

przegląd[®] komunikacyjny

7-8
2026
rocznik LXXXI
cena 60,00 zł
w tym 8% VAT



UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU

80
1946
2026

Stowarzyszenie
Inżynierów i Techników
Komunikacji RP
JUBILEUSZ 80-LECIA

Transport intermodalny



**INTER
MODAL[®]**

80
1946
2026

eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Nowe zasady pomocy publicznej dla transportu intermodalnego – Transportowe Rozporządzenie o Wyłączeniach Grupowych. Uwarunkowania interoperacyjności pociągów intermodalnych w ruchu transgranicznym polsko-niemieckim. Rozwój transportu kolejowego w Polsce – przeszkody systemowe i regulacyjne. Transport intermodalny kluczem do odrodzenia kolejowych przewozów towarowych. Optymalizacja Procesów Transportowo-Przeładunkowych w Terminalach Intermodalnych. System TOS jako cyfrowe zaplecze funkcjonowania i rozwoju terminali intermodalnych. Ogólne równanie krzywej przejściowej dla rampy przechyłkowej w postaci wielomianu nieparzystego stopnia. Zmiany w Grain Code: co oznaczają dla masowców przewożących ziarno?

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 (drogi, mosty, koleje, lotniska); 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 rozróżniania na rysunki, fotografie itp.) oraz tabel.
2. Całość materiału nie powinna przekraczać 12 stron w formacie Word (zalecane jest 8 stron). Do limitu stron wlicza się ilustracje załączane w odrębnych plikach (przy założeniu że 1 ilustracja = ½ strony).
3. Format tekstu powinien być jak najprostszy (nie stosować zróżnicowanych 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 MNIŚW, 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 MNIŚW 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:

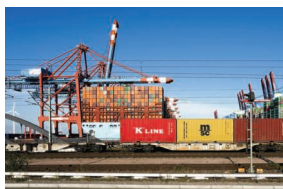
Piotr Mackiewicz

piotr.mackiewicz@pwr.edu.pl

Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Wyspiańskiego 41, 50-370 Wrocław

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: "Transport intermodalny", Pexels

Szanowni Czytelnicy Przeglądu Komunikacyjnego!

Zarząd Krajowy Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP oraz Politechnika Warszawska zapraszają na cykliczną konferencję „Nowe segmenty ładunków w przewozach intermodalnych istotnym elementem rozwoju kolejowego transportu towarów” – Intermodal_2026. Konferencja odbędzie się w Warszawie w dniach 6-7 października 2026 r.

Transport intermodalny wykazuje w ostatnim dziesięcioleciu trwałą tendencję wzrostową, sukcesywnie zwiększając swój udział w rynku i stając się fundamentem zrównoważonej logistyki. Obserwacja tego segmentu przewozów towarów wskazuje, iż jego wielkość jest uzależniona od występujących uwarunkowań geopolitycznych szczególnie w przewozach międzynarodowych. W obliczu konieczności dalszej ekspansji usług przewozowych, kluczowe staje się wytyczenie nowych kierunków strategicznych, w tym opracowanie rozwiązań pozwalających na skuteczną penetrację nowych segmentów ładunków. Pozwoli to na zahamowanie spadkowej tendencji towarowych przewozów kolejowych w obliczu malejącej liczby bocznic kolejowych i punktów ładunkowych. SITK RP wychodząc naprzeciw oczekiwaniu rynku organizuje debatę w formule konferencji podczas której uczestnicy będą mogli zapoznać się z uwarunkowaniami technicznymi, organizacyjnymi, prawnymi oraz ekonomicznymi jakie należy spełnić aby dostosować infrastrukturę terminalową i ich organizację dla zwiększenia wolumenu i segmentu ładunków. W kilku debatach podczas konferencji zostaną przedstawione opinie przez najlepszych specjalistów ze środowisk naukowych, praktyków, przedstawicieli władz samorządowych oraz urzędów odpowiadających za rozwój i funkcjonowanie infrastruktury transportowej. Dużą wagę organizatorzy przykładają również do spraw bezpieczeństwa i znaczenia transportu kolejowego oraz terminali intermodalnych w sytuacjach krytycznych.

Celami konferencji jest również wymiana doświadczeń pomiędzy jej uczestnikami w takich obszarach jak:

- Nowe segmenty ładunków i kierunki przewozów w transporcie intermodalnym wyzwania czy konieczność.
- Obecna sytuacja geopolityczna a perspektywy rozwoju transportu intermodalnego.
- Rozwój terminali przeładunkowych Polskich portów morskich a bezpieczeństwo gospodarcze Polski.
- Nowoczesne technologie przeładunkowe oraz systemy IT wspomagające pracę terminali intermodalnych.
- Polska jako platforma logistyczna Europy Środkowo-Wschodniej.

Konferencja będzie dobrą platformą do przedstawienia ofert produktów i usług związanych z transportem intermodalnym oraz stworzenie okazji do prezentacji dokonani firm i organizacji z branży transportu. Naszą ambicją jest, aby nadchodzące wydarzenie stało się platformą merytorycznego dialogu oraz katalizatorem promocji transportu kolejowego i intermodalnego. Rozwiązania te stanowią bowiem filary zrównoważonej polityki transportowej Polski i Unii Europejskiej, łącząc efektywność gospodarczą z dbałością o dobrostan społeczny i środowiskowy. W imieniu Zarządu Krajowego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP i Politechniki Warszawskiej oraz komitetu organizacyjnego konferencji serdecznie zapraszam do uczestnictwa w konferencji. Program konferencji i zasady uczestnictwa podane są na stronach internetowych Stowarzyszenia w zakładce Krajowe Komisje/Komisja Transportu Intermodalnego.

Prezes Zarządu, Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP
Jacek Paś

Wydawca:

Zarząd Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP, 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 Kuźniewski, Łukasz Skotnicki, Bartłomiej Krawczyk, Igor Gisterek, Karina Korycka (obsługa anglojęzyczna)

Adres redakcji do korespondencji:

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

Rada naukowa:

Antoni Szydło (Wrocław), Marek Ciesielski (Poznań), Sylwia Capayowa (Bratysława), Stefan Hoeller, (Bast, Kolonia), Antanas Klibavičius (Wilno), Józef 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.

W numerze

Nowe zasady pomocy publicznej dla transportu intermodalnego – Transportowe Rozporządzenie o Wyłączeniach Grupowych

Stefan Akira Jarecki

2

Uwarunkowania interoperacyjności pociągów intermodalnych w ruchu transgranicznym polsko-niemieckim

Bogusz Wiśnicki, Karolina Maryniec

7

Rozwój transportu kolejowego w Polsce – przeszkody systemowe i regulacyjne

Szymon Chyra, Henryk Zielaskiewicz

15

Transport intermodalny kluczem do odrodzenia kolejowych przewozów towarowych

Jacek Paś, Henryk Zielaskiewicz

20

Optymalizacja Procesów Transportowo-Przeładunkowych w Terminalach Intermodalnych

Roland Jachimowski, Michał Kłodawski, Karol Nehring

25

System TOS jako cyfrowe zaplecze funkcjonowania i rozwoju terminali intermodalnych

Krystyna Śliwka

31

Ogólne równanie krzywej przejściowej dla rampy przechyłkowej w postaci wielomianu nieparzystego stopnia

Robert Wojtczak

33

Zmiany w Grain Code: co oznaczają dla masowców przewożących ziarno?

Paweł Kacprzak

36

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 poczynając od 4/2010. Numery archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać w Oddziale krakowskim SITK, ul. Siostrozna 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

Nowe zasady pomocy publicznej dla transportu intermodalnego – Transportowe Rozporządzenie o Wyłączeniach Grupowych

New rules for state aid for intermodal transport – Transport Block Exemption Regulation



Stefan Akira Jarecki

dr hab., prof. Uczelni,
Politechnika Warszawska, Wydział
Administracji i Nauk Społecznych

stefan.jarecki@pw.edu.pl
ORCID: 0000-0002-5738-3036

Streszczenie: Ze względu na wysoką kapitałochłonność inwestycji oraz ograniczoną skłonność inwestorów prywatnych do podejmowania ryzyka, finansowanie publiczne odgrywa kluczową rolę w rozwoju sektora transportu intermodalnego. Jednocześnie wsparcie to podlega unijnym zasadom udzielania pomocy publicznej. W artykule poddano analizie nowe ramy prawne udzielania pomocy publicznej dla sektora transportu intermodalnego, wynikające w szczególności z przyjęcia przez Komisję Europejską w marcu 2026 r. rozporządzenia uznającego niektóre kategorie pomocy w sektorach transportu kolejowego, transportu wodnego śródlądowego i transportu multimodalnego za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 93, 107 i 108 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TBER). Szczegółowo zbadano zasady udzielania pomocy na podstawie TBER, w tym warunki kwalifikowalności, limity wsparcia oraz obowiązki beneficjentów. TBER może znacząco przyspieszyć oraz uprościć udzielanie wsparcia dla sektora transportu intermodalnego. Jednocześnie jednak ograniczy elastyczność państw członkowskich w projektowaniu instrumentów wsparcia.

Słowa kluczowe: Pomoc publiczna; Transport intermodalny; Terminale intermodalne; TBER; Transportowe Rozporządzenie w sprawie Wyłączeń Grupowych

Abstract: Due to the high capital intensity of investments and the limited willingness of private investors to assume risk, public funding plays a key role in the development of the intermodal transport sector. At the same time, such support is subject to EU State aid rules. This article analyses the new legal framework for granting State aid to the intermodal transport sector, resulting in particular from the adoption by the European Commission in March 2026 of a regulation declaring certain categories of aid in the rail, inland waterway and multimodal transport sectors compatible with the internal market pursuant to Articles 93, 107 and 108 of the Treaty on the Functioning of the European Union (TBER). The paper examines in detail the rules governing aid grants under TBER, including eligibility conditions, aid ceilings, and beneficiary obligations. TBER may significantly accelerate and simplify the provision of support to the intermodal transport sector. At the same time, it will reduce Member States' flexibility in designing support instruments.

Keywords: State aid; Intermodal transport; Intermodal terminals; TBER; Transport Block Exemption Regulation

Wstęp

Rozwój transportu intermodalnego stanowi jeden z kluczowych elementów polityki transportowej Unii Europejskiej, ukierunkowanej na zwiększenie konkurencyjności Europy oraz ograniczenie negatywnego wpływu transportu na środowisko. Szczególne znaczenie w tym kontekście mają inwestycje w rozwój transportu intermodalnego. Pomimo rosnącej roli tego segmentu, jego rozwój napotyka istotne bariery ekonomiczne, związane przede wszystkim z wysoką kapitałochłonnością i długim okresem zwrotu inwestycji.

W konsekwencji wsparcie publiczne odgrywa fundamentalną rolę w stymu-

lowaniu inwestycji w sektorze intermodalnym. Jednocześnie udzielanie takiego wsparcia podlega rygorystycznym regulacjom prawa Unii Europejskiej w zakresie pomocy publicznej, których celem jest ochrona konkurencji na rynku wewnętrznym UE. W ostatnim czasie regulacje te uległy istotnym zmianom, w szczególności w związku z przyjęciem nowych wytycznych dotyczących transportu lądowego oraz rozporządzenia w sprawie wyłączeń grupowych w transporcie (TBER). Celem niniejszego artykułu jest analiza nowych ram prawnych udzielania pomocy publicznej dla sektora transportu intermodalnego opartych o TBER.

Kluczowe znaczenie wsparcia publicznego dla rozwoju obiektów transportu intermodalnego

Jak wskazuje Komisja Europejska, inwestycje w obiekty transportu intermodalnego oraz w bocznice prywatne w całej UE mają zasadnicze znaczenie dla zapewnienia jakości sieci połączeń, zrównoważonego funkcjonowania gospodarki oraz spójności między państwami członkowskimi. Takie inwestycje wspierają priorytety kompleksowej strategii Komisji Europejskiej na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności z 2020 r. [5], w której priorytetowo traktuje się rozwój obiektów transportu multimodalnego [9]. Jak wskazano w treści pro-

gramu *Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021–2027* [11], pomimo rosnącej roli przewozów intermodalnych, Polska wciąż nie wykorzystuje swojego potencjału wynikającego z położenia geograficznego. Wyzwaniem jest większa integracja międzygałęziowa w intermodalnych przewozach towarowych oraz ograniczenie wpływu transportu na środowisko. Jednocześnie podkreślono, że sektor intermodalny jest kapitałochłonny i nie gwarantuje szybkiego zwrotu z kapitału. W związku z tym inwestorzy prywatni nie są skłonni do podejmowania ryzyka inwestycji w tym sektorze. W tym kontekście kluczową rolę w rozwoju obiektów transportu intermodalnego w Polsce odgrywa wsparcie publiczne udzielane przede wszystkim ze środków funduszy UE – Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 (POIiŚ 2007-2013), Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 (POIiŚ 2014-2020), program Fundusze na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko 2021-2027 (FEnIKS 2021-2027), czy Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności (KPO). W tabeli 1 i na wykresie 1 przedstawiono wielkość wsparcia udzielanego dotychczas na rzecz transportu intermodalnego

go w ramach powyższych instrumentów.

Kluczowym wyzwaniem związanym z udzielaniem wsparcia na rzecz transportu intermodalnego jest to, że dofinansowanie tego typu podlega unijnym przepisom o pomocy publicznej. Może ono zatem być udzielane wyłącznie na zasadach i warunkach przewidzianych przez te regulacje. Co jest bardzo istotne i jest przedmiotem analizy w ramach tego artykułu regulacje te uległy w ostatnim czasie zasadniczym przeobrażeniom.

Wsparcie na rzecz obiektów transportu intermodalnego a pomoc publiczna

Prawo UE co do zasady wprowadza zakaz udzielania pomocy publicznej. Jego podstawowym celem jest ochrona jednolitego rynku wewnętrznego oraz funkcjonującej na nim konkurencji przed zakłóceniami wynikającymi ze wsparcia udzielanego przez państwa członkowskie krajowym przedsiębiorstwom. Zakaz ten nie ma jednak charakteru absolutnego – przewidziano bowiem szereg wyjątków. Znajdują one zastosowanie przede wszystkim w sytuacjach, w których korzyści płynące z udzielenia wsparcia przeważają nad potencjalnymi negatywnymi skutkami dla rynku wewnętrznego i konkurencji, przy czym chodzi tu o wartości uznawane na poziomie całej UE [3].

Zgodnie z art. 107 ust. 1 TFUE [12], z zastrzeżeniem innych postanowień Traktatów, wszelka pomoc przyznawana przez państwo członkowskie lub z zasobów państwowych, w jakiegokolwiek formie, która zakłóca lub grozi zakłóceniem

konkurencji poprzez uprzywilejowanie niektórych przedsiębiorstw lub produkcji określonych towarów, jest niezgodna z rynkiem wewnętrznym w zakresie, w jakim wpływa na konkurencję oraz handel między państwami członkowskimi. Przepis ten ustanawia zakaz udzielania wsparcia spełniającego łącznie określone w nim przesłanki. Na jego podstawie dane wsparcie stanowi pomoc publiczną, jeżeli jednocześnie spełnione są następujące warunki:

- jest przyznawane przez państwo lub ze środków państwowych,
- jest kierowane do przedsiębiorstwa,
- przynosi korzyść ekonomiczną,
- ma charakter selektywny, tj. uprzywilejowuje określone przedsiębiorstwa lub produkcję określonych towarów,
- zakłóca lub grozi zakłóceniem konkurencji oraz
- wpływa na handel między państwami członkowskimi UE.

Wsparcie publiczne na rzecz obiektów transportu intermodalnego co do zasady będzie stanowić pomoc publiczną. Zazwyczaj jest ono bowiem finansowane ze środków pozostających w dyspozycji państw członkowskich, obejmujących zarówno krajowe środki budżetowe, jak i fundusze UE, których rozdysponowanie leży w gestii władz publicznych – centralnych lub samorządowych. W takich przypadkach decyzje o przyznaniu wsparcia można przypisać konkretnemu państwu członkowskiemu.

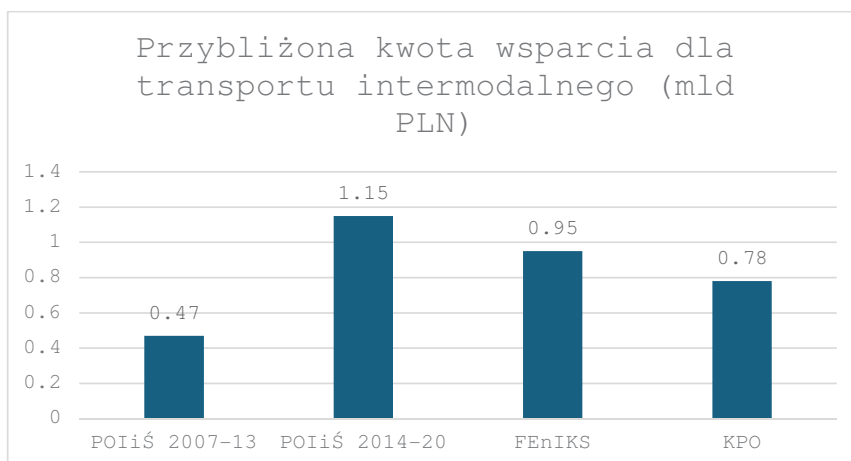
Pojęcie przedsiębiorstwa w prawie UE jest interpretowane bardzo szeroko i niezależnie od definicji przyjmowanych w prawie krajowym. Z orzecznictwa Trybunału Sprawiedliwości UE wynika, że obejmuje ono wszelkie podmioty prowadzące działalność gospodarczą, niezależnie od ich formy prawnej czy sposobu finansowania [1]. Równie szeroko rozumiane jest pojęcie działalności gospodarczej, definiowane jako każda działalność polegająca na oferowaniu towarów lub usług na określonym rynku [13]. Obejmuje ono działalność produkcyjną, handlową i usługową, bez względu na to, czy ma ona charakter zarobkowy [1].

W konsekwencji także podmioty tworzące i eksploatujące obiekty transportu

Tab. 1. Przybliżona kwota wsparcia dla transportu intermodalnego w ramach poszczególnych programów

Program	Okres	Przybliżona kwota
POIiŚ 2007-13	2007–2015	470 mln PLN
POIiŚ 2014-20	2014–2023	1,15 mld PLN
FEnIKS	2021–2027	1,0 mld PLN
KPO	2021–2026	781 mln PLN

Źródło: opracowanie własne



1. Przybliżona kwota wsparcia dla transportu intermodalnego w ramach poszczególnych programów (mld PLN) (źródło: opracowanie własne)

intermodalnego, które oferują usługi przeładunkowe i logistyczne za wynagrodzeniem, należy uznać za przedsiębiorstwa w rozumieniu przepisów o pomocy publicznej – niezależnie od ich statusu w prawie krajowym.

Wsparcie dotyczące takich obiektów będzie co do zasady stanowić korzyść dla beneficjentów, gdyż w większości przypadków prowadzi do przysporzenia ekonomicznego, którego nie uzyskaliby oni w normalnych warunkach rynkowych. Tego rodzaju wsparcie z reguły nie jest dostępne na rynku. Jednocześnie spełniona będzie przesłanka selektywności, ponieważ korzyść przyznawana jest zwykle tylko określonym podmiotom – np. wyłoniłom w szczególnej procedurze lub spełniającym określone kryteria – podczas gdy inne przedsiębiorstwa znajdujące się w porównywalnej sytuacji nie mają do niej dostępu. Sелеktywność może przejawiać się również w faworyzowaniu określonych gałęzi transportu względem innych.

Wreszcie wsparcie na rzecz obiektów transportu intermodalnego co do zasady zakłada lub grozi zakłóceniem konkurencji na rynku wewnętrznym UE oraz wpływa na handel między państwami członkowskimi, ponieważ dotyczy sektora transportu towarowego, który został zliberalizowany i podlega konkurencji w skali całej Unii [7, 8].

Wyłączenie pomocy dla transportu intermodalnego spod zakazu udzielania pomocy publicznej

To, że wsparcie dla obiektów transportu intermodalnego będzie stanowić pomoc publiczną nie znaczy i od dawna nie znaczyło, iż nie może ono być udzielane. Od zakazu udzielania pomocy publicznej istnieje bowiem cały szereg wyjątków. Jednym z nich jest możliwość udzielania pomocy na rzecz koordynacji transportu, przewidziana w art. 93 TFUE.

Istnieją zasadniczo dwa tryby zapewnienia zgodności pomocy publicznej z zasadami rynku wewnętrznego UE. Pierwszym, dotychczas stosowanym w zakresie wsparcia na rzecz transportu intermodalnego, jest możliwość zgłoszenia pomocy publicznej Komisji Europejskiej i uzyskania jej akceptacji dla udzielenia wsparcia w formie decyzji. Procedura ta jest skomplikowana i cza-

sochłonna. Drugą możliwością jest skorzystanie z tzw. wyłączeń grupowych (blokowych). Tryb ten co do zasady jest szybszy i prostszy, rodzi jednak określone ryzyka po stronie państw członkowskich, a poza tym dotychczas nie znajdował zastosowania do transportu intermodalnego.

Wyłączeniami grupowymi (blokowymi) są rozporządzenia, do których wydawania uprawniona jest Komisja Europejska. Na ich podstawie określone kategorie pomocy publicznej – spełniające właściwe wymogi merytoryczne i proceduralne – uznaje się z góry za zgodne z rynkiem wewnętrznym UE oraz wyłączone z obowiązku notyfikacji (zgłoszenia) Komisji Europejskiej, o którym mowa w art. 108 ust. 3 TFUE [2, 10]. W takim przypadku organy państw członkowskich samodzielnie oceniają, czy dana pomoc publiczna spełnia warunki dopuszczalności. Kontrola Komisji Europejskiej ma natomiast charakter następczy [4].

16 marca 2026 r. Komisja Europejska przyjęła dwa akty prawne o fundamentalnym znaczeniu dla transportu kolejowego:

- Wytyczne w sprawie pomocy państwa w transporcie lądowym i multimodalnym (LMTG – *Land and Multimodal Transport Guidelines*) oraz
- Rozporządzenie w sprawie wyłączeń grupowych w transporcie (TBER – *Transport Block Exemption Regulation*).

Nowe przepisy wejdą w życie 30 marca 2026 r., przy czym TBER będzie obowiązywać do 31 grudnia 2034 r.

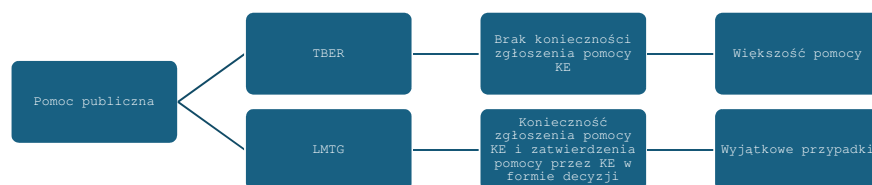
Oba dokumenty określają zasady udzielania pomocy publicznej m.in. w sektorze transportu kolejowego i intermodalnego, zastępując dotychczasowe Wytyczne z 2008 r. o pomocy państwa dla przedsiębiorstw kolejowych.

LMTG odnoszą się do pomocy wymagającej notyfikacji i zatwierdzenia przez Komisję Europejską. Z kolei TBER ma

charakter wyłączeń blokowych, co oznacza możliwość udzielania określonej pomocy bez konieczności jej zgłoszenia Komisji – pod warunkiem spełnienia wskazanych kryteriów. W praktyce jest to swoista „automatyczna zgoda” na wybrane formy wsparcia. Relacje między oboma dokumentami przedstawiono na schemacie 2.

Warto podkreślić, że wyłączenia blokowe są dziś podstawowym mechanizmem udzielania pomocy publicznej w UE – obejmują ok. 90% środków wsparcia. Zgodnie z informacjami przedstawionymi w *State aid Scoreboard 2025* [6], w 2024 r. państwa członkowskie zgłosiły udzielanie pomocy w ramach 6 509 środków GBER (*General Block Exemption Regulation* – ogólne rozporządzenie w sprawie wyłączeń blokowych), co stanowiło 69% wszystkich aktywnych środków, w porównaniu z 41% w 2014 r. Dodatkowo w 2024 r. aktywnych było 1 618 środków ABER (*Agricultural Block Exemption Regulation* – rozporządzenie w sprawie wyłączeń blokowych w sektorze rolnym) oraz 80 środków FIBER (*Fisheries Block Exemption Regulation* – rozporządzenie w sprawie wyłączeń blokowych w sektorze rybołówstwa i akwakultury). Łącznie środki w ramach GBER, ABER i FIBER stanowiły 87% wszystkich aktywnych środków w 2024 r. Jeśli chodzi o nowe środki objęte wyłączeniami blokowymi wdrożone w 2024 r., państwa członkowskie po raz pierwszy zgłosiły wydatki dla 3 187 nowych środków GBER, 856 środków ABER oraz 58 środków FIBER, co łącznie odpowiada 93% nowych środków pomocy państwa. Po wyłączeniu środków kryzysowych związanych z pandemią COVID-19 oraz rosyjską inwazją na Ukrainę, w 2024 r. nowe środki objęte wyłączeniami blokowymi stanowiły 95% wszystkich nowych środków nie kryzysowych. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 2.

Można zatem zakładać, że w przyszłości pomoc dla transportu kolejowego i intermodalnego będzie w przeważają-



2. Relacja pomiędzy TBER i LMTG (źródło: opracowanie własne)

cej mierze opierać się właśnie na TBER. Oznacza to zasadniczą zmianę w zakresie udzielania pomocy na rzecz transportu intermodalnego. Pomoc ta nie będzie już wymagała notyfikacji Komisji Europejskiej i uzyskiwania jej zgody na udzielenie dofinansowania w formie decyzji. Z jednej strony, niewątpliwie uprości to i przyspieszy udzielanie wsparcia dla sektora transportu intermodalnego. Z drugiej strony, oznacza to, że co do zasady pomoc dla transportu intermodalnego będzie udzielana w całej Europie na takich samych warunkach określonych w TBER. Jeszcze bardziej zmniejszy się zatem swoboda państw członkowskich kształtowaniu warunków wsparcia dotyczącego transportu intermodalnego.

Zasady pomocy dla transportu intermodalnego określone w TBER

Pomoc dla transportu intermodalnego będzie mogła być udzielana w szczególności w oparciu o art. 12 TBER dotyczący m.in. pomocy na budowę, modernizację i odnowienie obiektów kolejowej infrastruktury usługowej na potrzeby transportu jedno- i multimodalnego. Wsparcie to może obejmować zarówno tworzenie nowych obiektów, jak i ich modernizację czy odnowienie, w tym wymianę istniejących elementów infrastruktury. TBER ma zastosowanie wyłącznie do pomocy, która nie przekracza następujących progów wyrażonych jako maksymalne kwoty pomocy:

- w przypadku indywidualnej pomocy inwestycyjnej przyznanej w ramach programu na budowę, modernizację i odnowienie obiektów terminalowych – do 30 mln EUR na

projekt;

- w przypadku pomocy inwestycyjnej *ad hoc* na budowę, modernizację i odnowienie towarowych terminali kolejowych – do 10 mln EUR na projekt.

Pomoc może być przyznawana właścicielom lub operatorom infrastruktury kolejowej, którzy realizują inwestycje polegające na budowie, modernizacji lub odnowieniu ww. obiektów wyłącznie w ramach programów pomocowych. Wyjątek stanowi pomoc dotycząca towarowych terminali kolejowych, która może być przyznawana również w formie pomocy *ad hoc*, czyli poza programem pomocowym. W takim przypadku konieczne jest jednak wykazanie, że przewidywany popyt na przepustowość – przynajmniej w średnim okresie – przewyższa łączną przepustowość istniejącej oraz planowanej infrastruktury alternatywnej (infrastruktury, która może stanowić realną alternatywę do infrastruktury objętej wsparciem).

Za koszty kwalifikowalne uznaje się koszty inwestycji ponoszone na rzeczowe aktywa trwałe, zarówno stacjonarne, jak i ruchome, a także na wartości niematerialne i prawne bezpośrednio związane z realizacją inwestycji. Obejmują one między innymi zagospodarowanie terenu, budowę i wyposażenie obiektów takich jak magazyny czy terminale, zakup urządzeń operacyjnych wykorzystywanych w funkcjonowaniu infrastruktury (np. wózków kontenerowych), a także systemy informatyczne i cyfrowe służące świadczeniu usług transportowych. Do kosztów kwalifikowalnych zalicza się również wydatki na studia wykonalności, analizy topologiczne, pla-

nowanie oraz instalację. Jednocześnie wyklucza się możliwość finansowania kosztów związanych z działalnością pozatransportową. Działalnością pozatransportową są usługi komercyjne niezwiązane ze zrównoważonym transportem lądowym, w tym usługi pomocnicze dla pasażerów, spedytorów lub innych usługodawców, takie jak wynajem biur, sklepów i hoteli

Wysokość pomocy nie może przekraczać określonych progów. Maksymalna kwota wsparcia jest ograniczona do niższej z dwóch wartości: różnicy pomiędzy kosztami kwalifikowalnymi a zdyskontowanym zyskiem operacyjnym (w ekonomicznym cyklu życia inwestycji) oraz wartością końcową inwestycji (wartości końcowej na koniec ekonomicznego cyklu życia inwestycji), lub 50% kosztów kwalifikowalnych. Zdyskontowany zysk operacyjny obejmuje również przychody generowane przez działalność pozatransportową powiązaną z funkcją transportową obiektu (np. wynajem powierzchni handlowych znajdujących się w obiekcie). Zdyskontowany zysk operacyjny i wartość końcową odlicza się od kosztów kwalifikowalnych *ex ante* na podstawie rozsądnych prognoz albo *ex post* przy użyciu mechanizmu wycofania. Kwota pomocy może pozwalać na osiągnięcie rozsądnego zysku. Rozsądny zysk ustala się w odniesieniu do typowego zysku dla danego sektora i typu projektu. W każdym przypadku stopa zwrotu z kapitału, która nie przekracza odnośnej stopy SWAP powiększonej o premię w wysokości 100 punktów bazowych, jest uznawana za rozsądną. W przypadku projektów o wartości pomocy nieprzekraczającej 5 mln euro stosuje się uproszczoną zasadę, zgodnie z którą maksymalna intensywność wsparcia wynosi 50% kosztów kwalifikowalnych. Dodatkowo możliwe jest zwiększenie intensywności pomocy o maksymalnie 10 punktów procentowych dla inwestycji realizowanych wzdłuż sieci TEN-T (Transeuropejskiej Sieci Transportowej).

Warunkiem udzielenia pomocy jest zapewnienie otwartego, przejrzystego i niedyskryminacyjnego dostępu do infrastruktury dla wszystkich zainteresowanych użytkowników, zgodnie z obowiązującymi regulacjami sektorowymi. Również wszelkie koncesje lub inne formy powierzenia realizacji, eksploata-

Tab. 2. Liczba aktywnych środków i nowych środków pomocy państwa w 2024 r. w podziale na rodzaj procedury

Rodzaj procedury	Wartości bezwzględne: Aktywne	Wartości bezwzględne: Nowe	Wartości bezwzględne: Nowe (bez kryzysowych)	Udział procentowy: Aktywne	Udział procentowy: Nowe	Udział procentowy: Nowe (bez kryzysowych)
ABER	1618	856	856	17%	19%	20%
FIBER	80	58	58	1%	1%	1%
GBER	6509	3187	3187	69%	72%	74%
Suma wyłączeń blokowych	8207	4101	4101	87%	93%	95%
Pomoc notyfikowana	1246	328	227	13%	7%	5%
Razem	9453	4429	4328	100%	100%	100%

Źródło: State aid Scoreboard 2025

cji lub wynajmu infrastruktury osobom trzecim muszą być przyznawane na zasadach konkurencyjnych, przejrzystych i niedyskryminacyjnych. W sytuacji, gdy właściciel, zarządca oraz potencjalny użytkownik końcowy należą do tej samej grupy kapitałowej, dostęp do eksploatacji infrastruktury powinien być przyznawany w drodze otwartej i konkurencyjnej procedury. Wymóg ten nie dotyczy jednak przypadków modernizacji, w których nakłady inwestycyjne w okresie co najmniej pięciu lat nie przekraczają 10% wartości inwestycji początkowej.

Innym ważnym przepisem pozwalającym na udzielenie wsparcia dla transportu intermodalnego jest art. 15 TBER. Przepis ten pozwala na udzielenie wsparcia na zakup intermodalnych jednostek ładunkowych. Pomoc może dotyczyć zakupu zarówno nowych, jak i używanych intermodalnych jednostek ładunkowych. Za koszty kwalifikowalne uznaje się różnicę pomiędzy kosztami jednostek transportowych wykorzystywanych wyłącznie w transporcie drogowym a kosztami intermodalnych jednostek ładunkowych, które mogą być wykorzystywane w ramach zrównoważonego transportu multimodalnego. Do kosztów kwalifikowalnych zalicza się również wydatki związane z przygotowaniem przedsięwzięcia, w tym studia wykonalności, a także koszty planowania i instalacji. Wysokość przyznanej pomocy nie może przekraczać 40% kosztów kwalifikowalnych.

Pomoc przyznawana na podstawie poddanych analizie przepisów TBER musi być przejrzysta – w szczególności konieczne jest precyzyjne określenie jej wysokości, zachowanie limitów wskazanych w rozporządzeniu oraz spełnienie tzw. efektu zachęty. Efekt ten uznaje się za spełniony zwłaszcza wtedy, gdy beneficjent złoży do właściwego państwa członkowskiego pisemny wniosek o udzielenie pomocy przed rozpoczęciem realizacji projektu lub podjęciem działań. W niektórych przypadkach wymagane jest także spełnienie dodatkowych, bardziej rygorystycznych warunków. Ponadto niezbędne będzie przestrzeganie zasad kumulacji pomocy, a także określonych obowiązków informacyjnych i publikacyjnych.

Wnioski

Wsparcie publiczne jest kluczowym czynnikiem umożliwiającym rozwój transportu intermodalnego, który ze względu na swoją kapitałochłonność i ryzyko inwestycyjne nie rozwija się w wystarczającym stopniu w warunkach rynkowych. Pomoc na rzecz transportu intermodalnego co do zasady spełnia przesłanki pojęcia pomocy publicznej w rozumieniu art. 107 ust. 1 TFUE, co oznacza konieczność zapewnienia jej zgodności z przepisami prawa UE. Dotychczasowy model oparty głównie na zgłaszaniu (notyfikacji) pomocy Komisji Europejskiej był czasochłonny i ograniczał tempo realizacji inwestycji. Wprowadzenie TBER stanowi istotną zmianę systemową, umożliwiającą udzielanie wsparcia bez obowiązku zgłoszenia pomocy Komisji Europejskiej, co znacząco upraszcza i przyspiesza proces inwestycyjny. Jednocześnie nowe regulacje ograniczają swobodę państw członkowskich poprzez ujednolicenie warunków udzielania pomocy na poziomie unijnym oraz w niektórych przypadkach wprowadzają mniej korzystne warunki udzielania wsparcia od dotychczasowych, tak jest np. w odniesieniu do zakupu intermodalnych jednostek ładunkowych. TBER wprowadza szczegółowe wymogi dotyczące m.in. progów pomocy, kosztów kwalifikowalnych, intensywności wsparcia oraz zasad dostępu do infrastruktury, co zwiększa przejrzystość systemu, ale jednocześnie wymaga od organów krajowych wysokiego poziomu kompetencji w zakresie stosowania prawa pomocy publicznej. Można przewidywać, że w przyszłości wsparcie dla transportu intermodalnego będzie w przeważającej mierze realizowane w oparciu o mechanizm wyłączeń blokowych (TBER). ◀

Materiały źródłowe

- [1] Brodecki Z. (red.), Konkurencja, Warszawa 2004;
- [2] Fort A., Nyssens H., State Aid [w:] W. Mederer, N. Pesaresi, M. Van Hoof (red.), European Competition Law, vol. IV, Leuven 2008;
- [3] Jarecki S., Europejski Instrument Odbudowy a pomoc publiczna, Warszawa 2022;

- [4] Jarecki S., Pomoc publiczna jako narzędzie regulacji rynku transportu kolejowego [w:] M. Kraśniewski, M. Namysłowska (red.), Wyzwania dla europejskiego prawa gospodarczego. Uczniowie dla Profesor Marii Królikowskiej-Olczak, Katowice 2025;
- [5] Komisja Europejska, Komunikat do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów – Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności – europejski transport na drodze ku przyszłości, COM(2020) 789 final, 9.12.2020;
- [6] Komisja Europejska, State Aid Scoreboard 2025, dokument z 15 stycznia 2026 r., dostęp: <https://competition-policy.ec.europa.eu> (dostęp: 24.03.2026 r.);
- [7] Komisja Europejska, decyzja z 3.10.2024 r. w sprawie pomocy państwa SA.114260 (2024/N) – Polska – Aid for intermodal transport projects under the European Funds for Infrastructure, Climate, Environment 2021–2027 programme;
- [8] Komisja Europejska, decyzja z 7.04.2021 r. w sprawie pomocy państwa SA.55679 (2019/N) – Polska – Construction of PKP LHS transshipment terminal at the PKP LHS station in Wola Baranowska;
- [9] Komisja Europejska, Rozporządzenie uznające niektóre kategorie pomocy w sektorach transportu kolejowego, transportu wodnego śródlądowego i transportu multimodalnego za zgodne z rynkiem wewnętrznym w zastosowaniu art. 93, 107 i 108 TFUE;
- [10] Nykiel-Mateo A., Pomoc państwa a ogólne środki interwencji w europejskim prawie wspólnotowym, Warszawa 2009;
- [11] Program Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021–2027 (FEnIKS), wersja 5.1;
- [12] Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, wersja skonsolidowana, Dz.U. UE 2012 C 326/47;
- [13] Trybunał Sprawiedliwości Unii Europejskiej, wyrok z 12 września 2000 r. w sprawach połączonych C-180–184/98, Pavel Pavlov, EU:C:2000:428.

Uwarunkowania interoperacyjności pociągów intermodalnych w ruchu transgranicznym polsko-niemieckim

Conditions for the interoperability of intermodal trains in Polish-German cross-border traffic

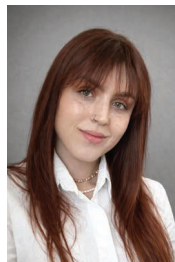


Bogusz Wiśnicki

Dr inż.

Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu,
Politechnika Morska w Szczecinie

b.wisnicki@pm.szczecin.pl



Karolina Maryniec

Mgr inż.

Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu,
Politechnika Morska w Szczecinie

karolina.maryniec2000@gmail.com

Streszczenie: Artykuł podejmuje temat interoperacyjności pociągów intermodalnych w ruchu transgranicznym polsko-niemieckim, ze szczególnym uwzględnieniem przejścia granicznego Rzepin–Frankfurt (Oder). Zakres analizy obejmuje charakterystykę kolejowego ruchu granicznego oraz identyfikację głównych barier technicznych i operacyjnych wpływających na płynność przewozów. W pracy wykorzystano analizę dokumentów strategicznych i regulacyjnych, danych branżowych oraz uwarunkowań infrastrukturalnych i systemowych.

Słowa kluczowe: Intermodalny transport; Transport kolejowy; Interoperacyjność

Abstract: The article deals with the interoperability of intermodal trains in Polish-German cross-border traffic, with particular emphasis on the Rzepin–Frankfurt (Oder) border crossing. The scope of the analysis includes the characteristics of railway border traffic and the identification of the main technical and operational barriers affecting the flow of transport. The paper uses the analysis of strategic and regulatory documents, industry data, as well as infrastructure and system conditions.

Keywords: Intermodal transport; Rail transport; Interoperability

Wstęp

Rozwój przewozów intermodalnych w warunkach kontynentu europejskiego wiąże się z pokonywaniem trudności związanych z przekraczaniem jednej lub kilku granic przez międzynarodowe pociągi transportu kombinowanego. W 2023 roku średnio 48% europejskich pociągów intermodalnych było uruchamianych w relacjach międzynarodowych, w tym w Polsce ten udział wynosił 80% a w Niemczech 65% [1]. Różnice w standardach infrastruktury transportowej i systemach zarządzania ruchem kolejowym pomiędzy poszczególnymi i krajami Europy są w dalszy ciąg istotnym utrudnieniem dla realizacji szybkich i efektywnych ekonomicznie pociągów intermodalnych.

Wprowadzenie zasad wolnej konkurencji na rozszerzonym europejskim rynku kolejowym stanowiło jeden z

głównych impulsów przemian zachodzących w sektorze kolejowym w ostatnich dekadach. Intensyfikacja rywalizacji między różnymi systemami transportowymi, w szczególności transportem drogowym i kolejowym, wymusza poszukiwanie nowych rozwiązań umożliwiających obniżenie kosztów oraz poprawę konkurencyjności kolei. W europejskiej polityce transportowej obserwuje się dążenie do ograniczania znaczenia granic państwowych jako barier dla przewozów kolejowych, co sprzyja optymalizacji tras przewozowych oraz rozwojowi międzynarodowych łańcuchów logistycznych. Zmieniające się uwarunkowania rynkowe wpływają również na rozwój systemu kolejowego, w szczególności na konieczność dostosowania taboru i infrastruktury do rosnących wymagań interoperacyjności.

Aby nadać wspólny kierunek rozwojowi kolei w państwach członkowskich,

Unia Europejska od lat dziewięćdziesiątych rozwija ramy prawne i techniczne w zakresie interoperacyjności. Kluczowym instrumentem powstałym na ich podstawie są Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności (TSI) [2], określające wymagania dla poszczególnych podsystemów kolei, które podlegają systematycznym aktualizacjom wynikającym z postępu technologicznego oraz zmian regulacyjnych. Wynikają one wprost z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 [3], stanowiącej element tzw. IV pakietu kolejowego i będąca przekształceniem dyrektywy 2008/57/WE [4]. Jej celem jest zapewnienie interoperacyjności systemu kolejowego w całej Unii Europejskiej, w szczególności poprzez harmonizację wymagań technicznych oraz ograniczenie barier wynikających z różnic w przepisach krajowych. W procesie wdrażania tych regulacji kluczową rolę odgrywa

European Union Agency for Railways (ERA), odpowiedzialna m.in. za rozwój wspólnych standardów technicznych oraz prowadzenie scentralizowanych procedur w zakresie wybranych autoryzacji i certyfikacji pojazdów kolejowych. Jest to szczególnie istotne, ponieważ w państwach członkowskich nadal występują różnice pomiędzy przepisami krajowymi oraz specyfikacjami technicznymi mającymi zastosowanie do systemów, podsystemów oraz składników interoperacyjności.

Zgodnie z definicją zawartą w Dyrektywie 2016/797, składniki interoperacyjności stanowią „wszelkie elementarne składniki, grupy części składowych, podzespoły lub pełne zespoły sprzętowe, włączone lub mające być włączone do podsystemu, od których bezpośrednio lub pośrednio zależy interoperacyjność systemu kolei, w tym zarówno przedmioty materialne, jak i niematerialne”. Interoperacyjność w ujęciu ogólnym należy rozumieć jako zdolność systemu do funkcjonowania w zgodności z innymi systemami. W odniesieniu do systemu kolejowego oznacza ona zdolność do zapewnienia nieprzerwanego i bezpiecznego ruchu pociągów przy zachowaniu określonego poziomu wydajności. Stopień interoperacyjności, wynikający ze zgodności parametrów infrastruktury oraz taboru, bezpośrednio przekłada się na poziom bezpieczeństwa, jakość świadczonych usług, koszty funkcjonowania systemu oraz konkurencyjność kolei względem innych gałęzi transportu.

W Dyrektywie 2016/797 określono również zasadnicze wymagania dotyczące interoperacyjności, odnoszące się do całego systemu kolei w Unii Europejskiej i uszczegółowione w ramach Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności. TSI definiują warunki, jakie muszą spełniać poszczególne składniki interoperacyjności, a także procedury oceny ich zgodności. Opracowując TSI, dąży się do zapewnienia kompatybilności z istniejącymi systemami, o ile jest to technicznie i ekonomicznie uzasadnione, co pozwala ograniczyć koszty dostosowań. Istniejące sieci podlegają stopniowej

modernizacji zgodnie z wymaganiami interoperacyjności, natomiast nowe inwestycje realizowane są w oparciu o aktualne standardy techniczne.

Działania te służą urzeczywistnieniu jednolitego europejskiego obszaru kolejowego. Ze względu na złożoność systemu kolei Unii, konieczne było jego podzielenie na podsystemy, dla których opracowano szczegółowe TSI. Podsystemy te obejmują infrastrukturę, energię, sterowanie, tabor kolejowy, dostępność dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się, bezpieczeństwo w tunelach kolejowych, ruch kolejowy oraz aplikacje telematyczne. W ostatnich latach szczególny nacisk położono na rozwój interoperacyjnych systemów wymiany danych, co znajduje odzwierciedlenie w aktualizacji regulacji dotyczących aplikacji telematycznych.

Szczególne znaczenie interoperacyjności ujawnia się w kolejowym transporcie intermodalnym, który wymaga zapewnienia ciągłości przewozu na długich dystansach oraz eliminacji barier technicznych i operacyjnych występujących na granicach państw.

W kontekście przewozów transgranicznych istotne są miejsca styku krajowych systemów kolejowych, gdzie różnice techniczne i organizacyjne mogą prowadzić do powstawania tzw. „wąskich gardeł”. Zjawisko to jest widoczne w relacjach pomiędzy Polską a Niemcami, stanowiących ważny element europejskich powiązań transportowych i część korytarzy przewozowych o znaczeniu międzynarodowym.

Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja uwarunkowań interoperacyjności pociągów intermodalnych w ruchu transgranicznym polsko-niemieckim, ze szczególnym uwzględnieniem przejścia granicznego Rzepin–Frankfurt (Oder). Zakres analizy obejmuje charakterystykę kolejowego ruchu granicznego oraz identyfikację głównych barier technicznych i operacyjnych wpływających na płynność przewozów. W pracy wykorzystano analizę dokumentów strategicznych i regulacyjnych, danych branżowych

oraz uwarunkowań infrastrukturalnych i systemowych.

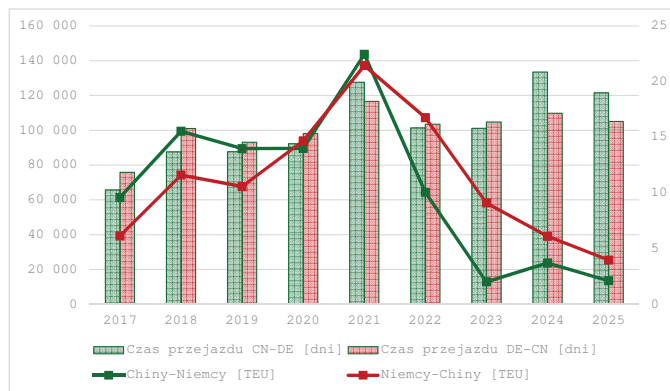
Charakterystyka polsko-niemieckiego kolejowego ruchu granicznego

Niemcy stanowią jednego z najważniejszych partnerów międzynarodowej wymiany kolejowej dla Polski. W ostatnich latach zajmują pierwsze miejsce pod względem masy ładunków przewożonych koleją w eksporcie, natomiast w przypadku importu utrzymują się w ścisłej czołówce [5]. Istotne znaczenie w tym kontekście ma również przebieg przez terytorium Polski korytarzy transportowych łączących Azję z Europą Zachodnią, określanych jako euroazjatyckie korytarze transportowe, których ważnym kierunkiem docelowym są Niemcy oraz kraje Beneluksu. W latach 2020–2022 poziom przewozów utrzymywał się na zbliżonym poziomie, wynosząc około 1000 pociągów rocznie, przy czym przewozy realizowane były w sposób regularny, często z częstotliwością kilku pociągów dziennie [5]. W 2022 roku nastąpił wyraźny spadek liczby realizowanych przewozów, co było związane przede wszystkim z sytuacją geopolityczną oraz ograniczeniami w funkcjonowaniu korytarzy transportowych między Azją a Europą.

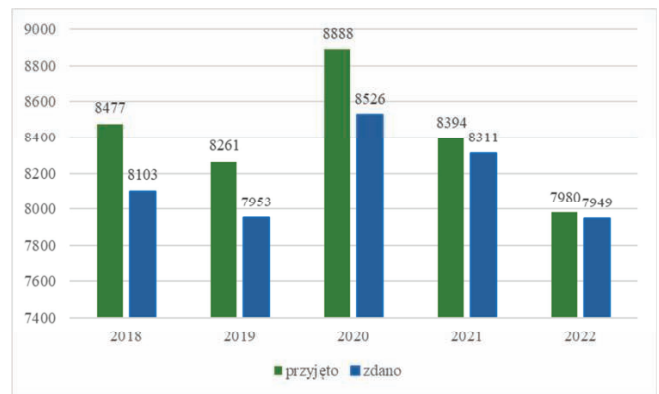
Wielkości przewozów intermodalnych relacji Chiny-Niemcy i Niemcy-Chiny w latach 2017-2025 pokazują załamanie się trendu wzrostowego w 2021, w którym to roku osiągnięto przewóz 280 884 TEU w obu kierunkach (rys. 1). Wzrosty i spadki przewozów nie przełożyły się na poprawę czasu przewozu kolejowego w analizie relacji który wahał się od 10 do 20 dni, co m.in. potwierdza trwałość barier technicznych i organizacyjnych w pokonywaniu granic państwowych, w tym pomiędzy Polską a Niemcami.

Na granicy polsko-niemieckiej funkcjonuje obecnie osiem kolejowych przejść granicznych, zlokalizowanych na następujących odcinkach:

- 1) Kostrzyn-Küstrin-Kietz,
- 2) Rzepin-Frankfurt (Oder),
- 3) Szczecin Gumieńce-Tantow,



1. Przewozy intermodalne w relacji Chiny-Niemcy i Niemcy-Chiny w latach 2017-2025. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurasian Rail Alliance Index <https://index1520.com/>



2. Ruch graniczny na przejściu granicznym Rzepin-Frankfurt (Oder) w latach 2018-2022 z rozróżnieniem na kierunki transport [pociągi/rok] Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych wewnętrznych PKP PLK S.A

- 4) Szczecin Gumieńce-Löcknitz,
- 5) Tuplice-Forst,
- 6) Guben-Gubin,
- 7) Zgorzelec-Görlitz,
- 8) Węgliniec-Horka.

Przejścia te różnią się między sobą parametrami technicznymi oraz stopniem dostosowania do wymagań interoperacyjności, co wynika zarówno z uwarunkowań historycznych, jak i zróżnicowanego poziomu modernizacji infrastruktury. Zestawienie wybranych parametrów technicznych przejść granicznych przedstawiono w tabeli 1.

Na podstawie danych zestawionych w tabeli 1 można stwierdzić istotne zróżnicowanie infrastruktury po obu stronach granicy, obejmujące m.in. długość dopuszczalnych składów, parametry eksploatacyjne oraz systemy zasilania trakcyjnego. Kluczową barierą w rozwoju połączeń

transgranicznych pozostają różnice w zakresie elektryfikacji linii kolejowych oraz systemów zasilania trakcyjnego. Część przejść granicznych nadal obsługiwana jest przez odcinki niezelektryfikowane, co wymusza wykorzystanie trakcji spalinowej i ogranicza efektywność przewozów. Jednocześnie w Polsce stosowany jest system zasilania prądem stałym o napięciu 3 kV, natomiast w Niemczech system prądu przemiennego 15 kV o częstotliwości 16,7 Hz. Różnice te powodują konieczność stosowania lokomotyw wielosystemowych lub realizacji zmiany lokomotywy na granicy, co wpływa na wydłużenie czasu przewozu oraz zwiększenie kosztów operacyjnych.

Istotnym aspektem jest również stopień dostosowania infrastruktury do wymagań określonych w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Obowiązujące standardy zakładają możliwość prowadzenia po-

ciągów o długości do 740–750 m oraz dopuszczalny nacisk osi na poziomie 22,5 t [3]. Analiza przejść granicznych wskazuje jednak, że jedynie wybrane z nich spełniają w pełni te wymagania, co ogranicza możliwości prowadzenia efektywnych przewozów towarowych, w szczególności w segmencie transportu intermodalnego.

Pomimo postępującej modernizacji infrastruktury kolejowej, polsko-niemiecki ruch graniczny nadal napotyka na szereg ograniczeń technicznych i operacyjnych. Należą do nich m.in. zróżnicowanie parametrów infrastruktury, ograniczona przepustowość wybranych linii oraz niepełne dostosowanie do standardów interoperacyjności. W związku z tym identyfikacja i eliminacja tzw. wąskich gardeł stanowi kluczowy element dalszego rozwoju kolejowego transportu transgranicznego.

Identyfikacja wąskich gardeł interoperacyjności na przejściu granicznym Rzepin-Frankfurt (Oder)

Analizowanym przejściem granicznym jest Rzepin-Frankfurt (Oder), stanowiące jeden z kluczowych punktów europejskiej kolejowej wymiany międzynarodowej. Całkowity wolumen ruchu granicznego na tym przejściu wynosi średnio około 16,5 tys. pociągów rocznie, co potwierdza jego istotne znaczenie w systemie transportowym Europy Środkowej (rys. 2).

Dla identyfikacji wąskich gardeł interoperacyjności na przejściu granic-

Tab. 1. Wybrane parametry infrastrukturalne przejść granicznych Polska–Niemcy w kontekście wymagań interoperacyjności (TSI)

Przejście graniczne	Prędkość techniczna [km/h]		Max dł. pociągów towarowych [m]	Max. nacisk osi [t]	Klasa linii		Sieć trakcyjna	
	PLK	DB			PLK	DB	PLK	DB
Kostrzyn-Küstrin-Kietz	40	100	600	20,0	C3		niezelektryfikowana	
Rzepin-Frankfurt (Oder)	160	100	630	22,5	D3		3 kV DC	
Szczecin Gumieńce-Tantow		120	600	20,0	C3		niezelektryfikowana	
Szczecin Gumieńce-Löcknitz		80	600	20,0	C3		niezelektryfikowana	
Tuplice-Forst	80	120	620	20,0	C3		niezelektryfikowana	
Guben-Gubin		80	630	20,0	C3		niezelektryfikowana	
Zgorzelec-Görlitz		80	403	22,5	D3		niezelektryfikowana	
Węgliniec-Horka		120	750	22,5	D3	D4	3kV DC	15kV AC, 16,7 Hz

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Podstawowe informacje o warunkach korzystania z odcinków transgranicznych, PKP PLK S.A, <https://www.plk-sa.pl/> (dostęp 04.04.2026)

nym Rzepin-Frankfurt (Oder) uwzględniono trzy kluczowe obszary:

- 1) interoperacyjność w obszarze infrastruktury,
- 2) interoperacyjność w obszarze zarządzania,
- 3) interoperacyjność w obszarze transportu.

Przyjęty podział odpowiada strukturze systemu kolejowego określonej w ramach Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności oraz pozwala na kompleksową identyfikację barier technicznych i operacyjnych wpływających na efektywność realizacji przewozów transgranicznych.

Ad 1) Interoperacyjność w obszarze infrastruktury

Aktualnie przejście graniczne Rzepin-Frankfurt (Oder) należy do najlepiej przystosowanych pod względem technicznym odcinków uczestniczących w polsko-niemieckiej wymianie kolejowej w segmencie przewozów towarowych, w szczególności w kontekście wymagań interoperacyjności określonych w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Odcinek ten stanowi linię dwutorową, zelektryfikowaną oraz włączoną do transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T.

Zestawiając jednak obecne parametry techniczno-eksploatacyjne oraz przepustowość tego przejścia, można wskazać, że jednym z kluczowych warunków jego dalszego rozwoju jest dostosowanie do obsługi pociągów towarowych o długości 740–750 m. Taka zmiana pozwoliłaby zwiększyć efektywność przewozów, a tym samym poprawić konkurencyjność transportu kolejowego na tej trasie.

Stacja Rzepin dysponuje rozbudowanym układem torowym, pełniąc funkcję głównego punktu przygotowania oraz buforowania ruchu towarowego przed przekroczeniem granicy. Pociągi wyprawiane z Polski oczekują na możliwość wyjazdu do momentu uzyskania wolnego toru na stacji Oderbrücke oraz zgłoszenia gotowości ich przyjęcia przez stronę niemiecką. Stacja Oderbrücke, zlokalizowana pomię-

dzy Rzepinem a Frankfurt (Oder), pełni funkcję stacji zmiany systemu dla ruchu towarowego na analizowanym odcinku eksploatowanym w ruchu granicznym.

Organizacja ruchu na tym odcinku wynika bezpośrednio z zapisów miejscowego porozumienia granicznego (MPG), które określa szczegółowe zasady współpracy pomiędzy zarządcami infrastruktury oraz warunki prowadzenia ruchu kolejowego w przewozach międzynarodowych. Zgodnie z jego zapisami stacja Oderbrücke wykorzystywana jest wyłącznie do obsługi międzynarodowych przewozów pomiędzy sieciami PKP PLK S.A. i DB InfraGO AG. Nie realizuje ona funkcji związanych z formowaniem ani rozwiązywaniem składów pociągów ani ich odstawianiem, co w praktyce wymusza ograniczenie czasu postoju do niezbędnego minimum oraz wysoką sprawność organizacyjną procesu przekazywania pociągów. Czas postoju na stacji Oderbrücke powinien być ograniczony do 90 minut, ale nie może przekroczyć 120 minut [6]. Wymóg ten, przy jednoczesnym dużym natężeniu ruchu, powoduje konieczność ścisłej koordynacji działań po obu stronach granicy. W przypadku jej braku dochodzi do powstawania utrudnień w ruchu, które mogą skutkować znacznym wydłużeniem czasu oczekiwania pociągów.

W warunkach dużego natężenia ruchu towarowego konieczna jest ścisła koordynacja działań po obu stronach granicy. Zgodnie z MPG decyzje w sytuacjach zakłóceń lub ograniczonej przepustowości podejmowane są przez właściwe centra zarządzania ruchem kolejowym, tj. centralę DB InfraGO AG w Berlinie oraz Centrum Zarządzania Ruchem Kolejowym PKP PLK S.A. w Poznaniu. Brak odpowiedniej koordynacji może prowadzić do powstawania utrudnień w ruchu oraz kumulacji pociągów po stronie polskiej. W konsekwencji stacja Rzepin jako ostatnia stacja przed granicą, pełni również funkcję bufora przepustowości, co w praktyce prowadzi do okresowych problemów z dostępnością wolnych torów oraz wydłużenia

czasu oczekiwania pociągów na przekazanie do strony niemieckiej.

Istotnym ograniczeniem w kontekście interoperacyjności infrastruktury są parametry związane z długością pociągów oraz organizacją ruchu na stacjach granicznych. Spośród dostępnych torów na stacji Rzepin jedynie część umożliwia przyjęcie pociągów towarowych o długości około 700 m, które w praktyce stanowią maksymalną długość obsługiwanych składów na tym przejściu. Pomimo że stacja dysponuje torami o większej długości użytecznej, ich potencjał nie jest w pełni wykorzystywany, co wynika przede wszystkim z ograniczeń infrastrukturalnych oraz organizacji ruchu na stacji Oderbrücke.

Z dostępnych danych eksploatacyjnych wynika, że planowana długość pociągów wyprawianych oraz przyjmowanych na odcinku granicznym zasadniczo nie przekracza 630 m. Możliwe jest jednak prowadzenie pociągów o długości od 631 m do 700 m, przy czym dostępne są w tym przypadku jedynie wybrane tory główne zasadnicze stacji Oderbrücke.

Prowadzenie pociągów o zwiększonej długości uzależnione jest od spełnienia dodatkowych warunków eksploatacyjnych, w tym ograniczenia czasu postoju do 15 minut oraz zastosowania lokomotyw wielosystemowych, umożliwiających przejazd bez konieczności zmiany traktacji na granicy [6]. W praktyce oznacza to, że wykorzystanie tej możliwości ma charakter ograniczony i zależy od bieżącej sytuacji ruchowej.

Jednocześnie na analizowanym odcinku nie przewiduje się obecnie możliwości prowadzenia pociągów o długości przekraczającej 700 m, co stanowi istotną barierę w kontekście pełnego dostosowania do wymagań interoperacyjności sieci TEN-T, zakładających prowadzenie pociągów o długości 740–750 m [6].

Dodatkowym czynnikiem ograniczającym interoperacyjność infrastrukturalną jest występowanie różnic systemowych na styku sieci krajowych. Na analizowanym odcinku dochodzi do zmiany systemu zasilania

trakcyjnego z 3 kV DC po stronie polskiej na 15 kV AC (16,7 Hz) po stronie niemieckiej, realizowanej w rejonie stacji Oderbrücke.

Ponadto stosowane są odmienne krajowe systemy sterowania ruchem kolejowym, w tym SHP (samoczynne hamowanie pociągu) po stronie polskiej oraz PZB (Punktförmige Zugbeeinflussung) po stronie niemieckiej, a także różne systemy łączności (analogowa radiolączność pociągowa w Polsce oraz GSM-R w Niemczech). Ze-stawienie podstawowych różnic systemowych przedstawiono w tabeli 2.

System SHP stosowany w Polsce służy do kontroli czujności maszynisty i wymaga jego reakcji po minięciu określonych urządzeń przytorowych [6]. W Niemczech funkcjonuje system PZB, który realizuje nadzór nad prowadzeniem pociągu w oparciu o punktowe oddziaływanie urządzeń torowych [7]. Różnice w zasadzie działania oraz wymaganiach technicznych powodują konieczność dostosowania zarówno infrastruktury, jak i pojazdów do warunków eksploatacji w obu krajach.

Zgodnie z zapisami miejscowego porozumienia granicznego, na odcinku granicznym stosowane są oba systemy, a przejście pomiędzy nimi odbywa się w rejonie stacji Oderbrücke. Wdrożone rozwiązania techniczne umożliwiają realizację tej operacji zarówno podczas postoju pociągu, jak i w trakcie jazdy, z wykorzystaniem balis przełączających systemy klasy B. W praktyce jednak brak odpowiedniego wyposażenia pojazdu lub uwarunkowania operacyjne mogą powodować konieczność wykonania tej operacji podczas postoju, co wpływa na wydłużenie czasu obsługi pociągów.

Istotnym elementem interoperacyjności jest również zmiana systemu łączności. Na odcinku granicznym konieczne jest dostosowanie urządzeń pokładowych do systemu obowiązującego u sąsiedniego zarządcy infrastruktury, co zapewnia ciągłość komunikacji pomiędzy maszynistą a dyżurnym ruchu. Operacja ta, mimo że technicznie możliwa do realizacji w sposób płynny, stanowi dodatkowy element procesu przekazywania po-

ciągu na granicy.

Kolejnym ograniczeniem infrastrukturalnym jest zmiana systemu zasilania trakcyjnego. Przejazd przez odcinek separacyjny pomiędzy systemami zasilania wymaga opuszczenia pantografu, co stanowi dodatkową operację techniczną i wpływa na sposób prowadzenia ruchu na odcinku granicznym.

Pomimo wprowadzanych rozwiązań technicznych, takich jak wykorzystanie balis umożliwiających przełączanie systemów, analizowany odcinek nadal charakteryzuje się jedynie częściową interoperacyjnością. Różnice systemowe powodują konieczność stosowania dodatkowych procedur oraz zwiększają złożoność operacyjną ruchu transgranicznego, co wpływa na czas realizacji przewozów oraz przepustowość infrastruktury.

Ad 2) Interoperacyjność w obszarze zarządzania

W ruchu granicznym występują liczne opóźnienia wynikające nie tylko z ograniczeń technicznych, ale również z uwarunkowań organizacyjnych oraz zdarzeń losowych. Skutkiem tego są odstępstwa od planowanej wielkości ruchu, przejawiające się w postaci niezrealizowanych tras pociągów lub realizowanych w innym terminie niż wynikało to z pierwotnie przyznanego

Tab. 2. Różnice w systemach kolejowych stosowanych w Polsce i Niemczech

	Polska	Niemcy
System zasilania	prąd stały 3kV	jednofazowy prąd przemienny 15 kV 16,7 Hz
System bezpieczeństwa	SHP	PZB
System łączności	radiolączność pociągowa analogowa	GSM-R

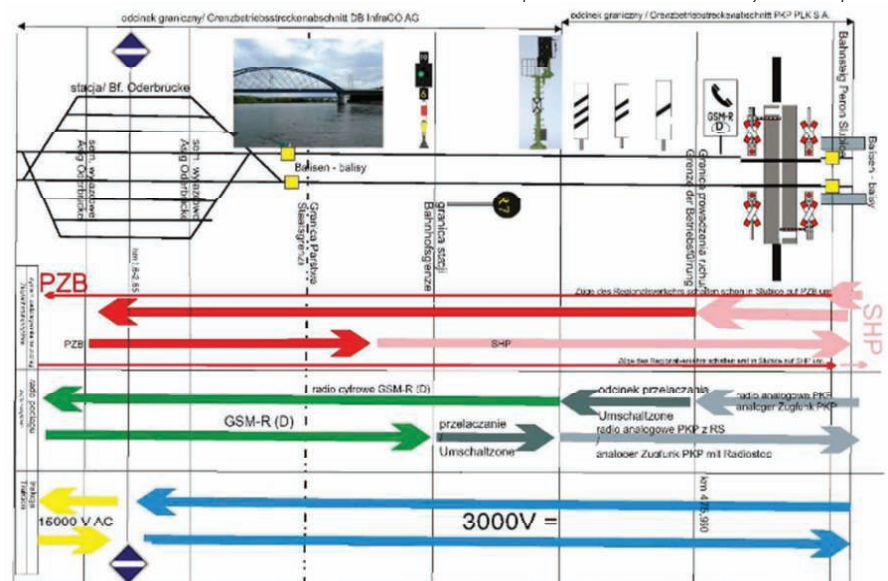
Źródło: Opracowanie własne

rozkładu jazdy.

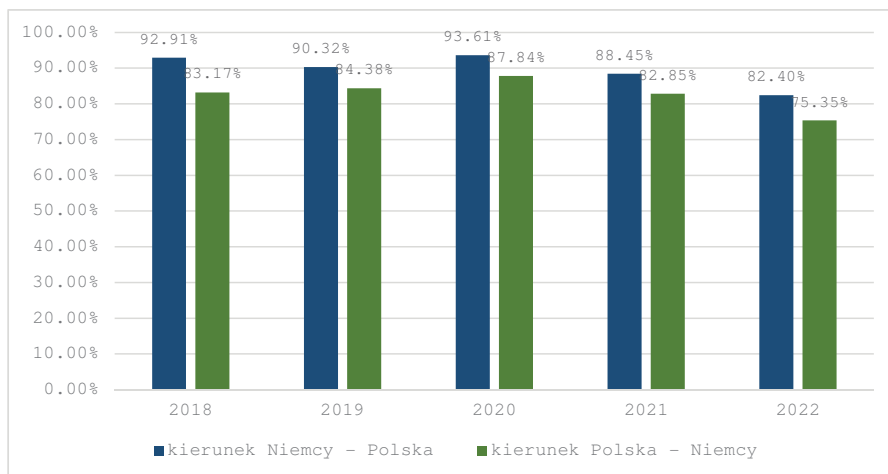
Na przejściu granicznym o dużym natężeniu ruchu, takim jak Rzepin–Frankfurt (Oder), rozbieżności pomiędzy trasami planowanymi a faktycznie zrealizowanymi mogą sięgać kilku tysięcy w skali roku. Procentowe wykonanie planowanych rozkładów jazdy przedstawiono na rysunku 3.

Analiza danych wskazuje, że w całym badanym okresie wykonanie planowanych rozkładów jazdy dla ruchu w kierunku Niemcy–Polska utrzymywało się na wyższym poziomie niż w kierunku przeciwnym. Średnia dla analizowanego okresu wyniosła 89,54% w kierunku Niemcy–Polska oraz 82,31% w relacji Polska–Niemcy.

Problemy ze skomunikowaniem pociągów towarowych na granicy polsko-niemieckiej wynikają w dużej mierze ze sposobu zamawiania tras. Każdy pociąg poruszający się po odcinku eksploatowanym w ruchu granicznym musi posiadać obowiązujący rozkład jazdy, zgodny z regulacjami zarządców infrastruktury oraz posta-



3. Schemat przełączania podsystemów radio, SHP/PZB oraz trakcji na przejściu Rzepin–Oderbrücke
Źródło: Miejscowe porozumienie graniczne dla odcinka Rzepin – Frankfurt (Oder), zawarte pomiędzy PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. a DB InfraGO AG, aktualizacja nr 3, obowiązuje od 14.12.2025.



4. Wykonanie planowanych tras pociągów na przejściu granicznym Rzepin-Frankfurt (Oder) w latach 2018-2022 [%]. Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych PKP PLK S.A

nowieniami miejscowego porozumienia granicznego (MPG).

Proces przydzielania tras pociągów w ruchu transgranicznym ma charakter rozproszony. Przewoźnik, zarówno po stronie polskiej, jak i niemieckiej, zobowiązany jest do złożenia odrębnych wniosków do każdego z zarządców infrastruktury. Za opracowanie rozkładów jazdy na odcinku eksploatowanym w ruchu granicznym odpowiada PKP PLK S.A. w uzgodnieniu z DB InfraGO AG, natomiast poza tym odcinkiem odpowiedzialność za konstrukcję rozkładów leży po stronie właściwego zarządcy infrastruktury.

Zgodnie z zasadami określonymi w MPG wnioski o przydzielenie trasy muszą być skoordynowane czasowo, a okres pomiędzy ich złożeniem nie powinien przekraczać 24 godzin. W przypadku braku równoległego złożenia wniosku do DB InfraGO AG przewoźnik zobowiązany jest do przekazania dokumentów rozkładowych swojemu partnerowi po stronie niemieckiej.

Po zaakceptowaniu wniosku przewoźnikowi przyznawana jest trasa wyłącznie na sieci danego zarządcy infrastruktury. W praktyce oznacza to, że przewoźnik jadący od strony polskiej

może zamówić trasę jedynie do stacji granicznej (np. Oderbrücke), a nie bezpośrednio do miejsca docelowego w Niemczech. Taki model organizacyjny utrudnia płynną koordynację przewozów po obu stronach granicy.

W połączeniu z krótkim horyzontem planowania charakterystycznym dla IRJ oraz ograniczoną przepustowością infrastruktury prowadzi to do problemów w synchronizacji tras. W efekcie często dochodzi do konieczności oczekiwania pociągów na granicy. Zgodnie z zapisami MPG pociągi opóźnione powyżej 20 godzin nie mogą zostać przeprowadzone przez odcinek eksploatowany w ruchu granicznym, co wiąże się z koniecznością opracowania nowego rozkładu jazdy oraz ponownego złożenia wniosku o przydzielenie trasy. W praktyce prowadzi to do dodatkowego wydłużenia czasu realizacji przewozu oraz pogłębia problemy z dostępnością torów na stacji Rzepin.

Czynnością poprzedzającą złożenie wniosku o przydzielenie trasy jest przypisanie pociągowi odpowiednich danych identyfikacyjnych, wykorzystywanych w procesie planowania i prowadzenia ruchu. Dane te są nada-

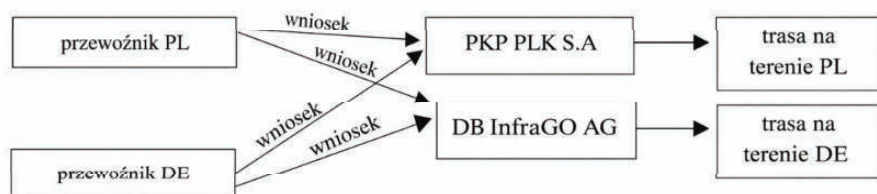
wane przez zarządców infrastruktury i obowiązują na odcinku eksploatowanym w ruchu granicznym.

Przedsiębiorstwo kolejowe, przyjmując ofertę trasy pociągu, wyraża zgodę na rozkład jazdy, a podane w nim czasy uznaje się za wiążące. Charakterystyka pociągu, obejmująca parametry techniczne i eksploatacyjne niezbędne do konstrukcji rozkładu jazdy, jest przekazywana wraz z wnioskiem i również ma charakter wiążący.

W praktyce często dochodzi jednak do odstępstw od zadeklarowanych parametrów, takich jak długość pociągu, jego brutto czy rodzaj lokomotywy. W takich przypadkach konieczne jest skorygowanie danych u sąsiedniego zarządcy infrastruktury, co powoduje dodatkowe opóźnienia i wydłużenie czasu oczekiwania na granicy, często o kilka godzin.

Istotnym czynnikiem wpływającym na funkcjonowanie ruchu granicznego jest również konieczność zmiany maszynisty na granicy, wynikająca z ograniczeń w zakresie uprawnień do prowadzenia pociągów na terytorium danego państwa. Niedostateczna liczba maszynistów posiadających uprawnienia do prowadzenia pociągów w obu krajach powoduje konieczność organizacji zmiany obsady trakcyjnej. W przypadku braku dostępnego maszynisty pociąg oczekuje na stacji granicznej (najczęściej w Rzepinie), co prowadzi do konieczności ustalenia nowego terminu przekazania i wydłuża czas realizacji przewozu nawet o kilka lub kilkanaście godzin.

Ograniczona dostępność wykwalifikowanej kadry stanowi znaczące ograniczenie funkcjonowania transportu kolejowego. W Polsce w ostatnich latach obserwuje się spadek liczby zatrudnionych maszynistów oraz niekorzystne zmiany struktury wiekowej. W 2023 r. udział pracowników powyżej 50. roku życia wśród zatrudnionych u przewoźników towarowych wynosił 45,8%, natomiast osoby do 30. roku życia stanowiły jedynie 10,2%. Jednocześnie liczba ekwiwalentów czasu pracy maszynistów spadła z 7 711 w 2022 r. do 7 501 w 2023 r. W 2024 r. odnotowano dalsze zmiany w struktu-



5. Schemat przyznawania IRJ przez zarządców infrastruktury
Źródło: Opracowanie własne

rze zatrudnienia. Udział maszynistów powyżej 50. roku życia zmniejszył się do 35,5%, jednak jednocześnie liczba maszynistów spadła o około 500 osób, co było związane m.in. z sytuacją rynkową oraz procesami restrukturyzacyjnymi u przewoźników towarowych [5].

W Niemczech liczba maszynistów w segmencie przewozów towarowych utrzymuje się na względnie stabilnym poziomie (ok. 11 tys. osób), jednak struktura wiekowa również pozostaje niekorzystna [9]. Wysoki udział pracowników powyżej 50. roku życia oraz ograniczony napływ młodszych kadr wskazują na utrzymujący się problem zastępowalności pokoleniowej.

Oznacza to, że zarówno w Polsce, jak i w Niemczech dostępność maszynistów stanowi istotne ograniczenie funkcjonowania transportu kolejowego. W przypadku ruchu transgranicznego problem ten ma szczególne znaczenie, ponieważ dodatkowo wymagane są uprawnienia do prowadzenia pociągów na terytorium więcej niż jednego państwa, co ogranicza możliwość elastycznego wykorzystania dostępnej kadry.

Ad 3) Interoperacyjność w obszarze taboru

Zróżnicowanie systemów infrastrukturalnych, w szczególności w zakresie zasilania trakcyjnego, systemów sterowania ruchem oraz łączności, powoduje konieczność stosowania odpowiednio przystosowanego taboru trakcyjnego. W praktyce oznacza to rosnące znaczenie lokomotyw wielosystemowych, umożliwiających prowadzenie pociągów bez konieczności zmiany trakcji na granicy, co przekłada się na skrócenie czasu realizacji przewozów oraz zwiększenie efektywności operacyjnej.

Dzięki zmianom na rynku przewozów towarowych, rozwojowi rynku leasingu taboru oraz realizacji inwestycji współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej obserwuje się stopniową zmianę struktury pojazdów trakcyjnych eksploatowanych przez przewoźników towarowych. Przewoźnicy

Tab. 3. Struktura pojazdów trakcyjnych będących w dyspozycji przewoźników towarowych w latach 2018–2022

Pojazdy trakcyjne	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Lokomotywy ogółem	3563	3655	3401	3188	2942	3020	3291
Elektryczne	1449	1487	1386	1376	1255	1332	1454
Spalinowe	2101	2146	1981	1741	1609	1589	1727
Dwunapędowe	13	22	34	71	78	99	109

Źródło: Urząd Transportu Kolejowego, Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego 2024

dostosowują swoje floty do rosnących wymagań interoperacyjności oraz warunków konkurencji rynkowej.

Strukturę pojazdów trakcyjnych eksploatowanych w Polsce w latach 2018–2024 przedstawiono w tabeli 3.

Analiza danych wskazuje na utrzymujący się trend polegający na spadku znaczenia lokomotyw jednonapędowych przy jednoczesnym wzroście liczby pojazdów dwunapędowych (elektryczno-spalinowych). W 2024 r. liczba lokomotyw dwunapędowych osiągnęła poziom 109, podczas gdy w 2020 r. wynosiła 34. Jednocześnie obserwowany jest wzrost liczby lokomotyw elektrycznych (z 1255 w 2022 r. do 1454 w 2024 r.), co wskazuje na postępującą modernizację floty oraz dostosowanie jej do wymagań eksploatacji na zelektryfikowanej sieci kolejowej.

Pomimo tych zmian istotnym ograniczeniem pozostaje wiek eksploatowanego taboru. Średni wiek lokomotyw jednonapędowych w Polsce nadal przekracza 30 lat, co ogranicza możliwości ich dostosowania do współczesnych wymagań interoperacyjności. Modernizacja starszych pojazdów, w szczególności w zakresie wyposażenia w system ETCS, często okazuje się nieopłacalna ekonomicznie w porównaniu z zakupem nowego taboru. Zgodnie z obowiązującymi regulacjami Unii Europejskiej nowe pojazdy przeznaczone do ruchu międzynarodowego powinny być wyposażone w system ETCS, co dodatkowo przyspiesza proces odnowy floty [5].

Wymagania interoperacyjności odnoszą się również do wagonów towarowych, które stanowią dominującą część parku pojazdów kolejowych. Pomimo rosnącej liczby nowych dopuszczeń w ostatnich latach, średni wiek wagonów w Polsce nadal przekracza 30 lat, co wskazuje na potrzebę dalszej modernizacji tego segmentu.

Wprowadzenie IV pakietu kolejowego doprowadziło do centralizacji

procesu dopuszczania pojazdów kolejowych na poziomie europejskim, poprzez zwiększenie roli Agencji Kolejowej Unii Europejskiej. Ograniczyło to znaczenie krajowych procedur homologacyjnych oraz ułatwiło eksploatację pojazdów w ruchu międzynarodowym.

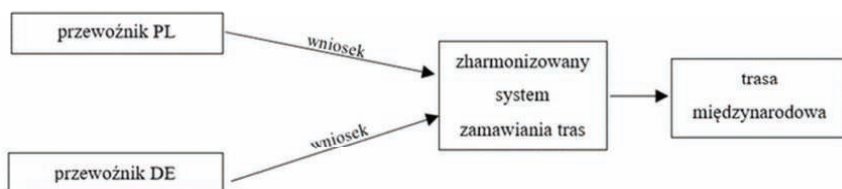
Istotnym wyzwaniem dla przewoźników są również wymagania wynikające z TSI Hałas. Od końca 2024 r. na wybranych odcinkach sieci kolejowej w Europie (tzw. quiet routes) dopuszczony jest wyłącznie ruch wagonów spełniających zaostrzone normy hałasu, co wiąże się z koniecznością stosowania kompozytowych wstawek hamulcowych.

W Polsce przewidziano okres przejściowy do 2036 r., jednak w ruchu międzynarodowym przewoźnicy muszą dostosowywać się do bardziej rygorystycznych wymagań obowiązujących na innych sieciach.

Równolegle prowadzone są prace nad wdrożeniem technologii cyfrowego sprzęgu automatycznego (DAC), który w perspektywie kolejnych lat ma umożliwić automatyzację procesów manewrowych, skrócenie czasu formowania składów oraz poprawę efektywności operacyjnej transportu kolejowego. Wdrożenie tej technologii będzie jednak wymagało znaczących inwestycji w modernizację istniejącego taboru oraz skoordynowanych działań na poziomie europejskim [5].

Wnioski

Przeprowadzona analiza wykazała, że stacja Oderbrücke stanowi jedno z kluczowych wąskich gardeł w kolejowym ruchu transgranicznym na przejściu Rzepin–Frankfurt (Oder), w tym dla ruchu pociągów intermodalnych. Ograniczenia jej przepustowości wynikają przede wszystkim z niedo-



6. Propozycja harmonizacji systemów zamawiania tras różnych zarządców infrastruktury
Źródło: Opracowanie własne

stosowania infrastruktury do obsługi pociągów o długości zgodnej z wymaganiami TSI, wynoszącej 740–750 m. Brak odpowiednio długich torów oraz ograniczenia organizacyjne w prowadzeniu ruchu powodują konieczność stosowania krótszych składów lub wprowadzania dodatkowych warunków eksploatacyjnych, co bezpośrednio obniża efektywność przewozów. W związku z tym modernizacja układu torowego oraz zwiększenie możliwości obsługi dłuższych pociągów powinny stanowić jedno z kluczowych działań na rzecz poprawy interoperacyjności analizowanego odcinka.

W obszarze zarządzania ruchem istotnym ograniczeniem pozostaje sposób przydziału tras dla pociągów w ruchu międzynarodowym. Obecnie stosowany model, oparty na składaniu odrębnych wniosków do zarządców infrastruktury w poszczególnych krajach, w połączeniu z dominującym wykorzystaniem indywidualnych rozkładów jazdy, utrudnia synchronizację przewozów oraz sprzyja powstawaniu opóźnień na granicy.

W tym kontekście zasadne jest dążenie do dalszej harmonizacji systemów przydziału tras na poziomie międzynarodowym. Umożliwienie zamawiania tras obejmujących cały przebieg przewozu mogłoby przyczynić się do poprawy koordynacji rozkładów jazdy oraz zwiększenia płynności ruchu transgranicznego.

Kolejnym istotnym ograniczeniem jest sytuacja kadrowa, w szczególności dostępność maszynistów posiadających odpowiednie uprawnienia do prowadzenia pociągów w ruchu międzynarodowym. Wysoki udział pracowników w wieku przedemerytalnym oraz niewystarczający napływ nowych kadr powodują trudności w zapewnieniu ciągłości prowadze-

nia ruchu. Pomimo obserwowanych zmian w strukturze zatrudnienia problem ten pozostaje aktualny i ma bezpośredni wpływ na funkcjonowanie przewozów transgranicznych. Poprawa sytuacji w tym obszarze wymaga zarówno działań systemowych, jak i dostosowania procesów szkoleniowych do zmieniających się uwarunkowań technologicznych. W tym kontekście rozwój nowoczesnego taboru wyposażonego w systemy wspomagające pracę maszynisty może stanowić czynnik wspierający zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów kadrowych.

W obszarze taboru istotnym ograniczeniem pozostaje jego wysoki średni wiek, wynoszący około 30 lat zarówno w przypadku lokomotyw, jak i wagonów towarowych. Ogranicza to możliwości dostosowania pojazdów do aktualnych wymagań interoperacyjności, w szczególności w zakresie systemów sterowania ruchem (np. ETCS) oraz wymagań środowiskowych, takich jak normy hałasu.

W związku z tym konieczna jest stopniowa wymiana taboru na nowoczesny, spełniający wymagania Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności oraz dostosowany do prowadzenia ruchu międzynarodowego. Proces ten może być wspierany przez środki Unii Europejskiej oraz rozwój rynku dzierżawy taboru, umożliwiający przewoźnikom dostosowanie floty do nowych wymagań bez konieczności ponoszenia jednorazowo wysokich nakładów inwestycyjnych.

Przeprowadzona analiza wskazuje, że osiągnięcie pełnej interoperacyjności w kolejowym ruchu transgranicznym wymaga nie tylko harmonizacji rozwiązań technicznych, lecz również integracji procesów zarządczych, inwestycyjnych oraz organizacyjnych.

Dopiero skoordynowane działania w tych obszarach mogą przyczynić się do zwiększenia efektywności oraz konkurencyjności transportu intermodalnego w relacjach międzynarodowych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] 2024 Report on Combined Transport in Europe, UIC/UIRR, 2024.
- [2] Jakubowski R.: Techniczne specyfikacje interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” jako podstawa zmian w przepisach PKP, Problemy Kolejnictwa 157/2012, s. 5–22.
- [3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej, Dz.U. L 138 z 26.05.2016.
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2008/57 z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, Dz.U. L 191 z 18.07.2008.
- [5] Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego 2024, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa 2025.
- [6] Miejscowe porozumienie graniczne dla odcinka Rzepin – Frankfurt (Oder), zawarte pomiędzy PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. a DB InfraGO AG, aktualizacja nr 3, obowiązuje od 14.12.2025.
- [7] Załącznik S-04 do Listy Prezesa UTK, o której mowa w art. 25d ust. 1 Ustawy z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym, Dz.U. 2003 nr 86 poz. 789.
- [8] Wawrzyniak A., Urządzenia sterowania ruchem kolejowym na liniach dużych prędkości, Wiedza Techniczna, 2/2010.
- [9] Marktuntersuchung Eisenbahnen 2024, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, November 2024.

Rozwój transportu kolejowego w Polsce – przeszkody systemowe i regulacyjne

The development of rail transport in Poland – systemic and regulatory obstacles



Szymon Chyra

Doradca podatkowy, Senior Manager w kancelarii Andersen

szymon.chyra@pl.Andersen.com



Henryk Zielaskiewicz

Mgr inż.

Przewodniczący Krajowej Sekcji Przewozów Intermodalnych STIK RP

h.zielaskiewicz@gmail.com

Streszczenie: Artykuł analizuje systemowe bariery rozwoju transportu kolejowego w Polsce, wynikające z nierównej konkurencji z transportem drogowym oraz wadliwej implementacji przepisów unijnych. Autorzy wskazują, że sztywne definicje infrastruktury oraz niekorzystne zmiany w podatku od nieruchomości (w szczególności dyskryminacja terminali towarowych) tworzą barierę dla inwestycji. Brak spójności między organami podatkowymi a regulatorem rynku (UTK) oraz niestabilne orzecznictwo sądów prowadzą do permanentnej niepewności prawnej, co hamuje modernizację sektora i realizację celów ekologicznych UE.

Słowa kluczowe: Transport kolejowy; Organ podatkowy; terminal towarowy; Regulator rynku

Abstract: The article analyzes systemic barriers to the development of rail transport in Poland, resulting from unequal competition with road transport and flawed implementation of EU regulations. The authors argue that rigid definitions of infrastructure and unfavorable changes in real estate tax (specifically the discrimination against freight terminals) create a significant barrier to investment. The lack of alignment between tax authorities and the market regulator (UTK), combined with unstable judicial rulings, leads to permanent legal uncertainty, hindering sector modernization and the achievement of EU environmental goals.

Keywords: Rail transport; Tax authority; Freight terminal; Market regulator

Analizując dane statyczne dotyczące rynku transportowego wyraźnie widać, iż gałąź transportu drogowego od kilku lat sukcesywnie powiększa swoją przewagę. W obecnych uregulowaniach w zakresie ponoszenia opłat za tak zwane koszty zewnętrzne, rynek przewozów towarowych w Polsce zdominowany jest przez transport samochodowy. Transport kolejowy towarów w ostatnich latach odnotowuje spadki przewozów. Na łamach prasy toczy się dyskusja na temat wysokości pobierania opłat za dostęp do infrastruktury transportowej. W programach rozwoju transportu pojawiają się hasła i zapisy o konieczności równomiernego rozwoju wszystkich gałęzi transportowych. Nie przekłada się to jednak na konkretne działania i regulacje w zakresie kolejowych przewozów towarowych. W poprzedniej perspektywie finiszowej

środków pomocowych pochodzących z Unii Europejskiej, przeznaczono około 76 miliardów złotych na modernizację i rewitalizację linii kolejowych. Poprawiony został stan techniczny szeregu linii kolejowych. Prace dedykowane były przede wszystkim poprawie funkcjonowania transportu osób. Biorąc pod uwagę transport rzeczy koleją, system linii kolejowych i ich przepustowość, nadal pozostaje niewystarczająca w stosunku do potrzeb. Podczas prac mających na celu poprawę kursowania pociągów pasażerskich, likwidowano szereg stacji pośrednich na których wolniejsze pociągi towarowe mogły by być wyprzedzane przez szybsze pociągi pasażerskie. Z założenia system opłat za dostęp do szeroko pojętej infrastruktury transportowej, oparty powinien być na społecznych kosztach krańcowych i prowadzić

powinien do wdrożenia optymalnego systemu korzystania z istniejącej infrastruktury transportowej dla wszystkich gałęzi transportowych. Użytkownik pokrywałby koszty dodatkowe (tak zwane zewnętrzne - są to między innymi koszty korzystania z infrastruktury transportowej, zanieczyszczenia środowiska naturalnego, wypadków, kongestii. itp.), generowane przez procesy transportowe, powodujące dla społeczeństwa bezpośrednio i pośrednio istotne obciążenia. Taki system opłat przyczynia się też do uczciwego traktowania zarówno użytkowników, jak i nie użytkowników transportu i ustanawia bezpośredni związek pomiędzy korzystaniem ze wspólnych zasobów, a opłatą opartą na podstawie zasad „zanieczyszczający płaci” i „użytkownik płaci”. Wprowadzenie tej zasady dla wszystkich uczestników rynku trans-

portowego nie jest łatwe i wymaga wielu uregulowań i długiego okresu jego wprowadzania. Powinno to jednak doprowadzić do zrównoważonego traktowania poszczególnych gałęzi transportu.

Należy mieć na uwadze, iż koszty powstałe w wyniku funkcjonowania jakiegokolwiek gałęzi gospodarki, a niepokrywane przez nią, w całości obciążają lub będą obciążać społeczeństwo danego kraju czy regionu. Większe obciążenie budżetu wydatkami na funkcjonowanie jednej gałęzi gospodarki, w tym i transportu, zmniejszając możliwości finansowania sfery społecznej, między innymi szkolnictwa czy ochrony zdrowia. Rozpatrując możliwe zagrożenia dla rozwoju infrastruktury należy stwierdzić, że niezagrożone mogłyby się czuć gałęzie transportowe, które najbardziej degradują środowisko, w tym ciężarowy transport samochodowy. Przeniesienie części ładunku na bardziej ekologiczne środki transportu przyczyni się do zmniejszenia emisji CO₂ oraz ograniczenia natężenia ruchu, co w sposób pośredni ograniczy konieczność dalszego rozwoju i rozbudowy infrastruktury drogowej, w konsekwencji wpłynie na zmniejszenie kosztów. Wykorzystanie przepustowości niektórych odcinków polskich autostrad zbliża się do osiągnięcia wartości krytycznej. Biorąc pod uwagę nieodległą konieczność ich rozbudowy poprzez wykonanie dodatkowego pasa ruchu, szczególnie na autostradzie A-2, należy się zastanowić, czy nie bardziej racjonalnym rozwiązaniem jest przeniesienie ładunku z transportu samochodowego na kolej i transport wodny. Ze względu na wyższe koszty zewnętrzne transportu drogowego

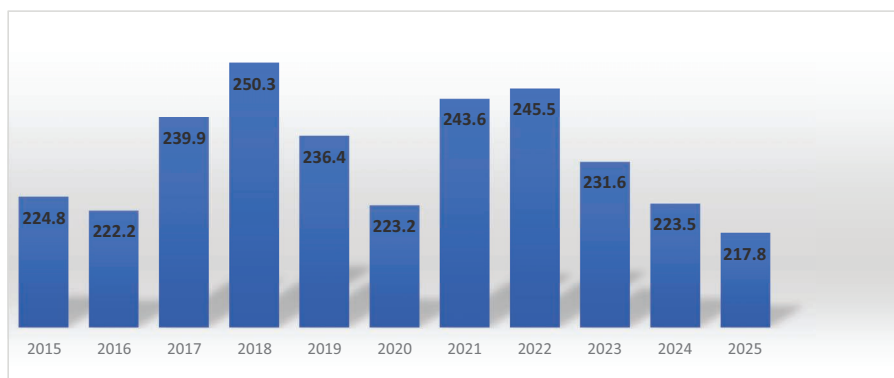
od pozostałych rodzajów gałęzi transportu lądowego, wzrost opłat dla tej branży w okresie przejściowym z pewnością wpłynie na konkurencyjność gospodarki, ponieważ transport stanowi istotny element generujący koszty w procesie wytwarzania dóbr. Jednak przez kilkanaście ostatnich lat oczywiście przesłanki gospodarcze przegrywały i nadal przegrywają z polityką. Prawie 300 tys. osób zatrudnionych w firmach transportu samochodowego to poważny elektorat. Do tego należy doliczyć członków ich rodzin. Politycy o konieczności zmian wiedzą, lecz starają się odsunąć w czasie ten proces. Dobrym przykładem jest dyskusja na temat systemu ETS II.

Poniższe dane publikowane przez Główny Urząd Statystyczny wskazują na wyraźną dysproporcję w przewozach towarów w Polsce. Uważane za bardziej ekologiczne środki transportu kolej, transport wodny czy rurociągowy znacząco przegrywają z transportem samochodowym, który w Polsce promowany przez Państwo.

W 2024 roku łącznie przewozy towarowe wyniosły 2138,5 milionów ton co oznacza spadek o 87,8 mln ton względem 2023 roku. W transporcie drogowym przewieziono 1861, 78 milionów ton w transporcie rurociągowym 46,217 mln ton a morskim przybrzeżnym 6,684 mln ton natomiast śródlądowym wodnym zaledwie 1,674 mln ton, a w transporcie lotniczym 93 tys. ton.

Unia Europejska działa na rzecz wyrównania warunków funkcjonowania gałęzi lądowego transportu, między innymi w zakresie kosztów dostępu do infrastruktury transportowej. Działania te tylko w niewielkim stopniu wyrów-

nują warunki konkurencji pomiędzy dwiema gałęziami. Od kilkunastu lat Unia Europejska promuje rozwój kolejowych przewozów towarowych w szczególności jednostek intermodalnych. Licząc że spowoduje to wzrost roli kolejowych przewozów towarowych. Jednak dane statystyczne dotyczące przewozów lądowych w Polsce nie potwierdzają tego. W kolejnych perspektywach finansowych Unii Europejskiej, na rozwój przewozów intermodalnych przeznaczane są środki finansowe. Pomoc pochodząca ze środków Unii Europejskiej była i jest przeznaczona na budowę nowych terminali, rozbudowę i modernizację istniejących, zakup urządzeń przeładunkowych, taboru trakcyjnego i wagonowego oraz systemów IT dla tego segmentu przewozów. Transport intermodalny w Polsce z roku na rok zwiększa wielkość wolumenu ładunku. Dynamika rozwoju przewozów intermodalnych uzależniona jest od sytuacji geopolitycznej i regulacji prawnych dotyczących rynku transportowego w danym regionie. W roku 2024 przewieziono 1741 tys. UTI oraz 2716 tys. TEU, udział transportu intermodalnego w ogólnych towarowych przewozach wyniósł w pracy przewozowej 15,9% a według przewiezionej masy 12,4%. Rok do roku udział przewozów intermodalnych w pracy kolejowej ogółem wzrasta, ale należy mieć też na uwadze iż ogółem praca towarowego transportu kolejowego w ostatnich kilku latach spada. Liberalizacja kolejowych przewozów towarowych w Polsce jest bardzo duża. W roku 2021 przewozy towarowe wykonywało 78 firm, natomiast przewozy intermodalne 23 firmy transportu kolejowego. W roku 2025 przewozy wykonywało 119 firm, a przewozy intermodalne 35 firm. Pomimo tak dużej rywalizacji firmy zajmujące się kolejowym transportem towarów z uwagi na uregulowania prawno-finansowe nie potrafią konkurować z transportem samochodowym. Konkurencja jest raczej wewnętrzgałęziowa. Dziennikarze i politycy w swoich wypowiedziach dotyczących przewozów towarowych często głoszą hasła tiry na tory lub zielone światło dla rozwoju transportu intermodalnego lecz



1. Transport kolejowy w 2025 wykonał przewozy towarów na poziomie najniższym od roku 2015 (w milionach ton)

w praktyce działania w tym zakresie na wielu płaszczyznach są niewystarczające. Głoszone hasła są raczej na potrzeby odwrócenia uwagi od zasadniczego problemu jakim jest wprowadzenie równego traktowania za korzystanie z infrastruktury transportowej oraz ponoszenia kosztów zewnętrznych przez gałąź transportową która je generuje. Obecna sytuacja ma bardzo negatywny wpływ na planowanie budowy nowych bocznic kolejowych lub rewitalizację i otwieranie bocznic nie eksploatowanych. Dotyczy to też inwestycji w terminale a bez dobrze rozbudowanej sieci przeładunkowej kontenerów obejmującej swym zasięgiem teren całego kraju ten segment przewozów nie będzie się rozwijał. Bez sprawnie działającej sieci terminali i bocznic Polskie porty morskie nie będą w stanie się rozwijać. Brak sprawnego systemu odwozu i dowozu ładunków ograniczą też ich konkurencyjność w stosunku do innych portów europejskich.

Transport kolejowy – wyzwania regulacyjne

W pesymistyczny obraz rozwoju rynku transportu kolejowego w Polsce wpisują się dodatkowo działania regulacyjne polskiego ustawodawcy. Koszty zewnętrzne, wspomniane w pierwszej części artykułu, nie są związane wyłącznie ze zdarzeniami losowymi czy mechanizmami wolnorynkowymi. Na transport kolejowy – ogromny wpływ mają również działania regulacyjne i obciążenia publiczno-prawne. Innymi słowy – obecna sytuacja rynku transportu kolejowego w Polsce nie jest wynikiem wyłącznie okoliczności rynkowych. Polska, jako państwo, robi za mało dla rozwoju rodzimego rynku kolejowego. Brak odpowiednich działań i inicjatyw jest widoczny w szczególności na tle celów i założeń, którymi kieruje się UE – promując transport kolejowy, jako jeden z najbardziej przyjaznych środowisku.

Jednym z najlepszych przykładów porażki polskiego regulatora jest kwestia przepisów dotyczących infrastruktury kolejowej i obiektów infrastruktury

usługowej (OIU). Infrastruktura ta zgodnie z założeniami powinna być dostępna dla wszystkich użytkowników rynku kolejowego po spełnieniu zasad określonych w regulaminie obiektu. Prywatne bocznic kolejowe w przeciwieństwie do OIU nie miały być objęte zwolnieniami od podatku. Znacząca nowelizacja regulacji Ustawy o transporcie kolejowym [1] (UoTK) weszła w życie 1 stycznia 2017 r. Jej celem było dostosowanie przepisów polskich do Dyrektywy kolejowej [2]. W założeniu zmiany miały ujednolicić podejście do rynku kolejowego na terytorium wszystkich państw członkowskich UE i zapewnić dostęp do infrastruktury kolejowej i OIU dla wszystkich przewoźników kolejowych na równych i niedyskryminujących zasadach. Takie działanie miało w efekcie doprowadzić do rozwoju rynku kolejowego, w tym infrastruktury kolejowej. I choć wydaje się, że rynek transportu kolejowego osób skorzystał na zmianach – transport kolejowy towarów w Polsce nie rozwinął się na miarę swoich możliwości i ambicji (co niestety potwierdzają powołane w artykule dane statystyczne).

Niezależnie od przepisów regulacyjnych UoTK – ustawodawca Polski zdecydował się również na zmianę ustawy o podatkach i opłatach lokalnych (w zakresie zwolnienia z podatku od nieruchomości infrastruktury kolejowej [1] - UPOL). W założeniu zwolnienie miało być dostępne dla większej ilości podatników i było bezpośrednio powiązane z faktem udostępniania infrastruktury kolejowej przewoźnikom kolejowym. Taka konstrukcja miała zatem prowadzić do tego, że infrastruktura kolejowa udostępniana przewoźnikom kolejowym mogła być rozwijana (m.in. poprzez inwestycje w nowe instalacje, jak również remont już istniejących) bez obciążeń wynikających z podatku od nieruchomości. Wbrew pozorom takie obciążenia mogą znacząco wpływać na koszty „określonych w artykule jako, zewnętrzne udostępniania infrastruktury kolejowej. Jako koszty zewnętrzne w niniejszym artykule autorzy określają nieprzewidziane koszty zarządców i operatorów wynikające m.in. z dodat-

kowych prac związanych usuwaniem skutków niekorzystnych warunków atmosferycznych, zmieniającego się otoczenia regulacyjnego i interpretacyjnego (np. podatek od nieruchomości), itp. – które zdaniem Prezesa UTK nie mogą stanowić bazy kosztowej świadczonych usług. Ze względu na wysoką wartość specjalistycznych obiektów budowlanych, które składają się na infrastrukturę kolejową (w tym coraz bardziej zaawansowane systemy bezpieczeństwa i instalacje przeładunkowe) – kwota podatku od nieruchomości mogła wynosić od kilku do nawet kilkudziesięciu milionów złotych rocznie, w zależności od rozmiaru zarządzanej infrastruktury kolejowej. Zasady rozliczania podatku od nieruchomości zostały skonstruowane w ten sposób, że kwota podatku co do zasady pozostaje taka sama przez cały okres użytkowania instalacji, bez względu na utratę wartości księgowej danego obiektu (związanej z jego zużyciem). Jednocześnie regulator rynku, czyli Prezes Urzędu Transportu Kolejowego, uzależnił wydawanie dokumentów bezpieczeństwa, dopuszczających infrastrukturę do eksploatacji od coraz to nowszych i bardziej specjalistycznych wymagań, których nie dało się spełnić bez dodatkowych inwestycji w obiekty stanowiące infrastrukturę kolejową.

W takim otoczeniu regulacyjnym i systemowym – zarządcy infrastruktury kolejowej i operatorzy OIU rozpoczęli działalność na początku 2017 r. Jak się jednak finalnie okazało – wprowadzone zmiany nie zawsze prowadziły do wypełnienia założonych celów – w tym rozwoju rynku transportu kolejowego towarów.

Pierwsze kontrowersje zaczęły występować na gruncie definicji infrastruktury kolejowej, która w polskiej ustawie UoTK miała implementować definicję unijną z Dyrektywy kolejowej.

Unijny ustawodawca podszedł do definicji infrastruktury z dużą elastycznością. Dyrektywa zakłada, że zarządcy w różnych krajach mogą stosować różnorodne nazewnictwo w stosunku do zarządzanego majątku, dlatego posługuje się katalogiem otwartym (często używając zwrotu „itd.”). Polska UoTK po-

szała w przeciwnym kierunku, tworząc katalog zamknięty. To sformalizowanie definicji doprowadziło do następującej sytuacji: jeśli dany element infrastruktury nazywa się w dokumentach podatnika nieco inaczej niż w ustawie, polskie organy mogą uznać, że nie jest on częścią infrastruktury kolejowej.

Wątpliwości wzbudza również sama Dyrektywa kolejowa. Przykładowo w definicji infrastruktury kolejowej w 15 z 23 wersji językowych unijnego aktu użyto pojęcia „peron towarowy”, podczas gdy w pozostałych 8 (w tym polskiej) mowa jest o „rampie towarowej”. Rampa to pojęcie znacznie węższe niż peron towarowy. Opisane niespójności definicyjne rzutują negatywnie na rozwój transportu kolejowego w skali całej Unii Europejskiej, prowadząc do nierówności w zakresie niedyskryminującego dostępu do infrastruktury, co stoi w sprzeczności z nadrzędnym celem polityki transportowej UE i może w przyszłości skutkować interwencją Komisji Europejskiej ze względu na wadliwą implementację przepisów.

Z kolei na poziomie krajowym wątpliwości te mają bezpośredni wpływ na sytuację ekonomiczną zarządców infrastruktury, stając się podstawą licznych sporów z organami podatkowymi. Rygorystyczna i wąska interpretacja definicji infrastruktury przez organy prowadzi do odmawiania odpowiednim obiektom prawa do zwolnienia z podatku od nieruchomości, który stanowi jeden z najbardziej znaczących elementów kosztowych w działalności kolejowej. Jednocześnie zarządcy poddawani są presji ze strony organu regulacyjnego – Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego – który przy zatwierdzaniu cenników dostępu do infrastruktury przyjmuje, że obiekty te korzystają ze zwolnienia podatkowego (przy czym co innego wynika z praktycznego podejścia organów podatkowych). W rezultacie zarządcy znajdują się w impasie: ponoszą wysokie koszty zewnętrzne (podatek od nieruchomości), których ze względu na stanowisko regulatora nie mogą przenieść na użytkowników infrastruktury. Taka sytuacja nie tylko pogarsza bieżącą kondycję finansową podmiotów, ale również

stanowi barierę dla nowych inwestycji, zwłaszcza w obszarze przewozów towarowych. Mechanizm ten prowadzi do kuriozalnych sytuacji wpływających na planowane inwestycje w infrastrukturę – im wyższa wartość nowoczesnych instalacji i obiektów, tym większe obciążenie podatkowe, którego nie można skompensować w cenie świadczonych usług, co w dłuższej perspektywie hamuje innowacyjność całego sektora transportu kolejowego w Polsce.

Dodatkowo – niejasne i nieprecyzyjne regulacje zawarte w UoTK oraz UPOL generują istotne ryzyka prawne, finansowe i operacyjne. Analiza praktyki orzeczniczej ostatnich lat wskazuje na głęboką destabilizację otoczenia regulacyjnego zarządców infrastruktury. Choć w latach 2017–2023 organy podatkowe oraz sądy administracyjne co do zasady nie kwestionowały prawa do zwolnienia obiektów jednoznacznie wpisujących się w definicję infrastruktury kolejowej, przełom lat 2022 i 2023 przyniósł radykalną rewizję dotychczasowego podejścia. Niektóre składy orzekające oraz organy podatkowe, po pięciu latach obowiązywania przepisów w niezmiennym brzmieniu, zaczęły podnosić argument, zgodnie z którym polskie zwolnienie z podatku od nieruchomości może stanowić pomoc publiczną niezgodną z regulacjami unijnymi, co w ich ocenie wykluczało możliwość jego stosowania wobec podatników (bez względu na jasne i wielokrotnie oceniane przez sądy przepisy krajowe).

Ta nagła zmiana linii orzeczniczej wywołała dotkliwe skutki ekonomiczne. Zarządcy infrastruktury zostali zmuszeni do zapłaty wielomilionowych kwot z tytułu podatku, których nie uwzględniono w pierwotnych budżetach, co w wielu przypadkach doprowadziło do zmniejszenia środków planowanych na inwestycje i modernizację sieci kolejowej. Negatywnej oceny tej sytuacji nie zmienia nawet fakt wydania przez Trybunał Sprawiedliwości UE kluczowego wyroku z dnia 29 kwietnia 2025 r. (sygn. C-453/23). Trybunał jednoznacznie orzekł w nim, że konstrukcja polskiego zwolnienia podatkowego co do

zasady nie stanowi niedozwolonej pomocy publicznej i pozostaje w zgodzie z prawem unijnym. Mimo korzystnego dla branży rozstrzygnięcia na poziomie europejskim, okres wieloletniej niepewności oraz konieczność odprowadzenia spornych kwot na rzecz budżetów gmin trwale naruszyły płynność finansową zarządców i zniechęciły ich do planowania długofalowych projektów inwestycyjnych.

Co istotne, stan niepewności prawnej nie uległ zakończeniu wraz z wyrokiem TSUE. Kolejny impuls do zmiany zasad opodatkowania dała uchwała Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 8 grudnia 2025 r. (sygn. III FPS 3/25), która wprowadziła nowy model interpretacji zakresu zwolnienia gruntów wchodzących w skład infrastruktury kolejowej. Zgodnie z jej treścią, zwolnieniu nie podlegają już całe działki ewidencyjne objęte definicją infrastruktury kolejowej, co było dotychczas powszechnie akceptowaną praktyką. Nowe wytyczne nakładają na zarządców oraz organy podatkowe obowiązek każdorazowego, szczegółowego dowodzenia, jaka konkretnie część gruntu jest fizycznie i funkcjonalnie związana z infrastrukturą kolejową. Wprowadzenie tak szczegółowego mechanizmu weryfikacji w praktyce oznacza odejście od czytelnych kryteriów ewidencyjnych na rzecz skomplikowanych i kosztownych postępowań dowodowych. Powyższa dynamika zmian orzeczniczych potwierdza, że sektor kolejowy w Polsce funkcjonuje w warunkach permanentnej niepewności prawno-podatkowej, gdzie retroaktywne i rewolucyjne zmiany interpretacji przepisów stają się realną barierą dla stabilnego rozwoju transportu kolejowego.

Na wszystkie te przeszkody nałożyła się nowelizacja UPOL, która weszła w życie 1 stycznia 2022 r. Stanowiła ona próbę odpowiedzi ustawodawcy na narastające wątpliwości dotyczące zgodności krajowych zwolnień z unijnym prawem pomocy publicznej (na moment wejścia w życie nowych przepisów nie było wiadomo, że sprawa zawędruje przed TSUE i zostanie wydane rozstrzygnięcie korzystne dla podat-

ników). Zmiany te wprowadziły nowe warunki zwolnienia, z jednej strony ostrzegając kryteria podmiotowe poprzez uzależnienie zwolnienia od działalności prowadzonej w ramach regulacji UoTK, z drugiej zaś rozszerzając zakres przedmiotowy o obiekty infrastruktury usługowej w rozumieniu przepisów UoTK. Kluczowym elementem nowej regulacji stało się jednak wprowadzenie ustawowego wyłączenia preferencji w odniesieniu do jednego OIU - terminali towarowych, co zostało pierwotnie uzasadnione koniecznością przeprowadzenia procedury notyfikacyjnej przed Komisją Europejską. Procedura miała za zadanie potwierdzić, czy zwolnienie dla terminali towarowych w tym i intermodalnych może stanowić niedozwoloną pomoc publiczną – jak się jednak finalnie okazało – nic z tego nie wyszło.

Choć odroczenie zwolnienia dla terminali towarowych motywowano weryfikacją dopuszczalności pomocy publicznej, Prezes Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów pismem z dnia 21 maja 2024 r. wycofał zgłoszenie programu pomocowego z Komisji Europejskiej. W efekcie, mimo ustania formalnej przyczyny wstrzymania preferencji, terminale towarowe zostały trwale pozbawione prawa do zwolnienia, bez merytorycznego uzasadnienia ze strony ustawodawcy. Problematiczna w tym zakresie okazała się również praktyka organów podatkowych, które odmawiają zwolnienia również infrastrukturze kolejowej, która wchodzi w skład terminali towarowych.

Takie ukształtowanie przepisów budzi uzasadnione wątpliwości w świetle konstytucyjnej zasady równości wobec prawa, co zostało dostrzeżone również przez Ministerstwo Finansów w toku prac legislacyjnych nad ustawą nowelizującą UPOL z 2024 r. Resort przyznał, że wspomniana interpretacja może prowadzić do naruszenia standardów konstytucyjnych, jednak stanowisko to pozostaje w dużej mierze ignorowane przez organy podatkowe i niektóre sądy administracyjne. Cała sytuacja ma również wymiar unijny i międzynarodowy. Z jednej bowiem strony ze zwolnienia nie mogą korzystać terminale

towarowe w tym i intermodalne. Z drugiej strony pozostałe obiekty infrastruktury usługowej, takie jak infrastruktura portów morskich i śródlądowych z dostępem do torów kolejowych, stacje rozrządowe oraz stacje manewrowe czy punkty zaplecza technicznego ze zwolnienia korzystają. Taka konstrukcja przepisów budzi wątpliwości w zakresie tego, czy takie regulacje nie naruszają unijnych przepisów o pomocy publicznej (określona część operatorów obiektów infrastruktury usługowej ma bowiem przewagę konkurencyjną w porównaniu do operatorów terminali towarowych). Z podobnych przyczyn omawiane regulacje mogą budzić wątpliwości w świetle konstytucyjnej zasady równości wobec prawa.

Podsumowując, aktualny stan prawny w zakresie opodatkowania terminali towarowych w tym i intermodalnych obciążony jest wysokim ryzykiem niezgodności zarówno z Konstytucją RP, jak i prawem wspólnotowym. Brak stabilnych i jednolitych warunków zwolnienia dla wszystkich podmiotów zarządzających infrastrukturą kolejową i OIU pogłębia niepewność regulacyjną sektora. Dla operatorów terminali oznacza to konieczność ponoszenia znaczących kosztów podatkowych, które ograniczają ich potencjał inwestycyjny, co w szerszym kontekście stanowi istotną barierę dla rozwoju intermodalnego transportu towarowego i realizacji celów polityki transportowej państwa.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona analiza wskazuje, że polski sektor transportu kolejowego funkcjonuje w warunkach głębokiej niespójności regulacyjnej, która trwale faworyzuje transport drogowy kosztem gałęzi transportu o charakterze niskoemisyjnym. Podstawowym problemem systemowym pozostaje brak możliwości uwzględnienia wszystkich kosztów w tym zewnętrznych w cenie świadczonych usług oraz wadliwa w tej kwestii implementacja przepisów unijnych do krajowego porządku prawnego. Sztuczne ujęcie definicji infrastruktury kolejowej w polskiej

ustawie, stojące w sprzeczności z elastycznym podejściem Dyrektywy kolejowej, stworzyło pole do negatywnej dla sektora praktyki podatkowej. Zarządcy infrastruktury utknęli między rygorystycznym podejściem organów podatkowych a regulatorem rynku, co w praktyce czyni proces modernizacji i inwestycji ekonomicznie nieefektywnym.

Szczególnie krytycznym punktem obecnego stanu prawnego jest sytuacja terminali towarowych w tym intermodalnych, które od 2022 roku stały się obiektem nieuzasadnionej dyskryminacji podatkowej. Utrzymanie arbitralnego wyłączenia tych obiektów ze zwolnień, mimo braku przesłanek dotyczących niedozwolonej pomocy publicznej, narusza nie tylko konstytucyjną zasadę równości, ale także unijne ramy konkurencji. Niestabilność linii orzeczniczej sądów administracyjnych pogłębia stan niepewności regulacyjnej i systemowej zarządców infrastruktury i operatorów OIU. Bez pilnej interwencji ustawodawczej zmierzającej do stabilizacji zasad zwolnienia podatkowego i ujednolicenia standardów traktowania wszystkich obiektów infrastruktury usługowej, transport kolejowy w Polsce nie zrealizuje swojego potencjału, pozostając gałęzią nadmiernie obciążoną ryzykiem regulacyjnym. Niesprzyjające uregulowania prawne w zakresie podatków dotyczące infrastruktury terminali intermodalnych nie są zgodne z polityką Unii Europejskiej w zakresie rozwoju tego segmentu przewozów. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Ustawa z 28 marca 2003 r. - Dz.U.2016.1727 t.j. z dnia 2016.10.20.
- [2] DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2012/34/UE z dnia 21 listopada 2012 r. w sprawie utworzenia jednolitego europejskiego obszaru kolejowego - Dz.U.UE.L.2012.343.32 z dnia 2012.12.14.
- [3] Ustawa o podatkach i opłatach lokalnych z 12 stycznia 1991 r. - Dz.U.2016.716 t.j. z dnia 2016.05.25.

Transport intermodalny kluczem do odrodzenia kolejowych przewozów towarowych

Intermodal Transport as a Catalyst for the Revival of the Rail Freight Sector



Jacek Paś

Dr inż.

Prezes Zarządu, Stowarzyszenia
Inżynierów i Techników
Komunikacji RP

ORCID: 0009-0002-3802-7383



Henryk Zielaskiewicz

Mgr inż.

Przewodniczący Krajowej Sekcji
Przewozów Intermodalnych
STIK RP

h.zielaskiewicz@gmail.com

Streszczenie: Analiza współczesnych usług logistycznych wskazuje na pilną potrzebę rozbudowy punktowej infrastruktury transportowej, kluczowej dla tworzenia sprawnych łańcuchów kolejowo-morskich. Synergia wydajnej sieci kolejowej z nowoczesnymi portami morskimi – jako głównymi generatorami ładunków – jest warunkiem ich dalszego wzrostu. Tworzenie sieciowych lądowych terminali intermodalnych, pełniących rolę zewnętrznych bram portowych, stymuluje rozwój gospodarczy regionów. Jednocześnie nowoczesna infrastruktura szynowa pozostaje niezbędnym narzędziem w realizacji strategii dekarbonizacji transportu.

Słowa kluczowe: Infrastruktura kolejowa; Korytarz transportowy; Transport intermodalny

Abstract: An analysis of contemporary logistics services highlights the urgent need to expand point transport infrastructure, which is essential for building efficient rail-sea transport chains. The synergy between high-capacity rail networks and seaports – acting as major freight generators – is a prerequisite for their continued growth. Establishing a network of inland intermodal terminals, functioning as external port gates, stimulates regional economic development. At the same time, modern rail infrastructure remains an indispensable tool for achieving transport decarbonization strategies and reducing greenhouse gas emissions.

Keywords: Rail infrastructure; Transport corridor; Intermodal transport

Budowa infrastruktury transportowej łączącej kraje Europejskie ma znaczenie strategiczne dla rozwoju gospodarki zarówno w skali europejskiej, jak i międzykontynentalnej. Zniesienie ograniczeń w przepływie towarów państw będących członkami Unii Europejskiej było i jest jednym z kluczowych elementów, które wpłynęły pozytywnie na wymianę gospodarczą pomiędzy nimi. Polskie porty morskie wraz z tak zwanymi autostradami morskimi stanowią ważny element infrastruktury punktowej korytarzy transportowych północ – południe. Z uwagi na znacznie lepszą infrastrukturę transportową w układzie północ – południe przechodzącą przez Niemcy, kraje skandynawskie kierują większość potoków ładunku z pominięciem naszego kraju. Korytarz towa-

rowy Bałtyk – Adriatyk jest jednym z wiodących przedsięwzięć gospodarczych w zakresie rozwoju systemów transportowych Polski [3]. Ważnym elementem tego zadania jest modernizacja infrastruktury kolejowej będącej zapleczem portu Szczecin-Świnoujście oraz Gdańsk i Gdynia. Dla Polski stanowi on szansę na rozwój licznych terminali, centrów logistycznych i parków magazynowych oraz usług logistycznych. Natomiast dla Europy Środkowo-Wschodniej korytarz towarowy Bałtyk – Adriatyk tworzy warunki na dywersyfikację potoków ładunków na osi północ – południe. W ostatnich latach Polskie porty rozbudowały i unowocześniły swoją infrastrukturę przeładunkową szczególnie terminali intermodalnych i terminali paliw płynnych. Powoduje

to duże możliwości w zakresie obsługi potoków ładunków w wymianie handlowej Europa – Azja. Na wielkości i kierunku potoków ładunków, a tym samym i tworzonych łańcuchów dostaw wpływ mają uwarunkowania geopolityczne co możemy zaobserwować. Obecna sytuacja geopolityczna, to konflikty zbrojne, blokady szlaków żeglugowych, rozchwiana polityka celna USA powodują niestabilną sytuację gospodarczą. Bardzo trudno jest przewidzieć jak zachowa się rynek. Dodatkowymi elementami wpływającymi na kształt i kierunki potoków ładunków szczególnie w jednostkach intermodalnych, wpływ ma jakość i przepustowość infrastruktury zarówno liniowej jak i punktowej. Dobrym przykładem jest rozwój terminalowej infrastruktury portowej

dla tego segmentu przewozów. Obserwując kierunki przewozów drogą morską widzimy iż do roku 2010 przewozy te realizowane były zasadniczo przez porty niemieckie i holenderskie. W latach 2010-2017 polskie porty morskie przeprowadziły szereg inwestycji w infrastrukturę terminali kontenerowych, co przyczyniło się do zwiększania zdolności przeładunkowych. Budowa terminala głębokowodnego DCT w Gdańsku obecnie nazywa się Baltic Hub, rozbudowa układu torowego oraz doposażenie w sprzęt przeładunkowy terminala budowa kolejnych nabrzeży obsługi statków głębokowodnych, oraz rozbudowa obrotnicy dla statków na terminalu BTC w Gdyni istotnie wpłynęło na zmianę kierunku potoków ładunków. Wpływ na wielkość strumienia ładunków intermodalnych przechodzącego przez porty morskie ma też zdolność do przyjmowania wielkich kontenerowców o pojemności 20 tys. TEU. W 2025 roku na terminalach polskich przeładowano łącznie 3,9 mln TEU kontenerów. Pod względem przeładunków ogółem udało się osiągnąć lepszy wynik niż w roku poprzednim. Łącznie przeładunki w polskich portach w 2025 roku wyniosły 141 mln ton co daje blisko 5 mln ton więcej niż w 2024 roku. Według wstępnych szacunków polskie porty osiągnęły w 2025 roku również rekordowy wynik finansowy. Szacunkowy zysk finansowy portów wyniósł ponad 650 mln zł, blisko 50% więcej niż 2 lata wcześniej. Największe przeładunki kontenerów odnotował w 2025 roku terminal Baltic Hub w Porcie Gdańsk. Jego obroty wyniosły ponad 2,7 mln TEU, co było rekordowym wynikiem a przeładunki kontenerów odnotowują największe tempo wzrostu. W 2025 roku port przekroczył poziom 80 mln ton ładunków ogółem, a największą grupą towarową były paliwa płynne. Port Gdynia zakończył 2025 rok przeładunkami wszystkich towarów na poziomie prawie 26 mln ton, a w segmencie ro-ro odnotował

wzrost o ponad 18%. W przeładunkach kontenerów port ten osiągnął najlepszy wynik w swej historii przekraczając barierę 1 mln TEU. Przeładunki towarów ogółem w porcie Szczecinie i Świnoujściu wzrosły w ubiegłym roku o 7% i wyniosły około 35 mln ton a przeładunki kontenerów wyniosły około 100 tys. TEU co stanowi stosunkowo mniejszą skalę niż w portach Gdańsk i Gdynia. To dobry przykład jakie znaczenie ma dobrze rozbudowana infrastruktura terminalowa przystosowana do przyjmowania jednostek głębokowodnych. Port Szczecin-Świnoujście planuje budowę terminala głębokowodnego zlokalizowanego przy terminalu gazowym w Świnoujściu. Zysk uzyskany z przeładunków w polskich portach jednoznacznie wskazuje, że inwestycje w infrastrukturę niezbędną do powiększania zdolności przeładunkowych terminali portowych są bardzo opłacalne. Należy mieć na uwadze iż równocześnie z jej rozwojem należy rozbudowywać i zwiększać przepustowość infrastruktury kolejowej, która zapewni dostępność w szczególności do linii kolejowych. Większe wykorzystanie transportu kolejowego towarów, spowoduje możliwość obsłużenia w krótkim okresie czasu dużych potoków ładunków. Statki głębokowodne międzynarodowych korporacji przywożą bardzo duże wolumeny ładunków, które trzeba w krótkim czasie rozładować i rozwieść po punktach odbioru lub ewentualnie dalszej ich dystrybucji.

Rozwój gospodarczy dokonujący się w naszym kraju kształtowany jest pod wpływem wielu zjawisk i procesów ekonomicznych. Szereg obszarów wytwarzania dóbr zmierzały w kierunku daleko idącej globalizacji. Procesy te zostały zahamowane poprzez pandemię a następnie konflikty zbrojne które wyraźnie uwidoczniły, że przenoszenie całego procesu wytwarzania produktów strategicznych w jeden region świata jest obciążone dużym ryzykiem dostępności

oraz nabierają strategiczne znaczenie samowystarczalność. Na polskim rynku Transportowo-Spedycyjno-Logistycznym obserwujemy istotne zmiany warunków konkurencyjności przedsiębiorstw co wymaga innego spojrzenia na podział rynku pomiędzy dużymi międzynarodowymi przedsiębiorstwami logistycznymi funkcjonującymi w układzie sieciowym i firmami funkcjonującymi jako pojedyncze podmioty. Złożoność procesów logistycznych i jej wieloaspektowość daje przewagę firmom mogącym zaoferować możliwość zapewnienia klientom kompleksowych łańcuchów dostaw.

Duża rywalizacja między gałęziową i wewnątrzgałęziową znalazła swoje odzwierciedlenie w niskim frachcie transportu towarów co z kolei przełożyło się na znaczącą przewagę konkurencyjną transportu samochodowego stosunku do transportu kolejowego. W większości przypadków koszt jest decydującym czynnikiem decyzji wyboru środków transportowych, nawet jeżeli w procesie podejmowania decyzji stosuje się połączenie kilku czynników w tym środowiskowych. Oceniana jest efektywność kompletnych łańcuchów transportowych tj. wydajność w transporcie na duże i krótkie odległości, obsługa przeładunkowa czy magazynowanie. Sprawność w przewozach może dotyczyć różnych aspektów transportu, np.: harmonizacji standardów oraz czynników interoperacyjności lub konsolidacji przepływów dla lepszego wykorzystania potencjału. Towarowy transport kolejowy zbyt późno dostrzegł przemiany zachodzące w procesach obsługi logistycznej klientów co stało się jedną z przyczyn spadku jego udziału w rynku. Dla rewitalizacji transportu kolejowego i wzrostu jego udziału w przewozach, co będzie zgodne z zaleceniami polityki transportowej Unii Europejskiej również w zakresie zamiaru wprowadzenia tak zwanego ETS 2 potrzebna jest

odpowiedniej jakości infrastruktura liniowa i punktowa. Należy mieć na uwadze, że usługa przewozowa to nie tylko wagon i trakcja kolejowa oraz przyjęta organizacja ruchu ale również infrastruktura od jakości której zależy wydajność i konkurencyjność procesu przewozowego. Firma transportowo spedycyjna działająca według standardów międzynarodowych podejmuje ciągle działania mające na celu bieżące dostosowywanie się do wymogów rynku TSL. W celu odwrócenia niekorzystnych tendencji spadku udziału przewozów kolejowych na rynku transportowym należy prowadzić skorelowane działania w zakresie rozwoju zarówno infrastruktury liniowej, jak i punktowej. W poprzedniej perspektywie finansowej na lata 2013-2020 zostały przeznaczone duże środki finansowe około 76 miliardów złotych na modernizację kolejowej infrastruktury liniowej. Działania inwestycyjne skierowane były zasadniczo na poprawę funkcjonowania przewozów pasażerskich, gdzie w wyniku przeprowadzonych inwestycji nastąpiła znacząca poprawa jej stanu technicznego. Jednak dla osiągnięcia spodziewanego efektu w postaci zwiększenia przewozów towarowych konieczne jest utworzenie dobrze rozwiniętej sieci punktów, w których przesyłki mogą być ładowane na transport kolejowy. Istotnymi generatorami potoków ładunku są duże zakłady przemysłowe, parki logistyczne i technologiczne oraz obszary dobrze zurbanizowane przemysłowo np. w specjalnych strefach ekonomicznych. Z uwagi na obecny podział rynku transportowego i dominację na nim transportu samochodowego, nowo powstające obszary przemysłowe obsługiwane są w kraju przede wszystkim przez transport samochodowy. Powstają one przy głównych ciągach i węzłach drogowych, często bez dostępu do infrastruktury kolejowej. Na skutek zmieniających się technologii również w zakresie pozyskiwania energii zamykane są starsze

Tab. 1. Zmiany w liczbie bocznic kolejowych

Kategoria	Rok 2000 (szacunkowo)	Rok 2023/2024 (dane UTK)	Zmiana (%)
Liczba bocznic kolejowych	2000	1000 w tym aktywnych < 900 (860)	-50,6
Liczba punktów ładunkowych	4500	ok. 1500	-66%
Udział kolei w przewozach towarów	18-20%	ok. 9-11%	-50%

zakłady produkcyjne, które posiadały bocznicę kolejową. Zamykane są kopalnie i huty które były generatorami ładunków z uwagi ochronę środowiska naturalnego i na zmianę podejścia do źródeł pozyskiwania energii. Zużycie paliw kopalnianych w Polsce w 2015 roku wynosiło 138 miliona ton natomiast w roku 2024 to już tylko 92,2 miliona ton [1]. Spadają więc przewozy masowe które były najbardziej opłacalne dla transportu kolejowego. Liczba bocznic kolejowych przez ostatni kilkanaście lat w Polsce spadła o około 60%. W roku 2000 było ich ponad 1960 obecnie jest tylko około 860 co obrazuje tabela 1.

Spadek liczby bocznic w Polsce spowodowany był też zwiększeniem wymagań przez organy nadzorujące w zakresie stanu utrzymania, posiadania dokumentacji oraz kwalifikacji pracowników. W rezultacie prowadziło to do zwiększenia kosztów ich utrzymania. Przewozy węgla kamiennego transportem kolejowym w roku 2021 wynosiły 88 731 tys. ton natomiast w roku 2024 spadły do poziomu 62 565 tys. ton. Ilość przewozów masowych szczególnie paliw kopalnianych nadal będzie miała tendencję zniżkową, należy więc dążyć do rozwoju transportu intermodalnego między innymi poprzez dążenie do konteneryzacji nowych segmentów ładunków oraz rozwijanie przewozów naczep i nadwozi wymiennych na wagonach kolejowych.

Segment przewozów intermodalnych w transporcie kolejowym stanowi najbardziej zaawansowane rozwiązanie logistyczne, tak więc ten kierunek należy nadal rozwijać. Logistyka zajmuje się kompleksowym podejściem do wszystkich działań w zakresie przepływu potoków ła-

dunków a główny jej szkielet, jak już wskazywaliśmy stanowi układ infrastruktury liniowej jak i punktowej, który decyduje o dostępności transportowej obszaru. Należy zaznaczyć, że o efektach użytkowych systemu decydują dostępność i jakość oferowanych usług transportowych. Tę dziedzinę działalności można traktować jako zintegrowany system kształtowania i kontroli procesów fizycznego przepływu towarów oraz ich informacyjnych uwarunkowań zmierzających do osiągnięcia możliwie najkorzystniejszych relacji pomiędzy poziomem świadczonych usług a poziomem i strukturą związanych z tym kosztów. Sieć transportowa kraju jest złożonym układem podsystemów technicznych (gałęziowych, funkcjonalnych), organizacyjnych, finansowych i regulacyjnych. W budowaniu łańcuchów dostaw w których podstawowym elementem są procesy transportowe należy dążyć do wykorzystania najlepszych cech poszczególnych gałęzi transportowych, które zapewnią nie tylko optymalne koszty ale najmniejsze negatywne oddziaływanie na nasze środowisko naturalne. Im silniejsze i bardziej systemowe są powiązania między jego poszczególnymi gałęziami tym sprawność sieci jest większa. Wzrost udziału transportu kolejowego w rynku przewozu towarów jest możliwy między innymi dzięki inwestycjom, zarówno w oparciu o modernizację istniejącej już infrastruktury, jak i budowie nowych obiektów infrastrukturalnych w tym też przeładunkowych. Rozwój infrastruktury logistycznej powinien wyprzedzać rozwój transportu w stosunku do potrzeb, a więc wyprzedzać potrzeby transportowe. Wynika to między innymi z długiego okresu

Tab. 2. Emisja gazów cieplarnianych z gałęzi transportu

Gałąź transportu	Udział w emisji gazów cieplarnianych (EEA)	Udział w pracy przewozowej (szacunkowo)	Charakterystyka efektywności
Transport drogowy	71,70%	ok. 75-82%	Największa skala, ale też największe obciążenie dla środowiska (zwłaszcza auta osobowe).
Żegluga	14,10%	ok. 10-12%	Wysoka efektywność przy transporcie masowym, ale wysokie emisje tlenków siarki i azotu.
Lotnictwo	13,40%	ok. 5-8%	Najwyższa emisja w przeliczeniu na jednego pasażera/kilometr.
Kolej	0,40%	ok. 7-10%	Lider ekologii: wykonuje znaczną pracę przy minimalnym śladzie węglowym.
Inne	0,50%	< 1%	Transport rurociągowy i pozostałe formy.

powstawania obiektów infrastrukturalnych takich jak terminale czy centra logistyczne. W kształtowaniu infrastruktury transportowej ważną rolę odgrywają samorządy tj. w procesach inwestycyjnych związanych z poprawą i dostępnością do infrastruktury. Istotną rolę jest wspieranie powstawania nowych inwestycji oraz ułatwianie procesów pozyskiwania zgód np. decyzji środowiskowych i pozwoleń na budowę. Punktami integrującymi poszczególne ogniwa systemu transportowego powinny być terminale intermodalne, konwencjonalne punkty koncentracji prac przeładunkowych i usług logistycznych oraz centra logistyczne i ogólnodostępne punkty ładunkowe. Obszary na których obecnie funkcjonują terminale intermodalne to już nie tylko sama infrastruktura logistyczna ale także miejsca w których występują generatory ładunków czyli tzw. specjalne strefy ekonomiczne, parki przemysłowo-technologiczne, czy wolne obszary celne i duże zakłady produkcyjne. Miejsca te dzięki szeregom udogodnień (podatkowym, ekonomicznym, technologicznym czy komunikacyjnym) mogą i przyciągają przedsiębiorców aktywizując gospodarczo obszary. W najbardziej rozwiniętych gospodarczo województwach, czyli tam gdzie PKB jest najwyższe jak: mazowieckim, śląskim oraz wielkopolskim, występują dużo większe potoki ładunków podatnych na konteneryzację niż w pozostałych a także w tych województwach powstają terminale intermodalne [2]. Zwiększone przewozy dotyczą także

województwa pomorskiego z uwagi na lokalizację głównych morskich terminali kontenerowych, oraz województwa łódzkiego, gdzie przecinają się główne korytarze transportowe. We wszystkich województwach, w tym także tych o mniejszym wskaźniku PKB, liczba przewożonych kontenerów powinna wzrastać z każdym kolejnym rokiem. Powyższe świadczy o wzroście obrotu towarów wysoko przetworzonych podatnych na ich konteneryzację. Z dostępnych prognoz makroekonomicznych wynika, że taki trend zostanie utrzymany w kolejnych latach. Podstawową potrzebą dla objęcia siecią terminali intermodalnych całego kraju jest większe wsparcie państwa w województwach o mniejszym uprzemysłowieniu. W sytuacji, gdy coraz mniej przesyłek może być transportowanych koleją z miejsc pierwotnego nadania lub do destynacji docelowych z uwagi na brak bocznic kolejowych i punktów za- i wyładunkowych, warunkiem koniecznym dla rozwoju towarowych przewozów kolejowych jest stworzenie odpowiednio gęstej i obejmującej cały kraj sieci różnego rodzaju obiektów umożliwiających sprawne przeładunki pomiędzy koleją i innymi gałęziami transportu. Sieć [4] taka powinna być spójna z siecią kolei europejskich, a nowo powstające terminale powinny współpracować z już istniejącymi terminalami w Europie.

Zmieniające się uwarunkowania w zakresie podziału rynku transportowego oraz nowe organizacje procesów transportowych czy segmentu ładunku, mają wpływ na zmianę po-

trzeb w zakresie infrastruktury transportowej i logistycznej. W planowaniu przestrzennym obszarów będących generatorami potoków ładunków należy przewidywać przyszłą obsługę transportową, która powinna być zgodna z zaleceniami polityki transportowej Unii Europejskiej. W społeczeństwach państw rozwiniętych gospodarczo coraz bardziej uwidacznia się potrzeba ochrony środowiska a więc i zdrowia mieszkańców. Dlatego ogranicza się emisje spalin przechodząc na odnawialne źródła energii aby zmniejszyć ilość śladu węglowego w naszym otoczeniu. Zgodnie z danymi Europejskiej Agencji Środowiska za rok 2023 emisja gazów cieplarnianych z transportu z podziałem na gałęzie przekładała się w następujący sposób kolej to 0,4% żegluga 14,1% lotnictwo 13,4 % transport samochodowy to 71,7% inne 0,5%. Jednak dla pełnego obrazu należy to zestawzić z wielkością wykonanej pracy przewozowej gdzie znacząca dominację ma transport samochodowy co obrazuje tabela 2.

Z unijnych założeń polityki transportowej [5] wynika, że kraje członkowskie powinny kształtować podatki transportowe i infrastrukturalne opłaty dostępowe przez pryzmat wysokości kosztów zewnętrznych generowanych przez każdą z gałęzi transportu z zastosowaniem wspólnych zasad „użytkownik płaci” oraz „zanieczyszczający płaci”, przy jednoczesnym uwzględnieniu specyfiki rodzajowej środków transportu w ramach poszczególnych gałęzi. W prawie unijnym znajdują się zapisy, których celem jest przyśpieszenie i zrównoważenie rozwoju usług transportowych. W szczególności unijne akty prawne są ukierunkowane na wspieranie rozwoju transportu intermodalnego, który postrzegany jest jako najbardziej przyjazny środowisku i jest rzeczywistą alternatywą dla względnie wysoko emisyjnego transportu drogowego na całej trasie przewozu. W Polsce transport samochodowy

pokrywa tylko kilka procent odpłat za dostęp do infrastruktury drogowej, kolej musi pokrywać koszty dostępu za każdy przejechany kilometr linii kolejowej. Wstawienie wagonów na tory zarządcy infrastruktury wiąże się też z ponoszeniem opłat.

Wytyczne dla jednolitego europejskiego obszaru kolejowego m.in. zobowiązują zarządców obiektów infrastruktury usługowej do udostępniania ich wszystkim zainteresowanym przedsiębiorstwom kolejowym na niedyskryminacyjnych zasadach [6], co powinno istotnie przyczynić się do rozwoju transportu intermodalnego.

Nie ulega wątpliwości, iż rozwój usług logistycznych w tym również na międzynarodowych rynkach nie byłby możliwy bez rozwoju nowych technologii i wsparcia informatycznego. Dla firm współpracujących w układzie partnerskim oznacza to możliwość dyfuzji innowacyjnych rozwiązań i nowych technologii. Jednym z kierunków działań w rywalizacji na rynku jest możliwość zaoferowania klientom tej samej jakości usługi jednak po niższej cenie. Jednym z kluczowych czynników sukcesu w transporcie jest czas przewozu, co w dużej mierze uzależnione jest od stanu infrastruktury transportowej. Szybki rozwój technologii informatycznych i komunikacyjnych powoduje, że zapewnienie odpowiedniej jakości usług wymaga też aplikacji wspierających przepływ towarów i informacji. Niezależnie od tego, jak będą się zmieniać uwarunkowania techniczne, organizacyjne i informatyczne w procesach logistycznych kolejnym bardzo istotnym zagadnieniem są kwalifikacje pracowników obsługujących łańcuchy dostaw. Do procesów logistycznych, które są coraz bardziej złożone powinno podchodzić się w sposób profesjonalny i to decyduje, że obecnie logistyka wymaga wysokiego poziomu kwalifikacji i ukierunkowanych kompetencji pracowników. Firmy logistyczne

powinny postrzegać czynnik ludzki jako gwarancję rozwoju w sprawnym zarządzaniu zintegrowanymi procesami w łańcuchach dostaw. Niestety szkolnictwo szczególnie na poziomie wyższym nie zapewnia odpowiednio przygotowanej kadry. Systemy nauczania nie nadążają za bardzo szybko zmieniającą się organizacją procesów logistycznych i stosowanych w nich systemów IT. Podstawowym problemem jest brak właściwego szkolenia praktycznego słuchaczy szkół średnich i uczelni wyższych a firmy logistyczne nie są skłonne aby przyjmować uczniów i studentów na praktykę, która ugruntowała by ich wiedzę w praktyce. Kolejnym wyzwaniem w branży jest brak nauczycieli zawodów z aktualną wiedzą i tu pomocne mogą okazać się budowane z środków Krajowego Planu odbudowy (KPO), Branżowe Centra Umiejętności, które wspierane są przez podmioty branżowe, pełniące rolę lidera merytorycznego. Należy mieć na uwadze iż w firmach, proces szkolenia nowego pracownika jest długi i kosztowny np. ogólnie wykształconego pracownika na stanowisko spedytora to szkolenie około 6 miesięcy a w procesach transportowych skrajnym przypadkiem jest wyszkolenie maszynisty gdzie okres szkolenia to od 1,5 roku do dwóch lat. Mając na uwadze tak długie procesy kształcenia oraz przewidywalność z zakresu spodziewanych potoków ładunków w poszczególnych gałęziach transportu decyzje i działania w zakresie przenoszenia towarów z dróg na kolej powinny zapadać z dużym wyprzedzeniem i powinny być sukcesywnie wdrażane. Osoby związane z transportem samochodowym i zwoleńnicy tej gałęzi transportu bardzo często w argumentacji za dalszym rozwojem transportu samochodowego argumentują swoje stanowisko tym że transport kolejowy nie jest w stanie przejąć tak dużego potoku ładunków. Stwierdzenie powyższe jest prawdą jeżeli rozpatrujemy bardzo

krótki okres czasu. Proces przenoszenia ładunków na bardziej ekologiczne środki transportu jak kolej czy śródlądowy z pewnością potrwa kilka a nawet kilkanaście lat jednak należy go rozpocząć. W łańcuchach dostawy istotną rolę nadal będzie spełniał transport samochodowy lecz należy dążyć do ograniczenia jego roli i szerszej współpracy z transportem kolejowym. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Prezentacja UTK przedstawiana na konferencji Intermodal 2025 r. 15 października STIK RP w Warszawie, „Przewozy intermodalne w Polsce alternatywą dla węgla kamiennego w najbliższych latach”
- [2] Paś J., H. Zielaskiewicz „Terminale intermodalne a rozwój gospodarczy regionów”, Przegląd Komunikacyjny 6/2025, ISSN 0033-22-32, Warszawa 2025, p. 7-10
- [3] Salomon, A. „Rola lądowych terminali kontenerowych w obsłudze morskich łańcuchów transportowych”, Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego, Uniwersytet Morski w Gdyni 2018, nr 15, s. 143–155.
- [4] Anna Łupicka . Istota podejścia sieciowego, „Formy koordynacji rynkowej w łańcuchach dostaw” Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009, s. 65-68.
- [5] Biała księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasoboszczędnego systemu transportu z 28 marca 2011 r. oraz późniejsze rozporządzenia Unii Europejskiej
- [6] Art. 13 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/34/UE z dnia 21 listopada 2012 r. w sprawie utworzenia jednolitego europejskiego obszaru kolejowego.

Optymalizacja Procesów Transportowo-Przeładunkowych w Terminalach Intermodalnych

Optimization of Transport and Transshipment Processes in Intermodal Terminals



Roland Jachimowski

Dr hab. inż., prof. uczelni

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

roland.jachimowski@pw.edu.pl



Michał Kłodawski

Dr hab. inż., prof. uczelni

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

michal.klodawski@pw.edu.pl



Karol Nehring

Dr inż.

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

karol.nehring@pw.edu.pl

Streszczenie: Artykuł podejmuje problematykę optymalizacji procesów transportowo-przeładunkowych w kolejowo-drogowych terminalach intermodalnych, stanowiących kluczowe elementy współczesnych łańcuchów dostaw. Rosnące znaczenie transportu intermodalnego w łańcuchach dostaw wynika z jego efektywności ekonomicznej i środowiskowej, osiąganey dzięki integracji różnych gałęzi transportu. Tym samym właściwe funkcjonowanie terminali ma kluczowy wpływ na efektywność całego łańcucha dostaw. W pracy zidentyfikowano trzy główne, wzajemnie powiązane obszary decyzyjne determinujące efektywność operacyjną terminala: organizację składowania kontenerów na placu, planowanie rozmieszczenia kontenerów na pociągu oraz harmonogramowanie pracy suwnic. Podkreślono konieczność ich zintegrowanego rozpatrywania, ze względu na silne zależności funkcjonalne. W celu oceny efektywności optymalizacji procesów transportowo-przeładunkowych w terminalu intermodalnym przeprowadzono ich badania symulacyjne w środowisku FlexSim. Uzyskane wyniki symulacji wykazały, że zastosowanie algorytmów metaheurystycznych pozwala znacząco skrócić czas pracy suwnicy przy załadunku i obsłudze placu w porównaniu z intuicyjnym planowaniem jej ruchów. Ponadto przeprowadzone badania pozwoliły na wskazanie zależności pomiędzy liczbą warstw składowania kontenerów na placu a pracochłonnością pracy suwnicy i liczbą przestawianych na placu kontenerów.

Słowa kluczowe: Terminal intermodalny; Optymalizacja procesów przeładunkowych; Symulacja; FlexSim

Abstract: The article addresses the optimization of transport and transshipment processes in rail–road intermodal terminals, which constitute key elements of modern supply chains. The growing importance of intermodal transport in supply chains results from its economic and environmental efficiency, achieved through the integration of different transport modes. Therefore, the proper functioning of terminals has a crucial impact on the efficiency of the entire supply chain. The study identifies three main, interrelated decision areas determining terminal operational performance: container storage organization in the yard, planning of container allocation on trains, and scheduling of yard crane operations. The necessity of their integrated consideration is emphasized due to strong functional interdependencies. To evaluate the effectiveness of optimization in intermodal terminal processes, simulation studies were conducted using the FlexSim environment. The results indicate that the application of metaheuristic algorithms significantly reduces crane operating time during train loading and yard handling compared to intuitive planning approaches. Furthermore, the study identifies relationships between the number of container stacking layers, crane workload, and the number of container reshuffling operations in the yard.

Keywords: Intermodal terminal; Transshipment process optimization; Simulation; FlexSim

Rola terminali intermodalnych w łańcuchu dostaw

Transport intermodalny odgrywa coraz większą rolę w systemach transportowych, co jest bezpośrednio związane z rozwojem konteneryzacji, wzrostem masy przewożonych ładunków oraz postępem technologicznym w obszarze transportu kolejowego i drogowego. Polega on na przewożeniu ładunku w jednej jednostce transportowej różnymi gałęziami transportu na całej trasie przewozu. Dzięki temu możliwe jest połączenie mocnych stron poszczególnych

gałęzi transportu, co prowadzi do zwiększenia efektywności przewozów oraz ograniczenia kosztów zewnętrznych, w szczególności oddziaływania transportu na środowisko.

Znaczenie transportu intermodalnego rośnie również ze względu na konieczność ograniczania emisji zanieczyszczeń oraz racjonalizacji wykorzystania infrastruktury transportowej. Przenoszenie części przewozów na transport kolejowy lub wodny, przy jednoczesnym wykorzystaniu transportu drogowego na krótkich odcinkach dowozowo-odwozowych, pozwala

zmniejszyć zużycie energii, ograniczyć emisję oraz poprawić płynność ruchu. W efekcie transport intermodalny staje się istotnym elementem zrównoważonego rozwoju systemów logistycznych i transportowych [1].

Kluczową rolę w funkcjonowaniu transportu intermodalnego odgrywają terminale intermodalne, które stanowią punkty przeładunkowe umożliwiające zmianę środka transportu oraz integrację różnych gałęzi transportu. Terminale te świadczą usługi przeładunkowo-magazynowe oraz inne usługi związane z obsługą jednostek intermodalnych.

Umożliwiają one wykonywanie operacji załadunku i wyładunku, składowanie jednostek, a także realizację czynności manipulacyjnych związanych z ich dalszym przemieszczaniem. W praktyce terminal intermodalny stanowi system obejmujący infrastrukturę, urządzenia przeładunkowe, środki transportu oraz odpowiednią organizację pracy, które wspólnie umożliwiają sprawną realizację procesów transportowych [2].

Znaczenie terminali intermodalnych wynika z faktu, że to właśnie w ich obrębie zachodzą kluczowe operacje decydujące o ciągłości i sprawności całego łańcucha dostaw. Terminale pełnią funkcję węzłów integrujących przepływ ładunków między transportem kolejowym i drogowym, a ich lokalizacja i wyposażenie determinują możliwości organizacji przewozów intermodalnych. Bez sprawnie funkcjonujących terminali nie byłoby możliwe efektywne wykorzystanie zalet transportu intermodalnego [3].

Jednocześnie należy podkreślić, że procesy zachodzące w terminalach intermodalnych w istotny sposób determinują funkcjonowanie całego systemu transportu intermodalnego. Czas realizacji operacji przeładunkowych, sposób organizacji składowania kontenerów, efektywność wykorzystania urządzeń przeładunkowych oraz koordynacja obsługi pociągów i pojazdów drogowych wpływają bezpośrednio na czas i koszt realizacji przewozów. W związku z tym procesy terminalowe nie mogą być traktowane jako odrębny element systemu, lecz jako jego kluczowy komponent wpływający na efektywność całego łańcucha transportowego. Tym samym ich optymalizacja stanowi jeden z podstawowych warunków efektywnego funkcjonowania transportu intermodalnego jako całości.

Problematyka optymalizacji procesów transportowo-przeładunkowych w kolejowo-drogowych terminalach intermodalnych

W kolejowo-drogowym ładownym terminalu intermodalnym do najważniejszych problemów optymalizacyj-

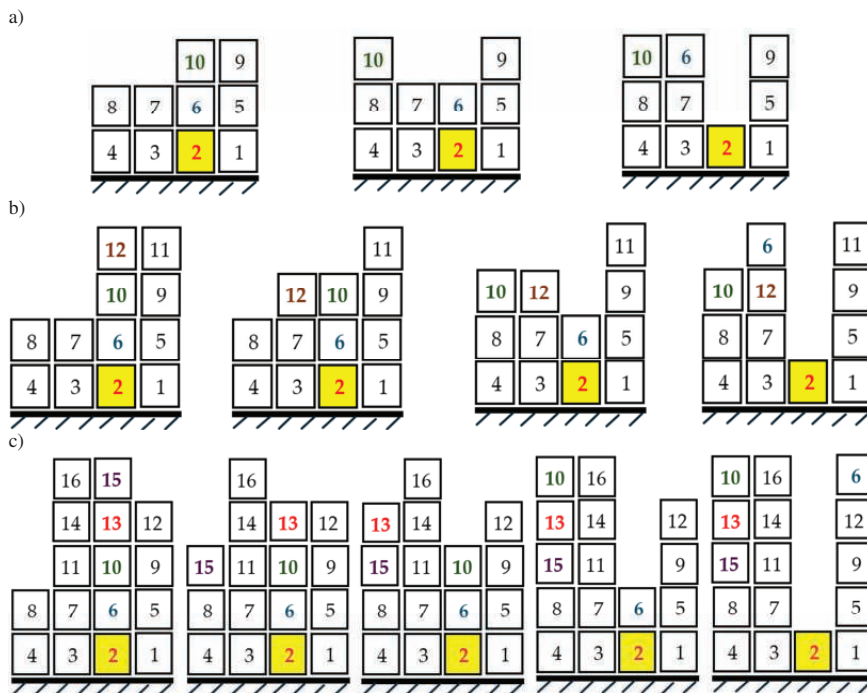
nych należą zagadnienia związane ze składowaniem kontenerów na placu, planowaniem ich rozmieszczenia na pociągu oraz przydziałem i organizacją pracy suwnic. Problemy te nie funkcjonują w praktyce jako odrębne obszary decyzyjne, lecz tworzą jeden wzajemnie powiązany układ operacyjny, od którego zależy sprawność całego terminala. Każda decyzja dotycząca lokalizacji kontenera na placu wpływa na sposób jego późniejszego pobrania, czas obsługi pociągu, liczbę ruchów urządzeń przeładunkowych oraz możliwość sprawnego zorganizowania przeładunku między transportem kolejowym i drogowym. Z tego względu optymalizacja pracy terminala wymaga jednoczesnego uwzględniania tych procesów, a nie rozpatrywania ich oddzielnie [4].

Pierwszym z kluczowych zagadnień jest problem składowania kontenerów na placu. W terminalu intermodalnym plac składowy pełni funkcję bufora między transportem kolejowym i drogowym, ponieważ trafiają na niego kontenery, które nie mogą zostać przeładowane bezpośrednio z wagonu na samochód ciężarowy lub odwrotnie. Problem ten nie sprowadza się więc do prostego zajmowania wolnych miejsc, lecz polega na takim rozmieszczeniu jednostek, aby z jednej strony efektywnie wykorzystać dostępną przestrzeń, a z drugiej zapewnić szybki dostęp do kontenera w chwili jego wydania lub załadunku. W praktyce oznacza to konieczność podejmowania decyzji najpierw o tym, w której części placu dany kontener powinien zostać umieszczony, a następnie o wyborze konkretnego miejsca składowania. Przy podejmowaniu takich decyzji należy brać pod uwagę przewidywany termin wyjazdu kontenera z placu, jego powiązanie z określonym pociągiem lub kierunkiem przewozu, odległość od miejsca załadunku lub rozładunku, aktualne i przyszłe obciążenie urządzeń przeładunkowych, a także cechy samego kontenera, takie jak jego masa, wymiary czy dopuszczalna wysokość składowania [4], [6], [7].

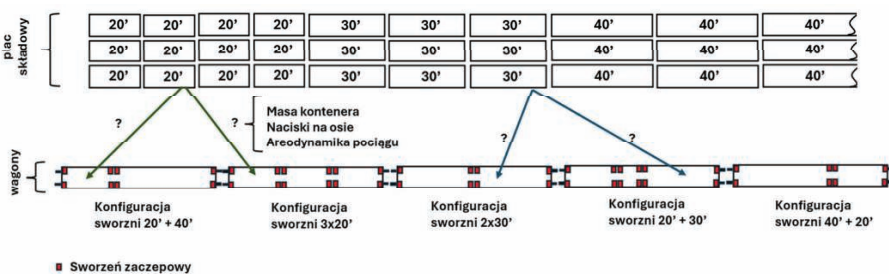
Z problemem składowania bezpośrednio wiąże się problem przestawiania kontenerów na placu (reshufflingu)

[5]. Występuje on wtedy, gdy kontener potrzebny do wydania lub załadunku nie jest łatwo dostępny, ponieważ został ustawiony pod innymi jednostkami lub w miejscu utrudniającym jego pobranie. W takiej sytuacji konieczne stają się dodatkowe operacje przeładunkowe, które nie tworzą nowej wartości, ale wydłużają czas obsługi i zwiększają koszty funkcjonowania terminala. Z tego powodu jakość organizacji placu ocenia się nie tylko przez stopień wykorzystania powierzchni, lecz również przez liczbę koniecznych przestawień. Im więcej takich ruchów, tym większe obciążenie suwnic, większe zużycie czasu pracy urządzeń i wyższe ryzyko powstawania zatorów operacyjnych. W praktyce szczególnie istotne jest ograniczanie przestawień wymuszonych, natomiast przestawienia planowe powinny być realizowane tylko wtedy, gdy faktycznie poprawiają sprawność późniejszych operacji. Oznacza to, że optymalizacja składowania polega na znalezieniu kompromisu pomiędzy intensywnym wykorzystaniem przestrzeni placu a łatwością późniejszego dostępu do kontenerów [5], [8]. Problem przestawiania/rekonfiguracji kontenerów na placu składowym schematycznie przedstawiono na rysunku 1.

Drugim podstawowym zagadnieniem optymalizacyjnym jest planowanie rozmieszczenia kontenerów na pociągu. Jego istotą jest takie przypisanie kontenerów do wagonów i miejsc na wagonach, aby zapewnić bezpieczny przewóz, odpowiednie wykorzystanie zdolności przewozowej składu oraz sprawną realizację operacji przeładunkowych. W praktyce nie chodzi jedynie o to, czy dany kontener zmieści się na wagonie, ale o takie ułożenie całego składu, które będzie technicznie poprawne, ekonomicznie uzasadnione i korzystne z punktu widzenia organizacji pracy terminala. Każdy wagon ma określone parametry techniczne, takie jak długość, dopuszczalne obciążenie, naciski na osie oraz konfigurację trzpień zaczepowych, a to właśnie one wyznaczają możliwe miejsca ładunkowe i dopuszczalne kombinacje załadunku kontenerów o różnych długościach. Jednocześnie same kontenery różnią się masą, wymiarami, typem, przeznac-



1. Problematyka przestawiania kontenerów na placu składowym w zależności od liczby warstw składowania. a) 3 warstwy, b) 4 warstwy, c) 5 warstw



2. Problematyka załadunku pociągu intermodalnego

zeniem oraz wymaganiami przewozowymi. W rezultacie liczba możliwych wariantów załadunku jest bardzo duża, a wybór najlepszego rozwiązania wymaga jednoczesnego uwzględnienia wielu ograniczeń [9], [10].

Z punktu widzenia terminala ładunkowego problem ten ma szczególne znaczenie, ponieważ plan załadunku pociągu pozostaje bezpośrednio powiązany z organizacją placu składowego. Kontenery trafiają na wagony z konkretnych lokalizacji na placu, a więc ich rzeczywiste położenie wpływa na liczbę przejazdów urządzeń, czas pobrania oraz konieczność wykonywania dodatkowych przestawień. Jeśli kontenery przeznaczone na dany pociąg są rozproszone, ukryte pod innymi jednostkami lub położone daleko od właściwego obszaru frontu ładunkowego, obsługa pociągu staje się mniej wydajna. W efekcie dobry plan załadunku

musi uwzględniać nie tylko parametry wagonów i kontenerów, ale także organizację placu składowego oraz łatwość dostępu do jednostek przeznaczonych do załadunku [11]. Problematykę tę schematycznie przedstawiono na rysunku 2.

W praktyce planowanie załadunku może mieć charakter statyczny albo dynamiczny. Statyczne planowanie jest możliwe wtedy, gdy wszystkie kontenery przeznaczone na dany pociąg są wcześniej dostępne w terminalu i znane są ich parametry. W rzeczywistych warunkach pracy terminala często występuje jednak niepewność związana z opóźnieniami dostaw, błędami w danych, zmianami priorytetów obsługi czy nieterminowym pojawieniem się kontenerów eksportowych. W takich sytuacjach wcześniej przygotowany plan musi być aktualizowany, a niekiedy nawet modyfikowany w trakcie

obsługi pociągu. Oznacza to, że planowanie załadunku nie jest jednorazową czynnością planistyczną, lecz elementem bieżącego sterowania procesami terminalowymi [12].

Trzecim podstawowym problemem optymalizacyjnym jest przydział do zadań i organizacja pracy suwnic. To właśnie od sposobu ich wykorzystania zależy przepustowość terminala, czas obsługi pociągów i liczba możliwych operacji przeładunkowych. Problem ten polega na takim przypisaniu zadań do poszczególnych suwnic oraz takim ustaleniu kolejności ich realizacji, aby zapewnić możliwie szybką i płynną obsługę pociągów oraz pojazdów drogowych. W praktyce oznacza to konieczność określenia, która suwnica powinna obsłużyć dany kontener lub obszar placu, a także w jakiej kolejności powinny być wykonywane operacje przeładunkowe [13].

Złożoność tego problemu wynika z faktu, że suwnice w terminalach kolejowo-drogowych obsługują jednocześnie tory kolejowe, plac składowy i pasy drogowe. Każda decyzja o przydziale zadania wpływa więc nie tylko na realizację konkretnej operacji, ale również na dostępność urządzenia dla innych zadań i ogólną płynność pracy terminala. Jednym z najważniejszych ograniczeń technicznych jest to, że suwnice poruszają się po wspólnym torze i nie mogą się wzajemnie mijać. W efekcie ich kolejność wzdłuż placu jest stała, a możliwość elastycznego reagowania na zmiany obciążenia pozostaje ograniczona. W praktyce prowadzi to do stosowania statycznego podziału placu na obszary robocze przypisane do konkretnych suwnic. Rozwiązanie to upraszcza organizację pracy, ale jednocześnie zmniejsza elastyczność systemu i może prowadzić do nierównomiernego obciążenia urządzeń. Alternatywą jest dynamiczny przydział zadań, który pozwala lepiej wykorzystać dostępne zasoby, lecz wymaga zaawansowanych narzędzi informatycznych działających w czasie rzeczywistym i uwzględniających bieżące zakłócenia operacyjne [14]. Problematykę tę schematycznie przedstawiono na rysunku 3.

Zatem z punktu widzenia zarządza-

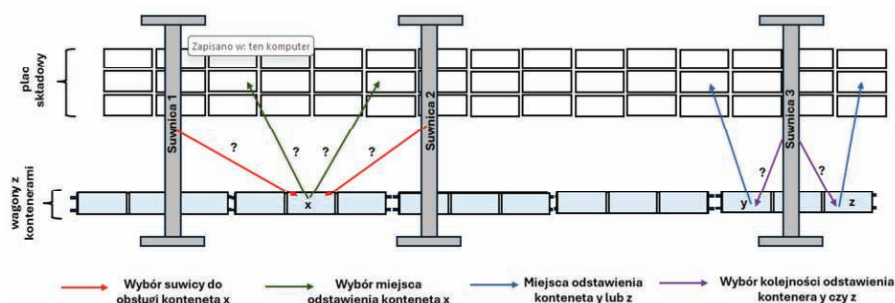
nia terminalem celem optymalizacji jest jednocześnie skrócenie czasu obsługi pociągów i samochodów ciężarowych, ograniczenie liczby przeładunków kontenerów, zmniejszenie liczby pustych przejazdów urządzeń przeładunkowych, równomierne obciążenie placu i suwnic, lepsze wykorzystanie pojemności pociągów oraz zachowanie wszystkich ograniczeń technicznych wagonów i kontenerów. Osiągnięcie tych celów wymaga uwzględnienia wielu czynników jednocześnie [15].

Optymalizacja procesów wymaga w dalszej kolejności ich weryfikacji. Jednym ze sposobów weryfikacji poprawności uzyskanych w procesie optymalizacji wyników jest przeprowadzenie badań symulacyjnych. Symulacje odgrywają kluczową rolę w analizie wyników optymalizacji, ponieważ pozwalają sprawdzić, jak zaproponowane rozwiązania zachowują się w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Dzięki nim można ocenić stabilność i odporność rozwiązania na zmienność parametrów wejściowych oraz niepewność danych. Symulacje umożliwiają także porównanie różnych wariantów optymalizacyjnych bez konieczności kosztownego wdrażania ich w praktyce. Dodatkowo pomagają wykryć potencjalne problemy, które nie są widoczne na etapie samego modelowania matematycznego. W rezultacie zwiększają wiarygodność i jakość podejmowanych decyzji [16].

Przykłady optymalizacji procesów transportowo-przeładunkowych w terminalu

Przykład 1. Optymalizacja procesu załadunku pociągu intermodalnego i jego symulacja

Celem zobrazowania korzyści płynących z optymalizacji procesów transportowo-przeładunkowych w terminalu poniżej przedstawiono model symulacyjny procesu załadunku pociągu intermodalnego przez suwnicę. Model symulacyjny wykonano w środowisku FlexSim. Analizowano jak wykorzystanie wybranych algorytmów heurystycznych i metaheurystycznych do planowania kolejności ruchów



3. Problematyka harmonogramowania pracy suwnic

suwnicy wpływa na skrócenie tego czasu załadunku. Proces załadunku kontenerów na wagony warunkowany był przez masę brutto kontenerów, konfigurację sworzni zaczepowych na wagonach oraz dopuszczalne naciski na osie wagonów. W modelu odwzorowano plac składowy składający się z trzech rzędów kontenerów składowanych w trzech warstwach, wagony intermodalne oraz suwnicę wykonującą załadunek pociągu (przykład modelu symulacyjnego we FlexSim przedstawiono na rysunku 5). Na potrzeby badań przeanalizowano 4 typowe dla operatorów suwnic strategie wyboru kolejności obsługi kontenerów oraz 2 algorytmy optymalizacyjne:

- L1 – priorytet wagonów kolejowych – suwnica dla kolejnych w składzie wagonów szuka pasujących kontenerów począwszy od początku bloku składowego;
- L2 – priorytet kontenerów – suwnica dla kolejnych kontenerów na placu poszukuje pasujących wagonów począwszy od początku składu pociągu;
- L3 – najkrótsza odległość od wagonu kolejowego do kontenera – suwnica dla kolejnych w składzie wagonów poszukuje najbliższych im pasujących kontenerów;
- L4 – najkrótsza odległość od kontenera do wagonu kolejowego – suwnica dla kolejnych na placu kontenerów poszukuje najbliższych im pasujących wagonów;
- L5 – najkrótsza odległość od bieżącego kontenera do wagonu kolejowego oraz od bieżącego wagonu kolejowego do kontenera – algorytm najbliższego sąsiada (algorytm heurystyczny).
- L6 – algorytm mrówkowy (metoda

optymalizacji kombinatorycznej, w której rozwiązania są konstruowane przez sztuczne „mrówki” na podstawie rozkładu prawdopodobieństwa zależnego od intensywności feromonów i funkcji heurystycznej, a następnie iteracyjnie aktualizowane w celu maksymalizacji jakości rozwiązania).

Ponadto w modelu założono:

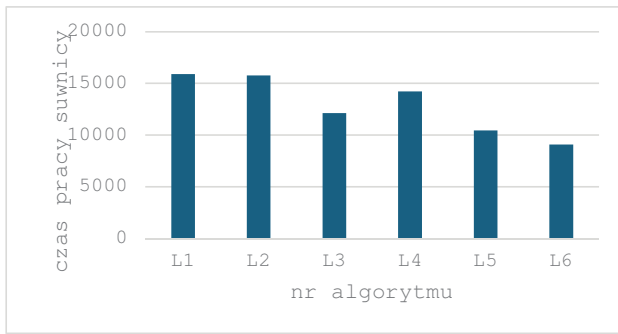
- Wykorzystanie kontenerów 20', 30', 40';
- Kontenery sparametryzowano przez 5 różnych przedziałów wagowych dla każdej z analizowanych długości kontenera, celem odwzorowania wpływu masy brutto kontenera na jego położenie na wagonie i w składzie pociągu.

Badania symulacyjne wykonywano dla wielu iteracji. Założono losowe rozmieszczenie kontenerów na placu oraz losową konfigurację sworzni na wagonach. W rezultacie uzyskano wyniki czasu pracy suwnicy dla poszczególnych algorytmów, które zestawiono na rysunku 4.

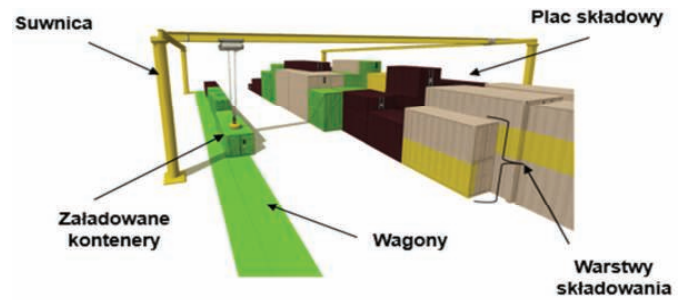
Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że algorytm L6 (metaheurystyczny algorytm mrówkowy) jest zdecydowanie najefektywniejszy, osiągając najkrótszy czas pracy suwnicy i wyraźnie przewyższając wszystkie pozostałe rozwiązania.

Przykład 2. Wpływ liczby warstw składowania kontenerów na placu na czas załadunku pociągu

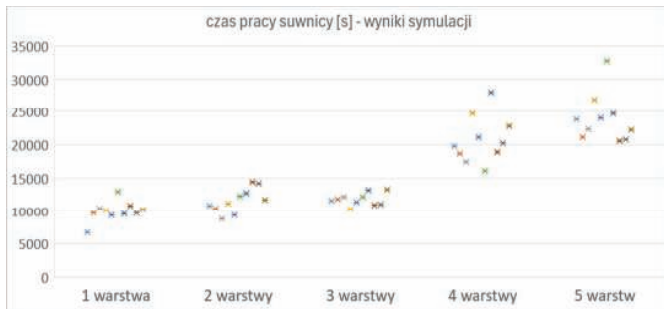
Optymalizacja pracy maszyn ładunkowych nie jest możliwa bez odpowiedniego zaplanowania placu składowego. Wspomniana w poprzednim



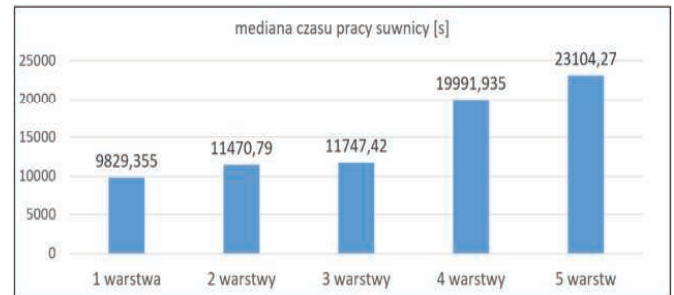
4. Wyniki czasu pracy suwnicy dla poszczególnych algorytmów



5. Fragment modelu symulacyjnego wraz z rozmieszczeniem kontenerów na placu



6. Czas pracy suwnicy w kolejnych symulacjach



7. Mediana czasu pracy suwnicy dla poszczególnych warstw składowania

rozdziale problematyka przestawiania kontenerów na placu składowym jest silnie związana z planowaniem rozmieszczenia tych kontenerów na placu oraz wielkością tego placu, wyrażaną również liczbą warstw składowania.

Zasadniczo liczba warstw w danym obszarze składowania w terminalu zależy przede wszystkim od przewidywanego czasu składowania kontenerów. W przypadku składowania krótkookresowego, np. do 1 doby w buforach, istotne jest zapewnienie szybkiego dostępu do kontenerów położonych głębiej. Stąd w strefach buforowych w terminalach składowanie to zazwyczaj nie przekracza 3 warstw.

W przypadku składowania długookresowego liczba warstw będzie rosła. Dlatego celem przedstawionych poniżej badań symulacyjnych jest zbadanie, jak liczba warstw składowania wpływa na czas załadunku pociągu intermodalnego. Przedstawione poniżej wyniki symulacji pozwolą określić dynamikę zmian czasu obsługi ładunkowej kontenerów w funkcji liczby warstw składowania.

Podobnie jak w przykładzie 1, tak i tu do budowy modelu symulacyjnego wykorzystano środowisko FlexSim. Na potrzeby badań przyjęto, że

- Blok składowy składa się z trzech rzędów kontenerów i maksymal-

nie 5 warstw. W bloku składowym ustawiono kontenery 20', 30' i 40'. Założono 80% wypełnienie bloku składowego.

- Na potrzeby wypełnienia placu składowego przez kontenery w badaniach założono, że liczba kontenerów poszczególnych typów w zależności od liczby warstw składowania wynosiła:

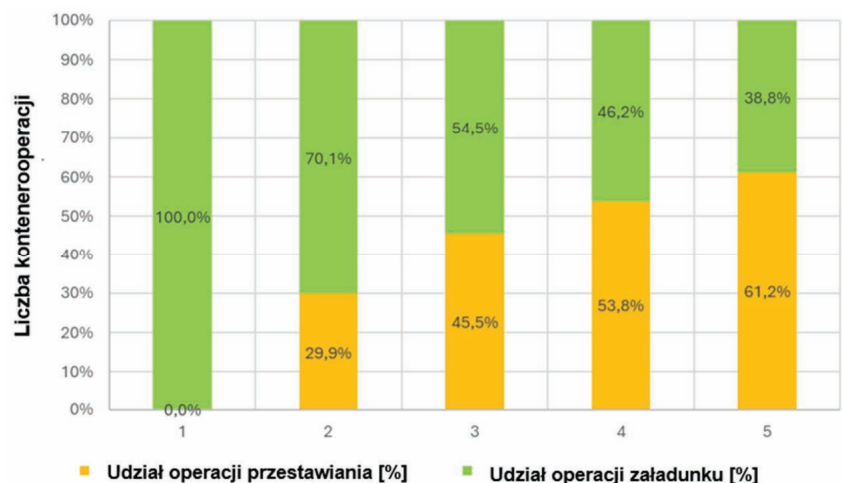
- 1 warstwa – 260 jednostek różnych typów (20', 30', 40')
- 2 warstwy – 518 jednostek
- 3 warstwy – 777 jednostek
- 4 warstwy – 1035 jednostek
- 5 warstw – 1296 jednostek

Fragment opracowanego modelu sy-

mulacyjnego przedstawiono na rysunku 5.

W obliczeniach wykorzystano przedstawiony w przykładzie 1 algorytm najbliższego sąsiada. Każdy z wariantów symulacji to inna liczba warstw. Symulacje powtarzano 10-krotnie w każdym z wariantów, za każdym razem losując rozmieszczenie kontenerów na placu składowym. Badaniu podlegał całkowity czas pracy poszczególnych elementów suwnicy takich jak brama, wózek i wciągarka. Wyniki badań symulacyjnych przedstawiono na rysunkach 6 i 7.

Analiza uzyskanych wyników symulacji wskazuje, że wraz ze zwiększaniem liczby warstw składowania kontenerów wydłuża się czas pracy suwnicy.



8. Udział operacji załadunku i przestawiania kontenerów w procesie obsługi pociągu

Dla niewielkiej liczby warstw (1–3) wzrost ten ma charakter umiarkowany i przebiega stopniowo. Wyraźne pogorszenie parametrów obserwuje się natomiast przy 4 i 5 warstwach. Mediana czasu pracy suwnicy dla pięciu warstw jest ponad dwukrotnie wyższa niż dla jednej warstwy. Najbardziej zauważalny skok następuje przy przejściu z 3 do 4 warstw, gdzie mediana czasu pracy zwiększa się o ponad 50%.

Istotnym elementem przeprowadzonych badań symulacyjnych było też określenie, jaki przy tych losowych danych do modelu symulacyjnego oraz przy zadanych warstwach składowania w kolejnych symulacjach, udział w procesie obsługi pociągu będą miały efektywne ruchy załadunku oraz ruchy związane jedynie z przestawianiem kontenerów na placu. Wyniki symulacji w tym zakresie przedstawiono na rysunku 8.

Na podstawie wyników przedstawionych na rysunku 8 wyraźnie można stwierdzić, że wraz ze wzrostem liczby warstw składowania kontenerów rośnie również liczba operacji przestawiania. Przy dwóch warstwach operacje te stanowią prawie 30% wszystkich ruchów suwnicy, natomiast przy pięciu warstwach przestawianie odpowiada już za ponad 61% wszystkich operacji przeładunkowych.

Wnioski

Transport intermodalny odgrywa kluczową rolę w nowoczesnych łańcuchach dostaw, a terminale intermodalne stanowią ich strategiczne ogniwa decydujące o sprawności przepływu ładunków. Efektywność funkcjonowania terminali zależy od właściwej organizacji i optymalizacji współzależnych procesów, takich jak składowanie kontenerów, planowanie załadunku czy harmonogramowanie pracy urządzeń przeładunkowych. Problemy te mają charakter złożony i wymagają zintegrowanego podejścia oraz wykorzystania zaawansowanych metod optymalizacyjnych.

Przeprowadzone badania potwierdzają, że zastosowanie algorytmów heurystycznych i metaheurystycznych pozwala znacząco skrócić czas reali-

zacji operacji przeładunkowych, przy czym najlepsze rezultaty osiągają metody bardziej zaawansowane. Jednocześnie wykazano, że sposób organizacji placu składowego, w szczególności liczba warstw składowania, ma istotny wpływ na efektywność pracy terminala. Tym samym prowadzenie badań symulacyjnych stanowi istotne narzędzie umożliwiające ocenę i porównanie wariantów organizacji procesów terminalowych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Jacyna M., Pyza D. Rola intermodalnych terminali przeładunkowych w przewozach kolejowo-drogowych. *Problemy kolejnictwa - Railway problems*, 2015, 169, 15-27.
- [2] Szaciłło L., Zielaskiewicz, H. Rozwój przewozów intermodalnych w województwie kujawsko-pomorskim na przykładzie projektu budowy terminala intermodalnego w Emilianowie. *Przegląd komunikacyjny - Transportation Overview Journal*, 2019, 74.
- [3] Böse J. W. (Ed.). *Handbook of terminal planning*. New York: Springer, 2011.
- [4] Boysen N., Flidner M., Jaehn F., & Pesch E. A survey on container processing in railway yards. *Transportation Science*, 2023, 47(3), 312-329.
- [5] Jachimowski, R., Kłodawski, M. The impact of container yard layout on the cargo handling time of external transport vehicles in an intermodal terminal. *Archives of Transport*, 2025, 73 (1)
- [6] Jachimowski R., Kłodawski M., Lewczuk K., Wasiak M. Selection of a Container Storage Strategy at the Rail-road Intermodal Terminal as a Function of Minimization of the Energy Expenditure of Transshipment Devices and CO2 Emissions. *Rocznik Ochrona Środowiska - Annual Set The Environment Protection*, 2018, 20.
- [7] Hu X., Liang C., Chang D., & Zhang Y. Container storage space assignment problem in two terminals with the consideration of yard sha-

ring. *Advanced Engineering Informatics*, 2021, 47.

- [8] Zhou C., Wang W., Li H. Container reshuffling considered space allocation problem in container terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2020, 136.
- [9] Nehring K., Kłodawski M., Jachimowski, R., Klimek, P., Vašek, R. Simulation analysis of the impact of container wagon pin configuration on the train loading time in the intermodal terminal. *Archives of Transport*, 2020, 60(4)
- [10] Bruns F., Knust S. Optimized load planning of trains in intermodal transportation. *OR spectrum*, 2012, 34(3).
- [11] Kłodawski M., Jachimowski R., Chamer-Gliszczyński N. Analysis of the overhead crane energy consumption using different container loading strategies in urban logistics hubs. *Energies*, 2024, 17(5).
- [12] Corry P., Kozan E. An assignment model for dynamic load planning of intermodal trains. *Computers & Operations Research*, 2006, 33(1).
- [13] Liu W., Zhu X., Wang L., Li S. Flexible yard crane scheduling for mixed railway and road container operations in sea-rail intermodal ports with the sharing storage yard. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2024, 190,
- [14] He J., Tan C., Zhang Y. Yard crane scheduling problem in a container terminal considering risk caused by uncertainty. *Advanced Engineering Informatics*, 2019, 39.
- [15] Szczepański E., Gołębiowski P., Kondracka B. Evaluation of the technological process of wagon processing at shunting stations using the simulation model. *Zeszyty Naukowe. Transport-Politechnika Śląska - Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 2023, 120.
- [16] Lewczuk K., Kłodawski M., Gepner P. Energy consumption in a distributional warehouse: A practical case study for different warehouse technologies. *Energies*, 2021, 14(9).

System TOS jako cyfrowe zaplecze funkcjonowania i rozwoju terminali intermodalnych

The TOS system as a digital base for the operation and development of intermodal terminals



Krystyna Śliwka

Dyrektor ds. Handlowych OLTIS Polska Sp. z o.o.,
Członek Krajowej Komisji Przewozów Intermodalnych,
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP (SITK RP)

Streszczenie: Dynamiczny rozwój transportu intermodalnego w Europie Środkowej stawia przed terminalami przeładunkowymi coraz większe wymagania w zakresie przepustowości, bezpieczeństwa i niezawodności procesów. Kluczową rolę w zarządzaniu tymi obiektami odgrywają dziś systemy klasy TOS (Terminal Operating System), które z narzędzi wspierających operacje ewoluowały w fundament utrzymania i rozwoju infrastruktury terminalowej.

Słowa kluczowe: TOS (Terminal Operating System); Terinale Intermodalne; Terminale przeładunkowe; Integracja; Bezpieczeństwo

Abstract: The dynamic development of intermodal transport in Central Europe is placing ever increasing demands on transshipment terminals in terms of capacity, safety, and process reliability. A key role in managing these facilities is now played by Terminal Operating Systems (TOS), which have evolved from tools supporting daily operations into a fundamental element for maintaining and developing terminal infrastructure.

Keywords: TOS (Terminal Operating System); Intermodal Terminals; Transshipment Terminals; Integration; Safety

Wprowadzenie

Współczesny terminal intermodalny to złożony system techniczno-organizacyjny, w którym operacje kolejowe i drogowe muszą być ze sobą ściśle skoordynowane. System TOS stanowi centralny element tej koordynacji, integrując planowanie pracy torów i placów składowych, obsługę jednostek ładunkowych, zarządzanie ruchem pojazdów oraz komunikację z urządzeniami przeładunkowymi np. suwnice. W praktyce oznacza to, że TOS przestaje być jedynie systemem informatycznym, a zaczyna pełnić funkcję elementu infrastruktury krytycznej terminalu.

Z punktu widzenia utrzymania obiektu system TOS umożliwia bieżącą analizę obciążenia infrastruktury, identyfikację wąskich gardeł oraz planowanie prac utrzymaniowych w sposób minimalizujący ingerencję w ruch operacyjny. Jest to szczególnie istotne w terminalach funkcjonujących w trybie ciągłym, gdzie każda nieplanowana przerwa wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo i płynność transportu.

Doświadczenia wdrożeniowe OLTIS Polska, będącej częścią grupy OLTIS Group, pokazują, że system TOS odgry-

wa kluczową rolę również w procesach rozbudowy i modernizacji terminali intermodalnych. Spółka współpracuje z kluczowymi uczestnikami rynku, realizując projekty na styku systemów informatycznych, infrastruktury kolejowej oraz logistyki.

Obecnie OLTIS Polska uczestniczy m.in. w rewitalizacji terminalu przeładunkowego Interport w Koszycach na Słowacji, gdzie system TOS pełni rolę rozwiązania spajającego kolejne etapy modernizacji obiektu. Równolegle realizowane są projekty rozwojowe w Polsce, takie jak rozbudowa Brzeskiego Terminalu Przeładunkowego KARPIEL, w których system informatyczny rozwijany jest równolegle z infrastrukturą fizyczną terminalu.

W tego typu projektach kluczowe znaczenie ma elastyczność architektury TOS oraz możliwość jego dostosowania do zmieniającego się układu torowego, nowych urządzeń przeładunkowych oraz rosnących wolumenów obsługiwanego jednostek.

System TOSi

Specyfika terminali intermodalnych polega na ścisłym powiązaniu procesów

logistycznych z infrastrukturą kolejową, podlegającą rygorystycznym regulacjom prawnym i technicznym. System TOS, jako centralny element zarządzania terminalem, musi w tym kontekście uwzględniać nie tylko potrzeby operacyjne operatora, lecz również wymagania wynikające z przepisów dotyczących kolei oraz infrastruktury krytycznej. Dotyczy to w szczególności lokalizacji urządzeń w sąsiedztwie torów, organizacji ruchu oraz integracji z systemami bezpieczeństwa.

W praktyce oznacza to, że system TOS nie może funkcjonować w oderwaniu od fizycznej struktury terminalu. Musi on odzwierciedlać rzeczywisty układ torowy, rozmieszczenie urządzeń przeładunkowych, strefy bezpieczeństwa oraz obowiązujące ograniczenia. W projektach realizowanych przez OLTIS Polska system TOS jest traktowany jako narzędzie wspierające nie tylko bieżącą eksploatację, lecz również procesy projektowe i uzgodnieniowe. Dane generowane przez system mogą stanowić podstawę analiz związanych z planowanymi zmianami infrastrukturalnymi, oceną wpływu nowych instalacji na bezpieczeństwo ruchu czy optymalizacją organizacji pracy terminalu.

Istotnym aspektem jest również zdolność systemu do pracy w środowisku o podwyższonych wymaganiach niezawodności. Terminale intermodalne, zwłaszcza te o znaczeniu międzynarodowym, stanowią element krytycznych łańcuchów transportowych. Awaria systemu informatycznego może mieć bezpośrednie konsekwencje dla ciągłości ruchu kolejowego i drogowego. Z tego względu systemy TOS rozwijane przez OLTIS Polska projektowane są z uwzględnieniem mechanizmów zapewniających ciągłość działania, kontrolę dostępu oraz integralność danych.

Równolegle system TOS coraz częściej staje się elementem szerszego środowiska teleinformatycznego terminalu. Integracja z systemami zarządzania magazynem (WMS), transportem (TMS) oraz aplikacjami mobilnymi umożliwia stworzenie jednolitej platformy informacyjnej obejmującej cały cykl obsługi jednostki ładunkowej. Takie podejście pozwala nie tylko na usprawnienie procesów logistycznych, lecz również na lepszą koordynację działań pomiędzy operatorami kolejowymi, drogowymi i logistycznymi.

Integracja operacji terminalowych z wizualizacją, monitoringiem ruchu oraz obsługą pierwszej i ostatniej mili.

Jednym z istotnych kierunków rozwoju systemów TOS wdrażanych przez OLTIS Polska jest integracja danych operacyjnych z narzędziami wizualizacji. Systemy te coraz częściej łączą bieżącą obsługę terminalu z interaktywną mapą obiektu, umożliwiającą aktualny podgląd sytuacji na placach składowych, torach oraz w strefach wjazdu i wyjazdu. Takie podejście pozwala operatorom na szybsze reagowanie na zmieniające się warunki operacyjne oraz lepszą koordynację działań na styku infrastruktury kolejowej i drogowej.

Dzięki integracji systemu TOS z jednostkami GPS zainstalowanymi w pojazdach możliwe jest monitorowanie ruchu ciężarówek na terenie terminalu w czasie rzeczywistym. Rozwiązania te wspierają nie tylko optymalizację organizacji ruchu i poprawę bezpieczeństwa pracy, lecz także skuteczne zarządzanie procesami realizującymi tzw. pierwszą i ostatnią milę. System TOS obejmuje swoim zakresem etapy poprzedzające wjazd pojazdu na terminal, obsługę w

obrębie infrastruktury oraz dalszy etap dystrybucji ładunku, zapewniając spójność danych na całej długości procesu transportowego.

Z perspektywy operatora terminalu kluczowe znaczenie ma możliwość planowania i monitorowania transportów drogowych powiązanych z operacjami kolejowymi. Integracja TOS z systemami transportowymi oraz wizualizacja ruchu w oparciu o dane GPS pozwala ograniczać czas oczekiwania pojazdów, minimalizować zatory w strefach wjazdowych oraz precyzyjnie koordynować obsługę pociągów i transportów drogowych. Zakres prezentowanych danych, funkcjonalność map oraz poziom szczegółowości monitoringu mogą być każdorazowo dostosowywane do indywidualnych potrzeb operatora terminalu i jego klientów logistycznych.

Wraz ze wzrostem znaczenia systemów TOS rośnie również odpowiedzialność dostawców za bezpieczeństwo przetwarzanych danych oraz ciągłość działania systemów. Dla OLTIS Polska, jako dostawcy rozwiązań dla infrastruktury krytycznej w Czechach i na Słowacji, bezpieczeństwo informacji stanowi jeden z kluczowych obszarów rozwoju systemów.

Systemy TOS są projektowane z myślą o integracji z innymi rozwiązaniami informatycznymi, takimi jak WMS, TMS czy dedykowane aplikacje mobilne. Takie podejście pozwala na stworzenie spójnego środowiska informatycznego obejmującego cały łańcuch procesów logistycznych – od operacji kolejowych i drogowych, po zarządzanie magazynem i transportem.

Istotnym elementem tego ekosystemu są również rozwiązania sprzętowe. OLTIS Polska współpracuje z zewnętrznymi partnerami technologicznymi, integrując swoje systemy z urządzeniami renomowanych producentów. Przykładem jest partnerstwo produktowe z firmą Zebra, dzięki któremu wdrażane rozwiązania są w pełni kompatybilne z mobilnymi terminalami wykorzystywanymi w pracy operacyjnej terminali.

Efektywność transportu intermodalnego nie jest wypadkową jednego elementu infrastruktury, lecz rezultatem właściwej integracji procesów kolejowych, drogowych i terminalowych. W tym kontekście rola systemów TOS wykracza poza klasyczne zarządzanie operacjami przeładunkowymi. Systemy te stają się narzędziem umożliwia-

jącym synchronizację całego procesu transportowego – od dojazdu jednostki transportowej do terminalu, przez obsługę kolejową, aż po realizację pierwszej i ostatniej mili.

Integracja danych operacyjnych w jednym systemie pozwala na redukcję zbędnych postojów, skrócenie czasów obsługi oraz lepsze wykorzystanie infrastruktury torowej i placowej. Przekłada się to bezpośrednio na wzrost przepustowości terminalu bez konieczności natychmiastowej rozbudowy infrastruktury fizycznej. W praktyce oznacza to realne zwiększenie konkurencyjności transportu kolejowego wobec transportu drogowego, co stanowi jeden z kluczowych celów rozwoju intermodalu w Europie Środkowej.

Z perspektywy organizacji ruchu istotne jest również ograniczanie punktów nieciągłości procesu transportowego. Spójność danych pomiędzy systemami TOS, WMS i TMS umożliwia płynne przechodzenie pomiędzy kolejnymi etapami przewozu oraz lepszą koordynację pracy przewoźników kolejowych i drogowych. Dzięki temu terminal przestaje być „wąskim gardłem” w łańcuchu dostaw, a zaczyna pełnić rolę aktywnego węzła logistycznego.

Podsumowanie

Doświadczenia z wdrożeń realizowanych przez OLTIS Polska pokazują, że efektywność intermodalu w dużej mierze zależy od jakości narzędzi informatycznych wspierających zarządzanie procesami. W warunkach rosnących wymagań dotyczących niezawodności, bezpieczeństwa oraz punktualności przewozów systemy TOS stają się nieodzownym elementem nowoczesnej infrastruktury transportowej, wspierając cele zrównoważonego rozwoju oraz zwiększania udziału kolei w przewozach towarowych.

Doświadczenia z Polski, Czech i Słowacji jednoznacznie wskazują, że przyszłość terminali intermodalnych jest nierozdzielnie związana z rozwojem systemów TOS. Systemy te stają się dziś nie tylko narzędziem operacyjnym, lecz także integralnym elementem infrastruktury kolejowo-logistycznej. Ich rola w zapewnieniu bezpieczeństwa, efektywności oraz możliwości dalszej rozbudowy terminali będzie w kolejnych latach systematycznie rosła. ◀

Ogólne równanie krzywej przejściowej dla rampy przechyłkowej w postaci wielomianu nieparzystego stopnia

The general equation of the transition curve for a superelevation ramp in the form of an odd-degree polynomial



Robert Wojtczak

Mgr inż.

COWI Polska Sp. z o. o.

robert.wojtczak@wp.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono uproszczone rozwiązanie ogólnego równania krzywizny i współrzędnych krzywych przejściowych odpowiadających rampom przechyłkowym opisanym wielomianem o dowolnym nieparzystym stopniu, jak i podano rozwiązanie ścisłe. Zestawiono szczegółowe równania tych funkcji dla kolejnych stopni od 1 do 15, co umożliwia ich praktyczne zastosowanie, wzajemne porównanie oraz wykorzystanie w dalszych pracach teoretycznych. Przedstawienie całej rodziny krzywych przejściowych za pomocą jednego, uniwersalnego wzoru — wcześniej niewykorzystywanego — może stanowić użyteczne narzędzie do badań nad optymalizacją ramp przechyłkowych i krzywych przejściowych o zadanych własnościach.

Słowa kluczowe: Rampa przechyłkowa; Rampa wielomianowa; Krzywa przejściowa; Geometria toru kolejowego

Abstract: The article presents both a simplified solution to the general curvature and coordinates equations of transition curves corresponding to cant ramps described by a polynomial of any odd degree, as well as the exact solution. Detailed equations of these functions are provided for degrees from 1 to 15, enabling their practical application, mutual comparison, and use in further theoretical work. Describing the entire family of transition curves using a single, universal formula—previously not employed—may serve as a valuable tool for research on the optimization of cant ramps and transition curves with prescribed properties.

Keywords: Superelevation ramp; Polynomial ramp; Transition curve; Railway track geometry

Wstęp

Rampy przechyłkowe i krzywe przejściowe to bardzo ważne, najbardziej skomplikowane elementy geometrii toru kolejowego. Na przestrzeni lat opracowano wiele rozwiązań ramp przechyłkowych i krzywych przejściowych o różnych własnościach geometrycznych i kinematycznych. Między innymi, temat ramp przechyłkowych i krzywych przejściowych podnoszony był w pracach [1], [2], [3], [4], [5]. Szczególną grupą wśród ramp przechyłkowych są rampy wielomianowe o nieparzystych stopniach. W artykule [6] wykazano, że wszystkie rampy przechyłkowe w postaci wielomianu nieparzystego stopnia są związane ogólnym wzorem, w którym jedynym parametrem jest stopień wielomianu k :

$$f_k(\xi) = \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i - \frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \xi^i \quad (1)$$

Podanie uniwersalnego równania dla zdefiniowanej jak wyżej całej rodziny ramp wielomianowych otworzyło możliwość sformułowania ogólnego równania przebiegu (współrzędnych) krzywych przejściowych na płaszczyźnie x - y .

Ogólne równanie krzywych przejściowych

Równanie (1) zostało sprawdzone dla wszystkich mających praktyczne znaczenie przypadków, aż do 19 stopnia funkcji wielomianowej [7]. Wzory na kolejne funkcje kształtu (funkcje bazowe) ramp przechyłkowych prezentują się następująco:

łatwo zauważyć z tabeli 1, że kolej-

ne funkcje odpowiadają odpowiednio: rampie liniowej (stopień 1), rampie Blossa (stopień 3), rampie Wątoroka (stopień 5), rampie HHMP7 Hasslingera (stopień 7) oraz rampie HHMP9 Hasslingera (stopień 9) [6]. Rampy wyższych stopni nie zostały dotąd wyczerpująco opisane w literaturze, ponieważ nie mają praktycznego znaczenia.

Podstawiając do równania (1) za ξ wyrażenie s/L , gdzie s oznacza aktualną długość wzdłuż rampy, a L całkowitą długość rampy, wyrażenie przyjmie następującą postać:

$$f_k(s) = \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i - \frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{s^i}{L^i} \quad (2)$$

Istnieją dwie metody wyznaczenia współrzędnych funkcji krzywej przejściowej. Pierwsza polega na wykorzystaniu zdefiniowanych funkcji $y(x)$, a druga

Tab. 1. Funkcje kształtu kolejnych wielomianowych ramp przechyłkowych

Rampa st. 1-ego:	$f(\xi)=$	1ξ
Rampa st. 3-ego:	$f(\xi)=$	$3\xi^2 - 2\xi^3$
Rampa st. 5-ego:	$f(\xi)=$	$10\xi^3 - 15\xi^4 + 6\xi^5$
Rampa st. 7-ego:	$f(\xi)=$	$35\xi^4 - 84\xi^5 + 70\xi^6 - 20\xi^7$
Rampa st. 9-ego:	$f(\xi)=$	$126\xi^5 - 420\xi^6 + 540\xi^7 - 315\xi^8 + 70\xi^9$
Rampa st. 11-ego:	$f(\xi)=$	$462\xi^6 - 1980\xi^7 + 3465\xi^8 - 3080\xi^9 + 1386\xi^{10} - 252\xi^{11}$
Rampa st. 13-ego:	$f(\xi)=$	$1716\xi^7 - 9009\xi^8 + 20020\xi^9 - 24024\xi^{10} + 16380\xi^{11} - 6006\xi^{12} + 924\xi^{13}$
Rampa st. 15-ego:	$f(\xi)=$	$6435\xi^8 - 40040\xi^9 + 108108\xi^{10} - 163800\xi^{11} + 150150\xi^{12} - 83160\xi^{13} + 25740\xi^{14} - 3432\xi^{15}$
Rampa st. 17-ego:	$f(\xi)=$	$24310\xi^9 - 175032\xi^{10} + 556920\xi^{11} - 1021020\xi^{12} + 1178100\xi^{13} - 875160\xi^{14} + 408408\xi^{15} - 109395\xi^{16} + 12870\xi^{17}$
Rampa st. 19-ego:	$f(\xi)=$	$92378\xi^{10} - 755820\xi^{11} + 2771340\xi^{12} - 5969040\xi^{13} + 8314020\xi^{14} - 7759752\xi^{15} + 4849845\xi^{16} - 1956240\xi^{17} + 461890\xi^{18} - 48620\xi^{19}$

na obliczeniu współrzędnych z równań parametrycznych $y(s)$ i $x(s)$. W artykule przedstawiono uogólnione równania krzywych przejściowych przy wykorzystaniu każdej z metod.

Równanie krzywej przejściowej w postaci $y(x)$

Mając ogólny wzór na rampy przechyłkowe, można w zwięzły sposób opisać krzywe przejściowe odpowiadające tym rampom. Krzywizna dowolnej funkcji na płaszczyźnie x - y wyliczana jest ze znanego wzoru:

$$\kappa(x) = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right)^{3/2}} \quad (3)$$

Krywizna funkcji opisującej krzywą przejściową zmienia się zgodnie z funkcją kształtu rampy przechyłkowej wzdłuż długości s , a nie bezpośrednio wzdłuż x . Jako że stosowane w praktyce krzywe przejściowe wykazują niewielkie wartości kąta stycznej do osi X , uzasadnione jest zastosowanie uproszczenia poprzez pominięcie mianownika we wzorze (3), ponieważ jego wartość jest w praktycznych przypadkach równa w przybliżeniu 1. Zatem wzór (3) można uprościć do postaci:

$$\kappa(x) \cong \frac{d^2y}{dx^2} \quad (4)$$

Tak przedstawione rozwiązanie jest nadal obecne w literaturze światowej oraz w wytycznych projektowania obowiązujących w różnych krajach. Wiedząc, że krzywizna krzywej przejściowej jest opisywana przez funkcję kształtu rampy przechyłkowej, podzieloną przez wartość promienia tej funkcji na jej końcu,

podstawiając ogólne równanie funkcji kształtu wielomianowej rampy przechyłkowej, dostajemy:

$$\kappa(x) = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{R} \cdot \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{x^i}{L^i} \quad (5)$$

A przy zadanej krzywiznie początkowej $K_1 = 1/R_1$ i krzywiznie końcowej

$$\kappa(x) = K_1 + (K_2 - K_1) \cdot \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{x^i}{L^i} \quad (6)$$

Dwukrotne całkowanie wyrażenia (5) przedstawia się następująco:

$$y_k(x) = \frac{1}{R} \cdot \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (i+1) \cdot (i+2) \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{x^{i+2}}{L^i} + C_1 \cdot x + C_2 \quad (7)$$

Stałe C_1 i C_2 przyjmują wartości zerowe na podstawie warunku zanikania krzywizny funkcji w punkcie $(0,0)$, a także z warunku styczności krzywej do osi X w tym punkcie. W efekcie uproszczony wzór na przebieg dowolnej krzywej przejściowej odpowiadającej rampie przechyłkowej opisanej wielomianem o nieparzystym stopniu k przyjmuje następującą postać:

$$y_k(x) = \frac{1}{R} \cdot \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (i+1) \cdot (i+2) \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{x^{i+2}}{L^i} \quad (8)$$

Tak sformułowany problem zwraca następujące wzory opisujące współrzędne (x,y) kolejnych funkcji krzywych przejściowych, od stopnia 1. do 15.

Powyższe wzory odpowiadają kolejno krzywym przejściowym: znanym z literatury parabolicznej krzywej 3. stopnia oraz krzywej Blossa, krzywej przejściowej dla rampy Wątoroka, dwóm krzywym odpowiadającym rampom Hasslingera oraz trzem kolejnym krzywym, które najprawdopodobniej nie były dotąd opisywane w literaturze. Należy zaznaczyć, że krzywizna krzywych przejściowych dla ramp 7. i 9. stopnia została przez Hasslingera zdefiniowana w sposób nieco odmienny [8]; jednak dla zachowania spójności przedstawiono rozwiązania wynikające bezpośrednio ze wzoru (8).

Równanie krzywej przejściowej w postaci parametrycznej

Drugi sposób określenia przebiegu krzywych przejściowych to wyznaczenie w ścisły sposób współrzędnych funkcji w sposób parametryczny. Dla przejrzystości, można zapisać współczynnik liczbowy ze wzoru (2), zależny tylko od k oraz i , jako A_i . Można też chwilowo pominąć dokładne wartości dolne i górne sumowania. Mamy zatem:

$$f_k(s) = \sum_i A_i \frac{s^i}{L^i} \quad (9)$$

Zdefiniujmy krzywiznę jako pochodną kąta nachylenia stycznej w punkcie funkcji:

$$\kappa(s) = \frac{d\theta}{ds} \quad (10)$$

Zatem wartość funkcji kąta wyraża wzór:

$$\theta(s) = \int_0^s \kappa(s) ds = \int_0^s \left(\sum_i A_i \frac{s^i}{L^i} \right) ds =$$

$$= \sum_i A_i \frac{1}{L^i} \int_0^s s^i ds = \sum_i A_i \frac{s^{i+1}}{(i+1)L^i} \quad (11)$$

Ostatecznie, ogólne równanie funkcji kąta stycznej rodziny krzywych przejściowych odpowiadających wielomianowym rampom przechyłkowych o nieparzystych stopniach k określone zostało wzorem (12).

$$\theta(s) = \sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (i+1) \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{s^{i+1}}{L^i} \quad (12)$$

Z klasycznego układu Freneta mamy:

$$x_k'(s) = \cos \theta(s); \quad y_k'(s) = \sin \theta(s) \quad (13)$$

Po operacji integrowania otrzymujemy ostateczne, nieupraszczalne wzory (14-15) na współrzędne (x,y) krzywych przejściowych zaczynających się w punkcie (x_0, y_0) . W odróżnieniu od wzoru (8), są to już dokładne równania, które należy stosować przy projektowaniu krzywych przejściowych.

$$x_k(s) = x_0 + \int_0^s \cos \left(\sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (i+1) \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{s^{i+1}}{L^i} \right) ds \quad (14)$$

$$y_k(s) = y_0 + \int_0^s \sin \left(\sum_{i=\frac{k+1}{2}}^k (-1)^{i-\frac{k+1}{2}} \cdot \frac{k!}{i \cdot (i+1) \cdot (k-i)! \cdot \left(\frac{k-1}{2}\right)! \cdot \left(i-\frac{k+1}{2}\right)!} \cdot \frac{s^{i+1}}{L^i} \right) ds \quad (15)$$

Powyższych wzorów nie da się zapisać bez operatorów całkowania. Jest to spowodowane funkcjami wielomianowymi wewnątrz funkcji trygonometrycznych i nie istnieją zamknięte formy analityczne takich wyrażeń.

Równania całkowite w praktyce obliczane są z dużą dokładnością metodami numerycznymi lub poprzez rozwinięcie funkcji podcałkowych w szereg, a następnie obliczenie ich postaci analitycz-

nej. Dokładność tego podejścia wiąże się z przyjęciem do obliczeń odpowiedniej liczby wyrazów rozwinięcia szeregu. Obydwie metody dają w rezultacie dokładności w zupełności wystarczające do zastosowań inżynierskich.

Podsumowanie

W niniejszej pracy, wykorzystując ogólne równanie funkcji kształtu ramp przechyłkowych zapisanych w postaci wielomianów o nieparzystych stopniach, wyprowadzono uproszczone ogólne równanie krzywizny krzywych przejściowych odpowiadających tym rampom (5), a także uproszczone ogólne równanie tych krzywych na płaszczyźnie $x-y$ (8). Uproszczenie to może znaleźć zastosowanie w pracach koncepcyjnych lub w sytuacjach, gdy nie są dostępne zaawansowane narzędzia obliczeniowe do wyznaczania współrzędnych krzywych przejściowych. Na przykład, z uproszczonego wzoru, dla rampy liniowej otrzymuje się funkcję będącą parabolą trzeciego stopnia, mimo że funkcją bardziej właściwą jest kłotoidea. Następnie, korzystając z wyprowadzonego wzoru na rodzinę krzywych przejściowych odpowiadających rodzinie wielomianowych ramp przechyłkowych o nieparzystych stopniach, wyznaczono współczynniki kolejnych funkcji i przedstawiono ich kompletne postacie analityczne (tabela 2).

Podano też wzory ściśle określające przebieg kąta nachylenia stycznej do krzywej przejściowej (12) i współrzędne funkcji rodziny krzywych przejściowych w postaci parametrycznej (14-15). Te wzory są właściwymi do używania w projektowaniu układów geometrycz-

nych torów. Z powodów opisanych w niniejszej pracy, nie mogą mieć jednak zamkniętej formy algebraicznej, pomijając operatory całkowania.

Autor ma nadzieję, że w środowisku naukowym będą prowadzone dalsze badania nad geometrią i właściwościami kinematycznymi ramp przechyłkowych oraz odpowiadających im krzywych przejściowych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Hasslinger H.: Measurement proof for the superiority of a new track alignment design element, the so-called "Viennese Curve."
- [2] Koc W.: Analytical Method of Modeling the Geometric System of Communication Route.
- [3] Mieloszyk E. & Koc W.: General dynamic method for determination transition curve equations.
- [4] Zboiński K, Woźnica P.: Formation of polynomial railway transition curves of even degrees.
- [5] Chrostowski P.: Wielokryterialne wspomaganie projektowania układów geometrycznych modernizowanych linii kolejowych.
- [6] Wojtczak R.: Ogólne równanie rampy przechyłkowej w postaci wielomianu nieparzystego stopnia.
- [7] Wojtczak R.: Ogólne równanie rampy przechyłkowej w postaci wielomianu nieparzystego stopnia – prezentacja multimedialna, Konferencja Drogi Kolejowe 2026.
- [8] Wojtczak R.: Charakterystyka krzywej przejściowej Wiener Bogen®.

Tab. 2. Funkcje kolejnych krzywych przejściowych

$$y_1(x) = \frac{x^3}{6RL}$$

$$y_3(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{x^4}{4L^2} - \frac{x^5}{10L^3} \right)$$

$$y_5(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{x^5}{2L^3} - \frac{x^6}{2L^4} + \frac{x^7}{7L^5} \right)$$

$$y_7(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{x^6}{6L^4} - \frac{2x^7}{L^5} + \frac{5x^8}{4L^6} - \frac{5x^9}{18L^7} \right)$$

$$y_9(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{3x^7}{L^5} - \frac{15x^8}{2L^6} + \frac{15x^9}{2L^7} - \frac{7x^{10}}{2L^8} + \frac{7x^{11}}{11L^9} \right)$$

$$y_{11}(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{33x^8}{4L^6} - \frac{55x^9}{2L^7} + \frac{77x^{10}}{2L^8} - \frac{28x^{11}}{L^9} + \frac{21x^{12}}{2L^{10}} - \frac{21x^{13}}{13L^{11}} \right)$$

$$y_{13}(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{143x^9}{6L^7} - \frac{1001x^{10}}{10L^8} + \frac{182x^{11}}{L^9} - \frac{182x^{12}}{L^{10}} + \frac{105x^{13}}{L^{11}} - \frac{33x^{14}}{L^{12}} + \frac{44x^{15}}{10L^{13}} \right)$$

$$y_{15}(x) = \frac{1}{R} \left(\frac{143x^{10}}{2L^8} - \frac{364x^{11}}{L^9} + \frac{819x^{12}}{L^{10}} - \frac{1050x^{13}}{L^{11}} + \frac{825x^{14}}{L^{12}} - \frac{396x^{15}}{L^{13}} + \frac{429x^{16}}{4L^{14}} - \frac{429x^{17}}{34L^{15}} \right)$$

Zmiany w Grain Code: co oznaczają dla masowców przewożących ziarno?

Grain Code changes: what do they mean for bulk grain carriers?



Paweł Kacprzak

Mgr inż.

Afiliacja: Uniwersytet Morski
w Gdyni, Wydział Nawigacyjny

p.kacprzak@wn.umg.edu.pl
ORCID: 0000-0002-0917-3827

Streszczenie: Artykuł przedstawia zmiany w przepisach dotyczących możliwości rozmieszczenia ładunku zboża na masowce, które weszły w życie od 1 stycznia 2026. Zmiany te mają wpływ usprawnienie eksploatacji, ale i także na stateczność statków. Artykuł przedstawia główne zmiany oraz wymienia implikacje związane z nowelizacjami nie tylko w kontekście oceny stateczności, ale także wpływu na operacyjność statku.

Słowa kluczowe: Stateczność; Ziarno; IMO; Masowiec

Abstract: This article presents changes to the regulations regarding the stowage of grain cargo on bulk carriers, which came into effect on January 1, 2026. These changes improve operational efficiency and also impact ship stability. The article outlines the main changes and outlines the implications of the amendments, not only for assessing ship stability but also for ship operability.

Keywords: Stability; Grain; IMO; Bulk Carrier

Wstęp

Ziarno jest jednym z pięciu najczęściej transportowanych ładunków na statkach [1]. Przy czym przy przewozach ziarna na statku należy stosować określone kryteria stateczności [2]. Zboża z uwagi na ich właściwości jest jednym z najtrudniejszych ładunków w kontekście przewozu [3], które mogą spowodować niebezpieczeństwo statecznościowe. Ziarno w ładowni statku pod wpływem drgań konstrukcji statku zmniejsza pierwotną objętość. Co znamienne powstają w ładowni wolne przestrzenie, w obrębie których ziarno może się przemieszczać. Ponadto pod wpływem kołysania i drgań konstrukcji statku na fali ziarno ma tendencję do przemieszczania się i gromadzenia przy jednej z burt. W związku z tym w trakcie podróży morskiej określona objętość ziarna może przemieścić się w poprzek statku. Środek ciężkości ziarna rozmieszczonego symetrycznie w czasie załadunku może odsunąć się od płaszczyzny symetrii w czasie podróży [4]. Powyższe parametry wpływają niekorzystnie na stateczność statku i muszą być uwzględnione przy obliczeniach statecznościowych przed

wyjściem w morze, tym samym załoga eksploatująca statek musi być tych efektów świadoma. Międzynarodowa Organizacja Morska (IMO) przyjęła poprawki do Międzynarodowego Kodeksu Bezpiecznego Przewozu Ziarna Luzem (Grain Code) [2], zawarte w rezolucji MSC.552(108) [5] przyjętej 23 maja 2024 oraz, która weszła w życie 1 stycznia 2026. Zmiany te dotyczą nowego czwartego sposobu rozmieszczenia ładunku zboża na masowcach, który dopuszcza pozostawienie wolnych przestrzeni w określonych warunkach. Celem artykułu jest omówienie głównych zmian w przepisach, dyskusja oraz przedstawienie innych korzystnych implikacji wynikających z nowych regulacji.

Główne zmiany w przepisach

Dotychczas Grain Code przewidywał trzy metody rozmieszczenia ładunku ziarna w ładowniach:

1. pełna ładownia, wytrimowana – „filled compartment, trimmed” – podpunkt A 2.2 przepisów Grain Code (Rys. 2),
2. pełna ładownia, niewytrimowana – „filled compartment, untrimmed”

– podpunkt A 2.3 przepisów Grain Code,

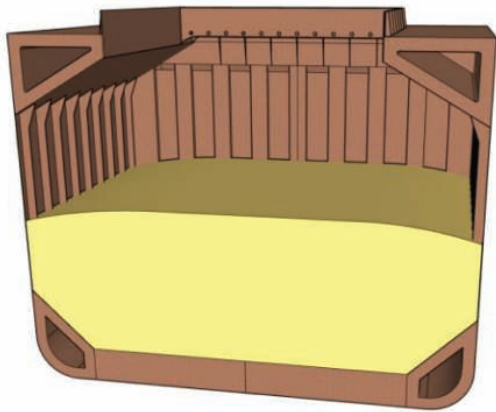
3. częściowo wypełniona ładownia – „partly filled compartment” podpunkt A 2.4 przepisów Grain Code (Rys. 1).

Przez pojęcie wytrimowany ładunek rozumie się takie rozmieszczenie zboża w ładowni statku, aby wypełniło ono wszystkie wolne przestrzenie. Problem trzymowania ładunku pojawia się głównie w części dziobowej i rufowej ładowni, gdzie nie występują zbiorniki obłowe tylko gródź pionowa. W części rufowej i dziobowej zrębownicy luku ładowni znajdują się otwory przesypowe, które w ograniczonym zakresie umożliwiają zapelnienie pustych przestrzeni w sposób grawitacyjny (Rys. 3).

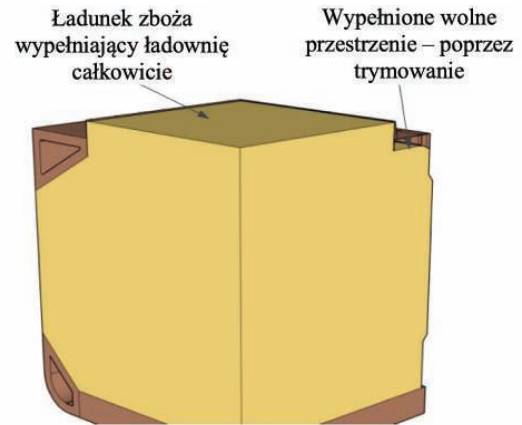
Nowelizacja w przepisach wprowadza czwarty sposób rozmieszczenia ładunku ziarna:

4. częściowo wypełniona ładownia w obrębie zrębownicy otworu lukowego, z końcami niewytrimowanymi – „Partly filled hold, in way of the hatch opening, ends untrimmed” – co przedstawia Rysunek 4.

To oznacza, że wizualnie ładownia



1. Wariant rozmieszczenia ładunku – częściowo zapełniona ładownia [6]



2. Wariant rozmieszczenia ładunku – pełna ładownia, wytrimowana [6]



3. Otwory przesypowe w zrębncy luku ładowni statku [7]



4. Wariant rozmieszczenia ładunku, częściowo wypełniona ładownia w obrębie zrębncy otworu lukowego [6]

wyduje się być zapełniona, niemniej żadne prace mające na celu wyrównanie ładunku w miejscach, gdzie tworzą się wolne przestrzenie, nie będą wykonywane. W takich wolnych przestrzeniach powierzchnia ziarna powinna tworzyć naturalne nachylenie (zakłada się około 30-stopniowy kąt nachylenia według DNV). Instytucja klasyfikacyjna Det Norske Veritas powyższy wariant rozdziela na dwa przypadki [7]:

- ładunek zboża może być załadowany, wypełniając światło luku ładowni, ale znajduje się poniżej otworów przesypowych co przedstawiono na Rysunku 5,
- ładunek jest w świetle luku i wypełniony powyżej otworów przesypowych co przedstawia Rysunek 6.

Powyższy, czwarty wariant rozmieszczenia ładunku wymaga aktualizacji dokumentacji statku o nowe krzywe objętości ładowni oraz objętościowych momentów przechyłających. Zgodnie z opracowaniem DNV [7], przedstawionym na rysunku 7, oznacza to, że użyteczna pojemność ładowni zmniejszy się w porównaniu z wariantem, w którym ładunek jest trymowany. Na podstawie zamieszczonych przekrojów

wzdłużnych ładowni (rysunki 5 i 6) można oszacować, że pojemność użyteczna ładowni ulegnie zmniejszeniu o określoną wartość – wyniki przedstawiono w Tabeli 1. Momenty wywołane przesypywaniem się ziarna będą większe, co oznacza bardziej negatywny wpływ na stateczność statku.

Ocena zmian i implikacje

Zmiany w przepisach dotyczących rozmieszczenia ładunku zboża w ładowniach statków mają istotne znaczenie zarówno w aspekcie eksploatacyjnym, jak i w kontekście bezpieczeństwa. Wprowadzone regulacje powodują dwie zasadnicze konsekwencje. Po pierwsze, zmniejszy się ilość przewożonego ładunku, co wynika z czwartego wariantu rozmieszczenia ładunku (brak trymowania). Po drugie, zwiększy się moment od przesypywania się ziarna, który wpływa na stateczność jednostki co jest szczególnie istotne podczas przejścia morzem. Należy jednak podkreślić, że momenty przechyłające powstające w końcowych stopniach zapełniania ładowni są niewielkie i stanowią jedynie ułamek wartości w porównaniu z naj-

mniej korzystnym wariantem rozmieszczenia ładunku.

Ocena wprowadzonych zmian jest pozytywna, ponieważ umożliwiają one skrócenie czasu załadunku poprzez eliminację konieczności trymowania, pod warunkiem, że ładunek zboża znajduje się w świetle luku ładowni. Wdrożenie nowych zasad wymaga jednak przeprowadzenia dodatkowych obliczeń objętościowych momentów przechyłających oraz aktualizacji krzywych objętościowych, które muszą zostać uwzględnione w skalowaniu ładowni. Poprawki wchodzą w życie 1 stycznia 2026 roku i będą obowiązywać dla nowych jednostek, których stępka została położona po tej dacie. Mogą być również wdrożone na statkach już eksploatowanych, co zwiększy elastyczność załadunku i zgodność z nowymi wymaganiami.

Trymowanie ładunku jest procesem czasochłonnym, który może zajmować kilka godzin na każdą ładownię. Skrócenie czasu załadunku masowców przewożących zboże pozwoli nie tylko zmniejszyć emisję spalin w porcie, ale również zwiększy efektywność przewozową i obniży koszty operacyjne zarówno dla armatorów, jak i dla portów co



5. Ładunek ziarna rozmieszczony poniżej otworów przesypowych – ładunek nietrymowany [7], gdzie void – puste przestrzenie, feeding holes – otwory przesypowe



6. Ładunek ziarna powyżej otworów przesypowych – ładunek nietrymowany [7], gdzie void – puste przestrzenie, feeding holes – otwory przesypowe

przełoży się na skrócenie postoju statków w porcie oraz redukcję szkodliwych emisji dwutlenku węgla.

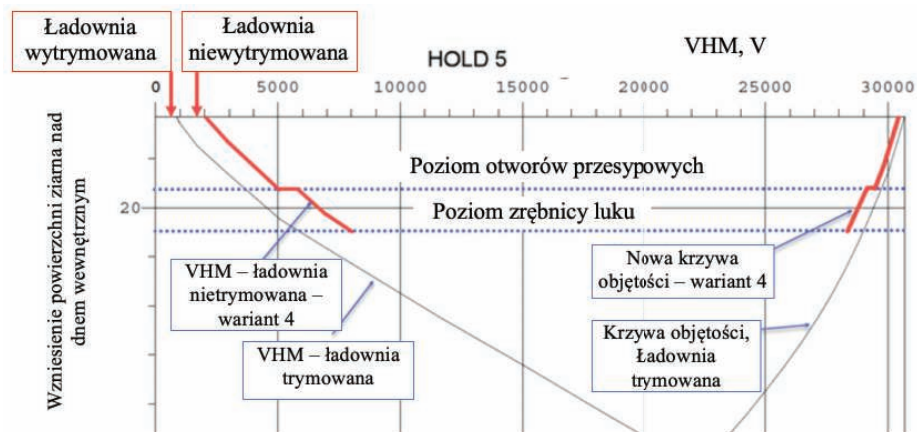
Nowe rozmieszczenie ładunku nie zmienia sposobu oceny stateczności statków przewożących ziarno – model oceny pozostaje ten sam. Należy jednak zaktualizować zestaw krzywych opisujących parametry ładowni, w tym objętościowy moment przechylający oraz skalowanie ładowni uwzględniające wypełnienie w świetle luku bez trymowania. W przypadku objętości ładunku na dużych masowcach różnice te mogą mieć wymierne znaczenie co przedstawiono w Tabeli 1.

Zakończenie

Możliwość zastosowania nowego typu rozmieszczenia ładunku ziarna skróci czas załadunku, umożliwiając załadunek zboża bez konieczności trymowania, pod warunkiem, że ładunek zboża znajduje się w granicach otworu lukowego ładowni. Powyższe implikuje także obniżenie kosztów dla armatorów i portów. Warto przyjrzeć się drugiemu efektowi – skrócenie postoju statków w porcie, a także brak konieczności trymowania zredukuje szkodliwe emisje dwutlenku węgla ze względu na krótszy postój statku i brak pracy dodatkowych maszyn ko-

Tab. 1. Stopień zmniejszenia objętości ładunku na statku ze względu na załadunek wariantem 4

Wariant załadunku	Stopień zmniejszenia przestrzeni ładunkowej
ładunek poniżej otworów przesypowych zgodnie z (Rys.5)	92%
ładunek powyżej otworów przesypowych (Rys.6)	93%
ładunek do górnej granicy zrębnicy luku – bez trymowania	96%



7. Fragment dokumentacji – opracowano na podstawie [7], gdzie VHM – objętościowy moment przechylający m^4 , V – objętość ziarna w ładowni m^4

niecznych do przeprowadzenia trymowania. Nowe rozmieszczenie ładunku nie zmienia sposobu oceny stateczności statków przewożących ziarno. Model oceny pozostaje ten sam, niemniej należy zaktualizować zestaw krzywych opisujących parametry ładowni, w tym objętościowy moment przechylający oraz skalowanie ładowni uwzględniające wypełnienie ładowni w świetle luku ładowni w wariantcie bez trymowania – co w przypadku dużych masowców może przyjmować wymierne wielkości.

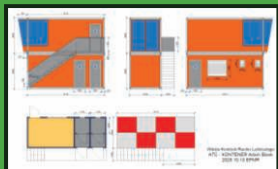
Praca ta została sfinansowana w ramach projektu realizowanego przez Akademię Morską w Gdyni (nr WN/PI/2026/07). ◀

Materiały źródłowe

- [1] S. Incay, „Evaluation of Bulk Cargo According to Turkish Maritime Transportation”, Journal of Economics Bibliography, t. 4, nr 2, s. 182–187, 2017.
- [2] International Maritime Organization, International Grain Code: International Code for the Safe Carriage of

Grain in Bulk. International Maritime Organization, 1991. doi: 10.62454/K240E.

- [3] J. Puchalski i J. Soliwoda, Eksploatacja Masowców. Gdynia: TRADEMAR, 2008.
- [4] Z. Szozda, Stateczność statku morskiego. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej, 2016.
- [5] „AMENDMENTS TO THE INTERNATIONAL CODE FOR THE SAFE CARRIAGE OF GRAIN IN BULK (RESOLUTION MSC.23(59))”. International Maritime Organization, 2024.
- [6] Japan P&I Club, „Advisory - Amendment to the Grain Code 2026”, NCB, Japan. [Online]. Dostępne na: <https://www.piclub.or.jp/wp-content/uploads/2025/08/NCB-Advisory-Grain-Code-Amendment-2026-1.pdf>
- [7] Det Norske Veritas, „Amendments to the International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk”. [Online]. Dostępne na: <https://www.dnv.com/news/2025/amendments-to-the-international-code-for-the-safe-carriage-of-grain-in-bulk/>



Inwestycja w rozwój lotniska w Mirosławicach EPMR pod Wrocławiem staje się jednym z kluczowych projektów infrastrukturalnych wzmacniających potencjał gospodarczy i edukacyjny całego regionu. Dzięki zaangażowaniu firm Bisek AeroSpace, Bisek Aviator powstaje nowoczesny ośrodek lotniczy, który w najbliższych latach znacząco podniesie rangę Dolnego Śląska na mapie polskiego i europejskiego lotnictwa cywilnego. Już teraz prowadzone są intensywne prace przygotowawcze pozwalające na uruchomienie pełnego zakresu szkoleń w warunkach lotniska. Przy udziale Bisek AeroSpace opracowano instrukcje AFIS, których wdrożenie zaplanowano na pierwszą połowę 2026 roku. To dokumenty kluczowe dla bezpiecznej, skoordynowanej obsługi ruchu lotniczego, a jednocześnie fundament działalności szkoleniowej w Mirosławicach. Kolejnym przełomowym elementem inwestycji jest przygotowanie dostawy kontenerowej wieży ATC, która zapewni pełną funkcjonalność operacyjną i elastyczność lokalizacyjną. Wieża zostanie wyposażona w stanowiska robocze z systemami łączności oraz narzędziami meteorologicznymi, a także w dedykowane stanowisko instruktora oraz miejsca dla osób szkolących się. Pozwoli to na prowadzenie zarówno symulacji, jak i nadzorowanych operacji w ruchu rzeczywistym. Personel AFIS odpowiadać będzie za dostarczanie informacji lotniczych i meteorologicznych, ostrzeganie o zagrożeniach oraz wsparcie operacji statków powietrznych. Informacje będą udzielane w języku polskim i angielskim. Jednocześnie obecność instruktorów z uprawnieniami szkoleniowymi przekształci Mirosławice w profesjonalne centrum dydaktyczne dla przyszłych informatorów AFIS, umożliwiające zdobywanie praktycznych kompetencji w warunkach autentycznej pracy operacyjnej. Całość przedsięwzięcia dopełnia planowana przez firmę Bisek Aviator budowa nowoczesnej drogi startowej, wykonanej w innowacyjnej technologii gumo-asfaltowej. Zastosowanie mieszanek z granulatem gumowym z recyklingu opon zapewni większą odporność nawierzchni na spękania, doskonałą przyczepność oraz redukcję hałasu, przyczyniając się jednocześnie do ochrony środowiska. Wytrzymała, elastyczna konstrukcja drogi startowej przystosowana będzie do operacji lekkich i średnich statków powietrznych, co znacząco zwiększy funkcjonalność lotniska i umożliwi dynamiczny rozwój ruchu szkoleniowego, turystycznego i biznesowego. Kompleksowa modernizacja Mirosławic EPMR to inwestycja o strategicznym znaczeniu, która dzięki połączeniu wiedzy, doświadczenia i nowoczesnych technologii firm z Grupy Bisek stworzy nowy standard infrastruktury lotniczej w regionie. Projekt nie tylko podniesie poziom bezpieczeństwa operacji, ale przede wszystkim otworzy nowe możliwości rozwoju gospodarczego, edukacyjnego i transportowego, czyniąc Dolny Śląsk jednym z najważniejszych ośrodków lotnictwa ogólnego w Polsce.

Odnowa biologiczna personelu lotniczego



AeroSpa to wyjątkowe miejsce stworzone z myślą o tych, którzy na co dzień mierzą się z ogromnym obciążeniem fizycznym i psychicznym – personelu lotniczego, pilotów, mechaników, kontrolerów oraz wszystkich osób pracujących w dynamicznym świecie awiacji. Firma, łącząc pasję do lotnictwa z najnowszymi osiągnięciami odnowy biologicznej, promuje holistyczne podejście do regeneracji organizmu, pomagając przywrócić równowagę, koncentrację i pełnię sił niezbędnych w odpowiedzialnej pracy na niebie i przy ziemi. Jednym z wyróżników AeroSpa jest kompleksowa oferta naturalnych terapii z wykorzystaniem dobrodziejstw obcowania z pszczołami. Apiterapia i uloterapia, będące jednym z filarów działalności, oferują unikalne właściwości zdrowotne – powietrze z uł bogate w mikroelementy oraz substancje lotne propolisu i miodu wspiera układ oddechowy, wycisza układ nerwowy i poprawia jakość snu. To wyjątkowe doświadczenie pozwala personelowi lotniczemu zregenerować przeciążony organizm w sposób naturalny, bezinwazyjny i głęboko relaksujący. AeroSpa to również innowacyjne centrum odnowy biologicznej, w którym wykorzystywane są specjalistyczne urządzenia do ćwiczeń mięśni dna miednicy – technologia rzadko spotykana w klasycznych gabinetach spa. Zabiegi te poprawiają stabilizację centralną, wspierają prawidłową postawę i zwiększają ogólną sprawność, co ma szczególne znaczenie dla pilotów i osób spędzających długie godziny w statycznych pozycjach. W trosce o pełną regenerację dostępne są także zabiegi krioterapii, które skutecznie redukują stany zapalne, przyspieszają regenerację mięśni oraz pobudzają organizm do produkcji endorfin. Terapie balneologiczne, kąpiele mineralne, inhalacje i zabiegi siarkowe – wspierają odbudowę naturalnej odporności i poprawiają krążenie, szczególnie obciążone podczas częstych zmian ciśnienia i długotrwałego wysiłku. Uzupełnieniem kompleksowej oferty są masaże lecznicze i relaksacyjne, wykonywane przez wykwalifikowanych terapeutów, a także szeroki wachlarz zabiegów upiększających, które pozwalają zadbać o wygląd zewnętrzny równie skutecznie, jak o kondycję wewnętrzną. AeroSpa dba o to, by każdy element pobytu – od atmosfery po profesjonalną obsługę – sprzyjał głębokiemu odprężeniu i odbudowie harmonii. Firma wyróżnia się indywidualnym podejściem do każdego gościa, zrozumieniem specyfiki środowiska lotniczego oraz dbałością o najwyższą jakość usług. Dzięki połączeniu tradycyjnych metod regeneracji, nowoczesnych technologii oraz naturalnych terapii AeroSpa staje się miejscem, które w wyjątkowy sposób wspiera zdrowie i dobre samopoczucie osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i sprawność ruchu lotniczego. To przestrzeń, w której energia wraca, ciało się regeneruje, a umysł odzyskuje klarowność – idealne zaplecze regeneracyjne dla tych, którzy każdego dnia dźwigają odpowiedzialność za podniebne podróże.



Zabiegi dostępne od poniedziałku do soboty
Umów wizytę telefonicznie lub na booksy.com



Hotel Kosmonauty
www.aerospa.com.pl
Tel. 722 313 121
54-512 Wrocław ul. Macieja Przybyły 22



Działalność lotnicza wspierająca rozwój Dolnego Śląska

Propozycja szkoleń, które w obliczu istniejącej i prognozowanej sytuacji polityczno-gospodarczej (w tym konfliktów zbrojnych i ekonomicznych), pozwolą na wykształcenie nie tylko niezbędnej kadry fachowców zakresie ruchu lotniczego, ale również na promowanie kultury pokoju i postaw prospołecznych.

Nasza oferta ma na celu wspieranie rozwoju regionu poprzez organizację specjalistycznych szkoleń AFIS dla kontrolerów ruchu lotniczego w celu zapewnienia bezpieczeństwa na regionalnych lotniskach oraz szkoleń szybowcowych. Dzięki tym programom, mieszkańcy regionu zyskują nowe umiejętności, a także możliwości zatrudnienia w dynamicznie rozwijającym się sektorze lotnictwa. Lotniska Miroslawice i Szymanów, z uwagi na bliską lokalizację aglomeracji wrocławskiej, stanowią potencjalne miejsca do kreowania i rozwoju kadry lotniczej.

Dołącz do nas i bądź częścią przyszłości lotnictwa w Twoim regionie!



Marzysz o karierze w lotnictwie?

Dołącz do naszej Szkoły Kontrolerów AFIS i Personelu Lotniczego! Oferujemy nowoczesne szkolenia, które przygotują Cię do pracy w dynamicznym środowisku lotniczym. Ośrodek dysponuje Centrum Odnowy biologicznej AEROSPA. W ramach ośrodka oferujemy unikalną terapię apiterapeutyczną. Nasze naturalne zabiegi poprawiają odporność, łagodzą stres, wspierają regenerację skóry oraz pomagają w walce z dolegliwościami układu oddechowego.

- Praktyczne zajęcia w symulatorach
- Certyfikowani wykładowcy
- Doskonałe perspektywy zawodowe

Nie czekaj! Rozpocznij swoją przygodę w lotnictwie już dziś!

Skontaktuj się z nami i zrób pierwszy krok ku swojej przyszłości!

<https://bisekaerospace.com.pl/>

Marzysz o lataniu?

Dołącz do naszej szkoły szybowcowej i poczuć wolność w chmurach! Oferujemy profesjonalne szkolenia pod okiem doświadczonych instruktorów, nowoczesne szybowce i wyjątkową atmosferę.

Niezależnie od tego, czy chcesz zacząć swoją przygodę z lotnictwem, czy podnieść swoje umiejętności na wyższy poziom – u nas znajdziesz wszystko, czego potrzebujesz.

Zrealizuj swoje marzenia o lataniu już dziś!

Projekt SPACE TRAINING

Projektowane centrum przygotowań Space Training obejmuje profesjonalne przygotowanie człowieka do przebywania w przestrzeni kosmicznej. Treningi mające na celu przygotowanie organizmu do przebywania i pracy w stanie nieważkości będą prowadzone w basenie wodnym, treningi swobodnego spadania i przygotowania do skoków spadochronowych w pionowym tunelu aerodynamicznym. Wymiary obiektu pozwolą na przygotowanie i rozgrywanie zawodów sportowych FAI, treningi wojskowe, specjalistyczne treningi lotnicze, przeprowadzania badań i doświadczeń.



Trening kosmicznej nieważkości w basenie wodnym
Inwestor: Adam Bisek „Bisek Aerospace”
ul. Macieja Przybyły 22, 54-512 Wrocław



Bisek Aviator PL.DTO-131
Zaprasza na szkolenie szybowcowe SPL



Pionowy tunel aerodynamiczny
Inwestor: Michał Bisek BISEK AVIATOR
ul. Granitowa 7, 55-311 Kostomłoty



Szukasz wyjątkowego miejsca na wypoczynek?

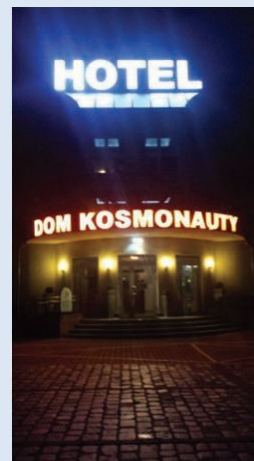
Zapraszamy do Hotelu Kosmonauty, gdzie każdy dzień to podróż w kosmos! Dlaczego warto wybrać Hotel Kosmonauty?

- Spotkania i rozmowy z kosmonautami.
- Komfortowe pokoje z widokiem na gwiazdy
- Atrakcje dla całej rodziny, w tym symulatory lotu.
- Centrum łączności UHF i VHF ze stacją orbitalną ISS.

Odkryj magię kosmosu i zarezerwuj swój pobyt już dziś!

Hotel Kosmonauty – gdzie marzenia o podróżach stają się rzeczywistością!

54-512 Wrocław, ul. Macieja Przybyły 22, <https://hotelkosmonauty.pl>





REKMA Sp. z o.o.

ul. Szlachecka 7

32-080 Brzezie

tel. +48 12/633 59 22

fax +48 12/397 52 20

www.rekma.pl

- Dylatacje bitumiczne EDM typ Rekma
- Dylatacje mechaniczno-asfaltowe
SILENT-JOINT^{RESA}
- Szczeliny dylatacyjne w nawierzchniach betonowych i asfaltowych
- Naprawa spękań nawierzchni
- Specjalistyczne cięcie nawierzchni betonowych i asfaltowych
- Wypełnianie szczelin dylatacyjnych w torowiskach tramwajowych
- Natrysk środkami hydrofobowymi i hydrofilowymi
- Rowkowanie (grooving) nawierzchni
- Specjalistyczne wiercenie otworów pod kotwy i dyble
- Kruszenie nawierzchni betonowych metodą ultradźwiękową – RMI



SPECJALISTYCZNE PRACE DROGOWE



VIII Międzynarodowa Konferencja
Naukowo-Techniczna

Nowe segmenty ładunków w przewozach intermodalnych istotnym elementem rozwoju kolejowego transportu towarów, InterModal2026

Warszawa, 6 – 7 października 2026 r

Warszawski Dom Technika NOT

ul. Czackiego 3/5 , 00-043 Warszawa Sala A III p.



Stowarzyszenie Inżynierów
Techników Komunikacji RP
Zarząd Krajowy



**Wydział
Transportu**
POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Wydział Transportu
Politechnika Warszawska