DK91. Po 10 km nowych dróg kierowcy już jadą. Kiedy finał prac?

Piotr Sobierajski, Dziennik Zachodni, 8.08.2024

Gierkówka to jedna z najważniejszych tras w Polsce. Wszyscy ze Śląskiego jechali nią przed laty nad Bałtyk czy też do Warszawy. Dziś czasy jej świetności i komfortowych, jak na ówczesne czasy podróży, minęły bezpowrotnie. Czas więc na remonty i przebudowy, którymi zajmuje się dziś GDDKiA. Kierowcy mogą już jechać 10-kilometrowym, wyremontowanym odcinkiem DK91, a w sumie w południowej części DK91 ma zostać przebudowanych 40 km tej drogi. Kiedy finał prac? Obecnie katowicki oddział GDDKiA zarządza dwoma odcinkami DK91. Północny, o długości 21,8 km, zaczyna się na granicy woje-

województw łódzkiego i śląskiego i biegnie aż do północnych granic Częstochowy. Południowy, ciąg dawnej gierkówki, o długości 40,8 km, biegnie od południowej granicy Częstochowy do węzła Podwarpie na S1. Do 2027 roku GDDKiA chce zmodernizować całą południową część drogi krajowej nr 91 w Śląskiem (...).

Wrocławskie MPK ogłosiło przetarg na aż 200 autobusów z silnikami Diesla. Dlaczego nie elektryki i hybrydy?

Aneta Kolesińska, Gazeta Wrocławska, 13.08.2024

Wrocławskie MPK chce wydzierżawić 200 nowych autobusów, które będą wozić pasażerów po naszym mieście. Co ciekawe, pojazdy będą miały silniki spalinowe. W kontekście ekologii i powiększania taboru o autobusy elektryczne zapytaliśmy Urząd Miasta, skąd taka decyzja.
Nowe pojazdy zastąpią używane dotąd Mercedesy Citaro pierwszej generacji, znane z tego, że nie mają klimatyzacji. Ten problem nie będzie dotyczył nowych, bardziej nowoczesnych modeli. MPK autobusów nie chce kupować, ale wydzierżawić na 10 lat. W przypadku tak dużej inwestycji ta opcja wydaje się finansowo korzystniejsza. Jak na razie nie znamy konkretnych kosztów, prawdopodobnie zostaną one ogłoszone po rozstrzygnięciu przetargu.
- Decyzja o dzierżawie autobusów z silnikiem Diesla wynika przede wszystkim z ekonomii oraz efektywności operacyjnej. Koszt zakupu jednego autobusu elektrycznego jest ponaddwukrotnie wyższy niż pojazdu spalinowego, co w przypadku tak dużego przetargu jest kluczowym czynnikiem - mówi Barbara Balicka z biura prasowego MPK Wrocław (...).

PKP chce budowy wiaduktów w krytycznych miejscach we Wrocławiu. Gdzie powinny powstać?

Michał Perzanowski, Gazeta Wrocławska, 7.08.2024

W poniedziałek (5 sierpnia) PKP PLK rozpoczęły przyjmowanie zgłoszeń do projektu "Poprawa bezpieczeństwa na skrzyżowaniach kolejowo-drogowych, w tym ich przebudowa na skrzyżowania dwupoziomowe". W praktyce oznacza to, że można wnioskować o wyniesienie linii kolejowych w miejscach najbardziej do tego potrzebnych. Jak informuje Ministerstwo Infrastruktury, wypadki na przejazdach kolejowo-drogowych należą do tych najczęściej występujących. Corocznie stanowią około 33 proc. wszystkich zdarzeń i odpowiadają za 1/3 śmiertelnych ofiar wypadków na kolei. Czas to zmienić. Dlatego projekt "Poprawa bezpieczeństwa na skrzyżowaniach..." ujęty w Krajowym Programie Kolejowym do 2030 roku (z perspektywą do 2032) jest skierowany do samorządów terytorialnych czy zarządców dróg zainteresowanych współfinansowaniem takich przedsięwzięć (...).

Kolejowe inwestycje z wymianą sieci trakcyjnej. Mają usprawnić podróż na trasie Kraków - Warszawa

Barbara Ciryt, Gazeta Krakowska, 14.08.2024

Rozpoczyna się inwestycja związana z modernizacją sieci trakcyjnej na odcinku Miechów – Słomniki. Kolej wyda na to prawie 5 mln zł netto, a wszystko po to, żeby ograniczyć ryzyko awarii na kluczowej trasie, z której korzystają pociągi jadące w kierunku Kielc, Warszawy i Trójmiasta. Umowa na realizację zadania została już podpisana. Inwestycja będzie finansowana z budżetu PKP Polskie Linie Kolejowe. - Umowa podpisana z Przedsiębiorstwem Napraw i Utrzymania Infrastruktury Kolejowej Sp. z o.o. zrealizowana będzie do połowy września. W tym czasie wykonawcy wymienią fundamenty, słupy i bramki, na których wisi sieć trakcyjna. Energetycy powieszą również nowe przewody jezdne i liny nośne - informuje Piotr Hamarnik z zespołu prasowego PKP Polskie Linie Kolejowe (...).

Południowa obwodnica Rzeszowa ma powstać w dwóch etapach

Wojciech Tatara, nowiny24.pl, 12.08.2024

Wiele wskazuje na to, że kolejne działania związane z budową obwodnicy będą możliwe dopiero po uchwaleniu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w miejscu, gdzie ma przebiegać. Głosowanie nad dokumentem zaplanowane jest na grudzień bieżącego roku. Obwodnica pozwoliłaby rozładować korki w południowej części Rzeszowa i ułatwiła dojazd do centrum z osiedli Biała i Budziwój. Sześciokilometrowa droga ma połączyć ulicę Podkarpacką z aleją Sikorskiego. Zaplanowano również budowę mostu nad Ptasią Wyspą na Wisłoku. Problem w tym, że część mieszkańców Białej i Budziwoja, którzy mieszkają przy planowanej trasie, oprotestowała inwestycję (...). Aby przyspieszyć kwestie formalne związane z budową obwodnicy południowej, prezydent Rzeszowa Konrad Fijołek zdecydował podzielić inwestycję na dwa etapy (...).

Południowa obwodnica Rzeszowa ma powstać w dwóch etapach

Wojciech Tatara, nowiny24.pl, 12.08.2024

Wiele wskazuje na to, że kolejne działania związane z budową obwodnicy będą możliwe dopiero po uchwaleniu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w miejscu, gdzie ma przebiegać. Głosowanie nad dokumentem zaplanowane jest na grudzień bieżącego roku. Obwodnica pozwoliłaby rozładować korki w południowej części Rzeszowa i ułatwiła dojazd do centrum z osiedli Biała i Budziwój. Sześciokilometrowa droga ma połączyć ulicę Podkarpacką z aleją Sikorskiego. Zaplanowano również budowę mostu nad Ptasią Wyspą na Wisłoku. Problem w tym, że część mieszkańców Białej i Budziwoja, którzy mieszkają przy planowanej trasie, oprotestowała inwestycję (...). Aby przyspieszyć kwestie formalne związane z budową obwodnicy południowej, prezydent Rzeszowa Konrad Fijołek zdecydował podzielić inwestycję na dwa etapy (...).

Lipiec najlepszym miesiącem w historii lotniska w Jasionce

wt, nowiny24.pl, 9.08.2024

Ponad 136 tysięcy pasażerów w lipcu obsłużył port lotniczy im. Rodziny Ulmów w Jasionce. Wynik ten jest o 12 procent lepszy od rekordowego miesiąca, jakim był sierpień 2023 r. Od początku 2024 roku lotnisko obsłużyło o 11 procent więcej pasażerów niż w „milionowym" 2023 r (...). Najpopularniejszym kierunkiem czarterowym była turecka Antalia – łącznie wykonano 67 operacji startów i przewieziono prawie 25 tys. pasażerów. W ofercie czarterowej z Rzeszowa można wybierać spośród 15 kierunków do 8 krajów - Turcji, Grecji, Egiptu, Bułgarii, Albanii, Hiszpanii, Tunezji i Czarnogóry. Połączenia te stanowią w sezonie wakacyjnym 45 procent udziału w całym ruchu lotniskowym (...).

Zelwerowicza się wydłuży do Zbożowej. Dokumenty są, ale potrzeba jeszcze pieniędzy. Kiedy ruszą prace?

Artur Jurkowski, Kurier Lubelski, 13.08.2024

Otworzona jest już droga do budowy przedłużenia ul. Zelwerowicza do ul. Zbożowej. Właśnie została wydana decyzja zrid dla inwestycji. To czego jeszcze brakuje, aby wystartować z robotami to pieniądze i wykonawca prac. Potrzeba ok. 60 mln zł. Ul. Zelwerowicza ma „w swoim ręku" już wszystkie niezbędne dokumenty i pozwolenia do budowy przedłużenia. Prezydent Lublina wydał właśnie decyzję o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej. Tym samym miasto nabyło prawo do decydowania o terenach przez które będzie przebiegać trasa.Teraz miasto musi znaleźć pieniądze na sfinansowanie inwestycji. - Na budowę ul. Zelwerowicza będziemy chcieli pozyskać środki z funduszy zewnętrznych. W tym celu monitorujemy możliwości aplikowania zarówno o środki krajowe, jak i unijne – twierdzi Monika Białach z Zarządu Dróg i Transportu Miejskiego (...).

Wykorzystanie funkcji podatności do oceny bezpieczeństwa obiektów gruntowo-powłokowych

Use of the flexibility function to assess the safety of soil-steel bridges

Czesław Machelski

Prof. dr hab. inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk

czeslaw.machelski@pwr.edu.pl

Streszczenie: W pracy analizowano zmiany podatności jako funkcji bezpieczeństwa mostowych obiektów gruntowo-powłokowych podczas ich budowy. Z wyników badań obiektów widoczny jest istotny wpływ technologii budowy na deformację powłok. W okresie budowy powstają największe siły wewnętrzne w powłoce. Stąd dla bezpieczeństwa obiektów o rekordowych parametrach stosowany jest monitoring. W pracy rozpatrywano dwa ujęcia podatności w postaci funkcji f(h) oraz parametru Duncana λ. Na przykładzie wybranego obiektu wskazano, że mała wartość λ nie jest wystarczającym warunkiem bezpiecznego przebiegu budowy. Ponieważ do określenia funkcji podatności wykorzystuje się wyniki pomiarów uwzględnia się rzeczywiste zmiany cech fizycznych gruntu. Stąd określony jest faktyczny udział zasypki gruntowej w hybrydowej konstrukcji. Przedstawione ujęcie rozwiązania jest ogólne, wykorzystane zostało do analizy efektów reologicznych w mostach betonowych i zespolonych.

Słowa kluczowe: *Bezpieczeństwo; Podatność; Mosty gruntowo-powłokowe; Monitoring*

Abstract: The paper analyzed changes in flexibility as a safety function of bridge soils and coatings during their construction. The results of the examination of objects show a significant influence of construction technology on the deformation of coatings. During the construction period, the greatest internal forces are formed in the shell. Hence, monitoring is used for the security of facilities with record parameters. Two approaches to flexibility in the form of the function f(h) and the Duncan parameter λ were considered in this paper. On the example of the selected object, it was indicated that a small value of λ is not a sufficient condition for the safe course of construction. Since measurement results are used to determine the susceptibility function, actual changes in the physical characteristics of the soil are taken into account. Hence, the actual share of ground backfill in the hybrid construction is determined. The presented approach to the solution is general, it was used to analyze rheological effects in concrete and composite bridges.

Keywords: *Safety; Flexibility; Soil-steel structure; Monitoring; Calculations*

Technologia budowy obiektów gruntowo-powłokowych

Obiekty gruntowo-powłokowe to konstrukcje wykonane z powłoki o kształcie łukowym zanurzone w ośrodku gruntowym. W zastosowaniach komunikacyjnych: drogowych lub kolejowych tych obiektów, na naziomie realizuje się nawierzchnię z podbudową, odpowiednią do rodzaju ruchu. Jako konstrukcje mostowe przystosowane są do przenoszenia dużych obciążeń [6]. Istotne dla bezpieczeństwa takich obiektów jest faza budowy, w trakcie układania zasypki gruntowej. Wówczas występuje największa deformacja powłoki i z tym związane siły wewnętrzne. W postaci deformacji powłoki, wyróżnia się dwie fazy: początkową, do momentu osiągnięcia zasypki klucza powłoki i końcową gdy realizowane są warstwy nad powłoką [6]. Efekty zginania powstałe podczas pierwszej fazy podlegają redukcji w drugiej fazie zwiększając zwykle bezpieczeństwo obiektu.

W pracy rozpatruje się podatność jako jeden z parametrów określających statyczną charakterystykę konstrukcji [4]. Na podatność mostu istotny wpływ ma technologia budowy stąd każdy rodzaj konstrukcji należy analizować indywidualnie [4, 5]. Z tego powodu w pracy rozpatruje się wyłącznie obiekty gruntowo-powłokowe, chociaż korzysta się z ogólnego ujęcia rozwiązania, stosowanego w mostach [5].

Funkcja podatności w fazie budowy obiektów gruntowo-powłokowych

W ogólności podatność mostu [5] jest definiowana jako proporcja ugięcia w odniesionego do intensywności obciążenia równomiernie rozłożonego na konstrukcji *g*, jak we wzorze

$$f = \frac{w}{g} \tag{1}$$

Ugięcie przęsła mostu w tym wzorze jest proporcjonalne do obciążenia rozłożonego czyli występującego na moście ciężaru stałego. Taką definicję stosowano do analizy mostów zespolonych i betonowych [5]. Do analizy podatności konstrukcji gruntowo-powłokowych wykorzystuje się w pracy takie samo ujęcie ogólne rozwiązania [4], chociaż w tym przypadku do fazy powstawania obiektu.

Na rys. **1** przedstawiono model obliczeniowy konstrukcji. Wyróżniono na tym rysunku obydwie fazy budowy obiektu. W każdej fazie konstrukcję tworzy powłoka zanurzona w ośrodku gruntowym do poziomu *h*. Obciążeniem konstrukcji jest układana warstwa gruntu o grubości Δz, traktowana jako siła równomiernie rozłożona o intensywności

$$g = Cg \cdot 1 \cdot \Delta z \tag{2}$$

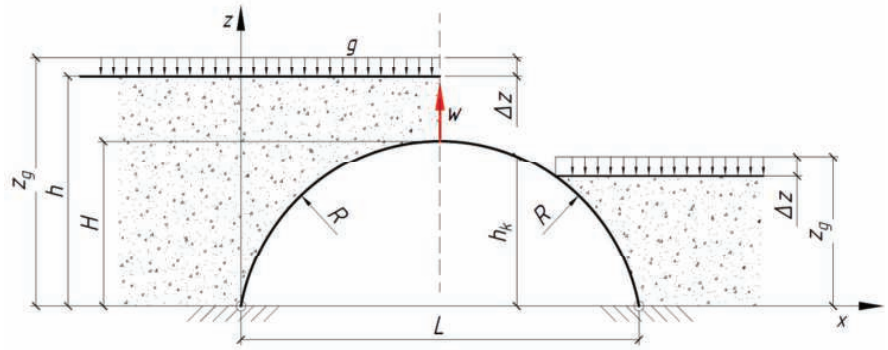
gdy C_g jest ciężarem objętościowym gruntu a 1 [m] jest szerokością wycinka konstrukcji.

Z porównania przyrost ugięcia Δw spowodowanego obciążeniem *g*, jak w (2) otrzymuje się funkcję podatność odniesioną do wysokości konstrukcji *h*, ujętą we wzorze

$$f(h) = \frac{-\Delta w}{C_0 \cdot \Delta z} \tag{3}$$

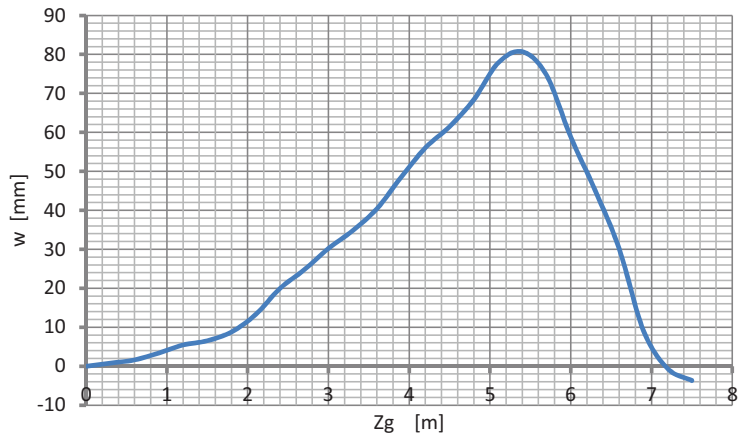
Gdy grubość warstwy zasypki jest różniczkowo mała, a poziom zasypki z_g zbliżony jest do wysokości konstrukcji *h* otrzymuje się pochodną - styczną w wykresie ugięcia *w*(z), jak we wzorze

$$f(h) = \frac{-dw}{C_0 \cdot dz} \tag{4}$$

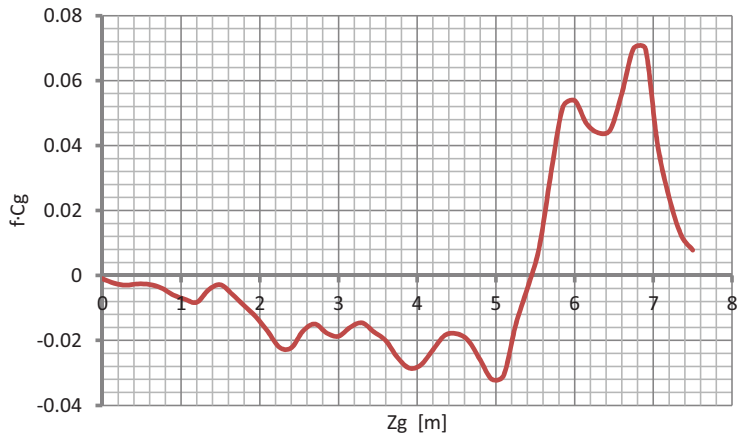


***1**. Schemat obliczeniowy konstrukcji gruntowo-powłokowej*

a)



b)



***2**. Zmiany ugięcia i podatności obiektu w Rydzynie*

Charakterystyczne zmiany podatności konstrukcji podczas budowy

W początkowej fazie budowy obiektu gruntowo-powłokowego powłoka poddana jest parciu gruntu na ściany boczne co powoduje jej wypiętrzenie. Dopiero gdy zasypka gruntowa osiąga poziom klucza powłoki wypiętrzenie jest redukowane, co określane jest jako ugięcie. Zmiany podatności są wynikiem procesów fizycznych zachodzących w gruncie oraz cyklicznych obciążeń technologicznych podczas budowy obiektu. Analizy podane w pracy są wynikiem monitoringu obiektów i geodezyjnych pomiarów przemieszczenia klucza powłoki [3, 4, 6,

7, 9, 11].

Na rys. **2** przedstawiono przykład wyników pomiarów wybudowanego obiektu w Rydzynie, wyłącznie do celów badawczych. Charakterystyczne wymiary konstrukcji to: rozpiętość L = 17,59 m wysokość H = 5,46 m, promień krzywizny R = 13,73 m. Powłokę wykonano z lachy SC 380x140x7. Na rys. **2a** przedstawiono zmianę wypiętrzenia klucza powłoki podczas budowy w zależności od poziomu zasypki gruntowej z_g. Na rys. **2b** przedstawiono zmianę podatności obiektu obliczoną ze wzoru (3). Rzędne tego wykresu skorygowano o ciężar objętościowy zasypki gruntowej C_g. Wartości f są w jednostkach [m²/MN] gdy ciężar objętościowy C_g [MN/m³]. Wobec tego gdy C_g = 0,02 MN/m³ wartość maksymalna f wynosi 3,5 m²/MN.

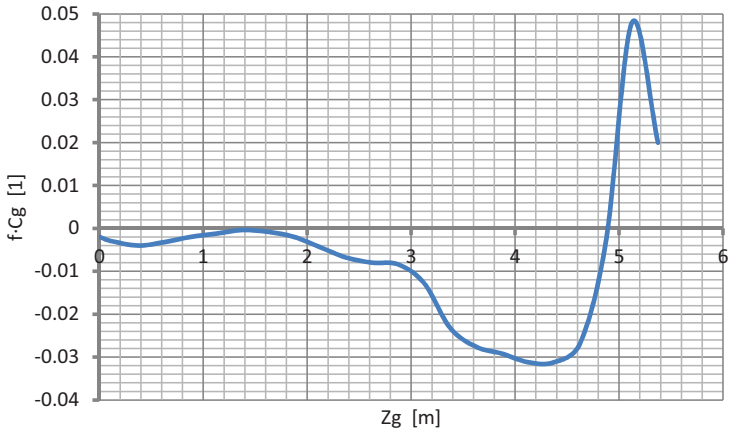
Z wykresu przedstawionego na rys. **2b** widoczna jest szczególna wartość dw/dz = 0, gdy poziom zasypki wynosi h_k. Wówczas f = 0. Od tego momentu we wzorach (3) i (4) przyjmuje się podatność jako wartość dodatnią. Oczywiście w fazie początkowej wartości wypiętrzenia są dodatnie (a jako - Δw są ujemne) ale podatność jest zawsze dodatnia, jak we wzorze

$$f(h) = \frac{1}{C_g}\left|\frac{-\Delta w}{\Delta z}\right| \geq 0 \qquad (5)$$

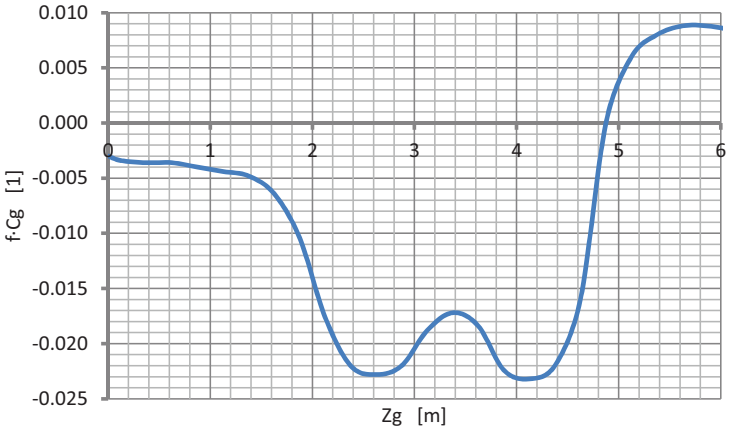
W praktyce funkcję $w(z_g)$ wyznacza się na podstawie pomiaru geodezyjnego po ułożeniu warstwy zasypki o grubości Δz oraz usunięciu urządzeń transportowych i zagęszczających grunt. Funkcję f(h) określa się ze wzorów (3) lub (4) a więc niezależnie od faktycznego przebiegu układania zasypki i grubości warstw. Wobec tego wartości Δz w obliczeniach mogą być przyjmowane dowolnie. Zatem gdy Δz -> 0 funkcje podatności $f(h)$ i $f(z_g)$ przyjmują jednakową postać. Z uwagi na stosowanie funkcji $w(z_g)$ w pracy przyjęto również $f(z_g)$ a więc takie jak uzyskuje się ze wzoru (4).

W przykładach analizowanych obiektów stosowano wykres $w(z_g)$ jako funkcję ciągłą. Stąd możliwe było sporządzenie funkcji $f(z_g)$ również jako linii ciągłej. W praktyce, gdy przerwy robocze pomiędzy realizacją kolejnych warstw są dłuższe, przy tym samym poziomie zasypki z_g występują skokowe zmiany ugięcia [4].

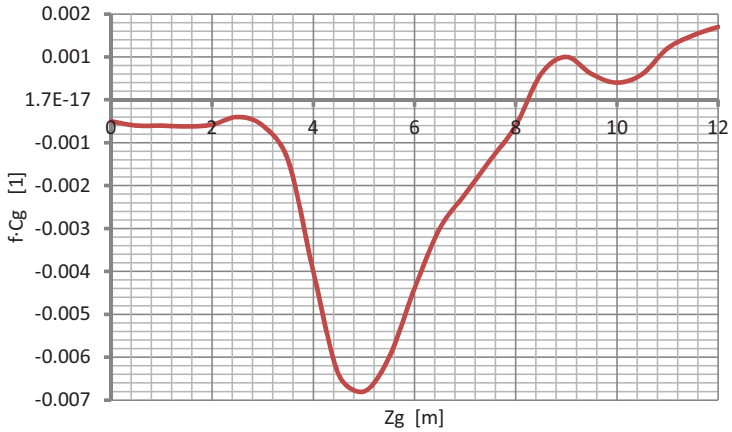
Z wykresu przedstawionego na rys. **2b** wynika, że występują wahania wartości $f(z_g)$ a w końcowej fazie następuje znaczna redukcja. Oznacza to, że wykonywanie dalszych warstw zasypki ma ograniczony wpływ na zmiany podatności konstrukcji. Z wykresów $w(z_g)$ i $f(z_g)$ wynika, że zmiana podatności jest skutkiem zmian cech fizycznych gruntu, jako wynik procesu jego zagęszczania [12]. Istotne znaczenie



***3**. Zmiany podatności obiektu w Świdnicy*



***4**. Zmiany podatności obiektu w Endköping*



***5**. Zmiany podatności obiektu w Kouchi*

w konstrukcji obiektu drogowej ma jednak utworzenie nawierzchni z podbudową. Prowadzi to do znacznego przyrostu sztywności obiektu przy obciążeniach ruchomych [6, 10].

Na rys. **3** przedstawiono zmiany podatności obiektu wybudowanego w Świdnicy [7]. Charakterystyczne wymiary powłoki to: rozpiętość L = 10,05 m, wysokość H = 4,725 m, promień krzywizny R = 8,987 m. Powłokę wykonano z blachy MP 200x55x5. Kształt dolnej części powłoki tego obiektu przystosowano do zastosowanego w nim posadowienia na palach stalowych. Stąd w części dolnej powłoki występuje stałe jej pochylenie do wysokości ok. 3 m skierowane do wnętrza obiektu. Z tego powodu widoczne są na wykresie w tym zakresie małe wartości f, wynikające ze zredukowanego parcia gruntu na ściany boczne. Przyrost wartości f w przedziale $3 < z_g < H$ jest analogiczny do przypadku poprzedniego obiektu.

Na rys. **4** przedstawiono zmiany podatności w obiekcie wybudowanym do celów badawczych w Endköping (Szwecja) [11]. Powłoka tego obiektu jest o kształcie zamkniętym nazywanym jako gruszkowy. Charakterystyczne wymiary powłoki to: rozpiętość L = 6,04 m wysokość H = 4,55 m, promień krzywizny R = 3,052 m. Powłokę wykonano z blachy MP 200x55x2,93. W tym przypadku zastosowano zwiększoną sztywność powłoki w stosunku do parametrów geometrycznych przekroju poprzecznego.

Zmiana podatności prefabrykowanej powłoki betonowej

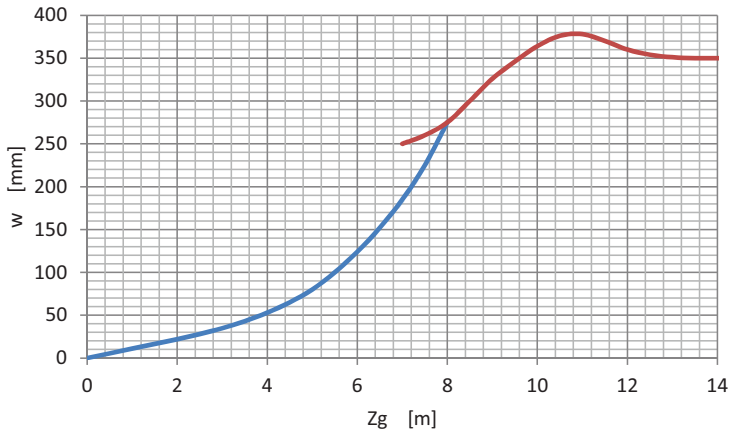
W pracach [6, 13] podano klasyfikację obiektów gruntowo-powłokowych z uwagi ich sztywność podczas budowy. Wyróżniono dwie grupy powłok: podatne (z blachy falistej) i sztywniejsze (z betonu). Odrębną grupę stanowią konstrukcje sztywne w postaci przepustów murowanych (betonowych, ceglanych i kamiennych) [13].

Na rys. **4** przedstawiono zmiany podatności w obiekcie wybudowanym jako obiekt autostradowy w Kouchi [3], z zastosowaniem powłoki betonowej systemu TechSpan, oznaczonej jako TSJ. Powłoka tego obiektu jest o kształcie łuku o parametrach zbliżonych do obiektu w Rydzynie. Charakterystyczne wymiary powłoki to: rozpiętość L = 17,00 m wysokość H = 7,32 m. Obiekt charakteryzuje się bardzo dużą grubością naziomu. Z wykresu przedstawionego na rys. **4** widoczna jest znacznie mniejsza podatność w odniesieniu do powłok z blach falistych. Wynika to ze znacznych grubości ścian powłok betonowych, rzędu 0,3 m.

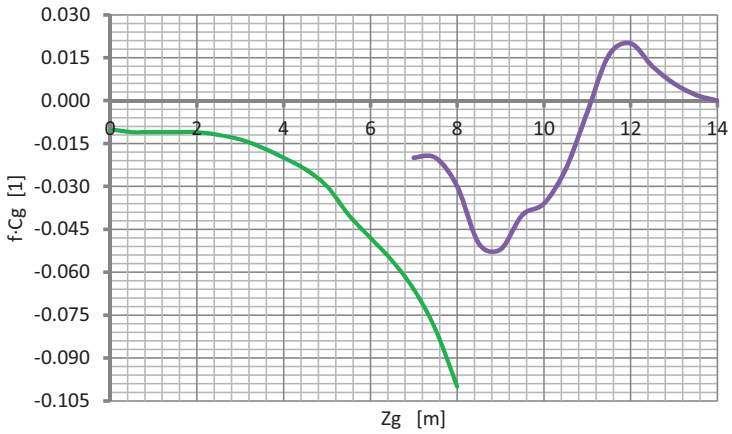
Bezpieczeństwo powłok w trakcie budowy

W wyjątkowych sytuacjach podczas układania zasypki powstają nadmierne deformacje. Na rys. **6** przedstawiono przykład wyników monitoringu obiektu wybudowanego w Ostrawie [1]. Charakterystyczne wymiary obiektu to: rozpiętość L = 12,02 m wysokość H = 9,89 m, promień krzywizny R = 6,01 m. Powłokę wykonano z blachy MP 200x55x7. Z uwagi na wysoki naziom forsowano nadmiernie wypiętrzanie powłoki w fazie początkowej, jak na rys. **6a**. Po wykonaniu warstw zasypki do wysokości z_g = 8,70 m wypiętrzenie przekroczyło dopuszczalną wartość określoną przez producenta blachy. Stąd rozpoczęto usuwanie warstw zasypki do poziomu z_g = 5,70 m. Dodatkowo wykonano balastowanie klucza płytami betonowymi. Widoczne to jest w przebiegu wypiętrzenia we

a)



b)



***6**. Zmiany ugięcia i podatności obiektu z Ostrawy*

wtórnej realizacji układania zasypki. Zatem niezbędne były dodatkowe zabiegi technologiczne, zwiększające bezpieczeństwo powłoki.

Na rys. **6b** widoczne jest bardzo duże przyrosty podatności w początkowej fazie układania zasypki. W trakcie skorygowanej technologii budowy powstałe efekty są zbliżone do najczęściej spotykanych pomimo utrzymania znacznego poziomu wypiętrzenia. Przedstawiony przypadek obiektu wynikał również z zastosowania blach falistych o małej sztywności przy znacznej rozpiętości i wysokości powłoki.

Na rys. **7a** przedstawiono wykres ugięcia $w(z_g)$ otrzymany z monitoringu obiektu wybudowanego w obwodnicy Nowej Rudy nad potokiem Piekielnica [8]. Charakterystyczne wymiary obiektu to: rozpiętość L = 13,40 m wysokość H = 5,00 m, promień krzywizny R = 9,93 m. Powłokę wykonano z blachy SC 380x140x7. W obiekcie wystąpiły znaczne redukcje wypiętrzenia w fazie budowy naziomu. Są one postępujące podczas eksploatacji obiektu i ciągle monitorowane [4, 6]. Dodatkowo nad rysunkiem **7b** podano bardzo dużą wartość podatności przy grubości zasypki z_g = 7,75 m.

Z podanych wcześniej przykładów wyznaczania miejsca gdzie dw/dz = 0 widoczne jest jego zróżnicowane położenie. Na rys. **1** jest ono określone jako h_r. W niektórych przypadkach spełniona jest relacja $h_r > H$ gdy w innych występuje $h_r < H$. Na wykresie rys. **7b** widoczne jest znaczne przesunięcie wartości h_k w odniesieniu do H.

Wpływ parametrów geometrycznych powłoki i cech fizycznych gruntu na podatność

Do szacowania maksymalnej wartości wypiętrzenia klucza powłoki, powstającego na przełomie fazy pierwszej i drugiej, jako $w(z_g=h_k)$. wykorzystuje się wzór [6]:

Tab. 1. *Charakterystyki analizowanych powłok*

Obiekt	L [m]	H [m]	EI/a [MNm²/m]	λ·10-3
Endköping	6,04	4,55	0,2734	24,179
Świdnica	10,05	5,50	0,5144	59,200
Ostrawa	12,02	9,89	0,6587	79,095
Nowa Ruda	13,40	5,00	4,954	14,571
Rydzyna	17,59	5,46	4,954	32,958
Kouchi	17,00	7,32	30,75	4,793

$$w = \frac{K_w \cdot C_g}{EI/a}\left(\frac{L}{10}\right)^5 \qquad (6)$$

gdzie EI/a jest sztywnością na zginanie wycinka powłoki o szerokości a. Parametr $Kw(\lambda,\kappa)$ określony jest na podstawie przekroju poprzecznego obiektu, jak na rys. **1**, ujęty we współczynniku geometrycznym

$$\kappa = \frac{H}{L} \qquad (7)$$

We współczynniku podatności według propozycji Dunkana [2, 6], jak we wzorze

$$\lambda = \frac{E_g}{EI/a}L^3 \qquad (8)$$

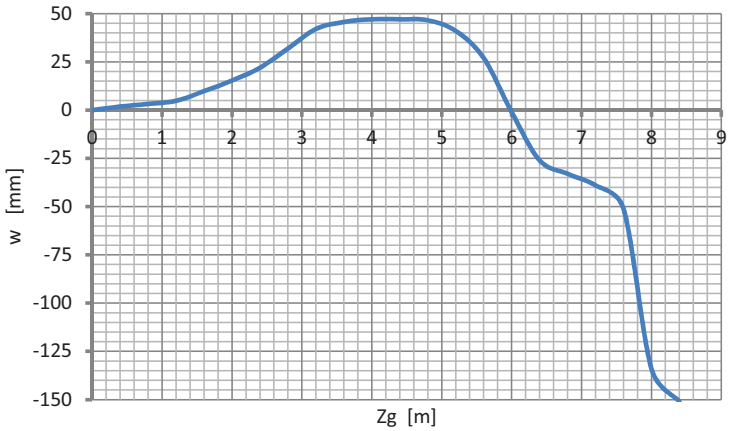
ujęte są cechy fizyczne gruntu w postaci modułu ściśliwości E_g.

Maksymalne wypiętrzenie można obliczyć również ze wzoru

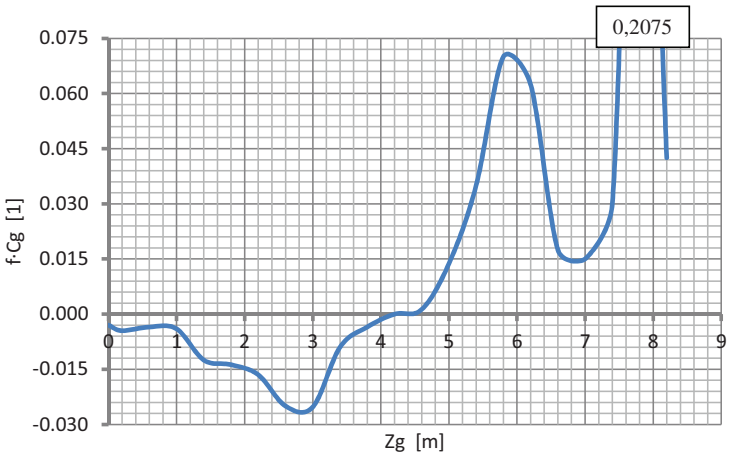
$$w = \frac{K_w \cdot \lambda}{10^5}\frac{C_g}{E_g}L^2 \qquad (9)$$

gdzie występuje pełna proporcja cech fizycznych gruntu C_g/E_g. Gdy uwzględni się geometrię blachy falistej otrzyma się ze wzoru (6) równanie

a)



b)



7*. Zmiany ugięcia i podatności obiektu w obwodnicy Nowej Rudy*

$$w = 2\pi \frac{K_w \cdot C_g}{E \cdot t \cdot f^2} \left(\frac{L}{10}\right)^5 \qquad (10)$$

We wzorze (10) parametry blachy falistej ujęte są w oznaczeniu jej typu, stosowanym wcześniej np. SC *axfxt*, natomiast $E = 205$ GN/m^2 jest modułem Younga stali.

W tab. **1** zestawiono wartości λ dla analizowanych obiektów. Z tych porównań większe wartości λ oznaczają zwiększoną podatność powłoki. Zatem wyróżnia się powłoka betonowa z Kouchi jako najsztywniejsza oraz najbardziej podana powłoka z blachy falistej z Ostrawy. W tym zestawieniu wyróżnia się również powłoka z obwodnicy Nowej Rudy o małej wartości λ. Jednak z przebiegu wykresu $f(h)$, podanego na rys. **7b** wynika jej nadmierna podatność w drugiej fazie układania zasypki. Zatem jest to skutek zastosowanego procesu technologicznego [8]. Stąd wniosek, że mała wartość λ nie jest wystarczającym warunkiem bezpiecznego przebiegu budowy. Wypiętrzenie w jest określane dla przejściowej fazy budowy, gdy $f = 0$. Zatem współczynnik λ dotyczy jednego momentu budowy – osiągnięcia przez zasypkę poziomu klucza powłoki.

Podsumowanie

W pracy analizowano podatność mostowego obiektu gruntowo-powłokowego jako funkcję określającą statyczną charakterystykę konstrukcji obiektu podczas jego budowy. Obciążeniem stacjonarnym powłoki jest siła równomiernie rozłożona na długości obiektu jako ciężar własny zasypki gruntowej. Na podatność konstrukcji istotny wpływ ma technologia budowy obiektu. W pracy rozpatrywano dwa ujęcia podatności w postaci funkcji $f(h)$ oraz parametru λ. Na przykładzie obiektu w Nowej Rudzie wskazano, że mała wartość λ nie jest wystarczającym warunkiem bezpiecznego przebiegu budowy. Istotne znaczenie ma bowiem przebieg technologii układania zasypki.

Ponieważ do określenia funkcji podatności wykorzystuje się wyniki pomiarów deformacji powłoki uwzględnia się rzeczywiste zmian cech fizycznych gruntu i jego udział w hybrydowej konstrukcji. Przedstawione ujęcie rozwiązania jest ogólne, wykorzystane zostało do analizy efektów reologicznych w mostach betonowych i zespolonych [5]. ◀

Materiały źródłowe

[1] Czerepak A., Zouhar J.: Deformation control during assembly and backfilling of corru-gated steel structure, Ostrava, Czech Republic. Archives of Institute of Civil Engineering. 2012, p. 85-83.

[2] Duncan J.M.: Behavior and Design of Long Span Metal Culverts, ASCE, Convention "Soil-Structure Interaction for Shallow Fundations and Buried Structures", San Francisco, USA, October 1977.

[3] Jenkins D.A.: Non-Linear Analysis of Buried Arch Structures. Australian Structural Engi-neering Conference, Auckland 30-2 October 1998.

[4] Machelski C.: Sztywność i zmiany podatności mostowych obiektów gruntowo-powłokowych. Inżynieria i Budownictwo 3-4 2023.

[5] Machelski C.: Sztywność i podatność mostów z betonu. Inżynieria i Budownictwo 9-10 2022 s. 426-432.

[6] Machelski C.: Badania mostowych konstrukcji gruntowo-powłokowych. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wroclaw 2020.

[7] Machelski C., Michalski J.B.: Analiza schematu powłoki zintegrowanej z posadowieniem na palach w mostowym obiekcie gruntowo-powłokowym. Przegląd Komunikacyjny 3 2021 s. 7-13.

[8] Machelski C., Michalski J. B.: Obiekty gruntowo-powłokowe w obwodnicy Nowej Rudy. Drogi lądowe, powietrzne i wodne. 10/2008 s. 66-71.

[9] Machelski C., Mońka M., Tomala P.: Monitoring of soil-steel structures during construc-tion. Journal of Current Construction Issues 2/2019 159-168.

[10] Mańko Z., Bęben D.: Influence of road pavement on behavior of soil-steel bridge structure. Der Stahlbau 76(2007), Heft 12 p. 905-915.

[11] Pettersson L.: Full Scale Tests and Structural Evaluation of Soil Steel Flexible Culverts with low High of Cover. Doctoral Thesis in Civil and Architectural Engineering, Stockholm, 2007.

[12] Pisarczyk S.: Mechanika gruntów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, War-szawa 2010.

[13] Wysokowski A., Howis J.: Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz 7. Metody obliczeń konstrukcji przepustów. Cz 1 Ogólne zasady obliczeń. Nowoczesne Budow-nictwo Inżynieryjne marzec-kwiecień 2010 s. 88-95.

Efektywność poziomych środków uspokojenia ruchu zastosowanych w strefie 30

Effectiveness of horizontal traffic calming measurement used in zone 30

Stanisław Majer

Dr inż.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

stanislaw.majer@zut.edu.pl
ORCID 0000-0003-2476-1982

Alicja Sołowczuk

Dr hab. inż., prof. ZUT

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

alicja.solowczuk@zut.edu.pl
ORCID 0000-0002-7922-7421

Streszczenie: Coraz częściej w Polsce stosuje się przy uspokajaniu ruchu, jako poziome środki uspokojenia ruchu SUR małe wyspy boczne typu pinch point. Są to najtańsze sposoby uzyskania zwężenia jezdni i „esowania ulicy", co może przyczyniać się do zmniejszenia prędkości. Biorąc pod uwagę powszechność ich stosowania szczególnie w strefie 30, autorzy wykonali badania prędkości w trzech różnych strefach 30 i postawili dwie hipotezy badawcze. Pierwsza hipoteza badawcza dotyczyła potwierdzenia rzeczywistej skuteczności redukcji prędkości przy stosowaniu szykan w strefie 30 w rodzimych warunkach. A druga hipoteza badawcza odnosiła się do potwierdzenia skuteczności ich lokalizacji w odniesieniu do układu komunikacyjnego strefy 30. Badania przeprowadzono w dwóch warunkach parkowania: przy zaparkowanych samochodach osobowych w pobliżu SUR i ograniczonej liczbie zaparkowanych samochodów. Na podstawie rezultatów badań i analizy statystycznej potwierdzono efektywność stosowania małych wysp bocznych typu pinch point w strefie 30 i ich wpływ na uzyskanie dopuszczalnej prędkości 30 km/h.

Słowa kluczowe: *Strefa 30; Wykrzywienie toru jazdy; Szykana; Zwężenie jezdni; Środki uspokojenia ruchu; Redukcja prędkości*

Abstract: Small side islands of the pinch point type (chicanes) are increasingly used as horizontal traffic calming measures TCM in Poland. These are the cheapest ways to narrow the road (choker) and horizontal deflection along the street, which may contribute to reducing speeds. Taking into account the widespread use of them, especially in zone 30, the authors performed speed tests in three different zones 30 and put forward two research hypotheses. The first research hypothesis concerned confirmation of the actual effectiveness of speed reduction when using chicanes in zone 30 in native conditions. The second research hypothesis related to confirming the effectiveness of their location in relation to the traffic system of zone 30. The research was carried out in two parking conditions: with passenger cars parked near the TCM and with a limited number of parked cars. Based on the test results and statistical analysis, the effectiveness of using small pinch point side islands in zone 30 and their impact on achieving the permissible speed of 30 km/h was confirmed.

Keywords: *Zone 30; Horizontal deflection; Chicane; Choker; Traffic calming measures; Reduce speed*

Wprowadzenie

Pierwszymi wytycznymi, w których poruszono problem uspokojenia ruchu i wprowadzenia stref 30 były wytyczne holenderskie [17]. Następnie wytyczne te przetłumaczono na język angielski [7] i na torze doświadczalnym TRL w Wielkiej Brytanii przeprowadzono eksperymentalne badania dotyczące głównie poziomych środków uspokojenia ruchu SUR, tzw. szykan [8]. Przykłady jednych z pierwszych szykan wybudowanych pod koniec XX w. przedstawiono na rys. **1**, **2** i **3**. Na szykanach przestawionych na rys. **1**, **2** i **3** jest zastosowane różne zagospodarowanie ich powierzchni. Zgodnie z badaniami eksperymentalnymi wykonanymi na torze TRL [8], na powierzchni szykan powinno się stosować nasadzenia zieleni, kwietniki, a także słupki krawędziowe lub ostrzegawcze znaki pionowe wysokości min 0,6 m. Zgodnie z wnioskami zawartymi w [8], szykany wraz z przeszkodami wysokości ok. 0,60 m mogą przyczynić się do redukcji prędkości o ok. 1,6 – 4 km/h (w zależności od podstawowych parametrów szykany). A zastosowane zwiększenie wysokościowe przeszkody na powierzchni szykan do 1 m może spowodować redukcję prędkości o dodatkowe 1,6 km/h.

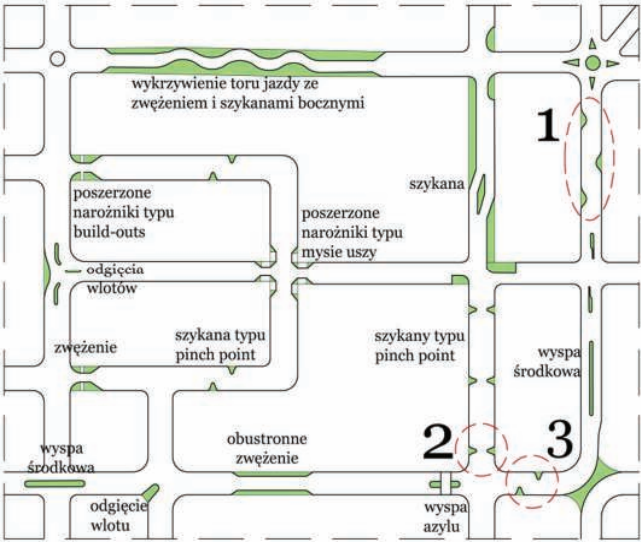
Rodzaje poziomych środków uspokojenia ruchu SUR

Po wstępnych badaniach doświadczalnych przeprowadzonych na torze TRL inni badacze również analizowali parametry różnych poziomych środków uspokojenia ruchu i ich skuteczność [18] lub porównywali skuteczność poziomych i pionowych SUR, głównie ze względu na redukcje prędkości [20]. Zgodnie z wytycznymi projektowymi [12, 13, 14] poziome środki

1. Przykład szykany składającej się z dwóch przesuniętych wysp bocznych w formie niewielkich zieleńców, zlokalizowanej na przedmieściach Hamburga w Niemczech (Fot. Alicja Sołowczuk)

2. Przykład szykany składającej się z dwóch przesuniętych wysp trójkątnych (typu pinch point), zlokalizowanej na przedmieściach Dorchester w Wielkiej Brytanii (Źródło: Google Earth – Street View)

3. Przykład zwężenia jezdni do jednego pasa ruchu za pomocą dwóch naprzemianległych wydłużonych wysp bocznych (typu build-outs), zastosowanego na przedmieściach Szczecina (Fot. Alicja Sołowczuk)



4. Przykładowe rodzaje różnych poziomych środków uspokojenia ruchu (Źródło: opracowanie własne)

uspokojenia ruchu dotyczą zwężenia szerokości jezdni, wykrzywienia toru jazdy na odcinkach ulic pomiędzy skrzyżowaniami oraz różnego rozwiązania geometrii skrzyżowań i ich wlotów. Przykładowe poziome środki uspokojenia ruchu przedstawiono na rys. **4**. W niniejszym artykule poruszone zostaną zagadnienia dotyczące szykan składających się z małych wysp bocznych, dzięki którym otrzymano wykrzywienie toru jazdy i zwężenie szerokości jezdni lub tylko zwężenie szerokości jezdni do jednego pasa ruchu, co zaznaczono na rys. **4** linią przerywaną czerwoną. Małe szykany składające się z dwóch przesuniętych wzdłuż jezdni wysp bocznych (ang. pinch point), mogą stanowić betonowe kwietniki, elementy prefabrykowane lub mogą to być niewielkie zieleńce wybudowane na jezdni. Numery zastosowane na rys. **4** oznaczają szykany analizowane w niniejszym artykule: 1 – kilka szykan typu pinch point zastosowanych pomiędzy skrzyżowaniami, 2 – pojedyncza szykana z przesuniętymi wyspami bocznymi typu pinch point, 3 – zwężenie jezdni za pomocą dwóch naprzeciwległych wysp bocznych typu pinch point.

Przegląd literatury

Jak już wspomniano pierwsze wytyczne projektowania strefy 30 opracowano w Holandii [17]. Jednak to wytyczne opracowane w Wielkiej Brytanii stanowiły podstawy zasad publikowanych później w innych krajach [12, 13, 14]. M.in. w tych wytycznych założono kategoryzację prędkości oczekiwanej na ulicach, na których planuje się wprowadzić uspokojenie ruchu: (A – 10 mph (16 km/h), B – 15 mph (24 km/h) i C – 20 mph (32 km/h). Przy czym zalecono stosowanie uspokojenia ruchu na ulicach z natężeniem godzinowym do 300 P/h. Następnie w odniesieniu do ww. kategorii przydzielono odpowiednio środki uspokojenia ruchu, które mogły pomóc w jej zapewnieniu. Do kategorii A zaliczono m.in. szykany składające się z dwóch przesuniętych wzdłuż jezdni wysp bocznych, analogiczne szykany z zastosowanymi zabrukami od strony jezdni i szykany powodujące nie tylko wykrzywienie toru jazdy, ale również przesunięcie osi jezdni za szykaną. Jednak ich sku-

tecznośc w kategorii redukcji prędkości zależała przede wszystkim od odległości rozmieszczenia zastosowanych wysp bocznych, ich wielkości i zastosowanego oznakowania. Natomiast zwężenia jezdni uzyskane dzięki wyspom bocznym dłuższym (typu ang. build-outs lub choker) oraz bramy wjazdowe zaliczono do kategorii prędkości B. A szykany składające się z dwóch naprzeciwległych małych trójkątnych wysp bocznych, powodujących punktowe zwężenie jezdni, zaliczono do kategorii prędkości C. Każdy środek uspokojenia ruchu opisano w wytycznych [12, 13, 14] szczegółowo i przypisano im charakterystyczne parametry wraz z przypisanymi do nich zalecanymi odległościami ich rozmieszczenia w celu zapewnienia oczekiwanej kategorii prędkości.

W kolejnych latach na podstawie wytycznych angielskich [12, 13, 14] w innych krajach opracowywano także wytyczne projektowania uspokojenia ruchu, stosując w każdym przypadku możliwe krajowe dodatkowe zasady projektowe. M.in. w [19] wprowadzono obowiązek konsultacji społecznych na każdym etapie projektu planowanego uspokojenia ruchu. Ponadto zalecono uspokojenie ruchu planować na ulicach dwukierunkowych, z bliską zabudową mieszkalną na długości powyżej 50% danego odcinka ulicy, na których natężenie ruchu wynosi ponad 250 P/h i v85 przekraczała o 20% prędkość obowiązującą w danym obszarze. Wprowadzono szczegółowe zasady odnośnie oznakowania pionowego i poziomego, a także wytyczne odnośnie widoczności i planowania pasa postojowego. W wytycznych [9] wprowadzono cztery etapy projektowania uspokojenia ruchu: (1) wstępne ustalenie, co wymaga poprawy, (2) ustalenie lokalizacji SUR (tj. oddziaływanie punktowe wybrane skrzyżowanie lub jedna jezdnia, czy kilka skrzyżowań i ulic w analizowanej dzielnicy), (3) analiza możliwych do zastosowania SUR i (4) ostateczny wybór SUR, które poprawią dany stan rzeczy w analizowanym obszarze.

Praktycznie, bazując na wytycznych angielskich [8, 12, 13, 14], we wszystkich wytycznych dotyczących planowania uspokojenia ruchu w terenach zabudowanych zalecano wyróżnienie czterech podstawowych parametrów szykan:

- szerokości wolnego od przeszkód prześwitu (*a*), (ang. *free view*) – tj. widocznej dla kierowcy szerokości jezdni pomiędzy krawędziami wysp bocznych, (widzianej przy dojeździe do SUR) i swobodnego widoku dla kierowcy dalszej perspektywy drogi za SUR,
- szerokości pasa ruchu (*b*) – szerokości pomiędzy wyspą boczną i naprzeciwległym krawężnikiem na dojeździe do SUR,
- długości przesunięcia obu wysp bocznych (*L*) – tj. odległości mierzonej wzdłuż jezdni pomiędzy skrajnymi narożnikami przesuniętych wysp bocznych,
- kąta przesunięcia toru jazdy (*α*) – tj. kąta, o który przesunięta jest oś analizowanego pasa ruchu.

W wytycznych angielskich z 2020 r. [14] opracowano szczegółowe zasady dotyczące stosowanego oznakowania pionowego i poziomego na poziomych środkach uspokojenia ruchu. A w wytycznych australijskich opracowanych w 2020 [2] dodatkowo wprowadzono zasady stosowania najnowocześniejszego systemu oznakowania z zastosowaniem LED. W Polsce badania redukcji prędkości w odniesieniu do poziomych środków uspokojenia ruchu zastosowanych w pobliżu przejść dla pieszych prowadzili badacze z Politechniki Wrocławskiej [6] i odnośnie zachowania kierowców w pobliżu zastosowanych środków uspokojenia ruchu z Politechniki Białostockiej [26]. Inni badacze zalecali konkretne rozwiązania dotyczące zagospodarowania zastosowanych wysp bocznych i badali ich związek z kształtowaniem przestrzeni publicznej ulicy, na której planowane było uspokojenie ruchu [1, 5]. Zagospodarowanie przestrzeni publicznej powinno zależeć głównie od funkcji danej ulicy i jej znaczenia w danym układzie komunikacyjnym. Inne zagospodarowanie przestrzeni powinno być planowane w stosunku do ulicy zlokalizowanej w śródmieściu, a zupełnie inne w odniesieniu do ulicy zlokalizowanej na przedmieściach w dzielnicy domów jednorodzinnych [3]. Obecnie w 2023 w Polsce opracowano wytyczne projektowe dotyczące również projektowania uspokojenia ruchu [23, 24].

Podsumowując powyższy przegląd literatury, można stwierdzić, że w większości przytoczonych badań oceniano skuteczność wybranych poziomych środków uspokojenia ruchu, analizowano różne współczynniki redukcji prędkości, odnoszono się tylko do redukcji prędkości w stosunku do prędkości na wjeździe na dany odcinek ulicy lub ograniczano się *stricto* do redukcji na konkretnej szykanie o ściśle wyznaczonych charakterystycznych parametrach. Większość publikacji, nierozważanych w niniejszym artykule, dotyczyła jednak głównie analiz bezpieczeństwa ruchu (analiz ryzyka, parametrów zdarzeń drogowych, udziału pieszych itd. lub zachowań kierowców w ogóle) z ograniczonymi analizami różnie ocenianej redukcji prędkości czy szczegółowych analiz zastosowanych parametrów geometrycznych. Powyższy przegląd literatury wykazał, że brakuje w krajowych publikacjach oceny efektywności zastosowanych w kraju różnych szykan stanowiących poziome środki uspokojenia ruchu SUR w strefie 30. Szczególnie brakuje wytycznych i wyników krajowych badań naukowych odnośnie parametrów ich stosowania i otrzymanej efektywności. Biorąc powyższe pod uwagę autorzy postawili za cel badań, opisywanych w niniejszym artykule, dwie hipotezy badawcze:

- **Hipoteza badawcza 1**: „Czy zastosowane poziome środki uspokojenia ruchu tj. wyspy boczne są efektywne i przyczyniają się skutecznie do otrzymania prędkości 30 km/h?",
- **Hipoteza badawcza 2**: „W jakiej sytuacji drogowej i lokalizacji w strefie 30 powinno się stosować poziome środki uspokojenia ruchu, tj. małe wyspy boczne?".

***5**. Zaparkowane w pobliżu szykany samochody osobowe (Fot. Stanisław Majer)*

***6**. Seria szykan bocznych trójkątnych utworzonych z kwietników betonowych i ograniczone parkowanie w ich pobliżu (Fot. Alicja Sołowczuk)*

Obszar badań

Do badań wybrano dwa przypadki najczęściej stosowanych w kraju poziomych środków uspokojenia ruchu w strefie 30:

- pierwszy – krótkie ulice boczne z zastosowanymi kilkukrotnie szykanami, tj. przesuniętymi małymi wyspami bocznymi,
- drugi – zastosowanie wysp bocznych trójkątnych w pobliżu krzywizn poziomych na wjeździe/wyjeździe ze strefy 30.

Wybrane do badań ulice były dwukierunkowe i znajdowały się na przedmieściach Szczecina, (w dzielnicy Gumieńce i Podjuchy) i Wrocławia (w dzielnicy Muchobór Wielki). Badania prędkości prowadzono przy różnych warunkach parkowania, tj.: przy zaparkowanych w pobliżu szykany samochodach osobowych (rys. **5**) i przy braku lub pojedynczych zaparkowanych samochodach (rys. **6**).

Na wybranej do badań ulicy Jagodowej (o długości ok. 265 m), jako szykany wzięto pod uwagę kwietniki betonowe ustawione na połowie jezdni i oznakowane znakiem U-6d i C-9 (rys. **6**) oraz szykany wykonane z elementów prefabrykowanych i oznakowane słupkiem przeszkodowym typu U-5b i znakiem C-9 (rys. **6**). Od strony najazdu przed szykaną dodatkowo było zastosowane oznakowanie poziome linią P-21 i P–7b w skosie 1:2. Po kilkunastoletniej eksploatacji betonowe kwietniki uległy niewielkiej dewastacji i władze miasta podjęły decyzję o zamianie betonowych kwietników na typowe elementy prefabrykowane. W trakcie montowania nowych szykan utrzymano pierwotne odległości pomiędzy nimi, w przypadku środkowej i pojedynczej szykany (rys. **7**). A szykanę znajdującą się na wlocie na skrzyżowanie z ulicą zbiorczą, przesunięto bliżej skrzyżowania o 10 m. Szerokość zwężonej jezdni jest równa $b = 3{,}25$ m, szerokość prześwitu wynosi $a = 0{,}40$ m, rozstaw wysp bocznych jest równy $L = 15$ i 17 m. Rozstaw pomiędzy szykanami mierzony wzdłuż jezdni jest równy 71 i 93 m.

Następnie wybrano dwa zastosowania poziomych środków uspokojenia ruchu w okolicy krzywizn poziomych tj.:

- zwężenia jezdni do jednego pasa i wykrzywienia toru jazdy uzyskanego za pomocą dwóch przesuniętych wysp bocznych wykonanych z elementów prefabrykowanych i oznakowanych tablicą kierującą U-6 i znakiem C-9,
- tylko zwężenia jezdni do jednego pasa za pomocą dwóch naprzeciwległych wysp bocznych trójkątnych wykonanych, w wysokich krawężnikach i bez oznakowania.

W pierwszym przypadku były to dwie wyspy rozsunięte na odległość równą 13,4 m, znajdujące się w pobliżu łuku poziomego o promieniu równym 25 m. Szerokość jezdni była równa 6 m, a szerokość zwężonej jezdni na wysokości wysp bocznych była równa 3,4 m. Szerokość prześwitu była równa $a = 0{,}70$ m. A w drugim przypadku były to dwie wyspy naprzeciwległe zastosowane na odcinku prostym w planie pomiędzy dwoma odwrotnymi łukami poziomymi o promieniu równym 125 m. Szerokość jezdni była równa również 6 m, a szerokość punktowego zwężenia była równa 3,0 m. W pierwszym przypadku wyspy powodowały wykrzywienie toru jazdy i zwężenie jezdni z dwóch pasów ruchu do jednego. A w drugim przypadku wyspy stanowiły tylko punktowe zwężenie jezdni do jednego pasa ruchu. W obu przypadkach była zapewniona bardzo dobra widoczność w zgodnym i przeciwnym kierunku ruchu, przy braku zaparkowanych samochodów w ich pobliżu.

Charakterystykę wizualną analizowanych poziomych SUR i podstawowe dane dotyczące geometrii w przyjętych do badań obszarach badawczych przedstawiono na rys. **7**, **8** i **9**.

Podstawowe parametry zastosowanych środków uspokojenia ruchu przedstawiono na rys. **7** w przypadku analizowanej krótkiej ulicy Jagodowej. Na rys. **7** przedstawiono również podstawowe wymiary rozstawu przesuniętych wysp bocznych i podano kolejność szykan przyjętych do analizy. Dodatkowo podano długości dojazdu do skrajnej wyspy bocznej w obu kierunkach ruchu. W danym przypadku

skrajne wyspy znajdowały się w bliskiej odległości od wjazdu/wyjazdu z ulicy (12 m lub 55 m) i wobec tego nie wykonywano dodatkowych pomiarów na wjeździe lub wyjeździe ze strefy 30. Ze względu na długość ulicy (równą ok. 265 m), na rys. **7** nie podano lokalizacji poszczególnych przekrojów badawczych, by nie zaciemniać rysunku.

Natomiast w odniesieniu do szykan znajdujących się w pobliżu łuków poziomych przekroje badawcze były inaczej rozmieszczone. W przypadku ul. Chojnickiej pomiary wykonywano również na wjeździe/wyjeździe z ulicy, przed i za szykanami oraz na odcinku dojazdowym do szykan (rys. **8**). Szykana była oddalona od wjazdu/wyjazdu ze strefy 30 o 35 m. Podobne przekroje badawcze zastosowano w przypadku ul. Zagony (rys. **9**), na odcinku pomiędzy dwoma łukami poziomymi. Na ul. Zagony zwężenie jezdni było oddalone od wjazdu/wyjazdu ze strefy 30 o ok. 135 m. Na rys. **8** i **9** białe pionowe linie oznaczają lokalizację przyjętych przekrojów badawczych.

Założenia i zastosowane metody badawcze

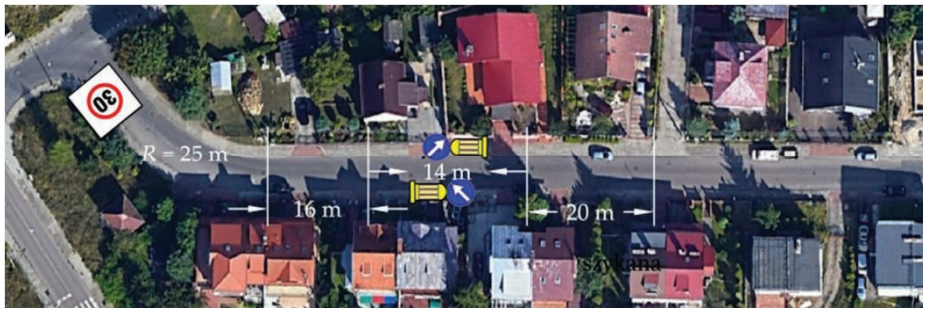
W pierwszej kolejności sprawdzono warunki bezpieczeństwa ruchu, korzystając z danych o zdarzeniach drogowych zawartych w SEWIK [10]. Analiza danych z [10] wykazała brak zdarzeń drogowych na analizowanych obszarach badawczych w latach 2000 – 2023, więc dalej tych zagadnień nie rozpatrywano.

Jak już wcześniej wspomniano w badaniach uwzględniono dwa przypadki parkowania samochodów, tj. pomiary ruchu wykonano przy sporadycznie zaparkowanych pojazdach w pobliżu SUR (rys. **6**) i dużej liczbie zaparkowanych pojazdów (rys. **5**).

Do pomiarów prędkości wykorzystano zsynchronizowane elektroniczne czujniki pomiarowe SR4 [11]. Czujniki pomiarowe umieszczano na istniejących słupkach do znaków drogowych lub na słupach istniejących latarni ulicznych oraz na dodatkowych słupkach drogowych ustawianych tylko na czas pomiaru. Wszystkie pomiary wykonano przy bezdeszczowej pogodzie w godzinach od 10 do 17, w dni robocze. Pomiary prowadzono dwukrotnie, w zależności od liczby zaparkowanych w pobliżu SUR pojazdów, tylko w odniesieniu do ruchu swobodnego, tj. gdy przed pojazdem w odległości 7 s od niego jezdnia była wolna od przeszkód. Te warunki wyboru ruchu swobodnego pozwalały szczegółowo określić dane zapisywane w czujnikach pomiarowych, podawane z dokładnością do 0,1 s. W trakcie pomiarów odnotowywano równocześnie warunki parkowania pojazdów, by później w analizach można było odpowiednio posegregować dane pomiarowe. Pomiary kończono dopiero wtedy, gdy najmniejsza liczba pomiarów w ruchu swobodnym na ostatnim z wszystkich czujników przekraczała 100 w jednym kierunku ruchu przy ograniczonym parkowaniu i 100 pomiarów w jednym kierunku ruchu przy dużej liczbie zaparkowanych samochodów. Czujniki pomiarowe SR4 podawały wynikowe dane dotyczące: prędkości, czasu pomiaru, kierunku ruchu, odległości w czasie pomiędzy pojazdami, długości w metrach pomiędzy poszczególnymi pomiarami w jednym kierunku, kategorii pojazdów. Biorąc powyższe pod uwagę możliwa była odpowiednia segregacja danych, zgodnie z poczynionym założeniem o ruchu swobodnymi i o oddzielnej analizie danych odnośnie warunków parkowania samochodów w bezpośredniej bliskości zastosowanych SUR.

W opisywanych badaniach nie prowadzono całodobowych badań ruchu i nie określano dobowego natężenia ruchu, gdyż nie zachodziła taka potrzeba. Warunek dobowego natężenia ruchu podany jest w wytycznych duńskich [15], wg których dopuszcza się stosowanie małych wysp bocznych,

7. Rozmieszczenie szykan na ul. Jagodowej (Źródło: opracowanie własne)



8. Rozstaw wysp bocznych i rozmieszczenie przekrojów badawczych na ul. Chojnickiej (Źródło: opracowanie własne)

9. Rozmieszczenie przekrojów badawczych na ul. Zagony (Źródło: opracowanie własne)

jednocześnie zwężających szerokość jezdni i powodujących esowanie ulicy, przy dobowym natężeniu ruchu do 3 000 P/24h. Natomiast w wytycznych angielskich [12, 14], podane są ograniczenia stosowania tego typu poziomych środków uspokojenia ruchu na ulicach, na których godzinowe natężenie ruchu nie przekracza 300 P/h i ten warunek w analizach przedstawionych w niniejszym artykule był spełniony. W żadnej godzinie pomiarowej natężenie ruchu w obu kierunkach nie przekroczyło 300 P/h.

W odniesieniu do uzyskanych danych autorzy założyli wykonanie analiz statystycznych, w celu sprawdzenia postawionej **hipotezy badawczej 1**, dotyczącej potwierdzania lub nie efektywności stosowania w strefie 30 wysp bocznych. Zgodnie z wytycznymi zawartymi w [25] efektywność stosowania danego środka uspokojenia ruchu SUR powinno się sprawdzać w pierwszej kolejności za pomocą klasycznego testu dla dwóch średnich w obu porównywanych populacjach danych, (przed i za SUR). Jednak ten test statystyczny warunkowany jest pozytywnym wynikiem testu dwóch wariancji [4], co w przypadku bardzo zróżnicowanych prędkości i zachowań kierowców w strefach uspokojenia ruchu w wielu przypadkach nie daje pozytywnych wyników. Ponadto ww. test dotyczy wartości średniej prędkości i jest on zalecany w przypadku analizy danych o wypadkowości, a nie w analizach redukcji prędkości. W badaniach skuteczności stosowania SUR powinno się sprawdzać statystyczną różnicę miary dotyczącą 85% kwantyla prędkości. Biorąc powyższe pod uwagę autorzy założyli wykonanie testów statystycznych Kołmogorowa-Smirnowa, dotyczących porównywania dystrybuant prędkości dwóch populacji. W danym przypadku założono następujące cztery przypadki (równania **1** – **4**), gdzie: *i* – dane z populacji przy zaparkowanych samochodach, *j* – dane z populacji przy ograniczonym parkowaniu, v^i_{przed} – prędkości odnotowane przed SUR, przy zaparkowanych samochodach, vi_{za} – prędkości odnotowane za SUR, przy zaparkowanych samochodach, v^j_{przed} – prędkości odnotowane przed SUR, przy braku lub pojedynczych zaparkowanych samochodach, v^j_{za} – prędkości odnotowane za SUR, przy braku lub pojedynczych zaparkowanych samochodach, λ_a = 1.36 – wartość krytyczna przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$.

Dodatkowo autorzy w odniesieniu do uzyskanych danych założyli wykonanie analiz statystycznych, w celu sprawdzenia postawionej **hipotezy badawczej 2**, dotyczącej potwierdzania lub nie stosowania w strefie 30 wysp bocznych w zależności od ich lokalizacji w danej sytuacji drogowej. W tym celu założyli wykonanie testów niezależności (równanie 5), w których analizuje się dane dotyczące liczby pomiarów z przekroczoną dopuszczalną prędkością 30 km/h w zależności od miejsca pomiaru. W teście niezależności dane uzyskane z badań zestawia się w czteropolowej tablicy [4, 25] i sprawdza się liczebność wyników poniżej i powyżej prędkości dopuszczalnej w obu porównywanych populacjach. A stawiana w testach hipoteza zerowa H_0 i alternatywna H_1 dotyczy miejsca wykonywania pomiaru (równanie 5). Interpretacja wyniku testu niezależności oznacza, czy analizowane populacje zależą od miejsca pomiaru lub innych porównywanych warunków, czy są niezależne. W danym przypadku oznaczało to jeszcze dodatkowo – porównywanie populacji przy różnych warunkach parkowania w pobliżu SUR. W odniesieniu do testu niezależności również porównywano cztery przypadki zestawień populacji prędkości (tab. **1**): przed i za SUR przy zaparkowanych samochodach, przed i za SUR przy ograniczonym parkowaniu oraz przed SUR przy dwóch warunkach parkowania i za SUR przy dwóch warunkach parkowania. (równanie **5**), gdzie: *xi* – dane w pierwszej populacji danych *X*, y_j – dane w drugiej populacji danych *Y*, χ^2 α = 3.84 – wartość krytyczna przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$.

Rezultaty badań

W pierwszej kolejności w odniesieniu do wszystkich uzyskanych danych wykonano segregację zgodnie z kierunkiem ruchu, podanym czasem pomiaru, odległością między pojazdami

– analizy skuteczności szykany przy zaparkowanych samochodach:

$$H_0: F(v^i_{przed}) = F(v^i_{za}) \text{ i } H_1: F(v^i_{przed}) \neq F(v^i_{za}), \text{ przy } \lambda_\alpha = 1.36,\ \alpha = 0.05. \quad (1)$$

– analizy skuteczności szykany przy ograniczonym parkowaniu:

$$H_0: F(v^j_{przed}) = F(v^j_{za}) \text{ i } H_1: F(v^j_{przed}) \neq F(v^j_{za}), \text{ przy } \lambda_\alpha = 1.36,\ \alpha = 0.05. \quad (2)$$

– porównania populacji prędkości przed szykaną przy zaparkowanych samochodach i przy ograniczonym parkowaniu:

$$H_0: F(v^i_{przed}) = F(v^j_{przed}) \text{ i } H_1: F(v^i_{przed}) \neq F(v^j_{przed}), \text{ przy } \lambda_\alpha = 1.36,\ \alpha = 0.05. \quad (3)$$

– porównania populacji prędkości za szykaną przy zaparkowanych samochodach i przy ograniczonym parkowaniu:

$$H_0: F(v^i_{za}) = F(v^j_{za}) \text{ i } H_1: F(v^i_{za}) \neq F(v^j_{za}), \text{ przy } \lambda_\alpha = 1.36,\ \alpha = 0.05. \quad (4)$$

$$H_0: P\{X = x_i, Y = y_j\} = P\{X = x_i\}P\{Y = y_j\} \text{ i } H_1: P\{X = x_i, Y = y_j\} \neq P\{X = x_i\}P\{Y = y_j\}, \quad (5)$$

$$\text{przy } \chi^2_\alpha = 3.84,\ \alpha = 0.05.$$

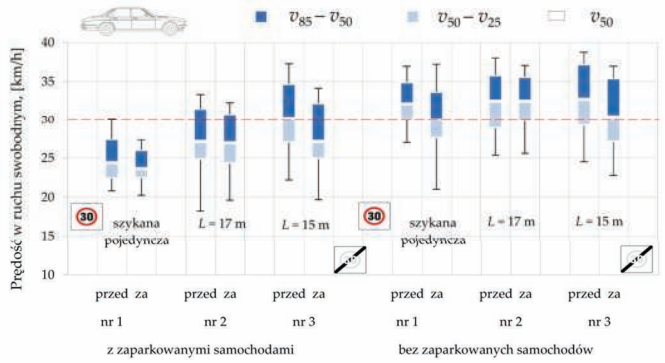
Tab. 1. *Wyjściowy podział danych w tablicy czteropolowej w teście niezależności w przyjętych porównywanych populacjach*

Nr	Rodzaj porównywanych populacji X i Y	Liczebność w danej populacji	
		≤ 30 km/h	> 30 km/h
1	Populacja X – przed SUR1	n1 w X	n2 w X
	Populacja Y – za SUR1	n1 w Y	n2 w Y
2	Populacja X – przed SUR2	n1 w X	n2 w X
	Populacja Y – za SUR2	n1 w Y	n2 w Y
3	Populacja X – przed SUR1	n1 w X	n2 w X
	Populacja Y – przed SUR2	n1 w Y	n2 w Y
4	Populacja X – za SUR1	n1 w X	n2 w X
	Populacja Y – za SUR2	n1 w Y	n2 w Y

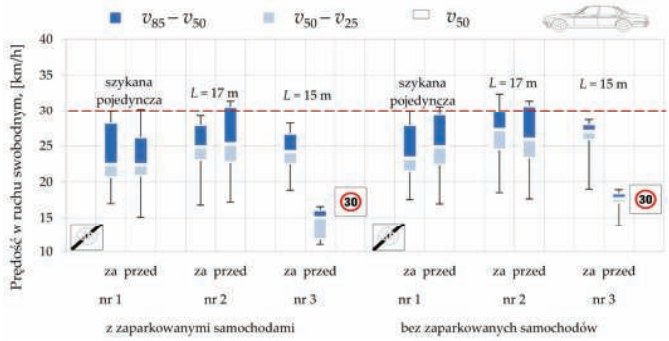
Źródło: opracowanie własne

Oznaczenia: SUR 1 – przypadek przy zaparkowanych samochodach w pobliżu analizowanego SUR, SUR2 – przypadek przy ograniczonym parkowaniu w pobliżu analizowanego SUR.

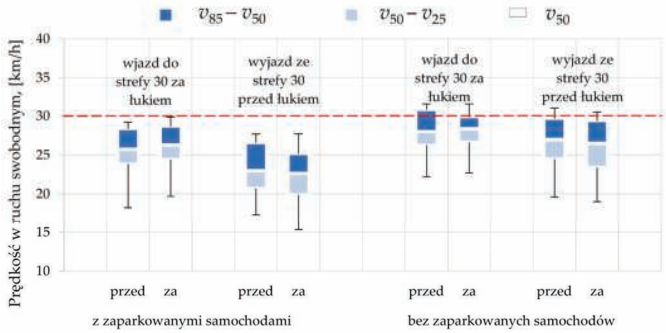
i dodatkowo w zależności od odnotowanych warunków parkowania w czasie wykonywania pomiarów. Mając posegregowane odpowiednio dane wykonano w odniesieniu do wszystkich populacji klasyczne testy zgodności i potwierdzono, że wszystkie populacje miały rozkład normalny. Następnie wykonano w odniesieniu do wszystkich populacji oszacowania przedziałowe (rys. **10**, **11**, **12** i **13**). W celu lepszego zobrazowania danych na wszystkich wykresach czerwoną przerywaną linią przedstawiono dopuszczalną prędkość w strefie 30 (równą 30 km/h). Na wykresach typu ramka–wąsy (rys. **10**, **11**, **12** i **13**) wąsy reprezentują wartości minimalne i maksymalne, dolna i górna krawędź ramki wyznacza pierwszy i trzeci kwartyl, a pogrubiona biała linia oznacza wartość mediany. Analiza danych przedstawionych na wykresach (rys. **10**, **11**, **12** i **13**) wykazała, że w przypadku pomiarów wykonanych przy zaparkowanych samochodach w najbliższym otoczeniu SUR analizowane prędkości v_{85} i $v_{śr}$ znajdują się w większości przypadków w zakresie do 30 km/h lub tylko v_{85} nieznacznie przekracza ten limit do ok. 3 km/h. Natomiast przy ograniczonym parkowaniu w pobliżu analizowanych SUR wartości obu prędkości są bardzo zróżnicowane w zależności od analizowanego przypadku.



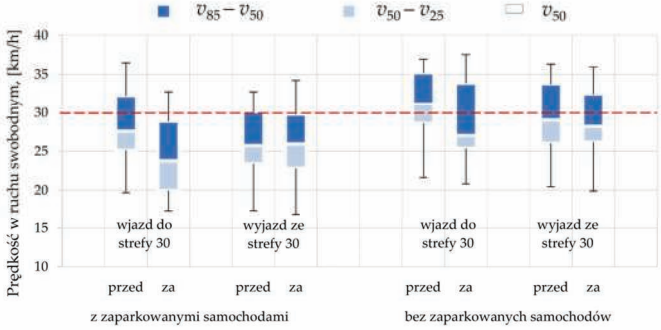
***10**. Wykres ramka–wąsy prędkości w ruchu swobodnym na ul. Jagodowej kierunek ruchu od ulicy zbiorczej do ulicy o znaczeniu lokalnym (Źródło: opracowanie własne)*



***11**. Wykres ramka–wąsy prędkości w ruchu swobodnym na ul. Jagodowej kierunek ruchu od ulicy lokalnej do ulicy zbiorczej (Źródło: opracowanie własne)*



***12**. Wykres ramka–wąsy prędkości w ruchu swobodnym na ul. Chojnickiej w pobliżu łuku poziomego o promieniu R = 25 m (Źródło: opracowanie własne)*

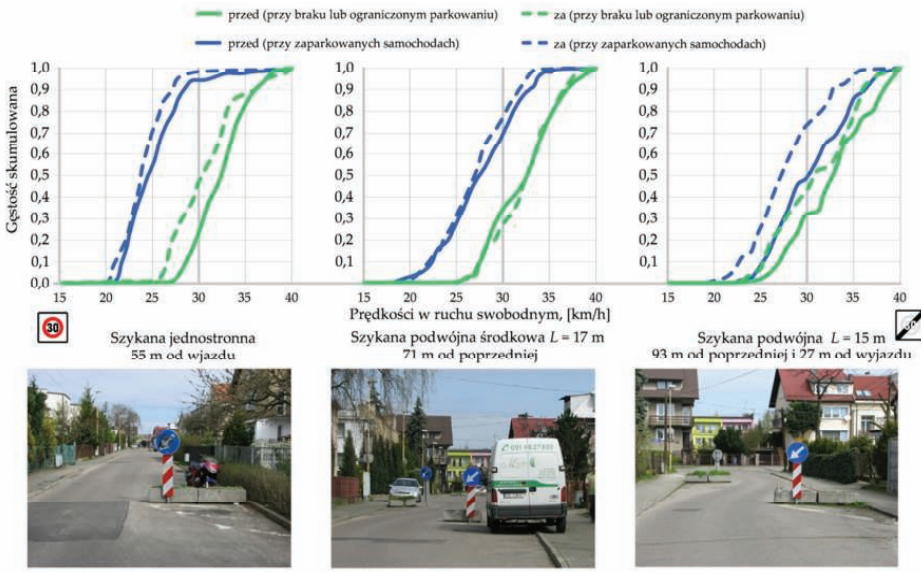


***13**. Wykres ramka–wąsy prędkości w ruchu swobodnym na ul. Zagony – pomiędzy dwoma łukami poziomymi o promieniu R = 125 m (Źródło: opracowanie własne)*

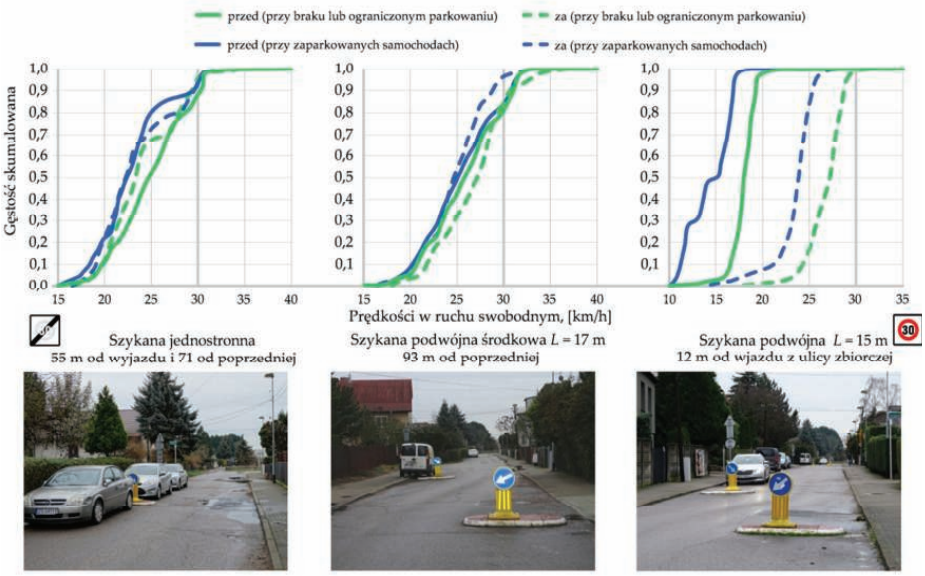
Na rys. **10** i **11** przedstawiono tylko wybrane dane dotyczące najbliższych przekrojów badawczych w stosunku do zastosowanych SUR. W przypadku analizy przesuniętych wysp bocznych w zależności od kierunku ruchu obie prędkości przekraczają dopuszczalną prędkość 30 km/h, jeśli kierunek ruchu prowadzi do skrzyżowania z ulicą zbiorczą (rys. **10**). Dopiero blisko wjazdu na skrzyżowanie następuje redukcja prędkości. Natomiast, jeśli wjazd na analizowaną ulicę odbywa się ze skrzyżowania na ulicy zbiorczej, wszystkie prędkości są mniejsze od 30 km/h (rys. **11**). Prawdopodobnie wykazane różnice związane są z innymi jeszcze determinantami, np. z bardzo zróżnicowaną widocznością dalszej perspektywy ulicy (rys. **14** i **15**), złudzeniem odległego końca ulicy i wyjazdu na ulicą zbiorczą (rys. **14**) lub bardzo widocznym złudzeniem bliskiego zakończenia ulicy (rys. **15**).

W przypadku analizy wartości prędkości w drugim obszarze badawczym (rys. **12**), tj. przy lokalizacji przesuniętych wysp bocznych w pobliżu krzywizny poziomej o małym promieniu obie analizowane prędkości v_{85} i v_{50} w obu kierunkach ruchu i przy różnych warunkach parkowania były mniejsze lub równe 30 km/h.

Natomiast w trzecim obszarze badawczym (rys. **13**), czyli zastosowanym tylko zwężeniu jezdni pomiędzy dwoma odwrotnymi łukami poziomymi otrzymano bardzo zróżnicowane wyniki obu prędkości. Przy zaparkowanych samochodach tylko w przypadku wjazdu do strefy 30 v_{85} zmierzona przed zwężeniem przekraczała dopuszczalną prędkość o ok. 2 km/h. A w przypadku ograniczonego parkowania i bardzo dobrej widoczności



***14**. Dystrybuanty prędkości otrzymane na ul. Jagodowej, kierunek ruchu od ulicy lokalnej do ulicy zbiorczej; (Źródło: opracowanie własne)*



***15**. Dystrybuanty prędkości otrzymane na ul. Jagodowej, kierunek ruchu od ulicy zbiorczej do ulicy lokalnej; (Źródło: opracowanie własne)*

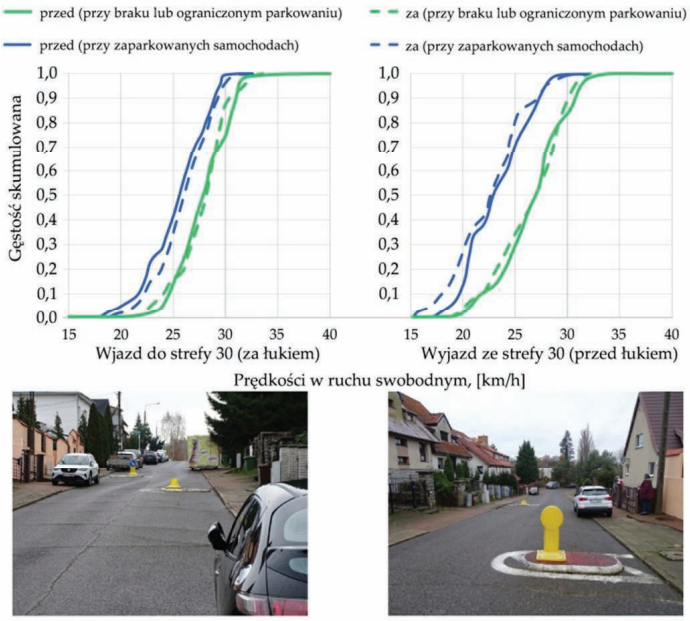
w obu kierunkach ruchu (rys. **17**) we wszystkich przypadkach v85 przekraczała dopuszczalną prędkość w strefie 30. Ponadto wszystkie prędkości były bardzo zróżnicowane. Widoczna była wyraźna redukcja prędkości zarówno v_{85}, jak i v_{50}, przy wjeździe do strefy 30 (rys. **13**).

Na rys. **14** i **15** przedstawiono dystrybuanty prędkości uzyskane na ul. Jagodowej, na której zastosowano trzy następujące po sobie szykany, a w tab. **2** zestawiono rezultaty przeprowadzonych testów statystycznych. Biorąc pod uwagę spostrzeżenia zróżnicowanego wpływu widoczności w zależności od kierunku ruchu, na rys. **14** i **15** przy danych dystrybuantach dołączono fotografie ilustrujące warunki widoczności, jakie mogą dodatkowo oddziaływać na percepcję kierowcy.

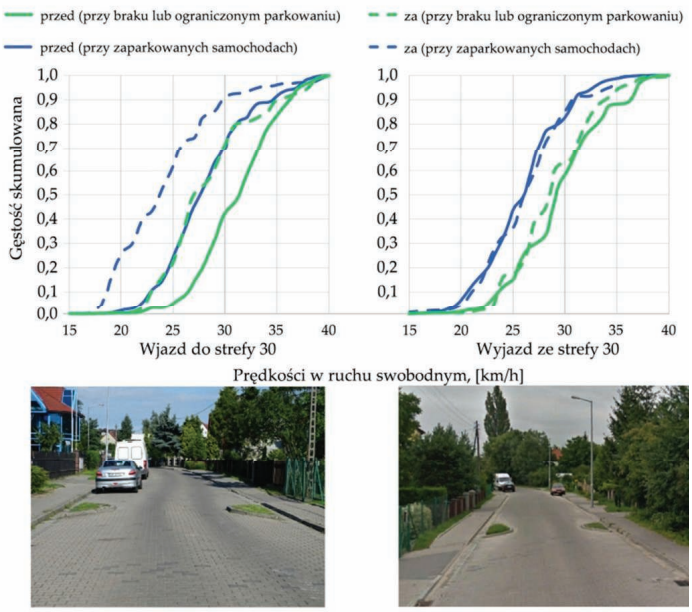
Analiza danych przedstawionych na rys. **14** oraz w tab. **2** wykazała, że największy wpływ na redukcję prędkości mają szykany w skrajnych lokalizacjach, tzn. znajdujące się na wjeździe lub wyjeździe ze strefy. W tych lokalizacjach otrzymano redukcję prędkości v_{85} i $v_{śr}$ w granicach 1-2,7 km/h. Środkowa szykana, choć powodowała wykrzywienie toru jazdy na odcinku długości 17 m (rys. **7**), nie wpływała istotnie na redukcję prędkości (Δv = 0,2 – 0,7 km/h). Na wjeździe do strefy 30 (rys. **14**), przy jednostronnej szykanie, odnotowano redukcję prędkości w granicach 1 – 1,5 km/h. A największą redukcję prędkości w granicach od 1,8 – 2,7 km/h odnotowano na wyjeździe ze strefy 30 na skrzyżowanie z ulicą zbiorczą, przy najkrótszej szykanie L = 15 m, przy której wyspa boczna na pasie wyjazdowym była odległa od krawędzi ulicy zbiorczej o 27 m. Istotny wpływ zastosowanych szykan na redukcję prędkości odnotowano natomiast przy porównaniu dystrybuant przy różnych warunkach parkowania. Z porównywania wyników wynika, że w zależności od warunków parkowania różnice analizowanego kwantyla prędkości wahają się w granicach od 3,0 – do 10,0 km/h.

Diametralnie inny rozkład dystrybuant otrzymano w przeciwnym kierunku ruchu (rys. **15**). Największą różnicę prędkości (do ok. 10 km/h) odnotowano przy wjeździe do strefy 30 ze skrzyżowania z ulicą zbiorczą. Przy kolejnych szykanach odnotowano redukcje prędkości w granicach 0,3 – 1,0 km/h. Podobnie jak wyżej odnotowano wyraźny wpływ warunków parkowania na realizowane prędkości. Jednak najważniejszym wnioskiem z analizy danych przedstawionych na rys. **15** jest utrzymanie prawie we wszystkich przekrojach badawczych prędkości poniżej 30 km/h. Istotny wpływ na różnice pomiędzy prędkościami otrzymanymi w obu kierunkach ruchu miała przede wszystkim widoczność. Prawdopodobnie też duży wpływ na wyniki ma fakt wjazdu z ulicy zbiorczej i bliska lokalizacja pierwszej wyspy bocznej w odległości 12 m od krawędzi jezdni ulicy zbiorczej. Ten fakt prawdopodobnie wpłynął bardzo dyscyplinująco na kierowców i na krótkiej ulicy nie rozwijali oni już większych prędkości nawet przy braku zaparkowanych samochodów.

Powyższe wnioski potwierdzają wyniki testów statystycznych zestawione w tab. **2**. W przypadku ruchu przy zaparkowanych samochodach otrzymano niewielkie różnice redukcji prędkości, co przekłada się na odrzucenie hipotezy zerowej H_0. A to oznacza potwierdzenie hipotezy badawczej 1, że zastosowanie szykan w strefie 30, czyli



***16**. Dystrybuanty prędkości otrzymane na ul. Chojnickiej w pobliżu łuku poziomego o promieniu R = 25 m (Źródło: opracowanie własne)*



***17**. Dystrybuanty prędkości otrzymane na zwężeniu jezdni na ul. Zagony (Źródło: opracowanie własne)*

kolejne zwężenia jezdni i esowanie trasy przejazdu jest efektywne. Także rezultaty testów K-S i niezależności w większości przypadków potwierdziły hipotezę badawczą 2, o zależności realizowanych prędkości od lokalizacji miejsca pomiaru i innych determinant, m.in. wspomnianej wcześniej widoczności. Ponadto analiza danych przedstawionych na rys. **14** i **15** oraz rezultatów testów zestawionych w tab. **2** wykazała, że osiągnięto oczekiwany efekt w strefie 30, czyli otrzymanie prędkości do 30 km/h.

Kolejna analiza dotyczyła przypadku zlokalizowania przesuniętych wysp bocznych przy wjeździe/wyjeździe ze strefy 30 w pobliżu łuku poziomego o promieniu R = 25 m. Na rys. **16** i w tab. **3** zestawiono otrzymane wyniki w drugim obszarze badawczym, tylko w odniesieniu do wybranych populacji danych dotyczących przekrojów badawczych zlokalizowanych w pobliżu szykany. Analiza danych przedstawionych na rys. **16** wykazała, że w analizowanych przypadkach uzyskano prędkości mniejsze niż 30 km/h, prawie we wszystkich kwantylach. Jedynie przy ograniczonym parkowaniu odnotowano, że v85 przekraczała dopuszczalną prędkość o ok. 1–2 km/h. Podobnie, jak wcześniej, otrzymano też wyraźną różnicę pomiędzy realizowanymi prędkościami, w zależności od warun-

***Tab. 2.** Wyniki testów statystycznych w odniesieniu do danych z ul. Jagodowej*

L.p.	Populacje	Test K	Równanie	Test K-S	Równanie wg tab. 1	Test χ^2
		$\lambda_\alpha = 1{,}36$		$\lambda_\alpha = 1{,}36$		$\chi^2_\alpha = 3{,}84$
Kierunek ruchu od szykany nr 1 (od ulicy lokalnej) do szykany nr 3 (do wlotu na skrzyżowanie z ulica zbiorczą)						
Nr. 1	przed *i* /za *i*	0,99	(1)	1,14	(5 nr 1)	3,70
	przed *j* /za *j*	0,37	(2)	**1,90**	(5 nr 2)	**14,76**
	przed *i* i *j*	0,00	(3)	**5,95**	(5 nr 3)	**101,60**
	za *i* i *j*	0,06	(4)	**5,93**	(5 nr 4)	**66,03**
Nr 2	przed *i* /za *i*	0,09	(1)	0,89	(5 nr 1)	2,63
	przed *j* /za *j*	0,20	(2)	0,53	(5 nr 2)	0,98
	przed *i* i *j*	0,03	(3)	**3,45**	(5 nr 3)	**31,73**
	za *i* i *j*	0,01	(4)	**4,04**	(5 nr 4)	**63,77**
Nr 3	przed *i* /za *i*	0,23	(1)	**1,97**	(5 nr 1)	**16,52**
	przed *j* /za *j*	0,17	(2)	1,26	(5 nr 2)	2,18
	przed *i* i *j*	0,06	(3)	**1,73**	(5 nr 3)	**5,76**
	za *i* i *j*	0,22	(4)	**2,30**	(5 nr 4)	**22,15**
Kierunek ruchu od szykany nr 3 (zjazdu z ulicy zbiorczej) do szykany nr 1 (do wjazdu na ulicę lokalną)						
Nr 3	przed *i* /za *i*	0,25	(1)	**6,50**	(5 nr 1)	– [1]
	przed *j* /za *j*	1,57	(2)	**8,54**	(5 nr 2)	– [1]
	przed *i* i *j*	0,11	(3)	**4,27**	(5 nr 3)	– [1]
	za *i* i *j*	0,39	(4)	**5,31**	(5 nr 4)	– [1]
Nr 2	przed *i* /za *i*	0,36	(1)	1,14	(5 nr 1)	**12,68**
	przed *j* /za *j*	0,29	(2)	0,96	(5 nr 2)	0,53
	przed *i* i *j*	0,13	(3)	**2,64**	(5 nr 3)	**11,31**
	za *i* i *j*	0,43	(4)	0,46	(5 nr 4)	0,27
Nr 1	przed *i* /za *i*	0,90	(1)	0,61	(5 nr 1)	0,30
	przed *j* /za *j*	0,47	(2)	**1,46**	(5 nr 2)	3,62
	przed *i* i *j*	0,60	(3)	1,25	(5 nr 3)	0,02
	za *i* i *j*	0,45	(4)	**2,24**	(5 nr 4)	1,51

Źródło: opracowanie własne

[1] Wszystkie odnotowane prędkości były mniejsze niż 30 km/h. Pogrubioną czcionką zaznaczono wyniki testów K-S oraz niezależności, gdy hipotezę zerową H_0 należy odrzucić, co oznacza, że analizowane cechy są zależne.

ków parkowania i prawdopodobnie warunków widoczności dalszej perspektywy drogi. W przypadku analizy dotyczącej wyjazdu ze strefy 30 łuk poziomy o małym promieniu znacznie ogranicza widoczność dalszej perspektywy drogi, czyli to może być także istotna determinanta wpływająca na percepcję kierowców i może ona w konsekwencji również przyczyniać się do jazdy z mniejszymi prędkościami.

Sformułowane powyżej wnioski z analizy danych przedstawionych na rys. **16** potwierdzają również rezultaty testów statystycznych zestawione w tab. **3**. Przy założonym poziomie istotności równym $\alpha = 0{,}05$ i odpowiedniej wartości krytycznej w obu testach uzyskano potwierdzenie słuszności stosowania małych wysp bocznych w pobliżu łuku poziomego o małym promieniu prawie we wszystkich analizowanych przypadkach. W odniesieniu do porównania danych z różnymi warunkami parkowania uzyskano potwierdzenie hipotezy badawczej 2, że otrzymane prędkości zależą od lokalizacji przekroju badawczego i innych determinant, np. widoczności i obecności łuku poziomego.

Na rys. **17** i w tab. **4** zestawiono dystrybuanty prędkości na ul. Zagony, na której w odległości 100 m od granicy strefy 30 zastosowano zwężenie jezdni do jednego pasa szerokości 3 m, za pomocą dwóch naprzeciwległych małych wysp trójkątnych. Wyspy były wybudowane w krawężnikach i ich wypełnienie stanowiły zieleńce. Zwężenie jezdni było zlokalizowane pomiędzy dwoma odwrotnymi łukami poziomymi o promieniu $R = 125$ m. Widoczność była zapewniona na odległość ok. 100 m w głąb strefy 30 i na odległość 60 m w stronę wyjazdu ze strefy 30. Przy wjeździe do strefy 30 otrzymano redukcję prędkości ok. $\Delta v_{85} = 3{,}5$ km/h przy zaparkowanych samochodach oraz 1,3 km/h przy ograniczonym parkowaniu. Natomiast na kierunku wyjazdu ze strefy ta redukcja wahała się w granicach do 1 km/h. Charakterystycznym natomiast wynikiem były różnice pomiędzy poszczególnymi kwantylami w różnych warunkach parkowania pojazdów. Do tej pory w dotychczasowych publikacjach nie było rozważanych podobnych analiz, dotyczących wpływu gęstości i liczby zaparkowanych samochodów w pobliżu zastosowanego zwężenia. Z przeprowadzonych badań wynika, że ten wpływ jest istotny i w znacznie większym stopniu oddziałuje na redukcję prędkości niż samo zwężenie czy kierunek jazdy (rys. **17** i tab. **4**).

Wyniki testów statystycznych wykonanych w odniesieniu do wybranych populacji danych zlokalizowanych w najbliższych do SUR przekrojach badawczych na ul. Zagony przedstawiono w tab. **4**. Przy założonym poziomie istotności równym $\alpha = 0{,}05$ i odpowiedniej wartości krytycznej w obu testach statystycznych uzyskano potwierdzenie słuszności zastosowania zwężenia jezdni przy wjeździe do strefy 30 w obu warunkach parkowania. A to oznacza i potwierdza skuteczność stosowania punktowego zwężenia szerokości jezdni przy wjeździe do strefy 30 (rys. **17** i tab. **4**). Natomiast w przypadku wyjazdu ze strefy 30 nie potwierdzono skuteczności oddziaływania zwężenia jezdni. Analiza danych przedstawionych na rys. **17** i w tab. **4** wykazała natomiast, potwierdzenie, iż istotne w tym przypadku są warunki parkowania. Przy zaparkowanych samochodach istotnie mniejsza jest prędkość przed i za zwężeniem niż w przypadku ograniczonego parkowania. Jest to zrozumiałe, gdyż kierowcy mając zapewnioną dobrą widoczność wolnej od przeszkód jezdni za zwężeniem na wyjeździe ze strefy 30 nie zmniejszają prędkości kierowanego pojazdu. Uzyskane wyniki po-

Tab. 3. *Wyniki testów statystycznych w odniesieniu do danych z ul. Chojnickiej*

Populacje	Test K	Równanie	Test K-S	Równanie wg tab. 1	Test χ^2
	$\lambda_\alpha = 1{,}36$		$\lambda_\alpha = 1{,}36$		$\chi^2_\alpha = 3{,}84$
Kierunek ruchu na wjeździe do strefy 30 po przejechaniu łuku poziomego					
przed *i* /za *i*	0,17	(1)	0,57	(5 nr 1)	**4,08**
przed *j* /za *j*	0,15	(2)	0,84	(5 nr 2)	**4,67**
przed *i* i *j*	0,07	(3)	**7,07**	(5 nr 3)	**28,01**
za *i* i *j*	0,07	(4)	**2,19**	(5 nr 4)	**5,01**
Kierunek ruchu na wyjeździe ze strefy 30 poprzedzonym łukiem poziomym					
przed *i* /za *i*	1,03	(1)	0,97	(5 nr 1)	– [1]
przed *j* /za *j*	0,40	(2)	0,59	(5 nr 2)	1,44
przed *i* i *j*	0,36	(3)	**7,18**	(5 nr 3)	**16,50**
za *i* i *j*	0,29	(4)	**3,33**	(5 nr 4)	**9,62**

Źródło: opracowanie własne

[1] Wszystkie odnotowane prędkości były mniejsze niż 30 km/h. Pogrubioną czcionką zaznaczono wyniki testów K-S oraz niezależności, gdy hipotezę zerową H_0 należy odrzucić, co oznacza, że analizowane cechy są zależne.

Tab. 4. *Wyniki testów statystycznych w odniesieniu do danych z ul. Zagony*

Populacje	Test K	Równanie	Test K-S	Równanie wg tab. 1	Test χ^2
	$\lambda_\alpha = 1{,}36$		$\lambda_\alpha = 1{,}36$		$\chi^2_\alpha = 3{,}84$
Kierunek ruchu na wjeździe do strefy 30 w kierunku łuków poziomych					
przed *i* /za *i*	0,030	(1)	**2,94**	(5 nr 1)	**15,43**
przed *j* /za *j*	0,75	(2)	**2,52**	(5 nr 2)	**16,89**
przed *i* i *j*	0,05	(3)	**2,47**	(5 nr 3)	**17,73**
za *i* i *j*	0,52	(4)	**2,85**	(5 nr 4)	**12,48**
Kierunek ruchu na wyjeździe ze strefy 30					
przed *i* /za *i*	0,15	(1)	0,48	(5 nr 1)	0,35
przed *j* /za *j*	0,34	(2)	0,79	(5 nr 2)	0,19
przed *i* i *j*	0,16	(3)	**6,82**	(5 nr 3)	**13,69**
za *i* i *j*	0,24	(4)	**2,01**	(5 nr 4)	**15,22**

Źródło: opracowanie własne

Pogrubioną czcionką zaznaczono wyniki testów K-S oraz niezależności, gdy hipotezę zerową H_0 należy odrzucić, co oznacza, że analizowane cechy są zależne.

twierdzają również podstawowe tezy zawarte w monografii Ziółkowskiego [26], że o realizowanych prędkościach w uspokojeniu ruchu w dużej mierze decyduje temperament i style jazdy charakterystyczne dla kierowców w danym kraju.

Podsumowanie

Choć wybudowane szykany opisywane w niniejszym artykule wybudowano kilkanaście lat temu, gdy nie było wówczas krajowych wytycznych projektowych dotyczących projektowania szykan w strefie 30, to obecnie można to potwierdzić są one w dużej mierze zgodne z obecnymi wytycznymi obowiązującymi od stycznia 2023 r. [24]. Niewielkie różnice dotyczą szerokości zwężenia jezdni dwukierunkowej do jednego pasa ruchu ($\Delta b < 0{,}30$ m) i rozstawu wysp bocznych. Przy zastosowanej szerokości wolnego prześwitu (ang. free view) równej $a = 0{,}4$ m lub $a = 0{,}7$ m rozstaw przesuniętych wysp bocznych, zgodnie z zagranicznymi wytycznymi [8, 13] powinien być równy 9 – 13 m, a zgodnie z krajowymi wytycznymi [24] powinien być równy $L = 9{,}35$ m. Zastosowane rozstawy analizowanych szykan są większe i wahają się w granicach $L = 13{,}4 – 17$ m. Prawdopodobnie to jest przyczyna uzyskania nieco większych prędkości w przeprowadzonych badaniach w przypadku ograniczonego parkowania w pobliżu szykan. Ponadto istotne również jest rozmieszczenie szykan wzdłuż jezdni, które wg wytycznych angielskich nie powinno przekraczać 55 m [12, 13, 14]. A w analizowanym przypadku obszaru badawczego 1, rozstaw szykan wynosi 71 i 93 m. To jest prawdopodobnie druga przyczyna uzyskania większych prędkości niż 30 km/h w pobliżu szykan (rys. **10** i **11**).

Na podstawie analizy statystycznej można stwierdzić, że rezultaty testów potwierdziły postawioną w niniejszym artykule hipotezę badawczą 1 dotyczącą potwierdzenia efektywności stosowania wykrzywienia toru jazdy wraz ze zwężeniem jezdni do jednego pasa w strefie 30 w obu warunkach parkowania. Przy ograniczonym parkowaniu w najbliższym otoczeniu wysp bocznych jednak można odnotować w strefie 30 km/h niewielkie przekroczenie dopuszczalnej prędkości o 2 – 4 km/h. To niewielkie przekroczenie dopuszczalnej granicy prędkości w strefie 30 jest zgodne jednak z obowiązującymi w Polsce dokumentami prawnymi [16]. Hipotezę badawczą 1 również potwierdza przypadek lokalizacji dwóch przesuniętych wysp bocznych na wjazdach do strefy 30 przy zastosowanych krzywiznach poziomych o małym promieniu. Jednak odnośnie ostatniego analizowanego obszaru badawczego, tj. lokalizacji tylko jednokrotnego zwężania jezdni przy wjeździe do strefy 30 nie uzyskano potwierdzenia efektywności zastosowanego rozwiązania. Prawdopodobnie w celu uzyskania mniejszych wartości prędkości i efektywnego oddziaływania zwężenia na redukcję prędkości należałoby zastosować na wyspach bocznych przeszkody boczne wysokości 0,6 – 1,0 m, zgodnie z wnioskami zawartymi w [8, 13] i dodatkowo zastosować jeszcze powtórne zwężenie w odległości do 55 m, zgodnie z wytycznymi [13, 14, 25].

Analiza rezultatów przeprowadzonych badań i rezultatów testów statystycznych potwierdziła również hipotezę badawczą 2 dotyczącą potwierdzenia, że efektywność oddziaływania zastosowanych szykan na redukcję prędkości zależy od miejsca ich lokalizacji w strefie 30 oraz innych cech, np.:

- warunków parkowania w najbliższym otoczeniu szykany,
- zapewnionej widoczności dalszej perspektywy drogi,
- odległości lokalizacji szykany od wjazdu/wyjazdu ze strefy 30,
- wysokości zastosowanych na powierzchni szykan znaków drogowych lub elementów małej architektury, czyli kwietników lub zieleńców.

Nie mniej jednak wnioski z badań potwierdzają słuszność stosowania szykan w strefie 30, w celu zapewnienia obowiązującej prędkości 30 km/h.

W trakcie prowadzonych analiz dostrzeżono jeszcze dodatkowy element dotyczący stosowania znaków pionowych o podwyższonym stopniu odblaskowości, co znacznie przyczynia się do lepszej widoczności zastosowanej przeszkody bocznej i wpływa na kierowców mobilizująco, tj. powoduje zmniejszenie prędkości kierowanego przez nich samochodu. Na rys. **18** przedstawiono przykład zastosowania znaków z podwyższonym stopniem odblaskowości, a na rys. **19** przykład znaków tradycyjnych. Zdaniem autorów wystarczy tylko stosowanie najnowszych rozwiązań tarcz odblaskowych pionowych znaków drogowych. Od zarządcy drogi zależy czy zastosuje droższe rozwiązania znaków pionowych z systemem LED zasilanym bateriami słonecznymi. Wnioski z przeprowadzonych analiz są zgodne z wytycznymi zawartymi w [2, 14]. Analiza zagranicznych wytycznych [2, 14] wskazuje jeszcze na rekomendowane stosowanie w narożach prefabrykowanych elementów wysp bocznych dodatkowych odblaskowych pasków 3M (rys. **18**), zapewniających ich doskonałą widoczność zarówno w ciągu dnia, jak i w warunkach ograniczonej widoczności, co jest bardzo istotne przy zapewnieniu bezpieczeństwa ruchu.

Ostatnie spostrzeżenie autorów odnosi się do systemu odwodnienia danej ulicy, na której planuje się zastosowanie poziomych SUR. W trakcie planowania lokalizacji wysp bocznych powinno się korzystać z planów warstwicowych przy istniejącym systemie odwodnienia, tak by planując krzywoliniową trasę jazdy wzdłuż esowanej ulicy uwzględniać dodatkowe rozbryzgi wody opadowej wynikające m.in. ze stanu nawierzchni i profilu jezdni. ◀

Pracę wykonano w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie w ramach realizacji pracy finansowanej ze środków RDN subwencja UPB, zad. A ILGiT 503-003204-05.

***18**. Tarcze znaków z podwyższonym stopniem odblaskowości (Fot: Stanisław Majer)*

***19**. Tarcze znaków tradycyjnych (Fot: Stanisław Majer)*

Materiały źródłowe

[1] Aleksandrova K.I., McWilliam W.J., Wesener A. Status and Future Directions for Residential Street Infrastructure Retrofit Research. Urban Science 2019, 3, 49, https://doi.org/10.3390/urbansci3020049.

[2] Austroads Traffic Calming Lawson Drive. Appendix E Item 6.6. Austroads Ltd., Sydney, Australia, 2020.

[3] Bohatkiewicz J., Biernacki S., Drach M. i in. Zasady uspokajania ruchu na drogach za pomocą fizycznych środków technicznych. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 2008.

[4] Greń J., Statystyka matematyczna, modele i zadania. PWN, Warszawa, 1982.

[5] Jaszczak A., Żukowska J., Dreksler B., Aki N.A., Kristanova K., Planning of the green road system as an element of spatial management in suburbs and small towns. Zarządzanie Publiczne 2019, 2(46), 131–147, doi: 10.4467/20843968ZP.19.009.10685

[6] Kruszyna M., Matczuk-Pisarek M. The Effectiveness of Selected Devices to Reduce the Speed of Vehicles on Pedestrian Crossings. Sustainability, 2021, 13, 9678, https://doi.org/10.3390/su13179678.

[7] Lines C.J., Castelijn H.A. Translation of Dutch 30 kph zone design manual. Published Article PA2046/91, Transport Research Laboratory, London, UK, 1991.

[8] Sayer I.A., Parry D.I. Speed control using cicanes – A trial at TRL. Projekt Report 102, Transport Research Laboratory, CROWN Copyright, Crowthorne, UK, 1994.

[9] Streets and Sidewalks, peopla and cars. The citizens' guide to traffic calming. Ed. second, Local Government Commission, Sacramento, USA, 2007.

[10] System Ewidencji Wypadków i Kolizji SEWIK, dostęp https://sewik.pl/ 23.11. 2023.

[11] Speed displays traffic detection, Radar, Detection, Software. Vitronic, Kędzierzyn Koźle, 2015.

[12] Roads Development Guide, East Ayrshire, Strathclyde Regional Council, London, UK, 2010.

[13] Traffic Calming Guidelines. Chapter 6. Devon County Council, Engineering and Planning Department, Devon, UK, 1995.

[14] Traffic calming guidelines. Ed. second, City of Kingston, Kingston, UK, 2020.

[15] Urban Traffic Areas Part 7 Speed Reducers. Vejdirektoratet, Copenhagen, Denmark, 1991.

[16] Ustawa – Prawo o ruchu drogowym, Dziennik Ustaw z dnia 20 czerwca 1997 Nr 98 poz. 602, z późn. zm.

[17] Vis A.A., Dijkstra A, Slop M. Safety effects of 30 km/h zones in the Netherlands. Seminar in Copenhagen 14-16 May, 1990. Accident Analysis & Prevention, 1992 Feb, 24(1), 75-86, DOI: 10.1016/0001-4575(92)90074-s.

[18] Webster D.C. Traffic calming — literature search on the design and performance of traffic calming measures. TRL REPORT 439, Transport Research Laboratory, CROWN Copyright, Crowthorne, UK, 2000.

[19] Webster P. Traffic calming design guide. Nottinghamshire County Council, Nottingham, UK, 2004.

[20] Wegman F. Road safety in residential areas – the Dutch experience. PIARC Practical Guidelines For Rural Road Maintenance 1 January 1994, IV, RR285-49, pp. 49–54.

[21] Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych WPSD cz. I. GDDP, Warszawa, 2001.

[22] Wytyczne projektowania skrzyżowań drogowych WPSD cz. II. GDDP, Warszawa, 2001.

[23] Wytyczne projektowania ulic. Część 1: Wymagania podstawowe i zasady kształtowania ulic WR-D-24-1. Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 2023.

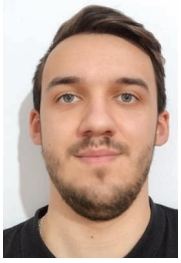
[24] Wytyczne projektowania ulic. Część 2: Kształtowanie geometryczne WR-D-2, Ministerstwo Infrastruktury. Warszawa, 2023.

[25] Wytyczne zarzadzania prędkością na drogach samorządowych cz. I. Praca zbiorowa pod red. S. Gacy, Kraków/Gdańsk, 2016.

[26] Ziółkowski R. Zachowania kierowców pojazdów w otoczeniu środków uspokojenia ruchu w warunkach miejskich. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 2022.

Analysis of regulations regarding transport of dangerous goods by road in Poland and in Europe

Analiza przepisów dotyczących transportu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce i Europie



Bartłomiej Kobus

Inż.

Politechnika Gdańska

barkob1407@gmail.com

Joanna Wachnicka

Dr inż.

Politechnika Gdańska

joanna.wachnicka@pg.edu.pl

Abstract: The subject of the article are regulations regarding transport of hazardous materials in road transportation. In Poland, as well as in most European countries, these regulations are mainly governed by the ADR Agreement, which is a supra-national legal act. The article contains an analysis of the mentioned legal act. Despite the fact that the ADR Agreement harmonizes regulations concerning the transport of hazardous materials, there are domestic standards that differ slightly from the provisions of this agreement. The article also describes parking facilities for vehicles carrying hazardous materials in Poland and presents statistical data regarding parking spaces for this type of vehicles.

Keywords: *Road transport; Hazardous materials; ADR Agreement; Parking spaces; MOP*

Streszczenie: Tematem artykułu są przepisy dotyczące przewozu materiałów niebezpiecznych w transporcie drogowym. W Polsce, podobnie jak w większości krajów europejskich, regulacje te reguluje przede wszystkim Umowa ADR, będąca międzynarodowym aktem prawnym. W artykule dokonano analizy wspomnianego aktu prawnego. Pomimo tego, że Umowa ADR harmonizuje przepisy dotyczące przewozu materiałów niebezpiecznych, istnieją normy krajowe, które nieznacznie odbiegają od zapisów tej umowy. W artykule opisano także infrastrukturę parkingową dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne w Polsce oraz przedstawiono dane statystyczne dotyczące miejsc parkingowych dla tego typu pojazdów.

Słowa kluczowe: *Transport drogowy; Materiały niebezpieczne; Umowa ADR; Miejsca parkingowe; MOP*

Introduction

Road transport is a mode of transport that is often used for the transport of dangerous goods.. These goods are more problematic when it comes to transporting them because such materials can pose risks to human health and safety and may be hazardous to the environment. The transport of hazardous materials is permitted only under the conditions specified in international agreements (including ADR) and the regulations and laws on road traffic of the respective country. Hazardous materials can take various forms, including solid, liquid, or gaseous substances [1][2].

The transportation of hazardous goods constitutes approximately 10-15% of all shipments carried out in Poland. Over 70% of these transports involve the carriage of liquid goods, such as gasoline, solvents, acids, or paints [3]. Such a significant share of transports carried out by road transport is unfavorable in terms of safety, as road transport is considered one of the least safe modes of transportation. Therefore, it is very important to strive for an increase in the safety of road transport of hazardous goods. To achieve this, the regulations from international agreements, such as ADR, should be as consistent as possible with the laws and regulations in force in a given country [4].

ADR Agreement

The primary legal act regulating the transport of hazardous materials by road in Europe is the ADR agreement (French: L'Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route). This legal provision has a supra-national character. Currently, the "European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road" is signed by all European countries.

The ADR Agreement was drawn up on September 30, 1957 in Geneva. Initially, it was signed by nine countries (Austria, Belgium, France, the Netherlands, Luxembourg, Germany, Switzerland, Great Britain, Italy), and later joined by other European countries. Since the inception of this Agreement, the authentic languages have been French and English (Article 17 of the ADR). The original document was de-

***1**. Countries that have signed the ADR Agreement. Source: own elaboration based on [7]*

posited with the Secretary-General of the United Nations on December 15, 1957 (Article 17 of the ADR).

The agreement on the carriage of dangerous goods came into force in the founding countries in 1968, more than 10 years after its preparation. Poland ratified the ADR agreement on May 6, 1975, but the document did not immediately come into effect. It happened on February 1, 1983, when the Traffic Law was published, incorporating the first provisions consistent with the ADR agreement. Since then, continuous efforts have been made to ensure that internal regulations in Poland are as consistent as possible with the ADR [5].

The scope of the agreement on the transport of dangerous goods has been expanding year by year. In 2020, there was a very important change in the understanding of the ADR agreement. Until that year, it was considered a "European agreement," although several non-European countries were long-standing members of it. Therefore, it was decided to change the name to "international agreement" [6].

Currently, the ADR agreement is valid in 52 countries, including all European countries, Asian countries such as: Uzbekistan, Tajikistan, Azerbaijan and African countries: Morocco, Nigeria, Tunisia.

The ADR agreement consists of the Main Agreement and Appendices A and B. The Main Agreement describes the legal relations between the countries that have signed this agreement. It specifies supervisory and control authorities during the provision of transport services and outlines the requirements for those organizing trans-

***Tab. 1.** Classification of hazardous goods according to ADR. Source: Own elaboration based on: [9]*

Class 1	Explosive substances and articles	Liquid or solid materials that can emit gases as a result of a chemical reaction at a temperature and pressure such that they can pose a threat to the environment Examples: ammunition, dynamite	 **2.**Class 1 warning sticker *Source [10]*
Class 2	Gases	Pure gases, mixtures of gases (two or more) or mixtures of gases with other materials (one or more) Examples: acetylene, ammonia	 **3.**Class 2 warning sticker *Source [10]*
Class 3	Flammable liquids	Liquid materials with an ignition temperature below 60°C Examples: gasoline, ethanol	 **4.**Class 3 warning sticker *Source [10]*
Class 4.1	Flammable solids, self-reactive substances and solid desensitized explosives	Materials that can ignite due to friction, may spontaneously combust (even without oxygen), substances susceptible to spontaneous decomposition	 **5.**Class 4.1 warning sticker *Source [10]*
Class 4.2	Substances liable to spontaneous combustion	Pyrophoric materials (substances that ignite upon contact with air) and self-heating materials Examples: white phosphorus, damp cotton	 **6.**Class 4.2 warning sticker *Source [10]*
Class 4.3	Substances which, in contact with water, emit flammable gases	Materials that react with water and emit flammable gases that may form explosive mixtures with air Examples: aluminum hydride, calcium carbide	 **7.**Class 4.3 warning sticker *Source [10]*
Class 5.1	Oxidizing substances	Materials that may not themselves be flammable but may cause other materials to ignite due to the release of oxygen Examples: hydrogen peroxide, calcium hypochlorite	 **8.**Class 5.1 warning sticker *Source [10]*
Class 5.2	Organic peroxides	Materials that are susceptible to exothermic decomposition , where decomposition can be initiated by heat, impurities, acid or friction Examples: butanedioic acid	 **9.**Class 5.2 warning sticker *Source [10]*
Class 6.1	Toxic substances	Materials that may cause health damage or death if inhaled, swallowed or come into contact with skin	 **10.**Class 6.1 warning sticker *Source [10]*
Class 6.2	Infectious substances	Materials that contain pathogens, which are microorganisms that can cause diseases in humans or animals Examples: medical waste, medical samples	 **11.**Class 6.2 warning sticker *Source [10]*
Class 7	Radioactive substances	Materials containing radioactive isotopes Examples: fissile materials, surface contaminated objects	 **12.**Class 7 warning sticker *Source [10]*
Class 8	Corrosive substances	Materials causing irreversible damage to the skin. If leaked, they may also cause damage to other goods	 **13.**Class 8 warning sticker *Source [10]*
Class 9	Miscellaneous dangerous substances and articles	Materials that pose a hazard other than the above-mentioned classes Examples: asbestos, airbags	 **14.**Class 9 warning sticker *Source [10]*

portation, drivers, and ADR advisors. The Appendices, on the other hand, provide detailed regulations governing the conditions for the international transport of hazardous goods by road [3].

Classification of dangerous goods according to ADR

In Appendix A of the mentioned legal act, there is a categorization of all materials produced in the world into 13 hazard classes, indicating the types of hazards that these goods may cause. Each of these classes also has a characteristic warning sticker, thanks to which it is easy to recognize which class of dangerous goods we are dealing with [8].

Marking of vehicles carrying hazardous materials

To ensure safety during the transportation of hazardous materials by road, the ADR Agreement has prepared special stickers and markings that a vehicle transporting such materials should have. The type of markings used on vehicles varies depending on how the transportation of dangerous goods is carried out. According to the ADR agreement, such transportation can take place in three ways:

- transportation in pieces: this involves the transport of hazardous materials that have been placed in packaging. This category of goods also includes gases transported in cylinders or other containers. Transportation in pieces is carried out in closed, open, or covered vehicles or containers,
- bulk transportation: this involves the transport of goods that are loaded onto the vehicle without the use of packaging. It is crucial to check for tightness to ensure that hazardous materials do not escape during transportation,
- transport in tanks: this is the transport of goods such as liquids, gases or solid materials (tankers-silos).

The ADR agreement specifies the necessary equipment with warning boards and stickers for this type of dangerous goods [11] [12].

Marking a vehicle carrying goods in pieces

The marking of vehicles is the least complicated. A well-marked vehicle of this type should have [1]:

- orange boards: two smooth boards are required during transport. One of them must be placed at the front of the vehicle, the other is placed at the rear of the transport unit. Such boards should be placed in visible places and should be reflective. Their nominal dimensions are 40 cm wide and 30 cm high. The board should also have a black frame 15 mm wide. If there is not enough space on the vehicle, the dimensions of the plate may be reduced,
- warning stickers: when transporting in pieces, stickers are not required, because warning stickers should be placed on each piece of transported cargo. Each package should have: material identification number, warning stickers and signs for environmentally hazardous materials.

Vehicle markings during bulk transport

The marking of this type of vehicle is more complicated than transportation in pieces. It looks like this [11][15]:

- orange boards: when transporting hazardous materials in bulk, the boards can be placed in two ways. One way is to place two smooth boards, just as it was done in transporting goods in pieces. However in addition, during bulk transport, boards with hazard identification number and UN number must also be affixed. Two such boards must be affixed to the sides of the vehicle. The second method is to place boards with hazard identification number and UN number on the back and front of the vehicle, instead of smooth boards. In this case, boards on the sides of vehicle will not be needed,
- warning stickers: when transporting in bulk, it is necessary to equip the vehicle with warning stickers on the sides and rear of the vehicle. Such stickers should be consistent with the class of the hazardous material being transported (drawings in Tab.1),
- information signs: if the vehicle transports goods that pose a threat to the environment, it must be additionally equipped with appropriate information boards that should be placed on the sides and rear of the vehicle.

***15**. ADR smooth board*
Source: [13]

***16**. ADR board with hazard identification number and UN number*
Source: [14]

***17**. Sign for environmentally hazardous material*
Source: [16]

Vehicle marking when transporting goods in tankers

The marking of vehicles of this type looks as follows [11][15]:

- orange boards: if the vehicle transports only one type of dangerous goods, it may have only two orange boards, but these must be boards with hazard identification number and UN number,
- if more than one type of hazardous material is transported in a tank, a board with identification number and UN number must be placed on the sides of the vehicle in each compartment. Additionally, a smooth ADR board must be placed on the front and rear of the vehicle,
- warning stickers: during tanker transport, it is also necessary to equip the vehicle with warning stickers on the sides, on each compartment and at the rear of the vehicle. Such stickers should be consistent with the class of the hazardous material being transported (drawings in Tab1.),
- information signs: if the vehicle transports goods that pose a threat to the environment, it must be additionally equipped with appropriate information boards that should be placed on the sides, on each compartment and at the rear of the vehicle.

Restrictions on the transport of goods through tunnels

In 2007, changes were introduced to the ADR Agreement which specified which tunnels may be passed through when transporting hazardous materials. All road tunnels located in the European Union are divided into 5 categories, which determine which vehicles can pass through a given tunnel while transporting hazardous materials.

Categorizing tunnels is based on three main types of hazards that can damage or destroy the tunnel or cause numerous casualties. Therefore, the threat may be caused by:

- explosion,
- release of poisonous gas or poisonous liquid,
- fire.

Categories of road tunnels according to the ADR Agreement:

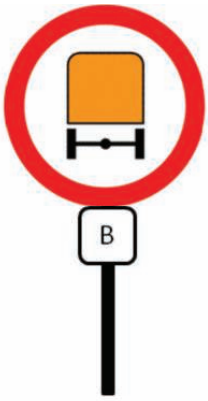
A. no restrictions on the transport of hazardous materials through the tunnel,
B. the restriction concerns the transport of highly explosive hazardous goods with a very large radius,
C. the restriction applies to the transport of dangerous goods with a risk of very long-range explosion, medium-range explosion or poisonous with a large range,
D. the restriction applies to the transport of dangerous goods with a risk of large-scale explosion, large-scale explosion, large-scale toxic effect or large-scale fire,
E. the restriction applies to all dangerous goods, except those with UN numbers: 2919, 3291, 3331, 3359, 3373. In the case of transporting dangerous goods in quantities exceeding 8 tons per transport unit, the restriction applies to all dangerous goods.

The tunnel can be classified into more than one tunnel category, depending on factors such as the day of the week or time of day.

Information about the category of tunnel in front of a vehicle transporting hazardous materials can be found on road signs that inform the driver about the tunnel category. On roads in Poland, there is a B-13a road sign, under which there is also a T-31 plate, which may contain one of five letters corresponding to the tunnel category (A-E) [17].

Sign B-13a means that vehicles transporting hazardous materials are prohibited on the road where this sign is placed. However, when such a sign is positioned before the entrance to a tunnel and is equipped with plate T-31 with the letter "B," its meaning is different.

The above-presented sign indicates that a vehicle transporting highly explosive hazardous materials with a very large range is not allowed to enter the tunnel in front of which this sign is placed.



***18**. Road sign B-13a with board T-31*
Source: [18]

Parking lots for vehicles carrying hazardous materials in Poland

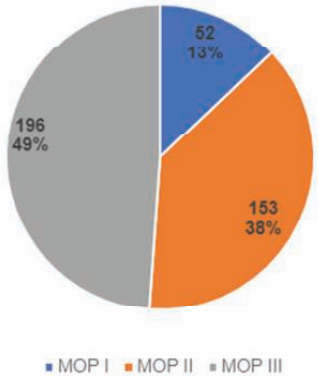
Service Area for Travelers (in Polish: „Miejsce Obsługi Podróżnych" - MOP) is a very important element of road infrastructure that serves to meet the needs of travelers. In Poland, MOPs are located along highways and expressways (Class A and S roads). These facilities should also ensure the safety of vehicles and drivers, which is particularly important during the transport of hazardous materials. However, not all Service Areas for Travelers are adapted to handle this type of vehicles [19].

While traveling on roads with limited access, such as expressways and highways, drivers are only allowed to stop at designated and equipped locations, namely Service Areas for Travelers (MOPs). These are designated areas on the roadside beyond the road crown, equipped with parking spaces for various types of vehicles and facilities to meet the needs of the drivers present there [19]. MOPs differ in terms of their functional features, which is why they are divided into three types [20]:

- MOP I -> an object of this type serves only a recreational function. It includes: parking spaces for vehicles, maneuvering roads, lighting, sanitary and recreation facilities. It is permissible for such a faci-

lity to be equipped with small catering facilities (usually fast-food),
- MOP II -> an object of this type serves a recreational-service function. It is equipped with the same facilities as MOP I and additionally should include a gas station, vehicle service station, tourist information points, as well as gastronomic and commercial establishments,
- MOP III -> an object of this type serves both recreational and service functions. The facility is equipped with the same elements as MOP I and MOP II, and additionally includes accommodation facilities (motels, hotels). Depending on the needs, one can also find establishments such as post offices, banks, tourist offices, or insurance offices.

Drivers of passenger cars can stop at any MOP. However, truck drivers transporting hazardous materials do not have the same degree of freedom. Stopping such a vehicle is possible at the Service Area for Travelers where there are no prohibition signs for vehicles carrying dangerous goods. However, according to the Regulation of the Minister of Infrastructure regarding technical and construction regulations for public roads, the number of parking spaces for vehicles transporting hazardous materials on Service Area for Travelers should be no less than 10% of the total number of parking spaces available for trucks, but at the same time, this number cannot be less than 2 parking spaces. The location of such parking spaces is also precisely defined. The distance between these parking spaces and those designated for other vehicles or infrastructure facilities, such as rest areas for drivers, must be at least 30 meters. This is not the only requirement for parking spaces for vehicles with hazardous loads. Such spaces must also be equipped with a separate, sealed drainage system, equipped with devices to neutralize any potential leaks from the transport unit carrying hazardous goods. It is not permissible for a parking space for such a vehicle to be located within a distance of less than 10 meters from ditches or manholes, and it cannot be located in a wet area, but should be located in area that is hardened and non-absorbent [19][21].



***19**. The percentage share of Service Areas for Passengers of a given class. Source: Own elaboration*

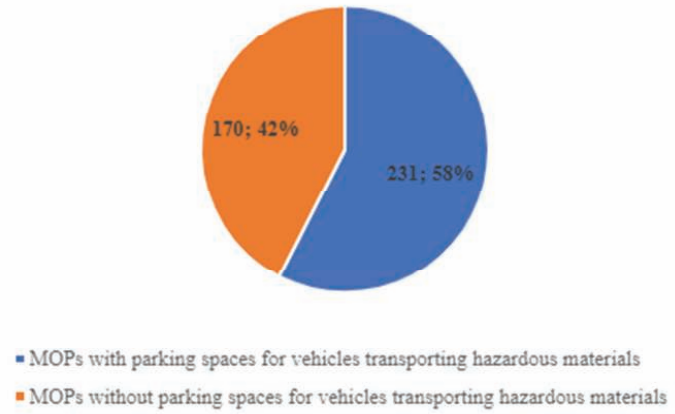
MOPs on expressways and highways in Poland

The network of expressways and highways in Poland is constantly expanding. Therefore, with the development of the road network, the number of MOPs is also increasing. According to data from the General Directorate for National Roads and Motorways (in Polish: GDDKiA), in the middle of 2023 the number of MOPs in Poland was 401. For comparison, in 2015 the number of objects of this type was 257. Regarding the division between MOPs located along expressways and highways, there are 236 objects along expressways and 165 along highways. When it comes to the division of these objects according to their class, in Poland in 2023 there are 52 class I MOPs, 153 class II objects and 196 class III objects [22]. This is illustrated in the figure **19**.

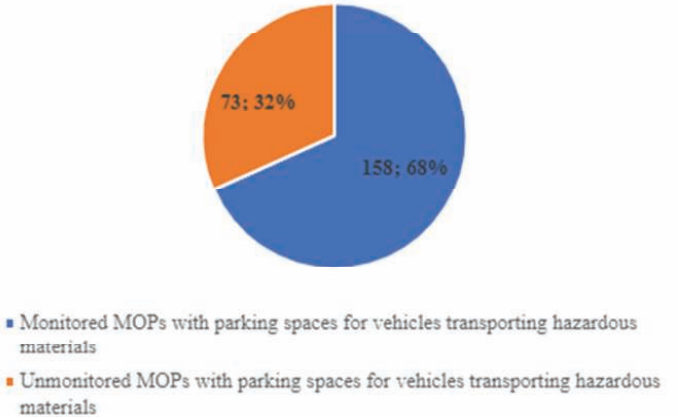
However, it should be noted that not all MOPs are adapted to serve vehicles transporting hazardous materials. Out of the total of 401 such infrastructure facilities, only 58% of them are equipped to handle such vehicles. Therefore, vehicles transporting dangerous goods can stop at 231 MOPs in Poland.

According to the provisions of the ADR Agreement, drivers transporting hazardous materials should organize stops at supervised parking areas, meaning those that are monitored. According to GDDKiA data, out of the 231 MOPs equipped to handle vehicles with hazardous goods, 158 are monitored, accounting for 68%.

Service Areas for Travelers in Poland are not evenly distributed across the entire country. There are significant disparities in the number of MOPs between voivodeships. The highest number of these facilities is in the Łódź Voivodeship, where there are 59.



***20**. Percentage of MOPs with and without parking lots for vehicles with dangerous goods. Source: Own elaboration*



***21**. Percentage of MOPs with monitored parking spaces for ADR vehicles and without monitoring. Source: Own elaboration*

Meanwhile, the fewest Service Areas for Travelers are in the Pomeranian and Silesian Voivodeships, with significantly fewer MOPs than in the Łódź Voivodeship, specifically only 8 [22].

The figure **22** shows the location of all MOPs in Poland, including those that cannot be entered by a vehicle carrying hazardous materials. The largest number of such facilities that can be entered by this type of vehicles is located in the Greater Poland Voivodeship. There are 25 facilities there with special places for vehicles with dangerous goods. The fewest of these MOPs are located in the Opole Voivodeship. There are only three facilities of this type located there [22].

The Łódź Voivodeship, where the largest number of MOPs are located, has the lowest percentage of the number of MOPs with parking spaces for vehicles with dangerous goods in the total number of such facilities. It is only 37%. The Lublin Voivodeship is the best in this respect. All Service Areas for Travelers located there are adapted to handle vehicles with dangerous goods [22].

The diverse number of Service Areas for Travelers in different voivodeships results from the fact that such facilities are located in Poland only along expressways and highways. These road classes are also not evenly distributed across the surface of Poland, which may explain the variation in the number of MOPs in different voivodeships. To accurately compare which voivodeship has the largest gaps in the number of these facilities, it is necessary to calculate how many kilometers of expressways and highways correspond to one MOP.

***22**. Map of Poland with the number of MOPs in individual voivodeships*
Source: Own elaboration

***23**. Map of Poland with the number of MOPs with parking spaces for vehicles transporting hazardous materials in individual voivodeships*
Source: Own elaboration

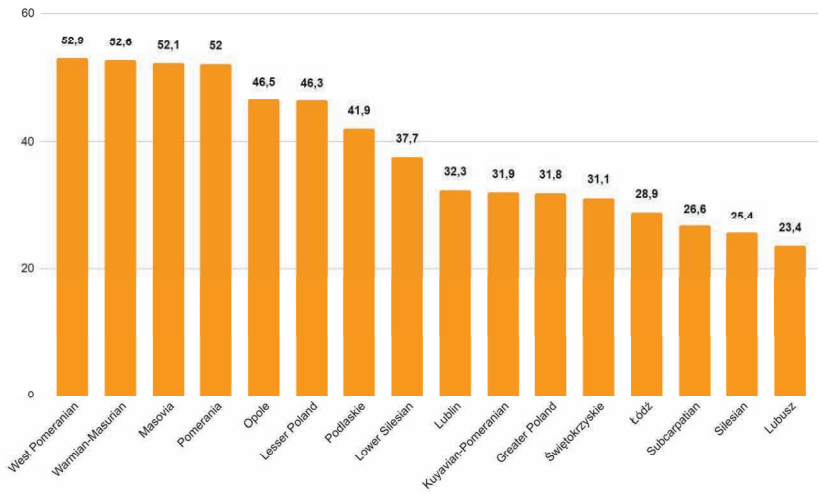
***Tab. 2.** Table describing the number of MOPs in individual voivodeships compared to the length of expressways and highways*

Voivodeship	total number of MOPs	the number of MOPs that can handle vehicles with dangerous goods	percentage	length of expressways and highways	kilometers of expressways and highways per one MOP handling vehicles with hazardous materials
Masovia	50	24	48,0%	1250,7	52,1
Silesian	36	20	55,6%	507,9	25,4
Greater Poland	45	25	55,6%	795,5	31,8
Lesser Poland	13	8	61,5%	370,3	46,3
Lower Silesian	32	17	53,1%	640,1	37,7
Łódź	59	22	37,3%	635,0	28,9
Pomerania	8	6	75,0%	312,2	52,0
Subcarpathian	24	14	58,3%	371,9	26,6
Lublin	18	18	100,0%	581,7	32,3
Kuyavian- Pomeranian	27	16	59,3%	510,1	31,9
West Pomeranian	19	13	68,4%	687,3	52,9
Warmian- Masurian	18	101	55,6%	526,2	52,6
Świętokrzyskie	9	8	88,9%	248,6	31,1
Podlaskie	17	13	76,5%	544,3	41,9
Lubusz	18	14	77,8%	328,0	23,4
Opole	8	3	37,5%	139,6	46,5

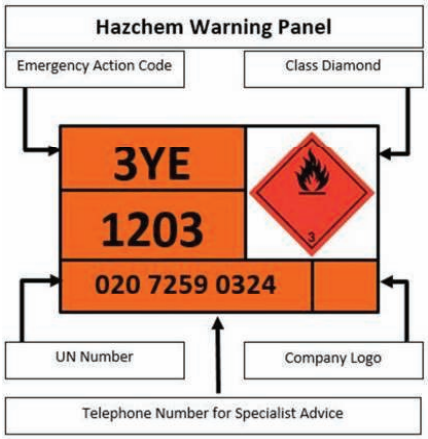
Source: Own elaboration based on: [22][27]

Differences in regulations regarding the transport of dangerous goods between ADR member countries

Legal regulations concerning the transportation of hazardous materials by road are uniform in all countries that have signed the ADR Agreement. However, it should be noted that they are not completely standardized because the ADR Agreement allows



***24**. Kilometers of expressways and highways per one MOP handling vehicles with hazardous materials. Source: Own elaboration*



***25**. Warning board used in Great Britain Source: [23]*

member states to introduce their own domestic regulations in certain matters. An example of such a separate legal provision can be found in the law on the carriage of dangerous goods in Poland. This law clearly specifies that the consignor, consignee, and owner of the hazardous material must be indicated on the shipping document during the transport of dangerous goods. While the ADR Agreement only requires the identification of the consignor and consignee of the dangerous goods. It is important to note that this Polish requirement applies only when transporting such cargo within the borders of Poland. For transportation beyond the borders of Poland, it is sufficient to specify the consignor and consignee, as required by the ADR Agreement [6].

1. Differences in vehicle markings

One of the differences that can be noticed in the regulations regarding the transport of hazardous materials in countries that have signed the ADR Agreement is that not everywhere uses the same warning boards and markings that were presented earlier. Different warning signs are used in the UK. The markings there are based on the Hazchem Code, the so-called Emergency Action Code (EAC). This code is applied to warning boards on vehicles transporting hazardous materials in the United Kingdom. In addition to this, the sign contains information identical to those on warning signs used in other ADR Agreement member countries, including the UN number and a label indicating the class of dangerous goods according to the ADR classification. Additional information contained in the board in the United Kingdom is the manufacturer's or dispatcher's number and the manufacturer's logo. As seen, such signs are much more detailed than those used in most ADR Agreement member states, including Poland [4].

2. Driver training

Further differences can arise during training for drivers intending to transport hazardous materials. The ADR Agreement does not specify how the training process should be conducted. Most countries that have signed the ADR Agreement conduct training by having candidates instructed and taught by a suitably trained person, an instructor. After completing the required number of lectures, candidates must pass exams that authorize them to transport hazardous materials by road. The situation is somewhat different in Italy. Driver training in Italy combines traditional classroom lectures (similar to most ADR Agreement member countries) with online sessions, where candidates have the opportunity for self-learning, and their progress is monitored by authorized instructors and stored in a database. The platform for independent learning is called TIP – Transport Integrated Platform. This platform is part of an integrated teaching model, where self-paced remote learning is combined with traditional classroom teaching methods. The course concludes similarly to other ADR Agreement countries, with final exams, passing which authorizes the driver to transport hazardous materials [24][25].

3. Passage of vehicles with dangerous goods through tunnels

Another difference observed in ADR member countries is the regulations regarding the transit of vehicles transporting hazardous materials through tunnels. Austria has introduced a slight deviation from the generally accepted ADR Agreement provisions. In this country, it is required that a vehicle transporting dangerous cargo in a tunnel be equipped with at least one flashing warning lamp in orange. It should be activated shortly before entering the tunnel and can be turned off after completely exiting it. Additionally, regulations in Austria differ in another aspect. During the transportation of high-risk goods (goods that potentially could be used in terrorist attacks) through certain tunnels, the vehicle must be accompanied by an escort vehicle, which also must have an orange warning lamp and must have information about the transported hazardous cargo [26].

4. Other differences

In the regulations concerning the transportation of hazardous goods by

road in the ADR member countries, one could certainly find more differences among individual countries. However, these are not regulations that deviate significantly from the international legal act that is the ADR Agreement. As previously described, this agreement allows member states the flexibility to introduce their own legal regulations, and many countries take advantage of this provision.

Summary

Hazardous materials require specialized knowledge regarding their properties and behaviors, and demand familiarity from every participant in the transportation process with handling such goods, whether it be loading, unloading, or the transportation itself. The transport of such cargo must be carried out by properly trained drivers, using specialized packaging and adequately equipped road transport vehicles. Regulations concerning the transport of hazardous materials are applicable at the international level. They are precisely defined in a legal document that applies to virtually all European countries, as well as some African and Asian countries, namely the ADR Agreement. Member countries of this agreement commit to harmonizing its regulations with domestic regulations. This is a significant facilitation for drivers transporting goods where loading and unloading occur in different countries that are members of the ADR Agreement. Such a driver does not need to be familiar with separate regulations for transporting hazardous goods in each country they pass through because, thanks to the ADR Agreement, the regulations in all these countries are harmonized in the most important aspects. However, the legal act allows each member country to introduce its own regulations that may slightly deviate from the agreement. Nevertheless, in many cases, these are regulations that apply only when the entire transportation process takes place within one country [5]. ◀

Source materials

[1] Nicopulos M., Przewóz drogowy materiałów wysokiego ryzyka. 2015

[2] Salomon A., Wałęsiak Z., Warunki przewozu drogowego materiałów niebezpiecznych w Polsce. 2017, 174-185

[3] Kopczewski R., Nowacki G., Analiza zabezpieczenia przewozu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce oraz UE. AUTOBUSY – technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2018, 4, 66-74

[4] Salomon A., Drogowy przewóz substancji niebezpiecznych ze szczególnym uwzględnieniem paliw płynnych. Współczesna gospodarka, 2015, 3, 69-87

[5] Nowacki G., Chmieliński M., Analiza transportu towarów niebezpiecznych w państwach członkowskich Unii Europejskiej. AUTOBUSY – technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2017, 9, 104-111

[6] Zasięg Umowy ADR – w jakich 52 krajach obowiązuje. https://adrpartner.pl/blog/zasieg-umowy-adr-w-jakich-krajach-obowiazuje/,19.01.24

[7] MapChart, www.mapchart.net, 19.01.2024

[8] Umowa ADR, tom I, 2023

[9] Umowa ADR, tom I, 2023, dział 2.2

[10] Klasyfikacja materiałów niebezpiecznych – klasy ADR, https://abc-szkolenia.com/klasyfikacja-materialow-niebezpiecznych-klasy-adr/, 19.01.2024

[11] Umowa ADR, tom II, 2023

[12] Wołczański T., Rut J., Bezpieczeństwo w transporcie drogowym materiałów niebezpiecznych. Logistyka, 2014, 4, 1456-1463

[13] Przewóz towarów niebezpiecznych, https://www.prawo.pl/kadry/przewoz-towarow-niebezpiecznych,186832.html, 19.01.2024

[14] Tablica ADR, https://spedytor.org/wp-content/uploads/2022/10/tablica-adr.jpg,

[15] Oznakowanie pojazdów ADR (oraz sposoby przewozów), https://adrpartner.pl/blog/oznakowanie-pojazdow-adr/, 19.01.2024

[16] Umowa ADR, tom II, 2023, dział 5.2.1.8.3

[17] Lundin J., Antonsson L., Road tunnel restrictions – Guidance and methods for categorizing road tunnels according to dangerous goods regulations (ADR). Safety Science, 116, 170-182

[18] https://www.gov.pl/static/mi_arch/media/5377/Pytania_cz_specjalistyczna_ADR.pdf, 19.01.2024

[19] Razin P., Kruszewski M., Kamiński T., Miejsca obsługi podróżnych w aspekcie przewozu materiałów niebezpiecznych. AUTOBUSY – technika, eksploatacja, systemy transportowe, 2016, 6 , 406-411

[20] GDDKiA, Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia parkingów i MOP, 2009

[21] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych, 2022

[22] GDDKiA, Wykaz parkingów i MOP, 2023

[23] Hazchem, https://www.linkedin.com/pulse/hazchem-biju-s-nair, 19.01.2024

[24] Benza M., Briata S., Models, methods and technologies to support the training of drivers involved in the transport of dangerous goods. Chemical Engineering Transactions, 2010, 19, 201-206

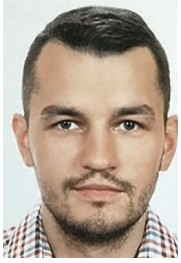
[25] Janno J., Koppel O., Interactive teaching methods as human factors management tools in dangerous goods transport on roads. Advances in IntelligentSystems and Computing, 2018, 715, 619-628

[26] Notification of specific operating measures designed to reduce the risks and related to vehicles using tunnels, 2010

[27] https://autostrady.info.pl/wojewodztwa.php, 19.01.2024

Sprawdzenia funkcjonalne działania prototypów eurobalis w warunkach rzeczywistych

Functional examination of the Eurobalise prototypes operation under environmental conditions



Dominik Adamski

Mgr inż.

Instytut Kolejnictwa, Warszawa

dadamski@ikolej.pl

Łukasz Zawadka

Mgr inż.

Instytut Kolejnictwa, Warszawa

lzawadka@ikolej.pl

Streszczenie: Proces wprowadzenia do obrotu przytorowych składników interoperacyjności jest złożony i wymaga przeprowadzenia licznych sprawdzeń. Bardzo ważnym aspektem są testy konkretnego składnika w środowisku laboratoryjnym jak i rzeczywistym. Artykuł opisuje testy funkcjonalne prototypów eurobalis wykonane w rzeczywistych warunkach na Okręgu Doświadczalnym Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie. W pierwszej części artykułu przedstawiono podstawowe zagadnienia oraz akty prawne związane z tematyką eurobalis oraz scharakteryzowano instalację przytorową Europejskiego Systemu Sterowania Pociągiem – ETCS zabudowaną na poligonie badawczym, który został wybrany do przeprowadzenia testów. Następnie przedstawiono metodykę realizacji sprawdzeń funkcjonalnych oraz harmonogram prób na podstawie, którego weryfikowano poprawność wysyłania telegramów z prototypowych eurobalis do pojazdu wykorzystywanego przy realizacji przedmiotowych badań. W końcowej części artykułu zawarto wnioski z przeprowadzonych prób.

Słowa kluczowe: *ETCS; Eurobalisa; Testy funkcjonalne; TSI CCS*

Abstract: The process of placing trackside interoperability constituents on the market is complex and requires numerous checks. A very important aspect is testing a specific constituent in a laboratory and real environment. The article describes functional tests of Eurobalise prototypes performed in environmental conditions on the Railway Research Institute test track center in Żmigród. The first part of the article presents the basic issues and legal acts related to the subject of Eurobalises and characterizes the trackside installation of the European Train Control System - ETCS installed on the research site that was selected for testing. Second part presents the methodology for carrying out functional checks and the test schedule, based on which the correctness of sending telegrams from the prototype Eurobalises to the vehicle during the tests was verified. The final part of the article contains conclusions from the performed tests.

Keywords: *ETCS; Eurobalise; Functional tests; TSI CCS*

Wstęp

Eurobalisy, są to urządzenia montowane w osi toru, przesyłające dane do pokładowych urządzeń ETCS (ang. *European Train Control System*) w postaci telegramów zgodnych z określonymi wymaganiami [4,5,6]. Rozróżnia się eurobalisy nieprzełączalne – przesyłające telegramy stałe oraz eurobalisy przełączalne, które transmitują dodatkowo telegramy zmienne, pochodzące z urządzeń sterowania ruchem kolejowym (np. semafor stacyjny) za pośrednictwem kodera LEU (ang. *Lineside Electronic Unit*).

Eurobalisa, jako składnik interoperacyjności należący do podsystemu „Sterowanie – urządzenia przytorowe", podlega ocenie zgodności z odpowiednimi przepisami, przy zastosowaniu właściwej procedury oceny. Głównym dokumentem charakteryzującym te procedury oraz określającym zasadnicze wymagania dla eurobalisy jest Rozporządzenie Wykonawcze Komisji(UE) 2023/1695 w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie" systemu kolei w UE i uchylające rozporządzenie (UE) 2016/919 z dnia 10.08.2023r. (tzw. TSI „Sterowanie") [4]. Analizując zapisy niniejszego dokumentu można zauważyć, iż istotnym aspektem w procesie oceny zgodności przytorowych składników interoperacyjności, jest sprawdzenie czy dany składnik funkcjonuje prawidłowo w warunkach środowiskowych, do których został zaprojektowany. Zatem wymaganie to determinuje potrzebę przeprowadzenia testów dla określonych kryteriów na wybranym poligonie badawczym.

Instytut Kolejnictwa posiada własny tor badawczy, który z uwagi na swoją wysoką dostępność oraz zabudowaną na nim infrastrukturę stwarza odpowiednie warunki do organizacji i wykonania szerokiego zakresu sprawdzeń funkcjonalnych urządzeń lub całych obiektów eksploatowanych na kolei [3]. Dlatego też w porozumieniu z producentem prototypów eurobalis

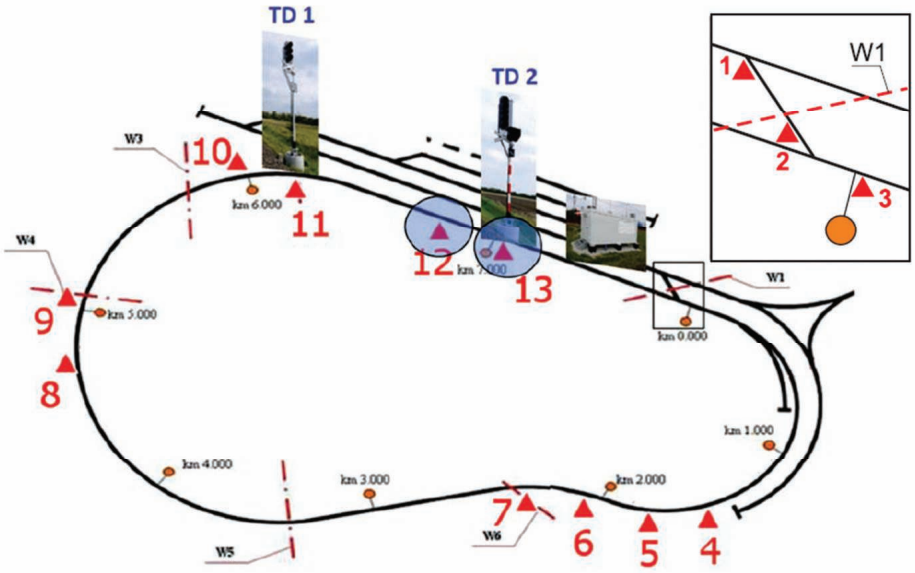
postanowiono przetestować funkcjonalnie ich działanie w warunkach rzeczywistych na torze Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie.

Opis poligonu badawczego

Jak wspomniano na wstępie niniejszego artykułu ze względów techniczno-organizacyjnych na poligon badawczy wytypowano tor doświadczalny IK w Żmigrodzie, który wyposażony jest w system ETCS poziomu 1 typu ALTRAC 6413, produkcji Thales o strukturze scentralizowanej (kodery zabudowane w jednym pomieszczeniu - kontenerze). System ten jest zgodny ze Specyfikacją Wymagań Funkcjonalnych ERA/ERTMS/003204 ERTMS/ETCS FRS wersja 5.0 i Specyfikacją Wymagań Systemowych UNISIG SUBSET-026 wersja 2.3.0d. Ponadto na torze stacyjnym nr 1 zainstalowane są eurobalisy zgodne ze Specyfikacją Wymagań Systemowych UNISIG SUBSET-026 wersja 3.4.0 [1, 2, 7]

Zasadniczymi urządzeniami systemu ETCS poziomu 1 na poligonie badawczym są:

- eurobalisy przełączalne typu CBC 2010,
- eurobalisy nieprzełączalne typu CBF 2010,
- kodery LEU typu PV 3.5,
- symulator sygnałów typu ETCS-L1_IK.



1. Poglądowy plan usytuowania eurobalis na torze doświadczalnym IK w Żmigrodzie [opracowanie własne]

2. Programator eurobalis [fot. Autorzy]

Telegramy z systemu ETCS na torze IK wysyłane są do pojazdów za pośrednictwem 13 grup eurobalis. Na rysunku **1** grupy te oznaczono kolejnymi numerami przypisanymi do czerwonych trójkątów. Jako TD 1 oznaczono poglądowe usytuowanie trzykomorowego semafora samoczynnej blokady liniowej ze wskaźnikiem W18 a jako TD2, umiejscowienie semafora stacyjnego (pięciokomorowego z podwójnym pasem i wskaźnikiem W24). Dodatkowo, polem koloru niebieskiego, wyróżniono lokalizacje grup eurobalis (12 i 13) wybranych do przeprowadzenia testów.

Metodyka realizacji sprawdzeń funkcjonalnych prototypów eurobalis

Po przeanalizowaniu konfiguracji poszczególnych grup eurobalis zainstalowanych na poligonie badawczym, na potrzeby testów wytypowano dwie grupy eurobalis:

- grupa 12, składająca się z jednej eurobalisy przełączalnej, która pełni funkcję uaktualnienia informacji (infill) zobrazowanej na semaforze stacyjnym TD2,
- grupa 13, składająca się z dwóch eurobalis: nieprzełączalnej (strukturę telegramu wysyłanego przez tą eurobalisę pokazano w tabeli 1) oraz przełączalnej, powiązanej ze wskazaniami zobrazowanymi na semaforze stacyjnym TD2.

Wybór ten był głównie uwarunkowany specyfiką wysyłanych przez nie telegramów (wartości zmiennych konkretnych pakietów) do pokładowych urządzeń systemu ETCS oraz ich dostępnością pod względem logistycznym. Zawartość pakietów wymienionych grup eurobalis skopiowano i wgrano za pomocą specjalnego urządzenia programującego, tzw. programatora do testowanych eurobalis (rys. **2**).

W tabeli **1** przedstawiono wartości zmiennych, które są przypisane tele-

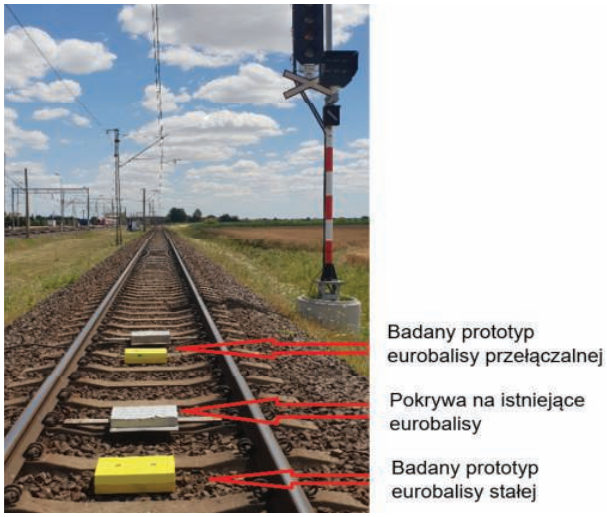
Tab. 1. *Wartości zmiennych i ich interpretacja w telegramie eurobalisy nieprzełączalnej z grupy 13 [opracowanie własne]*

Nagłówek eurobalisy		
Nazwa zmiennej	Wartość zmiennej	Interpretacja wartości zmiennej
Q_UPDOWN	1	Up link telegram
M_VERSION	16	Class 1, version 1.0
Q_MEDIA	0	Balise
N_PIG	0	I am the 1st
N_TOTAL	1	2 balises in group
M_DUP	0	No duplicates
M_MCOUNT	255	Fits with all telegrams
NID_C	399	399
NID_BG	16345	16345
Q_LINK	1	Linked
Wartości zmiennych narodowych (3)		
Nazwa zmiennej	**Wartość zmiennej**	**Interpretacja wartości zmiennej**
NID_PACKET	3	3
Q_DIR	1	Nominal
L_PACKET	186	186 bit
Q_SCALE	1	1 m
D_VALIDNV	0	0.0000 km
N_ITER	1	1
NID_C(1)	399	399
V_NVSHUNT	5	25 km/h
V_NVSTFF	8	40 km/h
V_NVONSIGHT	4	20 km/h
V_NVUNFIT	20	100 km/h
V_NVREL	0	0 km/h
D_NVROLL	5	0.0050 km
Q_NVSRBKTRG	1	Yes
Q_NVEMRRLS	1	Immediate
V_NVALLOWOVTRP	0	0 km/h
V_NVSUPOVTRP	4	20 km/h
D_NVOVTRP	200	0.2000 km
T_NVOVTRP	60	60 s
D_NVPOTRP	0	0.0000 km
M_NVCONTACT	2	No Reaction
T_NVCONTACT	255	Infinite
M_NVDERUN	1	Yes
D_NVSTFF	10000	10.0000 km
Q_NVDRIVER_ADHES	1	Allowed

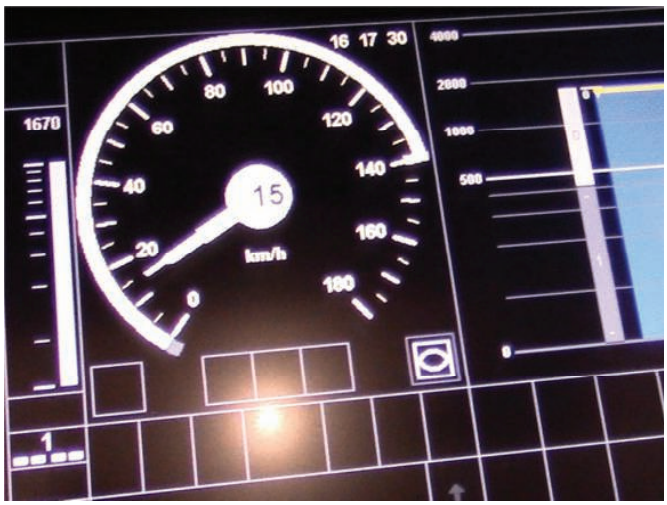
Profil trasy (21)		
Nazwa zmiennej	**Wartość zmiennej**	**Interpretacja wartości zmiennej**
NID_PACKET	21	21
Q_DIR	1	Nominal
L_PACKET	150	150 bit
Q_SCALE	1	1 m
D_GRADIENT	0	0.0000 km
Q_GDIR	0	Downhill
G_A	1	1 ‰
N_ITER	4	4
D_GRADIENT(1)	83	0.0830 km
Q_GDIR(1)	1	Uphill
G_A(1)	0	0 ‰
D_GRADIENT(2)	1405	1.4050 km
Q_GDIR(2)	1	Uphill
G_A(2)	2	2 ‰
D_GRADIENT(3)	1300	1.3000 km
Q_GDIR(3)	1	Uphill
G_A(3)	0	0 ‰
D_GRADIENT(4)	3320	3.3200 km
Q_GDIR(4)	0	Downhill
G_A(4)	1	1 ‰
Łączenie eurobalis (5)		
Nazwa zmiennej	**Wartość zmiennej**	**Interpretacja wartości zmiennej**
NID_PACKET	5	5
Q_DIR	0	Reverse
L_PACKET	108	108 bit
Q_SCALE	0	10 cm
D_LINK	1920	0.1920 km
Q_NEWCOUNTRY	0	Same country
NID_BG	16344	16344
Q_LINKORIENTATION	0	Reverse
Q_LINKREACTION	2	No Reaction
Q_LOCACC	1	1 m
N_INTER	1	1
D_LINK(1)	5330	0.5330 km
Q_NEWCOUNTRY(1)	0	Same country
NID_BG(1)	16343	16343
Q_LINKORIENTATION(1)	0	Reverse
Q_LINKREACTION(1)	2	No Reaction
Q_LOCACC(1)	1	1 m
Zakończenie telegramu (255)		
Nazwa zmiennej	**Wartość zmiennej**	**Interpretacja wartości zmiennej**
NID_PACKET	255	255

gramowi przesyłanemu do pojazdu za pośrednictwem eurobalisy nieprzełączalnej, zainstalowanej przy semaforze TD2. Struktura telegramu składa się ze zbioru pakietów i przypisanych im wartości zmiennych (ang. *Value*). Nazwy pakietów wyróżniono w tabeli 1 kolorem szarym. Zawierają one następujące kategorie informacji:

- nagłówek eurobalisy (ang. *Balise Telegram Header*) – charakteryzuje wszelkie informacje dotyczące eurobalisy, np.: unikalny numer eurobalisy wraz z numerem grupy i kodem kraju, liczbę eurobalis w grupie, kolejność eurobalisy w grupie, informacja, czy eurobalisa ma duplikaty;
- wartości zmiennych narodowych (ang. *National Values*) – zbiór parametrów jazdy charakterystycznych dla sieci kolejowej danego zarządcy, np.: wartości prędkości maksymalnej dla poszczególnych trybów jazdy pojazdu, parametry odległości i czasowe związane z konkretnymi sytuacjami ruchowymi;
- profil trasy (ang. *Gradient Profile*) – dane otyczące charakterystyki linii



***3**. Sposób instalacji prototypów eurobalis na torze badawczym [oprac. własne]*



***4**. Przykład zobrazowania DMI w trakcie testów*

kolejowej, na której usytuowana jest dana eurobalisa (np.: pochylenie lub wzniesienie na poszczególnych odcinkach trasy wyrażone w ‰);

- łączenie eurobalis (ang. *Linking*) – wzajemne powiązanie pomiędzy wybranymi grupami eurobalis wraz z oczekiwaną reakcją pojazdu w razie nie odczytania następnej grupy w spodziewanej lokalizacji i wykonanie predefiniowanej akcji, np.: wdrożenie hamowania służbowego. Dodatkowo, w pakiecie odpowiadającym za tzw. linking nr 5, można znaleźć informacje dotyczące nominalnego kierunku dla linkingu, dokładności wykrywania eurobalis oraz liczby powiązanych obiektów w funkcji drogi;
- zakończenie telegramu (ang. *End of Telegram*) – każdy telegram kończony jest pakietem 255, który informuje urządzenia pokładowe o zakończeniu przekazywania danych z eurobalisy.

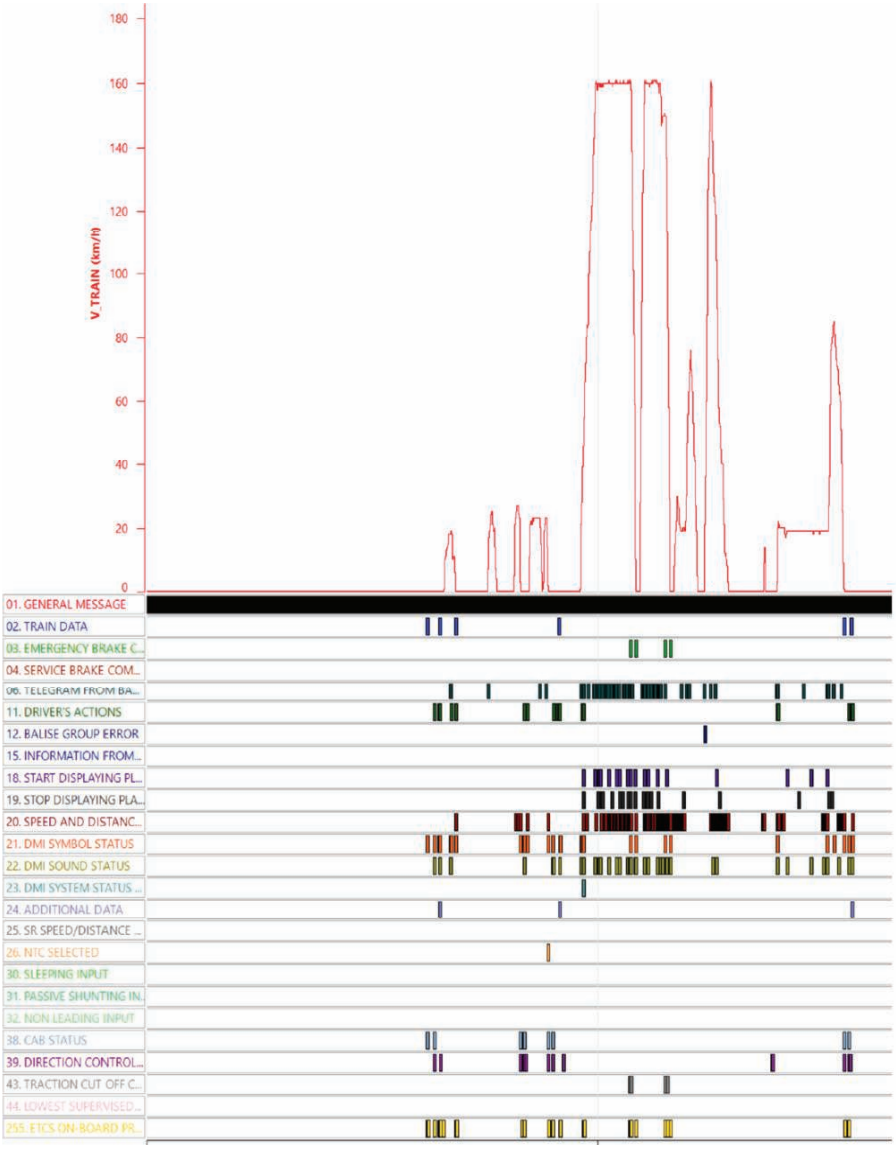
Tak przygotowane eurobalisy zainstalowano w lokalizacjach oznaczonych niebieskim okręgiem na rysunku **1**. Eurobalisy przełączalne zostały połączone z właściwym koderem LEU. Następnym krokiem było przykrycie eurobalis, wchodzących w skład macierzystej instalacji, specjalną pokrywą w celu wyeliminowania ich wpływu na działanie pokładowych urządzeń ETCS. Sposób przykrycia tych eurobalis oraz instalacji testowanych prototypów na torze przedstawiono na rysunku **3**.

Metodyka realizacji sprawdzeń funkcjonalnych badanych prototypów eurobalis polegała na weryfikacji reakcji pojazdu, wyposażonego w urządzenia pokładowe systemu ETCS, na wysyłane za pośrednictwem szczeliny powietrznej (tzw. interfejsu A [5, 6]; w szczelinie wytwarzane jest pole magnetyczne i możliwa jest wymiana informacji pomiędzy torem a pociągiem) telegramy z tych eurobalis, dla określonych scenariuszy testowych. Szczegółowy wykaz prób zrealizowanych na potrzeby testów funkcjonalnych badanych urządzeń przedstawiono w tabeli **2**.

Podczas poszczególnych prób badane prototypy eurobalis wysyłały określone telegramy do urządzeń pokładowym ETCS zainstalowanych w pojeździe użytym do realizacji badań. W kabinie maszynisty obserwowano wskazania monitora DMI (ang. *Driver Machine Interface*) w celu zweryfikowania poprawnej współpracy pojazdu z testowanymi prototypami eurobalis [1,7]. Nieprawidłowości w działaniu eurobalis skutkują wystąpieniem usterek systemowych, które są wyświetlane na DMI, np.: komunikat o błędzie wyposażenia przytorowego lub wdrożenie hamowania służbowego przez badany pojazd, na skutek braku eurobalisy w założonym kryterium drogi (tzw. błąd linkingu). Dodatkowo, w trakcie testów za pomocą kamer rejestrowano obraz z DMI (rys. **4**). Do szczegółowej analizy oraz oceny otrzymanych wyników wykorzystano również zapisy z rejestratora pokładowego JRU (ang. *Juridical Recording Unit*) oraz logi z bezpiecznego komputera EVC (ang. *Euro Vital Computer EVC*). Na rysunku **5** przedstawiono przykład rejestracji JRU, które zapisano na potrzeby testów.

***Tab. 2.** Wykaz prób funkcjonalnych prototypów eurobalis [opracowanie własne]*

Nr próby	Telegram w eurobalisie nieprzełączalnej	Wskazanie semafora TD2 przesyłane w eurobalisie przełączalnej	Wskazanie przesyłane w eurobalisie przełączalnej – uaktualniającej informację dla semafora TD2
1	Telegram stały w każdej próbie, wartości zmiennych zgodnie z opisem w tablicy 1	S6 (jazda z prędkością nie przekraczającą 100 km/h w odstępie osłoniętym tym semaforem)	S6 (jazda z prędkością nie przekraczającą 100 km/h w odstępie osłoniętym tym semaforem)
2		S2 (jazda z największą dozwoloną prędkością)	S2 (jazda z największą dozwoloną prędkością)
3		S1 (stój)	S1 (stój)
4		Sygnał wątpliwy	Sygnał wątpliwy
5		S1 (po minięciu przez pojazd eurobalisy przełączalnej uaktualniającej)	S2 (jazda z największą dozwoloną prędkością)
6		Sygnał wątpliwy (po minięciu przez pojazd eurobalisy przełączalnej uaktualniającej)	S2 (jazda z największą dozwoloną prędkością)
7		Brak wskazania – wygaszenie semafora	Brak wskazania – wygaszenie semafora



***5**. Przykład zapisów z rejestratora prawnego JRU stanowiących podstawę do oceny wyników*

Wnioski

Przeprowadzone testy wykazały poprawne przesyłanie określonych telegramów przez badane prototypy eurobalis. Pojazd testowy w prawidłowy sposób odbierał transmitowane telegramy i reakcja pokładowych urządzeń ETCS na zakodowane pakiety informacji była właściwa. Nie zaobserwowano żadnych błędów systemowych oraz zdarzeń wątpliwych, które wymagałby dalszych wyjaśnień oraz analiz.

Opisane w niniejszym artykule sprawdzenia są istotnym elementem w procesie oceny zgodności z określonymi wymaganiami i umożliwiają wyeliminowanie błędów projektowych, niewykrytych w fazie badań laboratoryjnych.

Wysoka dostępność oraz stosunkowo nieskomplikowane uwarunkowania formalno – organizacyjne, obowiązujące na obiekcie wyodrębnionym ze struktur PKP PLK S.A. czynią Okrąg Doświadczalny IK, optymalnym poligonem testowym dla wyżej wymienionych przedsięwzięć. Dzięki zastosowanym rozwiązaniom technicznym, szeroki zakres możliwości badawczych Okręgu pozwala na wykonanie sprawdzeń wybranych składników interoperacyjności, jak również całych podsystemów w rzeczywistych warunkach środowiskowych oraz dla nietypowych przypadków testowych. ◄

Materiały źródłowe

[1] Adamski D., Zawadka Ł. Selected research capabilities of the railway research institute test track center in Żmigród on the example of eurobalise, Journal of civil engineering and transport TransEngin Volume 3 Issue 1, 2021r

[2] Adamski D., Ortel K., Zawadka Ł: Research on Proper Integration Between an On-Board and a Trackside Control-Command and Signalling Subsystems, Research Methods and Solutions to Current Transport Problems, Volume 1032, 2019 r.

[3] Rola Okręgu Doświadczalnego Instytutu Kolejnictwa w Badaniach Taboru i Infrastruktury Kolejowej, [praca zbiorowa pod red. A. Massela]. Warszawa, Wydawnictwa Naukowe Instytutu Kolejnictwa, 2021r.

[4] Rozporządzenie Wykonawcze Komisji(UE) 2023/1695 w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemów „Sterowanie" systemu kolei w UE i uchylające rozporządzenie (UE) 2016/919 z dnia 10.08.2023r.

[5] Subset-036 FFFIS for Eurobalise, Issue 3.1.0, December 2015,

[6] Subset-040, Dimensioning and Engineering rules, Issue 3.4.0, December 2015

[7] Zawadka Ł. Wybrane możliwości badawcze Okręgu Doświadczalnego Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie na przykładzie eurobalisy XXIV International conference Transcomp 2021 Computer Systems aided science, industry and transport, Zakopane grudzień 2021r.

Założenia szlaku Rail Intermarium. Koncepcja budowy połączenia kolejowego na pomoście bałtycko-czarnomorskim dla obsługi tranzytu z Turcji i Zakaukazia do Europy Zachodniej i Północnej

Assumptions of the Rail Intermarium route. The concept of building a railway connection on the Baltic-Black Sea bridge to serve transit from Turkey and Transcaucasia to Western and Northern Europe

Weronika Finke

PKP CARGO S.A.

Jarosław Kiepura

PKP CARGO S.A.

Dariusz Seliga

prezes zarządu
PKP CARGO S.A.

Streszczenie: W artykule przedstawiono uwarunkowania związane z utworzeniem nowego szlaku kolejowego łączącego porty Trójmiasta z portami czarnomorskimi Ukrainy i Rumunii. Projekt ten ukazano w kontekście procesu zacieśniania współpracy i postępującej integracji państw regionu Środkowo-Wschodniej Europy, którego wyrazem jest Inicjatywa Trójmorza. Podkreślono znaczenie jakie dla nadrobienia cywilizacyjnego dystansu do czołówki europejskiej mają inwestycje w nowoczesne szlaki kolejowe, jakim wyzwaniem jest szybka likwidacja historycznego niedorozwoju sieci komunikacyjnych w relacjach północ-południe dla krajów Trójmorza. Zarazem zaprezentowano szerszy kontekst historyczny kształtowania się i rozwoju szlaków handlowych na pomoście Bałtycko-Czarnomorskim z podkreśleniem konieczności stworzenia warunków do ich odbudowy poprzez realizację szlaku kolejowego, mającego szansę znacząco zmienić wektory handlu wykraczające swoim zasięgiem i skalą poza region Trójmorza. Kluczowym czynnikiem warunkującym realizacje przedstawionej koncepcji jest podjęcie przez Ukrainę decyzji przebudowy swojej infrastruktury kolejowej Ukrainy na standard europejski 1435 mm. W przedstawionej koncepcji poprowadzenia tego szlaku omówiono stan i perspektywy modernizacji odcinków linii, po których proponuje się poprowadzić szlak Rail Intermarium. Omówiono też szeroki zakres korzyści z realizacji zaproponowanej koncepcji. Obok tych ekonomicznych, gospodarczych, podkreślono potencjalne znaczenie szlaku dla kształtowania się architektury bezpieczeństwa regionu, poprzez tworzenie infrastruktury zwiększającej zdolności przewozowe o charakterze militarnym.

Słowa kluczowe: *Połączenia kolejowe; Sieć transportowa*

Abstract: The article presents conditions related to the creation of a new railway route connecting the ports of the Tri-city with the Black Sea ports of Ukraine and Romania. The project is presented in the context of the process of tightening cooperation and progressive integration of the countries of Central and Eastern Europe, which is expressed by the Three Seas Initiative. The importance of investing in modern railways to catch up with the rest of Europe was emphasised, as well as the challenge for The Three Seas Initiative countries to quickly eliminate the historical underdevelopment of transport networks in north-south relations. At the same time, the broader historical context of the formation and development of trade routes on the Baltic-Black Sea was presented, emphasising the need to create the conditions for their reconstruction through the realisation of a railway route that has the potential to significantly change trade vectors beyond the Three Seas Initiative region in scope and scale. A key factor in the realisation of the presented concept is Ukraine's decision to rebuild rail infrastructure to the European 1435 mm standard. In the presented concept, the status and prospects for upgrading the sections of line along which the Rail Intermarium route is proposed were discussed. The wide range of benefits of the proposed concept were also discussed. The potential of the route in shaping the security architecture of the region, through the creation of infrastructure to increase military-like transport capacity, was highlighted.

Keywords: *Rail link; Transport network*

Inicjatywa Trójmorza, mająca na celu zdynamizowanie rozwoju regionu Europy Środkowo-Wschodniej stanowi kluczowy element strategii integracji i współpracy krajów ją tworzących. Jedną z dróg do realizacji tej strategii jest usprawnienie połączeń gospodarczych między krajami tego obszaru. Istniejąca asymetria w architekturze głównych szlaków komunikacyjnych w Europie, skoncentrowanych na osi wschód-zachód, stawia przed regionem Trójmorza wyzwanie nadrobienia dystansu w stosunku do państw zachodnich. W tym kontekście, budowa nowoczesnych szlaków komunikacyjnych na osi północ-południe staje się warunkiem niezbędnym dla usamodzielnienia i upodmiotowienia gospodarczego regionu. Stąd rozwijana koncepcja tworzenie sieci nowoczesnych arterii kolejowych w obszarze Trójmorza, - w pełni zgodnych z wymogami interoperacyjności, łączących obszar Polski i polskie porty morskie z najbardziej produktywnymi obszarami krajów regionu, ale też tworząca alternatywę dla istniejących szlaków transportowych omijających Trójmorze. Zakładanym efektem reali-

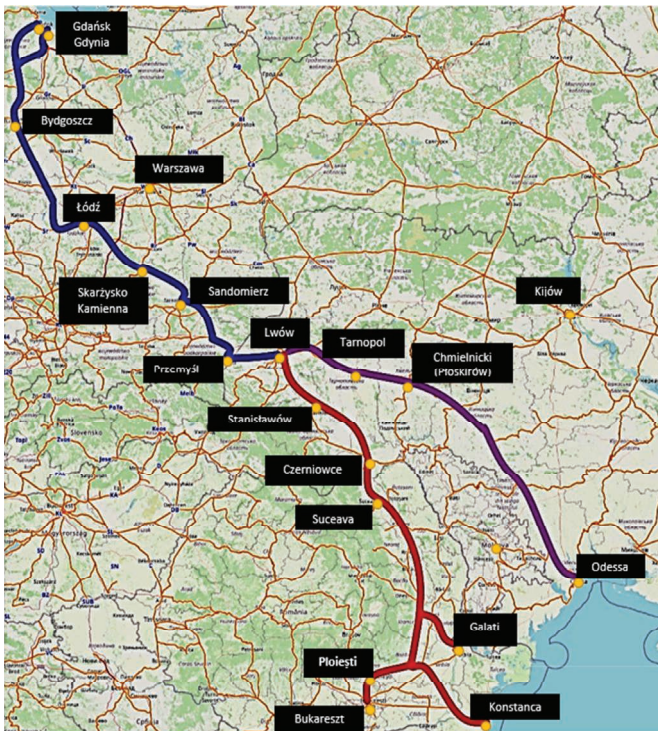
zacji tych szlaków – w tym prezentowanej tu koncepcji „Rail Intermarium", ma być odbudowa historycznych połączeń transportowych i powiązań gospodarczych. W efekcie oczekiwać można istotnego wzrostu obrotów handlowych między słabo dotąd skomunikowanymi regionami Europy i Azji, oraz wzrost siły gospodarczej krajów na nim leżących. Oczywiście korzyść ta nie rozłoży się równomiernie – największą odnieść powinna Polska, która rezultacie powstania tego (i pozostałych szlaków Trójmorza) nowoczesnej sieci kolejowej ma szansę stać się krajem osiowym. Oczywiście taka renta geograficzna jest jedynie szansą - nie gwarantuje automatycznie korzyści gospodarczych (a co za tym idzie także i politycznych) – trzeba jeszcze umieć takie potencjalnie korzyści dostrzec i wykorzystać.

Takim właśnie szlakiem jest proponowany tu „Rail Intermarium", dzięki któremu Polska ma szansę wrócić do historycznej roli kluczowego gracza na szlaku z Turcji i Zakaukazia do Europy. Szlaku który powstał w wyniku hołdu lennego złożonego w 1387 r. Władysławowi Jagielle przez hospodara Mołdawskiego Piotra I (1387), oraz włączenia – pięć lat później, pobrzeża czarnomorskiego wraz z portem Chadżybej (dzisiejsza Odessa) do Wielkiego Księstwa Litewskiego przez księcia Witolda. Powstały wtedy warunki do rozwinięcia bezpiecznego handlu między zachodnią Europą, a krajami Lewantu i dalej Persji i Indii. Od upadku Konstantynopola i zamknięcia Bosforu dla włoskich statków (co spowodowało osłabienie konkurencyjnego szlaku wiodącego przez Morze Śródziemne) aż do połowy XVI wieku (kiedy Portugalczycy i Hiszpanie na dobre rozwinęli handel oceaniczny z Indiami i Wschodnią Azją) był to najważniejszy szlak łączący Europę ze Wschodem. To na obsłudze handlu czarnomorskiego wyrosła m.in. potęga i bogactwo Lwowa i wielu innych miast czerpiących wielkie korzyści z usytuowaniu na tym szlaku. Wraz z upadkiem I Rzeczpospolitej zaczął podupadać i ten szlak. Ale nim zmiany polityczne po II wojnie światowej przyniosły ostateczny jego kres, przez 20 lat w dwudziestoleciu międzywojennym pełnił on ważną rolę strategiczną, jako szlak dostaw uzbrojenia. Zarówno podczas wojny polsko-bolszewickiej w latach 1919-1920, jak i w 1939 roku, gdy porty rumuńskie miały przejąć od Gdyni ciężar dostaw zaopatrzenia z Anglii i Francji linia kolejowa przez Lwów do Gałaczu i Konstancy pełniła kluczową rolę w systemie polskich dostaw wojennych. Zarazem słabość gospodarcza Polski, Rumunii i Turcji nie sprzyjała odbudowie funkcji handlowej szlaku. W wyniku zmian politycznych po II wojnie światowej: zimnowojennego podziału politycznego świata, włączenia obszaru Małopolski Wschodniej i Północnej Bukowiny do Związku Sowieckiego, zwłaszcza zaś przekucia tamtejszych linii na rozstaw 1520 mm szlak ponownie zamarł. I dopiero dwa lata temu – po ogłoszeniu przez władze Ukrainy programu programu transformacji infrastruktury kolei ukraińskich na rozstaw europejski, powstała perspektywa odtworzenia ciągłego normalnotorowego połączenia z Polski do portów czarnomorskich.

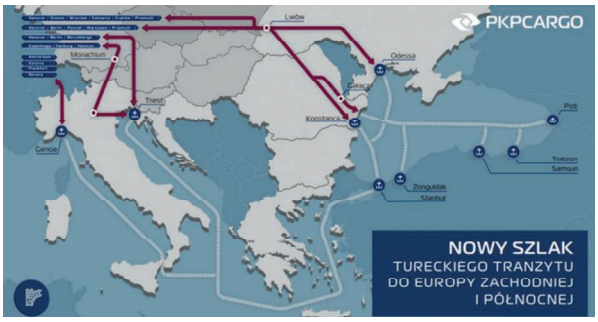
Koncepcja poprowadzenia szlaku

Projektowany w niniejszym artykule kształt szlaku (a zwłaszcza jego proponowany przebieg) ma charakter autorski i służyć ma wywołaniu dyskusji - a z czasem szerszej debaty, w rezultacie których powinny zapaść uzgodnienia polityczne co do docelowego kształtu realizowanego projektu. Istotnym założeniem prezentowanej koncepcji było wykorzystanie istniejącej infrastruktury kolejowej. W całym przebiegu szlaku nie postuluje się budowy ani jednego nowego odcinka linii kolejowej, poza krótkim odcinkiem projektowanej linii nr 80 (obwodnicy Sandomierza). Celem jest utrzymanie racjonalnego poziomu kosztów in-

***1**. Obszar szlaku międzymorza w czasach Władysława Jagiełły, jeszcze bez Pomorza odzyskanego po II Pokoju Toruńskim*



***2**. Proponowany docelowy kształt szlaku Rail Intermarium*



***3**. Koncepcja nowego szlaku tureckiego tranzytu do Europy Zachodniej i Północnej*

***4**. Przebieg Korytarza Centralnego Jedwabnego szlaku*

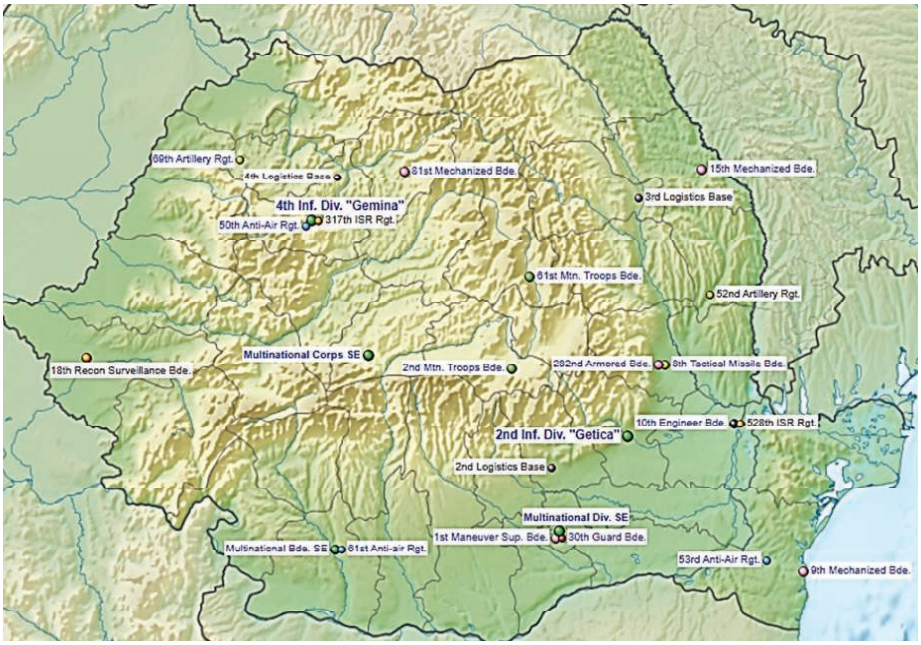
westycji obejmującej łącznie 2858 km linii kolejowych, podzielonych na trzy narodowe odcinki:

- odcinek polski; liczący 975 km obejmujący połączenie z portów w Gdańsku i Gdyni do granicy PL/UA w Medyce/Mościskach. Szlak w całości poprowadzony jest istniejącymi liniami kolejowymi.
- odcinek ukraiński; liczący 1081 km obejmujący połączenie od granicy PL/UA w Medyce/Mościskach do Lwowa, w którym rozgałęzia się na odnogi do Odessy (Korytarz Odesski), oraz do granicy UA/RO w Bahryniwce/ Vicşani (Korytarz Rumuński).
- odcinek rumuński; liczący 802 km od granicy UA/RO w Bahryniwce/ Vicşani do portów w Konstancy i Gałaczu, oraz stołecznego Bukaresztu. W całości jest to szlak poprowadzony istniejącymi liniami kolejowymi.

Cele i zadania proponowanego szlaku

Szlak „Rail Intermarium", łączyć ma obszar pomostu bałtycko-czarnomorskiego komunikując bałtyckie porty Trójmiasta z rumuńskimi i ukraińskimi portami Morza Czarnego. Zarazem miałby tworzyć ma dogodne połączenie Polski z obszarami południowo-zachodniej Ukrainy i wschodniej części Rumunii z jej stolicą - Bukaresztem. W rezultacie uruchomienia tak zarysowanego szlaku można oczekiwać:

1. Stworzenia warunków do podjęcia przez przewoźników i operatorów branży logistyczno-transportowej wielkoskalowych przewozów ładunków z Turcji i Zakaukazia na zachód Europy i do Skandynawii. Uruchomienie normalnotorowego szlaku łączącego Polskę - z jej siecią kolejową i portami morskimi, z portami Morza Czarnego ma szansę zmienić wektory tranzytu tureckiego do Europy, dziś kierującego się mocno okrężną drogą przez Morze Śródziemne do portów adriatyckich (głównie Triestu) i liguryjskich do portów (w Trieście, Savonie, czy Genui). W rezultacie zarówno koszt tak wydłużonej drogi jak i czas dostawy (transit time) sprzyjać powinien przekierowaniu tego tranzytu na szlak międzymorza. Otwiera to perspektywę poważnego zwiększenia obrotów polskiej branży logistyczno-transportowej, a finalnie istotnych korzyści dla naszej gospodarki w naturalny sposób włączonej w obieg towarów dziś ją omijających.
2. Zwiększenia udziału polskich przewoźników i operatorów branży logistyczno-transportowej w przewozy ładunków Korytarzem Środkowym Jedwabnego Szlaku. Coraz więcej politycznych znaków zapytania pojawiających się w kontekście funkcjonowania głównego korytarza Jedwabnego Szlaku (wiodącego przez Rosje i Białoruś) powoduje, że coraz większego znaczenia nabierać zaczynają szlaki alternatywne, w tym biegnący przez Polskę Korytarz Środkowy. Stworzenie normalnotorowego szlaku do portów czarnomorskich powinno zwiększyć jeszcze jego konkurencyjność, co powinno zaowocować dalszym wzrostem przewozów realizowanych na nim.
3. Uruchomienia połączeń kolejowych obsługujących wymianę towarową ze Wschodnimi Bałkanami częścią Rumunii i Bułgarii. Ukształtowana po II wojnie światowej architektura szlaków kolejowych w naszej części Europy przerwała naturalne połączenie z czasów II Rzeczpospolitej łączące Polskę z Rumunią i dalej z Bułgarią. Obecnie obsługa kolejowa wymiany towarowej z tymi krajami odbywa się z dużymi trudnościami, co nie sprzyja intensyfikacji kontaktów gospodarczych, a co w efekcie nie daje szans na zwiększenie przewozów kolejowych.
4. Umocnienia roli polskich przewoźników i operatorów logistycznych w obsłudze tranzytu z Ukrainy do krajów Unii Europejskiej. Dotyczy to zwłaszcza obsługi ukraińskiego tranzytu morskiego kierowanego przez polskie porty morskie do Skandynawii czy na Wyspy Brytyjskie. W szerszej perspektywie działanie takie powinno dać korzyści dla całej naszej gospodarki, ułatwiając dostępność ukraińskiego rynku i produktów tamtejszego przemysłu. Powinno to też sprzyjać polskim przedsiębiorcom zainteresowanych inwestowaniem i otwieraniem firm na Ukrainie.
5. Stworzenia strategicznego korytarza dostaw wojskowych - szlaku dual use, pozwalającego w chwili zagrożenia ze strony Rosji na efektywny przerzut liczącego się komponentu wojsk lądowych do Polski. Mając na względzie potrzebę zapewnienia efektywnego wsparcia Wschodniej Flanki NATO, zwrócić należy uwagę na fakt, że dysponująca trzema dywizjami Rumunia, a zwłaszcza będąca największą po USA lądową potęgą sojuszu Turcja (łącznie kilkanaście dywizji) stanowią jedyne liczące się źródło takiego wsparcia. Pro-



***5**. Dyslokacja głównych jednostek rumuńskich sił lądowych*

jektowany szlak jest (potencjalnie) niezwykle silną i szczęśliwą syntezą - wzmacniając z jednej strony nasz system gospodarczy, z drugiej system odpornościowy państwa. Co więcej te dwie sfery pozostają w sprzężeniu zwrotnym. Ta sama Turcja - w której sojuszniczą wiarygodność tak często się powątpiewa, tym silniej zaangażuje się w realizację wojskowej części projektu, im głębsze i im większe będą korzyści cywilne - ekonomiczne, jakie jej gospodarka (turecki eksport do krajów UE) odniesie z budowy nowego szlaku. Uwzględniając przebieg szlaku Rail Intermarium realizowałby on szereg zadań związanych z transportem wojska, sprzętu wojskowego oraz pomocy humanitarnej z portów Morza Czarnego. Istotnym wymogiem jest standaryzacja rozwiązań techniczno-eksploatacyjnych, w okresie pokoju służących obsłudze potoków towarów o przeznaczeniu cywilnym, zaś w sytuacji zagrożenia wojennego pozwalających na wielkoskalowy przewóz sprzętu i materiału wojennego. Jednocześnie podkreślaniem synergii militarnego i cywilnego aspektu projektu szlaku Rail Intermarium. jest wybitna użyteczność do celów wojskowych środków technicznych tranzytu naczep z Turcji. Potencjał przeładunkowy portów tureckich oraz liczna flota pojazdowców (stanowiących najlepszy środek transportu sprzętu kołowego i gąsienicowego) jest w stanie w relatywnie krótkim czasie przerzucić poważne siły na drugi brzeg Morza Czarnego. Jeśli te zdolności uzupełnić infrastrukturą portową po stronie rumuńskiej oraz specjalistycznym taborem zdolnym do masowego przewozu pojazdów to mielibyśmy szansę na istotną zmianę w architekturze bezpieczeństwa wschodniej flanki NATO. Stworzeniu wydajnego systemu logistycznego, który obejmowałby szybki przeładunek w portach Morza Czarnego oraz dalszy transport drogą lądową sprzyja ujawniony niedawno projekt rozbudowy położonej niedaleko portu w Konstancy bazy lotniczej Mihail Kogălniceanu, powiększonej do rozmiarów małego miasta, obejmując obszar o powierzchni około 2800 hektarów i całkowity obwód wynoszący 30 kilometrów Baza będzie mogła pomieścić łącznie 10 000 żołnierzy sił rumuńskich i NATO. Po jego ukończeniu powstanie gigantyczna baza NATO rozciągająca się na obszarze dwukrotnie większym niż baza lotnicza Ramstein Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych w Niemczech. Taka baza mogłaby pełnić dla Polski taką samą rolę, jaką w 1920 roku pełnił port w Gałaczu z francuską wojskową składnicą materiałową.

Uwarunkowania uruchomienia działalności operacyjnej

Zasadniczym zagadnieniem warunkującym powodzenie tego projektu jest stworzenie warunków do dostosowania ukraińskiego odcinka szlaku Rail Intermarium do prowadzenia normalnej działalności operacyjnej. Poza oczywistą kwestią dostosowania linii po stronie ukraińskiej do rozstawu europejskiego należy podjąć kompleksowe działania celem likwidacji barier i przeszkód także w innych obszarach, takich jak uproszczenie procedur granicznych i celnych zwłaszcza w zakresie tranzytu uprzywilejowanego.

Na plan pierwszy wysuwa się tu stworzenie warunków do prowadzenia przewozów międzynarodowych w standardzie, jakie ukształtował się w formie unijnego wolnego rynku kolejowego. W obecnie obowiązują-

***6**. Wizualizacja rozbudowy 57 Bazy Lotniczej Rumuńskich Sił Powietrznych Mihail Kogălniceanu*

***7**. Turecki port Samsun. Widoczne pojazdowce Ro-Pax przeznaczone do transportu naczep drogowych*

***8**. Wagon do przewozu naczep konstrukcji WAT w wersji 6-osiowej. Konstrukcja wychodząca naprzeciw oczekiwaniom branży logistycznej i shipingowej: szybkich masowych przeładunków, prostego załadunku „płaskiego", obsługi dowolnego typu standardowej naczepy, przy zachowaniu dopuszczalnej masy 40 ton przy relatywnie niskich kosztach operacyjnych*

cym modelu prawno-organizacyjnym ukraińskiego systemu kolejowego wyłącznym przewoźnikiem są tamtejsze koleje – UŻ. Ten scentralizowany model – jaki pamiętamy z dawnego przedsiębiorstwa PKP, nie tylko jest niezgodny z zasadami wolnego rynku kolejowego, ale stanowi w tym konkretnym przypadku istotną barierę w rozwoju przewozów. Tym niemniej w pespektywie akcesji do struktur UE i podejmowanych na Ukrainie działań zmierzających do implementacji zasad obowiązujących w Zjednoczonej Europie, należy postawić kwestię wdrożenia tychże zasad – otwarcia sieci kolejowej UŻ dla innych operatorów, jako logicznego warunku wsparcia finansowego UE dla procesu transformacji infrastruktury kolejowej Ukrainy. Rzecz jasna będzie to wymagać stworzenia podstaw organizacyjno-prawnych w oparciu o które określone zostaną procedury oraz niezbędne dokumenty, których uzyskanie będzie warunkiem zezwolenia na operowanie na sieci UŻ. Dotyczy to zwłaszcza problemu dopuszczenia taboru, w tym tego najbardziej problematycznego, czyli lokomotyw. Kolejny problem to budowa zdolności w zakresie organizacji i prowadzenia przewozów (oraz przeładunków) przez polskich przewoźników. Poza certyfikacją i dopuszczeniem posiadanego przez nich taboru potrzebne jest zapewnienie dostępu do infrastruktury utrzymaniowo-naprawczej (hal obsługi taboru, bocznic itp.), czy obsługowej (terminali przeładunkowych, wyładowni, terenów do organizacji przeładunków). Rozwiązany też być musi problem pozyskania wykwalifikowanych kadr - personelu do stworzenia struktury organizacyjnej pionu eksploatacji i przewozów.

Mając na uwadze obsługę tranzytu tureckiego, trzeba wziąć pod uwagę jego specyfikę transportową w postaci dużego udziału segmentu intermodalnego w tym wielkoskalowych przewozów naczep drogowych. Wobec tych preferencji tureckich przedsiębiorców, co do sposobu transportu ładunków należałoby położyć szczególny nacisk na pozyskanie adekwatnych do tych oczekiwań zdolności i zasobów do realizacji przewozów – odpowiedniej do skali zadań przewozowych floty specjalistycznych wagonów do przewozów naczep transportowanymi statkami RoRo lub RoPax. Należy przy tym zwrócić uwagę na potrzebę dokonania wyboru najbardziej efektywnego oraz spełniającego oczekiwania przewoźników i operatorów logistycznych rozwiązania techniczno-eksploatacyjnego. Rozwiązania wybranego z jednej strony pod kątem prowadzenia wielkoskalowych przewozów, z drugiej zaś spełniającej wymogi branży portowej, dla której istotny jest krótki czas przeładunku i ekspedycji naczep, gdyż zwyczajowo w portach zawsze brakuje dużych powierzchni do parkowania pojazdów. W tej perspektywie warto zwrócić uwagę na wciąż oczekujący swojej realizacji projekt innowacyjnego systemu transportu naczep drogowych koleją autorstwa Wojskowej Akademii Technicznej, bo projekt ten zdaniem wielu ekspertów ma szansę stać się standardem w tym segmencie przewozowym.

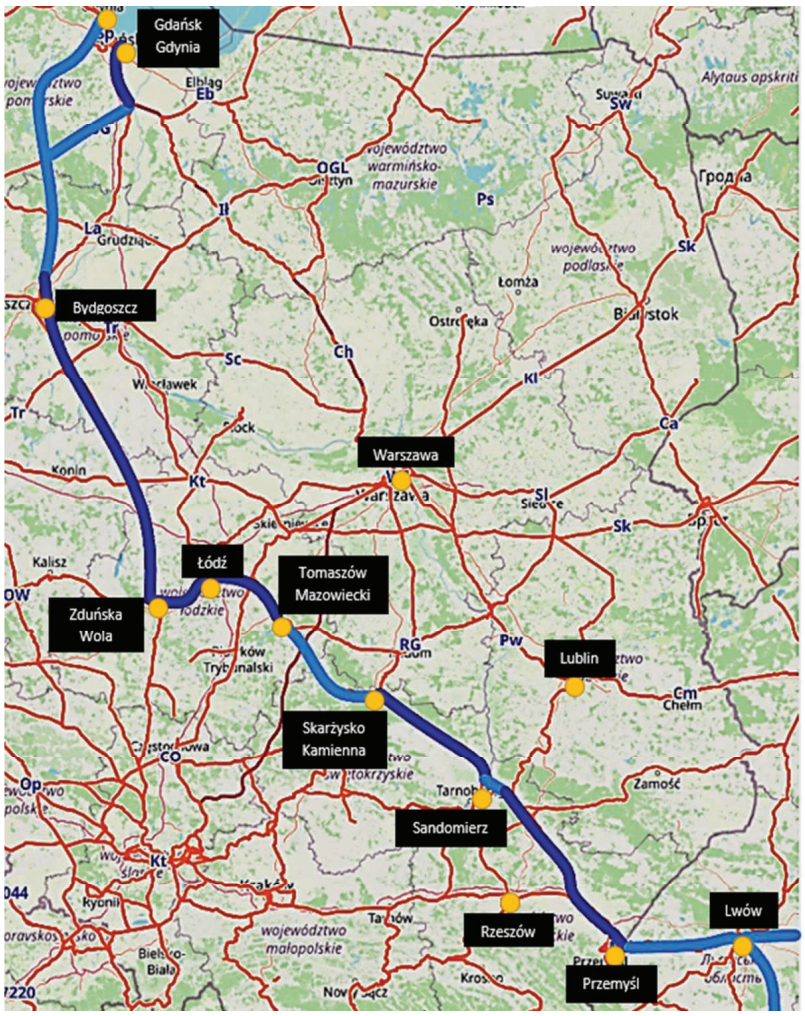
Opis przebiegu szlaku: odcinek polski

Początkiem szlaku - a zarazem jego zachodniego (polskiego) odcinka stanowią dwa najważniejsze nasze porty: Gdańsk i Gdynia, skąd prowadzi on do granicy z Ukrainą w Medyce. W ogromnej części swojego przebiegu pokrywa się on z projektowanych szlakiem „Balkan& Carpathian Rail", co podnosi zasadność i pilność inwestycji, jakie w przebiegu obu szlaków muszą być zrealizowane. Poza wspomnianym tu krótkim (15 km) odcinkiem projektowanej linii nr 80 ze Zbydniowa do Starego Garbowa (niewielki skrót omijający węzeł i stację Sandomierz oraz likwidujący „wąskie gardło" w postaci jednotorowego mostu na Wiśle w Sandomierzu) w całości biegnie on istniejącymi, liniami kolejowymi. Są to w większości linie dwutorowe, zelektryfikowane o dobrym profilu i coraz lepszych parametrach (wysokich prędkościach szlakowych), co jest rezultatem prac modernizacyjnych zrealizowanych w ostatnich latach (w dużej mierze w standardzie dla linii należących sieci TEN-T). Są to zarazem linie albo dedykowane do ruchu towarowego (ciąg Magistrali Węglowej z portów Trójmiasta do Zduńskiej Woli), albo o umiarkowanej frekwencji pociągów pasażerskich (ze Zduńskiej Woli do Medyki). Z pozostałych do wykonania inwestycji na zachodnim (polskim) odcinku szlaku, dwie mają znaczenie kluczowe dla uruchomienia wielkoskalowych przewozów na nim:

- Modernizacja – długo oczekiwana i mocno opóźniona, odcinków linii 201 i 203 z Maksymilianowa do portów w Gdyni i Gdańsku; „wąskiego gardła" Magistrali Węglowej, ograniczającego przepustowość tej linii i dostępność kolejową obu portów. Wedle pierwotnych założeń cała inwestycja miała być zakończona do 2024 r., tymczasem jest ona dopiero w fazie przetargów. Obecnie po

uruchomieniu środków z Krajowego Programu Odbudowy cały odcinek linii 201 ma szansę być zmodernizowany do końca 2028 r. Natomiast inwestycja na linii 203 (znajdująca się na rezerwowej liście KPO) będzie ukończona w terminie późniejszym. Możliwe jest jej przesunięcie na listę podstawową, co pozwoliłoby zamknąć cały projekt do 2028 roku.

- Modernizacji odcinka linii 25 między Tomaszowem Mazowieckim, a Skarżysko-Kamienną. Ta jednotorowa i niezelektryfikowana linia ta ujęta jest w planach inwestycyjnych PKP PLK, CPK, jak i urzędów marszałkowskich łódzkiego i świętokrzyskiego. Dla sprawnej realizacji modernizacji - skądinąd niezbyt długiego odcinka, zasadne byłoby scalenie czterech inwestycji, a przy okazji zadbanie o zachowanie wysokiej przepustowości dla ruchu towarowego (gęsta sieć stacji i mijanek). Linia bowiem w dotychczasowych planach była przewidywana do modernizacji głównie pod kątem zwiększenia ruchu osobowego, z wyraźnym pominięciem możliwości rozwinięcia na niej wielkoskalowych przewozów towarowych. Biorąc pod uwagę terminarz realizacji inwestycji zarówno po naszej stronie, jak i naszych partnerów na projektowanym szlaku, zasadne byłoby przyśpieszenie modernizacji linii 25, i realizacja tego zadania w horyzoncie bliższym roku 2030 niż 2040.



***9**. Odcinek zachodni szlaku Rail Intermarium z portów Trójmiasta do Medyki*

Realizacja obu tych inwestycji pozwoli na uzyskanie przepustowości odpowiedniej dla szlaku o znaczeniu mię-

***Tab. 1.** Trasa szlaku Rail Intermarium na odcinku polskim*

L.P.	Odcinek	Nr linii	Dł. w km (narastająco)	Standard linii, planowane inwestycje wg zamierzeń inwestycyjnych PKP PLK na lata 2021-2030 z perspektywą do 2040 roku.	
1	**Gdańsk Port Północny**-Pruszcz Gdański	226	13,6 km	3000V DC 40-120 km/h	
2	Pruszcz Gdański - Zajączkowo Tczewskie ZTD	260	14,6 (28,2)	3000V DC	PP73 Zwiększenie przepustowości ciągu Tczew – Gdynia etap I: Tczew – Pruszcz Gdański
3	Zajączkowo Tczewskie ZTD - Malinowo	730	5,4 (33,6)	3000V DC	PP75 Zwiększenie przepustowości ciągu Tczew – Gdynia etap III: pozostałe prace
4	Malinowo - p.o. Czarna Woda -	203	56,1 (89,7)		PP5 Prace na alternatywnym ciągu transportowym Bydgoszcz – Trójmiasto - etap II
5	p.o. Czarna Woda- p.o. Łąg Południowy	brak	1,5 (91,2)		PP21 K Prace na linii kolejowej nr 203 na odcinku Tczew – Czersk 46 B
6	**Gdynia Port** - Łąg Południowy	201	103,1		
7	p.o. Łąg Południowy - Maksymilianowo	201	69,4 (160,6/172,5)		
	Maksymilianowo - Nowa Wieś Wielka	201	33,5 (194,1/206,0)	3000V DC	PP1 Prace na linii kolejowej C-E 65 na odc. Chorzów Batory–Tarnowskie Góry–Karsznice–
8	Nowa Wieś Wielka – Jaksice	131	4,4 (198,5/210,4)	3000V DC	Inowrocław– Bydgoszcz – Maksymilianowo - faza II
9	Jaksice – Mimowola	741	8,2 (206,7/218,6)	3000V DC	PP13 Prace w ciągu C–E65 na odcinku Zduńska Wola - Inowrocław - Tczew LCS Zduńska Wola Karsznice
10	Mimowola - Dionizów -	131	147,4 (354,1/366,0)	3000V DC	PP14 Prace w ciągu C–E65 na odcinku Zduńska Wola - Inowrocław - Tczew LCS Bydgoszcz Gł. PP15 Prace w ciągu C–E65 na odcinku Zduńska Wola - Inowrocław - Tczew LCS Inowrocław
11	Dionizów - Gajewniki	543	2,0 (356/1/368,0)	3000V DC	PP19 Prace na liniach kolejowych nr 25,74,78 na odcinku Stalowa Wola-Tarnobrzeg-
12	Gajewniki - Retkinia	14	37,5 (393,6/405,5)	3000V DC	Sandomierz-Ocice-Padew
13	Retkinia - Łódź Kaliska Towarowa	539	1,2 (394,8/406,7)	3000V DC	CPK13 - Budowa linii Stary Garbów - Zbydniów
14	Łódź Kaliska Towarowa -Tomaszów Mazowiecki	25	55,7 (450,5/462,4	3000V DC	PP3 Prace na linii kolejowej nr 25 na odcinku Skarżysko Kamienna - Sandomierz - faza II
15	Tomaszów Mazowiecki - Skarżysko-Kamienna	25	87,8 (538,3/550,2)		PP49 Prace na linii kolejowej nr 25 na odcinku Tomaszów Mazowiecki – Skarżysko Kamienna PP118 Prace na ciągu linii 22, 25 i 26 na odcinku Koluszki - Tomaszów Maz. – Radom – Łuków
16	Skarżysko-Kamienna - Dwikozy –	25	84,6 (622,9/634,8)	3000V DC	PR49 Modernizacja linii kolejowej nr 25 na odcinku Tomaszów Maz.-Opoczno-Skarżysko Kamienna na terenie woj. Łódzkiego PR149 Modernizacja linii kolejowej nr 25 na odcinku gr.
17	Dwikozy - Zbydniów	80	14,7 (637,6/649,5)		woj.-Skarżysko Kam na terenie woj. Świętokrzyskiego PP42 Modernizacja Łódzko - Koluszkowskiego Węzła Kolejowego wraz ze stacją Łódź Olechów
18	Zbydniów – Stalowa Wola Rozwadów	74	8,9 (646,5/658,4)	3000V DC	
19	Stalowa Wola Rozwadów - Łętownia	68	31,7 (678,2/690,1)	3000V DC	PP20 Prace na linii kolejowej nr 68 na odcinku Stalowa Wola Rozwadów – Przeworsk
20	Łętownia - Przeworsk	68	43,0 (721/2/733,1)		
21	Przeworsk -Żurawica	91	43,6 (764,8/776,7)	3000V DC	PP35 Prace na ciągu E 30 - linie kolejowe nr 91 i 92 na odcinku Rzeszów – Medyka (granica
22	Żurawica -Hurko	613	5,5 (770,3/782,2		państwa)
23	Hurko - Medyka	91	6,5 (776,8/784,7)		

- linia jednotorowa
- linia dwutorowa
- linia zelektryfikowana

Tab. 2. *Infrastruktura szlaku Rail Intermarium na obszarze Polski; stan aktualny i jej perspektywy po realizacji zaplanowanych inwestycji*

Standard linii	Stan aktualny		Stan po realizacji zaplanowanych inwestycji	
	Długość odcinków	Udział w całości szlaku	Długość odcinków	Udział w całości szlaku
Brak linii	15,2 km	1,57 %	0 km	0 %
Linia jednotorowa niezelektryfikowana	242,7 km	24,89 %	0 km	0 %
Linia jednotorowa zelektryfikowana	21,2 km	2,17 %	21,2 km	2,17 %
Linia dwutorowa niezelektryfikowana	74,0 km	7,59 %	0 km	0 %
Linia dwutorowa zelektryfikowana	621,9 km	63,78 %	953,8 km	97,83 %
W sumie	**975,0 km**	**100,0 %**	**975,0 km**	**100,0 %**

dzynarodowym, wprowadzenie dłuższych składów, cięższych lokomotyw oraz prowadzenia pociągów z wyższymi prędkościami. Proponowany wariant po polskiej stronie jest możliwy do względnie szybkiego uruchomienia ze względu na to, że wymagane inwestycje warunkujące rozpoczęcie przewozów z Ukrainy do portów Trójmiasta obejmują inwestycje już zaplanowane i ujęte w zamierzeniach inwestycyjnych PKP PLK na lata 2021-2030 (z perspektywą do 2040 roku). Już obecnie prawie 64% planowanego szlaku po stronie polskiej obejmuje linie dwutorową zelektryfikowaną oraz ok. 25% linii jednotorowej niezelektryfikowanej. Po realizacji zaplanowanych inwestycji szlak po polskiej stronie będzie w prawie 98% linią dwutorową zelektryfikowaną w pełni spełniającą standardy określone dla linii TEN-T.

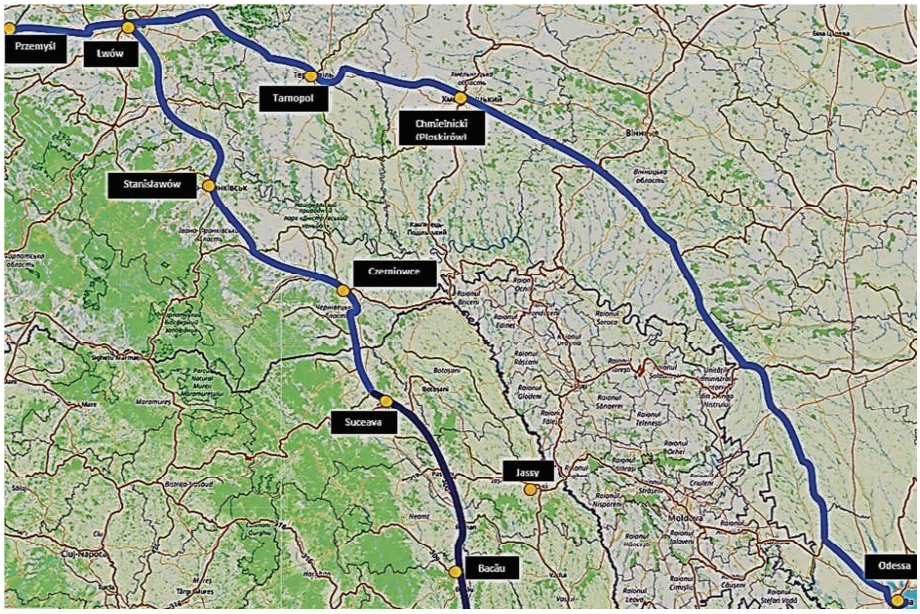
Opis przebiegu szlaku: odcinek ukraiński

Stanowiący centralną część szlaku odcinek ukraiński obejmuje dwa Korytarze: Odesski i Rumuński, mające wspólny przebieg na odcinku od granicy PL/UA w Medyce do Lwowa. Pierwszy z nich prowadzi z Lwowa do Portu w Odessie (przez Tarnopol, Chmielnicki, Żmerynkę) drugi zaś z Lwowa do portów w Konstancy i Gałaczu oraz do Bukaresztu (przez Stanisławów i Czerniowce). Całość szlaku na Ukrainie w aktualnym stanie składa się wyłącznie z odcinków szerokotorowych (1520 mm), pochodzących z dwóch różnych sieci kolejowych: austro-węgierskiej i rosyjskiej. Spadkiem po czasach podwójnej monarchii są dwie linie:

- Z Mościsk przez Lwów, Tarnopol do Podwołoczysk (dawna Kolej Galicyjska im. Karola Ludwika). Linia jest w całości dwutorowa i zelektryfikowana napięciem 3kV DC (na odcinku Mościska-Lwów) oraz 25kV 50Hz (od Lwowa do Podwołoczysk).
- Ze Lwowa do granicy rumuńskiej w Vadul Siret (dawna Kolej Żelazna Lwów-Czerniowce-Jassy). Częścią tej linii jest rumuński odcinek od granicy ukraińskiej do Suczawy. Jest to w całości linia jednotorowa i niemal w całości (za wyjątkiem zelektryfikowanego prądem 3kV DC odcinka Lwów-Sychów) niezelektryfikowana. Na odcinku Vadul Siret–Bahryniwka–granica UA/RO linia posiada możliwość prowadzenia ruchu pociągów na obu rozstawach (jest poprowadzony w splocie 1435mm/1520mm)

Z XIX wieku pochodzą również - budowane na obszarze ówczesnego carskiej Rosji, trzy odcinki linii tworzące szlak z granicznych Wołoczysk do Odessy. Pierwsze dwa: Odessa-Bałta i Birzula (obecnie Podolsk k/Bałty)-Żmerynka stanowią część dawnej Kolei Kijowsko-Bałtyckiej biegnącej z Odessy do Żmerynki. Trzecim jest odcinek ze Żmerynki do Wołoczysk przez Chmielnicki (dawny Płoskirów) będący jednym z dwóch najważniejszych kolejowych połączeń Rosji z Austro-Węgrami. Szlak ten - w całości dwutorowy i zelektryfikowany (napięciem 25kV 50Hz), posiada dobre parametry konstrukcyjne, pozwalając na jazdę (poza kilkoma punktowymi ograniczeniami) z maksymalną prędkością rzędu 100-120 km/h.

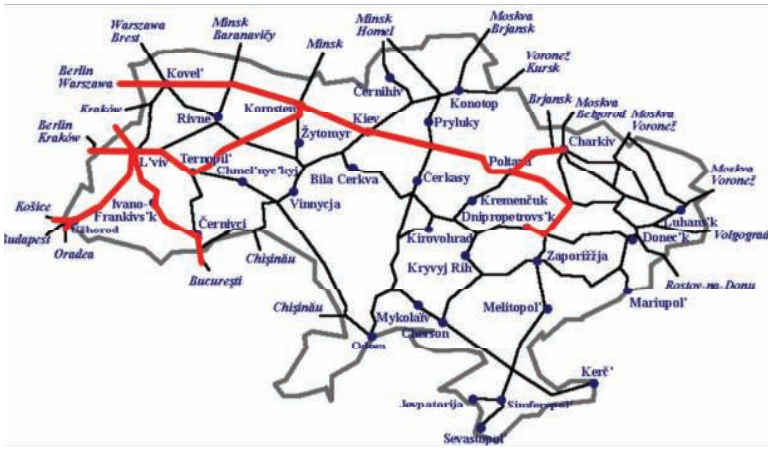
Zasadniczym problemem uniemożliwiającym jakiekolwiek rozważania o uruchomieniu połączeń z Polski do portów czarnomorskich – zarówno ukraińskich jak i rumuńskich (tranzytem przez Ukrainę) jest rozstaw torów na ukraińskiej sieci (1520mm). Sytuacja uległa zmianie w rezultacie podjętych w kwietniu 2022 r. decyzji władz Ukrainy o transformacji infrastruktury kolejowej w tym kraju na rozstaw europejski (1435mm), co otworzyło perspektywę odbudowy szlaku łączącego obszary pomostu bałtycko-czarnomorskiego. Kolejnym krokiem było ustalenie podjęte na konferencji Ukraine Recovery Conference 2022 (lipiec 2022 r.) w Lugano - uruchomienia prac nad strategią w zakresie integracji sieci kolejowych Ukrainy, Mołdawii i Unii Europejskiej. W tym planu przebudowy infrastruktury kolei ukraińskich i mołdawskich pod kątem wprowadzania europejskiego rozstawu torów. Dokument ten analizujący



10*. Odcinek centralny szlaku Rail Intermarium obejmuje linie biegnące z granicy polsko-ukraińskiej do portu w Odessie (korytarz Odesski) oraz z granicy polsko-ukraińskiej do granicy ukraińsko-rumuńskiej (korytarz Rumuński)*

Tab. 3. *Przebieg szlaku Rail Intermarium na odcinku ukraińskim*

l.p.	odcinek	długość (km)	Standard linii
Granica - Lwów			
1	Granica-Mościska	6	1435/1520 3000V DC
2	Mościska-Lwów	78 (84)	1520 3000V DC
Lwów – Bahryniwka (korytarz Rumuński)			
3	Lwów-Sychów	11,2 (95,2)	1520 3000V DC
4	Sychów-Stanisławów	128,6 (223,8)	1520
5	Stanisławów-Czerniowce	120,2 (344)	1520
6	Czerniowce-Vadul-Siret	46,9 (390,9)	1520
7	Vadul-Siret-Bahryniwka	4,1 **(395)**	1520/1435
Lwów – Odessa (Korytarz Odesski)			
3	Lwów–Tarnopol	140 (224)	1520 25kV 50Hz
4	Tarnopol-Chmielnicki	101 (325)	1520 25kV 50Hz
5	Chmielnicki-Żmerynka	99 (424)	1520 25kV 50Hz
6	Żmerynka-Odessa	346 **(770)**	1520 25kV 50Hz

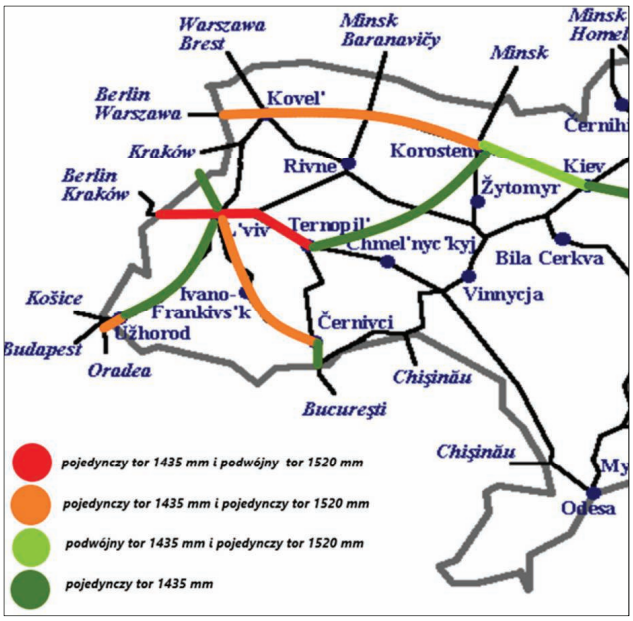


11*. Układ szkieletowy sieci Kolei Ukraińskich z torami o szerokości 1435 mm proponowany przez Inicjatywę Jaspers*

możliwe scenariusze przeprowadzenia takiej operacji Komisja Europejska zleciła Inicjatywie Jaspers i wspólnie z Europejskim Bankiem Inwestycyjnym (EBI) sfinansowała jego wykonanie. Rok później – w lipcu 2023 r. gotowe strategia została upubliczniona. Uznano w niej, że początkowo racjonalne ekonomicznie będzie budowanie kolei w standardzie europejskim do obsługi międzynarodowego ruchu pasażerskiego i przewozu kontenerów (zwłaszcza na osi wschód–zachód), a dopiero w dalszej kolejności – całościowa zmiana rozstawu toru. Autorzy postulowaliby ze względu na wysokie koszty przedsięwzięcia etapować działania. Proponowana strategia zakłada trzy główne etapy:

1. Budowa torów 1435 mm od polskiej granicy (Mościska) do Lwowa oraz z Kiszyniowa do granicy z Rumunią (wartość ok. 700 mln euro);
2. Budowa torów 1435 mm pomiędzy Lwowem a Kijowem, utworzenie drugiego korytarza na północy Ukrainy od polskiej granicy (Dorohusk) do Kijowa oraz połączenie Lwowa z Czopem (wartość ok. 5,9 mld euro);
3. Budowa torów od Kijowa na wschód – do Charkowa i Dnipra, a także rozbudowa sieci na zachodzie i południu Ukrainy: od polskiej granicy (Rawa Ruska) do Lwowa, od Lwowa – do granicy z Rumunią (przez Stanisławów - Czerniowce), z Odessy – do Kiszyniowa (wartość ok. 4,9 mld euro).

W rezultacie tak zarysowane projektu pojawiła się realna szansa na budowę normalnotorowego połączenia z Polski przez zachodnią Ukrainę do Rumunii – Korytarza Rumuńskiego. Inwestycja polegać miałaby na dobudowie torów 1435 mm – jako trzeciego (na odcinku z Mościsk do Lwowa) i jako drugiego (na pozostałym odcinku z Lwowa do granicy rumuńskiej). Projekt ten uzyskał bardzo wysoki priorytet nie tylko autorów strategii, ale także planistów Kolei Ukraińskich którzy chcieliby jak najszybszej realizacji normalnotorowego szlaku z Medyki do Bahryniwki. Zarazem powyższe rekomendacje oznaczać muszą odsunięcie (na bliżej nieokreśloną przyszłość) przebudowy Korytarza Odesskiego; trudno bowiem oczekiwać równoległej realizacji dwóch tak kosztownych i po części konkurencyjnych projektów. Należy również odnotować przychylne stanowisko, jakie w przedmiocie



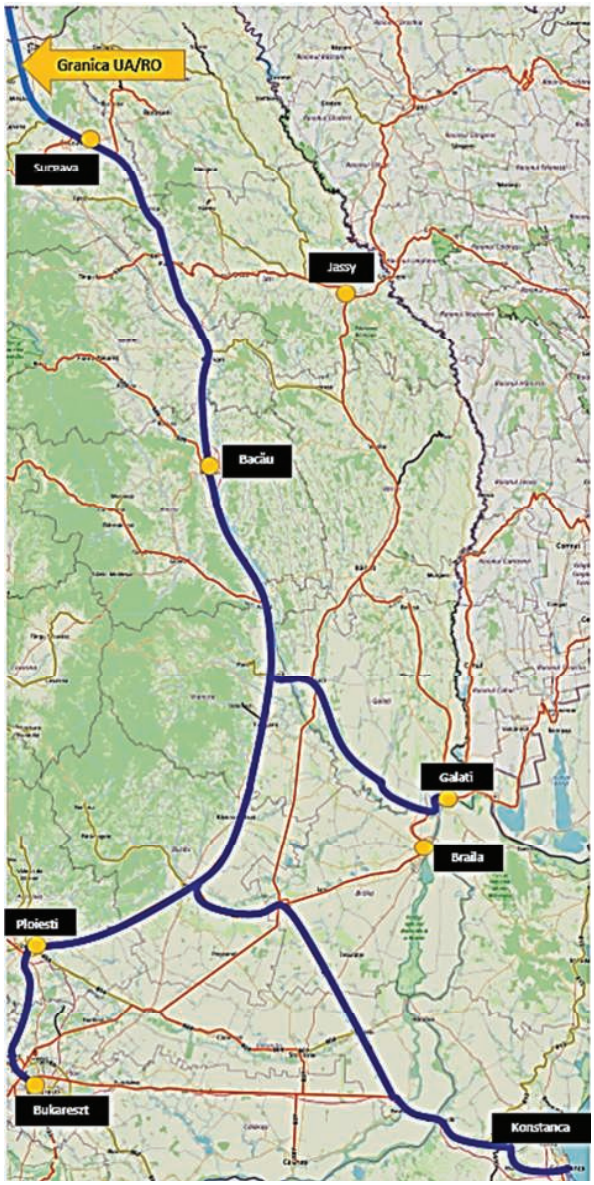
12*. Proponowany przez Jaspersa układ torów sieci kolejowej zachodniej Ukrainy w ramach projektu jej transformacji*

Tab. 4. *Przebieg trasy szlaku Rail Intermarium na odcinku rumuńskim*

p.	nr linii	odcinek	Długość (km) (narastająco)	Standard linii, prędkość (km/h)	
1	500	Granica- Dorneşti	11	1435	50
2	500	Dorneşti- Dărmăneşti	22 (33)	1435	100
3	500	Dărmăneşti- Suceava Nord	8 (41)	1435 25kV 50Hz	100
4	500	Suceava Nord- Suceava	3 (44)	1435 25kV 50Hz	50
5	500	Suceava- Adjud	203 (247)	1435 25kV 50Hz	120
6	500	Adjud- Mărăşeşti	25 (272)	1435 25kV 50Hz	100
6.1	704	Mărăşeşti- **Gałacz**	104 **(376)**	1435 25kV 50Hz	80
7	500	Mărăşeşti- Râmnicu Sărat	57 (329)	1435 25kV 50Hz	80
8	500	Râmnicu Sărat- Buzău	) 34 (363	1435 25kV 50Hz	100
8.1	500	Buzău- Ploieşti	68,5 (431,5)	1435 25kV 50Hz	80
8.2	500	Ploieşti- **Bukareszt**	59,5 **(491)**	1435 25kV 50Hz	140
9	701/702	Buzău- Făurei	40 (403)	1435 25kV 50Hz	120
10	702	Făurei- Feteşti	89 (492)	1435 25kV 50Hz	120
11	800	Feteşti- Ramificaţia Borcea	4,6 (496,6)	1435 25kV 50Hz	160
12	800	Ramificaţia Borcea- Dunărea	10,6 (507,2)	1435 25kV 50Hz	120
13	800	Dunărea- Saligny	11,9 (519,1)	1435 25kV 50Hz	100
14	800	Saligny- Medgidia	16,8 (535,9)	1435 25kV 50Hz	160
15	800	Medgidia- Dorobanţu	8,1 (544)	1435 25kV 50Hz	140
16	800	Dorobanţu- Basarabi	9 (553)	1435 25kV 50Hz	120
17	800	Basarabi- Palas	13,4 (566,4)	1435 25kV 50Hz	140
18	800	Palas- **Konstanca**	3,9 **(570,3)**	1435 25kV 50Hz	60

szybkiej realizacji Korytarza Rumuńskiego wyraża się unijna komisarz ds. transportu – pochodząca z Rumunii Adina Vălean. W oficjalnym wystąpieniu podkreśliła ona wagę zapewnienia interoperacyjności połączeń z Polski przez Ukrainę, do Mołdawii i Rumunii nie tylko w aspekcie rozwoju transportu towarowego, ale również sprawniejszej i efektywniejszej komunikacji pasażerskiej.

Kluczowym problemem realizacji tych ambitnych zamierzeń były pieniądze, których biedna i uwikłana w konflikt wojenny z Rosją Ukraina nie ma. Stąd od samego początku intensywne zabiegi władz ukraińskich o środki na realizację tych bardzo kosztownych projektów. Perspektywę uruchomienia projektu przyspieszyło podpisanie w listopadzie 2023 r. porozumienia pomiędzy kolejami ukraińskimi i szefami programu pomocowego rządu Stanów Zjednoczonych USAID, dotyczącego wsparcia finansowego budowy toru o rozstawie 1435mm między graniczną stacją Mościska, a Lwowem. Mimo braku pełnego finansowania w końcu lutego br. ruszyły prace budowlane na tym odcinku. Koleje Ukraińskie spodziewają się także uzyskania wsparcia z (rozstrzygającego się w czerwcu 2024 r.) konkursu na projekty instrumentu "Łącząc Europę" (CEF), obejmującego finansowanie projektów budowy kolejowych przejść granicznych z Unią Europejską na kwotę ponad 80 mln euro. Wśród zgłoszonych projektów jest budowa tzw. Eurotracków - projektów rozbudowy węzła kolejowego we Lwowie, uwzględniającego perspektywy rozwoju sieci kolejowej Transeuropejskiej Sieci Transportowej (TEN-T) o szerokości toru 1435 mm na terytorium Ukrainy. Planowany czas realizacji tego projektu to lata 2024-2027. Inną zgłoszoną propozycją jest przygotowanie studium wykonalności dobudowy normalnego toru (wraz z elektryfikacją) linii z Lwowa, przez Czerniowce, do granicy rumuńskiej. Ukończenie tych projektów pozwoli odtworzyć historyczne, normalnotorowe połączenie między Polska a Rumunią. Co ważniejsze będzie to najprawdopodobniej połączenie w całości zelektryfikowane, bo budowany wzdłuż linii Mościska -Lwów tor 1435 mm najprawdopodobniej zelektryfikowany prądem 3 KV/DC zasilającym dziś ta linię. Pewnym mankamentem z punktu widzenia zdolności prowadzenia wielkoskalowych przewozów tranzytowych po takim szlaku będzie brak drugiego toru. Biorąc jednak pod uwagę zalecenia zawarte w dokumencie przygotowanym przez Inicjatywę Jaspers w zakresie prowadzenia zasad realizacji inwestycji na



***13**. Odcinek południowy szlaku Rail Intermarium obejmujący linie biegnące do portów w Gałaczu i Konstancy oraz Bukaresztu*

***Tab. 5.** Lista projektów inwestycyjnych kolei rumuńskich na lata 2020-2030 ważnych dla realizacji szlaku Rail Intermarium*

Nr.	Odcinek	Typ projektu	Dł. (km)	Szacunkowy koszt (mln EUR bez VAT)		
						średnio za 1 km
1	**Vicșani Frontieră - Dărmănești**	Proponowane prace **modernizacyjne i elektryfikacyjne**	34.0	57.0	67.8	1.7
2	**Dărmănești - Suceava - Pașcani**	Proponowane prace **modernizacyjne**	71.0	284.0	338.0	4.0
3	**Pașcani - Roman**	Proponowane prace **modernizacyjne**	41.0	164.0	195.2	4.0
4	**Roman - Focșani**	Proponowane prace **modernizacyjne**	147.0	588.0	699.7	4.0
5	**Focșani - Ploiești Triaj**	Proponowane prace **modernizacyjne**	143.0	572.0	680.7	4.0
6	**Buzău - Făurei**	Proponowane prace **renowacyjne**	40.0	160.0	190.4	4.0
7	**Făurei - Fetești**	Proponowane prace **renowacyjne**	89.0	356.0	423.6	4.0

infrastrukturze kolei ukraińskich (stosowania rozwiązań do prostego przekształcenia linii 1520 mm na 1435 mm przez np. stosowanie podkładów wielomianowych) można mieć nadzieję, że przebudowa kolejnego toru na rozstaw europejski nie będzie stanowiła większego problemu.

Opis przebiegu szlaku: odcinek rumuński

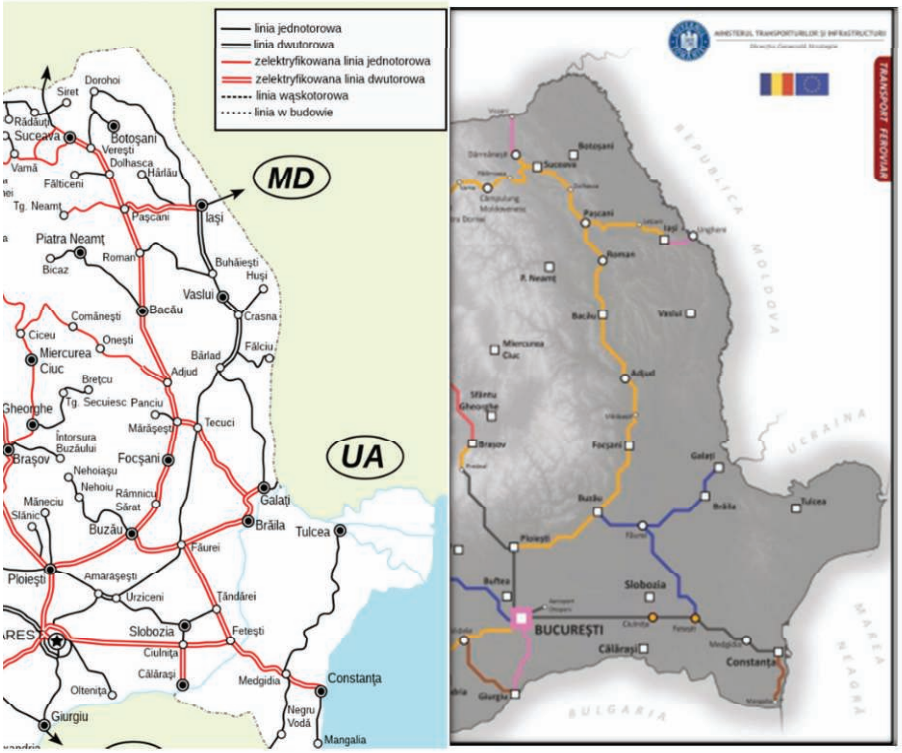
Po stronie rumuńskiej szlak miałby obejmować odcinek z ukraińsko-rumuńskiej granicy przez linię 500 do Bukaresztu oraz dwóch portów: w Gałaczu oraz Konstancy. W kontekście rumuńskiej infrastruktury kolejowej podkreślenia wymaga fakt relatywnie (jak na rumuńską sieć kolejową) wysokich parametrów linii po jakich biegnie szlak na obszarze Rumunii. Z 570 km magistrali z granicznej Bahryniwki do Konstancy, aż 92,8% stanowią odcinki dwutorowe i zelektryfikowane. Dodatkowo, analizując prędkości na tych trasach, aż 87% długości szlaku pozwala na osiągnięcie prędkości maksymalnej dla przewozów pasażerskich przekraczającej 100 km/h, a na 70% odcinków możliwa jest jazda z prędkością 120 km/h lub więcej. Podobna jakość infrastruktury dotyczy także pozostałych odnóg prowadzących do Gałaczu i Bukaresztu. Co więcej jest realna szansa na dalszą znaczącą poprawę parametrów tych linii już obecnej perspektywie programowania UE.

Rumunia realizując założenia nowej europejskiej polityki ochrony środowiska oraz łagodzenia zmian klimatycznych, przygotowała plan inwestycji w obszarze infrastruktury kolejowej. Tamtejsze Ministerstwo Transportu i Infrastruktury założyło osiągnięcie celu - przeniesienia do 2030 roku 30% transportu drogowego na inne środki transportu, zaś do roku 2050 podniesienia tego wskaźnika do 50%. Aby ten założony cel osiągnąć niezbędne stało się zwiększenie nakładów na rozwój i modernizację zaniedbanej infrastruktury kolejowej. Zdefiniowano cztery priorytetowe potrzeby kolei, w tym poprawy parametrów połączeń na osi północ-południe -pomiędzy Mołdawią, a Muntenią, ale również pomiędzy Ukrainą, Mołdawią oraz Bułgarią na poziomie tranzytu kontynentalnego.

Zatwierdzone przez Rumunię projekty do realizacji w ramach Programu Transportu na lata 2021–2027 obejmują kluczowe z punktu widzenia tworzenia szlaku „Rail Intermarium" inwestycje modernizacyjne. Ich rezultatem ma być poprawa parametrów linii, takich jak dopuszczalna prędkość, nacisk na oś, długość składów czy przepustowość linii. W pierwszym rzędzie plan przewiduje modernizację oraz elektryfikację odcinka przygranicznego Korytarza Rumuńskiego Dărmănești – Vicșani, wraz modernizacją dalszego ciągu szlaku z odcinka z Suczawy do Ploieşti (odcinek z Ploieşti do Bukaresztu jest już zmodernizowany). Oba te projekty stanowiące fragment korytarza IX sieci bazowej TEN-T wybrane jako priorytetowe. Kluczowe znaczenie ma przebudowa i modernizacji odcinka linii kolejowej Dărmănești – Dorneşti – Vicsani Frontier o łącznej długości 34 km, co pozwoli na efektywne połączenie z siecią kolei ukraińskich. Ukończenie tej inwestycji umożliwi podniesienie prędkości dla pociągów pasażerskich do 160 km/h, a towarowych do 100 km/h. Wśród innych ważnych inwestycji odnotować należy naprawę główna, jaką planowana jest do portów w Gałaczu i Konstancy. I choć wśród zaplanowanych inwestycji nie ujęto kluczowego odcinka z Mărășești do Gałaczu (104 km), to oceniając zarówno stan jak i perspektywy modernizacji infrastruktury perspektywy rozwinięcia wysokoskalowego tranzytu szlakiem „Rail Intermarium" na obszarze Rumunii wyglądają bardzo obiecująco.

Podsumowanie - wnioski końcowe

Współpraca państw należących do Inicjatywy Trójmorza może być przyczynkiem do wypracowania rozwiązań, które będą elementem wzrostu ekonomicznej siły i cywilizacyjnego awansu regionu Europy Środkowo-Wschodniej. Głównym obszarem tej współpracy jest wymagająca wciąż wielkich inwestycji infrastruktura transportowa; zwłaszcza ta najbardziej zaniedbana - kolejowa. W oparciu o tą pochodzącą jeszcze z XIX wieku (i co najwyżej początku XX wieku) sieć nie uda się ukształtować nowoczesnych szlaków łańcuchów dostaw i wymiany towarowej. Postulowana wielokrotnie

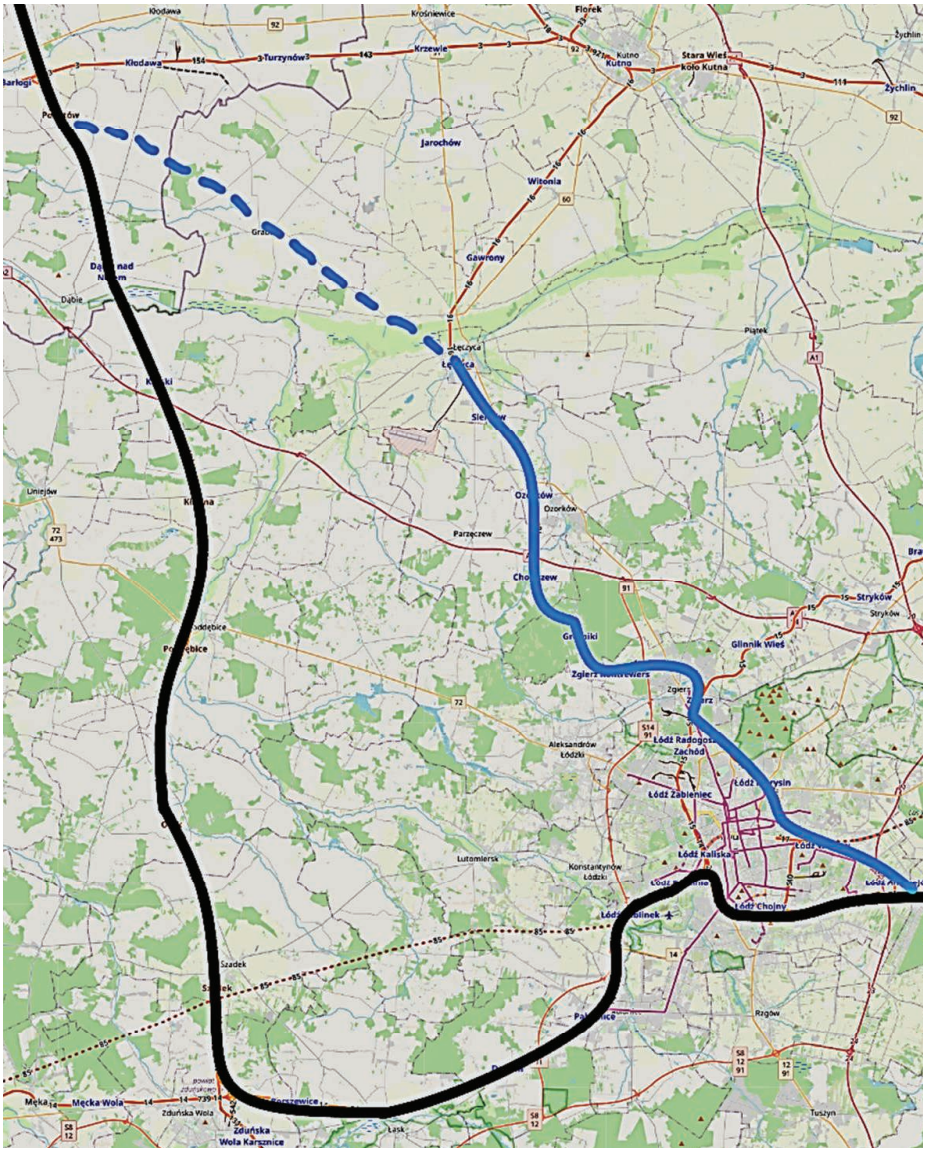


- - - - - - - - - Proponowane prace modernizacyjne i elektryfikacyjne - - - - - - - - - Proponowane prace modernizacyjne
- - - - - - - - - Proponowane prace renowacyjne - - - - - - - - - Zmodernizowana linia kolejowa

***14**. Mapy wschodniej części rumuńskiej sieci kolejowej obrazujące stan i perspektywy modernizacji tej sieci*

potrzeba zacieśnienia i ukonkretnienia współpracy państw należących do inicjatywy Trójmorza jest warunkiem koniecznym podjęcia efektywnych prac nad planem docelowego kształtu szlaków kolejowych w regionie Środkowo-Wschodniej Europy. Potrzeba jasno wyrażonego porozumienia politycznego partnerów regionu dotyczącego wyznaczania szlaków i podjęcia działań w kierunku fazy analiz i realizacji inwestycji.

Koncepcja nowego szlaku stawia również szereg wyzwań na przyszłość. Wskazany w artykule zakres inwestycji w infrastrukturę może bowiem w dalszej perspektywie okazać się niewystarczający. W perspektywie spodziewanego wzrostu natężenia ruchu na szlaku Rail Intermarium należałoby przeanalizować możliwości dalszej optymalizacji jego przebiegu. Warto na przykład wrócić do projektów budowy nowego wyjazdu z węzła łódzkiego w kierunku zachodnim i północnym, zwłaszcza pod kątem realizacji wysokoskalowych przewozów towarowych. W tym kontekście warto byłoby rozważyć budowę – liczącego około 30 km nowego odcinka linii kolejowej łączącego stację Łęczyca na linii nr 16 ze stacją Ponętów na linii 131, wraz z przebudową tejże stacji, by zapewnić niezakłócony i płynny ruch na pociągów po Magistrali Węglowej (poprzez odseparowanie ruchu pociągów jadących od strony łódzkiego węzła kolejowego w kierunku Poznania, od ruchu po Magistralą Węglową). Rezultatem takiej inwestycji byłoby nie tylko istotne skrócenie długości szlaku „Rail Intermarium" o ponad 40 km (oraz skrócenie czasu przejazdu przez węzeł łódzki), ale znacząco lepsze powiązanie aglomeracji łódzkiej z wiodącą przez Poznań do serca Niemiec linią E-20 (linia lk 3) stanowiącą główna oś kolejowej komunikacji z Polski do Niemiec. Obok inwestycji w infrastrukturę kolejową należy zwrócić uwagę na zagadnienie standaryzacji taboru i systemów transportowych, celem uzyskania efektów sieci i skali, charakteryzujących rozwiązania mające charakter standardu. Dotyczy to zwłaszcza specjalistycznego taboru dostosowanego do specyfiki przewożonych ładunków, a jednocześnie łączącego wysoka użyteczność tak w zastosowaniu cywilnych przewozach (komercyjnych), jak i spełniającego wymogi taboru dual use – w pełni użytecznego w zastosowaniu przewozów wojskowych. W tym kontekście należy widzieć wdrożenie przywołanej wcześniej konstrukcji wagonu do przewozu naczep autorstwa Wojskowej Akademii Technicznej. Zasadność takiego podejścia podkreślają wnioski i doświadczenia z wojny na Ukrainie przypominające o stałe, niesłabnącej i kluczowej roli kolei w przewozach wojskowych. Zarazem wskazują one na konieczność ścisłego współdziałania kolejarzy-transportowców z wojskiem w obszarze standaryzacji systemów transportowych, celem uzyskania postulowanych rozwiązań o wysokich walorach dual use. ◄



***15**. Przebieg szlaku Rail Intermarium przez o0bszar łódzkiego węzła kolejowego w wariancie startowym (kolor czarny) i wariancie rozwojowym (kolor błękitny) po realizacji inwestycji modernizacyjnych i budowy odcinka Łęczyca-Ponętów (linia przerywana)*

Materiały źródłowe

[1] https://www.swp-berlin.org/10.18449/2022C64/

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Structure_of_the_Romanian_Land_Forces

[3] https://www.thesun.co.uk/news/26799324/inside-plan-for-europe-largest-nato-base/

[4] https://pl.wikipedia.org/wiki/C%C4%83ile_Ferate_Rom%C3%A2ne

[5] https://www.mmediu.ro/categorie/planul-investitional-pentru-dezvoltarea-infrastructurii-de-transport/372

„Ku pamięci wybitnych kolejarzy"

"Większość ludzi zna nazwiska wybitnych pisarzy, malarzy, poetów czy polityków, zawód inżyniera jest niezauważalny, choć wkład techników w rozwój cywilizacji miał, ma szczególne znaczenie".

Aleksander Janiszewski

Dyrektor Generalny PKP w latach 1990 – 1996

Po II wojnie światowej do grona wybitnych znaczących projektantów kolejowych należy dopisać inż. Halinę Czerkawską, która zaprojektowała stację rozrządową Warszawa Główna Towarowa (Odolany), inż. Marię Ihnatowicz projektantkę stacji rozrządowej Szczecin Port Centralny. Obie Panie były absolwentkami Politechniki Warszawskiej z przed II wojny światowej.

W Centralnym Biurze Studiów i Projektów Budownictwa Kolejowego pod kierownictwem dyrektorów: Szajera, Nemeca, Basiewicza i Cebuloka opracowano szereg bardzo istotnych projektów, jak: Centralna Magistrala Kolejowa o parametrach V max 250 km/h. Generalnym Projektantem był inż. Benon Matyaszczyk, Linia Hutniczo-Siarkowa (szerokotorowa) Generalnym Projektantem był mgr inż. Józef Skorapski.

Nad projektami rozbudowy Warszawskiego Węzła Kolejowego czuwał Generalny Projektant dr Leszek Rudziński, który podobną funkcję pełnił dla Katowickiego Okręgu Kolejowego.

Ważne do 1980 roku stacje rozrządowe były projektowane przez inż. Stanisławę Papaj-Smolińską (stacja Czarnolesie) i Teresę Bany-Kowalską (stacja Warszawa Praga). Projektowanie sieci kolejowej w XIX i XX wieku było proste, bowiem potrzeby przewozowe stale rosły, jako efekt rozwoju przemysłu, miast, a możliwości przewozowe kolei były w tym czasie bezkonkurencyjne, wobec dyliżansu, wozu konnego, a nieco później samochodu. Dziś jest inaczej.

Na pamięć zasługuje dr inż. Ryszard Suwalski, twórca systemu SUW 2000 pozwalającego na płynne przejście, bez zmiany zestawów kołowych lub przeładunku z toru europejskiego (1435 mm) na tor szeroki (1520 mm).

Duży wpływa na optymalny rozwój transportu kolejowego mieli liderzy resortu komunikacji, jak między innymi Minister Mieczysław Zajfryd – Dyrektor Departamentu Inwestycji Ministerstwa Komunikacji, inż. arch. Edward Kopciński, którzy rozumieli problemy transportu i wiedzieli do czego ma służyć. Idee i pomysły były sprawdzane przez fachowców, co do ich realności i potrzeby.

Przeciętnemu obywatelowi słowo „kolejarz" kojarzy się z konduktorem w pociągu, dyżurnym ruchu lub czasami z maszynistą, innych pracowników kolejowych obywatel nie zna i z większą łatwością wymieni nazwisko jakiegoś generała niż kolejarza.

A przecież w XIX wieku, w wieku pary i elektryczności, budowniczowie i eksploatatorzy pierwszych linii kolejowych należeli do ludzi tworzących nową erę w dziedzinie komunikacji.

Można chyba śmiało zacytować opinię z połowy XIX wieku, że Stephenson zrobił więcej dla cywilizacji niż. Aleksander Macedoński, Napoleon Bonaparte czy Bismarck.

Prekursorzy nowego środka transportu narażeni byli na ataki społeczeństwa, prasy, fachowców, a nawet wojskowych. Na przykład Napoleon uważał kolej za pomysł nierozważny.

Przy tyczeniu pierwszej linii kolejowej w Anglii „geometrzy", jak w tym czasie nazywano geodetów zostali uznani jako kłusownicy i straż leśna miała prawo do nich strzelać.

W parlamencie angielskim wysuwano przeciw wprowadzeniu kolei najfantastyczniejsze sprzeciwy, posłowie twierdzili, że „krowy nie będą chciały się paść, kury nie będą się nieść, dym zatruje bażanty, domy znajdujące się w pobliżu toru spłoną i ich mieszkańcy spalą się żywcem….., kotły parowozów będą wybuchały i pasażerowie będą rozrywani na kawałki."

Zanim jednak można się było w ogóle w tej sprawie wypowiadać musiał być przygotowany grunt pod powstanie kolei. Grunt ten stworzyli twórcy maszyny parowej, a więc Francuz Papin, Anglicy Jakub Watt, Arkwright i wreszcie Trevithick konstruktor niedoskonałej co prawda ale pierwszej lokomotywy zwanej Tramwagon-Trevithick.

Trevithick już w 1800 roku zbudował i w 1804 roku puścił w ruch lokomotywę, która jednak nie nadawała się do normalnej eksploatacji.

Nakładanie się doświadczeń Watta, jego pomocnika Murdocka, który już w 1786 roku wykonał działający model parowozu wysokości ok. 60 cm, z kotłem ogrzewanym lamką spirytusową i ucznia tego ostatniego, wspomnianego wyżej Trevithicka umożliwiło Jerzemu Stephensonowi skonstruowanie lokomotywy i uruchomienie w roku 1825 pierwszej linii kolejowej Stockton – Darlington.

Jerzy Stephenson urodził się w Anglii w małej osadzie okręgu węglowego w roku 1781. Ojciec jego był palaczem obsługującym maszynę do pompowania wody z kopalni. Niskie zarobki ojca i liczne rodzeństwo nie pozwoliły Stephensonowi na korzystanie z nauki w szkole, gdyż już jako dziecko zmuszony był pracować zarobkowo. Pracując początkowo jako pomocnik palacza, potem palacz i wreszcie jako maszynista (oczywiście nie kolejowy) stał się dobrym mechanikiem. Zdobycie znajomości czytania im pisania ułatwiło mu uzupełnianie wiedzy i umożliwiło intensywne rozszerzenie jego zainteresowań. Ponieważ mieszkał w okręgu węglowym, problem odwozu węgla z kopalni do rzeki skierował zainteresowania Stephensona w kierunku zastąpienia mało wydajnego transportu szynowego z końmi jako siłą pociągową – innym ciągnikiem.

rej Stephenson dał nazwę lokomotywy i została ona skonstruowana w roku 1814. Próby z tą lokomotywą odbywały się na torze kopalnianym i pracować ona miała dla kopalni.

W roku 1819 zwrócono się do Stephensona z propozycją opracowania planu zmiany trakcji kolejki z konnej na parową. Kolejka ta (dziś nazwalibyśmy ją przemysłową) została otwarta w roku 1822. W tym czasie Stephenson nawiązuje kontakt z Edwardem Pease, człowiekiem bardzo zamożnym i przedsiębiorczym. Pease postanowił zbudować tor w Witton do Stockton i stworzył towarzystwo, które go miało budować. Projekt ten wywołał gwałtowne sprzeciwy i parlament nie zatwierdził go. Pease był jednak człowiekiem o niezmordowanej energii i zaproponował następny projekt – budowę toru kolejowego z Stockton do Darlington. Projekt ten również napotkał na opory ze strony opinii publicznej opowiadającej się za istniejącą równolegle koncepcją budowy kanału. Pease jednak rozumiał przewagę linii kolejowej nad transportem wodnym przede wszystkim w szybkości przewozu.

W tym czasie Stephenson, pragnąc zastosować swoje parowozy na szerszą skalę zaproponował Pease'owi swoje usługi, przekonując go o wyższości parowozu nad ….końmi.

Stephenson pomimo, że poprzednio opatentował typ szyn z lanego żelaza, zdecydował się w wyniku doświadczeń na szyny z żelaza kutego, co pozbawiło go poważnych dochodów z tytułu patentu.

W dniu 27 września 1825 roku otwarto linię kolejową Stockton – Darlington, której twórcą był Jerzy Stephenson. W cztery lata później – 6 października 1829 roku koło Reinhol w trakcie konkursu J. Stephenson udowodnił bezspornie, że jego lokomotywa „Rocket" jest najlepsza i potwierdził swój prymat w tej dziedzinie.

Do zasług Stephensona, a także jego syna Roberta należy dorzucić rozwiązywanie problemów związanych z budową pierwszych linii kolejowych. Problemy te związane były z ogromnymi robotami ziemnymi, budową tunel, odwodnieniem, a także ze zwalczaniem oporu społeczeństwa, które nie rozumiało jeszcze korzyści, jakie przyniesie mu nowy środek transportu.

Jerzy Stephenson reprezentował genialną koncepcję popartą praktycznym umysłem i wolą czynu, co w sumie pozwoliło mu na dokonanie wspaniałego skoku cywilizacji, jakim stał się transport kolejowy.

W dziesięć lat uruchomienia pierwszej na świecie linii kolejowej podjęta została inicjatywa budowy linii kolejowej na ziemiach polskich.

Inicjatorem tego projektu był Polak Henryk hr. Łubieński. Łubieński urodził się w 1793r., studiował w Paryżu, był posłem na Sejm Królestwa Kongresowego, a w roku 1835 – Wiceprezesem banku Polskiego. Bankiem Polskim kierował w tym czasie książę Franciszek Drucki-Lubecki i działalności tego Banku Królestwo Kongresowe zawdzięczało wielki jak na te czasy rozwój gospodarczy.

Do kompetencji Henryka Lubieńskiego należały w dyrekcji banku sprawy górnictwa i projekt budowy – jak się w tym czasie mówiło – drogi żelazne. Wysunął on w celu ułatwienia dowozu węgla i soli z Zagłębia Dąbrowskiego i Wieliczki do reszty Królestwa Kongresowego. Propozycje swoje Łubieński przedstawił Dyrekcji Banku Polskiego w styczniu 1835r. i spotkał się z poparciem. Zainteresowały się nimi również sfery handlowe, a przede wszystkim znany warszawski przemysłowiec

– Piotr Steinkeller.

Henryk Lubieński wraz ze swoim bratem Tomaszem i Piotrem Steinkellerem zorganizowali w celu budowy drogi żelaznej towarzystwo akcyjne, którego ten ostatni był głównym akcjonariuszem, i które sam przede wszystkim finansował.

Projektowana linia kolejowa miała połączyć Warszawę z Zagłębiem węglowym i przeznaczona miała być wyłącznie do przewozu towarów. Trzeba przyznać, że projekt budowy 254-kilometrowej linii kolejowej był przedsięwzięciem bardzo śmiałym i trafnym, rozpoczynającym epokę burzliwego rozwoju transportu kolejowego. Dowodem tego jest fakt, że dziś „Droga Warszawsko-Wiedeńska", czyli po prostu linia Warszawa – Katowice należy do najpoważniejszych i najsilniej obciążonych magistrali w naszym kraju.

Projektantami pierwszej linii kolejowej w Polsce byli: Stanisław Wysocki (naczelny inżynier Banku Polskiego) oraz inż. Urbański, którzy opracowali dwa warianty trasy linii.

Do realizacji wybrano projekt Stanisława Wysockiego, który został potem naczelnym inżynierem budowy.

W tym samym czasie na terenie zaboru pruskiego, doceniając znaczenie budowy linii kolejowej, społeczeństwo Wielkopolski pod przewodnictwem marszałka Sejmu Prowincjonalnego Stanisława Ponińskiego, już w roku 1842 zamierzało podjąć - pomimo oporu władz – inicjatywę budowy kolei w poznańskim.

Wszystko to świadczyło, że transport kolejowy na ziemiach Polski znalazł zrozumienie i poparcie społeczeństwa. Przykładem była postawa wybitnego przemysłowca i bankiera warszawskiego Leopolda Kronenberga, który odbiera z rąk kapitało niemieckiego kolej warszawsko-wiedeńską i przekazuje ją Polakom.

Ta atmosfera na pewno wpłynęła na fakt, że właśnie naród polski wydał tylu wybitnych budowniczych linii kolejowych.

Wybitną postacią był Ernest Malinowski, który był również inicjatorem budowy kolei, tylko, że w Peru. Życie jego może być tematem filmu przygodowego. Jako młody chłopiec wraz z ojcem i dwoma braćmi bierze udział w Powstaniu Listopadowym. Walczy w słynnym Czwartym Pułku Piechoty pod Olszynką Grochowską. Po powstaniu wraz z całą rodziną emigruje do Francji, gdzie kończy z wyróżnieniem słynną paryską Szkołę Dróg i Mostów. Kolejnictwo jest w tych latach dziedziną młodą, ale i atrakcyjną. W okresie Wiosny Ludów Malinowski walczy w Badenii o wolność ludów.

W roku 1851 republika Peru, która niedawno uzyskała niepodległość, szuka zdolnego, doświadczonego inżyniera budowy kolei, dróg i mostów. Wybór pada na Ernesta Malinowskiego, przed którym otwiera się „wielka przygoda". W Limie – stolicy Peru – Malinowski otrzymuje zadanie zbadania stanu dróg i mostów, co pozwala mu na poznanie kraju i ludzi. Głównym bogactwem Peru jest w tym czasie naturalny nawóz fosforowy – guano, jednak brak nowoczesnego transportu hamuje wzrost eksportu. W ciągu pierwszych dziesięciu lat projektuje i buduje drogi, mosty oraz linie kolejowe o stosunkowo niewielkim znaczeniu i łatwe technicznie.

W roku 1862 Malinowski w czasie dłuższej podróży w głąb kraju wpada na pomysł budowy najwyższej kolei świata – przez Andy. Linia ta ma połączyć bogatą prowincję Montanię, leżącą po wschodniej stronie gór, a nie posiadającej żadnego połączenia z resztą kraju – z portem Callao i ze stolicą Limą.

Pomysł przekroczenia pasma górskiego o wysokości sięgającej 7 000 metrów wydaje się nierealny. Inżynierowie angielscy, uważani za największych specjalistów w dziedzinie kolejowej, którym dano projekt do przestudiowania uznali go za niewykonalny.

Malinowski jednak przezwycięża opór władz, w czym pomagają mu Hiszpanie, którzy postanowili odzyskać siłą utraconą bogatą kolonię. Ernest Malinowski przerzuca się na sztukę wojenną (w czym pomaga mu Polak, inżynier, uczestnik powstania styczniowego Edward Habich), fortyfikuje port Callao, w którym mają lądować Hiszpanie. Awantura wojenna kończy się klęską floty hiszpańskiej i sukcesem obu Polaków, a Malinowski może wrócić do projektu linii kolejowej transandyjskiej. Przy opracowaniu projektu szczegółowego współpracują z nim również inżynierowie Polacy, jak Władysław Kluger, Ksawery Wakulski, Władysław Folkierski, Aleksander Miecznikowski i wspomniany już Edward Habich.

Długość projektowanej linii miała wynosić 218 kilometrów, a na trasie jej miano wybudować 80 mostów, wiaduktów i tuneli. Największym oczywiście problemem było wzniesienie linii kolejowej na wysokość prawie 5 000 metrów. Przewidywane trudności techniczne powodowały ostre dyskusje i sprzeciwy natury już tylko technicznej, które Malinowski obala, tak że projekt jego zostaje przyjęty.

O trudnościach, jakie miała napotkać budowa świadczy fakt, że przy jej trasowaniu na pewnych odcinkach trzeba było używać haków, lin, czekanów w celu przejścia przyszłej trasy.

W roku 1872 rozpoczęła się właściwa budowa i tu znowu Malinowski jako kierownik techniczny budowy wykazał się daleko idącą dalekowzrocznością. Robotnicy otrzymywali wysokie wynagrodzenie, zorganizowano wyżywienie i opiekę lekarską, co w tych czasach było dużą nowością. Wyrobiło mu to opinię niebezpiecznego „radykała", który demoralizuje robotników. Dzięki temu jednak, pomimo ciężkich warunków budowy (śnieżne zamiecie, lawiny, obsuwanie się skał, rozrzedzone powietrze itp.) odcinek Callao – Lima – Oroyo, a więc najtrudniejszy odcinek został wykonany w ciągu 6 lat. W toku budowy wykonano 50 wysokich mostów (niektóre z nich miały filary 50 – 70 metrowe, co było w tym czasie rekordowe), 35 tuneli o łącznej długości 6 kilometrów, a samo przekroczenie szczytów And wymagało budowy tunelu na wysokości 4 768 metrów.

Ernest Malinowski nie dokańcza swego dzieła, ponieważ wypadki gospodarczo-polityczne zmuszają go jako „cudzoziemca znanego ze swych niebezpiecznych przekonań" (opinia dyktatora Pieroli, który w tym czasie dochodzi do władzy w Peru) do przeniesienia się do sąsiedniego Ekwadoru.

W Ekwadorze buduje drogi i koleje, a po upadku dyktatora Pieroli wraca do Peru, gdzie obejmuje stanowisko głównego inspektora kolei. Na tym stanowisku pozostaje do końca swego długiego życia. Umiera w roku 1899.

Ernest Malinowski był bezsprzecznie najwybitniejszym inżynierem kolejowym drugiej połowy XIX wieku. Problemy, które musiał pokonać w trakcie budowy linii transandyjskiej, jak niespotykane przedtem wzniesienie trasy 45‰, budowa tuneli i mostów w bardzo trudnych warunkach, wymagały twórczej pracy teoretycznej, która została zapisana na stałe w dziejach budowy kolei.

W tym czasie na terenach byłego Królestwa Kongresowego działa inż. Adam Świętochowski, co do którego brak jest szerszych informacji. W historii kolejnictwa zapisał się jako projektant pierwszej w Polsce pochylniowej stacji rozrządowej w Łazach.

Świętochowski projektując stację Łazy genialnie wykorzystał wododział, uzyskując przy bardzo małych robotach ziemnych profil dla stacji pochylniowej.

Osobną i bardzo znakomitą historię stanowią polscy absolwenci Instytutu Inżynierów Komunikacji w Petersburgu. Instytut ten miał wśród profesorów Polaków, jak generał inżynier Stanisław Kierbedź, słynny budowniczy pierwszych w Europie mostów stalowych, a także jednej z linii kolejowych na terenie Rosji, Józef Głuszyński, a w późniejszych latach Feliks Jasiński, Stanisław Kunicki, Mieczysław Szystowski, Stefan Gałęzowski, Albert Czeczot i inni.

Aleksander Wasiutyński urodził się w 1859 roku i sam również ukończył w roku 1884 Instytut Inżynierów Komunikacji w Petersburgu. W pierwszym okresie swojej działalności był inżynierem budowy drogi żelaznej Łuniniecko-Homelskiej i Siedlecko-Małkińskiej. Później zaczyna pracować na Kolei Warszawsko-Wiedeńskiej, prowadząc równolegle badania naukowe z dziedziny hydrotechniki i budowy nawierzchni kolejowej. W roku 1898 zorganizował na Kolei Warszawsko-Wiedeńskiej stację doświadczalną nad budową nawierzchni, a rok później broni w Instytucie Inżynierów Komunikacji rozprawy na temat „Obserwacje nad odkształceniami sprężystymi toru kolejowego". Otrzymuje stopień naukowy adiunkta Instytutu – doktora nauk inżynierskich. W uznaniu zasług na polu naukowym odznaczony został m. in. W 1900 roku Złotym Medalem na wystawie w Paryżu za metody badań nad torem kolejowym. Od 1901 roku zaczyna wykładać w Instytucie Politechnicznym Warszawskim.

Aleksander Wasiutyński deklaruje się również jako patriota i społecznik. W okresie walk młodzieży akademickiej o prawa narodowe (1905-1906) broni tych praw w Radzie Instytutu, domagając się prowadzenia wykładów w języku polskim.

Po odzyskaniu niepodległości po I wojnie światowej Aleksander Wasiutyński oprócz pracy dydaktycznej na Politechnice Warszawskiej działa jako Przewodniczący Komisji do Spraw Przebudowy Węzła Kolejowego Warszawskiego – projektuje węzeł warszawski.

Cofając się jeszcze do XIX wieku należy wspomnieć inżyniera Stanisława Rawicza Kosińskiego długoletniego kierownika budowy rozmaitych linii kolejowych, który wsławił się budową największego w tym czasie mostu sklepionego kamiennego o rozpiętości 65 metrów i 28 metrowej wysokości. Most ten był wybudowany na terenach byłego zaboru austriackiego na rzece Prut niedaleko Jaremcza.

Do bardziej znanych absolwentów Instytutu zalicza się również inżyniera Juliana Eberhardta. Zdobył on duża praktykę przy budowie kolei na terenie Rosji, uczestnicząc między innymi w rozbudowie drogi żelaznej Usuryjskiej. Praktykę tę wykorzystał po powrocie do kraju. W okresie przed I wojną światową bierze udział w studiach nad budową drogi żelaznej Warszawsko-Kaliskiej, a następnie studiuje i projektuje przebudowę węzła warszawskiego. W okresie powstania Państwa Polskiego Julian Eberhardt zajmuje się organizowaniem resortu komunikacji, którym przez pewien czas kieruje.

W okresie międzywojennym w historii kolei polskich zapisał się między innymi profesor Roman Podoski, pionier elektryfikacji kolei w Polsce – przede wszystkim elektryfikator Węzła Warszawskiego.

Wielu pracowników PKP pamięta inżyniera Ignacego Ciszewskiego, pracującego ofiarnie aż do samej śmierci przy budowie Węzła Warszawskiego, a szczególnie przy moście i tunelu linii średnicowej.

Wybitną postacią kolejnictwa był inż. Józef Nowkuński żyjący w latach 1868 – 1952.

Nowkuński rozpoczął studia w roku 1890 na Wydziale fizyko-matematycznym Uniwersytetu Petersburskiego, skąd wydalono go za zbyt liberalne poglądy. Przenosi się na Uniwersytet Kijowski, który kończy z tytułem kandydata nauk matematycznych. Następnie podejmuje studia w Petersburskim Instytucie Technologicznym, skąd przechodzi do Instytutu Inżynierów Komunikacji. Jako wysoko ceniony fachowiec do roku 1912 bierze udział w opracowywaniu projektów, względnie budowie linii kolejowych na terenie Rosji, a w Polsce buduje linię Częstochowa – Zduńska Wola i Łódź – Wieruszów.

Jest cenionym fachowcem na terenie nowopowstałej Republiki Radzieckiej, gdzie stoi na czele zarządu budowy kolei Związku Radzieckiego.

W roku 1923 wraca do kraju, gdzie buduje pierwszą na większą skalę linię kolejową Kalety – Podzamcze.

Najbardziej Józef Nowkuński zapisał się w historii kolei polskich budową najdłuższej linii kolejowej Śląsk – Gdynia, czyli magistrali węglowej.

Równolegle z zasługami na polu budowy kolei Nowkuński zapisał się jako teoretyk i naukowiec.

Budowa jednej z nowocześniejszych przed wojną stacji rozrządowych w Gdyni wiąże się z jej projektantem mgr inż. Zbigniewem Modlińskim.

rozwoju kolei skończyła się i coraz trudniej znaleźć pole do popisu dla ludzi wybitnych pracujących w resorcie komunikacji.

Pracownicy kolei zapisali się również chlubnie w historii walk naszego narodu o wolność.

W okresie Powstania Styczniowego kolejarska organizacja powstańcza odegrała – jak stwierdzają ówczesne dokumenty rosyjskie – bardzo dużą rolę w zaopatrywaniu oddziałów powstańczych oraz w utrzymaniu łączności między nimi.

Trwale w historii powstania zapisał się inżynier Witold Marczewski, naczelnik wydziału technicznego kolei warszawsko-wiedeńskiej, zajmujący jedno z czołowych stanowisk jeszcze przed wybuchem powstania w Centralnym Komitecie narodowym. Marczewski został aresztowany i zesłany na Syberię.

Drugą postacią związaną z powstaniem i pośrednio z koleją była Karolina Kraszewska, żona konduktora kolejowego. Pracowała ona przy odbijaniu i ekspediowaniu tajnego pisma Centralnego Komitetu Narodowego. Została aresztowana podczas rewizji w tajnej drukarni i swoją odważną postawą w śledztwie i przed sądem zyskała szacunek zaborców.

Piękną postawą zapisali się również kolejarze w okresie przejmowania kolei z rąk zaborców w roku 1918, występując czynnie przeciwko oporowi – przede wszystkim Niemców.

W okresie powstań śląskich ogromne zasługi ponieśli kolejarze w walce o utrzymanie ruchu kolejowego w celu dowozu amunicji i żywności dla wojsk powstańczych. Działalność kolejarzy przejawiała się również w walce zbrojnej, czego wyrazem były liczne pociągi pancerne, a między innymi pociąg pancerny pod nazwą „Śląsk".

Znany nam jest dobrze udział kolejarzy w ruchu oporu w okresie okupacji hitlerowskiej. Stworzyli konspiracyjną administrację kolejową oraz prowadzili poważną w skutkach akcję sabotażową. Przykładem działalności dywersyjnej pracowników PKP była m.in. wagonownia Grochów, gdzie jej były naczelnik inż. Bolesław Jarmużyński i tapicer Nowosielski, zakładając bomby zegarowe wysadzali pociągi jadące na zachód.

Jedną z pierwszych ofiar okupacji hitlerowskiej był wybitny pracownik kolei okresu międzywojennego inż. Stanisław łaguna – zastrzelony w Palmirach.

Minęło prawie 150 lat od powstania pierwszej linii kolejowej, ale brak jest historii jej powstawania i rozwoju. Wynika to z pozornie małej atrakcyjności tematu. Cóż – wojny są ciekawsze.

REKLAMA

GOLDSCHMIDT
Smart Rail Solutions

RAILPROFILE 2D

LASEROWY POMIAR PROFILU KAŻEGO RODZAJU SZYN ORAZ ROZJAZDÓW

Urządzenie obsługiwane jest przez aplikację na telefonie z systemem Android™.
Railprofile 2D mierzy pełny profil główki szyny oraz wylicza parametry dotyczące obszaru szlifowania. Dostępna jest również funkcja związana z pomiarem rozjazdu lub jego elementów. Urządzenie prezentuje wynik pomiaru bezpośrednio na ekranie aplikacji.

Więcej informacji na www.graw.com

www.goldschmidt.com

Partnerem wydarzenia był Samorząd Województwa Mazowieckiego

25 lat SAMORZĄDU WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO

WROCŁAWSKIE
DNI MOSTOWE
21–22.11.2024
DIAGNOSTYKA I UTRZYMANIE OBIEKTÓW MOSTOWYCH
WORKSHOP
20.11.2024
ANTYKOROZJA STALI I BETONU
Politechnika Wrocławska
WDM
wdm.pwr.edu.pl