

przeгляд[®] komunikacyjny

1-2
2025
rocznik LXXX
cena 60,00 zł
w tym 8% VAT



UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU



Torowiska tramwajowe o charakterze staromiejskim

80 lat
przeгляdu
komunikacyjnego

eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Torowiska tramwajowe o charakterze staromiejskim. Wpływ zmian na zgodność urządzeń typu przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego z obowiązującymi wymaganiami. Perspektywy rozwoju infrastruktury do przewozów intermodalnych do 2030 roku. Konserwacja wiaduktów drogowych nad liniami kolejowymi w świetle obowiązujących przepisów. Problem obliczania podłużnej siły krytycznej w szynach toru bezстыkowego. Zaburzenia niskiej częstotliwości w środowisku elektromagnetycznym kolei - przepisy i zagadnienia teoretyczne stosowane w badaniach wykonywanych przez Instytut Kolejnictwa. Koncepcja Centralnego Laboratorium Kolei Dużych Prędkości

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 przysyłać 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 na 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 różnicowania 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 stylów, 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 przesyłać 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 bazie 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:

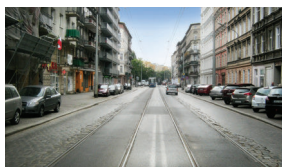
Małgorzata Skowronek

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.





Na okładce: "Torowisko tramwajowe „staromiejskie” w ul. Słowiańskiej we Wrocławiu (2019)" (fot.: Jacek Makuch)

Szanowni P.T. Czytelnicy

Przekazujemy kolejny numer Przeglądu Komunikacyjnego w Nowym 2025 roku. Jest to już osiemdziesiąty rok wydawania naszego czasopisma. Niewiele czasopism technicznych w Polsce może pochwalić się taką historią. Równocześnie chciałbym poinformować, że nasze czasopismo zostało docenione przez Ministerstwo Infrastruktury w formie listu zachęcającego do propagowania wśród pracodawców wiedzy jaką można czerpać z publikacji naszego czasopisma przez współodpowiedzialnych za edukację przyszłych kadr sektora kolejowego i tym samym ograniczenie efektu tzw. luki pokoleniowej i ograniczenie niedoboru specjalistów niezbędnych kolei. Niniejszy numer poświęcony jest infrastrukturze transportu szynowego. W pierwszym artykule Autor zaproponował autorską uproszczoną klasyfikację typów torowisk tramwajowych, wraz ze zdefiniowaniem ich podstawowych cech. Na przykładzie Wrocławia przedstawiono ewolucję systemu sieci tramwajowej pod kątem zmian stosowanych typów torowisk. Analizami objęto okresy: początkowy (tworzenia sieci), po zmianie państwowości miasta, pojawienia się kongestii oraz po wybudowaniu autostradowej obwodnicy. W kolejnym artykule Autor analizuje cykl życia urządzeń kolejowych przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego. Wskazuje na konieczność dokonywania zmian, zgodnie z obowiązującymi przepisami. W następnym artykule Autorzy analizują rozwój transportu intermodalnego w ostatnich 10 latach ze szczególnym uwzględnieniem lokalizacji i podstawowych parametrów terminali intermodalnych w Polsce. Opisane zostały propozycje potencjalnej lokalizacji nowych oraz rozbudowy istniejących terminali w kontekście planów inwestycyjnych linii kolejowych, jak również wdrożenia nowych technologii przewozów intermodalnych. W kolejnym artykule Autor przedstawił zakres koniecznych prac jakie musi wykonać zarządca infrastruktury kolejowej na wiadukcie drogowym znajdującym się nad linią kolejową. W publikacji wskazane zostały procedury jakimi należy się kierować aby ograniczyć procesy degradacyjne na wiadukcie. W kolejnym artykule Autorka omawia zagadnienia związane z wybočeniami torów bezстыkowych, które są coraz powszechniej stosowane w wielu krajach i są standardem na liniach kolejowych dużych prędkości. Zagrożeniem dla ich eksploatacji jest ryzyko wyboczenia bocznego przy obciążeniu ściskającymi siłami termicznymi. W pracy opisano wybrane problemy związane z obliczaniem podłużnej siły krytycznej, przy której następuje wyboczenie toru. Problem nabiera nowego znaczenia wobec postępujących zmian klimatycznych. Autorka zaproponowała algorytm pozwalający na ustalenie siły termicznej w torze oraz przybliżoną kontrolę lub dobór podstawowych parametrów toru w aspekcie ryzyka wyboczenia termicznego. W następnym artykule Autor omawia szereg teoretycznych i praktycznych problemów związanych z wykazaniem właściwej odporności urządzeń na zakłócenia elektromagnetyczne niskiej częstotliwości. Zaburzenia zawarte w napięciu zasilającym i w prądzie płynącym w sieci trakcyjnej i w sieci powrotnej generują zmienne pola elektryczne i magnetyczne, które oddziaływują na instalacje elektryczne i elektroniczne pojazdu trakcyjnego oraz systemy elektryczne i elektroniczne instalowane wzdłuż sieci kolejowej w obszarze kolei jak i poza tym obszarem. W ostatnim artykule przedstawiono koncepcję realizacji projektu związanego z uruchomieniem centralnego laboratorium kolei dużych prędkości. Obecnie zachodzące zmiany technologiczne, gospodarcze i związane z tymi zmianami inwestycje wymuszają utworzenie nowoczesnego zaplecza badawczego – dydaktycznego przygotowującego specjalistów realizujących zadania dla kolei dużych prędkości.

W numerze także przegląd prasy technicznej oraz list Ministra wspomniany na wstępie.

Życzę naszym czytelnikom dobrej lektury

Redaktor Naczelny
Prof. Antoni Szydło

W numerze

Aktualności	2
Torowiska tramwajowe o charakterze staromiejskim Jacek Makuch	4
Wpływ zmian na zgodność urządzeń typu przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego z obowiązującymi wymaganiami Maciej Śmieszek	10
Perspektywy rozwoju infrastruktury do przewozów intermodalnych do 2030 roku Przemysław Brona, Robert Kruk, Beata Piwowar	18
Konserwacja wiaduktów drogowych nad liniami kolejowymi w świetle obowiązujących przepisów Michał Adam Żochowski	23
Problem obliczania podłużnej siły krytycznej w szynach toru bezстыkowego Danuta Bryja	28
Zaburzenia niskiej częstotliwości w środowisku elektromagnetycznym kolei - przepisy i zagadnienia teoretyczne stosowane w badaniach wykonywanych przez Instytut Kolejnictwa Juliusz Furman	34
Koncepcja Centralnego Laboratorium Kolei Dużych Prędkości Janusz Dyduch, Tomasz Perzyński	44
Informacje SITK RP	48

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

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

Partner:
Adam Bisek: konstruktor, wynalazca, przedsiębiorca i autor wielu innowacyjnych technologii i wdrożeń, wizjoner z wielką pasją lotnictwa i kosmonautyki, laureat wielu prestiżowych nagród i odznaczeń m. in. Wybitny Inżynier, Honorowy Złoty Inżynier, Błękitne Skrzydła, Złota Lotka, Brylantowa Lotka - delegat Polski w ONZ ds. zagospodarowania przestrzeni kosmicznej, organizator 5 zjazdów kosmonautów.

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 Kuźniowski, 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 Wroclawska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:
Antoni Szydło (Wrocław), Grzegorz Brychczyński (Warszawa), Marek Ciesielski (Poznań), Sylvia Capayowa (Bratysława), Antanas Klibaldičius (Wilno), Jozef Komačka (Žilina), Andrzej S. Nowak (Auburn University), Tomasz Nowakowski (Wrocław), Jacek Sebastian Paś (Warszawa), Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk), Wiesław Starowicz (Kraków), Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Tomasz Siwowski (Rzeszów), Jiri Strasky (Brno), Piotr Wrzeczoniarz (Wrocław), 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.

Kolejny duży odcinek drogi krajowej nr 45 pod Opolem zostanie przebudowany. Ogłoszono już przetarg

Mirosław Dragon, nto.pl, 3.01.2025

9 kilometrów drogi, nowe rondo i wiadukt nad linią kolejową - oto szczegóły inwestycji, która jeszcze w tym roku rozpocznie się na odcinku Zawada- Jełowa (w powiecie opolskim).

- Ogłosiliśmy przetarg na przebudowę 9-kilometrowego odcinka drogi krajowej nr 45 pomiędzy Zawadą i Jełową - informuje Agata Andruszewska z Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad w Opolu. - Po wyłonieniu wykonawcy i podpisaniu umowy planujemy rozpoczęcie prac w terenie. Odcinek drogi krajowej nr 45, który zostanie w najbliższych latach przebudowany, rozpoczyna się za rondem w Zawadzie i po zakończeniu budowy połączy się z przebudowywanym obecnie 11-kilometrowym odcinkiem drogi Jełowa – Bierzany (...).

Duża inwestycja na koniec roku. Podpisano umowy na zakup 5 nowych pociągów dla Opolskiego

Łukasz Biernacki, nto.pl, 31.12.2024

W ostatni dzień 2024 roku władze województwa opolskiego oficjalnie zamówiły 5 nowych taborów kolejowych. Ta warta ponad 200 milionów złotych inwestycja ma pozwolić pasażerom z regionu przemieszczać się pociągami częściej i w lepszych warunkach. Na jej pełną realizację przyjdzie nam jednak poczekać 4 lata. Zamówienie zawierać będzie dwa 4-członowe i trzy 3-członowe elektryczne zespoły trakcyjne. Umowy na jego realizację podpisano z największym w Polsce producentem pojazdów szynowych spółką PESA Bydgoszcz. Koszt produkcji pociągów wyniesie około 202 milionów złotych brutto i zostanie pokryty w większości z programu Fundusze Europejskie dla Opolskiego 2021-2027 (...).

Nowa droga na Dolnym Śląsku połączy autostradę A4 z drogą S5. Są projekty i wizualizacje

Michał Perzanowski, Gazeta Wrocławska, 2.01.2025

Na Dolnym Śląsku powstanie nowy łącznik, który połączy autostradę A4 z drogą S5. Część odcinków tej drogi istnieje już od kilku lat, jednak realizacja obecnych projektów pozwoli stworzyć spójną trasę, która ułatwi podróż kierowcom z miejscowości pod Wrocławiem. Burmistrz Obornik Śląskich otrzymał projekt budowy obwodnicy miasta – kluczowego elementu inwestycji, która ma połączyć autostradę A4 z trasą S5. Dokumentacja projektowa zadania "Skomunikowanie A4 z S5 - budowa Obwodnicy Obornik Śląskich" została przekazana przez wrocławską firmę PROWAY (...). Obwodnica ma mieć 6,5 km długości i będzie przebiegać w ciągu drogi wojewódzkiej nr 340, łącząc Wołów z Trzebnicą.

Nowa trasa rozpocznie się rondem między Rościszewicami a Jarami, ominie Oborniki Śląskie od południa, przetnie tory kolejowe oraz trasę prowadzącą na Wrocław, a następnie zakończy się przed Wilczynem (...).

Tak pojedzie metro w Krakowie. Znamy szczegółowe plany przebiegu tunelu pod centrum miasta i przystanków

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 9.01.2025

Władze Krakowa przygotowują się do budowy metra. Mieszkańcy mogą zgłaszać uwagi do raportu o oddziaływaniu inwestycji na środowisko. Dokument wskazuje przebieg tunelu pod centrum Krakowa oraz miejsca, gdzie mają powstać podziemne przystanki. - Trasa pierwszego, centralnego odcinka metra została już wyznaczona i prowadzi od ronda Młyńskiego do Akademii Górniczo-Hutniczej. Jest ona zgodna z trasą, dla której procedowany jest obecnie wniosek o decyzję środowiskową dla pierwszego etapu - informują w krakowskim magistracie (...). Analizowany odcinek trasy wynosi ok. 6,13 km, w tym odcinek tunelowy o długości ok. 5,3 km oraz naziemny o długości ok. 0,82 km. Na trasie inwestycji zlokalizowanych ma być 6 przystanków (w tym 5 przystanków podziemnych i 1 naziemny) oraz 9 obiektów technologicznych (wentylatornie i wyjścia ewakuacyjne) umiejscowionych wzdłuż podziemnego odcinka (...).

Krakowskie MPK planuje duże zakupy. Miasto ma się wzbogacić o 300 nowych autobusów i 90 tramwajów

Marcin Banasik, Gazeta Krakowska, 5.01.2025

Podsumowanie 2024 roku zaczynamy od ogłoszonych przez MPK w mijającym roku planów zakupowych. Obejmowały one w sumie dostawę prawie 300 nowych autobusów z różnym napędem. Przewoźnik chce też kupić do 90 nowych tramwajów. Jeżeli ta inwestycja zostanie przynajmniej w części zrealizowana z krakowskich ulic znikną wszystkie wysokopodłogowe tramwaje. Ogłoszone przez krakowskiego przewoźnika przetargi dotyczyły zakupu: 245 pojazdów z silnikami spełniającymi najwyższą normę ochrony środowiska Euro 6, 32 autobusów elektrycznych, 10 autobusów zasilanych wodorem. MPK w Krakowie ogłaszało przetargi nie tylko na dostawę nowych autobusów, ale także nowych tramwajów. Trzy takie postępowania ogłoszone w 2024 roku dotyczyły zakupu w sumie do 90 nowych tramwajów, w tym jednokierunkowych i dwukierunkowych o długości ponad 30 m oraz jednokierunkowych o długości ponad 40 m (...).

PKP LHS zmodernizuje podkarpacki odcinek kolei szerokotorowej

Andrzej Płęs, nowiny24.pl, 9.01.2025

Wyższe bezpieczeństwo pracy, krótszy czas przyjmowania i odprawiania składów, możli-

wość zwiększenia liczby przewozów i... przygotowanie na stały tranzyt towarowy między Azją i Europą – takie są cele inwestycji w podkarpacki odcinek kolei szerokopasmowej. Nim w Ukrainie wybuchła wojna, Linią Hutniczą Szerokopasmową od Sławkowa po granicę kazachsko – chińską odbywał się regularny tranzyt towarowy, w 2020 r. do stacji Sławków LHS dotarło 35 pociągów kontenerowych nadanych w Chinach. Dyrekcja PKP LHS z wybuchem wojny nie przestała dostrzegać potencjału w tej traktacji, która w przyszłości może stać się częścią Jedwabnego Szlaku, łączącego Europę z Państwem Środka. To jeden z powodów, dla których podjęto decyzję o modernizacji 100 kilometrowego odcinka podkarpackiego od Baranowa Sandomierskiego po Nisko (...).

8 innowacyjnych i ekologicznych autobusów trafi do GZM-u. Powstanie też 7,5 km nowych велоstrad.

To inwestycja za ponad 72 mln zł

Bartosz Żołnierczyk, Dziennik Zachodni, 8.01.2025

Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia za ponad 72 mln zł zakupi 8 nowych autobusów o napędzie elektrycznym oraz 4 ładowarki plug-in, które zostaną przekazane do PKM Świerklaniec. Pieniądze te zostaną też wykorzystane na budowę odcinków велоstrad nr 6 Katowice - Mysłowice o dł. 4,4 km oraz nr 3 Tychy – Katowice o dł. 3,1 km wraz z infrastrukturą towarzyszącą. W sumie do związku w najbliższym czasie, dzięki innym projektom, ma trafić 89 nowoczesnych i ekologicznych autobusów (...). Końcowy termin realizacji projektu to marzec 2027 roku. Dodatkowo GZM prowadzi właśnie przetarg na zakup 31 elektrycznych autobusów i uruchomienie 20 ładowarek, które w pierwszej połowie 2026 r. trafią do PKM Gliwice, Katowice, Sosnowiec i Świerklaniec (...).

Ponad 3 miliony za sztukę. Lubelskie MPK będzie miało 20 nowych pojazdów

Artur Jurkowski, Kurier Lubelski, 2.01.2025

20 autobusów wodorowych pojawi się w taboryze lubelskiego MPK. Na kupno nowych pojazdów komunalna spółka wyda prawie 64 mln zł. 20 autobusów wodorowych wyjedzie na ulice Lublina. MPK wybrało właśnie firmę, która dostarczy pojazdy. Chodzi o spółkę Arthur Bus. - Spółka Arthur Bus na dostawę nowych autobusów będzie miała 12 miesięcy od czasu podpisania umowy. Zamawiane pojazdy będą niskopodłogowe i przystosowane do przewozu osób z niepełnosprawnościami, będą mieć 12 metrów długości i pomieszczą w sumie 70 pasażerów, w tym 27 na miejscach siedzących – informuje Weronika Opasiak, rzecznik prasowy MPK Lublin. Autobusy będą wyposażone w monitoring, głosową zapowiedź przystanków, tzw. ciepłe guziki oraz system do zliczania pasażerów, a także automaty do sprzedaży biletów akceptujące wylączenie płatności bezgotówkowe (...).

Kolejne autobusy elektryczne będą wozić podróżnych w Zduńskiej Woli

Włodzimierz Rychliński, Dziennik Łódzki, 8.01.2025

Dwa nowe niskopodłogowe autobusy elektryczne o długości ok. 9 - 10,5 m. trafią do Zduńskiej Woli w przyszłym roku. Będą przystosowane do przewozu osób z niepełnosprawnościami i pasażerów podróżujących z wózkami dziecięcymi. Zajezdnia zduńskowolskiego przewoźnika wyposażona zostanie także w dwustanowiskową ładowarkę typu plug-in o mocy 120 kW, nową stację transformatorową oraz panele fotowoltaiczne służące produkcji energii z Odnawialnych Źródeł Energii do zakupionych ładowarek i pojazdów elektrycznych. Nowe autobusy mają się przyczynić nie tylko do poprawy jakości podróży, ale także powietrza i ograniczenia emisji szkodliwych gazów na terenie miasta. Na realizację tego zadania przedsiębiorstwo ma otrzymać dofinansowanie. Wyniesie ono ponad 5,5 mln zł (...).

Solaris i Mercedes chcą dostarczyć do Opoli kolejne autobusy elektryczne

Sławomir Draguła, nto.pl, 12.01.2025

Jak informuje Miejski Zakład Komunikacyjny w Opolu, Solaris zaproponował wykonanie zadania za nieco ponad 30,5 miliona złotych. Mercedes zaś proponuje dostarczenie pojazdów i infrastruktury za ponad 36,5 milionów. Mercedes i Solaris chcą dostarczyć kolejne autobusy elektryczne do Opoli. Miejski Zakład Komunikacyjny stworzył oferty w przetargu na zakup nowych ekologicznych pojazdów (...). Projekt, który jest dofinansowany z funduszy unijnych, zakłada zakup ośmiu kolejnych autobusów o napędzie elektrycznym. Mają być one zasilane bateriami o pojemności 300 kWh. Wozy mają mieć po 12 metrów długości. Dodatkowo ma zostać także zbudowana pantografowa stacja szybkiego ładowania na pętli przy ul. Wschodniej w Opolu oraz cztery dwustanowiskowe ładowarki plug-in w zajezdni MZK przy ul. Luboszyckiej (...).

Rekordowy rok na wrocławskim lotnisku. Plan? Pasażerów ma być dwa razy więcej

Michał Perzanowski, Gazeta Wrocławska, 14.01.2025

Port Lotniczy Wrocław SA pochwalił się, że w 2024 roku obsłużył rekordową liczbę, 4,5 miliona pasażerów. To o 600 tys. więcej niż w analogicznym okresie. Jak mówią nam przedstawiciele spółki, limity obecnej infrastruktury są coraz bliżej, ale istnieje rozwiązanie. W tym roku zobaczymy bowiem początek rozbudowy płyty, która dodatkowo zwiększy przepustowość lotniska. Wstępne szacunki mówią o 8-10 milionach osób rocznie.

Ruch lotniczy dzieli się na dwa sezony – letni i zimowy. Letnia siatka połączeń na Porcie Lotniczym Wrocław obowiązuje od ostatniej niedzieli marca do ostatniej soboty października. Jak

możemy usłyszeć, ruch na lotnisku jest bardzo często zależny od połączeń, które oferują przewoźnicy. A tych zazwyczaj więcej jest latem, gdy częściej wylatujemy na urlopy (...).

Nowa droga powstanie w Beskidach. Beskidzka Droga Integracyjna będzie miała 62 km. Jest decyzja GDDKiA

Jacek Drost, Dziennik Zachodni, 13.01.2025

Yes, yes, yes! - chciałoby się zacytować klasyka w odniesieniu do tego, że dzisiaj, 13 stycznia, krakowski Oddział Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad poinformował, że ruszają przetargi na budowę pierwszego odcinka Beskidzkiej Drogi Integracyjnej, która ma usprawnić dojazd z Bielska-Białej w kierunku Krakowa (...). - Ogłosiliśmy przetarg na przeprowadzenie badań geologicznych, przygotowanie projektu budowlanego i uzyskanie pozwolenia na budowę dla pierwszego odcinka Beskidzkiej Drogi Integracyjnej (BDI). To 16 km drogi ekspresowej S52 między przyszłymi węzłami Bielsko-Biała Hałcnów i Bulowice. Na oferty czekamy do 18 lutego 2025 r. - poinformował właśnie krakowski oddział GDDKiA (...).

Te liczby was zaskoczą. Tylu pasażerów jeszcze nigdy nie korzystało z komunikacji miejskiej w Opolu

Mateusz Majnusz, nto.pl, 10.01.2025

Z autobusów MZK w Opolu w 2024 roku skorzystało ponad 22 miliony 198 tysięcy pasażerów, a autobusy pokonały łącznie ponad 6 mln kilometrów. To tylko część statystyk, którymi chwali się opolski przewoźnik (...). W 2024 roku bardzo dużym zainteresowaniem cieszyła się sprzedaż biletów okresowych – zakupiono ich ponad 108 tysięcy. Z kolei w 2024 roku autobusy MZK pokonały ponad 6 milionów wozokilometrów, co oznacza wzrost w porównaniu z rokiem poprzednim, kiedy przejechały 5 milionów 772 tysiące kilometrów.

Jedną z najważniejszych nowości w ubiegłym roku było uruchomienie w listopadzie linii 30, która połączyła Centrum Przesiadkowe Opole Wschodnie z osiedlem przy ul. Stawowej (...).

Budowa S19 Rzeszów Południe - Babica. Karpotka wydrążyła już ponad 400 metrów tunelu

Marcin Trzyna, nowiny24.pl, 11.01.2025

Budowa odcinka S19 Rzeszów Południe – Babica to jedna z kluczowych inwestycji drogowych na Podkarpaciu. Prace na tej trasie, będącej częścią międzynarodowej Via Carpatia, obejmują m.in. drążenie tunelu pod wzgórzem Grochowiczna. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad opublikowała w mediach społecznościowych materiał filmowy z pracy "Karpotki" (...). Do tej pory "Karpotka" wydrążyła już 413 metrów tunelu o planowanej długości 2255 metrów (w osi

trasy). Tunel, podzielony na dwie nawy, będzie wyposażony w dwa pasy ruchu oraz pas awaryjny w każdej z nich, co zapewni wysoki poziom bezpieczeństwa i komfortu dla kierowców. Jaką długość tunelu maszyna drąży na dobę?

- W zależności od warunków. Jednego dnia 16 metrów, innego 4 metry - precyzuje GDDKiA.

Maszyna TBM to prawdziwy gigant inżynierii. Jej długość wynosi 114 metrów, a waga to imponujące 4400 ton. Tarcza skrawająca, ważąca 440 ton, wykonuje do dwóch obrotów na minutę i jest wyposażona w 471 narzędzi do wiercenia. Dzięki napędowi hydrauliczno-elektrycznemu, który opiera się na 12 silnikach o mocy 1 megawata każdy, "Karpotka" sprawnie radzi sobie z twardymi warstwami skalnymi pod wzgórzem Grochowiczna (...).

Jest umowa na budowę drogi ekspresowej S8. To kolejny odcinek między Wrocławiem i Bardem. Prace pochłoną ponad 300 mln złotych

Konrad Bałajewicz, Gazeta Wrocławska, 13.01.2025

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad podpisała umowę na zaprojektowanie oraz budowę drogi ekspresowej S8 na odcinku pomiędzy Niemczą a Żąbkowicami Śląskimi. To już piąty, realizowany odcinek dolnośląskiej S8 Wrocław – Bardo. Umowa z wykonawcą odcinka o długości 7,9 km z firmą Mostostal, GDDKiA podpisała w poniedziałek (13 stycznia). Jej wartość wynosi prawie 306 mln zł. Odcinek Niemcza – Żąbkowice Śląskie będzie realizowany w systemie „Projektuj i buduj”. Wykonawca w pierwszej kolejności zrealizuje prace projektowe, uzyska decyzję o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej (ZRID), a następnie rozpocznie prace w terenie. Ich zakończenie planowane jest w II połowie 2028 r (...).

Blisko 128 mln złotych dla krakowskiego MPK z KPO na nowe tramwaje

Ewa Waclawowicz, Gazeta Krakowska, 14.01.2025

Niemal 128 mln zł dofinansowania w ramach Krajowego Planu Odbudowy otrzyma Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Krakowie. Środki te mogą stanowić źródło finansowania wkładu własnego dla przewoźnika do zakupu nowych tramwajów. Centrum Unijnych Projektów Transportowych zakończyło ocenę wniosków o dofinansowanie projektów związanych z rozwojem zeroemisyjnego transportu zbiorowego w miastach. "Projekt MPK w Krakowie uzyskał prawie 128 mln zł dofinansowania w ramach Krajowego Planu Odbudowy (chodzi o zrealizowane w 2023 roku dostawy tramwajów Lajkonik II)" - poinformował we wtorek 14 stycznia rzecznik MPK w Krakowie Marek Gancarczyk (...).

Torowiska tramwajowe o charakterze staromiejskim

Old-town tram tracks



Jacek Makuch

Dr inż.

Politechnika Wrocławska
Katedra Dróg, Mostów, Kolei i
Lotnisk

ORCID: 0000-0001-6052-0970
jacek.makuch@pwr.edu.pl

Streszczenie: W artykule zaproponowano autorską uproszczoną klasyfikację typów torowisk tramwajowych z podziałem na: „staromiejskie”, „nowomiejskie” i „z boku”, wraz ze zdefiniowaniem ich podstawowych cech. Na przykładzie Wrocławia przedstawiono ewolucję systemu sieci tramwajowej pod kątem zmian stosowanych typów torowisk. Analizami objęto okresy: początkowy (tworzenia sieci), po zmianie państwowości miasta, pojawienia się kongestii oraz po wybudowaniu autostradowej obwodnicy. Dokonano oceny rozwiązań zastosowanych w zakresie wydzielania staromiejskich torowisk tramwajowych z ruchu ogólnego. Rozpoznano, co można było zrobić lepiej oraz czego można było zrobić więcej. Zaproponowano również pewne zupełnie nowe rozwiązania. W podsumowaniu sformułowano wnioski z przeprowadzonych analiz.

Słowa kluczowe: Miejski transport zbiorowy; Torowiska wydzielone; Priorytet

Abstract: The article proposes an author's simplified classification of tram track types, divided into: "old-town", "new-town" and "on the side", along with defining their basic features. The evolution of the tram network system in terms of changes in the types of tracks used is presented on the example of Wrocław. The analyzes covered the following periods: initial (creation of the network), after the change of the city's statehood, the appearance of congestion and after the construction of the motorway bypass. The solutions used to separate the old-town tram tracks from general traffic were assessed. It was recognized what could have been done better and what could have been done more. Some completely new solutions were also proposed. The summary presents conclusions from the analyzes performed.

Keywords: Urban public transport; Separated tracks; Priority

Wstęp

Na samym początku niniejszego artykułu, wyjaśnienia wymaga termin użyty w jego tytule. Dobrym zilustrowaniem tego określenia, może być przykład wrocławskiej ulicy Słowiańskiej (rys. 1).

Mam tu na myśli rozwiązania, w postaci torowisk tramwajowych wbudowanych konstrukcyjnie w jezdnię, umieszczonych ponadto osiowo w przekroju poprzecznym ulicy. Pomysł na wykorzystanie określenia „staromiejski”, podsunęła mi pewna nieobowiązująca już polska norma [1], w której używano określenia „obszary staromiejskie”, w obrębie których dopuszczane były pewne mniej

restrykcyjne wymagania, dotyczące bezpiecznych odległości w przekroju poprzecznym pomiędzy obrysem taboru, a elementami infrastruktury.

Dobrym uzasadnieniem dla użycia tego terminu może być porównanie wyglądu torowisk z okresu sprzed stu lat, w odniesieniu do stanu obecnego. Na rys. 2 przedstawiono w ten sposób odcinek ulicy Sienkiewicza. Porównując oba zdjęcia zauważamy, że współcześnie mamy dużo więcej samochodów, nowocześniejsze są też konstrukcje tramwajów, nawierzchni ulicy i oświetlenia, ale pomysł na charakter torowiska tramwajowego i jego lokalizację w przekroju ulicy - praktycznie pozostał ten sam.

Skoro w proponowanej przeze

mnie klasyfikacji - torowiska tramwajowe mogą mieć charakter staromiejski, to wypadaloby aby mogły mieć również charakter „nowomiejski”. Do tej grupy zaliczyłbym rozwiązania, takie jak chociażby wrocławska ulica Legnicka (rys. 3).

Tym razem mam na myśli ulice posiadające wydzielone konstrukcyjnie torowiska tramwajowe, umieszczone osiowo w pasie rozdziału oraz dwie osobne jezdnie w przeciwnych kierunkach, każda po co najmniej dwa pasy ruchu.



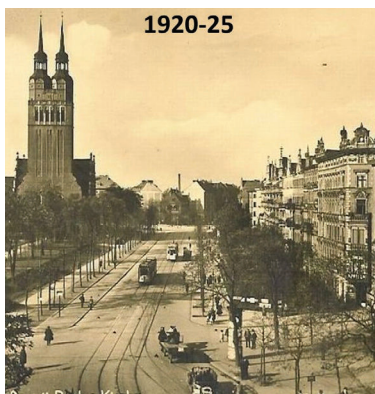
1. Torowisko tramwajowe „staromiejskie” w ul. Słowińskiej we Wrocławiu (2019)



2. Porównanie wyglądu torowiska tramwajowego na odcinku ul. Sienkiewicza (pomiędzy ulicami Reja i Piastowską): po lewej z okresu 1905-20 [2], po prawej z 2024



3. Torowisko tramwajowe „nowomiejskie” w ul. Legnickiej (2004)



4. Przebudowa torowiska tramwajowego staromiejskiego na nowomiejskie (dzisiejsza ul. Legnicka na odcinku od pl. Strzegomskiego do ul. Bolesławieckiej) [3]



Początki komunikacji tramwajowej we Wrocławiu

Aby bardziej dogłębnie rozeznaczyć analizowane przeze mnie zagadnienie, musimy cofnąć się do początków komunikacji tramwajowej we Wrocławiu (tramwaje konne - od 1877, zaś elektryczne - od 1893) i do sposobów, w jaki jeszcze Niemcy budowali pierwsze torowiska tramwajowe. Otóż w centralnej części miasta oraz na trasach z niej wychodzących, torowiska tramwajowe najczęściej umieszczano w jezdniach istniejących już ulic, przeważnie osiowo, a generalnie - jako niewydzielone z ruchu ogólnego, czyli właśnie jako staromiejskie. W przypadkach zaś wąskich ulic w ścisłym centrum - tory prowadzono tylko w jednym kierunku, a kierunek przeciwny był realizowany pobliską sąsiednią ulicą równoległą. Na przedmieściach natomiast, budowano przeważnie torowiska poza jezdniami ulic, jako wydzielone - po jednej albo drugiej stronie. Będzie to trzeci typ analizowanych przeze mnie torowisk, w przypadku których będę używał określenia „z boku”.

Jednakże w końcu lat 20-tych XX

wieku już sami Niemcy zauważyli, że torowiska staromiejskie okazują się być niewystarczające i zaczęli je przebudowywać na nowomiejskie (niektóre odcinki dzisiejszych ulic: Legnickiej - rys. 4, Grabiszyńskiej, Powstańców Śl. i pl. Grunwaldzkiego) albo wręcz torowiska o takim charakterze zaczęli budować od samego początku (niektóre odcinki dzisiejszej Al. Hallera).

Na rys. 5 przedstawiono podsumowanie tego, co pozostawili po sobie Niemcy, po zakończeniu drugiej wojny światowej w 1945 roku.

Linie czerwone (których jest najwięcej) - to torowiska staromiejskie, zielone - to nowomiejskie, natomiast niebieskie - to torowiska z boku. Dodatkowo cienkimi liniami oznaczono trasy tramwajowe, z których użytkowania zrezygnowali jeszcze sami Niemcy, natomiast przerywanymi takie - których nie przywrócono do ruchu po drugiej wojnie światowej.

Początki kongestii i wynikające z niej problemy z torowiskami staromiejskimi

Problem kongestii transportowej pojawił się w Polsce w początku lat

70-tych, czyli z kilkudziesięcioletnim opóźnieniem, w stosunku do najbardziej rozwiniętych państw świata. Stał się on powodem spowolnienia ruchu tramwajów, poruszających się po torowiskach staromiejskich. Odpowiedzią na to, było rozpoczęcie modernizacji ulic z takimi torowiskami, zamiast przeprowadzanych dotychczas remontów wyłącznie odtworzeniowych. Dobrym tego przykładem może być przebudowa ul. Grabiszyńskiej z 1972 roku, na odcinku od ul. Kolejowej do pl. Legionów (rys. 6), w efekcie której zrezygnowano z torowiska o charakterze staromiejskim, a w zamian pojawiło się nowomiejskie.

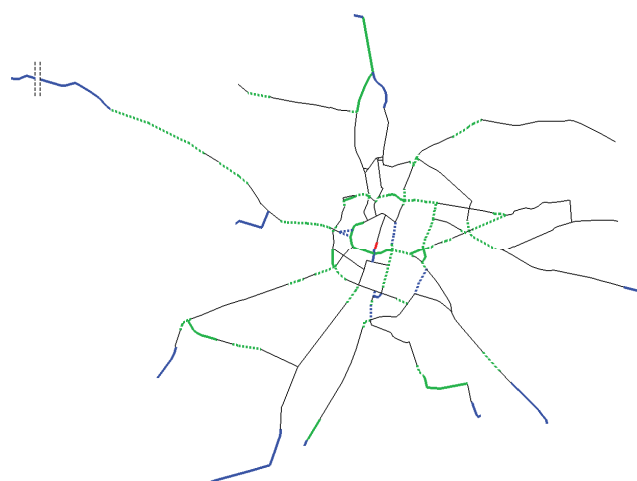
Na rys. 7 liniami przerywanymi przedstawiono wrocławskie torowiska, które do roku 2011 utraciły charakter staromiejski, poprzez ich modernizację do nowomiejskich (kolor zielony), albo z boku (kolor niebieski), natomiast cienkimi czarnymi - torowiska w przypadku których utrzymano dotychczasowy ich charakter. Dodatkowo, liniami ciągłymi przedstawiono zupełnie nowe torowiska, które zbudowano prawie wyłącznie jako nowomiejskie (kolor zielony), albo z boku (kolor niebieski).



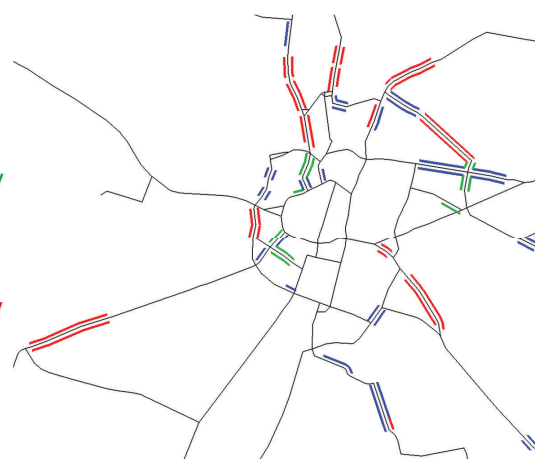
5. Wrocławskie torowiska tramwajowe w 1945 roku po zakończeniu drugiej wojny światowej, (opis oznaczeń w tekście)



6. Przebudowa torowiska staromiejskiego na nowomiejskie w ul. Grabiszyńskiej na odcinku od ul. Kolejowej do pl. Legionów (1972) [3]



7. Modernizacje istniejących oraz budowy nowych torowisk tramwajowych we Wrocławiu do roku 2011 (opis oznaczeń w tekście)



8. Realizację organizacyjnych wydzieliń staromiejskich torowisk tramwajowych we Wrocławiu po roku 2011

Dlaczego akurat prezentowany schemat obejmuje okres do roku 2011, zostanie wyjaśnione nieco później. A teraz nieco informacji na temat moich starań, na rzecz wydzielania wrocławskich torowisk tramwajowych o charakterze staromiejskim. Otóż w 1993 roku, zatrudniłem się we wrocławskim Zarządzie Dróg i Komunikacji, w nowoutworzonym wtedy Wydziale Komunikacji Zbiorowej, wraz z innymi młodymi ludźmi, często tuż po studiach, pełnymi zapału. Chcieliśmy „zmieniać świat na lepsze”. Podejmowaliśmy działania mające na celu uzyskanie wydzieliń wrocławskich torowisk tramwajowych staromiejskich, ale niekoniecznie poprzez ich modernizację, a bardziej w sposób jedynie organizacyjny (oznakowaniem poziomym i pionowym). Niestety natrafiliśmy na spory opór. Co gorsze, pierwsze przysłowiowe kłody pod nogi, rzucali nam nasi koledzy z tej samej firmy, a konkretnie z Wy-

działu Inżynierii Ruchu. Jakie były ich argumenty przeciw:

- pierwszy - to „a po co?”, choć tu po pewnym czasie, udało nam się przekonać nawet najbardziej opornych,
- drugi zaś - że „się nie da, bo za wąsko”, albo „bo droga zbyt ważna”, i tu polegliśmy.

Odmówiono nam na przykład realizacji takiego wydzielenia, w ul. Podwałe - pomiędzy pl. Orłąt Lwowskich, a pl. Jana Pawła II. Prowadziła tamtędy wtedy droga krajowa nr 5.

Renesans wrocławskich torowisk o charakterze staromiejskim

A teraz rozwiązanie zagadki, dlaczego ostatni z zaprezentowanych schematów obejmował okres do roku 2011. Otóż w roku tym, nastąpiło oddanie do eksploatacji Autostradowej Obwodnicy Wrocławia A8. W historii

realizacji wydzieliń wrocławskich torowisk tramwajowych typu staromiejskiego, okazało się to być kluczowym, przełomowym momentem. Obwodnica przejęła ruch tranzytowy, a przez to odciążała wrocławską sieć ulic wewnątrzmiastowych. Umożliwiło to, zrealizowanie wielu nowych organizacyjnych wydzieliń wrocławskich torowisk tramwajowych staromiejskich [3]. Zakres zrealizowanych wtedy wydzieliń przedstawiono na rys. 8.

W sumie wydzielenia zrealizowano na długości aż 11 km tras, co stanowiło wtedy około 12 % długości całej sieci tramwajowej. Kolory na schemacie, oznaczają zróżnicowany zakres pojazdów, które dopuszczono do ruchu po wydzielonych torowiskach.

Zaprezentowany przykład pokazuje, że staromiejskie torowiska tramwajowe, mimo iż wymyślono je ponad 100 lat temu, to nie powiedziały jeszcze swego ostatniego słowa i że drzemie w nich jeszcze pewien potencjał



9. Wydzielone organizacyjnie torowisko tramwajowe w ul. Jedności Narodowej, udostępnione również dla innych wybranych uczestników ruchu (2021)



10. Wstrzymana realizacja wydzielenia torowiska tramwajowego w ul. Jedności Narodowej i kuriozalny sposób zastąpienia wykonanego już oznakowania pionowego (2016)

do wykorzystania. We Wrocławiu wystarczyło wprowadzić organizacyjne wydzielenia torowisk - poprzez zastosowanie oznakowania pionowego i poziomego, miejscowo tylko wspomaganego elementami fizycznej separacji. Ponadto w wybranych miejscach (tam gdzie było to możliwe), przystanki „dochodzone” z chodnika (z wchodzeniem na jezdnię przy wsiadaniu i wysiadaniu) zastąpiono przystankami: na wysepkach, przyładkowymi, wiedeńskimi, albo przynajmniej zabezpieczono je słuzami sygnalizacji świetlnej.

Co we Wrocławiu można było zrobić lepiej?

Niestety nie wszystkie wydzielenia zostały zrealizowane w równie korzystny sposób. Tylko w niektórych przypadkach wydzielone torowiska zostały przeznaczone wyłącznie dla pojazdów komunikacji zbiorowej (tramwajów i autobusów). Po niektórych z nich dopuszczono również ruch: karetek pogotowia medycznego „nie na sygnale”, taksówek, samochodów elektrycznych oraz odcinkowo - pojazdów ruchu ogólnego skręcających w lewo (rys. 9) albo poruszających się po zanikającym pasie.

Przyznawanie wydzieleni ma często charakter progresywny, niestety na niekorzyść transportu zbiorowego. Przykładowo na ul. Trzebnickiej na odcinku pomiędzy ul. Kleczkowską a Zakładową, w 2012 roku torowisko tramwajowe wydzielono wyłącznie dla tramwajów i autobusów, ale już w 2017 - wpuszczono na nie taksówki i

karetki „nie na sygnale”, a w 2021 - dodano samochody elektryczne. Działania te niekiedy były wynikiem starań lokalnych polityków, którzy chcieli w ten sposób powiększyć swój elektorat wyborczy i wręcz licytowali się w ten sposób pomiędzy sobą.

Z niektórych zrealizowanych wydzieleni, wycofano się po pewnym czasie (ul. Jedności Narodowej pomiędzy Oleśnicką, a Słowiańską). Stosuje się również czasowe zawieszenia funkcjonowania wydzieleni - tłumacząc to koniecznością zwiększenia przepustowości ruchu ogólnego, na czas objazdów spowodowanych remontami (np. ul. Traugutta i Piłsudskiego w 2019 roku podczas przebudowy ul. Dyrekcyjnej pod wiaduktem kolejowym). Moim zdaniem są to działania niekorzystne, gdyż w takich sytuacjach - należałoby priorytetować najbardziej wydolne środki transportu, jakimi są właśnie pojazdy komunikacji zbiorowej.

Miała również miejsce pewna „wpadka” wizerunkowa. Realizację wydzielenia torowiska tramwajowego w ul. Jedności Narodowej po jej rozpoczęciu - wstrzymano przez ponad rok. Oznakowanie pionowe sankcjonujące wydzielenie torowiska, było w tym czasie zastąpione w dość kuriozalny sposób (rys. 10). Było to powodem kpini i krytyki w mediach i internecie, co nie tworzyło dobrego wizerunku dla poparcia słuszności idei wprowadzanych wydzieleni.

W przypadku zbyt wąskich ulic (Łokietka, Poniatowskiego) można było sięgnąć po rozwiązanie znane ze Strasburg’a (Rue de la Division Lec-

lerc), polegające na pozostawieniu samochodom tylko jednego pasa ruchu w jednym kierunku, jednak we Wrocławiu z tego nie skorzystano. Samochody pozostawiono na torowisku, a obok niego wyznaczono pasy dla rowerzystów.

A co zrobić w sytuacji gdy ulica ma tylko dwa pasy ruchu (w przeciwnych kierunkach) i korzystają z nich zarówno tramwaje, jak i pozostali uczestnicy ruchu? Tak we Wrocławiu jest na długości mostów Trzebnickich. Jednakże na obu końcach tych mostów mamy sygnalizację świetlną - i to one właśnie powinny odpowiednio limitować wjazd pojazdów na te mosty, tak aby nie tworzyły się na nich korki blokujące przejazd tramwajów.

W przypadku torowisk tramwajowych udostępnionych również autobusom miejskim, problemem okazuje się być ich zbyt częste „wypuszczanie” i „wpuszczanie” (np. ulica i mosty Pomorskie przed ich przebudową z lat 2022-24), co znacznie pogarsza płynność ruchu tramwajowego.

Kolejny problem, to przystanki wiedeńskie - wybudowane bez zastosowania poszerzenia rozstawu osiowego torów, co zmusza autobusy miejskie do zjeżdżania z torowiska na pas ruchu ogólnodostępnego (np. Trzebnicka / Kraszewskiego), albo utrudnia im wjazd na taki przystanek (Jedności Narodowej / Poniatowskiego). W tym drugim przypadku był przez pewien czas umieszczony nawet specjalny znak nakazujący autobusom odczekać z wjazdem, jeśli z przeciwka nadjeżdża tramwaj. Obecnie problem ten jest rozwiązany w

inny (odwrotny) sposób - na sieci trakcyjnej zawieszono są znaki AT-7 i 8, i to tramwaje mają obowiązek przepuszczać autobusy. Rozwiązanie takie zastosowano jeszcze w kilku innych miejscach (Hubska / Prudnicka, Grabiszyńska / Bzowa, Grabiszyńska / Hutmen).

Śluzы sygnalizacyjne przed przystankami „dochodzonymi” z chodnika, nie zawsze działają poprawnie (na ul. Sienkiewicza przed skrzyżowaniem z ul. Piastowską - „łapią” samochody, gdyż światło czerwone dla samochodów na końcu śluzы zapala się w tej samej chwili, co na jej początku, a nie z kilkusekundowym opóźnieniem). Czasami natomiast, pomimo że je zainstalowano - to nie są one wykorzystywane (na wspomnianym wcześniej skrzyżowaniu, ale na kierunku ul. Piastowskiej - pracują w trybie żółtego pulsującego).

Pewne ulice z torowiskami staromiejskimi, nadal nie uzyskały wydzielenia (rys. 11). Długość tych torowisk to około 11 km toru pojedynczego.

Nie upieram się, aby wymagały tego wszystkie z nich (jak chociażby ul. Chrobrego), ale przykładowo ul. Krakowska (pomiędzy ul. Na Niskich Łąkach, a centrum handlowym Family Point / Leroy Merlin) - moim zdaniem już tak. Przy tej okazji chciałbym nawiązać do pewnych moich dyskusji na temat konieczności zastosowania wydzielenia torowiska tramwajowego, konkretnie na długości ul. Nowowiejskiej. Zarzucono mi, że nie jest ono potrzebne gdyż ulica ta nie prowadzi dużego ruchu kołowego i w okresach szczytów komunikacyjnych nie tworzą się na niej korki. Na to ja odpowiedziałem: no właśnie, skoro ulica ta nie prowadzi dużego ruchu kołowego, to jakie jest uzasadnienie aby samochodom były tam potrzebne aż dwa pasy ruchu kołowego w każdym kierunku? Czy nie wystarczyłby jeden?

Nadal we Wrocławiu funkcjonuje spora liczba przystanków tramwajowych „dochodzonych” z chodnika (28 przystanków). W przypadku niektórych z nich (np. Nowowiejska /

Wyszyńskiego), do czasu ich przebudowy na inne wymienione wcześniej korzystniejsze rozwiązania (na wysepce, przylądkowy), wskazane byłoby zastosowanie śluz sygnalizacyjnych. Bardzo często zdarza się bowiem, że tramwaj wjeżdżający na taki przystanek, zatrzymuje się przy kolejce samochodów stojących na pasie obok torowiska (oczekujących na uzyskanie zielonego światła).

Co można byłoby jeszcze więcej zrobić i to nie tylko we Wrocławiu?

Od 2023 roku, pieszy zbliżający się do przejścia przez jezdnię ma pierwszeństwo przed samochodami. Zasada ta na szczęście nie dotyczy tramwajów, ale jeśli torowisko bezpośrednio sąsiaduje z pasem ruchu kołowego i samochody zatrzymują się aby przepuścić pieszych - motorniczy również musi zatrzymać tramwaj. Można by w takich przypadkach pomiędzy torowiskiem, a pasami ruchu kołowego - stosować azyle. Będzie to najczęściej wymagało odginania pasów ruchu dla pojazdów indywidualnych (kosztem wykorzystania przestrzeni po pasach zieleni albo do parkowania) i słusznie, gdyż będzie to dodatkowym elementem uspokajającym ruch pojazdów indywidualnych. Natomiast na przejściu dla pieszych tylko przez torowisko (pomiędzy azylami), można by stosować sygnalizację - wzbudzającą sygnał przejazdu tramwajom, zawsze gdy nadjeżdżają.

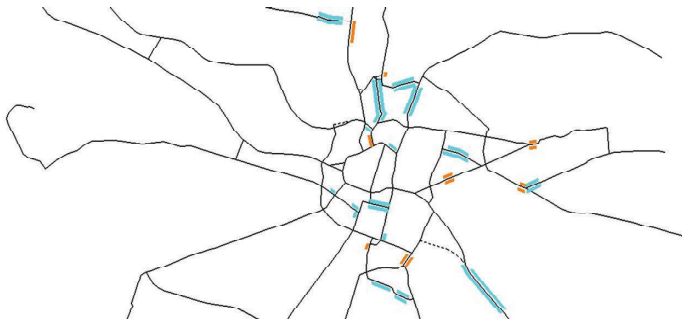
Jeśli zaś chodzi o problem blokowania torowiska przez samochody skręcające w lewo albo przejeżdżające w poprzek, można by wprowadzić specjalny sposób oznakowania poziomego na takich przejazdach, wraz z dopuszczeniem po nich jedynie przejazdu samochodów (czyli zakazać w tych miejscach zatrzymywania się w celu oczekiwania). Francuzi i Belgowie stosują malowanie takich miejsc w białą szachownicę (rys. 12), Brytyjczycy i Hiszpanie zaś - w żółte zakratowania (tzw. yellow box-y). U nas w Polsce proponowałbym zakratowania, ale

zamiast koloru żółtego (który jest już wykorzystywany w przypadku oznakowania tymczasowego) proponuję zastosować kolor jasnozielony (komunikacja zbiorowa jest ekologiczna, a ekologia kojarzy się z zielenią). We Wrocławiu eksperymentowano już z zamalowywaniem całej tarczy skrzyżowania kolorem pomarańczowym (2009 - ul. Powstańców Śl. / Swoboda) albo czerwonym (2010 - pl. Legionów), rozwiązanie takie jednak się nie przyjęło. Moim zdaniem korzystniej byłoby malować tylko powierzchnię samego torowiska (a nie całego skrzyżowania) i zamiast pełnego wypełnienia kolorem - zastosować linie w postaci zakratowań.

A na koniec tej części rozważań, pewien nierozwiązany dotąd problem, a mianowicie blokowanie jedyne go pasa ruchu dla pojazdów ruchu ogólnego (obok torowiska), przez samochody uszkodzone albo dokonujące zaopatrzenia obiektów handlowych zlokalizowanych w budynkach wzdłuż ulicy (rys.13). Jako wydzielenie organizacyjne, można by zamiast linii ciągłej - stosować przerwaną, a o tym że torowisko nie jest przeznaczone do ruchu pojazdów ruchu ogólnego - informować tylko napisami „TRAM” (i ewentualnie „BUS”) oznakowania pionowego i poziomego. Niestety takie rozwiązanie może obniżyć poziom respektowania wydzielenia przez kierowców samochodów. Dlatego może by jednak warto, oprócz zaproponowanych wcześniej jasnozielonych zakratowań, zacząć stosować ten kolor - również w przypadku ciągłej linii oznakowania poziomego (umieszczanej obok torowiska) i wprowadzić zasadę, że kierowcy pojazdów ruchu ogólnego mogą ją przekroczyć i wjechać na torowisko, ale tylko na chwilę i pod warunkiem, że nie porusza się po nim i nie nadjeżdża żaden tramwaj.

Podsumowanie

Wydawać by się mogło, że torowiska staromiejskie były znacznie bardziej



11. Wrocławskie torowiska staromiejskie, które do dziś nie uzyskały wydzielenia (kolor brązowy - mosty albo wiadukty, kolor błękitny - pozostałe przypadki)



12. Specjalny sposób oznakowania przejazdu dla samochodów przez torowisko tramwajowe stosowany we Francji i Belgii - tu przykład z Grenoble (fot.: Igor Gisterek)



13. Blokowanie jednego pasa ruchu dla pojazdów ruchu ogólnego (obok torowiska), przez samochód dokonujący zaopatrzenia obiektu handlowego (ul. Piastowska 2024)



14. Kadry z dwóch filmów przedstawiających przejazd ul. Świdnicką pomiędzy ul. Podwale a pl. Teatralnym: po lewej - rok 1920 [5], po prawej - rok 2019 [6]

odpowiednie dla warunków ruchu ulicznego, jakie panowały 100 lat temu, a nie współcześnie. Nic bardziej mylnego - moim zdaniem jest zupełnie na odwrót! Dlaczego tak sądzę? Zachęcam czytelników niniejszego artykułu do obejrzenia w internecie archiwalnych filmów sprzed około stu lat, pokazujących charakter ówczesnego ruchu miejskiego i porównanie ich, z analogicznymi filmami nagrywanymi współcześnie (rys.14), albo po prostu z tym, co obserwujemy obecnie na ulicach naszych miast.

Obecny ruch, pomimo że jest bardziej intensywny, to jest znacznie bardziej uporządkowany, natomiast 100 lat temu z jezdni ulic korzystali wszyscy uczestnicy ruchu i to równocześnie!

Moim zdaniem torowiska staromiejskie - wydają się być nawet bardziej odpowiednie do stosowania obecnie, niż wtedy kiedy je wymyślono, ale oczywiście pod warunkiem wyposażenia ich w pewne współczesne rozwiązania, takie jak:

- wydzielenie torowisk z ruchu ogólnego oznakowaniem pionowym i poziomym,
- dopuszczenie po nich ruchu autobusów miejskich,

- sterowanie ruchem sygnalizacjami świetlnymi, z priorytetem dla transportu zbiorowego,
- odmienne sposoby oznakowania poziomego miejsc kolizji tramwajów i autobusów z innymi uczestnikami ruchu - podkreślające zasady dające pierwszeństwo pojazdom transportu zbiorowego w takich miejscach,
- azyle na przejściach dla pieszych pomiędzy torowiskiem a pasami ruchu ogólnego, wraz z osygnalizowaniem przejść przez torowisko - również dającym pierwszeństwo tramwajom i autobusom,
- rezygnacja ze stosowania przystanków „dochodzonych” z chodnika na rzecz przystanków: na wysepkach, albo przyładkowych, albo wiedeńskich - zabezpieczonych w razie potrzeby służami sygnalizacyjnymi.

Nie rezygnujmy więc współcześnie ze stosowania torowisk tramwajowych o charakterze staromiejskim, i to zarówno w przypadku remontów i modernizacji, jak i również w przypadku budowy zupełnie nowych tras tramwajowych. Ostatnią z moich propozycji, chciałbym bardziej szczegółowo

przeanalizować w osobnym (następnym) moim artykule. ◀

Materiały źródłowe

- [1] PN-K-92009: 1998 Komunikacja miejska. Skrajnia budowli. Wymagania
- [2] <https://fotopolska.eu> (dostęp: 20.02.2025)
- [3] <https://polska-org.pl/> (dostęp: 20.02.2025)
- [4] Makuch J.: "Wydzielanie wrocławskich torowisk tramwajowych w ulicach o przekroju staromiejskim", XII Poznańska Konferencja Naukowo-Techniczna: Problemy Komunikacyjne Miast w Warunkach Zatlóczenia Motoryzacyjnego, Poznań-Rosnówko, 26-28.06.2019, s.309-320
- [5] WratislaviaeAmici: Wrocław - Breslau lata 20; <https://www.youtube.com/watch?v=3AQ593Wavb4> (dostęp: 20.02.2025), od 0:59 do 1:54
- [6] Michał Jagusiak - transport publiczny: 105NWr MPK WROCLAW 2308-2309 - Linia 6 bis; <https://www.youtube.com/watch?v=nm2ta-DrEGw> (dostęp: 20.02.2025), od 1:33:18 do 1:33:58

Wpływ zmian na zgodność urządzeń typu przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego z obowiązującymi wymaganiami

Impact of changes on the conformity of type devices used for railway traffic management with applicable requirements



Maciej Śmieszek

Mgr inż.

Ośrodek Certyfikacji Transportu
na Wydziale Transportu
Politechniki Warszawskiej
ORCID: 0000-0002-4622-1824
maciej.smieszek@pw.edu.pl

Streszczenie: W cyklu życia urządzeń kolejowych konieczne jest dokonywanie zmian. Zgodnie z obowiązującymi przepisami zmiany wymagają przeprowadzenia określonych analiz lub ponowienia odpowiednich certyfikacji i dopuszczeń. Zapewnienie efektywnej realizacji tych procedur zależy również od zgromadzenia odpowiednich danych przez producenta. Umiejętność uwzględnienia tych danych w toku analiz i ponownej oceny pozwala na znaczne ułatwienie procesów wprowadzenia zmiany.

Słowa kluczowe: Ocena zgodności; Typ urządzenia; Sterowanie ruchem kolejowym; Zarządzenie ryzykiem

Abstract: It is necessary to make changes in the life cycle of railway equipment. In accordance with applicable regulations, changes require specific analyzes or re-certifications and approvals. Ensuring the effective implementation of these procedures also depends on the manufacturer's collection of relevant data. The ability to take this data into account in the course of analysis and reassessment allows for a significant simplification of the change implementation processes.

Keywords: Conformity assessment; Type of device; Control command and signalling; Risk assessment

Wstęp

W transporcie kolejowym główne wymagania dla krajowych wyrobów kolejowych określa art. 22f ustawy o transporcie kolejowym [1] oraz związane rozporządzenie w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (tzw. rozporządzenie 720) [3][6]. Rozporządzenie określa rodzaje typów budowli i urządzeń podlegających określony procedurom oceny zgodności i dopuszczeniu do eksploatacji, co jest potwierdzane świadectwem dopuszczenia do eksploatacji typu wydawanym przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego.

Zasady oceny typów budowli i urządzeń, określone w rozporządzeniu 720 [3] są w dużej mierze zbieżne z zasadami wprowadzania produktów do obrotu określonymi w prawodaw-

stwie UE. W szczególności w zakresie oceny zgodności z typem dokonywanej przez producenta odwołano się do modułów oceny zgodności określonych w tzw. ogólnej decyzji modułowej. Mimo to wymagania rozporządzenia 720 [3] wprowadzają pewne specyficzne zasady oceny, stąd dla zachowania przejrzystości artykułu autor odwołuje się jedynie do wymagań dla urządzeń typu określonych w przywołanym rozporządzeniu i ustawie o transporcie kolejowym, niezależnie od faktu, iż przedstawione argumenty w dużej mierze mogą być analogicznie stosowane np. do oceny innych wyrobów wg prawodawstwa UE.

Dla uzyskania dopuszczenia producenti poszczególnych urządzeń muszą przyporządkować swój produkt do danego rodzaju typu urządzenia zdefiniowanego w rozporządzeniu i spełnić odnośne wymagania wyma-

gające m.in. z przeprowadzenia badań laboratoryjnych i terenowych (eksploatacyjnych). Zmiany wprowadzane do danego urządzenia mogą powodować konieczność powtórzenia niektórych badań lub oznaczać powstanie nowego typu urządzenia, ale jednocześnie nie muszą oznaczać konieczności ponowienia pełnej procedury dopuszczeniowej, jak w przypadku zupełnie nowej konstrukcji urządzenia.

W niniejszym artykule dokonano omówienia przykładowych zmian urządzenia przed jego wprowadzeniem do obrotu przez producentów urządzeń sterowania i kierowania ruchem kolejowym objętych wymaganiami „rozporządzenia 720” oraz ich wpływu na działania dotyczące wykazania zgodności z odnośnymi wymaganiami.

Celem artykułu jest zaprezentowanie praktycznych wytycznych dotyczących przygotowania dowodów do dopuszczenia nowego lub znacząco zmienionego urządzenia typu oraz sposobu ich uwzględnienia w toku oceny. Zwrócenie uwagi na poszczególne aspekty procesu oceny powinno pozwolić producentom urządzeń na zoptymalizowanie działań dotyczących gromadzenia dowodów do oceny, w tym badań laboratoryjnych i eksploatacyjnych, bez konieczności każdorazowego powielania wszystkich działań, jak przy pierwszym dopuszczeniu zupełnie nowego urządzenia.

Analizy przedstawione w artykule są wynikiem analizy wymagań prawnych w tym zakresie oraz doświadczeń autora dotyczących realizacji procesów certyfikacji urządzeń typu. Poruszona tematyka nie była dotychczas podnoszona w artykułach naukowych i opracowaniach konferencyjnych, gdzie skupiano się na innych powiązanych aspektach oceny, np. zasadach oceny ryzyka, sposobie wyliczenia parametrów niezawodności, czy analizie wymagań technicznych dla urządzeń.

Artykuł nie przedstawia rekomendacji zmian przepisów lub uznanych metodologii, tym samym nie prezentując wyników badań, ale stanowi omówienie wymagań i wskazanie praktycznych sposobów ich imple-

mentacji w procesach oceny i dopuszczenia urządzeń.

Definiowanie rodzin, typów i odmian urządzeń

Ustawa o transporcie kolejowym (art. 3 pkt. 14a) [1] definiuje typ urządzenia jako „urządzenie lub system przeznaczone do prowadzenia ruchu kolejowego o określonych powtarzalnych parametrach technicznych i eksploatacyjnych”. Tak określona definicja nie określa ściśle granicy pomiędzy poszczególnymi typami urządzeń oraz nie uwzględnia złożoności oferty produktowej wielu producentów. W konsekwencji producenci muszą samodzielnie podjąć decyzję, które cechy danego urządzenia (fizyczne i funkcjonalne), albo inne względy (np. dotyczące podobieństwa procesów produkcji danej grupy produktów, czy względy marketingowe lub własnościowe) określają nowy typ, co wiąże się z koniecznością uzyskania odpowiedniego dopuszczenia do eksploatacji. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy model struktury typów urządzeń producenta.

Typy urządzeń (wzory) określają zasadnicze cechy konstrukcyjne i funkcjonalne danego urządzenia, ale w ramach danego typu zwykle konieczne jest wyodrębnienie określonych odmian (wariantów typu). Poszczególne

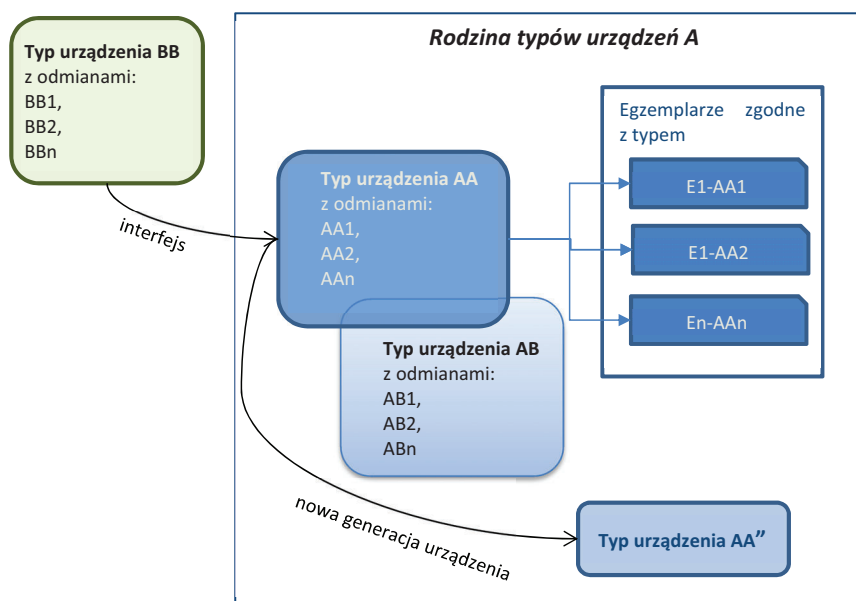
odmiany mieszczą się w ramach zasadniczych charakterystyk danego typu, ale mogą się różnić pewnymi szczegółami wykonawczymi, np. rodzajem komponentu lub ich liczbą (np. różne rodzaje monitorów w systemie zależnościowym, wersje oprogramowania o różnym zakresie funkcjonalności), czy rodzajem zasilania. Podobnie jak w przypadku definiowania typu również granice pomiędzy poszczególnymi odmianami nie są ściśle zdefiniowane prawnie i określenie ich granic jest decyzją producenta.

Poszczególne egzemplarze (sztuki, wykonania) danego wyrobu powinny być zgodne z danym typem i odmianą, ale mogą też stanowić jednostkową konfigurację elementów objętych danym typem i odmianą (np. dostosowanie liczby sygnalizatorów drogowych na danym przejeździe). Ponadto z określonym egzemplarzem może być powiązane również oprogramowanie w ściśle określonym wydaniu (zgodne z wersją objętą daną odmianą).

Podobieństwo pomiędzy typami może wynikać z postępu technologicznego, gdzie producent np. dodając nowe funkcjonalności lub zmieniając określone elementy, może zdecydować, że chce równolegle rozwijać podobne typy urządzeń, a nie dokonywać aktualizacji już istniejącego typu. Może to wynikać np. z potrzeby zachowania przez określony czas produkcji starszego typu dla potrzeb utrzymania. Jednocześnie takie typy posiadają nadal wiele cech wspólnych.

Podobne typy urządzeń (posiadające wspólne cechy, funkcjonalności, elementy składowe) mogą tworzyć zbiór tzw. rodziny typów urządzeń. Pomimo, iż zbiór taki nie jest pojęciem zdefiniowanym formalnie, to niejednokrotnie występuje w ofercie producentów dla wskazania podobieństw pomiędzy typami i może mieć znaczenie dla oceny zgodności poszczególnych typów (co zostanie omówione w dalszej części artykułu).

Poszczególne typy urządzeń (lub ich odmiany), niezależnie do tego czy występują w danej „rodzinie”, czy są zasadniczo odrębne, mogą być po-



1. Model struktury typów urządzeń producenta
źródło: opracowanie własne

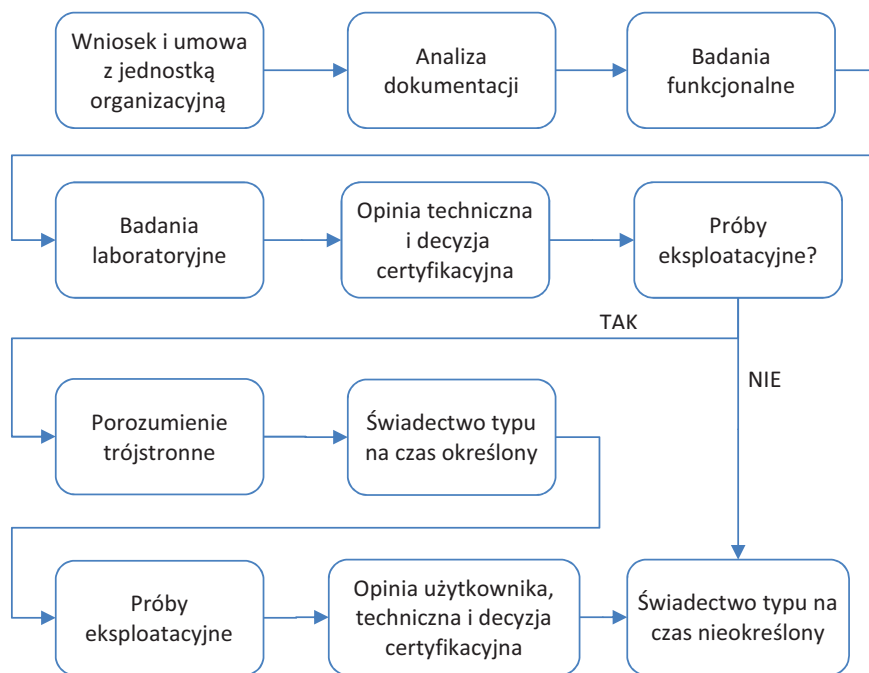
wiązane ze sobą przez tzw. interfejsy (o charakterze fizycznym, funkcjonalnym, czy informacyjnym). Określenie interfejsów danego typu urządzenia jest kluczowe dla wyznaczenia granic danego typu.

W przypadku urządzeń sterowania ruchem kolejowym stosuje się również pojęcia produktu ogólnego zastosowania (GP, z ang. *Generic product*), produktu określonego zastosowania (GA, z ang. *Generic Application*) i produktu specyficznego zastosowania (SA, z ang. *Specific product*). Pojęcia te zostały określone w normie PN-EN 50126-2 [8] i odnoszą się do różnych poziomów zaawansowania urządzenia w cyklu jego życia. Mimo, iż taka kategoryzacja wyrobów jest historycznie wcześniejsza niż regulacje rozporządzenia 720 [3] i wielu przypadkach lepiej oddaje systematykę typów urządzeń, to jednak nie ma bezpośredniego odniesienia do regulacji dotyczących wprowadzania produktów do obrotu. Próby mapowania pojęć, np. GA na typ, są jedynie pewnym przybliżeniem i nie pozwalają na precyzyjne omówienie zagadnień przedstawionych w niniejszym artykule. Stąd w dalszej treści artykułu autor odwołuje się jedynie do systematyki pojęć określonej w rozporządzeniu 720 [3] i przepisach związanych.

Wymagania dotyczące oceny zgodności typu urządzeń kolejowych i kolejnych egzemplarzy

Zgodnie z art. 22f ustawy o transporcie kolejowym [1] warunkiem dopuszczenia do eksploatacji poszczególnych typów budowli i typów urządzeń jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu dla pierwszego ich egzemplarza, poprzedzone uzyskaniem certyfikatu zgodności typu. Certyfikaty zgodności typu wydają jednostki organizacyjne, o których mowa w art. 22g ustawy o transporcie kolejowym [1], uprawnione do prowadzenia tej działalności na podstawie uzyskanej akredytacji i zgody Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego.

Na rysunku 2 przedstawiono uproszczony schemat trybu uzyska-



2. Schemat trybu uzyskania dopuszczenia do eksploatacji dla urządzenia typu
źródło: opracowanie własne

nia dopuszczenia do eksploatacji dla urządzenia typu na podstawie rozporządzenia 720 [3].

Ogólny tryb uzyskania świadectwa typu na czas określony obejmuje następujące kroki:

1. Złożenie przez Wnioskodawcę wniosku do jednostki organizacyjnej i zawarcie umowy o certyfikację.
2. Analiza dokumentacji technicznej typu urządzenia przez jednostkę organizacyjną.
3. Przeprowadzenie badań funkcjonalnych urządzenia, w tym w warunkach normalnych i w warunkach uszkodzeń, przez jednostkę organizacyjną.
4. Przeprowadzenie lub uznanie badań laboratoryjnych w zakresie oddziaływania czynników zewnętrznych (np. klimatycznych, pola elektromagnetycznego) przez jednostkę organizacyjną lub akredytowane laboratorium badawcze.
5. Opracowanie opinii technicznej i podjęcie decyzji certyfikacyjnej przez jednostkę organizacyjną, a w przypadku decyzji pozytywnej wydanie certyfikatu zgodności typu (wg wzoru określonego w załączniku nr 1 do rozporządze-

nia 720) na czas przeprowadzenia prób eksploatacyjnych.

6. Zawarcie porozumienia trójstronnego przez producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela, użytkownika i jednostkę organizacyjną w sprawie wykonania prób eksploatacyjnych urządzenia.
7. Złożenie przez Wnioskodawcę wniosku do Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego o wydanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu na czas określony.
8. Wydanie przez Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego decyzji w sprawie dopuszczenia do eksploatacji typu urządzenia na czas przeprowadzenia prób eksploatacyjnych.
9. Zainstalowanie urządzenia przez wnioskodawcę na uzgodnionym poligonie badawczym, eksploatacja urządzenia przez użytkownika w trakcie prób eksploatacyjnych i dokonywanie okresowych sprawdzeń przez jednostkę organizacyjną w trakcie trwania prób eksploatacyjnych.
10. Uzyskanie opinii eksploatacyjnej od użytkownika, sporządzenie opinii technicznej i podjęcie decyzji certyfikacyjnej przez jednostkę organizacyjną, a w przypadku de-

cyzji pozytywnej wydanie certyfikatu zgodności typu na czas nieokreślony.

11. Złożenie przez Wnioskodawcę wniosku do Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego o wydanie świadectwa typu na czas nieokreślony, a w przypadku decyzji pozytywnej wydanie Świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu na czas nieokreślony.

Jeśli możliwe jest uznanie wcześniej wykonanych prób eksploatacyjnych urządzenia w trybie art. 18 rozporządzenia 720 [3], to kroki 6-10 nie są realizowane, możliwe jest od razu uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu na czas nieokreślony.

Należy zwrócić uwagę, że zgodnie z art. 22f ust. 2 [1] każdy producent osobno powinien uzyskać świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu dla pierwszego egzemplarza wprowadzanego do obrotu pod nazwą tego producenta – nawet jeśli dane urządzenie jest pod względem technicznym tożsame z już dopuszczonym typem urządzenia.

Kolejne egzemplarze mogą być dopuszczone do eksploatacji po zrealizowaniu procedur oceny zgodności z typem objętym świadectwem typu. Rozporządzenie przewiduje dwa rodzaje deklarowania zgodności z typem, tj. przewidziany dla producentów lub ich upoważnionych przedstawicieli oraz dla pozostałych podmiotów (np. wykonawców robót).

Producenci w celu zadeklarowania zgodności realizują obowiązki wynikające z wybranych modułów oceny zgodności spośród modułów C, C1, C2, D, E, F, określonych w tzw. ogólnej decyzji modułowej [7]. Wybór określonego modułu należy do decyzji producenta i zależy głównie od liczby egzemplarzy i natury danego produktu.

Deklarację zgodności z typem może również sporządzić podmiot zamawiający, wykonawca modernizacji, importer, inwestor, dysponent, zarządca, użytkownik bocznic lub przewoźnik kolejowy. W tym przypadku deklaracja zgodności z typem musi być sporządzona na podstawie przeprowadzenia odpowiednich badań technicznych

przez tzw. jednostki organizacyjne, o których mowa w art. 22g ustawy o transporcie kolejowym [1].

Przypadki zmian i ich wpływ na istniejące potwierdzenia zgodności

Dopuszczenie typu danego urządzenia następuje przede wszystkim w pierwszym etapie cyklu życia danego urządzenia związanym z jego wprowadzeniem do eksploatacji.

Na dalszych etapach cyklu życia urządzenia niejednokrotnie są przedmiotem wielu zmian o różnorodnym charakterze i znaczeniu, które mogą także prowadzić do konieczności ponownego dopuszczenia. Przykładowe zmiany typów urządzeń mogą dotyczyć:

- zmiany elementów składowych urządzenia na inne o podobnych cechach i funkcjonalnościach, np. z uwagi na zmianę dostawcy kluczowego komponentu, czy konieczność wycofania z produkcji dotychczasowych elementów i konieczność zastąpienia ich nowym typem,
- wprowadzenia nowych funkcjonalności urządzenia lub nowych wariantów konfiguracji, np. poprzez zastosowanie elementów o innych parametrach technicznych lub ograniczenie funkcjonalności (np. z uwagi na ich przeniesienie do innego typu urządzenia),
- zastosowania dotychczasowego urządzenia w nowych obszarach, np. na bocznicach, na infrastrukturze innego zarządcy infrastruktury,
- przeprowadzenia aktualizacji oprogramowania stanowiącego integralną część urządzenia,
- dostosowania interfejsów urządzenia do współpracy z innymi systemami lub w innym środowisku,
- potrzeby wprowadzenia zmian do dokumentacji technicznej urządzenia, np. w zakresie zasad utrzymania, czy odbioru,
- zmiany wymagań dokumentów odniesienia mających zastosowanie do danego typu urządzenia,

W konkretnych sytuacjach wskazane powyżej przykłady zmian mogą się łączyć, zachodzić jednocześnie lub równolegle, bądź się przenikać. Przykładem może być sytuacja zmiany mających zastosowanie wymagań (np. tzw. Listy Prezesa UTK), której konsekwencją może być zmiana techniczna w produkcie, a w dalszej konsekwencji konieczność ponownienia dotychczasowych analiz i badań. Oczywiście sekwencje tych działań każdorazowo muszą wpływać z indywidualnej analizy, bowiem zależy to od tego jakie wymagania szczegółowe zostały zmienione oraz jaki jest ich wpływ na cechy danego wyrobu.

Wpływ poszczególnych zmian na ważność wydanych dopuszczeń wymaga analizy zgodnie z §21 rozporządzenia 720 [3], w szczególności poprzez zastosowanie wspólnej metody oceny i wyceny ryzyka, o której mowa w rozporządzeniu 402/2013 [4]. Wyjaśnienia dotyczące zastosowania tej metody w przypadku zmian dot. urządzeń przedstawiono w dalszej części artykułu. Poza przywołanymi powyżej zmianami opracowanie nowego typu urządzenia może wynikać z kwestii marketingowych, czy formalnych związanych np. z przeniesieniem praw własności na inny podmiot (w szczególności w przypadku świadectw uzyskiwanych na wniosek podmiotów innych niż producent albo w wyniku przekształceń własnościowych producenta). W takim przypadku utworzenie nowego typu może wiązać się jedynie ze zmianami formalnymi, nie wpływając na cechy techniczne i funkcjonalne danego urządzenia, czy faktyczny zakres informacji zawartych w dokumentacji technicznej urządzenia.

Oprócz samej analizy znaczenia zmiany dla ważności wydanych dopuszczeń poszczególne zmiany mogą wymagać wielu innych działań, np. w zakresie aktualizacji dokumentacji technicznej, aktualizacji analiz i dowodów bezpieczeństwa, przeprowadzonych badań funkcjonalnych lub laboratoryjnych. Wyniki tych działań mogą stanowić zarówno daną wejściową do przeprowadzenia analizy znaczenia zmiany lub z niej wynikać jako środki zapewnienia bezpieczeństwa.

Tryb wykazania zgodności w przypadku modyfikacji urządzeń kolejowych

Rozporządzenie 402/2013 [4] określa przebieg (w tym w dodatku przedstawia schemat) wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka (z ang. CSM-RA). Dodatkowo praktyczne wytyczne dla zastosowania tej metody opublikowano w Ekspertyzie UTK [5]. Poniżej zawarto omówienie głównych kroków metody w odniesieniu do analizy zmian urządzeń typu następującej na podstawie §21 rozporządzenia 720 [3]:

1. Ocena wpływu na bezpieczeństwo,
2. Powołanie zespołu do analizy ryzyka, w tym opis kompetencji zespołu,
3. Określenie wstępnej definicji systemu,
4. Ocena znaczenia zmiany poprzez odniesienie do kryteriów:
 - a) Skutki awarii,
 - b) Złożoność zmiany,
 - c) Innowacja,
 - d) Monitoring,
 - e) Odwracalność,
 - f) Dodatkowość.

Jeśli zmiana zostanie uznana za znaczącą, to konieczne jest pogłębienie dotychczasowych analiz i opisów oraz w szczególności:

- zidentyfikowanie wszystkich zagrożeń,
- klasyfikacja zagrożeń,
- określenie zasad akceptacji ryzyka i wymogów bezpieczeństwa,
- wykazanie zgodności z wymogami bezpieczeństwa.

Powyższe kroki, z uwzględnieniem decyzji o konieczności uzyskania nowego zezwolenia na dopuszczenie do eksploatacji typu urządzenia, przedstawiono na rysunku nr 3.

Z punktu widzenia wpływu danej zmiany na ważność wydanego dopuszczenia do eksploatacji typu najistotniejszy jest etap analizy znaczenia zmiany. Kluczowe jest nie tylko określenie statusu zmiany (znacząca / nieznacząca), a przede wszystkim jakie działania związane z dopuszczeniem powinny być ponowione/uzupełnio-



3. Schemat oceny ryzyka związanego ze zmianą urządzenia typu
źródło: opracowanie własne

ne. Analizę znaczenia zmiany warto rozpocząć od zgromadzenia wszelkich danych związanych z analizowanym urządzeniem. Przede wszystkim powinna to być dokumentacja techniczna urządzenia (DTR, WTWiO, instrukcje obsługi itp.), dokumenty oceny zgodności (wyniki badań z normami, świadectwa dopuszczenia, certyfikaty zgodności dla urządzenia oraz poszczególnych komponentów, wyniki badań eksploatacyjnych), wynik analiz bezpieczeństwa (jeśli są wymagane). Dokumenty powinny dotyczyć zarówno stanu urządzenia przed zmianą lub systemów podobnych (np. poprzednich generacji urządzenia) jak i stanu po zmianie (projektowanego urządzenia). Analiza porównawcza poszczególnych zapisów dokumentów znacząco ułatwia i konkretyzuje określenie istoty rozpatrywanej zmiany.

Pierwszym krokiem analizy wymienionym w rozporządzeniu [4] jest ocena wpływu na bezpieczeństwo. Ocenę taką należy krótko uzasadnić. Można przyjąć, że z uwagi na fakt, że urządzenia wyszczególnione w rozporządzeniu [3] są związane z zapewnieniem bezpieczeństwa ruchu kolejowego, to każda zmiana związana z tymi urządzeniami ma wpływ na bezpieczeństwo. Ponadto nawet w przypadku, gdy zmiana nie ma bezpośredniego wpływu na bezpieczeństwo, to w odniesieniu do zmian urządzeń wg §21 rozporządzenia 720 [3] analiza po-

winna być kontynuowana, ponieważ celem tej analizy jest podjęcie decyzji o konieczności ponownego uzyskania świadectwa typu i certyfikatu zgodności typu dla zmienionego urządzenia.

Poszczególne elementy analizy realizuje powołany zespół do analizy. Skład zespołu powinien być odpowiedni do charakteru danej zmiany, z jednej strony zapewniający możliwość określenia wpływu danej zmiany na wszystkie istotne aspekty związane z produkcją, eksploatacją, utrzymaniem i współdziałaniem urządzenia z innymi urządzeniami i systemami, a z drugiej strony na tyle nieduży, aby prace zespołu były efektywne. Zaleca się, aby zawsze w skład zespołu wchodził przedstawiciel producenta, nawet jeśli zmiany dokonuje inny podmiot (np. wykonawca modernizacji).

Bardzo ważnym elementem analizy jest określenie wstępnej definicji systemu. Rozporządzenie 402/2013 [4] nie określa szczegółowo zakresu tej definicji w przypadku analizowania znaczenia zmiany, jednak warto w tym miejscu określić:

- jakiego typu urządzenia dotyczy analiza (rodzaj urządzenia wg rozporządzenia 720 [3], symbol i nazwa urządzenia),
- jaka jest istota i cel zmiany (np. czy zmiana dotyczy utworzenia nowego typu, odmiany, zmiany funkcji, dodania interfejsów),
- jakie są zasadnicze cechy kon-

- strukcyjne i funkcje urządzenia (przed i po zmianie),
- jakie są przewidywane warunki eksploatacji i utrzymania systemu, w tym z jakimi systemami współpracuje, jakie są zasady jej obsługi i utrzymania,
- jakie są powiązania pomiędzy analizowanym urządzeniem (po zmianie), z innymi, w tym wcześniejszymi generacjami, podobnymi typami itd.,
- jakie oceny, badania, certyfikaty uzyskano dla urządzenia (przed i po zmianie) – dokumentacja zgromadzona zgodnie z wcześniejszymi zaleceniami.

Co najmniej część z tych danych może być określona w tzw. opiniach technicznych opracowanych przez kompetentne jednostki badawcze, w szczególności, w zakresie analizy powiązań z istniejącymi systemami.

Rozporządzenie 402/2013 [4] nie przewiduje osobnego rozdziału do opisu istoty zmiany, stąd ważne, aby w tym rozdziale jak najbardziej precyzyjnie określić na czym faktycznie polega zmiana i jaki jest jej wpływ na warunki funkcjonowania urządzenia. Opis ten nie powinien jeszcze rozstrzygać jaki jest wpływ zmiany na ważność dotychczasowego dopuszczenia, ale dostarczać szczegółowego materiału do dalszych analiz.

Najistotniejszym elementem analizy znaczenia zmiany jest jej odniesienie do sześciu zdefiniowanych w rozporządzeniu 402/2013 [4] kryteriów. Sposób odniesienia i rozpatrywane aspekty ściśle zależą od charakteru danej zmiany, stąd nie jest możliwe zdefiniowanie zamkniętego katalogu aspektów, jakie należy rozważyć. Podobnie jak nie jest możliwe określenie z góry jaki wpływ na dane urządzenie będzie miała zmiana określonego parametru, czy wymagania (np. określonego w danej wersji tzw. Listy Prezesa UTK). Głównym pytaniem jakie należy mieć na uwadze jest to, w jaki sposób zmieni się bezpieczeństwo użytkownika urządzenia.

Przy analizie kryterium skutki awarii, należy określić jakie wiarygodny i przewidywalny wpływ może mieć

zmiana na występowanie wypadków, incydentów i szkód. Na podstawie wcześniej określonych powiązań między urządzeniami (podobnymi, wcześniejszej generacji itd.) w szczególności należy określić na ile skutki awarii są podobne lub wyższe od stanu bazowego (czyli np. skutków awarii jakie wiązały się z wcześniejszą generacją urządzenia).

Kryterium złożoności zmiany dotyczy zakresu elementów, systemów i aspektów jakie wiążą się z daną zmianą. Im więcej zmienianych elementów urządzenia lub aspektów (np. obsługi, eksploatacji, utrzymania) na które ma wpływ dana zmiana, tym kryterium bardziej wskazuje na znaczenie danej zmiany.

Odnosząc się do innowacyjności należy uwzględnić nie tylko techniczną naturę zmiany, ale uwzględnić również kompetencje producenta do realizacji zmiany oraz wymagane nowe kompetencje do obsługi i utrzymania urządzenia.

W ramach kryterium monitoring należy określić jakie są zasady diagnostyki i reakcji na błędy urządzenia. Im szybciej potencjalna usterka jest możliwa do wykrycia lub usunięcia, w kontekście wymaganego poziomu gotowości urządzenia do pracy, tym kryterium jest mniej znaczące. Przydatne w tym zakresie mogą być przeprowadzone analizy niezawodności.

W ramach kryterium odwracalności należy określić jakie są faktyczne możliwości przywrócenia stanu sprzed zmiany, w tym w przypadku wykrycia istotnych (systemowych) wad zmienionego urządzenia. Czy możliwa jest wymiana zmienionego urządzenia (bądź określonego elementu na element dotychczasowy (znany)? W przypadku zmiany dotyczącej utworzenia nowej generacji typu urządzenia zaleca się odniesienie do dostępności części zamiennych lub dotychczasowych urządzeń.

W ramach kryterium dodatkowości należy się odnieść do wszystkich zmian urządzenia, od czasu ostatniej oceny typu lub ostatniej „znaczącej” oceny ryzyka. W przypadku wprowadzenia kilku (rozporządzenie [4] nie precyzuje ilu) kolejnych „nieznaczą-

cych zmian” zleca się przeprowadzenie pełnej oceny ryzyka, nawet jeśli dana zmiana miałaby być uznana za nieznaczącą.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wg omówionych kryteriów zespół oceniający podejmuje decyzję, czy zmiana jest znacząca, czy nieznacząca, w szczególności w odniesieniu do zasadniczych funkcji (w tym bezpieczeństwa) urządzenia i jego zasadniczych cech konstrukcyjnych (mających bezpośredni wpływ na zgodność z wymaganiami). Jeśli zmiana jest znacząca, to należy przejść do bardziej szczegółowej oceny ryzyka, natomiast w przypadku zmiany nieznaczącej sporządzane jest jedynie sprawozdanie z przeprowadzonych analiz i podjętej decyzji.

Ze względu na zaadaptowanie metody CSM RA [4] do celów oceny znaczenia zmian w polskich wyrobach kolejowych ten krok analizy wymaga pewnych uzupełnień. Po pierwsze decyzja o znaczeniu zmiany w tym kontekście musi być jednoznacznie powiązana z decyzją o konieczności uzyskania świadectwa typu (tzn. zmiana jest znacząca kiedy wymagana jest zmiana świadectwa). W tym przypadku odniesienie znaczenia zmiany do samego bezpieczeństwa może być niewystarczające, ponieważ nie wszystkie zmiany mogą pogarszać przyjęty poziom bezpieczeństwa (a w przypadku nowych generacji wyrobów mogą go wręcz polepszać), a jednocześnie mogą wymagać zmiany dopuszczenia. W przypadku tego rodzaju analizy ważniejsze jest odniesienie zmiany do dotychczas przeprowadzonych ocen będących podstawą wydania świadectwa typu. Zasadniczą kwestią, na jaką powinien odpowiedzieć zespół oceniający jest to, jakie elementy oceny powinny być powtórzone w zakresie wprowadzonej zmiany. Może to dotyczyć przeprowadzenia uzupełniających badań funkcjonalnych lub określonych badań laboratoryjnych, czy nawet samych uzupełnień w dokumentacji technicznej wyrobu. Tym samym, nawet jeśli uznano, że zmiana jest nieznacząca, to i tak może wystąpić potrzeba uzyskania nowego świadectwa dopuszcze-

nia dla zmienionego typu urządzenia.

Ocena przeprowadzona z uwzględnieniem powyższych odniesień pozwoli nie tylko na formalne stwierdzenie konieczności zmiany świadectwa typu, ale przede wszystkim pozwala na zweryfikowanie, jakie elementy oceny powinny być przeprowadzone, aby nie tyle stwierdzić, że zmiana jest znacząca lub nie, co zapewnić faktyczne bezpieczeństwo użytkowania zmienionego typu wyrobu.

Zadaniem zespołu oceniającego przy tak rozumianej analizie powinno być zatem określenie wpływu zmiany na ważność przeprowadzonych dotychczas elementów oceny. Zasadnym wydaje się również, aby szczególnie w przypadku konieczności powtórzenia wielu lub złożonych elementów oceny potwierdzenia zgodności nowego wyrobu na podstawie ponowionych działań dokonywała jednostka organizacyjna, tak jak to ma miejsce w przypadku pierwszego dopuszczenia typu do eksploatacji.

Ponadto analiza przeprowadzona w proponowany sposób pozwala dostarczyć danych wejściowych do przyszłej oceny zgodności typu, nawet jeśli będzie wymagane ponowienie świadectwa typu. Najwyraźniej taka sytuacja jest widoczna w przypadku podjęcia przez producenta decyzji o utworzeniu nowego typu wyrobu (wyrobu o nowym symbolu), która może wynikać choćby ze względów marketingowych lub utworzenia nowego typu tożsamego pod względem funkcjonalnym i technicznym z już dopuszczonym typem innego producenta. W takim przypadku formalnie jest prowadzony ponowny proces oceny typu urządzenia oraz wydawane nowe świadectwo typu, ale niejako wewnątrz tej oceny jednostka organizacyjna może uznawać dowody dotychczasowych działań i wykorzystywać wyniki przeprowadzonych analiz do swojej oceny, ponieważ zgodnie z §18 rozporządzenia 720 [3] decyduje o zakresie badań technicznych. W szczególności na podstawie §17 rozporządzenia 720 [3] może potwierdzić brak konieczności przeprowadzenia ponownych badań eksploatacyjnych (tzw. poligonu) lub zaproponować

jego adekwatny czas trwania, co ma istotne znaczenia dla długości trwania procesu ponownej oceny.

Realizacja oceny w tym ujęciu jest jednak znaczeniowo utrudniona lub niemal nie możliwa w przypadku wyrobów, które były dopuszczone znacznie wcześniej niż obowiązujące przepisy i dla których nie prowadzono analiz zgodności w przypadku zmian obowiązujących wymagań (które pozwoliłyby na dalszą analizę na zasadzie dodatkowości). W przypadku takich wyrobów często brakuje kompletnej dokumentacji technicznej, a próby odniesienia zmiany do istniejących wymagań każdorazowo prowadzą do wniosku braku podstaw do stwierdzenia zgodności, a w efekcie do konieczności ponowienia pełnej oceny.

Dlatego też przy okazji omawiania przedmiotowego zagadnienia analizy zmian warto podkreślić korzyści z zarządzania konfiguracją urządzeń przez producentów, podobnie jak to ma miejsce w przypadku pojazdów kolejowych (patrz pkt. 2.8 w [6]).

Wnioski

Zmiany dokonywane w dopuszczonych do obrotu i eksploatacji urządzeniach kolejowych są nieuniknione w cyklu życia danego wyrobu. Zmiany te wynikają zarówno z natury technicznej urządzeń, jak i dynamiki rynku, na jakim funkcjonują dane urządzenia. Jednocześnie są one warunkiem rozwoju technologicznego nie tylko samych urządzeń, w których jest realizowana zmiana, ale też przez te urządzenia ogólnego poziomu rozwoju technologicznego branży kolejowej.

Z perspektywy producenta urządzenia pożądane jest, aby proces przeprowadzenia danej zmiany był jak najszybszy i wiązał się z jak najniższymi kosztami. Jednocześnie każda zmiana urządzeń kolejowych, ze względu na prawdopodobieństwo pogorszenia bezpieczeństwa ich użytkowania, ale także konieczność zachowania kompatybilności technicznej, musi być wnikliwie oceniona. Przeprowadzenie zmiany może wymagać nie tylko dostosowania dokumentacji i ponowienia badań, ale też przeprowadze-

nia odpowiednich analiz i ocen przez określone podmioty.

W artykule przedstawiono rodzaje i przyczyny zmian związanych z urządzeniami typu oraz zasady ich oceny wynikające z obowiązujących przepisów. Ponadto zawarte zostały praktyczne wskazówki dotyczące sposobu realizacji poszczególnych działań w procedurach oceny zmian dotyczących urządzeń. W szczególności wskazano na powiązania pomiędzy poszczególnymi generacjami danego urządzenia i wyrobami podobnymi, co może stanowić źródło cennych danych dla analizy danej zmiany.

Ponadto zawarto wyjaśnienie wymagań i zwrócono uwagę na te elementy przepisów i metod, które wymagają właściwej interpretacji w kontekście dopuszczania urządzeń typu. Celem dokonywanych analiz jest z jednej strony zapewnienie bezpieczeństwa oraz stałej adekwatności dokumentacji technicznej do wyrobu, ale z drugiej strony nie stawianie nadmiernych wymagań wpływających na czas i koszty w cyklu życia wyrobu.

Podkreślenia wymaga fakt, że dla zachowania efektywności działań związanych z daną zmianą ważne jest zgromadzenie pełnej dokumentacji technicznej, dowodów z poprzednich ocen (w szczególności realizowanych systematycznie) i badań danego wyrobu lub wyrobów powiązanych oraz zdolność do ich technicznej oceny. Wskazanie to nie stanowi nowości, ale w praktyce realizacji podobnych procesów wydaje się być nadal traktowane nie dość wnikliwie. Na podstawie fachowego osądu odnoszącego się do zakresu danej zmiany i jej potencjalnego wpływu na bezpieczeństwo możliwe jest uznanie ważności i adekwatności danego dowodu do analizowanej zmiany. W konsekwencji mimo, iż schemat postępowania w odniesieniu do każdej zmiany jest w zasadzie niezmienny, to faktycznie działania związane z daną zmianą mogą się znacznie uprościć (np. nie jest konieczne ponawianie wszystkich badań laboratoryjnych). Analogicznie zebrane dane, czy techniczna analiza zmian lub różnic dokonana przez producenta mogą pozwolić na uproszcze-

nie procedur oceny urządzeń, nawet jeśli producent zdecyduje o utworzeniu nowego typu urządzenia lub w toku analizy danej zmiany okaże się, że konieczne jest ponowne uzyskanie odpowiednich certyfikatów i dopuszczeń. Tym samym zmiany wynikające z rozwoju technologicznego, czy dostosowania urządzeń do potrzeb innych zarządców infrastruktury mogą być zrealizowane w możliwie efektywny sposób, przy jednoczesnym zadośćuczynieniu wymaganiom związanym z zapewnieniem bezpieczeństwa prowadzenia ruchu kolejowego. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 768/2008/WE z dnia 9 lipca 2008 r. w sprawie wspólnych ram dotyczących wprowadzania produktów do obrotu, uchylająca decyzję Rady 93/465/EWG (Dz. U. L 218 z 13.8.2008 z późn. zm.).
- [2] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (Dz.U. 2021 poz. 1984).
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych (Dz.U. 2020 poz. 1923).
- [4] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 402/2013 z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie wspólnej metody oceny bezpieczeństwa w zakresie wyceny i oceny ryzyka i uchylające rozporządzenie (WE) nr 352/2009 (Dz.U. L 121 z 3.5.2013 z późn. zm.)
- [5] Ekspertyza dotycząca praktycznego stosowania przez podmioty sektora kolejowego wymagań wspólnej metody bezpieczeństwa w zakresie oceny ryzyka (CSM RA) opracowana w formie przewodnika, str. 50.
- [6] Jan Siudecki, Polski system oceny zgodności wyrobów kolejowych względem nowych ram prawnych i wzajemnego uznawania w prawie Unii Europejskiej, rozprawa doktorska, Warszawa, lipiec 2020.
- [7] Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 768/2008/WE (Dz. UE L 218 z 13.08.2008 r.
- [8] PN-EN 50126-2:20018-02 Zastosowania kolejowe. Specyfikowanie i wykazywanie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS). Część 2: Sposoby podejścia do bezpieczeństwa.

REKLAMA



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



Perspektywy rozwoju infrastruktury do przewozów intermodalnych do 2030 roku

Prospects for the development of intermodal transport infrastructure until 2030



Przemysław Brona

*Mgr inż.
starszy specjalista inżynierijno-
techniczny
Instytut Kolejnictwa*

pbrona@ikolej.pl



Robert Kruk

*Mgr inż.
główny specjalista badawczo-
techniczny
Instytut Kolejnictwa*

rkruk@ikolej.pl



Beata Piwowar

*Mgr inż.
główny specjalista inżynierijno-
techniczny
Instytut Kolejnictwa*

bpiwowar@ikolej.pl

Streszczenie: Wzrost znaczenia przewozów ładunków transportem kolejowym związany jest z rozwojem infrastruktury liniowej i punktowej do przewozów intermodalnych. W artykule przedstawiono rozwój transportu intermodalnego w ostatnich 10 latach ze szczególnym uwzględnieniem lokalizacji i podstawowych parametrów terminali intermodalnych w Polsce. Opisane zostały propozycje potencjalnej lokalizacji nowych oraz rozbudowy istniejących terminali w kontekście planów inwestycyjnych linii kolejowych, jak również wdrożenia nowych technologii przewozów intermodalnych. Na koniec przedstawiono kierunki rozwoju infrastruktury kolejowej dla przewozów intermodalnych w obecnej perspektywie finansowej UE tj. do 2027 roku z horyzontem do 2030 roku.

Słowa kluczowe: *Infrastruktura kolejowa; Transport intermodalny; Terminale intermodalne*

Abstract: The increased importance of freight transport by rail is connected with the development of line and point infrastructure for intermodal transport. The article presents the intermodal transport development within last 10 years with particular regard to location and basic parameters of intermodal terminals in Poland. Proposals for the potential location of new terminals and the extension of existing terminals in the framework of railway investment plans were described, as well as the implementation of new intermodal transport technologies. In last part the directions for the development of railway infrastructure for intermodal transport in the current EU financial perspective, i.e. until 2027 with a horizon until 2030, were presented.

Keywords: *Railway infrastructure; Intermodal transport; Intermodal terminals*

Wprowadzenie

Transport kolejowy obok transportu morskiego i żeglugi śródlądowej uważany jest za najbardziej ekologiczną gałąź transportu. Unia Europejska kładzie nacisk na zwiększenie przewozów ładunków w korytarzach transportowych gałęziami transportu przyjaznymi środowisku naturalnemu.

W Polsce w ostatnich latach, ze współfinansowaniem z funduszy europejskich modernizowano przeważnie liniową infrastrukturę kolejową wchodzącą w skład głównych ciągów transportowych. W mniejszym stopniu dotyczyło to infrastruktury punktowej dedykowanej transportowi intermodalnemu.

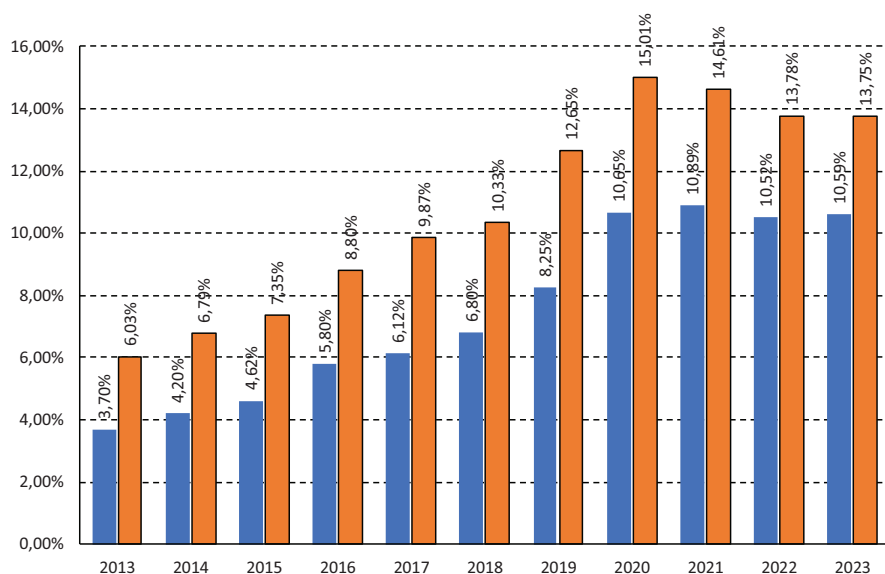
Obecna perspektywa finansowa

UE (lata 2021-2027) stwarza warunki do współfinansowania rozwoju infrastruktury kolejowej, w tym infrastruktury transportu intermodalnego z funduszy europejskich. W ramach komponentu „E – Zielona, inteligentna mobilność” w Krajowym Planie Odbudowy i Zwiększania Odporności przewidziane są inwestycje w projekty intermodalne, których celem ma być poprawa jakości infrastruktury terminalowej oraz zakup specjalistycznego taboru służącego do wykonywania przewozów intermodalnych. Ma to przyczynić się do poprawy efektywności usług transportu intermodalnego, co pozwoli na zwiększenie konkurencyjności w przewozach towarów.

Terminale intermodalne w Polsce – stan istniejący

Przewozy towarów transportem kolejowym w segmencie przewozów intermodalnych notują w ostatniej dekadzie stały wzrost udziału zarówno w przewiezionej masie ładunków jak i wykonanej pracy przewozowej. Jednak według danych UTK [1] i [2] przewozy intermodalne w Polsce w 2023 roku zanotowały spadek w masie ładunków w stosunku do roku 2022 o 6,3% (rok 2022 – 26,2 mln ton, rok 2023 – 24,5 mln ton) jak również w wykonanej pracy przewozowej o 1,5% (wykonana praca przewozowa w w2022 roku wyniosła 8,61 mld tonokm zaś w 2023 roku – 8,47 mld tonokm).

Pomimo to ich udział w przewozie



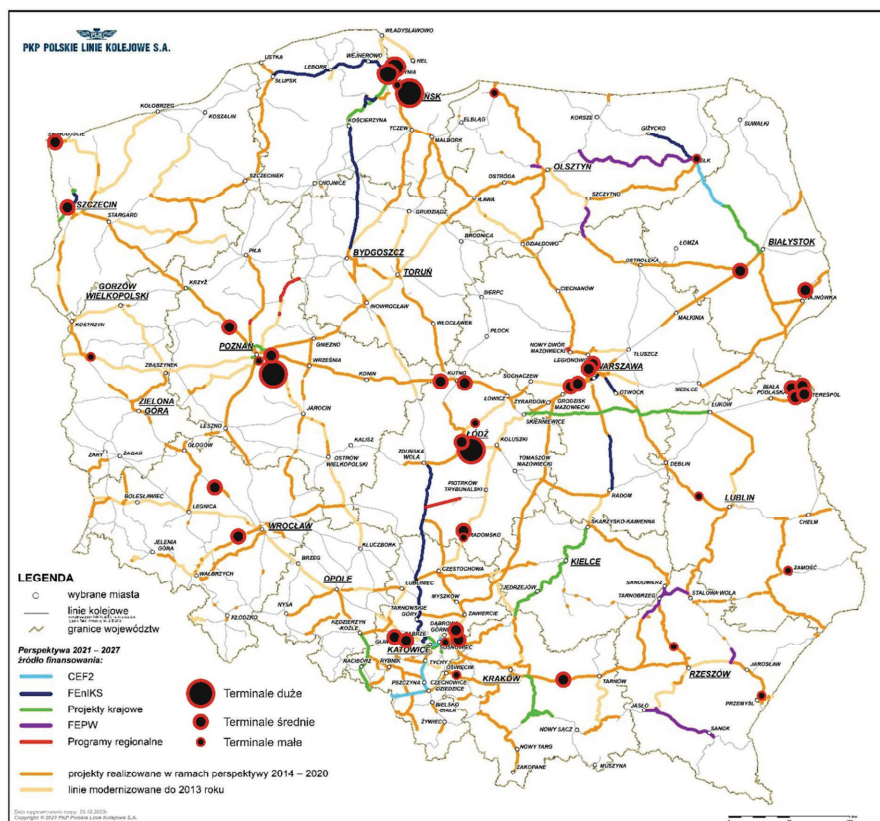
1. Udział przewozów intermodalnych w transporcie kolejowym według przewiezionej masy i wykonanej pracy przewozowej w latach 2013-2023

Źródło: opracowanie autorów na podstawie danych UTK [2]

Tab. 1. Wielkość terminali intermodalnych w Polsce według ich zdolności przeładunkowej

Wskaźnik	Terminala lądowe				Terminala morskie
	Małe	Średnie	Duże	Ogółem lądowe	
Liczba terminali	13	23	2	38	6
Łączna zdolność przeładunkowa [TEU/rok]	337 600	3 375 990	835 400	4 548 990	5 026 000

Źródło: opracowanie autorów na podstawie danych UTK [2]



2. Lokalizacja terminali intermodalnych na tle inwestycji kolejowych w ramach Krajowego Programu Kolejowego. Źródło: opracowanie autorów na podstawie [2] i [3]

ładunków ogółem transportem kolejowym nadal jest stosunkowo mały. W roku 2023 wyniósł 10,59% w wielkości masy ładunków i jest na porównywalnym poziomie jak w latach 2020-2022.

Udział pracy przewozowej zrealizowanej przez kolej w transporcie intermodalnym w 2023 r. wyniósł 13,75% (w 2020 r. udział ten wynosił 15,01%). Udział transportu intermodalnego w transporcie kolejowym w wykonanej pracy przewozowej w ciągu ostatnich lat spadł więc o 1,26%.

Widoczny w latach 2022 i 2023 spadek w przewiezionej masie ładunków oraz wykonanej pracy przewozowej należy wiązać z sytuacją geopolityczną na świecie i wybuchem wojny w Ukrainie. Spowodowało to zmniejszenie przewozów intermodalnych korytarzem północnym „Nowego Jedwabnego Szlaku - NJS” (przez Rosję, Białoruś, Polskę). Choć przewozy intermodalne w tym korytarzu zostały utrzymane, to jednak, z uwagi na sankcje gospodarcze w stosunku do Rosji i Białorusi oraz wzrost stawek ubezpieczeniowych, należy się liczyć ze zmniejszeniem przewozów intermodalnych tym korytarzem NJS na rzecz korytarza południowego (przez Morze Kaspijskie i Morze Czarne).

Według danych UTK [2] w Polsce obecnie funkcjonują 44 terminala intermodalne, w tym 6 terminali morskich. Rozmieszczenie terminali intermodalnych na sieci kolejowej w Polsce w powiązaniu z dotychczas prowadzonymi i planowanymi inwestycjami kolejowymi przedstawia Rysunek 2.

Jednak terminala te są zróżnicowane po względem powierzchni całkowitej terminala i zdolności przeładunkowych. Według opracowania CUPT [4] terminala intermodalne można podzielić na 4 grupy według ich zdolności przeładunkowej (TEU/rok):

- małe do 50 tys. TEU;
- średnie od 50 tys. do 300 tys. TEU;
- duże powyżej 300 tys. TEU;
- morskie.

Według danych UTK z 2023 roku [2] ich liczbę oraz łączną zdolność przeładunkową w podziale na terminale lądowe i terminale morskie zestawiono w tabeli nr 1.

W powyższym zestawieniu nie zostały uwzględnione dwa terminale, które zostały oddane do użytku pod koniec 2023 roku. Są to terminale zlokalizowane w Woli Baranowskiej (terminal PKP LHS przy linii kolejowej szerokotorowej nr 65) oraz terminal w Zduńskiej Woli Karsznicach (terminal PKP Cargo Terminale przy linii kolejowej nr 131).

Z zaprezentowaną na Rysunku 2 rozmieszczeniem terminali można zauważyć zależność pomiędzy ich wielkością a lokalizacją. Duże oraz średnie terminale zazwyczaj są zlokalizowane wzdłuż linii kolejowych należących do głównych korytarzy towarowych w sieci bazowej TEN-T oraz na obszarze dużych aglomeracji i dużych portach morskich oraz na granicy wschodniej. Należy przy tym zauważyć, że w przypadku trzech województw brak jest obiektów przeładunkowych w transporcie intermodalnym (województwa kujawsko-pomorskie, świętokrzyskie i opolskie).

Pożądane czynniki wyboru lokalizacji nowych terminali intermodalnych

Przedsiębiorcy planujący rozwój lub budowę nowych terminali intermodalnych w kolejnych latach mogą ubiegać się o dofinansowanie swoich projektów z funduszy europejskich w ramach KPO. Wybór projektów do dofinansowania będzie odbywać się w formule konkursowej, której przebieg i procedury będą nadzorowane przez Centrum Unijnych Projektów Transportowych. Pod uwagę będą brane m.in. zakres projektu, który powinien posiadać rzeczywisty ponadregionalny charakter, czyli cechować się wartością dodaną wynikającą z koncentracji na zadaniach wykraczających poza obszar województwa, istotnych dla rozwoju na szerszym obszarze.

Zakłada się, że zakres inwestycji będzie koncentrował się na terminalach kolejowo-drogowych zlokalizowanych na sieci TEN-T i będzie dotyczył przede wszystkim:

- budowy, rozbudowy oraz modernizacji terminali przeładunkowych,
- poprawy warunków dostępu do terminali w tym: stacji, ogólnodostępnych układów torowych oraz bocznicy,
- pozyskania (np. w formie zakupu lub leasingu) specjalistycznego taboru służącego do wykonywania przewozów intermodalnych,
- wyposażenia terminali w wysokowydajne urządzenia przeładunkowe,
- działań z zakresu cyfryzacji pozwalające na zwiększenie efektywności funkcjonowania terminali i obsługi ładunków.

Z danych zaprezentowanych powyżej wynika, że w Polsce w 2023 roku było 44 terminali intermodalnych, w tym 6 morskich. Na terminale morskie przypada 52,5% łącznej przepustowości terminali w Polsce, a na lądowe 47,5%. Na 11 małych terminali przypada tylko 3,5% łącznej przepustowości, a na dwa duże przypada 8,7%.

Z powyższych danych oraz dotyczących obecnego rozmieszczenia terminali wynika, że istnieją warunki pozwalające na budowę nowych terminali intermodalnych lądowych jak i terminali morskich. W przypadku terminali morskich istnieją plany budowy dwóch nowych terminali głębokowodnych w portach w Gdyni i Świnoujściu o przepustowości powyżej 1 mln TEU każdy. Należy przy tym zaznaczyć, że w Polsce funkcjonuje obecnie tylko 1 morski terminal głębokowodny w Gdańsku (Baltic Hub Container Terminal). Budowa dwóch nowych przyczyni się do znacznego zwiększenia możliwości przeładunków kontenerów w polskich portach morskich.

W przypadku terminali lądowych należy dążyć do zwiększenia zdolno-

ści przepustowej terminali zlokalizowanych w Polsce Wschodniej (umownie na wschód od Wisły). Przy czym nie chodzi tu o terminale graniczne (z uwagi na sytuację geopolityczną perspektywy ich rozwoju są niepewne, zwłaszcza terminali na granicy z Białorusią), ale o terminale obsługujące główne ośrodki gospodarcze Polski Wschodniej.

Ponadto niezależnie od nowych lokalizacji należy wspierać rozwój już istniejących terminali, w szczególności terminali małych, których zdolność przeładunkowa nie przekracza 50000 TEU rocznie). Połowa z obecnie funkcjonujących małych terminali jest zlokalizowana właśnie w Polsce Wschodniej.

Stosowane technologie przeładunku i przewozu

Z punktu widzenia działalności zarządców terminali jak i operatorów i przewoźników intermodalnych istotnym zagadnieniem jest wybór technologii przeładunku. W przypadku terminali morskich oraz terminali lądowych obsługujących połączenia z portami morskimi jest to przeładunek kontenerów na i z wagonów platform lub kieszeniowych.

Obecnie eksploatowanych jest kilka podsystemów transportu intermodalnego [5], które można podzielić na:

- podsystem kontenerowy,
- podsystem kieszeniowy,
- podsystem bimodalny,
- podsystem „ruchoma droga”,
- podsystem Modalohr.

Najbardziej rozpowszechnionym podsystemem przewozów intermodalnych jest podsystem przewozu kontenerów (Rysunek 3). Pozostałe podsystemy nie zdobyły znaczącej pozycji na rynku przewozów intermodalnych.

W przypadku przewozów intermodalnych naczep siodłowych dominującym obecnie podsystemem są przewozy naczep siodłowych przystosowanych do przeładunku



3. Podsystem kontenerowych przewozów intermodalnych
Źródło: ze zbiorów autorów artykułu



4. Podsystem przewozów naczep siodłowych w wagonach kieszeniowych
Źródło: ze zbiorów autorów artykułu



5. Podsystem Modalohr. Źródło: ze zbiorów autorów artykułu

panionego na wagony kieszeniowe (Rysunek 4). Główną wadą tego podsystemu jest zastosowanie naczep siodłowych o wzmocnionej konstrukcji, a co za tym idzie zwiększonej masie własnej i zmniejszonej ładowności.

Nowo opracowywane podsystemy przewozu naczep siodłowych preferują przeładunek poziomy naczep siodłowych standardowej konstrukcji (np. „ruchoma droga” lub Modalohr) (Rysunek 5). Użytkownikami tych podsystemów przewozów są przeważnie firmy, które są jednocześnie ich twórcami, posiadającymi do nich wyłączne prawa, co powoduje, że mają one ograniczony zasięg i nie są uniwersalne.

W opracowaniu [6] przedstawiono kryteria oceny nowych podsystemów w celu optymalnego wyboru jednego lub dwóch podsystemów, które

mogłyby zastąpić podsystem oparty na przewozie naczep siodłowych przystosowanych do przeładunku pionowego na wagonach kieszeniowych. Ocena końcowa oparta została na metodzie analizy wielokryterialnej, przy czym istotny jest dobór wartości wag dla poszczególnych kryteriów oceny. Metoda analizy wielokryterialnej umożliwia ocenę danego podsystemu wieloaspektowo i daje możliwości wyboru optymalnego jednego lub dwóch podsystemów, które mają szanse do szersze zastosowanie.

Nowe podsystemy przewozu naczep siodłowych niewątpliwie przyczyniłyby się do zwiększenia wolumenu przewozu naczep siodłowych transportem kolejowym. Jednak należy zaznaczyć, że tylko szersze wdrożenie nowych podsystemów (efekt skali) daje możliwości efektywnego pod

względem ekonomicznych wdrożenia ich do „masowej” eksploatacji i zastąpienia przewozu naczep siodłowych w oparciu o wagony kieszeniowe.

Kierunki rozwoju infrastruktury do przewozów intermodalnych do 2030 roku

Rozwój przewozów intermodalnych wiąże się z rozbudową infrastruktury, zarówno punktowej jak i liniowej. W opracowaniach [4] i [7] wskazano kierunki rozbudowy tej infrastruktury.

W przypadku infrastruktury punktowej są to:

- rozbudowa istniejących terminali zlokalizowanych na sieci TEN-T (zwiększenie zdolności przeładunkowych);
- budowa nowych terminali w Polsce Wschodniej (zapełnienie „białych plam”), w tym w pobliżu przejść granicznych – Dorohusk/Chelm, Żurawica/ Medyka;
- lokalizacje terminali w pobliżu potencjalnych terenów inwestycyjnych;
- wyposażenie w wysokowydajne urządzenia przeładunkowe;
- zwiększenie możliwości przeładunku naczep samochodowych;
- poprawa warunków dostępności terminali z sieci drogowej (położenie w pobliżu przebiegu autostrad, dróg ekspresowych i krajowych);

- wsparcie dla rozwoju bocznic kolejowych umożliwiających dostęp do terminali z sieci kolejowej.

Natomiast dla kolejowej infrastruktury liniowej są to między innymi:

- kontynuacja programów modernizacji i rewitalizacji linii kolejowych (m.in. Krajowy Program Kolejowy, Kolej+, Krajowy Plan Odbudowy);
- wprowadzenie priorytetu dla pociągów intermodalnych o prędkości maksymalnej 100-120 km/h);
- separacja ruchu pasażerskiego i towarowego na odcinkach w dużych aglomeracjach (dodatkowe tory szlakowe lub obwodnice);
- zwiększenie prędkości handlowej pociągów towarowych;
- elektryfikacja odcinków linii kolejowych wchodzących w skład ciągów transportowych;
- dostosowanie parametrów technicznych linii do zwiększonych nacisków na oś oraz długości pociągów wg standardów sieci TEN-T;
- poprawa stanu infrastruktury w międzynarodowych korytarzach towarowych.

Ponadto należy dążyć do eliminacji wąskich gardeł infrastruktury, w tym m.in.:

- zwiększenie zdolności przepustowej odcinków linii kolejowych w szczególności w rejonie węzłów kolejowych oraz odcinków linii jednotorowych poprzez odbudowę lub budowę mijanek;
- poprawa stanu infrastruktury kolejowej, w tym zwiększenie prędkości maksymalnych oraz zwiększenie nacisków na oś;
- zwiększenie długości użytecznej torów stacyjnych dla możliwości przyjmowania długich składów pociągów towarowych o długości 750 m.

W sferze organizacyjno-prawnej działania powinny być ukierunkowane m.in. na:

- udostępnienie terenów inwesty-

cyjnych położonych w pobliżu liniowej infrastruktury kolejowej, między innymi będących w gestii PKP S.A. lub samorządów lokalnych;

- wprowadzenie mechanizmów wspierających przewoźników (aplikantów) i użytkowników korzystających z infrastruktury kolejowej w przewozie towarów powyżej 300 km (np. dopłaty do pockm, optymalizacja rozkładu jazdy, uelastycznienie opłat za niewykorzystaną masę brutto i przydzieloną zdolność przepustową);
- wsparcie do rozwoju zunifikowanych systemów informatycznych wykorzystywanych przez operatorów intermodalnych.

Wymienione powyżej kierunki rozwoju infrastruktury do przewozów intermodalnych w średnio- i długookresowej perspektywie powinny dać impuls do dalszego rozwoju przewozów intermodalnych w Polsce, a tym samym przeniesienia znaczącego wolumenu ładunków z transportu drogowego dalekiego zasięgu na transport kolejowy.

Podsumowanie

Transport kolejowy obok transportu morskiego i żeglugi śródlądowej uważany jest za najbardziej ekologiczną gałąź transportu. Dlatego szczególnie ważny jest rozwój transportu intermodalnego opartego na transporcie kolejowym jako głównym ogniwie przewozowym w łańcuchu transportowych. W rozwoju transportu intermodalnego istotnym zagadnieniem jest rozbudowa infrastruktury transportowej dedykowanej temu rodzajowi transportu. Współfinansowanie z funduszy europejskich obecnej perspektywy finansowej UE stwarza warunki rozwoju infrastruktury zarówno liniowej jak również punktowej. Jednak efektywne wykorzystanie tych funduszy powinno być poprzedzone zdefiniowaniem kierunków rozwoju infrastruktury do przewozów intermo-

dalnych. W tym kontekście ważne jest wprowadzenie do powszechnej eksploatacji nowych podsystemów transportu intermodalnego dedykowanych przewozom naczep siodłowych. Takie wprowadzenie powinno być poprzedzone analizą wielokryterialną nowych podsystemów i wyborem optymalnego /optymalnych podsystemów, które zostałyby rekomendowane do powszechnej eksploatacji. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Przewozy intermodalne w 2023 roku, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa, 2024 r.
- [2] <https://dane.utk.gov.pl/sts/transport-intermodalny/mapa-terminali/18573,Dane-o-terminalach-intermodalnych.html#Mapa>, dostęp 02.04.2024 r.
- [3] Aktualizacja Krajowego Programu Kolejowego do 2030 roku (z perspektywą do roku 2032) – Uchwała nr 218/2023 Rady Ministrów z dnia 14 listopada 2023 r.
- [4] Kierunki rozwoju transportu intermodalnego do 2030 r. z perspektywą do 2040 r., załącznik do uchwały Rady Ministrów z dnia 26 sierpnia 2022 r.
- [5] J. Poliński. Rola kolei w transporcie intermodalnym. Instytut Kolejnictwa. Warszawa 2015
- [6] R. Kruk, S. Klemba. Kryteria oceny nowych podsystemów transportu intermodalnego, Międzynarodowa Konferencja Naukowa Systemy Logistyczne: Teoria i Praktyka, Warszawa 2023
- [7] P. Brona, R. Kruk, K. Ochociński. Dostosowanie infrastruktury kolejowej i przeładunkowej do połączeni Ukrainy z polskimi portami morskimi. Konferencja SITK Intermodal 2023. Warszawa, wrzesień 2023 r.

Konserwacja wiaduktów drogowych nad liniami kolejowymi w świetle obowiązujących przepisów

Maintenance of road viaducts over railway lines in the light of applicable regulations



**Michał Adam
Żochowski**

Mgr inż.

Polski Związek Inżynierów i
Techników Budownictwa oddział
Katowice. Ośrodek Szkolenia i
Rzeczoznawstwa
ORCID: 0009-0002-5050-7523
zochowski.m.a@gmail.com

Streszczenie: Autor przedstawił zakres koniecznych prac jakie musi wykonać zarządca infrastruktury kolejowej na wiadukcie drogowym znajdującym się nad linią kolejową. W tym celu zostały przedstawione definicje podstawowych terminów tak aby zagadnienie było czytelne. W publikacji wskazane zostały procedury jakimi należy się kierować aby ograniczyć procesy degradacyjne na wiadukcie.

Słowa kluczowe: *Konserwacja mostów; Infrastruktura kolejowa; Wiadukt*

Abstract: The author presented the scope of necessary work that must be performed by the railway infrastructure manager on the road viaduct located over the railway line. For this purpose, definitions of basic terms have been presented to make the issue clear. The publication indicates the procedures that should be followed to limit degradation processes on the viaduct.

Keywords: *Bridge maintrnance; Railway infrastructure; Viaduct*

Wstęp

Każdy obiekt inżynierski, w tym również wiadukty drogowy, ulegają procesom starzenia. Właściciele/zarządcy tych obiektów są odpowiedzialni za ich stan techniczny. Wobec powyższego zwracają się do właściciela/zarządcy infrastruktury kolejowej o usunięcie różnego rodzaju usterek na wiaduktach drogowych. Podstawą do roszczeń w tej materii jest art. 28.2 ustawy z dnia 21 marca 1985r. o drogach publicznych gdzie: *do zarządów kolei należy również: 1) konserwacja znajdującej się nad skrajnią kolejową dolnej części konstrukcji wiaduktów drogowych, łącznie z urządzeniami zabezpieczającymi; [...] [5].* Powyższy zapis budzi kontrowersje głównie w zakresie czynności jakie zarządca infrastruktury kolejowej powinien wykonać na obiekcie inżynierskim znajdującym się nad torem

kolejowym. W celu określenia zakresu prac i obowiązków dotyczącej konserwacji wiaduktów została przeprowadzona kwerenda przepisów i literatury w tym temacie.

Aby uprościć nazewnictwo w dalszej części artykułu zawsze, gdy pojawi się sformułowanie „zarządca kolei” należy rozumieć właściciela/zarządcę infrastruktury kolejowej. Natomiast w



1. Należycie utrzymywany wiadukt drogowy z widocznym torowiskiem linii kolejowej

przypadku określenia „zarządca wiaduktu” będziemy rozumieć właściciela/zarządcę obiektu inżynieryjnego znajdującego się nad linią kolejową.

Definicje

Omawiany artykuł zawiera wiele sformułowań, które nie są zdefiniowane zarówno w ustawie o drogach publicznych jak i w ustawie Prawo Budowlane, co może powodować konflikty pomiędzy stronami w momencie egzekwowania zapisów ustawy. W związku z powyższym podjęto się zdefiniowania kluczowych wyrażeń znajdujących się w art. 28.2 ustawy [5].

Konserwacja:

Ustawa Prawo Budowlane definiuje remont w art. 3 *Ilekroć w ustawie jest mowa o: [...] 8) remoncie – należy przez to rozumieć wykonywanie w istniejącym obiekcie budowlanym robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, a niestanowiących bieżącej konserwacji [...]* [6]. Zbieżna definicja znajduje się w [3]. Przedstawiona definicja nie określa czym jest konserwacja, lecz wskazuje, że stanowi prace budowlane nie kwalifikujące się jeszcze jako remont. Natomiast definicja konserwacji znajduje się w rozporządzeniu [4], w następującej formie: *Konserwacja - wykonywanie robót mających na celu utrzymanie sprawności technicznej elementów budynku*. Kolejnym aktem prawnym definiującym pojęcie konserwacji jest ustawa o dozorze technicznym, gdzie w art. 4 stwierdzono: *6) naprawie – należy przez to rozumieć zespół czynności mających na celu przywrócenie stanu zdatności użytkowej urządzenia technicznego, w tym wykonywanych metodami chemicznymi, bez wprowadzania zmian w konstrukcji lub parametrów technicznych; 7) konserwacji – należy przez to rozumieć zespół czynności wykonywanych w celu utrzymania stanu zdatności*

użytkowej urządzenia technicznego, prowadzonych zgodnie z instrukcją eksploatacji, niebędących naprawą urządzenia [7].

Spójną z definicjami ustawowymi a jednocześnie precyzyjną definicję zaprezentowano w dotychczasowym orzecznictwie sądowym. Treść definicji została przedstawiona w wyroku NSA z 2006 roku a następnie podtrzymana w odrębnej sprawie przez WSA w Lublinie w 2019 roku, która brzmi: *[...] poprzez pojęcie „bieżącej konserwacji” [...] należy rozumieć wykonanie w istniejącym obiekcie budowlanym robót nie polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, ale mających na celu utrzymanie obiektu budowlanego w dobrym stanie, w celu jego zabezpieczenia przed szybkim zużyciem się, czy też zniszczeniem i dla utrzymania go w celu użytkowania w stanie zgodnym z przeznaczeniem tegoż obiektu. Tak więc bieżącą konserwacją będą prace budowlane wykonywane na bieżąco w węższym zakresie niż roboty budowlane określone jako remont* [18][19]. I taką definicję należy uznać za właściwą do stosowania.

Skrajnia kolejowa

Zgodnie z rozporządzeniem UE dotyczącym infrastruktury kolei jako skrajnię definiuje się: *zbiór przepisów, w tym kontur odniesienia oraz towarzyszące mu zasady obliczeń, umożliwiające określenie zewnętrznych wymiarów pojazdu oraz przestrzeni, jaką należy udostępnić w obrębie infrastruktury* [11]. Wobec powyższego dla zrozumienia art. 28.2 ustawy [5] jako skrajnię kolejową należy przyjąć definicję przedstawioną w rozporządzeniu [3] §3 pkt. 9: *skrajni budowli – rozumie się przez to wolną przestrzeń określoną linią wyznaczającą minimalne odległości pomiędzy pojazdem kolejowym a obiektami i urządzeniami infrastruktury kolejowej, niezbędne dla zapewnienia bezpiecznego i bezkolizyjnego prowadzenia ruchu pojazdów kolejowych*.

Urządzenia zabezpieczające

Jako urządzenia zabezpieczające należy rozumieć elementy opisane w §100 pkt. 8 rozporządzenia [3] w postaci: *Kładki nad liniami zelektryfikowanymi powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające przed porażeniem prądem. W tym celu powinno się:*

- 1) *[...] wykonać szczelne osłony pionowe [...],*
- 2) *wszystkie elementy kładki wykonane z materiałów przewodzących prąd elektryczny, znajdujące się w odległości mniejszej niż 5 m od osi toru zelektryfikowanego, powinny być usztywnione.*

Powyższą definicję należy rozszerzać na wszystkie obiekty z częścią przewodzącą, której mógłby dotknąć człowiek, znajdujące się nad linią kolejową wyposażoną w górną sieć jezdnią [16].

Odpowiedzialność za stan techniczny obiektu

Należy zwrócić uwagę, że zgodnie z art. 61 ustawy Prawo Budowlane to *właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest obowiązany: 1) utrzymywać i użytkować obiekt zgodnie z zasadami [...]* oraz art. 62 ust. 1 *Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli: 1) okresowej [...]* [6]. Analogiczny zapis w swej wymowie można odczytać w ustawie o drogach publicznych, gdzie w art. 20 *Do zarządcy drogi należy w szczególności: [...] 10) przeprowadzanie okresowych kontroli stanu dróg i drogowych obiektów inżynierskich [...], w tym weryfikacja cech i wskazanie usterek, które wymagają prac konserwacyjnych lub naprawczych, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na stan bezpieczeństwa ruchu drogowego [...]* [5]. W kontekście analizowanego problemu trzeba wziąć pod uwagę również art. 47 ust.1 Prawa Budowlanego tj.: *Jeżeli do wykonania prac przygotowawczych lub robót budowlanych jest niezbędne*

wejście [...] na teren sąsiedniej nieruchomości, inwestor jest obowiązany przed rozpoczęciem robót uzyskać zgodę właściciela sąsiedniej nieruchomości, [...] na wejście oraz uzgodnić z nim przewidywany sposób, zakres i terminy korzystania z tych obiektów, a także ewentualną rekompensatę z tego tytułu [6]. W związku z powyższym, to na zarządcy wiaduktu ciąży odpowiedzialność za stan techniczny budowli a nie na zarządcy kolei. Czyli to zarządca wiaduktu po przeprowadzeniu kontroli okresowej obiektu powinien zwrócić się do zarządcy kolei o przeprowadzenie konserwacji wskazanych elementów. Wówczas, po ustosunkowaniu się do zaleceń z protokołu kontroli okresowej, zarządca kolei uzgadnia termin i zakres prac na obiekcie. Wszelkie czynności na obiekcie powinny być wykonywane za zgodą zarządcy wiaduktu.

Obszar prac konserwacyjnych

Pomimo przedstawionych powyżej definicji dotyczących art. 28.2 ustawy [5] należy precyzyjnie wskazać w jakim obszarze zarządca kolei ma obowiązek wykonywać konserwację wiaduktu. W pierwszej kolejności należy określić jaką szerokość ma skrajnia budowli. Nie jest to jednoznaczne, gdyż istnieje kilka rodzajów skrajni budowli. W tym celu należy zwrócić

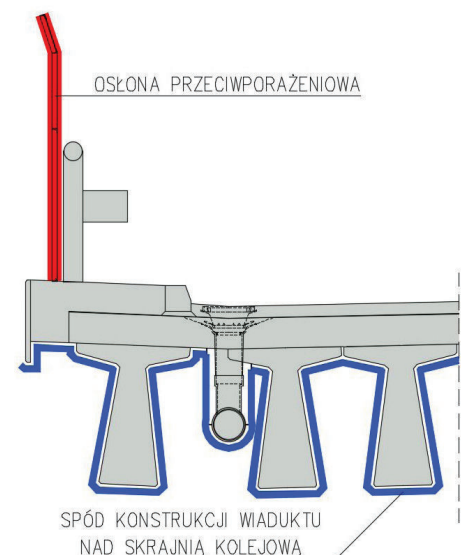
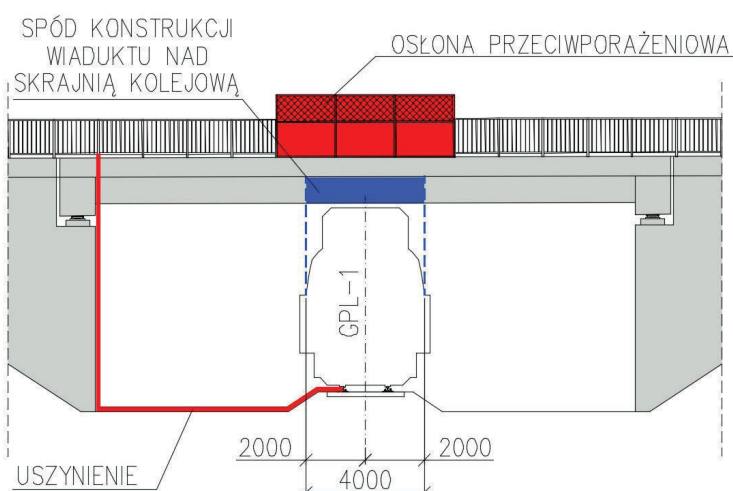
się do zarządcy kolei o określenie rodzaju skrajni budowli na odcinku linii kolejowej znajdującej się pod wiaduktem. Jak można zauważyć skrajnia budowli ma zmienny kształt geometryczny. Wobec tego faktu należy wyznaczyć najbardziej oddalone od osi toru punkty skrajni budowli, w której może mieścić się skrajnia taboru. Po wyznaczeniu punktów, zaczepia się w nich pionowe odcinki linii, które tworzą graniczne krawędzie skrajni budowli. Dopiero przestrzeń wewnątrzna pomiędzy granicznymi krawędziami rzutowana na dolną część konstrukcji wiaduktu stanowi obszar prac konserwacyjnych, za które odpowiada zarządca kolei.

Jako przykład można przedstawić skrajnię ujednoliconą GPL-1 [17]. W tym przypadku obszar prac konserwacyjnych tworzą graniczne krawędzie znajdujące się od siebie w odległości 4000 mm. W tym przypadku nie uwzględniono wolnej przestrzeni przy skrajni, gdyż jej zasięg wyznacza normalną dopuszczalną granicę zbliżania obiektów stałych oraz przebywania uprawnionego personelu kolei przy torze czynnym. Ta przestrzeń, nie jest przeznaczona do poruszania się w niej taboru kolejowego. Mogłoby się wydawać, że odpowiednią szerokością powinna być szerokość skrajni budowli pantografu, która bezpośrednio zbliża się do dolnej

powierzchni konstrukcji wiaduktu. Nic bardziej mylnego, gdyż skrajnia budowli pantografu jest węższa od skrajni budowli ujednoliconej GPL-1. Tym samym nie chroni przejeżdżającego taboru kolejowego przed np. spadającymi sopłami lody mogącymi odpaść od konstrukcji wiaduktu.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono prawidłowy sposób wyznaczania obszaru prac konserwatorskich oraz urządzenia zabezpieczające, za które odpowiada zarządca kolei. W celu uproszczenia odbioru schematów posłużono się kolorami:

- kolor szary – konstrukcja wiaduktu nie podlegająca konserwacji przez zarządcę kolei;
- kolor niebieski – konstrukcja podlegająca konserwacji przez zarządcę kolei, gdzie nie jest uwzględniona boczna powierzchnia gzymsów znajdująca się na zewnątrz obiektu;
- przerywana niebieska linia – obszar odpowiedzialności zarządcy kolei w którym mogą znajdować się elementy wyposażenia wiaduktu. Obszar został wyznaczony poprzez rzutowanie granicznych krawędzi gabarytów skrajni budowli na spód konstrukcji wiaduktu;
- kolor czerwony – urządzenia zabezpieczające (osłony przeciwporażeniowe, uszynienie) które



2. Schemat obszaru prac konserwacyjnych będących w zakresie zarządcy kolei – widok

3. Schemat obszaru prac konserwacyjnych będących w zakresie zarządcy kolei – przekrój poprzeczny

mogą znajdować się poza obszarem konstrukcji wiaduktu, za którego konserwację odpowiada zarządca kolei.

Zakres prac związanych z konserwacją

Po sprecyzowaniu we wcześniejszej części czego dotyczy konserwacja obiektów nad koleją, należy określić zakres prac odnoszących się do oddziaływania infrastruktury oraz taboru kolejowego na obiekt. Do prac konserwacyjnych, które mają na celu opóźnienie tempa degradacji [2] oraz utrzymania w dobrym stanie technicznym wiaduktu zgodnym z jego przeznaczeniem należy zaliczyć [1] [8][10][12][14]:

- usuwanie zanieczyszczeń, które mogą zalegać na konstrukcji. Szczególną uwagę należy zwrócić na miejsca trudno dostępne, jak np. pasy dolne konstrukcji stalowych w kształcie litery U;
- usuwanie w okresie zimowym zalegającego na konstrukcji śniegu i lodu;
- utrzymanie w należytym stanie technicznym wszelkich elementów wyposażenia obiektów, znajdujących się w obszarze odpowiedzialności zarządcy kolei;
- dokręcenie i smarowanie śrub;
- miejscowe oczyszczenie z rdzy i częściowe malowanie elementów stalowych szczególnie narażonych na szybką korozję (korozja nie może zajmować więcej niż 1% pomalowanej powierzchni);
- uzupełnianie wykruszonych spoin oraz drobne naprawy ubytków muru lub betonu;
- zabezpieczenie betonu przed powierzchniową korozją.

W odniesieniu do urządzeń zabezpieczających należy zwrócić uwagę, że za utrzymanie uszynień obiektów mostowych, do których została podwieszona sieć trakcyjna odpowiada zarządca tej sieci [15]. Natomiast



4. Niewłaściwie utrzymywany (brak przeprowadzanych prac konserwacyjnych) wiadukt nad koleją

osłony przeciwporażeńowe są wyposażeniem obiektu znajdującego się nad linią kolejową, wobec czego utrzymanie tych urządzeń należy do obowiązków zarządcy wiaduktu [13] [15]. Fakt ten, nie zwalnia zarządcy kolei z konserwacji tych urządzeń [5], gdyż jako utrzymanie należy rozumieć zespół czynności takich jak: serwis awaryjny, obsługę techniczną, przeglądy okresowe, przejazdy inspekcyjne i inne [15].

W celu sprecyzowania, które prace konserwacyjne dotyczące wyposażenia obiektu mostowego są po stronie zarządcy kolei, posłużono się dla przykładu odwodnieniem wiaduktu. Poniżej przedstawiono prace, które są po stronie zarządcy kolei a wymienia się je jako konieczne do przeprowadzenia w ramach konserwacji odwodnienia wiaduktów [9]:

- usunięcie nacieków i osadów w rejonie kapinosów sączków mostowych;
- dopasowanie i uszczelnienie połączeń w przypadku przecieku wód opadowych;
- miejscowe odtworzenie powłok antykorozyjnych;
- naprawa drobnych uszkodzeń zawiesi oraz uchwytów mocujących poszczególne elementy

odwodnienia do konstrukcji wiaduktu (np. dokręcenie łączników śrubowych).

Jak można zauważyć, nie zostało wymienione m.in. czyszczenie wpustów i kolektorów z zanieczyszczeń. Te prace są ściśle związane z utrzymaniem drogi i do zarządcy wiaduktu należy zapewnienie drożności odwodnienia.

Podsumowanie

Zgodnie z rozporządzeniem [5] zarządca kolei jest zobowiązany do przeprowadzania drobnych prac konserwacyjnych dolnej części obiektu znajdującej się bezpośrednio nad skrajnią budowli linii kolejowej. W przypadku linii zelektryfikowanych w zakres obowiązków zarządcy kolei wchodzi dodatkowo konserwacja urządzeń zabezpieczających przed porażeniem prądem. Prace konserwacyjne powinny być wykonywane na podstawie wykazanych nieprawidłowości podczas przeprowadzonych przeglądów okresowych. Zaleca się przeprowadzać kontrolę wiaduktu przy współudziale pracowników oddelegowanych ze strony zarządcy kolei. Podczas wspólnie

przeprowadzonej kontroli należy uzgodnić zakres koniecznych prac konserwacyjnych, które ma wykonać zarządca kolei. Dopilnowanie wykonywania prac konserwacyjnych jest w dobrze rozumianym interesie zarządcy wiaduktu, gdyż ich niewykonanie w odpowiednim czasie będzie skutkowało pogorszeniem się stanu technicznego obiektu. Należy pamiętać, że jeżeli prace na wiadukcie przekroczą zakres prac konserwacyjnych (patrz rys. 4) wówczas zarządca kolei odmówi wykonania napraw. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że prace konserwacyjne na obiekcie również są w interesie zarządcy kolei, gdyż np. nie usunięte fragmenty łodu z konstrukcji wiaduktu mogą zagrażać bezpieczeństwu przejeżdżających pociągów. W celu uniknięcia w przedmiotowej kwestii nieporozumień pomiędzy zarządcą wiaduktu a zarządcą kolei dobrą praktyką powinno być podpisanie porozumień określających zakres i sposób prowadzenia konserwacji na obiekcie oraz opracowanie zasad komunikacji aby wszelkie prace na wiadukcie przebiegały w odpowiednim czasie. Dzięki takim praktykom wiadukt nie będzie ulegał nadmiernemu starzeniu a tabor kolejowy nie będzie narażony na ewentualne uszkodzenia. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Bartoszewski J. Utrzymanie mostów i przepustów. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1966.
- [2] Bień J. Uszkodzenia i diagnostyka obiektów mostowych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2010.
- [3] Dz.U. 1998 nr 151 poz. 987 Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. (z późniejszymi zmianami).
- [4] Dz.U. 1999 nr 74 poz. 836 Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków technicznych użytkownika budynków mieszkalnych. (z późniejszymi zmianami).
- [5] Dz.U. 2024 poz. 320 Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 lutego 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o drogach publicznych.
- [6] Dz.U. 2024 poz. 725 Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 21 marca 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane.
- [7] Dz.U. 2024 poz. 1194 Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 sierpnia 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o dozorcze technicznym.
- [8] Jarominiaka A. Podstawy utrzymania mostów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 1999.
- [9] Łęgosz A., Jasiński W., Edel R., Germaniuk K. Zalecenia projektowania, budowy i utrzymania odwodnienia drogowych obiektów mostowych. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, 2009.
- [10] Madaj A., Wołowicki W. Budowa i utrzymanie mostów. Wymagania techniczne, badania, naprawy. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 2007.
- [11] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej.
- [12] Sznurowski M. Utrzymanie mostów kolejowych, przepustów i tuneli. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 1979.
- [13] WR-M-71 Katalog typowych elementów i urządzeń wyposażenia drogowych obiektów inżynierskich. Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu. Wersja 01, 2021.
- [14] Załącznik do Zarządzenia nr 48/2014 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 1 grudnia 2014 roku – Instrukcja utrzymania kolejowych obiektów inżynierskich na liniach kolejowych do prędkości 200/250 km/h. Id-16. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2014.
- [15] Załącznik do uchwały Nr 413/2023 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 22 maja 2023 r. - Instrukcja utrzymania sieci trakcyjnej let-2. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2023.
- [16] Załącznik do uchwały Nr 438/2018 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 12 czerwca 2018 r. Wymagania techniczne dla zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, przed przepięciami i od wyładowań atmosferycznych w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej DC 3 kV let-120. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2018.
- [17] Załącznik do uchwały Nr 963/2024 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 15 października 2024 r. Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., 2024.
- [18] II OSK 704/05 Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z 05 kwietnia 2006.
- [19] II SA/Lu 937/18 Wyrok Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Lublinie z 07 marca 2019

Problem obliczania podłużnej siły krytycznej w szynach toru bezстыkowego

The problem of calculating the longitudinal critical force in continuous welded rail track



Danuta Bryja

Dr hab. inż., prof. uczelni

Politechnika Wroclawska,
Wydział Budownictwa Lądowego
i Wodnego, Katedra Mechaniki
Budowli i Inżynierii Miejskiej

danuta.bryja@pwr.edu.pl

Streszczenie: Tory bezстыkowe są coraz powszechniej stosowane w wielu krajach, są standardem na liniach kolejowych dużych prędkości. Zagrożeniem dla ich eksploatacji jest ryzyko wybożenia bocznego przy obciążeniu ściskającymi siłami termicznymi. W pracy opisano wybrane problemy związane z obliczaniem podłużnej siły krytycznej, przy której następuje wybożenie toru. Przedstawiono przegląd literatury z uwzględnieniem prac z ostatnich lat, które świadczą o tym, że zagadnienie wybożenia toru bezстыkowego jest nadal aktualnym tematem badań, a nabiera nowego znaczenia wobec postępujących zmian klimatycznych. Następnie uwagę skupiono na powszechnie znanym, historycznym wzorze na siłę krytyczną w torze bezстыkowym na podsypce. Wyprowadzono wzór analitycznie i oceniono jego przydatność odnosząc się do aktualnego stanu wiedzy. Zaproponowano procedurę jego wykorzystania, bazującą na przedstawionych pierwowzorach nomogramów, które pozwalają na ustalenie siły termicznej w torze oraz przybliżoną kontrolę lub dobór podstawowych parametrów toru w aspekcie ryzyka wybożenia termicznego.

Słowa kluczowe: Tor bezстыkowy; Siła krytyczna

Abstract: Continuous welded rail (CWR) tracks are becoming increasingly popular in many countries and are standard on high-speed railway lines. A threat to the operation of ballasted CWR tracks is the risk of their lateral buckling when loaded with significant compressive thermal forces. The paper describes selected problems related to calculating the longitudinal critical force at which track buckling occurs. A review of the literature is presented, taking into account papers from recent years, which indicate that the issue of CWR track buckling is still a current research topic, and is gaining new importance in the face of ongoing climate changes. Then, attention is focused on the widely known, historical formula for the critical force in CWR track. The formula is derived analytically and its usefulness is assessed with reference to the current state of knowledge. A procedure for its use is proposed, based on the presented prototypes of nomograms which allow for determination of the thermal force in the track and approximate control or selection of basic track parameters in terms of the risk of thermal buckling.

Keywords: Continuous welded rail; Critical force

Wprowadzenie

Po II wojnie światowej wprowadzono do klasycznej nawierzchni podsypkowej wiele istotnych ulepszeń. Zaczęto stosować podkłady strunobetonowe, cięższe i bardziej wytrzymałe szyny, innowacyjne przytwierdzenia sprężyste, a przede wszystkim wprowadzono tory bezстыkowe umożliwiające osiągnięcie wyższych prędkości eksploatacyjnych [1]. Obecnie tory bezстыkowe są powszechnie stosowane w wielu krajach, przede wszystkim wtedy, gdy nawierzchnia kolejowa ma spełniać wysokie wymagania eksploatacyjne. Są standardem na liniach kolejowych du-

żych prędkości.

Zbudowane z ciągłych szyn spawanych (ang. CWR – *continuous welded rails*) tory bezстыkowe mają wiele zalet w porównaniu z torem klasycznym. Ze względu na brak złączy szynowych, jakość geometrii toru jest zdecydowanie lepsza, poprawia się komfort jazdy (jazda jest spokojna i cicha), podczas przejazdu pociągu nie pojawiają się znaczne obciążenia dynamiczne generowane przez złącza szynowe. W efekcie zmniejsza się skala problemów eksploatacyjnych takich jak pogorszenie pionowej geometrii szyn, odkształcenia plastyczne główki szyny, niebezpieczne pęknięcia szyn, uszkodzenia

podkładów i przytwierdzeń, a to przekłada się na istotny spadek całkowitego kosztu cyklu życia (ang. LCC – *life cycle cost*) [2].

Połączenie szyn w ciągłe toki powoduje przy zmianach temperatury powstawanie w szynach naprężeń termicznych, na które nakładają się naprężenia spowodowane innymi siłami podłużnymi, np. siłami trakcyjnymi – hamowaniem i rozruchem pojazdów, pełzaniem podkładów (np. wskutek nierównomiernego zagęszczenia podsypki), czy oddziaływaniami elektromagnetycznymi prądów zwrotnych [1]–[3]. Nieprzestrzeganie zasad właściwego ułożenia, utrzyma-

nia i kontroli toru bezстыkowego może doprowadzić do pojawienia się dużych naprężeń wynikających z działania sił podłużnych. Zbyt duże siły rozciągające mogą doprowadzić do pęknięcia szyny, natomiast zbyt duże siły ściskające powodują ryzyko wybożenia toru, czyli utraty zachowawczej postaci równowagi. Możliwość wybożenia pod wpływem działania dużych sił ściskających, głównie sił termicznych, stanowi poważne zagrożenie bezpieczeństwa eksploatacji torów bezстыkowych.

Na rysunku 1 pokazano typową postać wybożenia toru w płaszczyźnie poziomej, z zaznaczeniem sił podłużnych ściskających szyny i sił oporu podsypki przeciwko poprzecznemu przesunięciu podkładów. Wybożenie następuje wówczas, gdy siły występujące w szynach pokonają opór podsypki i sztywność rusztu torowego. Zjawisko to jest zazwyczaj poprzedzone pojawieniem się deformacji poprzecznych w płaszczyźnie toru. Siłą krytyczną jest nazywana wartość sumy podłużnych sił ściskających działających w obu szynach toru, przy której następuje wybożenie [1]–[3].

Problem wyznaczania podłużnej siły krytycznej w aspekcie obciążeń termicznych był podejmowany w literaturze przez wielu autorów na przestrzeni wielu lat. Początkowo, w latach 1950 – 1995 przeprowadzano analizy problemu wybożenia toru bezстыkowego na płaskich modelach jednowymiarowych (belkowych) lub dwuwymiarowych (uwzględniających dodatkowo podkłady łączące szyny). W celu uwzględnienia oporów bocznych podsypki wprowadzano jednorodne podłoże liniowo-sprężyste. Ówczesne modele analityczne zawierały wiele uproszczeń, takich jak np. brak uwzględnienia wpływu nierównomierności rozkładu oporów bocznych podsypki wzdłuż toru, pominięcie odkształcalności systemów przytwierdzeń, zmian szerokości toru, różnic w tempe-

raturach neutralnych między dwiema szynami itp. Przegląd wybranych prac opublikowanych w tym okresie przedstawiono np. w pracy Lim'a i in. [4] z 2003 roku.

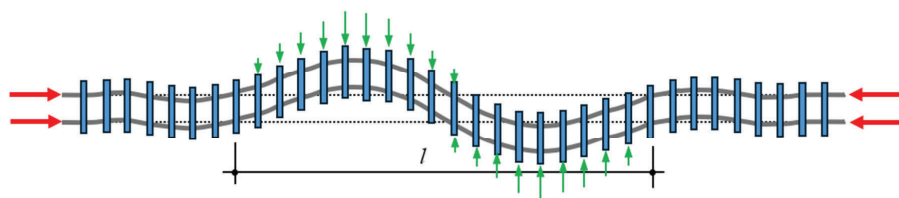
Po 2000 roku zaczęto powszechnie stosować zaawansowane modele trójwymiarowe bazujące na metodzie elementów skończonych, umożliwiające analizy przestrzennego stanu wybożenia toru. Przykładem są prace Lim'a i in. [4], [5], odpowiednio z 2003 i 2008 roku, w których na potrzeby takich analiz opracowano trójwymiarowy model MES uwzględniający wewnętrzną strukturę konstrukcyjną toru, w tym przytwierdzenia sprężyste, oraz dwa typy nieliniowości – nieliniowość materiałową podsypki i nieliniowość geometryczną szyn. Szyny modelowano cienkościennymi monosymetrycznymi elementami belkowymi o przekroju otwartym. W ostatnich kilkunastu latach, do przestrzennego modelowania toru i analiz różnych problemów związanych jego wybożeniem bocznym są częściej stosowane znane systemy obliczeniowe, jak np. ANSYS w pracy [6] czy ABAQUS w [7].

Wśród prac z ostatnich lat wyjątek stanowią prace Yang'a i Bradford'a [8], [9], w których autorzy powrócili do ciągłego modelu belkowego, ale zajęli się złożonym problemem analizy stanu powybożeniowego. Poprzez zaawansowane rozwiązania analityczne wykazali, że początkowa odpowiedź toru po wybożeniu jest w przypadku długich linii kolejowych niestabilna, pod wpływem wzrostu temperatury tor przesłakuje na inną ścieżkę równowagi, stan toru po wybożeniu charakteryzuje zlokalizowana postać wybożenia ze znacznym spadkiem ściskania w szynach, co obserwuje się w praktyce.

Jak stwierdził Towpik w monografii [1]: „Ze względu na to, że charakterystyki podłoża toru bezстыkowego, jak i ramy toru są nieliniowe, wiarygodna ocena stateczności, na przykład obliczenia kry-

tycznej siły ściskającej, nie jest praktycznie możliwa. Dlatego też proponowane są analityczno-doświadczalne sposoby określania krytycznej siły lub krytycznej temperatury, w której rozpoczyna się poprzeczny przesuw toru”. Należy tu dodać, że niezależnie od poziomu wyrafinowania przyjętej metody obliczeniowej, zasadniczy problem stanowi dobór realistycznych wartości parametrów potrzebnych do wykonania obliczeń. Im bardziej złożona jest metoda, tym trudniejsza jest prognoza zjawiska wybożenia i tym więcej parametrów wymaga szczegółowego określenia. Z tego też powodu, w publikacjach z okresu ostatnich 15 lat uwagę skupiono na badaniach wpływu różnych czynników na zjawisko wybożenia toru. Na przykład Miri i in. w [7] badali krytyczną wartość temperatury szyn, po której przekroczeniu następuje wybożenie, analizując wpływ dynamicznego obciążenia przejazdem pojazdu szynowego, przy czym rozważano różne scenariusze przejazdu, w tym przypadek hamowania pojazdu z defektami kół. W pracy [10] Miri i in. przedstawili rezultaty badań doświadczalnych oporu bocznego trzech typów podkładów betonowych, a następnie wykorzystali uzyskane wyniki w analizie numerycznej toru bezстыkowego pod obciążeniem temperaturowym, w celu określenia wpływu typu podkładów na temperaturę krytyczną wybożenia. Kolejnym przykładem publikacji na temat oporu poprzecznego podkładów betonowych (jeszcze bez analizy wpływu na zjawisko wybożenia) jest praca Chalabii i in. [11], w której na podstawie badań numerycznych oceniono udział powierzchni kontaktu podkładu z podsypką w formowaniu oporu poprzecznego.

Na zakończenie tego krótkiego przeglądu literatury warto wspomnieć o artykule Skarovej i in. [12], który ukazał się w 2022 roku w czasopiśmie *Energy Reports*, a wcześniej był przedstawiony na konferencji *Multi-CDT Conference on Clean Energy and Sustainable Infrastructure*, która odbyła się na Uniwersytecie w Sheffield. Autorzy przedstawili w tej pracy przegląd i ocenę czynników wpływających na temperaturę neu-



1. Typowa postać wybożenia toru (na podstawie [2])

tralną szyn (temperaturę, przy której w szynie nie występują naprężenia termiczne), od której istotnie zależą rzeczywiste siły termiczne w szynach toru bezстыkowego. Podkreślili ciekawy aspekt wpływu zmian klimatu na bezpieczeństwo eksploatacji torów bezстыkowych, stwierdzając, że globalne ocieplenie klimatu powoduje wyższe maksymalne temperatury letnie i większy zakres temperatur rocznych a stąd wyższe prawdopodobieństwo wybożenia szyn i wykolejenia pociągów pod wpływem obciążeń termicznych.

Aby wyjaśnić bliżej trudności związane z obliczaniem krytycznej siły termicznej w szynach toru bezстыkowego, w niniejszej pracy skupiono uwagę na powszechnie znanym, historycznym wzorze określającym siłę krytyczną [2]. Wyprowadzono ten wzór analitycznie i oceniono jego przydatność odnosząc się do aktualnego stanu wiedzy. Przeprowadzono analizę wpływu podstawowych parametrów toru na siłę krytyczną i zaproponowano pierwotne nomogramy, które pozwalają na ustalenie siły termicznej w torze oraz przybliżoną kontrolę lub dobór podstawowych parametrów toru w aspekcie ryzyka wybożenia termicznego.

Wyprowadzenie podstawowego wzoru na siłę krytyczną

Podstawowy wzór na siłę krytyczną w zagadnieniu wybożenia toru bezстыkowego dotyczy toru idealnie prostego, modelowanego nieskończonej długości belką Eulera-Bernoulliego, opartą na podłożu liniowo-sprężystym (Winklera), którego reakcja reprezentuje opory boczne podsypki. Belka jest obciążona siłami ściskającymi P . Wzór na siłę krytyczną w torze modelowanym belką nieskończonej długości można wyprowadzić różnymi metodami. Tu zostanie przedstawiona metoda składająca się z dwóch kroków. Pierwszym krokiem jest rozwiązanie zadania podstawowego polegającego na wyznaczeniu siły krytycznej dla fragmentu toru, który ma skończoną długość l równą nieznanej długości fali wybożenia (rys. 1). W kroku drugim wyznacza się krytyczną

wartość długości l i na jej podstawie poszukiwaną siłę krytyczną dla toru modelowanego belką nieskończonej długości.

Do rozwiązania zadania podstawowego zastosowano oryginalne podejście bazujące na obliczeniu takiej częstotliwości drgań własnych wybranego fragmentu toru, której towarzyszy forma własna o kształcie typowym dla wybożenia toru bezстыkowego (rys. 1). Utrata zachowawczej postaci równowagi następuje wtedy, gdy częstota własna jest równa zeru, co daje warunek, z którego wyznacza się siłę krytyczną.

Zadanie podstawowe

W celu wyprowadzenia wzoru na siłę krytyczną rozważymy najpierw w zakresie drgań własnych problem poziomych drgań giętnych belki modelującej fragment toru o skończonej długości l . Schemat dynamiczny belki jest pokazany na rysunku 2. Belka opiera się na podłożu liniowo-sprężystym Winklera o współczynniku sprężystości k_y , przy czym indeks y wskazuje tu kierunek działania podłoża – poziomy, poprzeczny do osi toru. Podłożo sprężyste reprezentuje uciążłone, poziome podparcie toru poprzez podkłady zanurzone w podsypce, zatem reakcja podłoża opisuje opory boczne podsypki przeciwdziałające przesunięciu rusztu torowego. Końce belki są swobodnie podparte, aby zapewnić zgodność formy jej drgań własnych z poszukiwaną formą wybożenia toru. Sztywność belki EJ_z jest uśrednioną sztywnością giętną ramy toru (rusztu torowego), przy zginaniu w płaszczyźnie poziomej xy . Podobnie masa jednostkowa belki m jest uśrednioną masą ramy toru. Belka jest poddana działaniu niezmiennego w czasie obciążenia siłami podłużnymi N , które powodują statyczny stan napięć osiowych i są dodatnie przy rozciąganiu zgodnie z definicją sił osiowych.

Przestrzenno-czasowy rozkład przemieszczeń poprzecznych belki opisuje funkcja $v(x, t)$. Nie wnikając w postać równania drgań własnych, poszukiwać będziemy tylko jednej częstotliwości własnej ze zbioru częstotliwości drgań własnych belki, tj. częstotliwości, której odpowiada forma własna o kształcie podobnym do typowej formy wybożenia toru bezстыkowego. Do wyznaczenia tego rozwiązania zastosujemy metodę aproksymacyjną, zakładając z góry następującą postać funkcji rozkładu przemieszczeń belki

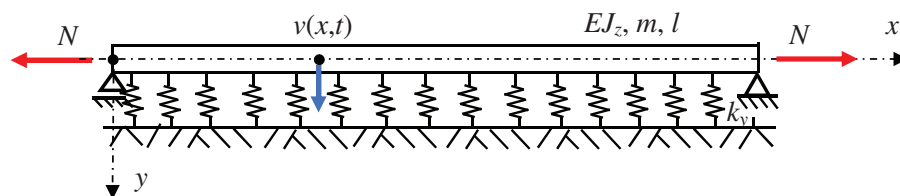
$$v(x, t) = f(x)q(t) = \sin \frac{2\pi x}{l} q(t) \quad (1)$$

gdzie $q(t)$ jest nieznaną funkcją czasu a $f(x)$ typową dla toru kolejowego formą wybożenia, aproksymowaną funkcją sinusową $\sin(2\pi x/l)$, która spełnia warunki kinematyczne na brzegach.

Jak wykazano w monografii Langer [13], funkcja $f(x) = \sin(2\pi x/l)$ jest drugą formą drgań własnych rozważanej belki. Odpowiadającą jej częstotliwość własną można wyznaczyć jak dla układu o jednym dynamicznym stopniu swobody, wyznaczając na podstawie bilansu energii masę główną i sztywność główną belki, towarzyszące założonej formie drgań własnych $f(x)$. Energia kinetyczna ruchu masy belki i energia potencjalna odkształcenia, po podstawieniu (1) wynoszą

$$E_k = \frac{1}{2} \int_0^l m \dot{v}^2 dx = \frac{1}{2} m \int_0^l \sin^2 \frac{2\pi x}{l} dx \cdot \dot{q}^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{ml}{4\pi} \right) \dot{q}^2 = \frac{1}{2} \tilde{m} \dot{q}^2 \quad (2)$$

$$E_p = \frac{1}{2} \int_0^l EJ_z v''^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^l N v'^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^l k_y v^2 dx = \frac{1}{2} \int_0^l EJ_z \frac{(2\pi)^4}{l^4} \sin^2 \frac{2\pi x}{l} dx \cdot q^2 + \frac{1}{2} \int_0^l N \frac{(2\pi)^2}{l^2} \cos^2 \frac{2\pi x}{l} dx \cdot q^2 +$$



2. Schemat dynamiczny belki, która modeluje w płaszczyźnie poziomej fragment toru o długości l

$$+\frac{1}{2}\int_0^l k_y \sin^2 \frac{2\pi x}{l} dx \cdot q^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \left(EJ_z \frac{(2\pi)^3}{2l^3} + N \frac{2\pi}{2l} + k_y \frac{l}{4\pi} \right) q^2 = \frac{1}{2} \tilde{k} q^2 \quad (3)$$

gdzie oznaczono $(\cdot)' = \frac{\partial}{\partial x}$

oraz uwzględniono,

$$\text{że } \int_0^l \sin^2 \frac{2\pi x}{l} dx = \frac{l}{2\pi^2} \frac{1}{2} \quad \text{i podobnie}$$

$$\int_0^l \cos^2 \frac{2\pi x}{l} dx = \frac{l}{2\pi^2} \frac{1}{2}.$$

Częstość własna odpowiadająca założonej formie drgań własnych jest wyrażona wzorem

$$\omega = \sqrt{\frac{\tilde{k}}{\tilde{m}}} = \sqrt{\frac{4\pi}{ml} \left(EJ_z \frac{4\pi^3}{l^3} + N \frac{\pi}{l} + k_y \frac{l}{4\pi} \right)} \quad (4)$$

który można zapisać w innej postaci, łatwiejszej do interpretacji

$$\omega = 4\pi^2 \sqrt{\frac{EJ_z}{ml^4}} \cdot \sqrt{1 + \frac{Nl^2}{4\pi^2 EJ_z} + \frac{k_y l^4}{16\pi^4 EJ_z}} \quad (5)$$

Łatwo zauważyć, że mnożnik $4\pi^2 \sqrt{EJ_z / (ml^4)}$ jest drugą częstością własną belki swobodnie podpartej, która nie opiera się na podłożu sprężystym i nie jest poddana działaniu stałych sił podłużnych. Wobec tego, że wzoru (5) wprost wynika, że zarówno podłożo sprężyste jak i siła osiowa rozciągająca (dodatnia) zwiększają częstość własną belki, bo rośnie jej sztywność. Natomiast siła osiowa ściskająca (ujemna) powoduje obniżenie częstości. Bardzo duża siła ściskająca może doprowadzić do sytuacji, gdy częstość własna jest zerowa, co jest równoznaczne z utratą zachowawczej postaci równowagi. Ze wzoru (5) wynika, że

$$\omega = 0 \quad \text{gdy } 1 + \frac{Nl^2}{4\pi^2 EJ_z} + \frac{k_y l^4}{16\pi^4 EJ_z} = 0 \quad (6)$$

a stąd otrzymuje się formułę

$$N = -4\pi^2 \frac{EJ_z}{l^2} - \frac{k_y l^2}{4\pi^2} \quad (7)$$

Wprowadzenie oznaczenia $P = -N$ prowadzi do wzoru

$$P = 4\pi^2 \frac{EJ_z}{l^2} + \frac{k_y l^2}{4\pi^2} \quad (8)$$

który określa krytyczną wartość siły ściskającej, przy której następuje wyboczenie belki pokazanej na rysunku 2, mające formę typową dla wyboczenia toru bezстыkowego.

Wyznaczenie siły krytycznej dla belki nieskończenie długiej

Wzór (8) dotyczy belki modelującej fragment toru bezстыkowego, którego długość l jest równa nieznannej długości fali wyboczenia (rys. 1). Określa on równocześnie związek między obciążeniem toru podłużną siłą ściskającą P i długością l . Na rysunku 3 pokazano przykładowe wykresy tej zależności, sporządzone przy różnych wartościach współczynnika sprężystości podłoża k_y . Do obliczeń przyjęto $EJ_z = 8000 \text{ kNm}^2$ na podstawie monografii [2], zakres siły P ograniczono do 3000 kN a długość l do 100 m. Dla porównania, na rysunku pokazano też wykres dotyczący przypadku $k_y = 0$, w którym wzór (8) sprowadza się do postaci $P = 4\pi^2 EJ_z / l^2$ określającej drugą siłę krytyczną Eulera dla belki swobodnie podpartej.

Jak widać na rysunku 3, fakt istnienia podłoża sprężystego powoduje istotną zmianę kształtu krzywej obrazującej funkcję $P(l)$, która określa relację między siłą ściskającą P i długością l . Jeśli $k_y \neq 0$, to funkcje $P(l)$ początkowo maleją ze wzrostem poszukiwanej długości fali wyboczeniowej, osiągając minimum

i następnie rosną osiągając wartości, które są już nierealistyczne jeśli mamy na myśli siły termiczne wynikające ze zmian temperatury szyn. Siłą krytyczną powodującą wyboczenie toru jest siła najmniejsza, czyli minimum funkcji $P(l)$. Miejsce występowania tego minimum, czyli faktyczną długość fali wyboczenia l_{kryt} znajdziemy z warunku zerowania się pochodnej funkcji $P(l)$

$$\frac{dP}{dl} = -8\pi^2 EJ_z \frac{1}{l^3} + \frac{k_y l}{2\pi^2} = 0 \rightarrow l_{kryt}^2 = 4\pi^2 \sqrt{\frac{EJ_z}{k_y}} \quad (9)$$

a stąd otrzymuje się

$$P_{kryt} = 4\pi^2 \frac{EJ_z}{l_{kryt}^2} + \frac{k_y l_{kryt}^2}{4\pi^2} =$$

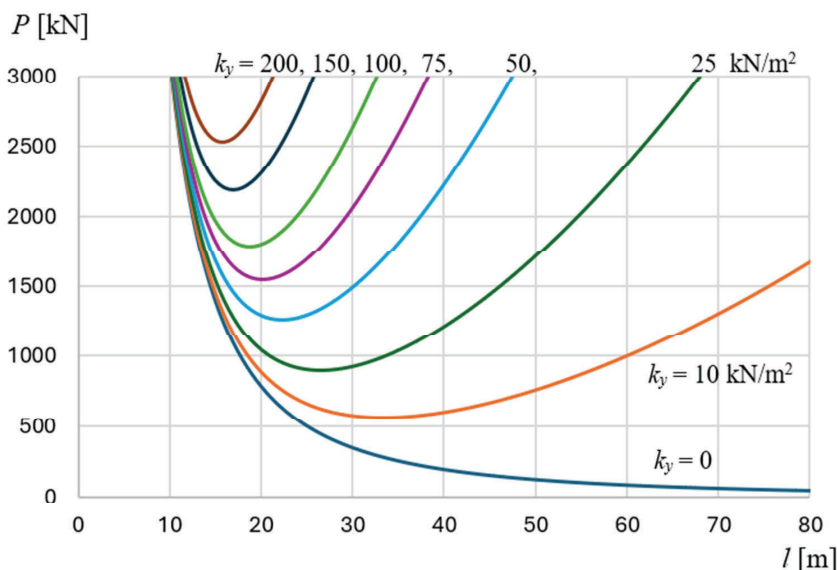
$$= 4\pi^2 EJ_z \frac{1}{4\pi^2} \sqrt{\frac{k_y}{EJ_z}} + \frac{k_y}{4\pi^2} 4\pi^2 \sqrt{\frac{EJ_z}{k_y}} \quad (10)$$

czyli

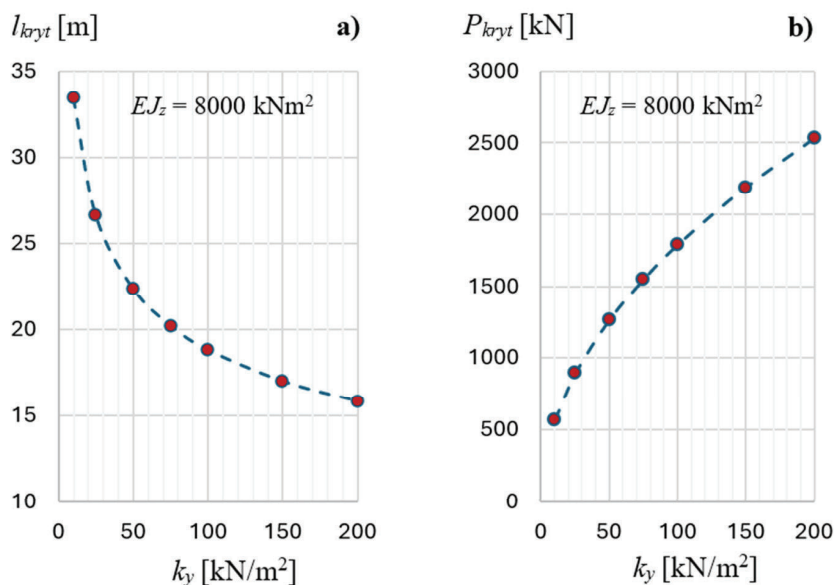
$$P_{kryt} = 2\sqrt{EJ_z k_y} \quad (11)$$

Wzór (11) określa poszukiwaną wartość krytyczną siły podłużnej ściskającej tor bezстыkowy modelowany nieskończenie długą belką Eulera-Bernoulliego opartą na podłożu sprężystym Winklera. Na rysunku 4 pokazano zależność krytycznej długości fali wyboczenia i siły krytycznej od współczynnika sprężystości podłoża, które idealizuje opory boczne podsypki. Obliczenia wykonano na podstawie relacji (9) i (11), przyjmując $EJ_z = 8000 \text{ kNm}^2$.

Po przekroczeniu siły krytycznej następuje wyboczenie sprężyste toru w



3. Zależność siły podłużnej ściskającej tor od założonej długości fali wyboczenia



4. Zależność krytycznej długości fali wybożenia (rys. 4a) i siły krytycznej (rys. 4b) od współczynnika sprężystości podłoża

płaszczyźnie poziomej. Stateczność toru jest zachowana, gdy $P < P_{kryt}$, co prowadzi do następującego ograniczenia nałożonego na łączną siłę termiczną P_T powodującą ścisnienie toru (obu szyn)

$$P_T = 2EA\alpha\Delta T < 2\sqrt{EJ_z k_y} \quad (12)$$

gdzie EA jest sztywnością osiową jednej szyny, α współczynnikiem rozszerzalności termicznej stali a $\Delta T = T - T_N$ dodatnim przyrostem temperatury szyny mierzonym względem temperatury neutralnej T_N (tj. takiej, przy której nie występują w szynie naprężenia termiczne). Na podstawie warunku (12) można wyznaczyć graniczny przyrost temperatury szyny, który wynosi

$$\Delta T_{gr} = \frac{1}{EA\alpha} \sqrt{EJ_z k_y} \quad (13)$$

przy czym należy pamiętać, że EA jest tu sztywnością osiową jednej szyny a wartość sztywności giętej EJ_z powinna odnosić się całej ramy toru.

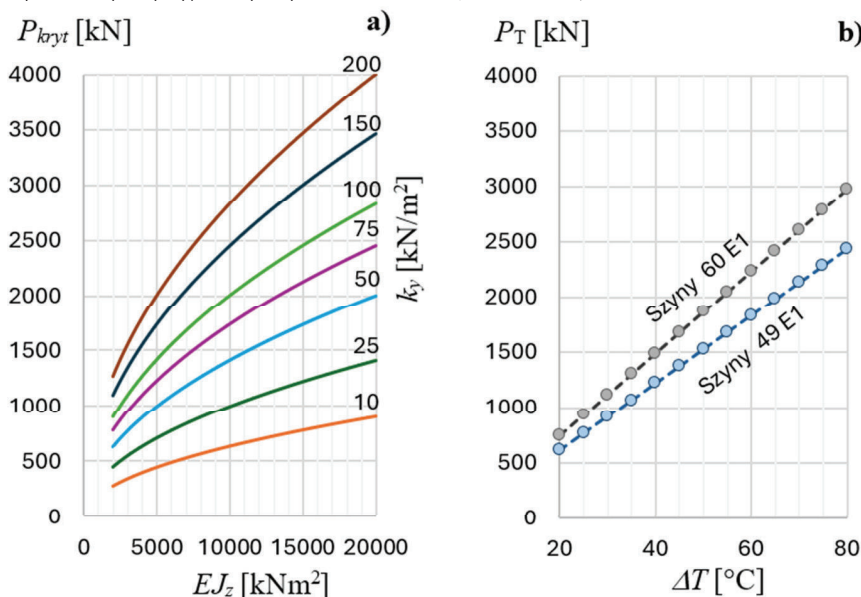
Analiza uzyskanych rozwiązań

Wyniki obliczeń pokazane na rysunku 4 wskazują jednoznacznie, że opory boczne podsypki bardzo istotnie wpływają na podłużną siłę krytyczną, która powoduje wybożenie. Podobny udział w kształtowaniu wartości siły krytycznej ma pozioma sztywność giętna ramy toru, co można zauważyć

analizując wykresy przedstawione na rysunku 5a. Ten fakt wynika bezpośrednio z analizy wzoru (11). Przykładowo, dwukrotny wzrost siły krytycznej można uzyskać zwiększając czterokrotnie sztywność podłoża sprężystego k_y lub sztywność giętną ramy toru EJ_z albo zwiększając dwukrotnie oba te parametry.

Wzór (11) na podłużną siłę krytyczną wydaje się bardzo łatwy w praktycznym stosowaniu, jednak tak nie jest. Trudno jest bowiem wiarygodnie oszacować wartości parametrów EJ_z i k_y przyjętego belkowego modelu toru. W rzeczywistości sztywność giętna ramy toru nie jest stała, jak przyjęto w modelu belkowym, zmienia się okresowo na długości toru w rytmie rozstawu podkładów. Ponadto, przytwierdzenia w węzłach rusztu torowego są w pewnym stopniu odkształcalne skrętnie, co wpływa na sztywność giętną w płaszczyźnie poziomej. Te trudności można pokonać budując bliższy rzeczywistości model numeryczny rusztu torowego, a następnie wyznaczając na jego podstawie funkcję określającą zmienną sztywność zastępczej belki. Kolejnym krokiem byłaby odpowiednia modyfikacja rozwiązania zadania podstawowego lub w prostszym przypadku – uśrednienie sztywności giętny na długości belki.

Zdecydowanie większy problem stanowi oszacowanie sztywności podłoża sprężystego, na którym opiera się belka modelująca tor, ponieważ już przyjęte na wstępie założenie o podłożu liniowo-sprężystym Winklera znacznie odbiega od rzeczywistości. W ciągłym modelowaniu analitycznym bardzo trudno jest uwzględnić w sposób wiarygodny interakcję między podkładami a podsypką, w tym tarcie powierzchni kontaktowych podkładu o podsypkę, które znacząco wpływa na siły oporu bocznego. Pewną próbę takiego podejścia pokazano w pracy [9] z 2016 roku, w której wprowadzono do analitycznego opisu wybożenia quasi-empiryczną funkcję opisującą opory boczne, bazującą na wynikach badań polowych przeprowadzonych przez innych autorów (np. Donley i Kerr [14]). W trójwymiarowych modelach MES



5. Zależność siły krytycznej od poziomej sztywności giętej ramy toru (rys. 5a) i zależność łącznej siły termicznej w szynach od przyrostu temperatury (rys. 5b)

powszechnie jest stosowane podejście dyskretne polegające na wprowadzeniu więzi sprężysto-plastycznych [11] lub więzi sprężystych nieliniowych [5] w założonych punktach kontaktu podkładów kolejowych z podsypką. Oba te podejścia – ciągłe analityczne oraz dyskretne MES skutkują pojawieniem się nowych parametrów, które w praktyce jest trudno oszacować podobnie jak uogólnione parametry modelu belkowego EJ_z i k_y .

Biorąc powyższe pod uwagę można uznać, że wykorzystanie stosunkowo prostego, podstawowego wzoru analitycznego (11) w szacowaniu ryzyka wybożenia toru ma jednak pewne przewagi. Otrzymuje się w wyniku konserwatywne, bezpieczne rozwiązanie, a prostota wzoru umożliwia łatwe wyznaczenie prostych w użyciu nomogramów, których pierwowzorem mogą być wykresy pokazane na rysunkach **5a** i **5b**. Zestawienie tych rysunków pozwala:

- ustalić poziom łącznej siły termicznej w szynach, który odpowiada prognozowanemu przyrostowi temperatury (na podstawie rys. **5b**),
- ocenić w przybliżeniu jakie powinny być bezpieczne wartości podstawowych parametrów toru, aby nie dopuścić do wybożenia termicznego (na podstawie rys. **5a**).

Oczywiście taką uproszczoną procedurę można doskonalić, np. dołączając do niej np. metodę obliczania i uśredniania zmiennej sztywności rusztu torowego przy zginaniu w płaszczyźnie poziomej i podając przybliżone zakresy uśrednionej sztywności podłoża sprężystego, wyznaczone na podstawie wyników badań eksperymentalnych obejmujących różne rodzaje podsypki i podkładów.

Podsumowanie

W pracy opisano wybrane problemy związane z obliczaniem podłużnej siły krytycznej w zagadnieniu wybożenia toru w płaszczyźnie poziomej. Przedstawiono przegląd literatury z uwzględnieniem prac z ostatnich lat,

które świadczą o tym, że zagadnienie wybożenia toru bezстыkowego jest nadal aktualnym tematem badań, a nabiera nowego znaczenia wobec zachodzących zmian klimatycznych. Postępujące ocieplenie klimatu sprawia, że rośnie ryzyko wybożenia termicznego torów bezстыkowych, coraz powszechniej obecnie stosowanych. W tym aspekcie należałoby się zastanowić, czy nadal aktualne jest zalecenie przytwierdzenia szyn w przedziale temperatur od +15°C do +30°C, odpowiadające przyjętym w Polsce warunkom klimatycznym, według których temperatura szyn może zmieniać się od -30°C do +60°C ([1]).

Rozważając w pracy problem wybożenia szyn toru bezстыkowego, skupiono uwagę na analitycznym wprowadzeniu powszechnie znanego, historycznego wzoru na siłę krytyczną. Oceniono przydatność tego wzoru odnosząc się do aktualnego stanu wiedzy. Zaproponowano uproszczoną procedurę jego wykorzystania, przedstawiając pierwowzory nomogramów pozwalających na ustalenie siły termicznej w torze i przybliżoną kontrolę lub dobór podstawowych parametrów toru w aspekcie ryzyka wybożenia termicznego. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Towpik K., Infrastruktura drogi kolejowej. Obciążenia i trwałość nawierzchni, monograficzna seria wydawnicza Biblioteki Problemów Eksploatacji, Politechnika Warszawska, Warszawa – Radom 2006.
- [2] Esveld C., Modern railway track, MRT-Productions, The Netherlands, 2014.
- [3] Towpik K., Infrastruktura transportu szynowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2017.
- [4] Lim N-H., Park N-H., Kang Y-J., Stability of continuous welded rail track, Computers & Structures, Vol. 81 (No. 22–23), 2003, 2219–2236.
- [5] Lim N-H., Han S-Y., Han T-H., Kang Y-J., Parametric study on stability of continuous welded rail track - ballast resistance and track irregu-

larity, Steel Structures, Vol. 8, 2008, 171–181.

- [6] Carvalho J., Delgado J., Calçada R., Delgado R., A new methodology for evaluating the safe temperature in continuous welded rail tracks, International Journal of Structural Stability and Dynamics, Vol. 13 (No. 02), 2013, 1350016.
- [7] Miri A., Dhanasekar M., Thambiratnam D., Weston B., Chan T.H.T., Analysis of buckling failure in continuously welded railway tracks, Engineering Failure Analysis, Vol. 119, 2021, 104989.
- [8] Yang G., Bradford M.A., Antisymmetric postbuckling localisation of an infinite column on a non-linear foundation with softening, IJSSD Symposium on Progress in Structural Stability and Dynamics, Lisbon, Portugal, July 22–24, 2015.
- [9] Yang G., Bradford M.A., Thermal-induced buckling and postbuckling analysis of continuous railway tracks, International Journal of Solids and Structures, Vol. 97–98, 2016, 637–649.
- [10] Miri A., Zakeri J.A., Thambiratnam D., Chan T.H.T., Effect of shape of concrete sleepers for mitigating of track buckling, Construction and Building Materials, Vol. 294(5), 2021, 123568.
- [11] Chalabii J., Rad M.M., Raisi E.H., Mehni R.E., Effect of Sleeper-Ballast Particle Contact on Lateral Resistance of Concrete Sleepers in Ballasted Railway Tracks, Materials (Basel), Vol. 15(21), 2022, 7508.
- [12] Skarova A., Harknessa J., Keillorb M., Milnea D., Powriea W., Review of factors affecting stress-free temperature in the continuous welded rail track, Energy Reports, Vol. 8, 2022, 107–113.
- [13] Langer J., Dynamika budowli, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980.
- [14] Donley M.G., Kerr A.D., Thermal buckling of curved railroad tracks, International Journal of Non-Linear Mechanics, Vol. 22, 1987, 175–192.

Zaburzenia niskiej częstotliwości w środowisku elektromagnetycznym kolei - przepisy i zagadnienia teoretyczne stosowane w badaniach wykonywanych przez Instytut Kolejnictwa

Low-frequency disturbances in the electromagnetic environment of railways - regulations and theoretical issues used in research carried out by the Railway Institute



Juliusz Furman

Mgr inż.

Instytut Kolejnictwa
ORCID: 0000-0002-4160-3372
jfurman@ikolej.pl

Streszczenie: Zintensyfikowanie ruchu kolejowego w obszarze Unii Europejskiej wymaga stosowania urządzeń elektroenergetycznych dużej mocy. Pomimo wielu działań mitygujących związanych z modernizacją i budową nowych linii kolejowych i pojazdów kolejowych z bardziej wydajną technologią trakcyjną umożliwiającą osiągnięcie dużych prędkości i mocy pociągów następuje wzrost poziomu zaburzeń elektromagnetycznych. Zaburzenia zawarte napięciu zasilającym i w prądzie płynącym w sieci trakcyjnej i w sieci powrotnej generują zmienne pola elektryczne i magnetyczne, które oddziałują na instalacje elektryczne i elektroniczne pojazdu trakcyjnego oraz systemy elektryczne i elektroniczne instalowane wzdłuż sieci kolejowej w obszarze kolei i jak i poza tym obszarem. Pomimo wysokiego poziomu sformalizowania dobrych praktyk w zakresie projektowania urządzeń odpornych na większość zaburzeń elektromagnetycznych powstających w środowisku kolejowym nadal zdarzają się przypadki zakłóceń, które wymagają dochodzenia przyczyn ich powstania. Niniejszy artykuł zawiera szereg teoretycznych i praktycznych problemów związanych z wykazaniem właściwej odporności urządzeń na zakłócenia elektromagnetyczne niskiej częstotliwości.

Słowa kluczowe: Zakłócenia; Sprzężenia; EMC

Abstract: The intensification of rail traffic in the European Union requires the use of high-power electrical power devices. Despite many mitigation measures related to the modernization and construction of new railway lines and rail vehicles with more efficient traction technology enabling the achievement of high speeds and high power trains, the level of electromagnetic disturbances is increasing. Disturbances contained in the supply voltage and in the current flowing in the traction network and in the return network generate variable electric and magnetic fields that affect the electrical and electronic devices of the traction vehicle and the electrical and electronic systems installed along the rail network in the rail area and outside this area. Despite the high level of formalization of good practices in the design of devices resistant to most electromagnetic disturbances arising in the rail environment, there are still cases of disturbances that require investigation of their causes. This article contains a number of theoretical and practical problems related to demonstrating the proper resistance of devices to low-frequency electromagnetic interference.

Keywords: Interference; Coupling; EMC

Wstęp

Współczesne systemy kolejowe odgrywają istotną rolę w łagodzeniu zanieczyszczeń środowiska i zatorów powodowanych przez ruch drogowy. Priorytetem obecnie opracowywanych i wdrażanych rozwiązań technologicznych w dziedzinie transportu kolejowego jest przyjazny dla środowiska sposób działania umożliwiający osiągnięcie wysokich

wskaźników zdolności przewozowych, bezpieczeństwa transportu oraz niezawodności i odporności na warunki środowiskowe. Te wyjątkowe cechy mogą zapewnić kolejowe systemy zasilania elektrycznego oraz nowoczesny tabor kolejowy, który docelowo może poruszać się z prędkościami 200-250 km/h i większymi. Osiągnięcie dużych prędkości taboru kolejowego w sieciach prądu stałego jest możliwe między innymi dzięki

wprowadzeniu technologii trakcyjnych umożliwiających utrzymanie stabilnego i wysokiego napięcia w sieci trakcyjnej, zastosowaniu lżejszych, bardziej aerodynamicznych pojazdów trakcyjnych wyposażonych w zaawansowane systemy hamulcowe i napędowe, modernizacji infrastruktury w obszarze obciążeni i prędkości oraz zastosowanie zaawansowanych systemów zarządzania ruchem kolejowym, które pozwalają na

bardziej efektywne i bezpieczne prowadzenie pociągów. Ze względu na wymagane duże moce systemu zasilania konieczne jest stosowanie pojazdów trakcyjnych wyposażonych w urządzenia energoelektroniczne dużej mocy z przekształtnikami trakcyjnymi i pomocniczymi, które pomimo określonych działań mitygujących powodują wzrost poziomu zaburzeń elektromagnetycznych. Zaburzenia zawarte w prądzie płynącym w sieci trakcyjnej i w sieci powrotnej generują zmienne pola magnetyczne, które oddziałują na instalacje elektryczne i elektroniczne pojazdu trakcyjnego oraz systemy elektryczne i elektroniczne instalowane wzdłuż sieci kolejowej. Wzrost ogólnego poziomu zaburzeń i ich wzajemne interferencje mogą zmniejszać rzeczywistą odporność urządzeń telekomunikacyjnych i automatyki kolejowej na zakłócenia. W tym kontekście wskazane jest kompleksowe ujęcie problematyki zakłóceń emc w systemie i w otoczeniu kolei. Tematem artykułu określenie wyzwań teoretycznych i praktycznych w zakresie badań i oceny oddziaływania zaburzeń generowanych w środowisku kolejowym w Polsce wynikające z doświadczeń badawczych Instytutu Kolejnictwa.

Problematyka zaburzeń elektromagnetycznych w środowisku kolejowym w literaturze

Badania elektrycznych systemów trakcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem funkcjonalności, kompatybilności elektromagnetycznej i zakłóceń z innymi systemami elektrycznymi są przedmiotem wielu publikacji zarówno krajowych [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] [8] jak i zagranicznych [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]. W tym zakresie dominują zagadnienia dotyczące jakości energii w tym napięć zasilających [10], [11], [12], funkcjonowania urządzeń kondycjonujących jakość energii [3], technik przetwarzania energii, zakłóceń elektromagnetycznych [1], [2], [6], [10],

badania emc [1], [5]. Odnośnie oddziaływania systemów energetycznych i systemów zasilania trakcyjnego na systemy automatyki i systemy telekomunikacyjne opracowano szereg zaleceń i dobrych praktyk, które w tym zakresie minimalizują ich negatywne skutki [13], [17], [18].

Charakterystyka środowiska elektromagnetycznego (EM)

Teoretyczne i praktyczne podstawy regulacji w zakresie ochrony sieci telekomunikacyjnej przed szkodliwym wpływem systemów energetycznych i zelektryfikowanych linii kolejowych były przedmiotem prac Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego (International Telecommunication Union - ITU) wyspecjalizowanej agencji ONZ ds. technologii informacyjnych i komunikacyjnych. W efekcie tych prac stworzono wytyczne, zawarte w dziewięciu tomach, których celem jest kompleksowe podejście do zagadnienia ochrony sieci telekomunikacyjnej przed zjawiskami elektromagnetycznymi. Te wytyczne IUT dotyczą następujących zagadnień:

- kwestie ogólne ułatwiające zrozumienie zasad projektowania, konstruowania i eksploatacji obiektów telekomunikacyjnych, energetycznych i zelektryfikowanej kolei - tom I,
- praktyczne przykłady obliczeń indukowanych napięć i prądów - tom II,
- teoria zjawisk fizycznych i zalecane metody obliczeniowe w zakresie dotyczącym sprzężeń pojemnościowych, indukcyjnych i przewodzonych - tom III,
- informacje dotyczące indukowania prądów i napięć w zelektryfikowanych systemach kolejowych - tom IV,
- informacje dotyczące indukowania prądów i napięć w instalacjach przesyłowych i dystrybucji energii - tom V,
- wpływ indukowanych napięć i prądów na bezpieczeństwo i zakłócenia urządzeń oraz zalecane

wartości graniczne - tom VI,

- zalecane środki ochrony i środki ostrożności - tom VII,
- porady dotyczące elementów ochronnych lub złożonych urządzeń ochronnych - tom VIII,
- informacje na temat odpowiednich technik badawczych i pomiarowych - tom IX.

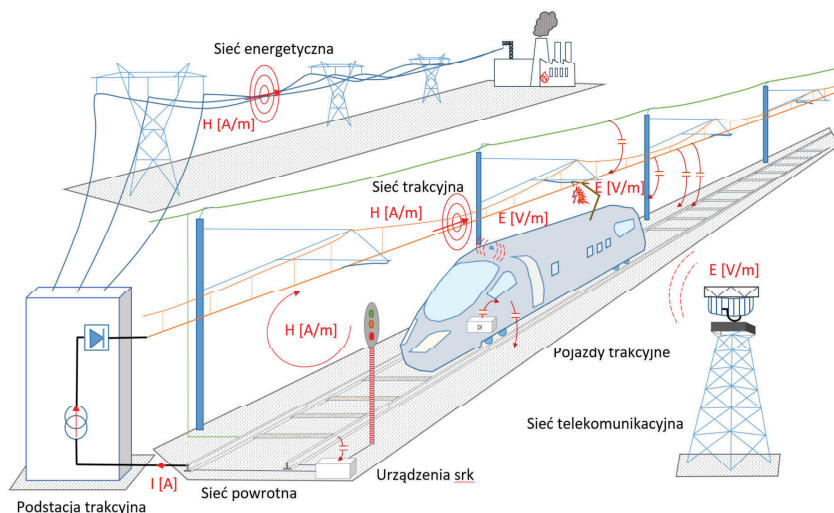
Zasady zarządzania zakłóceniami elektromagnetycznymi w systemach telekomunikacyjnych spowodowanych systemami elektroenergetycznymi zostały zawarte w rekomendacjach ITU-T Rec. K.68 (04/2008). Rekomendacje te odnoszą się do warunków instalacji systemów energetycznych i telekomunikacyjnych oraz do sytuacji, jakie należy zbadać w kontekście oddziaływania napięć sterujących systemów elektroenergetycznych i zelektryfikowanych systemów trakcyjnych prądu przemiennego i prądu stałego na systemy telekomunikacyjne.

W systemach kolejowym Unii Europejskiej zdefiniowano wymagania bezproblemowego przemieszczanie się pociągów po infrastrukturze kolejowej krajów członkowskich. Różne przytorowe i pokładowe urządzenia sterowania ruchem tworzą podsystem sterowanie którego celem jest niezawodne i bezpieczne prowadzenie ruchu kolejowego. Jego integralną częścią są systemy wykrywania pociągów, których zadaniem jest wytworzenie dostarczenie bezpiecznej informacji o zajętości określonych odcinków toru kolejowego. Systemy wykrywania pociągu są rozproszone wzdłuż linii kolejowych i są narażone na oddziaływania elektromagnetyczne środowiska kolejowego. W kontekście zapewnienia interoperacyjności stosowana jest zasada zarządzania częstotliwością określona w dokumencie ERA/ERTMS/033281 [23]. Zarządzanie częstotliwością opiera się na integracji znanych i preferowanych poziomów odporności systemów wykrywania pociągu w połączeniu z emisjami taboru kolejowego. Wśród systemów wykrywania

pociągu wyróżnia się obwody torowe, liczniki osi oraz pętle indukcyjne.

Obwody torowe wykorzystują szyny jako część ich obwodu detekcji pociągu. Szyny są jednocześnie siecią powrotną prądu trakcyjnego do podstacji. Specyfikacja PN-EN 50617-1 [17] określa parametry techniczne obwodów torowych związane z limitami emisji prądu zakłócającego dla taboru kolejowego. Norma podaje wartości graniczne dla zapewnienia kompatybilności między taborem kolejowym a obwodami torowymi w warunkach występowania typowych zjawisk zakłócających związanych z zasilaniem trakcyjnym (przebiegi, prąd zwarciaowy i podstawowe efekty przejściowe: rozruch, wyłączenia zasilania) i zaleca stosowanie powiązanych z nimi zabezpieczeń. Norma podaje wartości graniczne dla zapewnienia kompatybilności między taborem kolejowym a obwodami torowymi w warunkach występowania typowych zjawisk zakłócających związanych z zasilaniem trakcyjnym (przebiegi, prąd zwarciaowy i podstawowe efekty przejściowe: rozruch, wyłączenia zasilania) i zaleca stosowanie powiązanych z nimi zabezpieczeń. W rozdziale dotyczącym EMC dokument ten zaleca przeprowadzenie badań odporności urządzeń wykrywania pociągu w warunkach laboratoryjnych na typowe zakłócenia spotykane w warunkach docelowej eksploatacji w zakresie pól elektromagnetycznych, zakłóceń radiowych i przepięć generowanych poprzez eksploatowany system kolejowy i generowanych pośrednio w efekcie wyładowań atmosferycznych. Sposoby pomiaru zaburzeń zawartych w prądzie trakcyjnym zawarte są w specyfikacjach PN-EN 50238-1 [19] i CLC/TS 50238-2 [20]. W zakresie dotyczącym ochrony przed przepięciami w planie zarządzania uziemieniami zaleca się stosowanie wymagań normy PN-EN 50124-2 [22].

Czujniki koła stosowane w licznikach osi z zasady są mocowane do szyn i nie są z nimi galwanicznie połączone. Czujniki te wytwarzają pola



1. Źródła zakłóceń elektromagnetycznych w środowisku kolejowym (opracowanie własne)

magnetyczne, które reagują na obecność i przemieszczanie się mas metalowych po szynach. Specyfikacja PN-EN 50617-1 [18] określa parametry techniczne liczników osi związane z limitami emisji pola magnetycznego dla taboru kolejowego. Sposób pomiaru pól magnetycznych powinien być zgodny z zaleceniami specyfikacji PN-EN 50238-1 [19] i CLC/TS 50238-3 [21].

Podstawą działania pętli indukcyjnej, jest zjawisko prądów wirowych w masach metalowych, które przemieszczają się w zmiennym polu magnetycznym pętli. Pętle indukcyjne zmieniają indukcyjność pola elektromagnetycznego pod wpływem znajdujących się nad nią pojazdów. Tę zmianę można obserwować na zaciskach pętli jako zmianę w zachowaniu elektrycznego np.: zmiany amplitudy, fazy, częstotliwości rezonansowej) itp.. Zawarta w dokumencie ERA/ERTMS/033281 [23] metoda pomiarowa sprawdzenia poprawności zgodności pojazdu z pętlami zawiera graniczne wartości względnych zmian indukcyjności pętli podczas przejazdu pojazdu kolejowego.

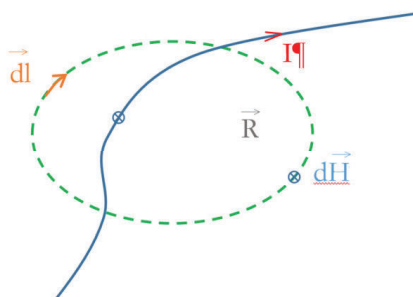
Podstawy teoretyczne

Zakłócenia elektromagnetyczne definiuje się jako zjawisko, w którym pole elektromagnetyczne (oddziałuje z innym, powodując zniekształcenie obu pól. Sprzężenie elektromagnetyczne między źródłem zaburzeń a

systemem poddanym zakłóceniom jest przedstawiane więc jako transfer energii wynikający z wzajemnego powiązania obu pól elektromagnetycznych, który modyfikuje cechy fizyczne i wydajność tych systemów [10].

Zakłócenia elektromagnetyczne i kompatybilność elektromagnetyczna odgrywają znaczącą rolę w ogólnej wydajności systemów zasilania trakcyjnego i sygnalizacji. Zakłócenia elektromagnetyczne w systemie zasilania trakcyjnego mogą objawiać się powstawaniem prądu/napięcia, sprzężenia pola elektrycznego/magnetycznego i można je podzielić na cztery typy oddziaływania: przewodzone, indukowane, elektrostatyczne i promieniowane [10], [11]. Na Rys. 1 przedstawiono różne oddziaływania zakłóceń elektromagnetycznych między systemami zasilania, infrastrukturą i środowiskiem otaczającym. Te zakłócenia elektromagnetyczne są znane jako:

- napięcie zakłóceń indukowanych spowodowane sprzężeniem indukcyjno-pojemnościowym trójfazowych linii przesyłowych sieci energetycznej prądu przemianowego w pobliżu sieci trakcyjnej i podstacji trakcyjnych,
- indukowane napięcie interferencyjne przez sprzężenie indukcyjne/pojemnościowe przewodów sieci trakcyjnej,
- przewodzone zakłócenia między szynami a systemami sygnaliza-



2. Powiązanie natężenia pola magnetycznego z prądem płynącym przez przewodnik

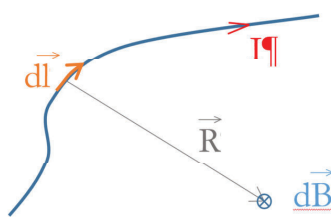
- cyjnymi/obwodami torowymi, zakłócenia indukowane/wypromieniowane powodowane przez wyładowania łukowe pantografu.

Sprężenie indukcyjne polega na oddziaływaniu sąsiadujących obwodów poprzez ich indukcyjność wzajemną. Kabel przewodzący prąd emituje do otoczenia zakłócenie w postaci pola magnetycznego. Jeśli w pobliżu znajdzie się zamknięta pętla obwodu elektrycznego to przejmuje część energii tego pola magnetycznego.

Sprężenie pojemnościowe polega na indukowaniu ładunków w obwodzie zakłócanym na skutek zmiennego, zewnętrznego pola elektrycznego. Natężenie pola elektrycznego jest proporcjonalne do napięcia i powierzchni oddziaływujących na siebie obiektów oraz odwrotnie proporcjonalne do odległości pomiędzy nimi.

Sprężenie przewodzone występuje wówczas, gdy różne obwody mają wspólne impedancje. Tak jest w przypadku uziemień obiektów, których istotą jest odniesienie do odległej ziemi w oddalonej o kilometry.

Sprężenie promieniowane dotyczy pól elektromagnetycznych o dużych częstotliwościach, które łatwo rozchodzą się (ulegają propagacji) na duże odległości – fale radiowe, fale telefonii komórkowej jak również zaburzenia impulsowe takie jak: wyładowania atmosferyczne czy też utrata kontaktu odbieraka prądu z siecią trakcyjną.



3. Powiązanie indukcji pola magnetycznego z prądem płynącym przez przewodnik

Sprężenie indukcyjne

Wielkością fizyczną, która charakteryzuje pole magnetyczne jest natężenie pola magnetycznego \vec{H} .

Całka okrężna wektora natężenia pola magnetycznego wzdłuż dowolnego zamkniętego konturu linii wokół przewodnika z prądem jest równa natężeniu prądu płynącego przez ten przewodnik opisana wzorem (1) i przedstawiona na Rys. 2:

$$I = \oint \vec{H} \cdot d\vec{l} \quad (1)$$

Gęstość linii sił pola magnetycznego jest związana są przenikalnością magnetyczną ośrodka, w którym się znajduje. Wielkością, która wiąże natężenie pola magnetycznego \vec{H} z przenikalnością magnetyczną ośrodka jest wektorowa wartość indukcji magnetycznej \vec{B} . Zależność jest opisana wzorem (2) i przedstawiona na Rys. 3.

$$\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H} \quad (2)$$

gdzie:

μ_0 - przenikalność magnetyczna próżni, równa $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A} \approx 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$.

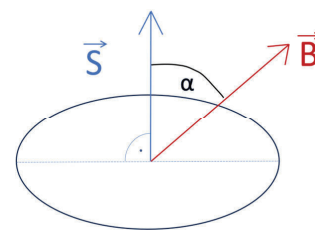
μ - względna przenikalność magnetyczna ośrodka. W powietrzu bliska 1. Zgodnie z prawem Biota-Savarta wkład do wektora pola magnetycznego $d\vec{B}$, którego źródłem jest odcinek dl linii do długości dl z prądem I , w punkcie odległym o R od tego odcinka wyraża się wzorem:

$$d\vec{B} = I \times \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{d\vec{l} \times \vec{R}}{R^3} \quad (3)$$

gdzie:

I – prąd przewodnika

μ_0 – stała dielektryczna próżni



4. Strumień magnetyczny przepływający przez powierzchnię S

$d\vec{l}$ - jest wektorem o kierunku zgodnym z kierunkiem prądu płynącego przez odcinek przewodnika o długości dl

$d\vec{R}$ - jest wektorem wodzącym od odcinka przewodnika z płynącym prądem do miejsca, dla którego określana jest wartość indukcji pola magnetycznego.

$d\vec{B}$ - jest wektorem indukcji pola magnetycznego.

W uproszczeniu odcinek długiego przewodu wytwarza w odległości R pole magnetyczne o natężeniu B

$$B = I \times \frac{\mu_0}{2\pi R} \quad (4)$$

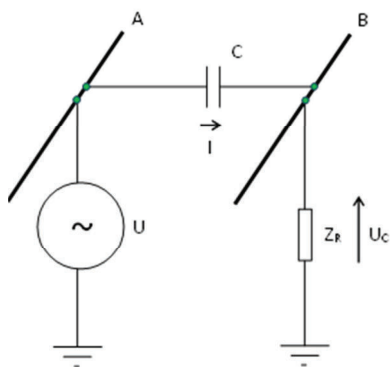
Linie sił pola magnetycznego objęte powierzchnią S (ograniczoną przez zamknięty obwód elektryczny) tworzą strumień magnetyczny Φ_B zgodnie ze wzorem (5) i Rys. 4.

$$\Phi_B = \int \vec{B} \times d\vec{S} = \int B \times dS \times \cos \alpha \quad (5)$$

Zmiana strumienia magnetycznego przepływającego przez powierzchnię S ograniczoną przez zamknięty obwód elektryczny, na który oddziałuje pole magnetyczne długiego odcinka z prądem jest źródłem siły elektromotorycznej ϵ zgodnie z wzorem (6). Zaindukowane napięcie zakłóca pracę tego obwodu elektrycznego.

$$\epsilon = \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (6)$$

Zmiana strumienia magnetycznego może być powodowana obecnością harmonicznymi zawartych w prądzie sieci trakcyjnej i powrotnej generującego zmienne pole magnetyczne.



5. Schemat układu opisującego mechanizm sprzężenia pojemnościowego dwu przewodów

Sprężenie pojemnościowe

Efekt występowania zmiennego pola elektrycznego pomiędzy przewodami prowadzonymi w niewielkiej odległości, z których każdy może być traktowany jako okładka kondensatora. Powoduje to powstanie na impedancji Z_r napięcia zakłóceń o wartości U_c . W przypadku sprzężenia pojemnościowego, następuje przepływ prądu I , którego wartość jest określona wzorem (7).

Schemat układu opisującego mechanizm sprzężenia pojemnościowego dwu przewodów przedstawiono na Rys. 5.

$$I = \frac{U}{Z_C + Z_R} \quad (7)$$

$$U_C = \frac{U \times Z_R}{Z_C + Z_R} \quad (8)$$

W praktyce, wyznaczenie wartości prądu wpływającego poprzez pojemność pasozytniczą do połączenia zakłócanego nie wymaga znajomości natężenia pola elektrycznego. Znając wartość pojemności sprzęgającej pomiędzy zakłócającymi się

przewodami możemy zapisać

$$I = 2 \pi f C U \quad (9)$$

lub inaczej

$$I = C \frac{du}{dt} \quad (10)$$

gdzie:

I – prąd zakłócający [A]

f – częstotliwość napięcia [Hz]

C – pojemność sprzęgająca pomiędzy obwodami [F]

U – napięcie zakłócające [V]

du – wartość międzyszczytowa napięcia zakłócającego [V]

dt – czas narastania napięcia zakłócającego od 10% do 90% [s].

Pojemność pomiędzy parą przewodów można traktować jako kondensator płaski. W przypadku kondensatora płaskiego, czyli najprostszego do analizy układu, pojemność jest określona wzorem (11):

$$C = \frac{\epsilon_w \times \epsilon_0 \times S}{d} \quad (11)$$

gdzie: C – pojemność kondensatora płaskiego

ϵ_w – przenikalność dielektryczna względna

ϵ_0 – przenikalność dielektryczna próżni (8,86 10⁻¹² F/m.)

S – pole powierzchni elektrod

d – odległość pomiędzy elektrodami

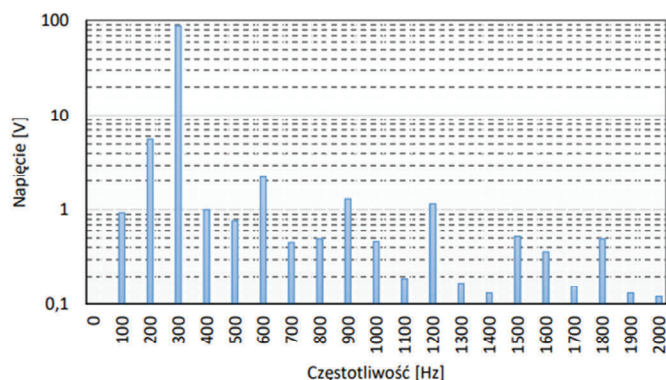
W zakresie wysokich częstotliwości i wysokich napięć odległość wpływu odniesienia powinna wynosić 100 m tylko wtedy, gdy zarówno linia indukowana, jak i indukująca znajdują się

w powietrzu i nie są ekranowane [14]. We wszystkich innych sytuacjach sprzężenie pojemnościowe jest zaniedbywane. W zakresie częstotliwości akustycznych ze względu na małą pojemność i dużą reaktancję ten wpływ można pominąć. Sprężenia pojemnościowe należy uwzględniać w propagacji innych typów sprzężeń (zamykają pętle zakłócanych obwodów) w szczególności w sprzężeniu indukcyjnym i przewodnym. W modelu sieci powrotnej prądu trakcyjnego istotny jest wkład rozproszonych pojemności wzdłuż torów kolejowych, które wprowadzają wyższe harmoniczne prądów trakcyjnych do ziemi.

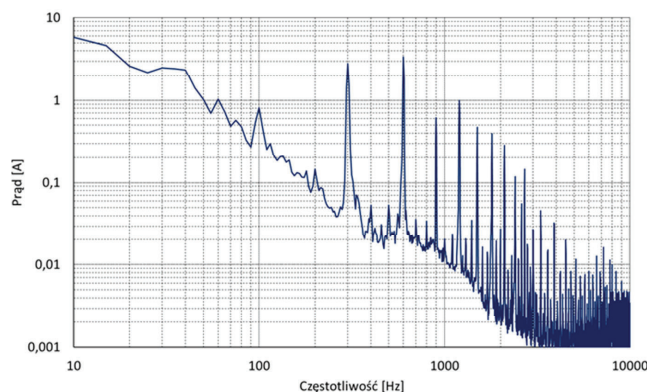
Przykład wartości skutecznych harmonicznych zawartych w napięciu wyjściowym 12-pulsowej podstacji trakcyjnej przedstawiono w pracy [2] i na Rys. 6.

Sprężenie przewodzone

Cechą charakterystyczną obiektów kolejowych jest rozproszone rozmieszczenie elementów infrastruktury i połączeń elektrycznych pomiędzy nimi. W nieelektryfikowanej sieci kolejowej połączenia takie stanowią tory kolejowe sieci, linie energetyczne, telekomunikacyjne, automatyki kolejowej i przemysłowej, zasilania elektrycznego budynków i urządzeń kolejowych związanych z prowadzeniem działalności eksploatacyjnej. Dodatkowo w zelektryfikowanej sieci kolejowej pojawiają się linie i podstacje energetyczne i trakcyjne a tory kolejowe stanowią element



6. Przykład wartości skutecznych harmonicznych zawartych w napięciu wyjściowym 12-pulsowej podstacji trakcyjnej (oszacowane na podstawie danych literaturowych [2])



7. Przykład zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej przez pojazd trakcyjny – harmoniczne zawarte w paśmie od 10 Hz do 10kHz (opracowanie własne na podstawie rzeczywistych pomiarów)

sieci powrotnej przewodzącej prąd trakcyjny. W sprzężeniu przewodowym prąd (uziemia obiektu, prąd powrotny w torze, prąd upływający z toru kolejowego do ziemi rozproszony wzdłuż linii kolejowej) pochodzący od jednego źródła oddziałuje poprzez wspólne impedancje na inne obiekty i urządzenia zainstalowane w torze lub w otoczeniu linii kolejowej [2]. Przy obliczaniu granicznej odległości oddziaływania, przy której należy uwzględnić narażenie na zakłócenia dla sprzężenia przewodzącego należy uwzględnić rezystywność powierzchniowej warstwy gruntu, w której osadzony jest układ elektrod uziemiających (siatki) obiektu. Specyfikacja [14] podaje w sposób tabelaryzowany maksymalne odległości od różnych typów obiektów, które można pominąć w analizie źródeł wnoszących zakłócenia do obiektów telekomunikacyjnych.

Dla urządzeń sterowania ruchem instalowanych w torze opracowane są wymagania dotyczące granicznych poziomów zakłóceń zawartych w prądzie trakcyjnym. Wymagania te udostępnia zarządca infrastruktury kolejowej, a kolejowy organ do spraw bezpieczeństwa przedstawia je jako przepisy krajowe. Przykład zakłóceń w paśmie częstotliwości od 10 Hz do 10 kHz generowanych w prądzie trakcyjnym łącznie przez pojazd i podstację trakcyjną przedstawiono na Rys. 7.

Sprzężenia pola elektromagnetycznego z przewodem

Sprzężenia pola elektromagnetycznego z przewodem należą do oddziaływań promieniowanych. Podstawowe harmoniczne pola elektrycznego i magnetycznego generowane przez sieci energetyczne i trakcyjne mieszczą się w paśmie od 0 Hz do częstotliwości akustycznych (20 Hz - 20 kHz). Pola sygnałów o takich częstotliwościach mają długie fale (30 km przy częstotliwości 10 kHz i około 6000 km przy częstotliwości 50

Hz) i są uważane za pola, a nie promieniowanie, ponieważ ich energia nie jest emitowana daleko od źródła. Oznacza to, że pola elektryczne i magnetyczne mają niezależne charakterystyki i dlatego muszą być szacowane lub mierzone osobno. Jeżeli odległość pomiędzy przewodami zakłócającym i zakłócanym jest większa niż 1/10 długości fali to emitowane pole elektromagnetyczne może oddziaływać na drugi przewód [6]. Poprzez mechanizm utworzenia wtórnego pola elektromagnetycznego drugi przewód oddziałuje na pierwotne pole. Propagacja fali elektromagnetycznej zależy od częstotliwości sygnału, geometrii przewodu oraz przeszkód tłumiących (przewodzących i nieprzewodzących). Pola elektryczne są łatwo blokowane przez materiały stałe, w tym budynki i drzewa. Dlatego poziomy pól elektrycznych o częstotliwościach roboczych sieci zasilającej i trakcyjnej, są bardzo niskie i generalnie nie stanowią problemu dla bezpieczeństwa ludzi i urządzeń. Natomiast pola magnetyczne dla tych częstotliwości nie są tak łatwo ekranowane ale szybko zanikają wraz ze wzrostem odległości od źródła. Fala elektromagnetyczna podlega rozproszeniu na przeszkodach (zjawisko ugięcia fali) i zanika z powodu pochłaniania energii przez cząsteczki atmosfery. Fale elektromagnetyczne o częstotliwości mniejszej niż 10 kHz i długości powyżej 30 km muszą podlegać rozproszeniu a ich potencjalny wpływ na linie przewodzące jest nieznaczny.

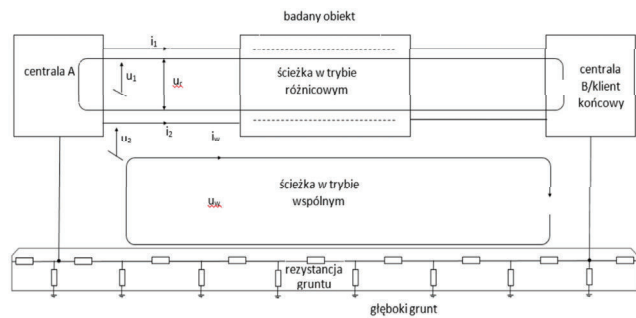
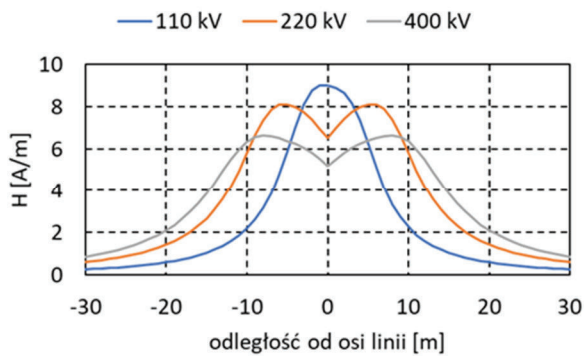
Zjawiska rezonansowe

Najtrudniejszą do zidentyfikowania przyczyną występowania zakłóceń urządzeń sterowania ruchem kolejowym są zjawiska rezonansowe wynikające z obecności rozproszonych indukcyjności wzdłużnych oraz pojemności doziemnych i międzyprzewodowych oraz charakterystyk reaktancyjnych urządzeń połączonych galwanicznie z torem i siecią trakcyjną [10]. Zjawiska rezonansowe mogą

w sposób istotny zwiększyć poziomy zakłóceń w torach kolejowych. Rozróżnia się dwa typy rezonansów szeregowy i równoległy. Rezonans równoległy jest najczęściej identyfikowany jako przyczyna zakłóceń urządzeń kolejowych. Powstawanie warunków do wystąpienia rezonansu równoległego przypisywane jest sieci trakcyjnej z jej wieloprzewodową konstrukcją, z indukcyjnym charakterem przewodów oraz ich pojemnością doziemną i z torami kolejowymi. Rezonans szeregowy przypisywany jest udziałowi wyposażenia podstacji trakcyjnych i pojazdu – filtrów, kondycjonerów sygnału zasilającego, które razem z siecią trakcyjną i powrotną tworzą obwody rezonansowe. Rezonans szeregowy rzadko jest identyfikowany jako przyczyna zakłóceń ponieważ już w trakcie projektowania pojazdu lub linii kolejowej uwzględnia się odpowiednio charakterystyki urządzeń przytorowych lub urządzeń zasilania pojazdu. Tym niemniej w praktyce zdarzają się przypadki zakłóceń rezonansowych. Przepisy określające dopuszczalne poziomy zakłóceń na urządzenia automatyki kolejowej z zasady uwzględniają zakłócenia przypisane wyłącznie podstawowym rodzajom sprzężeń. Metody badawcze w tym zakresie powinny umożliwić wyodrębnianie pierwotnych źródeł zakłóceń, przypisywanych do poszczególnych rodzajów sprzężeń, w kontekście indukowania zjawisk rezonansowych zakłócających pracę urządzeń. Wykrycie niewłaściwego działania urządzeń sterowania ruchem kolejowym z powodu zjawisk rezonansowych może wymagać zmiany konfiguracji wyposażenia torowego (np. poprzez dobór zmianę na inne urządzenie o innej częstotliwości roboczej).

Pole elektryczne i magnetyczne wokół linii elektroenergetycznych i sieci trakcyjnych

Linie elektroenergetyczne stanowią najważniejsze źródło zakłóceń pola elektromagnetycznego w o częstotli-



8. Przykłady rozkładu amplitud natężenia pola magnetycznego pod liniami 110 kV, 220 kV i 400 kV obliczone metodą symulacyjną (opracowanie własne)

9. Mechanizm indukowania szumu zakłócającego w obiektach telekomunikacyjnych

wości 50 Hz. Przewody fazowe mają pewien potencjał względem ziemi oraz przepływa przez nie prąd roboczy. Natężenie pola magnetycznego jest uzależnione od przepływającego prądu natomiast napięcie w przewodach linii energetycznych decyduje o wartości natężenia pola elektrycznego. Na rozkłady natężeń PE i PM pod liniami ma wpływ sposób prowadzenia przewodów: wysokość nad ziemią, odległość między przewodami, średnica. Istnieje wiele sposobów analitycznego wyznaczania natężenia pola elektrycznego pod liniami dla ich częstotliwości roboczych [7], [8] wykonywanych dla zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego ludzi. Przykład algorytmu wykorzystującego metodę odbić zwierciadlanych i zasadę superpozycji podany jest w pracy [7]. W rozpatrywanym modelu przyjęto pewne uproszczenia:

- przewody linii energetycznych są prostoliniowe, nieskończenie długie, o przekroju walca, równoległe względem siebie i ziemi;
- otaczające powietrze ma przenikalność dielektryczną próżni i przewodność równą zeru;
- brak w napięciu harmonicznych częstotliwości innych niż robocza,
- brak sprzężeń między przewodami, między przewodami a ziemią i innymi obiektami.

Z powodu przesunięcia w czasie napięć na poszczególnych przewodach fazowych pole elektryczne pod linią jest superpozycją dwóch pól wirujących \vec{E}_1 i \vec{E}_2 w przeciwnych kierunkach z prędkością kątową ω :

$$\vec{E}(x, y, t) = \sqrt{2}\vec{E}_1(x, y)e^{j\omega t} + \sqrt{2}\vec{E}_2(x, y)e^{-j\omega t} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \vec{E}_1(x, y) &= 0,5[\vec{E}_y(x, y) + 0,5[\vec{E}_x(x, y)]] = \\ &= E_1(x, y)e^{-j\beta_1\omega t} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \vec{E}_2(x, y) &= 0,5[\vec{E}_y^*(x, y) + \vec{E}_x^*(x, y)] = \\ &= E_2(x, y)e^{-j\beta_2\omega t} \end{aligned} \quad (14)$$

gdzie:
 \vec{E}_x^* , \vec{E}_y^* – liczby sprzężone do \vec{E}_x , \vec{E}_y (składowa pionowa (OX) i pozioma (OY)),

a suma kątów $\beta_1(x, y)$ i $\beta_2(x, y)$ jest stała i wynosi:

$$\beta_1(x, y) + \beta_2(x, y) = \beta(x, y) \quad (15)$$

$\beta(x, y)$ jest kątem nachylenia elipsy nakreślonej przez wektor natężenia pola elektrycznego.

Podobną metodę zastosowano do obliczenia wartości natężenia pola magnetycznego [7].

W opracowanym własnym narzędziu symulacyjnym z uproszczonym modelem rozkładu magnetycznych pomijającym pojemnościowe sprzężenia przewodów fazowych pomiędzy sobą oraz z przewodem ochrony odgromowej w Instytucie Kolejnictwa wykonano symulacje rozkładu natężeń pola magnetycznego dla linii 110 kV, 220 kV i 400 kV w odległości 2 m od ziemi dla prądów fazowych 250 A i określonej konfiguracji prowadzenia przewodów. W modelu do symulacji rozkładu pola magne-

Tab. 1. Konfiguracja linii zasilających zastosowana do symulacji rozkładu pola elektrycznego i magnetycznego

Przewód	Przekrój przewodu [mm ²]	Odległość od osi linii [m]	Wysokość nad ziemią [m]
Linia 110 kV na słupach serii S24			
L1	240	-2,65	5,85
L2	240	2,85	9,15
L3	240	3,65	5,85
Odgr.	95		12,15
Linia 220 kV na słupach serii H52			
L1	525	-7,60	6,70
L2	525	0,00	6,70
L3	525	7,60	6,70
Odgr. 1	70	-5,60	10,80
Odgr. 2	70	5,60	10,80
Linia 400 kV na słupach serii Y52 (podwójne przewody fazowe oddalone o 0,4 m)			
L1	2x525	-10,30	7,80
L2	2x525	0,00	7,80
L3	2x525	10,30	7,80
Odgr. 1	70	-8,20	13,70
Odgr. 2	70	8,20	13,70

tycznego zsumowano przyczynki składowych poziomych i pionowych wnoszone przez poszczególne przewody fazowe a następnie za pomocą sumowania geometrycznego wyznaczono przebiegi amplitud pola w czasie. Wartości maksymalne amplitud pola magnetycznego zostały użyte do sporządzenia odpowiednich wykresów. Wyniki przeprowadzonych symulacji przedstawiono na Rys. 8. Konfiguracja linii zasilających zastosowana do symulacji rozkładu magnetycznego przedstawiona została w Tab. 1. Opracowany model powinien być zweryfikowany pomiarami w warunkach terenowych.

Odpowiednie modele obliczeń pól magnetycznych i elektrycznych w otoczeniu zelektryfikowanych linii kolejowych powinny być utworzone w celu zobrazowania cech tego środowiska elektromagnetycznego. W tym zakresie należy uwzględnić konstrukcję sieci trakcyjnej, sieci powrotnej, liczbę torów oraz parametry napięcia i prądu trakcyjnego z uwzględnieniem harmonicznych zawartych w tych sygnałach.

Oddziaływanie zakłóceń na instalacje telekomunikacyjne i automatyki kolejowej

Zagadnienia teoretyczne dotyczące mechanizmu sprzężenia indukcyjnego generującego zakłócenia w instalacjach telekomunikacyjnych zostały szczegółowo opisane w wytycznych i rekomendacjach ITU [15]. W środowisku elektromagnetycznym, między czynnymi przewodami instalacji telekomunikacyjnych a galwanicznie połączonym przewodem odniesienia (uziemieniem lub innym wspólnym przewodnikiem) może pojawić się indukowane napięcie i prąd. Zakłócenie to, zwane zakłóceniem w trybie wspólnym (asymetrycznym), rozchodzi się w sieci wzdłuż metalowych struktur przewodów (pary przewodów, osłony, uziomy) i indukuje napięcia nałożone na użyteczne sygnały. Za szum uznaje się niepożądany sygnał elektryczny o częstotliwości

mniejszej niż 200 kHz [10]. Taki szum zakłócający pracę urządzeń może być spowodowany przez jedno lub więcej z następujących zjawisk [15]:

- konwersja sygnałów z trybu wspólnego na tryb różnicowy (wprowadzanych wzdłuż przewodów) z powodu asymetrii linii, terminala, urządzeń przełączających i innych urządzeń,
- nasycenie obwodów zasilania, filtra kodera/dekoderów sygnałów,
- kwantyzacja zniekształceń napięcia w trybie różnicowym - wytwarzana przez asymetrię,
- intermodulacja między sygnałem o częstotliwości podstawowej a sygnałem zaburzenia.

Asymetria dotyczy impedancji i admitancji, które mogą być rozmieszczone wzdłuż linii lub skoncentrowane w porcie wejściowym sprzętu. Gdy zakłócenie w trybie wspólnym zostanie odłożone na asymetrii, wygeneruje źródło różnicowe (generator szumów).

Mechanizm indukowania szumu obiektach telekomunikacyjnych trybach wspólnym i różnicowym zobrazowany jest na Rys. 9. Istnienie takiego mechanizmu generowania zakłóceń taki można rozszerzyć na obiekty systemów automatyki kolejowej z rozproszoną lokalizacją urządzeń połączonych za pomocą kabli przewodzących prąd.

Zależność napięć i prądów sygnałów zakłócających w trybie wspólnym u_w i i_w i różnicowym u_r przedstawiono za pomocą wzorów (16), (17) i (18).

$$u_r = u_1 - u_2 \quad (16)$$

$$u_w = \frac{u_1 + u_2}{2} \quad (17)$$

$$i_w = i_1 + i_2 \quad (18)$$

W połączeniu różnicowym prąd płynie jednym przewodem i_1 i powraca innymi przewodami i_2 płynąc w przeciwnym kierunku. Zasilanie oraz sygnały w dwuprzewodowych połączeniach układów elektronicznych są

przesyłane różnicowo. Użyteczne napięcie różnicowe ur mierzy się między przewodami wejść aktywnych układu. W ten sam sposób można zmierzyć również napięcie zakłóceń. Ponieważ przewody łączy dwuprzewodowego zwykle położone są blisko siebie i nie przebiegają w bezpośrednim sąsiedztwie linii zasilających i kolejowej sieci trakcyjnej, zakłócenia różnicowe nie powinny wnikać do sygnału użytecznego. W takim przypadku zakłócenia różnicowe są pomijane.

W zakresie częstotliwości akustycznych wartość zaindukowanych napięć w istotny sposób zależy od rezystywności głębokich warstw gruntu (od kilkuset do kilku tysięcy metrów) co ma kluczowe znaczenie ze względu na głęboką penetrację prądów niskich częstotliwości w ziemi. W tym zakresie istotne jest rozróżnienie między środowiskiem zurbanizowanym, z gęstym występowaniem podziemnych konstrukcji przewodzących prąd, i wiejskim z niską gęstością konstrukcji metalowych pozostających w bezpośrednim kontakcie elektrycznym z glebą. Prądy upływające do ziemi od obiektów zasilania i obiektów trakcyjnych zmieniają potencjał uziemień bliskich obiektów.

Operator systemów trakcji prądu przemiennego zobowiązany jest do udostępnienia wartości wszystkich istotnych harmonicznych prądu, biorąc pod uwagę rezonans układu, pojemność systemu oraz uwzględniając każdy elektryczny pojazd kolejowy jako źródło prądu. Alternatywnie, operator trakcji podaje wartość prądu psofometrycznego przy czym należy uwzględnić ilość pociągów w obrębie sekcji zasilania i scenariusz poboru prądu podstacji przez te pociągi.

W systemach trakcji prądu stałego, w odniesieniu do sprzężenia indukcyjnego, prądy indukujące są zarówno:

- prądem tętnienia wynikającym z prostowania, ocenianym (za pomocą obliczeń lub pomiarów) w najgorszych warunkach pracy

(na przykład podczas konserwacji instalacji),

- prąd wynikający ze wzorca obciążenia składami pociągów.

Podmiot zarządzający trakcją musi podawać takie wartości. Sposób przeprowadzenia pomiarów prądu psofometrycznego w prądzie trakcyjnym określa specyfikacja [16].

Rekomendacje [14] definiują pojęcia napięcia lub prądu psofometrycznego na linii telefonicznej (trybach wspólnym lub różnicowym), U_p lub I_p , które określa się wyrażeniem:

$$U_p = \frac{1}{p_{800}} \times \sqrt{\sum(p_f \times U_f)^2} \quad [V] \quad (19),$$

$$I_p = \frac{1}{p_{800}} \times \sqrt{\sum(p_f \times I_f)^2} \quad [A] \quad (20),$$

w którym:

U_f lub I_f jest składową o częstotliwości f odpowiednio napięcia lub prądu, p_f wynosi współczynnik ważkości dla tej częstotliwości, odzwierciedlający reakcję ucha ludzkiego na tę częstotliwość, określony w tabeli załącznika I do rekomendacji ITU-T Rec. K.68 (04/2008) [14].

Tabela w dodatku I [14] podaje wartości p_f dla różnych częstotliwości, gdy p_{800} jest umownie równe 1000.

Wartość graniczna napięcia psofometrycznego indukowanego między parą przewodów łączących dwie centrale telekomunikacyjne, wytwarzanego w normalnych warunkach eksploatacyjnych łącznie przez wszystkie linie energetyczne i trakcyjne wynosi 0,5 mV na dowolnym zacisku indukowanej instalacji telekomunikacyjnej [14]. Przekroczenie tej wartości granicznej może pogorszyć jakość usługi głosowej oferowanej przez zakłócaną instalację telekomunikacyjną. Dopuszczalna wartość indukowanego wzdłużnego napięcia psofometrycznego na dowolnym zacisku linii telekomunikacyjnej wynosi 200 mV [14]. W przypadku zakłóceń elektromagnetycznych pochodzących od sieci trakcyjnej gdy indukowane napięcie psofometryczne jest większe niż wartość graniczna 0,5

mV, ale niższe niż 2,5 mV to szum jest dopuszczalny, jeżeli w dowolnym przedziale czasu trwającym do jednej minuty suma iloczynów wartości napięcia psofometrycznego większego niż 0,5 mV i adekwatnego czasu ich trwania ($[s]$) jest mniejsza lub równa 30 mV.

Badania środowiska elektromagnetycznego

Ocena aktualnego stanu środowiska elektromagnetycznego dotyczy wartości natężenia pola elektromagnetycznego zaburzeń elektromagnetycznych pochodzących od pojazdów trakcyjnych, w tym nowoczesnych lokomotyw poruszających się na szlaku, promieniowania sieci trakcyjnej, poziomu zaburzeń radioelektrycznych oraz przepięć w energetycznej sieci zasilania i obiektów stacjonarnych w pokładowej sieci zasilania pojazdów trakcyjnych oraz wagonów pasażerskich. Przegląd wykonywanych w tym zakresie badań przez personel badawczy Instytutu Kolejnictwa przedstawiono w pracy [1].

Przeprowadzenie badań kompatybilności elektromagnetycznej nowoczesnych lokomotyw i innych pojazdów szynowych jest bardzo ważne, z uwagi na możliwość negatywnego oddziaływania na urządzenia sterowania ruchem kolejowym oraz urządzenia w otoczeniu obszaru kolejowego, co może mieć bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ruchu kolejowego, ale również na systemy i urządzenia użytku publicznego.

W sytuacjach wymagających dochodzenia przyczyn zakłóconego działania urządzeń automatyki kolejowej i urządzeń telekomunikacyjnych i urządzeń użytku publicznego w otoczeniu kolejowym prowadzi się analizy i pomiary wartości zaburzeń wnoszonych do zakłóconych systemów i urządzeń. Jest to wiedza ekspercka, wymagająca dużego doświadczenia i znajomości zasad konstrukcji urządzeń i systemów kolejowych, specyfiki warunków

technicznych i środowiskowych w systemie kolejowym. Pracownicy Instytutu Kolejnictwa posiadają w tym zakresie wyjątkowe doświadczenie i kompetencje wynikające z wieloletniej pracy na rzecz systemów kolejowych.

W dochodzeniu przyczyn zakłóceń systemów i urządzeń automatyki kolejowej w warunkach rzeczywistej eksploatacji należy przeprowadzić według stosownego planu działań. Plan takich działań powinien obejmować przynajmniej następujące czynności:

- przeprowadzenie wywiadu odnośnie czasu i miejsca występowania powtarzalnych zdarzeń,
- identyfikacja urządzeń ofiar zakłócenia elektromagnetycznego i ich charakterystyk roboczych,
- pomiary wielkości zaburzeń w zasilaniu i sygnałach roboczych ofiar zakłócenia elektromagnetycznego,
- w przypadku stwierdzenia istnienia zaburzeń w zasilaniu i/lub sygnałach roboczych ofiary zakłócenia zidentyfikowanie źródła zakłóceń,
- wdrożenie działań naprawczych.

Poszczególne działania powinny być dokumentowane w celu stworzenia bazy informacyjnej dobrych praktyk w zakresie dochodzenia przyczyn zakłóceń elektromagnetycznych w środowisku kolejowym.

Wnioski

Wiedza dotycząca propagacji zakłóceń w środowisku kolejowym i w otoczeniu kolei powinna być w miarę możliwości powszechna i nie może się ograniczać wyłącznie do środowisk eksperckich.

Modele teoretyczne do szacowania poziomów zakłóceń generowanych w środowisku kolejowym na przewodowe systemy telekomunikacyjne i systemy automatyki kolejowej powinny być rozwijane.

Należy opracować procedury i techniki pomiarowe do weryfikacji

teoretycznych modeli poziomów zakłóceń generowanych w środowisku kolejowym.

Modele teoretyczne i narzędzia pomiarowe do oceny zakłóceń generowanych w środowisku kolejowym powinny uwzględniać istniejące systemy trakcyjne prądu stałego i prądu przemiennego, który w najbliższej przyszłości będzie wdrażany w Polsce.

Modele teoretyczne i narzędzia pomiarowe do oceny zakłóceń generowanych w środowisku kolejowym powinny być wykorzystane do dochodzenia przyczyn zakłócania pracy urządzeń telekomunikacyjnych i automatyki kolejowej w warunkach rzeczywistych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Zawadka Ł., Adamski D. Problematyka badań oddziaływania taboru kolejowego na urządzenia srk, Problemy Kolejnictwa Zeszyt 200 DOI: 10.36137/2009P
- [2] Szelań A. Problemy oddziaływania trakcji elektrycznej na środowisko TTS 11-12/2006
- [3] Szelań A., Maciołek T. Analiza efektywności filtrów wygładzających w podstacjach trakcji kolejowej 3 kV dc przy zaburzeniach napięcia zasilającego TTS 5/2013 r.
- [4] Wojciechowski J. Aspekt zmienności obciążenia w wyznaczaniu strat mocy w systemie zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego AUTOBUSY 12/2018 str. 831-834
- [5] Czuchra W., Żytka M., Bogdan Ankudowicz B. Mikroprocesorowy system do wyznaczania prądu psofometrycznego pojazdu trakcyjnego Pomiar Automatyka Kontrola 2014 R. 60, nr 6
- [6] Łakomiec K., Spadło S., Duś-Spadło J., Mijas R., Serwicki T., Skowron E. Badania kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) instalacji elektronicznych obrabiarek Cz. 1. Charakterystyka zakłóceń nr 1/2018 www.e-obrobkametalu.pl dostęp internetowy <https://bibliotekanauki.pl/articles/404361.pdf>
- [7] Zeńczak M. Analiza pola elektrycznego i magnetycznego wokół linii elektroenergetycznych i wybranych urządzeń elektroenergetycznych Napędy i sterowanie Nr 9 Wrzesień 2011 r.
- [8] Tarko R. Modelowanie ulotu elektrycznego dla analizy warunków eksploatacyjnych wysokonapięciowych układów elektroenergetycznych Rozprawa Doktorska AGH Kraków 2007 r.
- [9] Morant A., Wisten Å., Galar D., Kumar U., Niska S. Railway EMI impact on train operation and environment International Symposium on Electromagnetic Compatibility - EMC EUROPE 17-21 September 2012 DOI: 10.1109/EMCEurope.2012.6396847
- [10] Hamed Jafari Kaleybar, Brenna M., Foidelli F., Saeed Fazel S., Zaninelli D. Power Quality Phenomena in Electric Railway Power Supply Systems: An Exhaustive Framework and Classification, Energies 2020, 13(24), 6662; <https://doi.org/10.3390/en13246662>
- [11] Ogheneovo Johnson D., Alani Hassan Kabiru Issues of Power Quality in Electrical Systems, International Journal of Energy and Power Engineering, 2016 doi: 10.11648/j.ijepe.20160504.12 ISSN: 2326-957X (Print); ISSN: 2326-960X (Online)
- [12] Marinov A., Bekov E., Zahariev S. Practical Approach for Psophometric Noise Measurement in DC/DC Converters June 2020 Conference: 2020 21st International Symposium on Electrical Apparatus & Technologies (SIELA) DOI:10.1109/SIELA49118.2020.9167055
- [13] Schulz W. Overview to ETSI Standards and Guides for Efficient Powering of Telecommunication and Datacom Equipment and Building Vienna, Austria Date of Conference: 10-13 May 2009, VDE ISBN:978-3-8007-3162-6
- [14] Operator responsibilities in the management of electromagnetic interference by power systems on telecommunication systems ITU-T Recommendation K.68 (04/2008)
- [15] Low frequency interference due to unbalance about earth of telecommunication equipment Zakłócenia niskiej częstotliwości spowodowane asymetrią względem uziemienia sprzętu telekomunikacyjnego ITU-T Recommendation K.10 (10/96)
- [16] PN-EN 50121-3-1:2017-05 Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 3-1: Tabor -- Pociąg i kompletny pojazd
- [17] PN-EN 50617-1: 2024 Zastosowania kolejowe – Techniczne parametry systemów wykrywania pociągu dotyczące interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolejowego – Część 1: Obwody torowe.
- [18] PN-EN 50617-2: 2024 Zastosowania kolejowe – Techniczne parametry systemów wykrywania pociągu dotyczące interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolejowego – Część 2: Liczniki osi.
- [19] PN-EN 50238-1:2020-08 Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność pomiędzy taborem a urządzeniami wykrywania pociągów -- Część 1: Postanowienia ogólne
- [20] CLC/TS 50238-2 Railway applications - Compatibility between rolling stock and train detection systems - Part 2: Compatibility with track circuits
- [21] CLC/TS 50238-3 Railway applications. Compatibility between rolling stock and train detection systems Compatibility with axle counters
- [22] PN-EN 50124-2:2017-09 Zastosowania kolejowe -- Koordynacja izolacji -- Część 2: Przepięcia i ochrona przeciwprzepięciowa
- [23] ERA/ERTMS/033281 Version 5.0 Interfaces between control-command and signalling trackside and other subsystems

Koncepcja Centralnego Laboratorium Kolei Dużych Prędkości

The Concept of the Central High-Speed Rail Laboratory

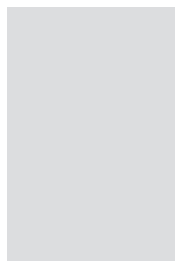


Janusz Dyduch

Prof. dr hab. inż.

PUniwersytet Radomski
Wydział Transportu,
Elektrotechniki i Informatyki

janusz.dyduch@urad.edu.pl



Tomasz Perzyński

dr hab. inż., prof. UR

PUniwersytet Radomski
Wydział Transportu,
Elektrotechniki i Informatyki

t.perzynski@urad.edu.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono koncepcję realizacji projektu związanego z uruchomieniem centralnego laboratorium kolei dużych prędkości. Obecnie zachodzące zmiany technologiczne, gospodarcze i związane z tymi zmianami inwestycyjne wymuszają utworzenie nowoczesnego zaplecza badawczo – dydaktycznego przygotowującego specjalistów realizujących zadania dla kolei dużych prędkości. Złożoność inwestycji wymaga posiadania odpowiednich kompetencji przez kadre techniczna i inżynierską. Dedykowane dla szybkich kolei laboratorium będzie centrum badawczym, naukowym i dydaktycznym.

Słowa kluczowe: Laboratorium kolei dużych Prędkości; Bezpieczeństwo; Eksploatacja; Zarządzanie

Abstract: The paper presents a concept for the implementation of a project related to the launch of a central laboratory for high-speed rail. The current technological, economic and investment-related changes necessitate the creation of modern research and teaching facilities to prepare specialists carrying out tasks for high-speed rail. The complexity of the investment requires the technical and engineering staff to have adequate competences. Dedicated to high-speed rail, the laboratory will be a centre for research, science and teaching.

Keywords: High-speed rail laboratory; Safety; Operation; Rail management

Wprowadzenie

Nowoczesna kolej stanowi jeden z najważniejszych elementów współczesnej gospodarki. Technologie stosowane w kolejnictwie, takie jak systemy automatyki kolejowej czy systemy sygnalizacji, minimalizują ryzyko zdarzeń niepożądanych. Nie ulega również wątpliwości, że kolej należy do najbezpieczniejszych środków transportu. W odniesieniu do Raportu UTK [1] rok 2023 był kolejnym, w którym nie doszło do poważnych wypadków.

Transport kolejowy należy postrzegać wieloaspektowo przez pryzmat ekonomii, środowiska oraz oczekiwań społecznych. Współczesna kolej musi być efektywna w celu realizacji zadań przewozowych dużej ilości towaru i osób. Jednocześnie ważnym elementem jest rozwój kolei poprzez nowoczesny tabor czy stosowanie no-

wych technologii przy jednoczesnym zachowaniu najwyższych standardów dotyczących bezpieczeństwa i niezawodności. Wyzwaniem jest obecnie rozwój kolei dużych prędkości (KDP) oraz związane z tym podniesienie poziomu techniczno – organizacyjnego całej kolei. Szybkie pociągi wraz z odpowiednio przygotowaną infrastrukturą sprawiają, iż kolejowy transport pasażerski staje się bardzo dobrą alternatywą dla innych środków transportu. Koleje dużych prędkości wymagają jednak nie tylko dedykowanego taboru mogącego przemieszczać się z dużymi prędkościami, ale również dedykowanej infrastruktury i zaplecza badawczo - technicznego, [2], [3], [4], [5]. Przy obecnie stosowanych rozwiązaniach linii KDP wymagają zmian w wielu obszarach, w tym w trakcji, taborze czy nawierzchni. Specyfika KDP wymusza nowe podejście do zarzą-

dzania, eksploatacji, infrastruktury czy kształcenia kadr dla KDP, [6]. Pomocne przy wprowadzaniu zmian mogą być sprawdzone rozwiązania stosowane w krajach posiadających już szybką kolej, [7]. Wzrost prędkości pociągów to również wyzwania natury fizycznej, problemy z zasilaniem czy negatywne aspekty funkcjonowania KDP, [8], [9]. Obecnie realizowane prace koncentrują się na zmianach pozwalających na jazdę powyżej 250km/h a docelowo nawet 350km/h.

Stawiane cele i realizowane zadania związane z KDP wymagają również inwestycji w zaplecze mogące przygotowywać i kształcić przyszłych inżynierów kolejnictwa. Wyzwania natury organizacyjno - technicznej wymuszają zatem rozwój ośrodków badawczo – dydaktycznych przygotowujących kadry i rozwiązania dla kolei dużych prędkości.

Rola i znaczenie Centralnego Laboratorium KDP

Nowoczesne laboratoria badawcze odgrywają kluczową rolę w postępie technologicznym i naukowym. Laboratoria badawcze to miejsca, gdzie rodzą się pomysły i innowacje. To właśnie w laboratoriach odbywają się testy i próby, które pozwalają na wprowadzenie na rynek nowych i bezpiecznych rozwiązań. Laboratoria badawcze powinny również pełnić rolę edukacyjną i szkoleniową. Powinny stanowić miejsce zgłębiania wiedzy oraz nabywania umiejętności praktycznych. Dobrze przygotowane laboratorium umożliwia prowadzenie badań oraz realizację i analizę scenariuszy, które są trudne do realizacji w warunkach rzeczywistych.

Wydział Transportu, Elektrotechniki i Informatyki Uniwersytetu Radoskiego im. Kazimierza Pułaskiego (WTEil) posiada ponad siedemdziesięcioletnie doświadczenie w realizacji badań i kształceniu kadr dla transportu kolejowego na wszystkich poziomach studiów. WTEil posiada bardzo dobrze przygotowane laboratoria (zdzj. 1) związane z automatyką kolejową, które mogą stanowić element uzupełniający przyszłego laboratorium KDP.

Wartość laboratorium należy również postrzegać przez pryzmat kadry

badawczo – dydaktyczna posiadającej wiedzę, doświadczenie, kompetencje w prowadzeniu badań, kształceniu i szkoleniach. Aktualna kadra naukowa WTEil posiada poziom merytoryczny umożliwiający aktywny proces adaptacji najnowszych osiągnięć z istniejących w różnych krajach kolei dużych prędkości.

Pomimo posiadania przez WTEil unikatowego zaplecza technicznego obecnie zachodzące zmiany w transporcie kolejowym, w tym wyzwania związane z implementacją dedykowanych rozwiązań, wymuszają przygotowanie i uruchomienie specjalistycznego laboratorium badawczo – dydaktycznego związanego z przygotowaniem i kształceniem kadr związanych z kolejami dużych prędkości.

Celem proponowanego laboratorium KDP powinno być podtrzymanie wysokiego poziomu prac badawczo – wdrożeniowych poprzez opracowywanie nowych technologii oraz analizę najnowszych rozwiązań i ich adaptację na potrzeby kolei, w szczególności kolei dużych prędkości w Polsce. Ważnym zadaniem laboratorium powinno być również zintegrowanie systemu laboratoryjnego umożliwiającego prowadzenie zadań dydaktycznych, w tym kształcących na trzech poziomach studiów dla kolei o podwyższonych prędkościach.

Wartością dodaną mogą być cykle doszkalające obecne kadry inżynierskie i techniczne zajmujące się ruchem, utrzymaniem czy eksploatacją.

Charakterystyka Centralnego Laboratorium KDP

Laboratorium KDP powinno skupiać się na badaniach podstawowych, stosowanych i wdrożeniowych oraz powinno obejmować obszary badawcze związane z transportem kolejowym oraz techniką kolejową, które pokazano na rys 2.

Obszary wskazane na rys. 2 obecnie posiadają zaplecze intelektualne w uczelniach wyższych, w placówkach naukowo – badawczych oraz w podmiotach prowadzących działalność ukierunkowaną na koleje o zwiększonych prędkościach. Wybrane, wskazane obszary, posiadają również zaplecze naukowo – badawcze w ośrodkach wspieranych przez przemysł, który dostrzega potrzebę prowadzenia prac rozwojowych nad nowymi rozwiązaniami, ale również potrzebę przygotowania dla przemysłu inżynierów i techników kolejnictwa.

Wdrażanie i eksploatacja kolei dużych prędkości jest procesem trudnym i wymagającym odpowiednio przygotowanej kadry. Jak można zauważyć, na rys. 1, w zaproponowanych obszarach włączono zagadnienia związane z zarządzaniem wiedzą. Kompleksowe podejście do tego zagadnienia pozwala na łączenie różnych dyscyplin naukowych. Laboratorium KDP zajmując się wskazanymi i istotnymi dla szybkiej kolei obszarami może być miejscem merytorycznej wymiany poglądów związanych z wdrażaniem, eksploatacją, zarządzaniem i utrzymaniem infrastruktury dla kolei dużych prędkości w Polsce.

Istnieje zatem potrzeba koordynacji badań w wymienionych obszarach. Zakres tej koordynacji to tworzenie wspólnej bazy laboratoryjnej oraz łączenie potencjału intelektualnego różnych obszarów. Potrzeba koordynacji merytorycznej tych obszarów badawczych jest niezbędna dla osiągnięcia



1. Wybrane elementy infrastruktury badawczo – dydaktycznej WTEil (fot. T. Perzyński)



2. Obszary badawcze laboratorium KDP (oprac. wł.)

celów utylitarnych, które pojawiają się w procesach eksploatacji kolei o podwyższonych prędkościach.

Projekt laboratorium KDP został podjęty ze względu na kilka faktów, do których można zaliczyć:

- Podjęcie inicjatywy podniesienia prędkości pociągu w ruchu pasażerskim do 250 km/h. Ruch będzie odbywał się w ramach tej samej modernizowanej infrastruktury.
- Brak jest w Polsce zintegrowanego systemu laboratoryjnego do prowadzenia działań dydaktycznych kształcących absolwentów na trzech poziomach dla kolei o podwyższonych prędkościach.
- Istnieje konieczność podnoszenia poziomu bezpieczeństwa na kolei, co ma szczególne znaczenie w odniesieniu do zwiększania prędkości pojazdów szynowych. Zwrócono również uwagę na fakt braku wystarczającej liczby kadry inżynieryjno – technicznej dla kolei o podwyższonej prędkości.
- Konieczność kształcenia absolwentów dla nowoczesnego zintegrowanego systemu, który musi funkcjonować w eksploatacji kolei o podwyższonej prędkości. W tym obszarze wymagane będzie kształcenie absolwentów wykorzystujących narzędzia informatyczne.
- Przygotowywane laboratorium KDP uatrakcyjni kształcenie na kierunkach związanych z transportem dla potrzeb eksploatacji kolei, na której odbywać się będzie ruch pociągów o podwyższonej prędkości. W odniesieniu do KDP aktualne kształcenie, ze względu na brak dedykowanego zaplecza

laboratoryjnego, nie gwarantuje wysokiego poziomu przygotowania kadry inżynierskiej, technicznej i zarządzającej. Kształcenie na potrzeby kolei dużych prędkości powinno być prowadzone w oparciu o najnowocześniejsze technologie.

Zakres realizowanego projektu w części merytorycznej laboratorium wymaga zintegrowania pięciu grup mających wpływ na bezpieczeństwo kolei dużych prędkości. Należy dodać, że wszystkie elementy będą posiadały w pełni skomputeryzowane systemy. Pięć grup związanych z bezpieczeństwem:

1. Nawierzchnia kolejowa. W tym zakresie przewiduje się następujące stanowiska:
 - Stanowisko do badania parametrów toru.
 - Stanowisko do badania geometrii ułożenia toru.
 - Stanowisko do badania rozjazdów - zamknięcia siły nastawcze, parametry dynamiczne.
 - Stanowisko do badania systemów grzewczych rozjazdów.
2. Współpraca toru z tabor. W tym zakresie przewiduje się następujące stanowiska:
 - Stanowisko do badania nierówności toru.
 - Stanowisko do symulacji ruchu pojazdów szynowych w różnych warunkach, np. system Adamsa.
 - Stanowisko do badania zużycia pary koło-szyna.
 - Stanowisko do badania zjawisk korrugacji.

3. Tabor. W tym zakresie stanowiska będą dotyczyły obszarów diagnostyki.
 - Stanowisko do badania elementów zawieszenia pojazdów szynowych.
 - Stanowisko do badania i analizy sygnałów powstających w pojeździe szynowym.
 - Stanowisko do oceny stanu elementów zawieszonych pojazdów trakcyjnych i wagonów.
 - Stanowisko do symulacji ruchu pojazdów przez kolejno ułożone rozjazdy (przejazd przez stację), powstawanie drgań parametrycznych.
 - Stanowisko do oceny diagnostycznej elementów pojazdu szynowego z wykorzystaniem teorii wrażliwości parametrycznej.
4. Sterowanie ruchem kolejowym i telekomunikacja. Laboratorium zawierać będzie następujące stanowiska:
 - Komputerowy system urządzeń stacyjnych typu EbiLock 950 ze sterownikami obiektowymi STC oraz stanowisko dyżurnego ruchu z systemem EbiScreen 2.
 - Komputerowa dwukierunkowa samoczynna blokada liniowa typu SHL-12.
 - Komputerowa samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu SPA-5.
 - Licznikowy system stwierdzania niezajętości odcinków torowych typu SOL-21.
 - Badanie wybranych urządzeń wykonawczych srk .
 - Licznikowy system kontroli niezajętości torów typu SKZR.
 - Samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu RASP-4.
 - Stanowisko do badania GSM-R.
 - Stanowisko do badania radiotelefonów.
 - Stanowisko do badania kompatybilności elektromagnetycznej.
 - Stanowisko do badania transmisji tor – pojazd.

5. Trakcja elektryczna

- Stanowisko do badania elementów układów 3 kV i 25 kV.
- Stanowisko do badania układów kompatybilności systemów 3 kV prądu stałego i 25 kV prądu zmiennego.
- Stanowisko do badań klimatycznych urządzeń kolejowych (w tym automatyki kolejowej).
- Stanowisko do diagnostyki cieplnej elementów napędowych.
- Stanowisko do badania odporności urządzeń na szybkie zmiany temperatury.
- Stanowisko do badania rejestratora zdarzeń eksploatacyjnych (czarna skrzynka).
- Stanowisko do badania przekształtnika zasilającego silnik szeregowy w pojazdach trakcyjnych.
- Stanowisko do badania układu zasilania pojazdu trakcyjnego z silnikiem asynchronicznym.
- Stanowisko do badania układów zasilania z superkondensatorem.

Proponowane laboratorium KDP wymaga inwestycji związanych z przygotowaniem zaplecza technicznego, budowę i adaptację pomieszczeń, zakup dedykowanej i specjalistycznej aparatury badawczej. Na obecnym etapie analiz potrzeb szacuje się koszty na poziomie ok. 45 mln zł. Zakres prac będzie wynikał z przygotowanej koncepcji funkcjonalnej laboratorium pokazującej podstawowy zakres badań. Niezbędnym elementem tworzenia laboratorium KDP jest współpraca z otoczeniem gospodarczym, które powinno uczestniczyć w procesie wyposażania laboratorium w aparaturę badawczą. Doświadczenie podmiotów gospodarczych związanych z techniką kolejową pozwoli na lepsze wskazanie potrzeb laboratorium oraz wskaże ścieżkę jego dalszego rozwoju. Etapy wyposażania laboratorium mogą być także realizowane przez granty krajowe i europejskie związane z pracami nad eksploatacją kolei o podwyższonej prędkości.

Wnioski

Transport kolejowy to efektywny, ekologiczny i bezpieczny środek transportu, który przyczynia się do zrównoważonego rozwoju, integracji regionalnej i wzrostu gospodarczego. Wraz z zachodzącymi na kolejach europejskich zmianami równolegle powinien być realizowany proces analizy funkcjonalno – techniczno – organizacyjnej najlepszych rozwiązań funkcjonujących w krajach posiadających doświadczenie w kolejach dużych prędkości. Działania takie mogą pozwolić na wybór najlepszych i optymalnych rozwiązań oraz uniknąć ewentualnych błędów. Elementem zachodzących zmian powinny być również inwestycje w zaplecze badawczo – dydaktyczne związane z KDP. Integracja różnych obszarów związanych z KDP w jednym dedykowanym ośrodku (Wydział Transportu, Elektrotechniki i Informatyki - Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego) może stanowić efektywne narzędzie dla jednolitego podejścia w procesach dydaktycznych i badawczych dla problemów związanych z bezpieczeństwem w Polskich Kolejach Dużych Prędkości. Centralne Laboratorium Kolei Dużych Prędkości może stać się miejscem realizacji badań przez naukowców z różnych ośrodków, w tym specjalistów z zagranicy. Zakres realizowanych prac opierałby się na analizie aktualnego stanu wiedzy oraz realnych potrzebach związanych z kolejami dużych prędkości. Proponowane laboratorium może stanowić zaplecze naukowe dla jednostek centralnych zajmujących się tematyką kolejową. Należy również dodać, iż laboratorium KDP będzie przede wszystkim realizować prace badawcze, które z przyczyn technicznych i merytorycznych nie mogą być realizowane w innych ośrodkach.

Biorąc pod uwagę kierunek rozwoju kolei oraz politykę europejską związaną z ekologicznym, szybkim, zrównoważonym oraz bezpiecznym transportem niezbędnym jest stworzenie zintegrowanego centralnego laboratorium dla wszystkich zagadnień, które są potrzebne dla

prawidłowego procesu implementacji, utrzymania i eksploatacji kolei o zwiększonych prędkościach. ◀

Materiały źródłowe

- [1] „Raport w sprawie bezpieczeństwa”. Urząd Transportu Kolejowego, 2024
- [2] Trzoński K., Ostenda A.: „Koleje dużych prędkości, aspekty techniczne i społeczne. Przyskład Hupperloop One”. Zeszyty Naukowe – techniczne SITK RP o/ Kraków. Nr 3(110), 2016
- [3] Fabirkiewicz W.: „Koleje Dużych Prędkości w Polsce – praktyczne elementy logistyki”. Czasopismo Logistyka 3/2012
- [4] Dyduch J., Perzyński T.: Laboratorium Kolei Dużych Prędkości. Materiały: IV Konferencja Naukowo-Techniczna pt. „Rozwój Kolei Dużych Prędkości w Polsce”. POLSPEED Gdańsk 21-23 VI 2023r.
- [5] Chudzikiewicz A., Dyduch J., Krzyszkowski A., „Układy jezdne kolei dużych prędkości”. Materiały: POLSPEED Gdańsk 21-23 VI 2023r.
- [6] Red. Siergiejczyk M.: „Koleje dużych prędkości w Polsce”. Wydawnictwo Instytutu Kolejnictwa, 2015
- [7] Dyduch J., Paś J.(2023). High-speed turnout as part of the track. Journal of civil engineering and transport.5(3), 45-53,ISSN 2658-1698, e-ISSN 2658-2120, DOI:10.24136/tren.2023.012
- [8] Polak K.: „Oddziaływanie kolei dużych prędkości na środowisko. Część 1: Oddziaływania akustyczne”. Problemy Kolejnictwa, Zeszyt 200, 2023
- [9] Zbieć A.: „Zjawiska aerodynamiczne wywołane przejazdem pociągu Część 6: Inne oddziaływania. Podsumowanie cyklu”. Problemy Kolejnictwa, Zeszyt 200, 2023



Minister Infrastruktury

Znak pisma: DTK-4.4605.5.2024
Warszawa, 18 listopada 2024

Wg rozdzielnika

Szanowni Państwo,

mając na uwadze liczne dyskusje i apele środowisk pracodawców kolejowych zrzeszonych w Związku Pracodawców Kolejowych jak i głosy kierowane spoza Państwa organizacji dotyczące niedoboru wysoko wykwalifikowanych kadr, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstw sektora kolejowego i firm działających na jego potrzeby, zasadnym jest podejmowanie wszelkich form podnoszenia i upowszechniania wiedzy dotyczącej kolejnictwa oraz wspierania inicjatyw upowszechniających specjalistyczną wiedzę.

Mając powyższe na uwadze oraz możliwości dotyczące promocji postaw proaktywnych skutkujących podnoszeniem kwalifikacji zawodowych i umiejętności przez kształcenie (studia podyplomowe), szkolenia, warsztaty i inne formy poszerzania wiedzy, zachęcam Państwa do promowania takich działań wśród kadry kierowniczej i pracowników w organizacjach zrzeszonych w Związku Pracodawców Kolejowych i poza nim.

Jednym ze sposobów, które mogą wpłynąć na kreowanie takich postaw jest swobodny dostęp do specjalistycznej literatury i publikacji. Chciałbym przypomnieć, że organizacje i stowarzyszenia działające w obszarze kolejnictwa publikują periodyki branżowe, w celu wzajemnego kształcenia, wymiany wiedzy i doświadczeń praktycznych, które często pozostają w obszarach będących w zainteresowaniu poszczególnych podmiotów działających na rynku kolejowym. Jednym z takich publikatorów jest miesięcznik „Transport Miejski i Regionalny” wydawany pod tym tytułem od roku 2004, jako kontynuacja tytułu „Transport Miejski” wydawanego od 1982 roku przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, który kompleksowo porusza problemy transportu zbiorowego w miastach różnej wielkości i regionach. Przedstawia i upowszechnia najnowsze krajowe i zagraniczne poglądy specjalistów i rozwiązania z zakresu techniki, organizacji, planowania, eksploatacji, zarządzania i bezpieczeństwa transportu. Zagadnienia omawiane w miesięczniku obejmują w ujęciu gałęziowym problemy transportu szynowego (kolejowego i tramwajowego), autobusowego, trolejbusowego, rowerowego i pieszego. W publikatorze poruszane są również zagadnienia związane z geografią, historią i socjologią transportu oraz tematyka dotycząca najłabszych uczestników ruchu drogowego, a więc pieszych, w tym osób niepełnosprawnych oraz rowerzystów, a także ochrona środowiska przed ujemnym wpływem transportu.

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP publikuje również miesięcznik: „Przegląd Komunikacyjny”, w którym wszystkie artykuły punktowane są zgodnie z zasadami Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Oznacza to, że publikacje mają

charakter naukowy a nie publicystyczny co jest wartością i wyróżnikiem tego periodyka na polskim rynku prasowym.

Pragnę zwrócić uwagę, że periodyki branżowe mają charakter niekomercyjny, umożliwiają one publikację na swoich łamach artykułów napisanych przez różnych ekspertów, również zrzeszonych w Związku Pracodawców Kolejowych.

Mając powyższe na uwadze poddaję pod rozwagę zasadność stałej obecności różnych periodyków branżowych i ich popularyzację przez systemowe rozwiązania organizacyjne zapewniające obecność tych publikatorów w organizacjach zrzeszonych w Związku Pracodawców Kolejowych i promocję ich na zewnątrz. Podejście takie może pozytywnie wpisać się w współodpowiedzialność za edukację przyszłych kadr sektora kolejowego, ograniczenie efektu tzw. luki pokoleniowej i ograniczenie niedoboru specjalistów niezbędnych kolei.

Z poważaniem,

Dokument podpisany elektronicznie przez:

z up. Ministra Infrastruktury

Piotr Malepszak

Podsekretarz Stanu



FOOD CARGO FOR RETAIL

Autorski koncept, unikalny w skali kraju – zakłada specjalizację w obszarze obsługi rynku świeżych artykułów spożywczych pozyskiwanych przede wszystkim na terenie Warmii i Mazur, względnie innych regionów Polski oraz wsparcie ich eksportu do wybranych destynacji poza UE (Kraje Regionu Zatoki Perskiej, Stany Zjednoczone, etc.)



Kontakt: e-mail: cargo@mazuryairport.pl
Współpraca ramowa: tel.: +48 882 027 587



CO TO DAJE? JAK TO DZIAŁA?

- a/ Dla producentów – 1. Aranżujemy bezpośrednie relacje z odbiorcami zainteresowanymi zakupem
- 2. organizujemy kompletną logistykę „all – in” oraz wszystko pomiędzy
- b/ Dla odbiorców – 1. Docieramy i pomagamy zakontraktować konkretnego producenta / dostawcę
- 2. Organizujemy kompletną logistykę „all – in” oraz wszystko pomiędzy



NASZA MISJA

Łączymy zaplecze i udogodnienia jakie oferuje Port Lotniczy Olsztyn – Mazury z misją wsparcia eksportu dóbr konsumpcyjnych produkowanych w Polsce na rynki poza UE



JEDYNY TAKI PROJEKT NA RYNKU

a/ Konsolidacja

Jedyne w Polsce lotnisko regionalne oferujące pełen pakiet udogodnień przygotowanych z myślą o konsolidowaniu cząstkowych przesyłek lotniczych i morskich w drodze do destynacji.

Przyjęty model docelowo będzie umożliwiał konsolidację oraz „zamknięcie” przesyłek na wszystkich wymaganych poziomach: bezpieczeństwa, celnym, sanitarnym, fito – sanitarnym i weterynaryjnym

b/ Logistyka all – in

Autorski model oparty na gotowych do wykorzystania scenariuszach logistycznych (przede wszystkim lotniczych) oferowany w trybie airport – to – airport, względnie door – to – airport – przy założeniu, że naziemnym hub`em koncentracji towarów jest Port Lotniczy Olsztyn - Mazury

c/ Handel międzynarodowy

Wsparcie Odbiorców zagranicznych w procesie zorganizowania biznesu bez konieczności uruchamiania przedstawicielstwa na miejscu – pomoc między innymi w doborze producenta /ów, budowie relacji z instytucjami kontrolnymi oraz organami krajowej administracji /KIG, SANEPID, PIORIN, etc.)

d/ Eksport

W ramach projektu aktywizujemy rodzimych i lokalnych producentów do podjęcia wyzwania eksportu produktów rolno – spożywczych w segmencie „świeżych” – prowadzimy coachingi oraz seminaria przygotowawcze wdrażające do eksportu jako elementu zasilającego „nasze” lotnicze Cargo – główne kategorie. Pracujemy z czołowymi polskimi markami działającymi w segmencie artykułów mlecznych oraz szeroko rozumianego nabiału, artykułów spożywczych oraz owoców miękkich.



AKTYWNE SUB - MARKI

a/ Olsztyn – Mazury Food Cluster

Nieformalna platforma, zrzeszająca wszystkich uczestników i współdziałowców projektu - producentów, linię lotniczą Emirates Sky Cargo, operatora logistyki Raben Air & Sea oraz GRG Foods Poland eksportera z międzynarodową licencją;

b/ Olsztyn – Mazury „Free Zone”

Dodatkowy aspekt obsługujący potrzeby partnerów i kontrahentów zainteresowanych obecnością stacjonarną w Polsce/SZY – rozszerza pakiet oferowanych udogodnień do poziomu najmu powierzchni magazynowych oraz biurowych, zapewnienia wsparcia na gruncie relacji z lokalnymi instytucjami, SSE, wsparcia w zorganizowaniu części administracyjnej i formalnej przedsięwzięcia biznesowego oraz codzienne wsparcie operacyjne /wszystkie aspekty opisane w punktach powyżej



PONAD TO

Jesteśmy integralnym elementem naziemnej sieci tranzytowej „ Welcome Cargo”

Ponad to, uruchomiliśmy regularną, linię typu RFS line – haul, na trasie SZY – WAW, z odjazdem rozkładowym w każdy poniedziałek



A TO WSZYSTKO Z GWARANCJĄ

Najwyższej jakości oraz najlepszej dostępnej ceny na rynku w analogicznym segmencie.