

przegląd[®] komunikacyjny

4-5
2022
rocznik LXXVII
cena 45,00 zł
w tym 8% VAT



UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU



Infrastruktura transportu szynowego

eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Deklaracje budowy nowych konwencjonalnych linii kolejowych w latach 1990 – 2020. Rozwój połączeń kolejowych obszaru Trójmorza. Metoda ruchomej cięciwy do wyznaczania krzywizny osi toru. Badania kształtu przekroju krzyżownic tramwajowych. Jak inteligentny system monitorowania skarp i nasypów InfraGuardTM zwiększa bezpieczeństwo w zagadnieniach kolejowych. Projektowany korytarz kolejowy TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” szansą na rozwój gospodarczy Polski Wschodniej

Podstawowe informacje dla Autorów artykułów

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

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

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

artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.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 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.

www.transportation.overview.pwr.edu.pl

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 Spółka Wydawnictwa SITK RP sp. z o.o..

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:

Hanna Szary

hanna.szary@sitkrp.org.pl

ul. Świętokrzyska 14 A, lok. 150, 00-050 Warszawa, tel.: (22) 336 12 06, 506 116 966

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: Infrastruktura kolejowa
Źródło: www.pexels.com

Szanowni P.T. Czytelnicy

W numerze

Przekazujemy kolejny numer Przeglądu Komunikacyjnego jest on poświęcony infrastrukturze transportu szynowego. W pierwszym artykule Autor bardzo ciekawie przedstawia plany budowy konwencjonalnych linii kolejowych w Polsce na przestrzeni trzech dekad 1990 – 2020, analizuje dokumenty rządowe i deklaracje lub zamiary budowy nowych linii konwencjonalnych. Omawia szczegółowiej zlokalizowany w Małopolsce i realizowany od 2016 r. projekt budowy nowej linii Podłęże – Szczyrzec – Tymbark wraz z modernizacją istniejącej linii Chabówka – Nowy Sącz. W dalszej części artykułu wskazuje, że radykalny przełom w zakresie deklarowania potrzeb budowy nowych konwencjonalnych linii kolejowych miał miejsce w 2017 r. i w latach następnych kiedy to opublikowano całkowicie nową koncepcję budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK) w Baranowie pod Warszawą i rozpoczęto przygotowania do tej budowy. Łączna długość przewidywanych do wybudowania nowych konwencjonalnych odcinków linii kolejowych w ramach projektu budowy CPK w perspektywie do 2035 r. wynosi ponad 900 km. Przedmiotem następnego artykułu jest propozycja realizacji inwestycji pozwalającej na stworzenie szlaku o roboczej nazwie Rail Adriatica będącego alternatywnym wariantem (odsuniętym na wschód) przebiegu korytarza pierwszego TEN-T (Bałtycko-Adriatyckiego); wariantem włączającym do tego korytarza pomijane dotychczas Węgry, Słowenię i Chorwację. Celem inwestycji jest stworzenie nowej linii kolejowej o wysokich parametrach eksploatacyjnych (budowa nowych odcinków wraz z modernizacją i rewitalizacją istniejących odcinków), stanowiącej połączenie polskich i słowackich sieci kolejowych na obszarze Podhala i Orawy – od polskiej Rabki do słowackich Kralovan. W kolejnym artykule przedstawiono algorytm wyznaczania krzywizny osi toru kolejowego w celu stworzenia możliwości określenia charakterystyk geometrycznych pomierzonej trasy. Wykorzystano przy tym nową koncepcję wyznaczania krzywizny metodą zmiany kątów nachylenia ruchomej (wirtualnej) cięciwy, na podstawie znajomości współrzędnych kartezjańskich danego rejonu trasy. W następnym artykule Autor odnosi się do problemu jakim są przypadki wykolejeń tramwajów podczas przejazdu przez krzyżownice rozjazdów. Przedstawia odmienną konstrukcję krzyżownic tramwajowych w stosunku do kolejowych. Dokonał przeglądu krajowych przepisów regulujących projektowanie, budowę i utrzymanie krzyżownic tramwajowych oraz porównał je z analogicznymi przepisami dotyczącymi infrastruktury kolejowej. Wykonał przegląd stosowanych metod pomiaru i urządzeń pomiarowych w zakresie analizy zużycia elementów stalowych nawierzchni szynowych, ze szczególnym naciskiem na najnowsze technologie. W kolejnym artykule Autorzy omawiają inteligentne systemy monitorujące zdalnie elementy infrastruktury kolejowej takie jak: ruchy powierzchniowe zboczy, skarp, osiadania podłoża i przekazywanie w odpowiednim czasie ostrzeżeń zarządzającym tą infrastrukturą poprzez komunikaty ostrzegające. Końcowy artykuł porusza wymagania dla infrastruktury kolejowej wynikające z projektu nowego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE). W tym aspekcie opisano projektowany korytarz sieci TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”.

Aktualności	2
Deklaracje budowy nowych konwencjonalnych linii kolejowych w latach 1990 – 2020	
Juliusz Engelhardt	3
Rozwój połączeń kolejowych obszaru Trójmorza	
Jarosław Kiepus	10
Metoda ruchomej cięciwy do wyznaczania krzywizny osi toru	
Władysław Koc	23
Badania kształtu przekroju krzyżownic tramwajowych	
Jacek Makuch	32
Jak inteligentny system monitorowania skarp i nasypów InfraGuardTM zwiększa bezpieczeństwo w zagadnieniach kolejowych	
Peter Berger, Michał Dąbrowski	39
Projektowany korytarz kolejowy TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” szansą na rozwój gospodarczy Polski Wschodniej	
Adam Dąbrowski, Robert Kruk, Krzysztof Ochociński	45

W numerze także przegląd prasy z zakresu transportu i infrastruktury transportowej.

Redaktor Naczelny
Prof. Antoni Szydło

Wydawca:

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników
Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej
00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5
www.sitkrp.org.pl

Redaktor Naczelny:

Antoni Szydło

Redakcja:

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

Adres redakcji do korespondencji:

Pocztą elektroniczną:
redakcja@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl
Pocztą „tradycyjną”:
Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:

Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno),
Józef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska
(Warszawa), Andrzej S. Nowak (Auburn University), Tomasz
Nowakowski (Wrocław), Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk),
Marek Sitarz (Katowice), Wiesław Starowicz (Kraków),
Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Tomasz Siwowski (Rzeszów),
Jiri Straský (Brno), Andrea Zuzulova (Bratysława)

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja elektroniczna.
Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne
wersje artykułów wraz ze streszczeniami w języku polskim
(od 2010) i angielskim (od 2016).

Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian w
materiałach nie podlegających recenzji.

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

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

Prenumerata:

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

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

Obecna Redakcja dysponuje numerami archiwalnymi
począwszy od 4/2010.

Numer archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać
w Oddziale krakowskim SITK, ul. Siostrzana 11, 30-804 Kra-
ków, tel./faks 12 658 93 74, mrowinska@sitk.org.pl

Druk:

HARDY Design, 52-131 Wrocław, ul. Buforowa 34a
Przemysław Wolkczuk, przemo@dodo.pl

Reklama:

Dział Marketingu: hanna.szary@sitkrp.org.pl

Nakład: 800 egz.

Na Opolszczyźnie ruszyła budowa Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem. Co to takiego?

Sławomir Draguła, nto.pl, 15.03.2022

Na opolskim odcinku autostrady A4 ruszył montaż urządzeń inteligentnego systemu transportowego (ITS). Dzięki temu kierowcy otrzymają informacje o wypadkach, robotach, objazdach, czasach przejazdu czy też zajętości miejsc parkingowych na MOP-ach. Urządzenia przekażą też dane na temat warunków pogodowych, stanu nawierzchni i widoczności na drodze. Jak informuje opolski oddział generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, montowany właśnie inteligentny system transportowy (ITS) będzie przede wszystkim wpływać na zwiększenie bezpieczeństwa i komfortu kierowców podróżujących autostradą A4 (...).

Pasażerowie doczekali się pociągów z Olkusza do Krakowa. Kursują tylko w dni robocze. W przyszłości może być ich więcej

Paweł Mocny, Gazeta Krakowska, 21.03.2022

Po latach pasażerowie doczekali się połączeń kolejowych między Olkuszem i Krakowem. Do ich dyspozycji jest sześć par pociągów w dni robocze. W Małopolskim Zakładzie w Krakowie POLREGIO S.A. nie wykluczają, że jeśli będzie zainteresowanie, to ich liczba może zostać zwiększona. W poniedziałek, 14 marca uruchomione zostały długo wyczekiwane przez podróżujących pociągi na trasie Olkusz - Kraków Główny. - Nareszcie! Na pociągi do Krakowa czekaliśmy wiele lat. Wreszcie mamy inne wyjście niż zatłoczone busy. Miałam już okazję jechać jednym z nowych pociągów. Jest szybko i wygodnie – cieszy się Zofia Wójcik, mieszkanka Olkusza. Podróż z Olkusza pod Wawel zajmuje około 65 minut. Nowe połączenie przebiega po niewykorzystywanej dotąd dla przewozów pasażerskich linii kolejową numer 156 przebiegającą przez stacje w Bukowni, Trzebini i Jaworznie (...).

Autobusem dojedziemy z Wisły do Ostrawy! Rusza nowa linia autobusowa

JAK, Dziennik Zachodni, 11.03.2022

Dobra wiadomość dla podróżnych! Nowa międzynarodowa linia autobusowa z Ostrawy i Trzycią przez Wisłę do Jaworzynki ruszy już niebawem. Linia miała być czynna od niedzieli 6 marca, jednak trwają jeszcze ostatnie uzgodnienia ze starostwem i gminami po polskiej stronie. - Autobusy będą jeździć w każdą sobotę i niedzielę oraz w dni wolne od pracy do końca roku (15 kwietnia, 18 kwietnia, 5-6 lipca i 26-30 grudnia) - informuje Urząd Miejski w Wiśle. Linia będzie prowadzić z Ostrawy przez Hawierzów, Czeski Cieszyn i Trzyniec do Ustroń, Wisły, Istebnej i Jaworzynki (...).

Chrzanów. Stary most na DK 79 został rozebrany. Trwa budowa nowej konstrukcji

Sławomir Bromboszcz, Gazeta Krakowska, 21.03.2022

Od początku lutego br. trwają prace związane z budową mostu na drodze krajowej 79 w Chrzanowie. Stara konstrukcja została już rozebrana, teraz budowlancy przystąpili do stawiania nowego obiektu. Droga na czas realizacji inwestycji została zamknięta dla ruchu. Prace mają zakończyć się w połowie czerwca br. Budowa mostu na DK 79 w miejscu, gdzie płynie potok Luszówka zaskoczyła wielu kierowców. Niewiele zdawało sobie sprawę, że przejeżdżając w okolicy restauracji McDonald's pokonują taką przeprawę. Most w tym miejscu przypomina bowiem zwykły fragment jezdni. Okazało się, że znajduje się on w złym stanie technicznym i z uwagi na jego umiejscowienie pod jezdnią konieczna będzie jego rozbiora i budowa nowego (...).

Obwodnica Zatora i Podolsza ma być oddana do użytku przed długim majowym weekendem. Czekają na to mieszkańcy i kierowcy

Bogusław Kwiecień, Gazeta Krakowska, 17.03.2022

Jest szansa, że obwodnica Zatora i Podolsza w ciągu drogi wojewódzkiej 781 będzie oddana do użytku przed długim majowym weekendem. Na zakończenie tej ważnej nie tylko dla Zatorszczyzny inwestycji od kilku lat czekają kierowcy i mieszkańcy z nadzieją, że w końcu znikną kilkukilometrowe korki na drogach dojazdowych do Energylandii i innych parków rozrywki w regionie. Droga wojewódzka 781 to główna trasa prowadząca z Krakowa i ze Śląska do parków rozrywki na Zatorszczyźnie, a także dalej do Wadowic i góry. - Od kilku lat długi majowy weekend jest pierwszym okresem nasilonego ruchu w sezonie turystycznym. Od Jankowic przez Podolsze do samego Zatora ciągną się kilkukilometrowe korki. Dla mieszkańców i z pewnością dla kierowców, którzy w nich stoją jest to bardzo uciążliwe - mówi Bogusław Bartuła, mieszkaniec Podolsza, członek Rady Sołeckiej i zarazem radny powiatu oświęcimskiego (...).

Remont drogi wojewódzkiej nr 409 na wylocie ze Strzelec Opolskich. Prace pochłonią 5,78 mln zł

Radosław Dimitrow, nto.pl, 23.03.2022

Droga wojewódzka nr 409 na wylocie ze Strzelec Opolskich przejdzie generalny remont. Inwestycja jest konieczna z powodu dziur i nierówności. Odcinek, który przejdzie generalny remont to część drogi prowadzącej ze Strzelec Opolskich w kierunku Gogolina. Zarząd Dróg Wojewódzkich (ZDW) od kilku lat remontował tę trasę etapami. Obecnie w rejonie Strzelec Opolskich zarządcy został do odnowienia niewielki odcinek o długości 1,2

km. Prace są jednak konieczne, bo droga nie jest przystosowana do intensywnego ruchu ciężarówek. Tymczasem, w razie zablokowania autostrady A4 na wysokości powiatu strzeleckiego, kierowcy często korzystają z tej drogi, żeby ominąć zator. W efekcie tego odcinek drogi na wylocie ze Strzelec Opolskich pełen jest dziur i nierówności. Są w nim wyżłobione także wyraźne koleiny (...).

Firmy walczą o odnowienie ul. Pomorskiej. Najniższa oferta to 66 mln zł

Konrad Bałajewicz, Gazeta Wrocławska, 21.03.2022

Coraz bliżej rozpoczęcia jest kolejna część remontu ul. Pomorskiej. Miejska spółka Wrocławskie Inwestycje otworzyła oferty w przetargu na jej przebudowę od ul. Dubois w stronę ul. Reymonta. Wpłynęło sześć propozycji, z czego cztery są poniżej ceny, jaką miasto planuje przeznaczyć na remont. Dostępny budżet na przebudowę ul. Pomorskiej we Wrocławiu, na odcinku od ul. Dubois do wiaduktu przy ulicy Reymonta, wynosi 93,5 mln zł. Ofertę poniżej tej kwoty złożyły firmy: firma Torpol S.A. (66 414 039,52 zł brutto), Budimex S.A. (68 728 248,66 zł brutto), konsorcjum spółek: Zakład Sieci i Zasilania oraz Instal-Lech (84 070 500,00 zł brutto), Pro-Tra Building Sp. z o.o. (85 577 250,00 zł brutto) (...).

W Dolinie Karpia powstanie kilkadziesiąt kilometrów nowych tras rowerowych w ramach projektu Velo Skawa

Bogusław Kwiecień, Gazeta Krakowska, 27.03.2022

Kilkadziesiąt kilometrów nowych tras rowerowych w ramach programu rozwoju sieci VeloMałopolska ma powstać w nadchodzących latach na terenie powiatów oświęcimskiego i wadowickiego. Zarząd Dróg Wojewódzkich jest na etapie przygotowania inwestycji m.in. na odcinkach od Ponikiewki do Podolsza w gminie Zator oraz z Podolsza do Łączan w gminie Brzeźnica, które stanowią część projektu VeloSkawa. Dolina Karpia, obejmująca gminy: Zator, Osiek, Brzeźnica, Polanka Wielka, Przeciszów, Spytkowice oraz Tomice jest coraz chętniej odwiedzana także przez miłośników turystyki rowerowej. Z pewnością ucieszą ich plany Zarządu Dróg Wojewódzkich w Krakowie, który w ramach zintegrowanej sieci tras rowerowych VeloMałopolska przygotowuje nowe odcinki przebiegające przez Zatorszczyznę i powiat wadowicki. Jeden to Ponikiewka - Podolsze o długości 25 km. Gotowa jest już koncepcja trasy, kolejnym etapem ma być przygotowanie projektu budowlanego (...).

Deklaracje budowy nowych konwencjonalnych linii kolejowych w latach 1990 – 2020

Declarations for the construction of new conventional railway lines in the years 1990 - 2020



Juliusz Engelhardt

Prof. dr hab.

Uniwersytet Szczeciński
Instytut Gospodarki Przestrzennej
i Geografii Społeczno-Ekonomicznej

juliusz.engelhardt@usz.edu.pl

Streszczenie: Przedmiotem artykułu są plany budowy konwencjonalnych linii kolejowych w Polsce na przestrzeni trzech dekad 1990 – 2020. Część pierwsza zawiera skrótowe omówienie etapów rozwojowych polskiej sieci kolejowej po II wojnie światowej. Natomiast w części drugiej analizie poddano zgłaszane w dokumentach rządowych w latach 1990 – 2020 deklaracje lub zamiary budowy nowych linii konwencjonalnych. W ramach tej części szerzej omówiono zlokalizowany w Małopolsce i realizowany od 2016 r. projekt budowy nowej linii Podłęże – Szczyrzyc – Tymbark wraz z modernizacją istniejącej linii Chabówka – Nowy Sącz. W dalszej części artykułu wskazano, że radykalny przełom w zakresie deklarowania potrzeb budowy nowych konwencjonalnych linii kolejowych miał miejsce w 2017 r. i w latach następnych kiedy to opublikowano całkowicie nową koncepcję budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK) w Baranowie pod Warszawą i rozpoczęto przygotowania do tej budowy. Łączna długość przewidywanych do wybudowania nowych konwencjonalnych odcinków linii kolejowych w ramach projektu budowy CPK w perspektywie do 2035 r. wynosi ponad 900 km. Odcinki te zostały wyszczególnione z podkreśleniem, że dalszych lat niezbędne są pogłębione analizy co do zasadności ich wybudowania.

Słowa kluczowe: Polityka transportowa; Infrastruktura kolejowa; Inwestycje liniowe

Abstract: The subject of the paper are the plans to build conventional railway lines in Poland over the three decades 1990 - 2020. The first part contains a brief overview of the development stages of the Polish railway network after World War II. On the other hand, in the second part, the declarations or intentions to build new conventional lines reported in government documents in the years 1990-2020 were analyzed. In this part, the project of building a new line Podłęże - Szczyrzyc - Tymbark, along with the modernization of the existing Chabówka - Nowy Sącz line, is discussed in more detail. The further part of the paper indicates that a radical breakthrough in declaring the need to build new conventional railway lines took place in 2017 and in the following years, when a completely new concept for the construction of the Central Communication Port (CPK) in Baranów near Warsaw was published and preparations for this construction began. The total length of new, conventional sections of railway lines to be built as part of the STH construction project by 2035 is over 900 km. These sections have been specified with the emphasis on the fact that in the following years in-depth analyzes as to the legitimacy of their construction are necessary.

Keywords: Transport policy; Railway infrastructure; Linear investments

Wstęp

Upływ ponad trzech dekad od rozpoczęcia w Polsce zmian systemu politycznego i społeczno-gospodarczego skłania do ogólnej refleksji nad polityką władz państwowych w odniesieniu do koncepcji rozwojowych w zakresie konwencjonalnych linii kolejowych. Ograniczenie przedmiotu rozważań tylko do linii konwencjonalnych, rozumianych tu jako linie normalnotorowe z maksymalną prędkością do 160 km/h, oznacza świadome wyłączenie

nie spod ich zakresu analizy koncepcji budowy linii kolejowych dużych prędkości (KDP), ponieważ jest to zagadnienie wymagające odrębnego opracowania. Artykuł ma dwie części, z których pierwsza to skrótowe omówienie etapów rozwojowych polskiej sieci kolejowej po II wojnie światowej i jej stanu ilościowego w latach 1950 – 1990. Natomiast w części drugiej analizie poddano zgłaszane w dokumentach rządowych w latach 1990 – 2020 deklaracje lub zamiary budowy nowych linii konwencjonalnych. Na-

leży podkreślić, że tytułowe słowo „deklaracje” wydaje się w kontekście prezentowanych wywodów uzasadnione tym, że w latach 1990 – 2020 nie zbudowano w Polsce żadnych dłuższych konwencjonalnych linii kolejowych lub ich odcinków i w tej dziedzinie dorobkiem inwestycyjnych po trzech dekadach zmian strukturalnych w sektorze kolejowym jest wybudowanie trzech krótkich i niewymagających szerszych odniesień odcinków, a mianowicie odcinka Warszawa Służewiec – Warszawa Lotnisko Chopina o dłu-

gości 1,8 km (2012), łącznicy Goleniów – Goleniów Lotnisko o długości 4 km (2013) oraz odcinka Gdańsk Wrzeszcz – Gdynia Osowa o długości 18,6 km (2015), będącego częścią Pomorskiej Kolei Metropolitalnej.

Polska sieć kolejowa w latach 1945 – 1990

W latach II wojny światowej polska sieć kolejowa uległa znaczącym zniszczeniom. W chwili zakończenia wojny zniszczone było 38% torów, 46% mostów i wiaduktów oraz ponad 72% urządzeń sterowania ruchem kolejowym [1, s. 29]. Na koniec 1947 r. całkowita długość polskiej sieci kolejowej wynosiła 24 tys. km (łącznie z liniami wąskotorowymi), z czego eksploatowanych było około 20,1 tys. km linii normalnotorowych i około 0,5 tys. km linii szerokotorowych.[7, s. 121.] Przebieg gęstość wszystkich linii kolejowych wynosiła w 1947 r. 7,8 km na 100 km² powierzchni, natomiast gęstość linii eksploatowanych 6,9 km na 100 km².

W latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku rozpoczęto szerszą elektryfikację sieci oraz budowę nowych linii kolejowych. Nowe inwestycje pierwszego okresu powojennego, jak linia Tomaszów Mazowiecki – Radom (89 km), a także Skierniewice – Pilawa – Łuków (160 km) usprawniająca tranzyt towarowy między ZSRR i była NRD z pominięciem węzła warszawskiego, miały militarny rodowód. Podobne przyczyny spowodowały również dobudowanie drugich torów na niektórych liniach i odbudowanie zniszczonych wskutek działań wojennych odcinków, jak na przykład Zagórz – Łupków i Zagórz – Krościenko[12, s.67]. Z kilkunastu innych inwestycji zrealizowanych w latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia można wymienić w szczególności linię ze

Skierniewic przez Koluszki do Łodzi Fabrycznej oraz linię Warszawa – Łazy – Katowice.

W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku zrealizowano szereg inwestycji mających charakter dalszych ulepszeń i rozbudowy sieci kolejowej. Konsekwentnie prowadzono również elektryfikację linii. Znacząco rozbudowano w tym okresie sieć kolejową Górnośląskim i Rybnickim Okręgu Przemysłowym. W tym pierwszym wybudowano stację rozrządową Katowice Muchowiec oraz linie: Lubliniec – Pyskowie, Łazy – Katowice, Muchowiec – Ruda Śląska Kochłowie, Rudziniec Gliwicki – Toszek Północny, Tychy –Wesoła, Tychy – Lędziny [12, s.67]. Lata siedemdziesiąte ubiegłego stulecia przyniosły dwie najważniejsze w powojennej Polsce inwestycje liniowe w zakresie infrastruktury kolejowej. Pierwszą z nich była wybudowana w latach 1974 – 1977 całkowicie nowa dwutorowa linia kolejowa o długości 223,8 km, z Grodziska Mazowieckiego do Zawiercia, której nadano nazwę Centralna Magistrala Kolejowa (CMK). Wprawdzie w pierwotnych założeniach miała to być linia przeznaczona do przewozów towarowych, głównie węgla, ale zaprojektowano ją i zbudowano w taki sposób, ażeby w przyszłości można było przeprowadzić jej modernizację i dostosować do prędkości 200 – 250 km/h i dlatego zastosowano odpowiednio duże promienie łuków (4000 m) oraz odpowiednio dużą odległość pomiędzy osiami torów (4,5 m). Początkowo prędkość maksymalna pociągów pasażerskich na CMK wynosiła 140 km/h, w 1988 r. podniesiono ją do 160 km/h. W latach 1979 –1980 CMK została zelektryfikowana. Obecnie CMK zapewnia korzystne połączenie kolejowe Warszawy z Katowicami i Krakowem. Drugą wielką inwestycją kolejową lat siedemdziesiątych

była wybudowana w latach 1978 – 1979 szerokotorowa Linia Hutniczo-Siarkowa (LHS) o długości 397 km, biegnąca od wschodniej granicy Polski w okolicy Hrubieszowa do Sławkowa koło Dąbrowy Górniczej. Według niektórych autorów LHS nawiązuje do międzywojennej koncepcji magistrali kolejowej Śląsk – Wołyń [12, s. 67], ale trzeba również dodać, że jej budowa budziła w latach siedemdziesiątych kontrowersje ponieważ przez wiele środowisk była traktowana jako dyktat sowiecki wobec Polski ze względu na rosyjski rozstaw torów. Pierwotnym założeniem budowy LHS było z jednej strony zapewnienie przewozów importowanej rudy żelaza i innych rud do nowobudowanej Huty Katowice oraz przewozów polskiego węgla eksportowanego na Ukrainę bez uciążliwych przeładunków tych surowców na granicy. Drugi człon nazwy linii nawiązywał do zamiaru wywozu na wschód polskiej siarki z Tarnobrzieskiego Okręgu Siarkowego. Z biegiem lat okazało się, że eksportowe przewozy siarki i węgla w kierunku wschodnim z wykorzystaniem LHS nie miały miejsca, stąd zmieniono nazwę tej linii na Linia Hutnicza Szerokotorowa.

W latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia nie budowano nowych linii kolejowych a polityka dalszego rozwoju sieci kolejowej obejmowała dwa główne obszary działań. Pierwszym była intensywna elektryfikacja linii kolejowych, która po 1990 r. praktycznie ustała. W tabeli 1. zestawiono podstawowe dane liczbowe dotyczące zmian długości polskiej sieci kolejowej w latach 1950 – 1990, w tym dane odnośnie postępującej w tych dekadach elektryfikacji linii.

Pomiędzy 1950 r. a 1980 r. długość eksploatowanych linii kolejowych wzrosła z poziomu 22,5 tys. km do 24,4 tys. km – wzrost o 1,9 tys. km a wymiarze względnym o 8,4%. Elektryfikację linii na szerszą skalę rozpoczęto w już latach sześćdziesiątych. Długość linii zelektryfikowanych wzrosła z 1 tys. km w 1960 r. do 3,9 tys. km w 1970 r., co oznaczało, że w tej dekadzie średnioroczne tempo elektryfikacji wynosiło 290 km. W dekadzie lat siedemdziesiątych

Tab. 1. Linie kolejowe normalnotorowe i szerokotorowe eksploatowane w latach 1950 – 1990

rok:	1950	1960	1970	1980	1990
Linie eksploatowane, w tys. km	22,5	23,2	23,3	24,4	24,0
W tym linie zelektryfikowane, w tys. km	0,2	1,0	3,9	6,9	11,4
Linie eksploatowane w km na 100 km ² powierzchni	7,2	7,4	7,5	7,8	7,7

Źródło: [6, s.252]

siątych tempo to wzrosło do 300 km rocznie, a w dekadzie lat osiemdziesiątych tempo to osiągnęło rekordowy poziom 450 km rocznie. W latach 1980 – 1990 zelektryfikowano bowiem 4,5 tys. km linii kolejowych a całkowita długość tych linii w końcu 1990 r. wynosiła 11,4 tys. km, co stanowiło wówczas 47,5% całkowitej długości eksploatowanych linii. Drugim kierunkiem rozwoju polskiej sieci kolejowej w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia była kompleksowa modernizacja głównych stacji rozrządowych, sprowadzająca się do przebudowy układów torowych oraz automatyzacji pracy rozrządowej. Zmodernizowano wówczas niemalże wszystkie większe stacje rozrządowe w Polsce, których potencjał po strukturalnym spadku kolejowych przewozów towarowych w okresie transformacji społeczno-gospodarczej po 1989 r. nie był już w pełni wykorzystywany.

Rządowe deklaracje budowy nowych linii kolejowych w latach 1990 – 2020

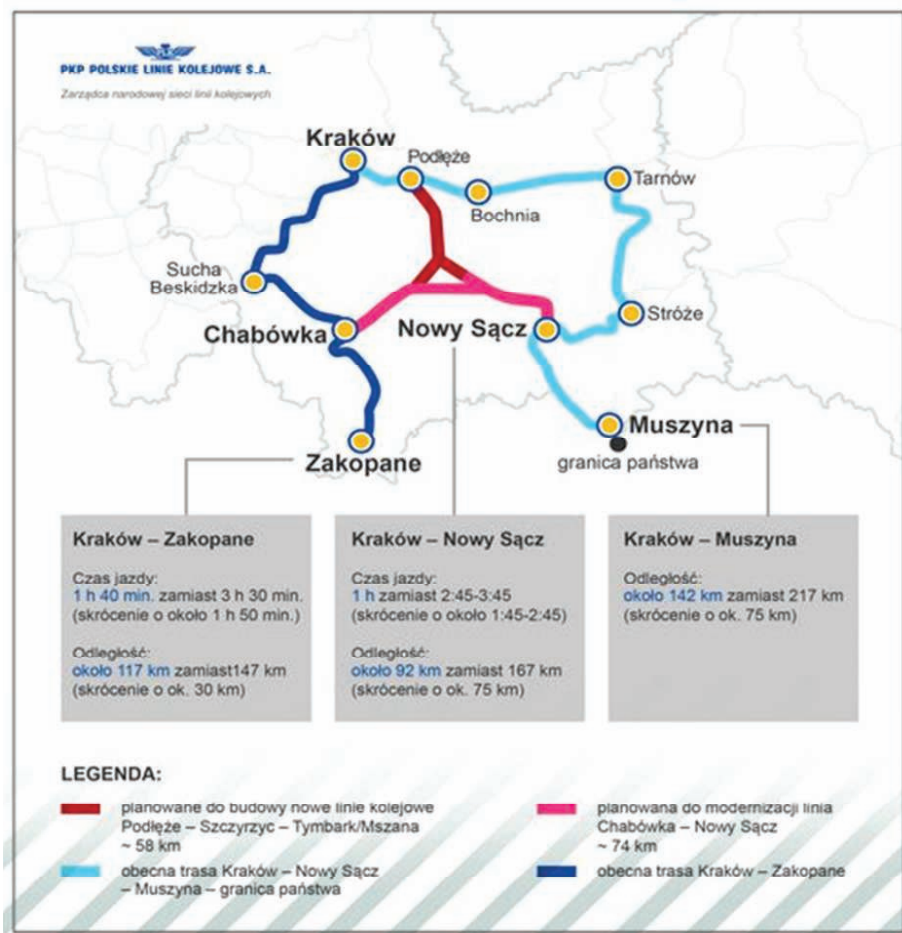
Po zawirowaniach społeczno-gospodarczych pierwszych lat okresu polskiej transformacji, w połowie lat dziewięćdziesiątych został opublikowany kompleksowy dokument wyznaczający politykę rządu w całym polskim transporcie na lata 1995 – 2005, z pewnymi odniesieniami nawet do perspektywy 2020 roku [3]. W zakresie nowych konwencjonalnych linii kolejowych przywołany dokument wskazywał na potrzebę budowy w odległej wówczas perspektywie do 2020 r. linii Kraków Podłęże – Tymbark – Muszyna o długości ok. 40 km [3]. Wydaje się że wskazując w ten sposób nową linię użyto skrótu myślowego, ponieważ w istocie chodziło tu o nieistniejący 40-kilometrowy odcinek Podłęże – Piekietko (Tymbark) do skrzyżowania z linią Chabówka – Nowy Sącz i dalej do Muszyny. W polityce transportowej z 1995 r., podobnie jak w Strategii z 2000 r. [2], wskazywano ponadto na zamiary budowy w odległej perspektywie 2020 r. wschodniego obejścia Śląska: Psary – Cieszyn o długości ok.

170 km, które w założeniach miało utworzyć przedłużenie CMK na południe w kierunku Republiki Czeskiej oraz nowej linii Wrocław – Oleśnica – Wieluń – Idzikowice o długości ok. 200 km (częściowo na śladzie linii istniejących) – obie linie związane były jednak z deklaracjami budowy w przyszłości polskich KDP. W kolejnych dwóch dokumentach polityki transportowej z 2001 r. [4]. i z 2005 r. [5]. linie Podłęże – Piekietko oraz Wrocław – Idzikowice nie były już wskazywane jako predystynowane do budowy, z tym że drugi z przywołanych dokumentów zapowiadał odrębne wieloletnie programy modernizacji i rozbudowy infrastruktury kolejowej, które będą w przyszłości przygotowywane przez administrację rządową [5].

W grudniu 2008 r. rząd przyjął dwa dokumenty programowe w zakresie dalszego rozwoju polskiej sieci kolejowej. Pierwszym z nich był „Master Plan dla transportu kolejowego w Polsce do 2030 roku” [13], który odnosił się całościowo do problematyki rozwoju polskiego kolejnictwa w horyzoncie czasowym do 2030 r. a jego powstanie wynikało z jednej strony ze starań rządu o pozyskanie środków unijnych na modernizację polskiego sektora kolejowego i związanego z tym oczekiwaniem Komisji Europejskiej przedłożenia przez stronę polską kompleksowego dokumentu rządowego, a z drugiej strony był niezbędnym uzupełnieniem drugiego dokumentu w postaci „Programu budowy i uruchomienia przewozów Kolejami Dużych Prędkości w Polsce” [14], w którym z kolei jako element uzupełniający założenia KDP zaplanowano budowę linii konwencjonalnej Łódź – Opoczno o długości 74 km (częściowo po istniejącym śladzie), mającej na celu stworzenie połączenia pomiędzy linią Y a CMK. Główną część Master Planu stanowił plan rozbudowy i modernizacji infrastruktury kolejowej w perspektywie do 2030 r. Oprócz nowych linii KDP (tzw. projekt linii Y i modernizacja CMK do prędkości 230 – 250 km/h) plan budowy linii konwencjonalnych obejmował w perspektywie do 2013 r. budowę wspomnianych już w uwa-

gach wstępnych odcinków Warszawa Służewiec – Warszawa Lotnisko Chopina i Gdańsk Wrzeszcz – Gdynia Osowa oraz nowego odcinka Chorzów Stary – Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice Pyrzowice o długości ok. 20 km dla stworzenia połączenia Katowic z lotniskiem. Na perspektywę 2020 r. w zakresie linii konwencjonalnych zaplanowano budowę nowego połączenia pomiędzy CMK a Krakowem na odcinku Kozłów – Kraków Batowice, jakkolwiek nie było to jednoznacznie określone w znaczeniu, że może to być zarówno linia konwencjonalna jak również linia KDP. Natomiast na perspektywę 2030 r. zaplanowano budowę linii Podłęże – Piekietko stanowiącej (wraz ze zmodernizowanymi odcinkami) docelowe połączenie Krakowa z Zakopanem oraz ze Słowacją przez Muszynę.

Od 2010 r. zaczęły obowiązywać zasady, w myśl których inwestycje w zakresie infrastruktury kolejowej są objęte odrębnymi programami wieloletnimi zatwierdzanymi przez ministra właściwego do spraw transportu w uzgodnieniu z ministrem finansów oraz w zakresie projektów realizowanych z udziałem środków europejskich z ministrem właściwym do spraw rozwoju regionalnego i podlegają przyjęciu przez Radę Ministrów w formie odpowiedniej uchwały. Pierwszy tego rodzaju program został przyjęty w 2011 r. [15]. W zakresie linii konwencjonalnych program ten deklarował budowę linii Kraków Główny – Mydlniki – Balice o długości 12 km jako połączenia Międzynarodowego Portu Lotniczego Kraków Balice z dworcem głównym w Krakowie. Inwestycja ta została zakończona w 2015 r., jednakże można dodać, że nie była to jednak budowa nowej linii jak deklarowano w WPIK 2013 lecz modernizacja linii zbudowanej w 1951 r. Kolejne dokumenty polityki transportowej z 2013 r. [9] i obowiązujący aktualnie z 2019 r. [10] nie zawierały już bezpośrednich i skonkretyzowanych odniesień do planowanych inwestycji w zakresie budowy i modernizacji linii kolejowych i odsyłały do właściwego programu wieloletniego. Począwszy



1. Linie Podłęże – Szczyrzyc – Tymbark i Chabówka – Nowy Sącz oraz planowane czasy przejazdów pociągów pasażerskich na tle istniejących połączeń kolejowych. Źródło: [18]



2. Zakres rzeczowy budowy linii Podłęże – Szczyrzyc/Mszana Dolna – Tymbark. Źródło: [18]

od 2016 r. WPIK został zastąpiony nowym programem wieloletnim pod nazwą Krajowy Program Kolejowy (KPK 2023). Uchwałą ustanawiającą ten program Rada Ministrów przyjęła we wrześniu 2015 r. a sam KPK 2023 stanowi załącznik do uchwały [19]. W KPK 2023 zamieszczono, początkowo na liście rezerwowej a po nowelizacji w końcu 2016 r. na liście podstawowej, projekt budowy nowej linii kolejowej Podłęże – Szczyrzyc – Tymbark/Mszana Dolna oraz modernizacji istniejącej linii kolejowej Chabówka – Nowy Sącz o całkowitej wartości 3064 mln zł. Ponadto program sygnalizuje pośrednio zamiar budowy linii kolejowej w tunelu od stacji Łódź Fabryczna do linii nr 15 w formie wyasygnowania środków na studium wykonalności dla tej linii. Można więc stwierdzić, że po wielu latach deklaracji i zapowiedzi w 2016 r. projekt budowy nowej linii konwencjonalnej Podłęże – Piekietko (nazwa środowiskowa) wreszcie „przebił się” do fazy realizacyjnej deklarowanej na lata 2022 – 2027. Obecnie projekt ten jest realizowany łącznie jako budowa nowej linii Podłęże – Szczyrzyc – Tymbark z odgałęzieniem w miejscowości Szczyrzyc do Mszany Dolnej o całkowitej długości 58 km z maksymalną prędkością pociągów pasażerskich do 160 km/h wraz z modernizacją istniejącej linii Chabówka – Nowy Sącz o długości 74 km, również z maksymalną prędkością 160 km/h na niektórych odcinkach. Jest to niewątpliwie inwestycja bardzo pożądana i uzasadniona i to z co najmniej z kilku powodów. Po pierwsze będzie skutkować znaczącym usprawnieniem transportu pasażerskiego zarówno w ujęciu regionalnym jak i ogólnokrajowym dzięki skróconym czasom przejazdów w obsługiwanych relacjach – zob. rys. 1. W szczególności zdecydowanemu skróceniu ulegnie czas przejazdu pomiędzy Krakowem a Zakopanem i Nowym Sączem, co ma również duże znaczenie dla obsługi ruchu turystycznego kierującego się z pozostałej części kraju przez Kraków do tych miast a także miejscowości położonych wokół nich. Po drugie, inwestycja spowoduje znaczące ograniczenie ruchu pry-

watnymi samochodami osobowymi z Krakowa i okolic w kierunku Zakopanego i Nowego Sącza z całą sekwencją pozytywnych skutków, takich jak między innymi zmniejszenie kongestii na trasach przejazdów samochodów prywatnych, w szczególności na tzw. „Zakopiance”, ograniczenie emisji spalin do atmosfery i ograniczenie wypadkowości na drogach. Poprawi się też jakość powietrza oraz dostępność komunikacyjna miast, gmin i całego atrakcyjnego turystycznie regionu Małopolski. Po trzecie budowa nowej w połączeniu z modernizacją istniejącej linii będzie ważnym czynnikiem lokalizacji różnego rodzaju aktywności przemysłowej i gospodarczej w regionie objętym inwestycją. Po czwarte, w aspekcie międzynarodowych połączeń i przewozów kolejowych zaistnieją dzięki budowie nowej i modernizacji istniejącej linii potencjalnie lepsze warunki do aktywizacji kolejowego przejścia granicznego w Muszynie na Słowację i dalej na południe Europy, nie tylko w zakresie konwencjonalnych towarowych przewozów masowych lecz również w odniesieniu do międzynarodowych przewozów intermodalnych.

Według dostępnych na początku 2022 r. informacji omawiany projekt nie miał jeszcze w pełni określonych i ogłoszonych publicznie źródeł finansowania, chociaż wszelkie prace projektowe budżetowane na kwotę ok. 180 mln zł były na ukończeniu [18]. Znany jest natomiast zakres rzeczowy budowy nowej linii Podłęże – Szczyrzyc/Mszana Dolna – Tymbark prezentowany na rysunku 2. Jak można ustalić na podstawie danych z rysunku, przy uwzględnieniu współczesnych wymogów środowiskowych i innych nowa linia budowana w terenie podgórskim o długości 58 km będzie musiała przebiegać w 20,2 % swojej długości w tunelach i w 13,3 % długości na estakadach, czyli łącznie w 33,5 % w i na tego rodzaju budowlach inżynierskich, nie licząc mostów i wiaduktów. Powoduje to, że realna kwota wydatków na budowę linii Podłęże – Szczyrzyc/Mszana Dolna – Tymbark może wynosić przypuszczalnie nawet

7 do 10 mld zł.

Z dotychczasowej treści artykułu wynika, że polska polityka transportowa w latach 1990 – 2016 bardzo powściągliwie wypowiadała się co do potrzeb budowy nowych konwencjonalnych linii kolejowych, doprowadzając do realnego rozpoczęcia projektu budowy jednej nowej dłuższej linii. Radykalny przełom w tym zakresie miał miejsce w 2017 r. i w latach następnych kiedy to opublikowano całkowicie nową koncepcję budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK) w Baranowie pod Warszawą i rozpoczęto przygotowania do tej budowy. W listopadzie 2017 r. Rada Ministrów przyjęła uchwałę nr 173/2017 odnośnie budowy nowego lotniska centralnego [16], natomiast w maju 2018 r. Sejm uchwalił ustawę określającą sposób zarządzania programem budowy CPK [17]. W załączniku do uchwały nr 173/2017 znalazły się szerokie odniesienia do niezbędnych

projektów w zakresie infrastruktury kolejowej, związanej z obsługą nowego lotniska. Łączna długość przewidywanych do wybudowania nowych linii kolejowych w ramach projektu budowy CPK w perspektywie do 2035 r. wynosi ok. 1600 km, w tym 670 km linii dużych prędkości. Oznacza to, że pomijając linie KDP, w ramach projektu CPK zaplanowano do wybudowania na przestrzeni około 20 lat ponad 900 km nowych konwencjonalnych odcinków linii kolejowych. W styczniu 2020 r. został opublikowany dokument pod nazwą Strategiczne Studium Lokalizacyjne Centralnego Portu Komunikacyjnego [11], gdzie szczegółowo wyspecyfikowano wszystkie nowe linie kolejowe lub ich odcinki przewidziane do budowy a także odcinki linii kolejowych przewidziane do modernizacji w układzie ciągów przewozowych nazywanych publicznie szprychami. Wykaz przebiegów tych ciągów został następnie opublikowany w odpo-

Tab. 2. Inwestycje towarzyszące dotyczące przebudowy, rozbudowy albo budowy linii kolejowych, kolejowych obiektów infrastruktury usługowej (w szczególności dworców kolejowych), infrastruktury towarzyszącej (w szczególności dróg dojazdowych i przyłączy) wraz z usunięciem kolizji przebiegu istniejących liniowych obiektów budowlanych z inwestycją

Lp.	Przebieg ciągów linii kolejowych
1	Centralny Port Komunikacyjny – Płock – Włocławek – Toruń – Bydgoszcz – Nakło nad Notecią – Piła – Okonek – Kołobrzeg/Koszalin Nakło nad Notecią – Złotów – Okonek (Płock) – Grochowski – Grudziądz – Gdańsk – Gdynia – Słupsk Bydgoszcz – Łąg Południowy – Kościerzyna – Gdynia Łąg Południowy – Tczew
2	Warszawa – Ciechanów – Olsztyn
3	Warszawa – Białystok – Elk – Suwałki – granica państwa Białystok – Kuźnica Białostocka – granica państwa Tłuszcz – Ostrołęka – Łomża – Pisz – Giżycko
4	Warszawa – Siedlce – Biała Podlaska – Terespol – granica państwa
5	Warszawa – Lublin – Trawniki – Chełm – granica państwa Trawniki – Zamość – Tomaszów Lubelski – Bełzec – granica państwa
6	Centralny Port komunikacyjny – Radom – Stalowa Wola – Rzeszów – Jasło/Krosno/Brzozów – Sanok
7	Centralny Port komunikacyjny – Idzikowice – Węzeł Małopolsko-Śląski/Katowice – Czechowice-Dziedzice – Jastrzębie-Zdrój – granica państwa Katowice – Węzeł Małopolsko-Śląski – Kraków – Szczyrzyc – Nowy Sącz Szczyrzyc – Chabówka – Zakopane Idzikowice – Opoczno – Końskie – Kielce – Tarnów – Nowy Sącz – Muszyna – granica państwa Końskie – Skarżysko-Kamienna wraz z połączeniami Węzła Małopolsko-Śląskiego i nowo budowanej infrastruktury z istniejącą siecią kolejową
8	Warszawa – Centralny Port Komunikacyjny – Częstochowa – Opole – Nysa – Kłodzko
9	Warszawa – Centralny Port komunikacyjny – Sieradz – Kępno – Wrocław – Świdnica – Wałbrzych – granica państwa Sieradz – Kalisz – Poznań – Szczecin, Kalisz – Ostrów Wielkopolski – Leszno – Głogów – Zielona Góra Poznań – Zbąszyń – Rzepin – granica państwa Zbąszyń – Gorzów Wielkopolski
10	Warszawa – Centralny Port Komunikacyjny – Kutno – Konin – Poznań
11	Szczecin – Port Lotniczy Szczecin-Goleniów
12	Stalowa Wola – Lublin – Milanów – Biała Podlaska – Frontołów – Białystok

Źródło: [8]

wiednim rozporządzeniu Rady Ministrów [8] – zob. tabela 2.

Wykaz przebiegów ciągów linii kolejowych zamieszczony w tabeli obejmuje budowy nowych linii zarówno dużych prędkości jak też konwencjonalnych oraz dotyczy modernizacji istniejących linii. Analiza wskazanego wcześniej studium lokalizacyjnego wskazuje, że po wyłączeniu projektowanych do budowy linii KDP, planem budowy w ramach projektu CPK zostały objęte w szczególności następujące odcinki konwencjonalnych linii kolejowych [11]:

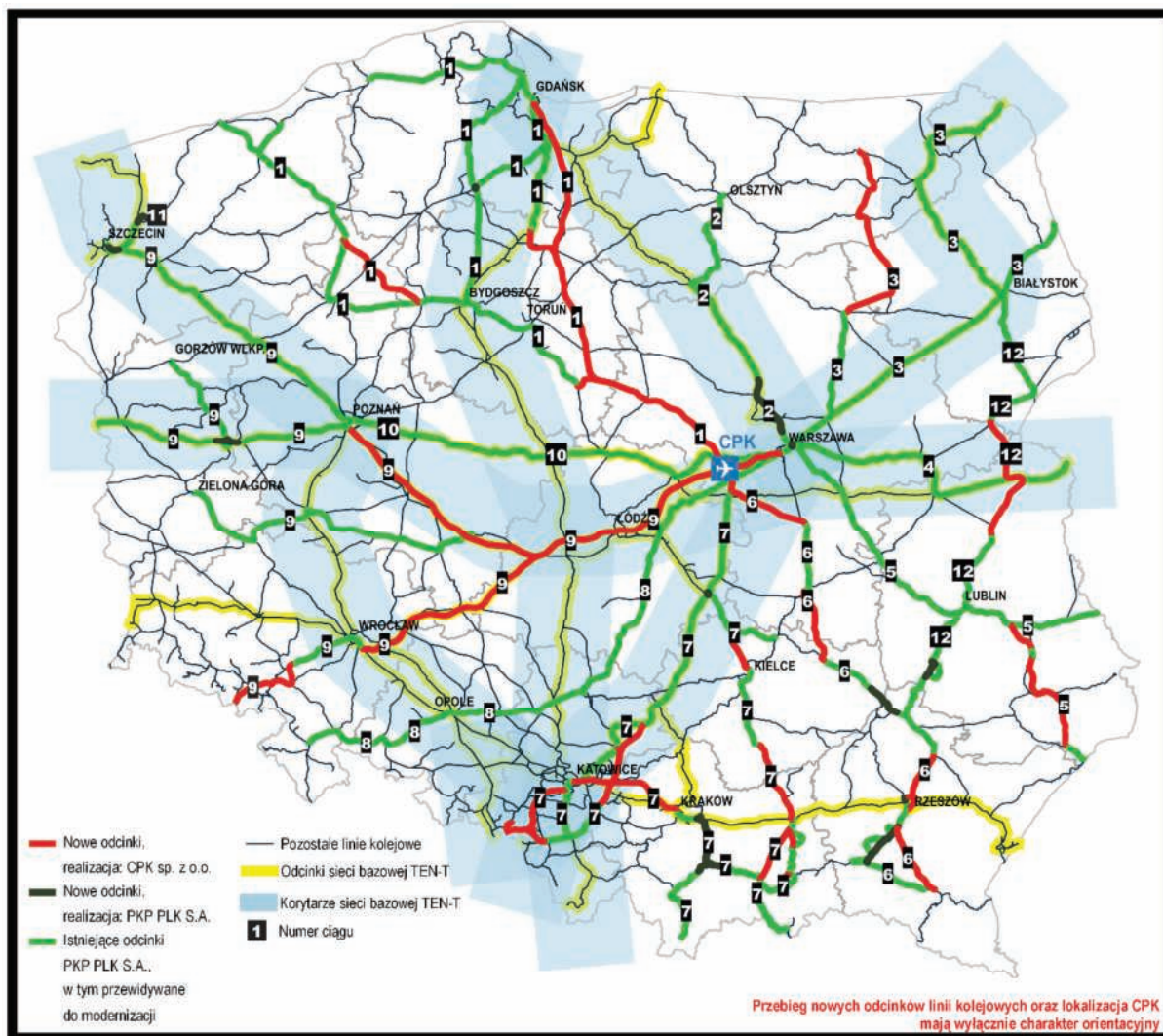
- ciąg nr 1: Grudziądz – Warlubie (linia 242), Grochowski – Włocławek (linia 50)
- ciąg nr 2: Warszawa Choszczówka – Kątno (linia 20),
- ciąg nr 3: Warszawa Wschodnia – Zielonka (linia 6), Ostrołęka – Giżycko (linia 29),
- ciąg nr 5: Trawniki – Krasnystaw

Miasto (linia 54), Wólka Orłowska – Zamość – Tomaszów Lubelski – Bełzec (linia 56),

- Ciąg nr 6: Stary Garbów – Zbądnów (linia 80), Łukawiec – Rzeszów Jasionka Międzynarodowy Port Lotniczy (linia 632), Boguchwała – Jedlicze (linia 106),
- ciąg nr 7 (z wyłączeniem nowych odcinków realizowanych w ramach projektu Podłęża – Piekietko): Wąsosz Konecki – Kielce (linia 89), Busko-Zdrój – Tarnów (linia 73), Tarnów – Nowy Sącz (linia 96, odcinki nowego przebiegu), Biała Błotna – Chełmek (linia 111), Chybie – Jastrzębie-Zdrój – Godów granica państwa (linia 170), Katowice/Gliwice – Jastrzębie-Zdrój – granica państwa,
- ciąg nr 9: Żarów – Świdnica Miasto (linia 267), Świdnica Miasto – granica państwa (linia 268), Zbąszyń – Szczaniec (linia 817), Zbąszyń –

Dąbrówka Wielkopolska (linia 818),
 • ciąg nr 11: Szczecin Dąbie – Szczecin Port Centralny (linia 350),
 • ciąg nr 12: Milanów – Biała Podlaska – Fronów (linia 631), Kraśnik – Rzeszyca (linia 68).

Dla realizacji projektu budowy CPK Skarb Państwa na mocy przywoływanej ustawy z 10 maja 2018 r. utworzył spółkę celową pod nazwą Centralny Port Komunikacyjny Sp. z o.o. Zadaniem spółki jest przygotowanie i realizacja programu wieloletniego Centralnego Portu Komunikacyjnego obejmującego budowę nowego lotniska centralnego dla Polski oraz koordynacja i realizacji inwestycji towarzyszących, w tym nowej sieci linii kolejowych, dróg ekspresowych, autostrad i pozostałej infrastruktury przesyłowej. W odniesieniu do tzw. komponentu kolejowego w styczniu 2019 r. uzgodniono z zarządcą infrastruktury



3. Kolejowe Liniowe Inwestycje Towarzyszące na tle sieci TEN – T z podziałem na zadania realizowane przez PKP S.A oraz spółkę CPK. Źródło: [11, s. 33]

kolejowej PLK S.A., że spółka CPK odpowiadać będzie za budowę nowych linii kolejowych w ramach projektu, natomiast spółka PLK S.A. odpowiadać będzie za modernizację istniejących linii kolejowych, którymi zarządza [11]. Podział na zadania realizowane przez PLK S.A. oraz spółkę CPK w odniesieniu do kolejowych Inwestycji Towarzyszących całemu projektowi budowy CPK przedstawia rysunek 3.

Podsumowanie

Program budowy nowych odcinków kolejowych linii konwencjonalnych w ramach projektu CPK jest niewątpliwie bardzo ambitny, ale nie ulega też wątpliwości że ma charakter całkowicie wstępny i poglądowy. Zdecydowana większość tych odcinków nie była dotychczas deklarowana do budowy w dokumentach polityki transportowej ani nie była uwzględniana w planach przestrzennego zagospodarowania na różnych szczeblach administracji publicznej. Wydaje się, że wiele z propozycji nowych budów wynika z historycznie ukształtowanych mankamentów polskiej sieci kolejowej w postaci luk w bezpośrednich połączeniach i stąd w ramach studiowania geografii linii kolejowych narzucają się koncepcje budowy niektórych skrótnów czy nowych przebiegów. Z drugiej strony na propozycje budowy nowych odcinków linii kolejowych duży wpływ miała – jak się wydaje – monocentryczna koncepcja całego projektu CPK i widoczny zamiar podporządkowania temu projektowi całego polskiego systemu transportowego, podczas gdy istniejący w Polsce system transportowy ma układ policentryczny. Należy więc przyjąć, że z biegiem lat wszystkie wskazane wyżej propozycje budowy odcinków linii konwencjonalnych, zakładając optymistycznie wybudowanie nowego portu lotniczego, będą poddane szczegółowej analizie pod kątem różnego rodzaju uwarunkowań nie tylko politycznych, lecz również transportowych, w tym popytowych, społecznych, gospodarczych, w tym finansowych oraz środowiskowych.

Ten ostatni aspekt będzie niewątpliwie bardzo ważny w odniesieniu do wielu zgłoszonych propozycji, ale w szczególności w odniesieniu do zamiaru budowy linii 29 Ostrołęka – Łomża – Kolno – Pisz – Orzysz – Giżycko przebiegającej przez przyrodniczo cenne Mazury. ◀

Materiały źródłowe

- [1] T. Lijewski, S. Koziarski, Rozwój sieci kolejowej w Polsce, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1995.
- [2] Narodowa Strategia Rozwoju Transportu na lata 2000 – 2006, Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej, Warszawa, styczeń 2000 r.
- [3] Polityka transportowa. Program działania w kierunku przekształcenia transportu w system dostosowany do wymogów gospodarki rynkowej i nowych warunków współpracy gospodarczej w Europie, Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej, Warszawa, październik 1994 r.
- [4] Polityka transportowa państwa na lata 2001 – 2015 dla zrównoważonego rozwoju kraju, Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej, Warszawa, październik 2001.
- [5] Polityka Transportowa Państwa na lata 2006 – 2025, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, czerwiec 2005.
- [6] Polska 1918 – 2018. Historia Polski w liczbach, tom 5, GUS, Warszawa 2018.
- [7] Rocznik statystyczny GUS 1948 – www.polona.pl/item/rocznik-statystyczny
- [8] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 26 stycznia 2021 r. w sprawie wykazu Inwestycji Towarzyszących w zakresie Centralnego Portu Komunikacyjnego – Dz. U. 2021, poz. 225.
- [9] Strategia Rozwoju Transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Warszawa, styczeń 2013 r. – www.transport.gov.pl

- [10] Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku Warszawa, wrzesień 2019 r. – www.mi.gov.pl
- [11] Strategiczne Studium Lokalizacyjne Centralnego Portu Komunikacyjnego – www.cpk.gov.pl
- [12] Z. Taylor, Rozwój i regres sieci kolejowej w Polsce, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Warszawa 2007.
- [13] Uchwała nr 277 Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2008 r. – publikacja: www.mi.gov.pl
- [14] Uchwała nr 276 Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2008 r. – publikacja: www.mi.gov.pl
- [15] Wieloletni Program Inwestycji kolejowych do roku 2013 z perspektywą do roku 2015. Infrastruktura kolejowa zarządzana przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. (WPIK 2013), Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 7 listopada 2011 r. – www.mi.gov.pl
- [16] Uchwała nr 173/2017 Rady Ministrów z dnia 7 listopada 2017 r. w sprawie przyjęcia Koncepcji przygotowania i realizacji inwestycji Port Solidarność – Centralny Port Komunikacyjny dla Rzeczypospolitej Polskiej RM-111-163-17 – publikacja: Ministerstwo Infrastruktury – www.mi.gov.pl
- [17] Ustawa z dnia 10 maja 2018 r. o Centralnym Porcie Komunikacyjnym – Dz. U. z 2018 r., poz. 1089.
- [18] www.podleze-piekielko.pl
- [19] Załącznik do uchwały nr 162/2015 Rady Ministrów z dnia 15 września 2015 r., Krajowy Program Kolejowy do 2023 roku. Infrastruktura kolejowa zarządzana przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Minister Infrastruktury i Rozwoju, Warszawa, wrzesień 2015 r. – www.mi.gov.pl

Rozwój połączeń kolejowych obszaru Trójmorza

Development of rail connections in the Three Seas region



Jarosław Kiepusa

Polskie Koleje Państwowe S.A

Jaroslaw.Kiepusa@pkp.pl

Streszczenie: Kluczowym warunkiem realizacji projektu Trójmorza jest stworzenie nowoczesnej sieci transportowej integrującej gospodarki krajów wchodzących w skład tego obszaru, tworzących korzystne warunki rozwoju współpracy gospodarczej. Dotyczy to zwłaszcza sieci kolejowych, gdzie niezbędna jest likwidacja bariery komunikacyjnej Karpat - wytyczenie nowych szlaków scalających sieci kolejowe krajów inicjatywy Trójmorza. Przedmiotem niniejszego opracowania jest propozycja realizacji inwestycji pozwalającej na stworzenie szlaku o roboczej nazwie Rail Adriatica będącego alternatywnym wariantem (odsuniętym na wschód) przebiegu korytarza pierwszego TEN-T (Bałtycko-Adriatyckiego); wariantem włączającym do tego korytarza pomijane dotychczas Węgry, Słowenię i Chorwację. Celem inwestycji jest stworzenie nowej linii kolejowej o wysokich parametrach eksploatacyjnych (budowa nowych odcinków wraz z modernizacją i rewitalizacją istniejących odcinków), stanowiącej połączenie polskich i słowackich sieci kolejowych na obszarze Podhala i Orawy – od polskiej Rabki od słowackich Kralovan. Stanowiła by ona naturalne wydłużenie budowanej już linii „Podłęże-Piekielko” w kierunku południowo-zachodnim dające możliwość wytyczenia nowego korytarza kolejowego o wysokich parametrach eksploatacyjnych.

Słowa kluczowe: Połączenia kolejowe; Trójmorza; Sieć transportowa

Abstract: The key condition for the implementation of the Three Seas Initiative is the creation of a modern transport network which integrates the economies of the countries included in this area and creates favorable conditions for the development of economic cooperation. This applies especially to railway networks, where it is necessary to eliminate the communication barrier of the Carpathians - to delineate new routes connecting the railway networks of the countries of the Three Seas Initiative. The subject of this paper is a proposal for the implementation of an investment that allows to create a route with the working name Rail Adriatica, which is an alternative variant (moved to the east) of the first TEN-T (Baltic-Adriatic) corridor; the variant including the so far omitted Hungary, Slovenia and Croatia. The aim of the investment is to create a new railway line with high operational parameters (construction of new sections along with the modernization and revitalization of the existing sections) which connects the Polish and Slovak railway networks in the Podhale and Orava area - from the Polish Rabka to the Slovak Kralovan. It would be a natural extension of the already constructed "Podłęże-Piekielko" line towards the south-west, giving the opportunity to delineate a new railway corridor with high operational parameters.

Keywords: Railway connections; Three Seas; Transport network

Wprowadzenie

Kluczowym warunkiem realizacji projektu Trójmorza jest stworzenie nowoczesnej sieci transportowej integrującej gospodarki krajów wchodzących w skład tego obszaru, tworzących korzystne warunki współpracy. Tymczasem istniejąca architektura sieci transportowych w tych krajach ma wybitnie asymetryczny charakter – dominują dobre i bardzo dobre połączenia równoleżnikowe budujące relacje z zachodnią

częścią naszego kontynentu, przy deficycie ilościowym połączonym z niskim standardem połączeń południowych budujących relacje między krajami zainteresowanymi uczestnictwem w projekcie Trójmorza. Należy przy tym zauważyć, że skala tego problemu ma różny jakościowy wymiar w drogach i kolei, co znakomicie zaobserwować możemy na naszym rodzimym przykładzie połączeń idących na Słowację. Z trzech nowoczesnych dróg szybkiego ruchu (S1, S7 i S19) dwie pierwsze są praktycznie

na ukończeniu, zaś trzecia w trakcie zaawansowanego procesu budowy. Najdalej do 2030 roku będziemy dysponowali trzema nowoczesnymi szlakami drogowymi, które w połączeniu z siecią naszych południowych sąsiadów praktycznie rozwiążą problem komunikacji w ruchu drogowym w obszarze Trójmorza. Na tle tej budującej perspektywy w drogownictwie, sytuacja w połączeniach kolejowych rysuje się w zgoła odmiennych barwach. Z trzech istniejących szlaków kolejowych biegnących przez Kar-

paty na południe Europy, zaledwie jedna (lk 96 do przejścia w Muszynie) spełnia minimalne wymagania dla szlaku takiej kategorii. Dwie pozostałe linie (lk 107 i lk 139) mają znaczenie marginalne – ich parametry, aktualny stan techniczny, położenie i rola w układzie sieci kolejowych tylko tą marginalizację pogłębiają. Szansą na zmianę tej sytuacji jest realizacja programu inwestycji – zarówno budowy nowych odcinków linii jak i modernizacji istniejących, jednak nie wszystkie te działania mają wystarczające uzasadnienie.

Największe nadzieje łączone są z realizacją projektu zwanego potocznie „Podłęż-Piekielko”, czyli budowy linii Węgrzce Wielkie-Szczyrzyc-Mszana Dolna/Tymbark z kompleksową modernizacją linii lk 104 Chabówka-Nowy Sącz. Projekt ten mający już ponad ćwierć wieku zakładał udrożnienie dojazdu do przejścia kolejowego w Muszynie poprzez budowę nowego odcinka i istniejących linii (lk104 i lk 96). Uruchomiona z wreszcie z tak długim poślizgiem inwestycja w swoim założonym pierwotnie kształcie musi budzić pewne wątpliwości. Pierwsza dotyczy możliwości modernizacji odcinka linii 96 z Nowego Sącza do Muszyny, nieobjętego zakresem planowanej inwestycji. Poprowadzona doliną Popradu ma bardzo niekorzystny profil, którego poprawa na dużej części tego odcinka wiązałaby się z ogromnymi nakładami. Od Piwnicznej do Muszyny linia biegnie w przełomie rzeczonym pokonując kilkanaście bardzo ostrych łuków, których eliminacja wymagałaby przebijania jej w tunelach. Druga wątpliwość dotyczy rzeczywistej użyteczności tej linii. Projektowano ją w latach 90-tych z myślą o obsłudze silnych ośrodków przemysłowych wschodniej części Słowacji i Węgier. Niestety od tego czasu geografia gospodarcza obu krajów uległa głębokim zmianom. Na Słowacji największe ośrodki przemysłowe to Bratysława,

Koszyce, Żylin, Bańska Bystrzyca, Martin, Nitra. Z większych przedsiębiorstw na wschodzie kraju została praktycznie już tylko huta US Steel w Koszycach. Z kolei na Węgrzech z licznych do niedawna zakładów przemysłu ciężkiego w okręgu Borsod (Miskolc) praktycznie nie został żaden. Podobnie rzecz się ma z drugim co do wielkości miastem Węgier - Debreczynom. Tymczasem w ciągu tego ćwierćwiecza wyrosły nowe zagłębia przemysłowe w zachodniej części Węgier i Słowacji. Na Węgrzech są to takie fabryki jak: Suzuki w Esztergom (10 tys. zatrudnionych), AUDI w Győr (11,5 tys. zatrudnionych), Mercedes Benz w Kecskemét (4,7 tys. zatrudnionych). Także na zachodniej Słowacji liczne przedsiębiorstwa motoryzacyjne przeniosły swoje zakłady produkcyjne - Volkswagen (zakład w Bratysławie), Peugeot (produkcja w Trnawie), Kia Motors (Żylin) Jaguar Land Rover (Nitra). Zachodnia Słowacja stała się także centrum produkcji elektroniki. W ostatnich kilkunastu latach powstały tu fabryki takich koncernów elektronicznych jak: Samsung Electronics (Galanta), Sony (Trnawa i Nitra), a także AGD – Whirlpool (Poprad). Biorąc pod uwagę te przewidywania gospodarek obu naszych południowych sąsiadów zasadne byłoby analogiczne przewartościowanie założeń budowy linii „Podłęż-Piekielko” – udrażniania dla ruchu towarowego nie południowo-wschodniej – nowosądeckiej, odnogi, a przeanalizowania przedłużenia linii z Chabówki w kierunku na zachód.

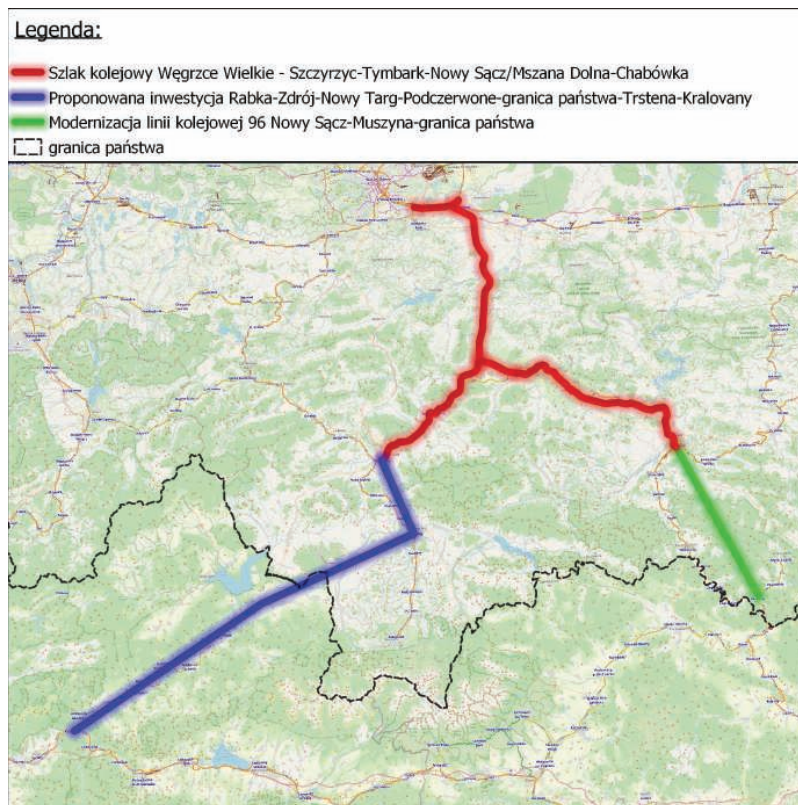
Duże wątpliwości budzi trwająca już kilkanaście lat modernizacja linii kolejowej nr 139 Bielsko-Biała – Żywiec – Zwardoń – Skalite, od wejścia Polski do Unii Europejskiej, a zwłaszcza w warunkach otwartego europejskiego rynku kolejowego. Założenia modernizacji tej linii kolejowej do prędkości 160 km/h (w ruchu osobowym), polegające na przekształceniu jej w szlak o najwyższych parametrach

dla ruchu towarowego wymagać będzie ogromnych nakładów nie tylko po polskiej, ale i po słowackiej stronie. Należy wziąć pod uwagę bardzo niekorzystny profil tej linii po polskiej stronie - od stacji w Miłowce do granicy (21 km), różnica wysokości sięga 221 metrów mieszcząc się w normie dla ruchu towarowego, ale już na odcinku Sól – Zwardoń średnie nachylenie to już 1,5%, zaś przy samej granicy przekracza ono 1,7%. Zasadniczy problem wyłania się jednak dopiero po stronie słowackiej, gdzie na odcinku Skalite pod Poľanou - Skalite-Seráfinov przekracza ono 2,5%. W tym stanie rzeczy utrzymanie dopuszczalnego nachylenia linii wymaga poprowadzenia jej na długim transgranicznym odcinku w tunelu. Tymczasem prosta analiza istniejących szlaków pokazuje, że ta kosztowna inwestycja w niczym nie poprawi obecnego poziomu obsługi ruchu kierującego się z Górnego Śląska na Zachodnią Słowację. Alternatywne połączenie przez Zaolzie i przełęcz Jabłonkowską, przy podobnej długości, już teraz oferujące bardzo dobre parametry eksploatacyjne. W relacji Most Wisła-Czadca szlak przez Żywiec –Zwardoń będzie jedynie 7 km krótszy (91 wobec 98 km) od połączenia przez Zebrzydowice-Petrovice-Jabłonków, ale o 7 km dłuższy od połączenia przez Zebrzydowice –Cieszyn Marklowice-Jabłonków (84 km).

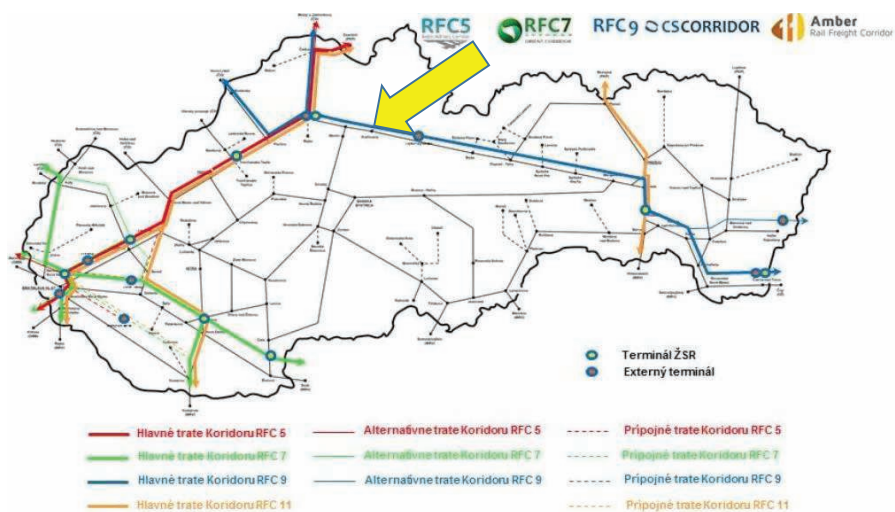
Ostatnia z istniejących linii – lk 107 z Sanoka-Zagórza do Łupkowa, ma paradoksalnie najlepszą geometrię, zatem największy potencjał modernizacyjny. Jako jedyna została zaprojektowana jako linia magistralna, dwutorowa, do obsługi ekspresowych połączeń Budapesztu z Lwowem. Bez wątpienia linia ta powinna być wykorzystana dla stworzenia kolejowego odpowiednika Via Carpatii. Problemem jest brak dobrego połączenia z siecią polską kolejową. Szansę stwarza program kolejowy CPK, w ramach którego powstać mają dwie

nowe linie kolejowe. Poza linią nr 58 (Łętownia – Rzeszów) kluczowe znaczenie ma linia nr 122 (Rzeszów – Sanok) otwierająca możliwość połączenia linii nr 107 z resztą naszej sieci kolejowej i pozwalająca realnie myśleć o wykorzystaniu tego szlaku do budowy Rail Carpatii. Mając na względzie istniejący stan infrastruktury szlaków kolejowych w obszarze Trójmorza, oraz istniejące na tym obszarze uwarunkowania geograficzne, racjonalne jest skoncentrowanie wysiłków na udrożnieniu dwóch szlaków obsługujących ten obszar w ruchu kolejowym. Pierwszy – idący w kierunku południowo-wschodnim, to wspomniana Rail Carpatia mająca skomunikować Kraje Bałtyckie i polskie porty morskie ze wschodnią częścią kotliny Panońskiej, Rumunią, Bałkanami aż po Stambuł i Tessaloniki. W południowej części Rail Carpatia (na pograniczu węgiersko-rumuńskim) łączyłaby się z funkcjonującym od dawna czwartym korytarzem sieci TEN-T (Wschodniośrodkomorskim). Drugi szlak – będący przedmiotem niniejszego opracowania, to Rail Adriatica. Będący alternatywnym – odsuniętym na wschód, przebiegiem korytarza pierwszego TEN-T (Bałtyko-Adriatyckiego) i włączających pomiędzy dotychczas Węgry, Słowenię i Chorwację. Ten szlak idący w kierunku południowo-zachodnim połączyłby kraje bałtyckie i nasze porty morskie z zachodnią częścią kotliny Panońskiej, z Chorwacją, Słowenią, Północnymi Włochami docierając do portów północnego Adriatyku. Taki szlak mógłby stanowić alternatywę dla dotychczasowej odnogi Jedwabnego Szlaku wiodącej z Ukrainy Zakarpaciej na Węgry, Austrię, do Południowych Niemiec i Północnych Włoch, prowadząc w te obszary przewozy z terminali granicznych w Małaszewiczach (a w przyszłości także w Chełmie).

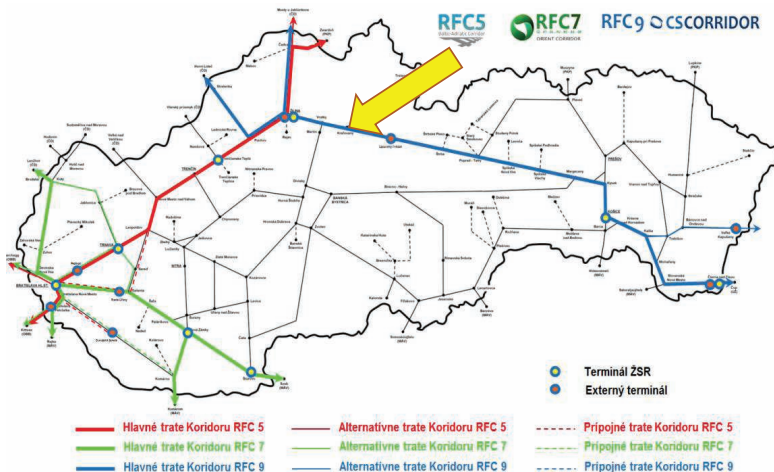
Cel inwestycji



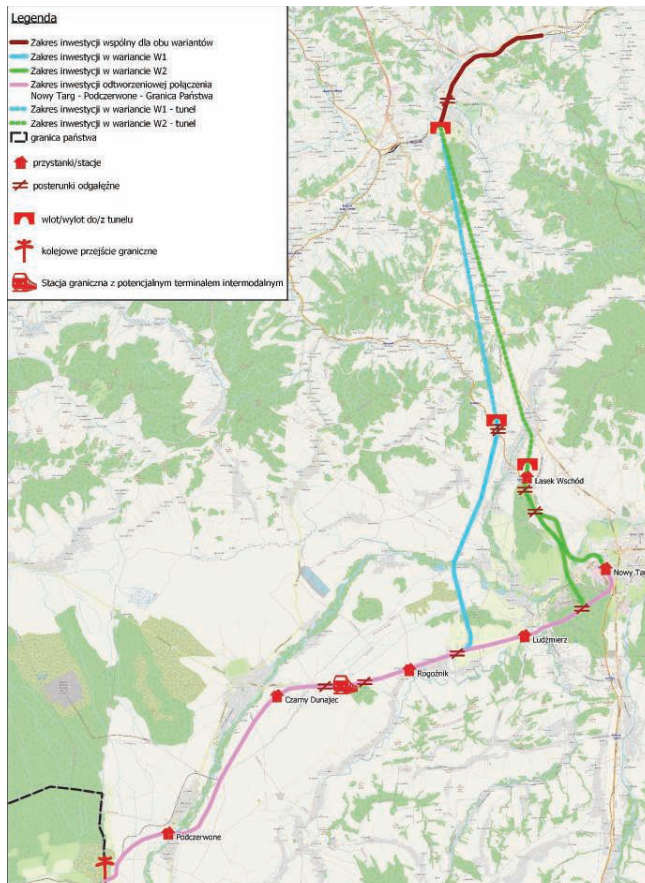
1. Obszar inwestycji Podłężę _ Piekietko i zadań towarzyszących



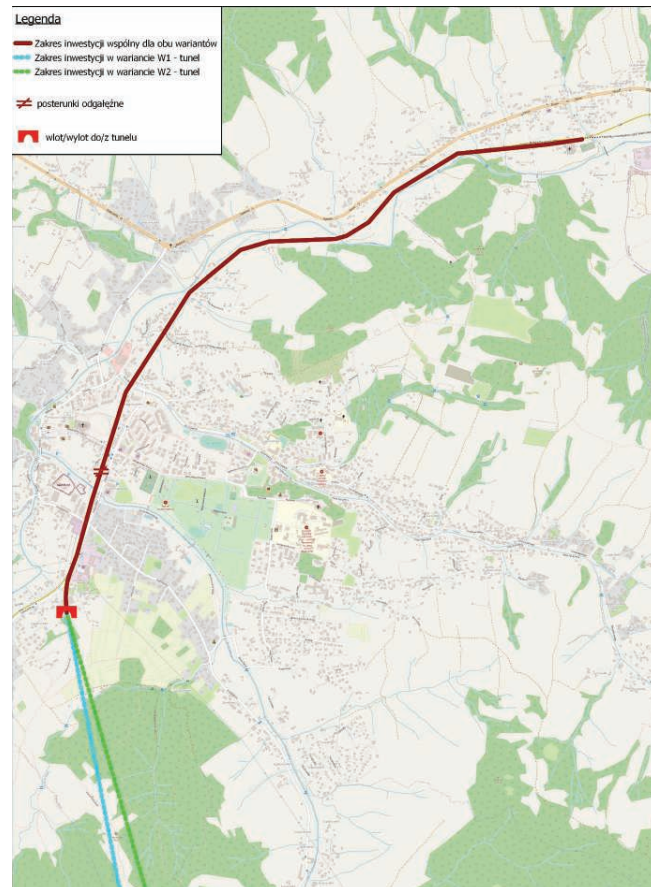
2. Słowacka część szlaku Rabka – Nowy Targ – Granica Państwa – Trstena – Kralovany (żółta strzałka) na tle sieci korytarzy kolejowych RFC na Słowacji



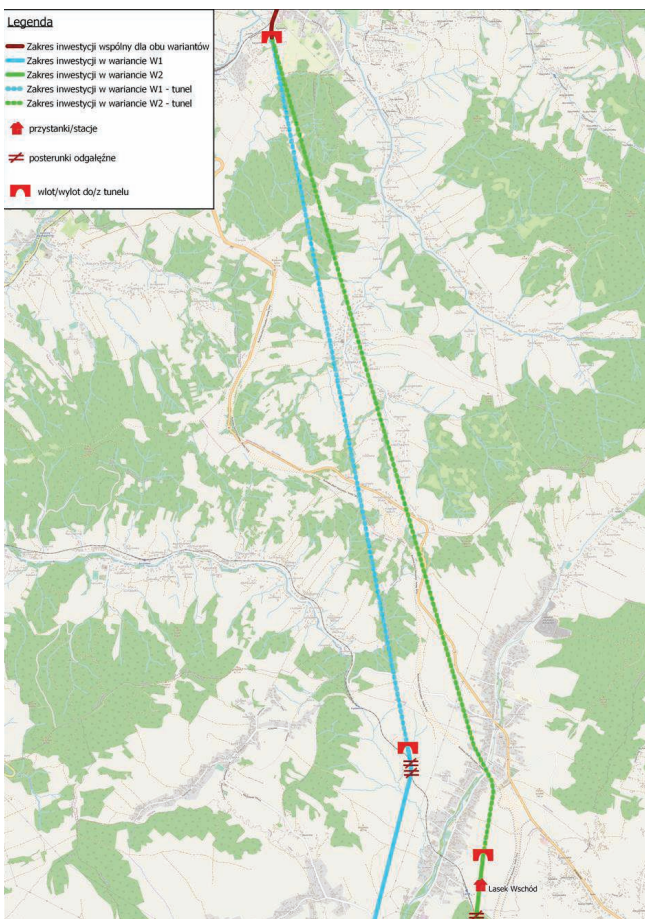
3. Słowacka część szlaku Rabka – Nowy Targ – Granica Państwa – Trstena – Kralovany (żółta strzałka) na tle sieci korytarzy kolejowych TEN-T na Słowacji



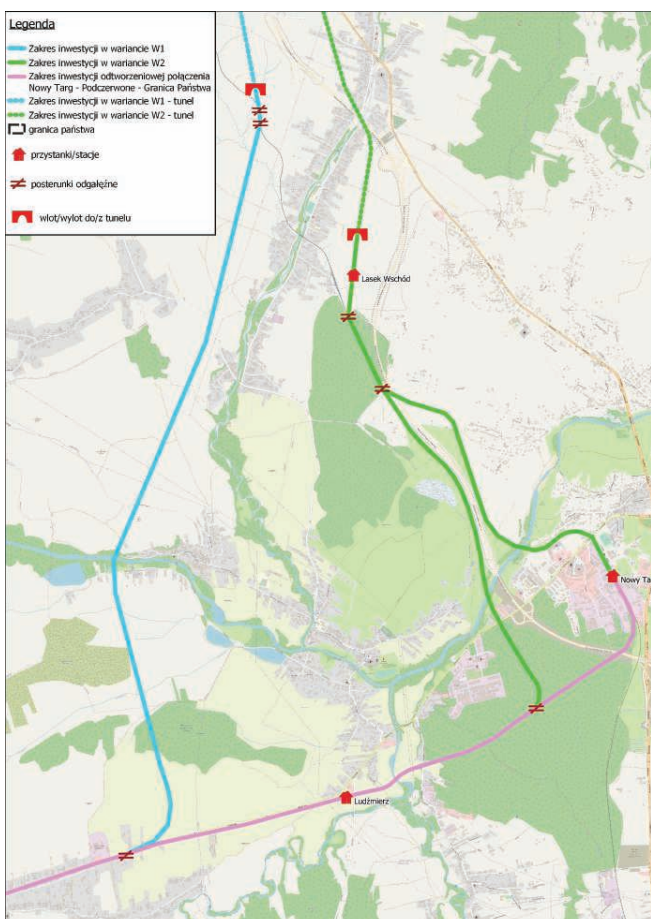
4. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczzerwone – Granica Państwa



5. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczzerwone – Granica Państwa – odcinek Rabka Zaryte - Tunel



6. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczzerwone – Granica Państwa – odcinek w przebiegu tunelem.



7. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczzerwone – Granica Państwa – odcinek nowotarski

Celem inwestycji jest stworzenie nowej linii kolejowej o wysokich parametrach eksploatacyjnych (budowa nowych odcinków wraz z modernizacją i rewitalizacją istniejących odcinków), stanowiącej połączenie polskich i słowackich sieci kolejowych. Stanowić ma ona naturalne wydłużenie budowanej już linii „Podłęże-Piekielko” w kierunku południowo-zachodnim dającej możliwość wytyczenia nowego korytarza kolejowego o wysokich parametrach eksploatacyjnych. Realizacja projektu w założonym kształcie wymagać będzie - poza inwestycjami po stronie polskiej, również adekwatnych działań inwestycyjnych po stronie słowackiej. W szerszej perspektywie proponowana inwestycja spinać ma dwie rozdzielone sieci kolejowe w Europie Środkowo-Wschodniej, przedzielone łańcuchem Karpat, co zaowocować może powstaniem nowego korytarza komunikacyjnego w obszarze Trójmorza. Dla urzeczywistnienia zarysowanej powyżej koncepcji korytarza Rail Adriatica inwestycja ta ma znaczenie kluczowe stanowiąc uzupełnienie brakującego elementu tego szlaku. Inwestycja ta służyć ma usprawnieniu przewozów towarowych. Niemniej jednak oczekiwania należy znaczących korzyści także dla ruchu osobowego, istotnie poprawiając obsługę kolejową obszaru Podhala, w tym zwiększając udział kolei w ruchu pasażerskim do Zakopanego. Proponowane rozwiązanie zatem powinno wydatnie zwiększyć korzyści wynikające z realizacji połączenia „Podłęże-Piekielko”, potęgując zakładany efekt komunikacyjny na tej trasie, a w rezultacie podnosząc prognozowane wskaźniki ekonomiczne inwestycji. Zauważyć przy tym należy, że na długi czas przed powstaniem koncepcji Trójmorza doszło do poważnej – aczkolwiek nieudanej wówczas, próby wytyczenia takiego szlaku. Jesienią 2005 roku koleje włoskie, słoweńskie węgierskie połączyły swe siły zawiązując konsorcjum,

mające wziąć udział w prywatyzacji spółki Železničná spoločnosť Cargo Slovakia przygotowywanej przez ówczesny rząd słowacki. Do tego konsorcjum zaproszono także spółkę PKP Cargo, która zadeklarowała swoje zainteresowanie udziałem w nim. Zaangażowanie PKP SA i PKP Cargo istotnie zwiększyło szanse powodzenia projektu. Niestety perspektywa nadchodzących wówczas wyborów parlamentarnych na Słowacji oraz ich późniejszy wynik spowodowały wyhamowanie inwestycji.

Opis inwestycji

Odcinek Rabka Zaryte – Lasek

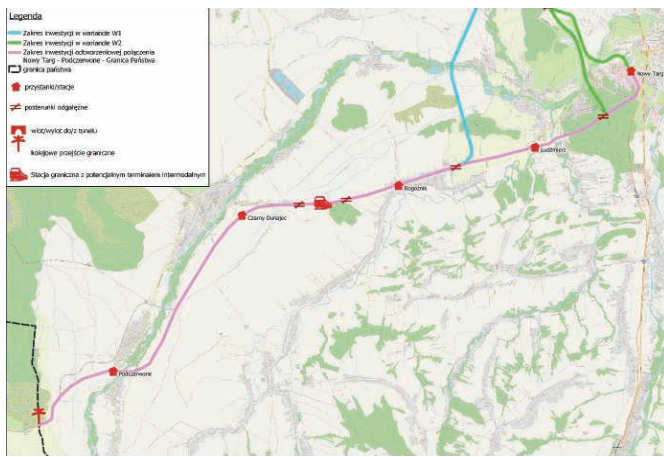
Projektowana linia mogłaby mieć początek na stacji Rabka Zdrój, przy czym samo odgałęzienie od linii 104 nastąpi około kilometra przed stacją Chabówka. W tym celu konieczna jest przebudowa układu torowego w Rabce Zdroju obejmujące rozbudowę stacji Rabka Zaryte oraz dobudowę drugiego toru linii 104. Z kolei obecny przystanek Rabka Zdrój zyska rangę stacji węzłowej, z której w kierunku wschodnim będą brąły początek dwie jednotorowe linie: dotychczasowa linia 104 i nowa linia biegnąca pod masywem Górców w kierunku Nowego Targu i granicy ze Słowacją. Ze stacji Rabka tory obu linii będą biegły razem wznoszącym nasypem do wiaduktu nad ulicą Podhalańską i dalej po około 400 m. nowa linia łukiem na wiadukt poprowadzony nad ulicą Zakopiańską. Po przecięciu ulicy Zakopiańskiej tor nowej linii poprzez posesję Zakopiańska 48 (aktualnie działka ta jest wystawiona na sprzedaż) dobiegnie do północnego wlotu tunelu usytuowanego na stoku góry Krzywoń (627 m). Wlot tunelu będzie miała miejsce na wysokości 499 m. n.p.m. (w wariantcie pierwszym W1), lub 496,5 m. n.p.m. (w wariantcie drugim W2). Stąd nowo budowana linia skierowana zostanie

na południe tunelem o długości 9,6 km (w wariantcie pierwszym) lub 11,3 km (w wariantcie drugim) pod masywem Górców. Różnica usytuowania wysokości wlotu wynika z założonej konieczności uzyskania dla odcinka od stacji Rabka Zdrój do wylotu tunelu w Kotlinie Nowotarskiej możliwie najniższego wskaźnika maksymalnego pochylenia linii.

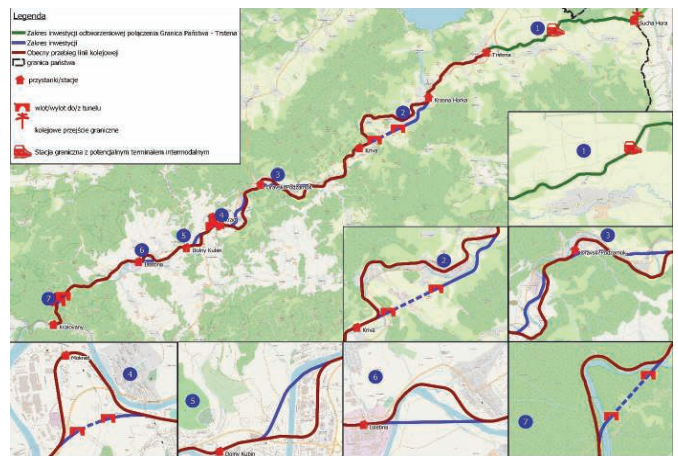
Odcinek Lasek – Nowy Targ/Czarny Dunajec

Wariant pierwszy

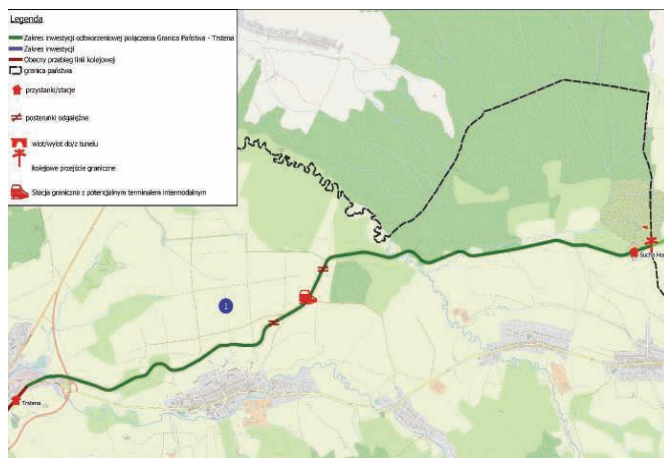
W wariantcie tym wylot tunelu i włączenie do linii 99 Chabówka – Nowy Targ usytuowany jest w rejonie kilometra 17,3 tejże linii – 1800 metrów przed stacją Lasek. Rzędna wylotu tunelu wyniesie 674 m. n.p.m. co daje średnie pochylenie linii w tunelu około 17,0 ‰ - niewiele przekraczające standardowy wskaźnik maksymalnego pochylenia toru (16 ‰) oraz zapewniające względnie dobre warunki prowadzenia ruchu towarowego. W miejscu styku z linią 99 w rejonie północnego wlotu tunelu nastąpi rozdzielenie ruchu osobowego i tranzytu towarowego na Słowację. Z uwagi na zakładany znaczący ruch towarowy i duże pochylenie linii 99 na odcinku Lasek – Nowy Targ koniecznym będzie wykonanie łącznicy pomiędzy liniami 99 i 118 omijającej od zachodu miasto i stację Nowy Targ (długość około 10 km). Ta kolejowa obwodnica Nowego Targu połączy wylot tunelu na styku z linią 99 z odbudowaną linią 118 za drogą wojewódzką nr 957 Nowy Targ – Czarny Dunajec w rejonie między miejscowościami Rogoźnik i Czarny Dunajec (rzędna punktu styku z linią 118 to 658 m. n.p.m. Ponadto w rejonie bezpośrednio za wylotem tunelu i skrzyżowaniem z linią 99 konieczne będzie zlokalizowanie mijanki zmniejszającej czasy następstw pociągów pokonujących tunel a co za tym idzie



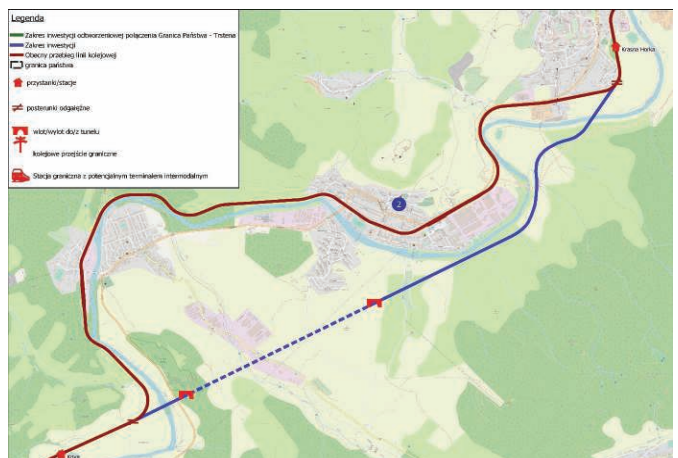
8. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczermone – Granica Państwa – odcinek Nowy Targ – Granica



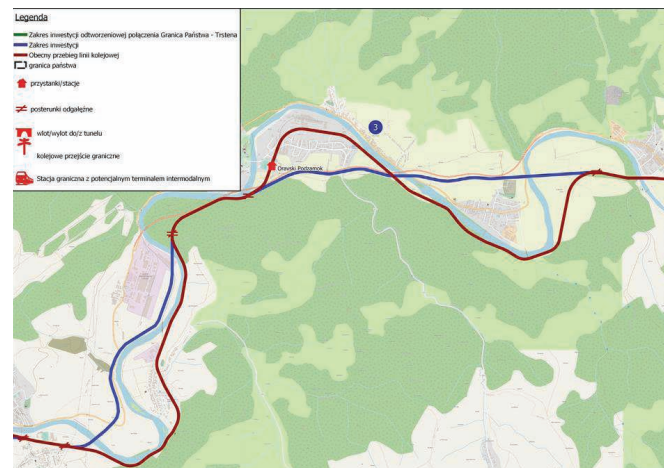
9. Projektowany szlak po stronie słowackiej



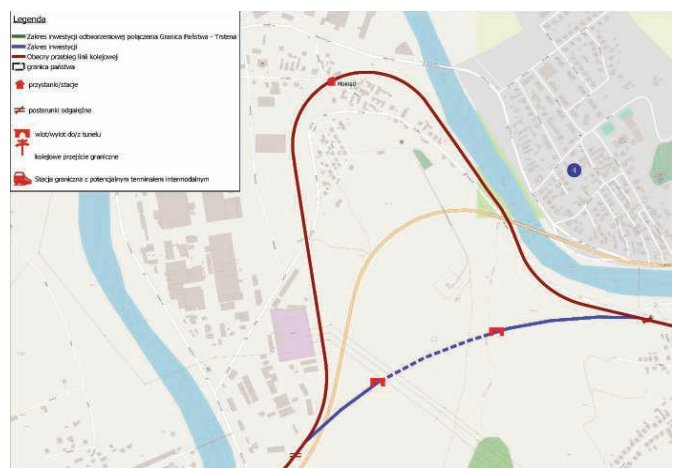
10. Szlak po stronie słowackiej - przebieg odbudowanego odcinka Granica Państwa - Sucha Hora - Trstena



11. Szlak po stronie słowackiej - proponowany przebieg odcinka Krasna Horka-Kriva



12. Szlak po stronie słowackiej - proponowany przebieg odcinka w rejonie Oravskiego Podzámoka



13. Szlak po stronie słowackiej - proponowany przebieg odcinka w rejonie miejscowości Mokrad

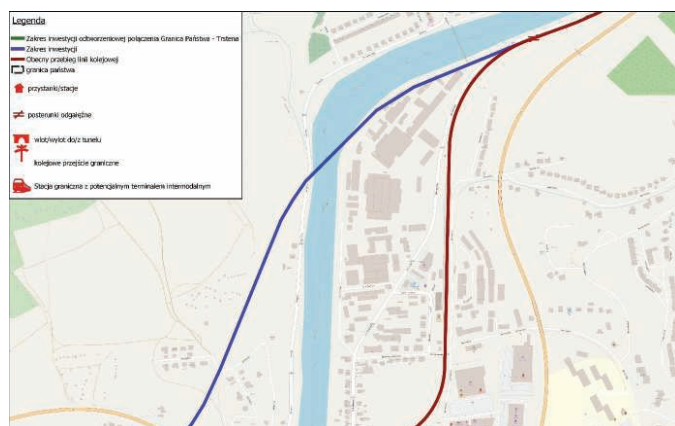
zwiększającej jego przepustowość. Z kolei dla potrzeb poprawy jakości ruchu osobowego należy rozważyć modernizację 6,3 km odcinka linii 99 od styku projektowanej linii do Nowego Targu – sugerowana prędkość dopuszczalna co najmniej 120 km/h. Dalej ze stacji Nowy Targ ruch osobo-

wy rozdzielałby się na dwie relacje: do Zakopanego linią 99 i na Słowację odbudowaną linią 118.

Wariant drugi

W wariantcie tym wylot tunelu i styk z linią 99 Chabówka – Nowy Targ

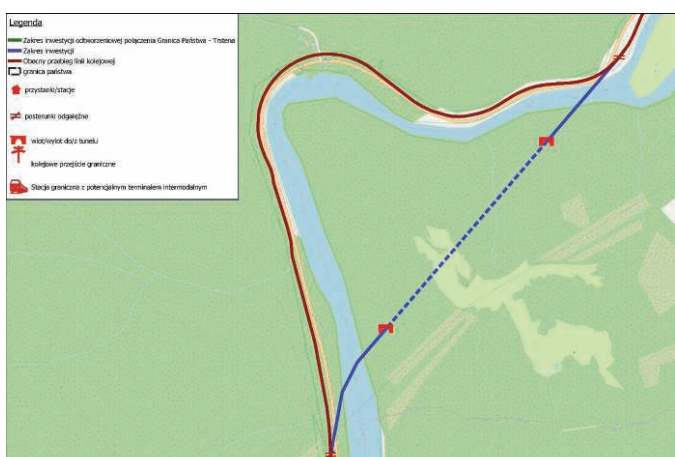
usytuowany będzie około 200 m po wschodniej stronie stacji Lasek. Rzędna wylotu tunelu znajdzie się na wysokości 660 m, co daje średnie pochylenie linii w tunelu około 14,5 % - nie przekraczające standardowego wskaźnika maksymalnego pochylenia toru (16 %) i zapewniające dobre



14. Szlak po stronie słowackiej - proponowany przebieg odcinka omijającego Dolny Kubin



15. Szlak po stronie słowackiej - proponowany przebieg odcinka Velicna - Istebne



16. Szlak po stronie słowackiej - proponowany przebieg odcinka w rejonie przystanku Kralovany Zastavka

Tab. 1. Zakres inwestycji po stronie słowackiej

L.P	Odcinek do realizacji	Długość całkowita (w km)	Tunele (w km)	mosty	uwagi
1	Granica SK/RP - Sucha Hora - Trstena	14,0	-		Odtworzenie linii po starym śladzie
2	Krasna Horka - Kriva	6,4	2,0	2	
3	Oravski Podzamok	7,65	-	4	
4	Mokrad	0,9	0,3	-	
5	Dolny Kubin	1,55	-	2	
6	Velicna - Istebna	1,3	-	2	
7	Kralovany	0,6	0,2		
8	W sumie	33,4	2,5	8	

warunki prowadzenia ruchu towarowego. Po około 400 m od wylotu tunelu projektowana linia zejdzie się z linią 99 zlokalizowanym (około km 18,5) Od miejsca połączenia obu linii, aż do stacji Nowy Targ linia 99 powinna zostać rozbudowana do układu dwutorowego. Tak jak w przypadku wariantu pierwszego, także w tym wariantcie proponuje się docelową separację ruchu towarowego i osobowego w obrębie samego Nowego Targu, celem wyeliminowania przejazdów pociągów towarowych przez centrum miasta. W tym celu w rejonie przed wiaduktem budowanej w ciągu drogi DK 47 Obwodnicy Nowego Targu - na 19,2 km linii 99, należy usytuować posterunek odgałęźny do wyprowadzenia łącznicy towarowej, omijającej od zachodu stację i miasto Nowy Targ, biegnącej w kierunku dawnej linii 118. Łącznica ta długości około 3,5 km może być poprowa-

dzona wzdłuż nasypu wspomnianej Obwodnicy Nowego Targu po jej zewnętrznej, zachodniej stronie, odgałęziając się od niej w rejonie mostu na Dunajcu w kierunku południowym do miejsca styku z odbudowaną linią 118 w rejonie 1,7 km.

Odcinek Nowy Targ/Czarny Dunajec – Granica Państwa

Linie 118 od stacji Nowy Targ należy poprowadzić po śladzie dawnej linii nr 118, jednak z istotnymi korektami przebiegu polegającymi przede wszystkim na zmianie profilu poziomego łuku od mostu na rzece Czarny Dunajec do przecięcia ulicy Domańskiej we wsi Czarny Dunajec, a następnie budowie obejścia wsi Podczerwone wzdłuż wschodniego brzegu rzeki Czarny Dunajec. Rzekę tę wraz z biegnącą wzdłuż jej brzegu droga wojewódzką DW 958 prze-

tnie między wsiami Podczerwone i Koniówka, wracając do dawnego przebiegu linii nr 118. Dalej śladem dawnej linii nr 118 do granicy ze Słowacją. Podkreślić jednak należy, że możliwość wykorzystania dawnego pasa kolejowego linii 118 powinno ułatwić pozyskiwanie gruntów pod inwestycję.

Odcinek słowacki: Granica Państwa – Sucha Hora – Trstena - Kralovany

Po stronie słowackiej konieczna jest kompleksowa modernizacja istniejącej linii SK 150 od stacji Trstena do stacji Kralovany będącej stacją węzłową na głównej magistrali Słowacji - Koszyce – Poprad – Żylin - Bratislava, oraz z odbudowa odcinka przygranicznego Granica SK/RP - Sucha Hora – Trstena.

Poza elektryfikacją całego szlaku w szeregu miejsc konieczna jest jej głęboka przebudowa eliminująca największe ograniczenia wynikające ze niekorzystnego profilu tej linii. Linia ta była budowana jako połączenie lo-

kalne, z bardzo skromnym zakresem obiektów inżynierskich, bez których w górzystym terenie nie da się osiągnąć wysokiej prędkości szlakowej. Ponieważ jest ona poprowadzona w większej części w dolinie Orawy - biegnąc wzdłuż tej meandrującej rzeki, dlatego w wielu miejscach linia ma bardzo niekorzystny profil geometryczny. Dostosowanie jej do wymogów sieci AGCT wymaga zatem likwidacji szeregu odcinków z łukami o niskich promieniach, a także omięcia kilku miejscowości dla których ciężki transport towarowy stanowiłby dużą uciążliwość. Okolicznością sprzyjającą jest to, że rzeka Orawa na większości poprowadzonej wzdłuż niej linii SK 150 płynie stosunkowo szeroką doliną, co wydatnie ogranicza koszt realizacji niezbędnych inwestycji.

Projektowane połączenie wymaga w pierwszej kolejności utworzenia toru od miasta Trstena do granicy RP w miejscowości Sucha Hora (od km 56.450 do km 70.410). Przy różnicy wysokości między punktem granicznym (770 m. n.p.m.), a stacją Trstena (615 m. n.p.m.) średnie nachylenie linii osiąga niecałe 1,11% co jest wynikiem w pełni zadowalającym. Na odcinku 14 kilometrów jedynie w kilku miejscach należałoby rozważyć celowość niewielkich korekt łuków. Najpoważniejszą inwestycją – obok odbudowy samej linii, byłaby budowa stacji granicznej. Optymalnym miejscem byłby obszar na położony wschód od obwodnicy drogowej Trsteny (trasy R3) przez miejscowość Liesek.

Pierwszym odcinkiem który należy zrealizować po nowym śladzie jest Krasna Horka – Kriva. Na tym odcinku linii SK 150 występuje szereg ostrych łuków. Ponadto linia biegnie przez gęsta zabudowę miejscowości Krasna Horka, Nižna, Podbiel. Nowy odcinek długości 6,4 km od istniejącej linii odchodziłby przed łukiem w Krasnej Horce, na 750 m. przed przystankiem

Krasna Horka. Po przekroczeniu Orawy poprowadzony zostałby lewym brzegiem Orawy zboczem wzgórz (Kovalowo, Gruń, Postredny), następnie biegłaby tunelem długości około 2 km pod wzgórzami Ostrvka i Biela Skala, po czym wracała by na prawy brzeg Orawy łącząc się ze stara linią za łukiem na 850 m. przed przystankiem Kriva.

Kolejnym – i najdłuższym z nowych odcinków, byłaby obwodnica Oravskiego Podzamku składająca się z dwóch pododcinków o łącznej długości licząca 7,65 km. Odcinek ten rozpoczynałby się 950 m. za przystankiem Sedliacka Dubowa, na łuku u stóp wzgórza Polom. Następnie nowa linia przecinałaby rzekę Orawę przed Horną Lehotą; stąd biegnąc wzdłuż drogi R3 ponownie przecinając Orawę dochodziła do góry Kycera i dalej jej podnóżem do miejsca gdzie droga R3 przecina obecną linię SK150. Stąd przez 1350 m. linia biegłaby po śladzie SK 150 do łuku Orawy przed terenem na którym znajdują się Oravskie Ferozlatinarske Zavody, po którym – po kolejnej zmianie brzegu, linia biegłaby do styku z drogą 59 wzdłuż niej do mostu na Orawie przed miejscowością Bziny do połączenia z linią SK 150 0,5 km przed przystankiem Bziny.

Trzeci z postulowanych do realizacji odcinków to obwodnica miejscowości Mokrad długości 0,94 km, zaczynałby się zaraz za przystankiem Bziny łącząc się z obecną linią SK150 na południowym krańcu miejscowości Mokrad. Z uwagi na konieczność przecięcia grzbietu rozległego wzgórza Pastornik (który obecny przebieg SK 150 omija szerokim i ostrym łukiem przez miejscowość Mokrad), trasa przebiegać musi po części w wykopie, którego 300 m. odcinek należałoby nakryć i zasypać tworząc krótki tunel.

Kolejny proponowany odcinek – obwodnica Dolnego Kubina, długości 1,55 km wyprowadza ma ruch z miasteczka, a przy okazji eliminując

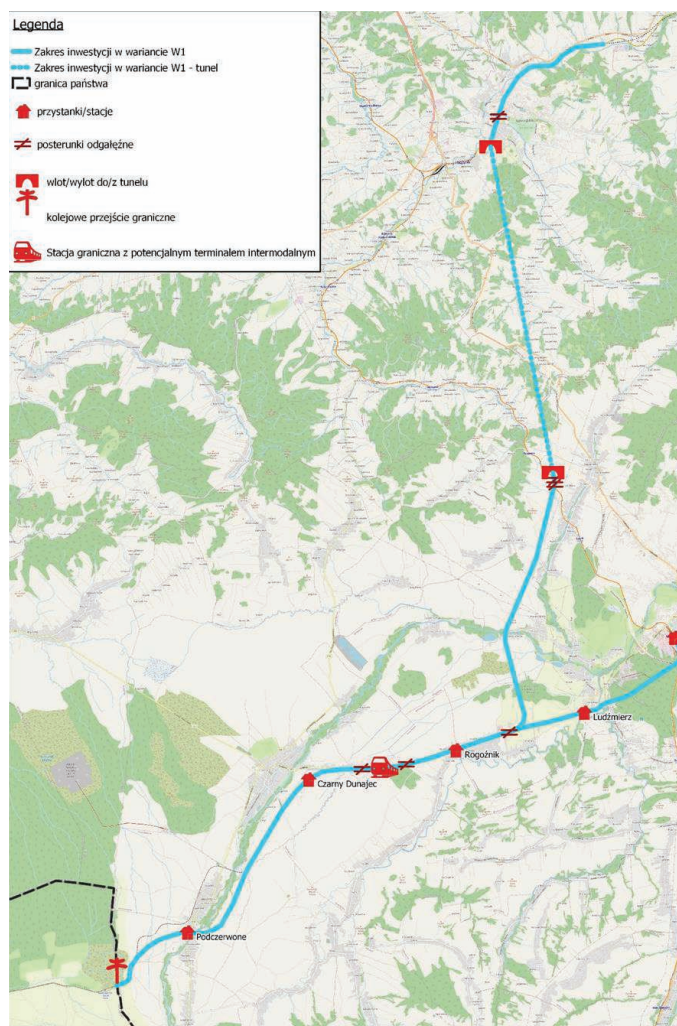
dwa ostre łuki. Nowa linia odłączała by się od SK 150 680 m. przed stacją Dolni Kubin i biegnąc dale wzdłuż lewego brzegu Orawy (przez teren przyległy do firmy Zettransport Slovakia) przechodziłaby na prawy brzeg po moście zlokalizowanym na łuku tej rzeki. Następnie odchodząc od rzeki przecinając łagodnie zbocza wzgórza Brezovec i omijając niewielkie osiedle mieszkaniowe ponownie łączy się z linią Sk 150 w rejonie cementarza w Dolnym Kubinie przy przecięciu SK150 przez drogę nr 70.

Następny odcinek to prosta łącznica o długości 1,3 km zlokalizowana dokładnie między przystankami Velicna a Istebne. Przecina ona zakole rzeki między tymi miejscowościami, eliminując dość ciasny łuk po jakim dziś biegnie linia SK150.

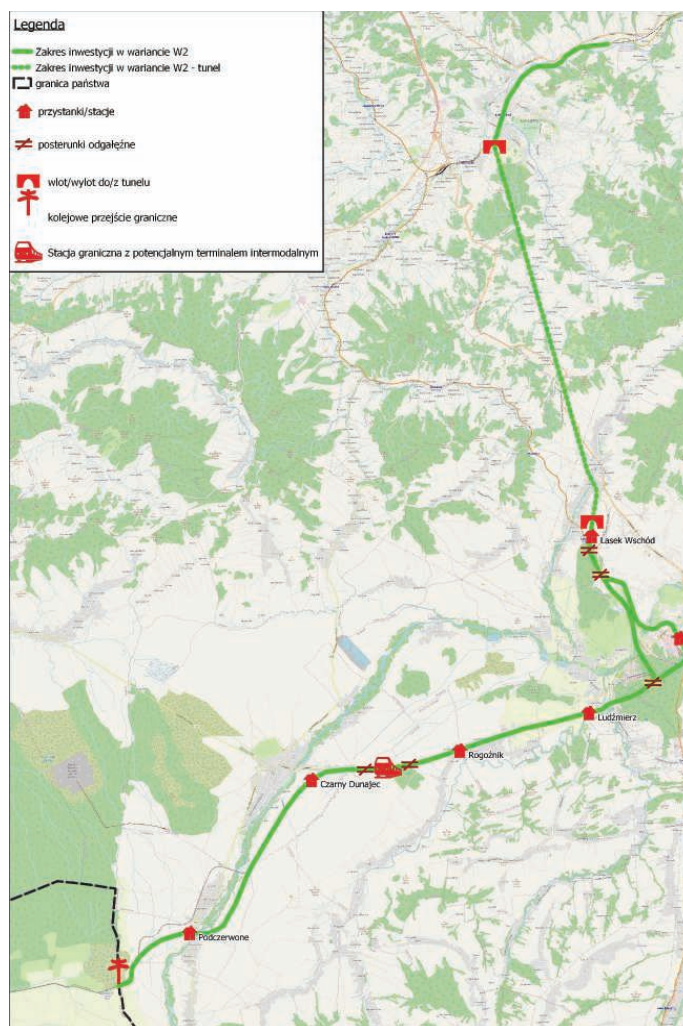
Ostatnia z niezbędnych inwestycji – 0,6 kilometrowa łącznica eliminująca ostry łuk linii SK150, znajduje się w rejonie przystanku Kralovany Zastavka, na obszarze gdzie Orawa płynie głęboką doliną przełomu Małej Fatry. Zaczyna się ona 380 m. przed przystankiem na lewym brzegu Orawy którą przecina dwukrotnie łącząc się ponownie na lewym brzegu z obecnym przebiegiem linii SK150 520 m. za przystankiem Kralovany Zastavka. Część tego górzystego odcinka – około 200 metrów musi być pokonana w tunelu.

Zakres inwestycji – podsumowanie inwestycji po polskiej stronie

W wariantcie pierwszym do budowy jest około 24,5 kilometrów nowej linii kolejowej w tym 10 kilometrów w tunelu, około 10 km łącznicy dla pociągów towarowych omijających Nowy Targ oraz odcinek 4,5 km linii od stacji Rabka Zaryte do wlotu tunelu. Ponadto w różnym zakresie należy zmodernizować 6,7 km linii nr 99 od styku z nowo budowaną linią do Stacji Nowy Targ, oraz około kilometra linii 104 od stacji Rabka w kierunku Chabówki.



17. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczerwone – Granica Państwa – wariant pierwszy (W1)



18. Szlak kolejowy Rabka Zaryte – Nowy Targ – Podczerwone – Granica Państwa – wariant drugi (W2)

Tab. 2. Zakres inwestycji w wariantcie pierwszym (W1)

Kilometr osi (km)		obiekt	Wysokość n.p.m.	punkt	Numer linii
osobowy	towarowy				
0,000	0,000	stacja	452	Rabka Zaryte (RZ)	104/W1
3,690	3,690	stacja	482	Rabka Zdrój	W1
4,690	4,690	wlot tunelu	499	tunel portal północny	W1
14,290	14,290	wlot tunelu	674	tunel portal południowy	W1
14,490	14,490	p.o.	671	Lasek Tunel Północ	W1
14,620	14,620	p.o.	670	Lasek Tunel Południe	W1
16,460		stacja	643	Lasek	W1
20,960		stacja	602	Nowy Targ	W1os./L118
24,960		przystanek	603	Ludźmierz	L118
27,060	22,190	p.o.	624	Śmietany	W1tow./L118
28,660	23,790	przystanek	644	Rogoźnik	L118
30,160	25,290	p.o.	655	stacja graniczna (wschodni)	L118
31,460	26,590	p.o.	656	stacja graniczna (zachodni)	L118
32,060	28,190	przystanek	670	Czarny Dunajec	L118
39,060	34,190	przystanek	742	Podczerwone	L118
41,760	36,890	g.p.	768	granica państwa	L118

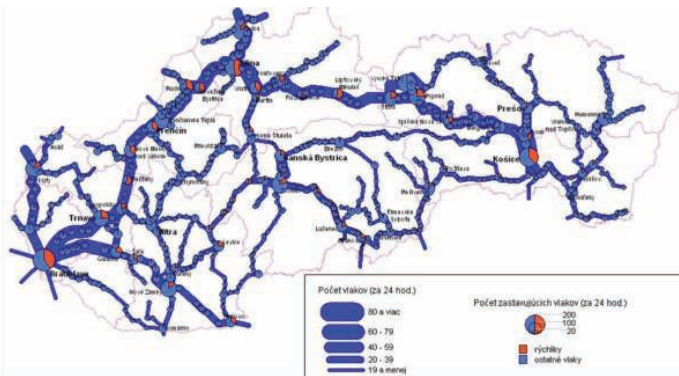
Tab. 3. Zakres inwestycji w wariantcie drugim (W2)

osobowy	towarowy		n.p.m.		
0,000	0,000	stacja	452	Rabka Zaryte (RZ)	104/W2
3,690	3,690	stacja	482	Rabka Zdrój	W2
4,690	4,690	wlot tunelu	496,5	tunel portal północny	W2
15,990	15,990	wlot tunelu	660	tunel portal południowy	W2
16,380	16,380	przystanek	653	Lasek Wschód	W2
16,790	16,790	p.o.	640	Lasek	W2
17,570	17,570	p.o.	624	Grel	W2
20,950		stacja	602	Nowy Targ	W2os./L118
22,780	21,170	p.o.	610	Nowy Targ Bór	W2tow./L118
24,950	23,270	przystanek	603	Ludźmierz	L118
27,020	25,370	przystanek	644	Rogoźnik	L118
30,050	28,470	p.o.	655	stacja graniczna (wschodni)	L118
31,390	29,770	p.o.	656	stacja graniczna (zachodni)	L118
33,050	31,370	przystanek	670	Czarny Dunajec	L118
39,050	37,370	stacja	742	Podczerwone	L118
41,690	40,070	g.p.	768	granica państwa	L118

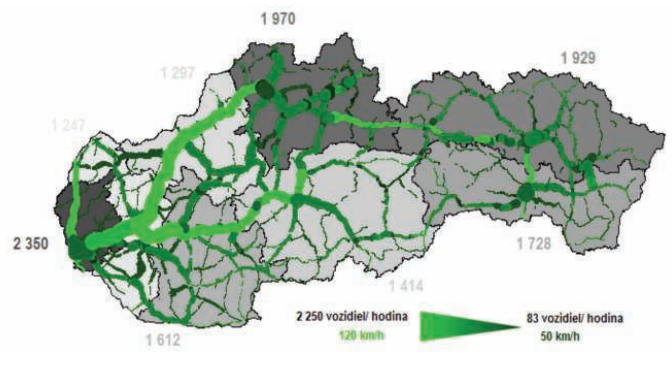
W wariantcie drugim do budowy jest około 24,2 kilometrów nowej linii kolejowej w tym 11,7 kilometrów w tunelu, 4,5 km toru od wylotu tunelu do stacji Nowy Targ, 3,5 km łącznicy dla pociągów towarowych omijających Nowy Targ oraz odcinek 4,5 km linii od stacji Rabka Zaryte do wlotu tunelu. Tak jak i w wariantcie pierwszym zmodernizować należy około

kilometra linii 104 od stacji Rabka w kierunku Chabówki. Niezależnie od powyższych wariantów realizacji odcinka do Nowego Targu/Czarnego Dunajca do rewitalizacji jest cała dawna linia nr 118 o długości około 21 km, jednak zarówno długość odcinka tej linii jak i jej docelowy przebieg uzależniony jest od wyników szczegółowych analiz i wyboru wariantu

jej poprowadzenia. Na odtworzonej linii powinny zostać wybudowane przystanki w Ludźmierzu, Rogoźniku, Czarnym Dunajcu i stacja w Podczerwonym. Ta ostatnia byłaby nie tylko stacją końcową dla połączeń regionalnych, ale pozwalałaby na zatrzymanie międzynarodowych pociągów dalekobieżnych. W ten sposób znacząco poprawiłaby się dostępność



19. Wielkość potoków kolejowych na sieci kolei słowackich



20. Natężenie ruchu samochodowego oraz prędkości na drogach słowackich

miejsowości w Tatrach Zachodnich, takich jak Witów, Chochołów, czy zachodnia część Kościeliska. W rejonie między wsiami Rogoźnik a Czarny Dunajec przy drodze DW 957, na południe od biegnącej wzdłuż tej drogi dawnej linii 118 należy wybudować stację graniczną dla pociągów towarowych, oraz dodatkowy tor mijanekowy zmniejszający czasy następstw pociągów pokonujących odcinek Nowy Targ – Podczerwone - Granica Państwa, a co za tym idzie zwiększając jego przepustowość. Z kolei w tym samym rejonie, ale po północnej stronie drogi DW 957 znajduje się obszar na którym można zbudować terminal intermodalny dedykowany w pierwszym rzędzie do przeładunku naczep. Zwrócić należy uwagę na naturalne walory tego rejonu Kotliny Nowotarskiej, mające charakter równinny stwarzający dobre warunki do lokalizacji zarówno dużej stacji jak i granicznego terminala intermodalnego.

Korzyści z realizacji inwestycji – przewozy osobowe

Inwestycja powinna znacząco podnieść wskaźnik korzyści z realizacji budowanego połączenia Węgrze Wielkie - Szczyrzyc – Mszana Dolna – Chabówka, zwiększając skokowo wielkość ruchu towarowego na jej zachodniej odnodze, a także w mniejszym stopniu osobowego. Biorąc pod uwagę zakładane parametry tej linii na odcinku Rabka Zdrój - Nowy Targ pociągi osobowe mogłyby przy

założeniu prędkości w tunelu v-160 km/h i poprawy odcinka linii 99 na co najmniej 120 km/h pokonać odległość 16,3 km w 8 minut. Dawałoby to realne skrócenie podróży z Rabki do Nowego Targu o 20 minut, gdyż zakładany po modernizacji czas przejazdu pociągów na trasie Chabówka – Nowy Targ to 25 minut do czego należy doliczyć 2-minutowy postój na stacji Chabówka oraz minutę na pokonanie ostatniego kilometra linii 104 od Rabki do stacji Chabówka, co łącznie daje czas 28 minut. Nadmienić należy, że znacząco obniża to na zakładany czas przejazdu na trasie Kraków Główny Zakopane – z 1.40 minut do 1.20 minut. W tym sensie proponowana linia stanowi dopełnienie będącej w trakcie zaawansowanych prac projektowych linii „Podłęże – Piekietko”.

Korzyści z realizacji inwestycji – przewozy towarowe

Inwestycja ta jest niezbędna dla uruchomienia jakichkolwiek przewozów towarowych przez Nowy Targ na Słowację. Składy towarowe nie powinny być kierowane na linię przez przełęcz Sieniawską z uwagi na bardzo niekorzystny profil tej linii i niska jej przepustowość. Uruchomienie tych przewozów po proponowanej linii znacząco zwiększa – bardzo dziś ograniczone, możliwości kolejowego tranzytu towarowego na południe Europy, w basen Dunajski i dalej do portów Adriatyckich i północnej (mocno uprzedmiotowionej) części Włoch.

Inwestycja taka miałaby kapitalne znaczenie z punktu widzenia wielkości obrotów i perspektyw biznesowych projektowanego terminala intermodalnego PKP w Krakowie. We współpracy z terminalami granicznymi Grupy PKP w Małaszewiczach, Medyce oraz projektowanym terminalem w Chelmie kolej polska mogłaby zwiększyć swój udział w tranzycie ładunków zza wschodniej granicy – w tym ładunków z Chin, w Basen Dunajski i do Północnych Włoch, skutecznie rywalizując z kolejami węgierskimi. Do rozważenia jest wspomniana wcześniej budowa terminala intermodalnego – w pierwszej kolejności, do przeładunku naczep samochodowych w rejonie na południe od odbudowanej linii 118 i drogi wojewódzkiej nr 957. Droga ta stanowiłaby dobre skomunikowanie z budowaną Obwodnicą Nowego Targu o wysokich parametrach (dwujezdniowa droga w standardzie GP) – do węzła NOWY TARG ZACHÓD od styku Obwodnicy Kolejowej Nowego Targu i linii 118 byłoby około 5 km. Terminal taki miałby za zadanie zmniejszyć strumień ciężkiego ruchu towarowego kierującego się drogą E77 na Słowację.

Korzyści z realizacji inwestycji – strona słowacka

Strona słowacka od lat ma ogromny problem z narastającym ciężkim ruchem towarowym w korytarzu trasy europejskiej E77 po polskiej stronie biegnącej drogą nr 7 (docelowo S7)

do granicy w Chyżnem, zaś po stronie słowackiej drogą od dawnego przejścia granicznego z Polską na Orawie przez Ružomberok do Bańskiej By-

strzycy.

Dalszy ciąg tejże drogi prowadzi w kierunku Budapesztu będącego centrum gospodarczo-przemysłowym

Węgier, generującym wielkie potoki ładunkowe. Droga 59 na odcinku Ružomberok - Bańska Bystrzyca poprowadzona jest przez Przełęcz Do-



21. Stacja Rabka Zaryte- widok w kierunku Chabówki. Początek planowanej inwestycji



22. Przystanek Rabka Zdrój- widok w kierunku wschodnim



23. Rabka Zdrój. Po prawej stronie działka przy ulicy Zakopiańskiej 48 – rejon usytuowania wlotu tunelu; w oddali linia kolejowa nr 104



24. Rabka Zdrój. Po lewej stronie posesja przy Zakopiańskiej 48 -miejsce planowanego wlotu tunelu



25. Szlak Lasek- Pyzówka. Widok od strony Lasku w kierunku planowanego wlotu tunelu w wariantie W1. Po lewej stronie miejsce włączenia linii w wariantie W1 w linię nr 99



26. Wieś Lasek – po prawej stronie za wsią w kierunku Tatr rejon planowanego wlotu tunelu w wariantie W2



27. Rejon posterunku odgałęźnego Spizgany Las. Po lewej fragment stacji Lasek w oddali – przed zabudowaniami wsi Lasek, rejon wlotu tunelu w wariantie W2



28. Obwodnica Nowego Targu w ciągu DK 47 z prawej linia nr 99 w rejonie planowanego posterunku odgałęźnego Grel

nowalską położoną na wysokości 950 metrów. Sama miejscowość Donovany leży w paśmie ochronnym Parku Narodowego Niżne Tatry i jest wielkim ośrodkiem narciarskim, którego centrum – Park Snow Donovany jest bodaj największym tego typu ośrodkiem na Słowacji. Droga S59 z uwagi na swój przebieg w trudnym terenie górskim nadaje się tylko do punktowej modernizacji nieznacznie wpływającej na poprawę jej własności eksploatacyjnych. Z kolei budowa nowej drogi kategorii S, czy A w przebiegu drogi 59 byłaby niezwykle kosztowna

i – wedle dostępnych informacji, nie jest obecnie rozważana. Dlatego celem długofalowych działań rządu Słowacji jest radykalne zmniejszenie ruchu ciężkich pojazdów towarowych korzystających z tej drogi zwłaszcza na wspomnianym odcinku Ružomberok Przełęcz Donovany - Bańska Bystrzyca. W rezultacie oferta podjęcia wspólnej inwestycji kolejowej ze strony polską powinna wzbudzić zainteresowanie partnerów słowackich.

Historia projektu

W lecie 2007 roku na naradzie u ministra Mirosława Chaberka z udziałem senatora Koguta, poświęconej przyspieszeniu realizacji inwestycji „Podłęż-Piekietko” i udrożnienia przewozów kolejowych ze Słowacją ówczesny prezes PKP PLK Krzysztof Celiński zaproponował, by w kolejnym etapie rozbudować tę inwestycję o połączenie z Rabki przez Nowy Targ do granicy ze Słowacją, wskazując na korzyści z uzupełnienia pierwotnego zakresu projektu „Podłęż-Piekietko”. Projekt



29. Stacja Nowy Targ widok w kierunku Zakopanego



30. ścieżka rowerowa tzw. Velo Dunajec biegnąca po śladzie dawnej linii nr 118 w Nowym Targu pod obiektem WD-121 Obwodnicy Nowego Targu



31. Dawna linia 118 w rejonie planowanego posterunku odgałęźnego Nowy Targ Bór



32. Dawna linia 118 w rejonie dawnego przystanku Nowy Targ Fabryczny



33. Pas kolejowy dawnej linii nr 118 w rejonie Ludźmierza; widok w kierunku Rogoźnika.



34. Rejon byłej stacji Rogoźnik Podhalański na linii nr 118



35. Była stacja kolejowa Czarny Dunajec na linii 118. Widok w kierunku Nowego Targu; po lewej dawny budynek dworca



36. Podczerwone rejon planowanego mostu nad Czarnym Dunajcem i drogą DW958



37. Podczerwone rejon dawnego przejścia granicznego Podczerwone-Sucha Hora. Po lewej ścieżka rowerowa poprowadzona po trasie dawnej linii nr 118



38. Dawne przejście graniczne Podczerwone - Sucha Hora - widok w na stronę słowacką

ten wrócił na początku 2016 roku na nieformalnych spotkaniach w Instytucie Kolejnictwa z udziałem dr Andrzeja Massela, Krzysztofa Celińskiego, Jana Raczyńskiego, Jarosława Wielopolskiego (prezesa Multiconsult Polska który realizował wówczas studium wykonalności połączenia „Podłęże-Piekietko”), oraz autora niniejszego materiału. W efekcie tych spotkań ich uczestnicy ocenili proponowany projekt za wartościowy, uznając że powinien być poddany standardowym procedurom oceniającym, w formie studiów przedprojektowych.

Podsumowanie

Oczywistym – choć dalece niewystarczającym, warunkiem dobrego przygotowania i realizacji opisanej koncepcji jest zaangażowanie weń strony słowackiej. Potrzebna jest także partycypacja pozostałych uczestników węgierskich, słoweńskich, a także chorwackich i włoskich w wypracowaniu całościowej koncepcji szlaku Rail Adriatica. Tylko wtedy koncepcja

budowy połączenia Rabka Zdrój – Nowy Targ – Podczerwone - Granica Państwa – Trstena - Kralovany będzie w pełni dojrzała: osadzona we właściwej – szerokiej perspektywie, spójna i jednolita ze strategią krajów tworzącego się Trójmorza, z szeroko zarysowanymi i w pełni zidentyfikowanymi korzyściami z jej realizacji. Mówiąc o potencjalnych profitach realizacji inwestycji nie wolno zapominać o korzyściach także dla międzynarodowego transportu pasażerskiego.

Warto rozważyć ujęcie projektu w ramach krajowej polityki transportowej państwa oraz jego realizację w zaproponowanej formie. Takie posunięcie winno poprzedzać uruchomienie formalnych kontaktów i współpracy z innymi państwami które warto zaangażować w realizację projektu.

W najbliższym horyzoncie czasowym warto rozważyć przedstawienie koncepcji projektowanego szlaku partnerowi słowackiemu, a następnie i w drodze rozmów ustalenie wspólnego stanowiska oraz dalszych kroków i działań. Wymaga to podjęcia

analiz techniczno-eksploatacyjnej, następnie zaś wykonania wstępnego studium techniczno-ekonomicznego weryfikującego zasadność budowy linii kolejowej.

W dalszej kolejności – w oparciu o uzyskaną wiedzę i wyniki wspomnianego studium należy rozpocząć dialog ze stroną słowacką celem zidentyfikowania i uzgodnienia kolejnych kroków realizacji projektu. Tylko bowiem wspólne działanie w tej sprawie – właściwa koordynacja, gwarantuje powodzenie dla przygotowania tego projektu. Ukoronowaniem tych przygotowań powinno mogłoby być podjęcie przez stronę polską i słowacką wspólnych działań nad opracowaniem stosownych studiów wykonalności, a w dalszej perspektywie wspólnego aplikowania o środki pomocowe z Unii Europejskiej na jej realizację. Biorąc pod uwagę zakładany bardzo wysoki poziom kosztów całej inwestycji konieczne jest zidentyfikowanie i pozyskanie wszelkich możliwych źródeł jej finansowania. ◀

Metoda ruchomej cięciwy do wyznaczania krzywizny osi toru

The moving chord method for determining the curvature of the track axis



Władysław Koc

Prof. dr hab. inż.

Politechnika Gdańska

kocwl@pg.edu.pl

Streszczenie: W pracy podjęto kwestię wyznaczania krzywizny osi toru kolejowego w celu stworzenia możliwości określenia charakterystyk geometrycznych pomierzonej trasy. Wykorzystano przy tym nową koncepcję wyznaczania krzywizny metodą zmiany kątów nachylenia ruchomej (wirtualnej) cięciwy, na podstawie znajomości współrzędnych kartezjańskich danego rejonu trasy. Weryfikacja zaproponowanej metody, przeprowadzona na jednoznacznie zdefiniowanych modelowych układach geometrycznych torów, wykazała całkowitą zgodność uzyskanych wykresów krzywizny z wykresami stanowiącymi podstawę uzyskania odpowiadającego rozwiązania geometrycznego. Zastosowanie metody ruchomej cięciwy do wyznaczania krzywizny eksploatowanego toru kolejowego wykazało, że uzyskane wykresy krzywizny różnią się wyraźnie od wykresów dla układów modelowych; mają one mniej regularny, oscylacyjny charakter, co wynika z występujących deformacji toru oraz błędów pomiarowych. Nie przeszkadza to jednak, żeby na takiej podstawie można było oszacować podstawowe parametry geometryczne pomierzonego układu.

Słowa kluczowe: Droga kolejowa; Krzywizna osi toru; Weryfikacja nowej metody obliczeniowej; Określenie możliwości aplikacyjnych

Abstract: The paper addresses the issue of determining the curvature of the axis of the railway track in order to enable the determination of the geometrical characteristics of the measured route. A new concept of determining the curvature was used by the method of changing the angles of inclination of a moving (virtual) chord based on the knowledge of the Cartesian coordinates of a given region of the route. The verification of the proposed method, carried out on unambiguously defined model geometric track layouts, showed the complete agreement of the obtained curvature diagrams with the diagrams constituting the basis for obtaining the corresponding geometric solution. The use of the moving chord method to determine the curvature of the operated railway track showed that the obtained curvature plots clearly differ from those for model layouts; they have a less regular, oscillating character, which results from the track deformation and measurement error. However, this does not prevent the possibility of estimating the basic geometrical parameters of the measured layout on this basis.

Keywords: Railroad; Curvature of the track axis; Verification of a new calculation method; Determination of application possibilities

Wprowadzenie

Pomiary geodezyjne służące określeniu i ocenie kształtu osi toru stanowią podstawę do wyznaczenia podstawowych parametrów geometrycznych trasy. W odniesieniu do płaszczyzny poziomej parametrami tymi są:

- położenie i długości odcinków prostych,
- położenie łuków kołowych wraz z określeniem ich promienia i długości,
- położenie krzywych przejściowych wraz z określeniem ich rodzaju i długości.

Na podstawie tych danych staje się możliwe ustalenie maksymalnej prędkości jazdy pociągów oraz – co wydaje się być sprawą podstawową – uzyskanie danych do zaprojektowania regulacji osi toru.

Stosowane metody pomiarowe mają bardzo długą tradycję i chociaż podlegają różnym innowacjom, cechuje je duża pracochłonność i związana z tym konieczność ponoszenia znacznych nakładów finansowych. Zasady przeprowadzania pomiarów są podobne w różnych zarządkach kolejowych [1-4, 10-12, 14]. Zgodnie z przepisami obowiązującymi w Polsce

[13], pomiar odcinków prostych dokonuje się metodą rzędnych i odciętych wzdłuż linii pomiarowych, z wykorzystaniem stosownej osnowy geodezyjnej. Pomiary na łuku obejmują pomiar strzałek poziomych odniesionych do cięciwy wyznaczonej przez oś celową teodolitu (tzw. metoda bezpośrednia) lub znaków regulacji osi toru (metoda pośrednia).

Bardziej nowoczesny system pomiarowy stanowi tachimetr umieszczony na wózku, pozwalający dodatkowo na wykonanie pomiaru pochylenia toru (za pomocą inklinometru) i pomiaru jego szerokości. Radykalną poprawę

istniejącej sytuacji powinna zapewnić rozwijana w Polsce od kilkunastu lat metoda mobilnych pomiarów satelitarnych [15]. Polega ona na ciągłej rejestracji współrzędnych osi toru za pomocą odbiorników GNSS zainstalowanych na poruszającej się platformie pomiarowej oraz wykorzystaniu zebranych danych pomiarowych w odpowiednich algorytmach obliczeniowych.

Przy identyfikacji pomierzonego układu geometrycznego na podstawie przeprowadzonych pomiarów nasuwa się w pierwszym rzędzie rozwiązanie polegające na określeniu występującej krzywizny. W praktyce inżynierskiej identyfikację charakteru krzywizny poziomej występującej w danym układzie geometrycznym toru przeprowadza się najczęściej w sposób pośredni – na podstawie pomierzonych strzałek od cięciwy rozciągniętej wzdłuż toru. Metoda wykresu strzałek jest wciąż bardzo popularna na kolei, gdyż właściwie nie ma dla niej innej alternatywy. Ponieważ wykres strzałek jest bardzo podobny do wykresu krzywizny, niektórzy traktują tę metodę jako sposób wyznaczania krzywizny toru. Z formalnego punktu widzenia jest to oczywiście nieuzasadnione. Ponadto należy uwzględnić fakt, że sporządzony wykres strzałek pokazuje co prawda wartości pomierzonych strzałek poziomych, jednak nie są na nim określone kierunki, w których te strzałki są mierzone. Linie odniesiona stanowią tutaj bowiem kierunki ustawienia cięciwy, które się stale zmieniają. Należy zaznaczyć, że pomiar strzałek (poziomych i pionowych) stanowi od wielu lat podstawę

metod diagnostycznych odnoszących się do oceny stanu geometrycznego torów kolejowych.

W niniejszej pracy przedstawiono nową metodę wyznaczania krzywizny na podstawie znajomości współrzędnych kartezjańskich osi toru kolejowego. Metoda ta polega na wykorzystaniu wartości zmiany kąta nachylenia cięciwy na długości układu geometrycznego. Została ona określona mianem „metody ruchomej cięciwy”.

Idea metody ruchomej cięciwy

Krzywizna toru jest określana na jego długości l , w liniowym układzie współrzędnych. Miarą zakrzywienia trasy jest stosunek kąta, o jaki zmienia się kierunek osi podłużnej pojazdu po przebyciu pewnego łuku, do długości tegoż łuku (rys. 1). Krzywizną krzywej K w punkcie M nazywamy granicę, do której dąży stosunek kąta ostrego $\Delta\Theta$ zawartego między stycznymi do krzywej K w punktach M i M_1 do długości łuku Δl , gdy punkt M_1 dąży po krzywej K do punktu M .

$$\kappa = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta\Theta}{\Delta l} \right| \quad (1)$$

Jeśli znany jest analityczny zapis funkcji $\Theta(l)$, wówczas obowiązuje wzór

$$\kappa(l) = \frac{d}{dl} \Theta(l) \quad (2)$$

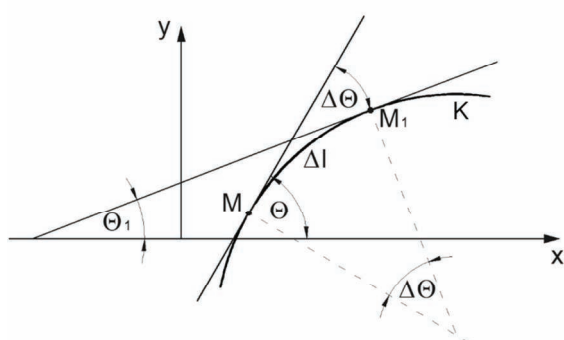
Praktyczny sposób określania krzywizny (dla niedużych wartości Δl) polega na wykorzystaniu wzoru uproszczonego:

$$\kappa(l) \cong \frac{\Delta\Theta}{\Delta l} \quad (3)$$

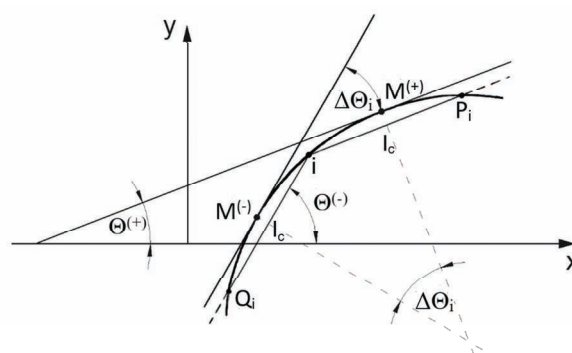
Projektowanie układu geometrycznego wymaga jednak operowania w kartezjańskim układzie współrzędnych. W wyniku tego procesu następuje wyznaczenie współrzędnych osi toru, pozwalających na jej wytyczenie w terenie. Określanie krzywizny danego układu geometrycznego jest więc utrudnione, gdyż bezpośrednie wykorzystanie wzorów z układu liniowego jest niemożliwe.

Ponadto z definicji krzywizny wynika konieczność operowania kątami nachylenia stycznej do układu geometrycznego. W przypadku dysponowania zapisem analitycznym danej krzywej nie stanowi to oczywiście żadnego problemu. Jednak w rzeczywistym, najczęściej zdeformowanym w wyniku eksploatacji torze kolejowym określenie występującego położenia prostych stycznych jest bardzo utrudnione. Natomiast zupełnie inaczej wygląda sytuacja w odniesieniu do rozciągniętych cięciw, których położenie jest zawsze jednoznacznie ustalone. Pojawiła się zatem koncepcja, żeby przy wyznaczaniu krzywizny toru nie operować stycznymi lecz odpowiadającymi cięciwami. Założono przy tym, że dla rozpatrywanych niewielkich odcinków toru styczne i odpowiadające cięciwy są do siebie równoległe, zaś punkty styczności rzutują się prostopadle na środek danej cięciwy. Metodę ruchomej cięciwy zaprezentowano po raz pierwszy w pracy [7]. Na rysunku 2 przedstawiono schemat ideowy wyznaczania krzywizny proponowaną metodą.

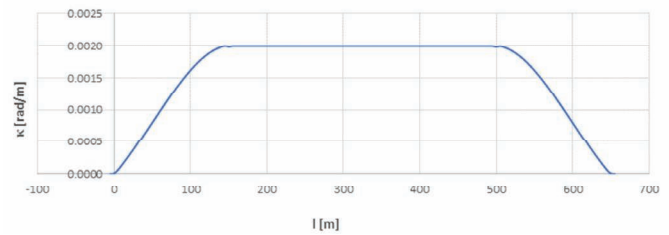
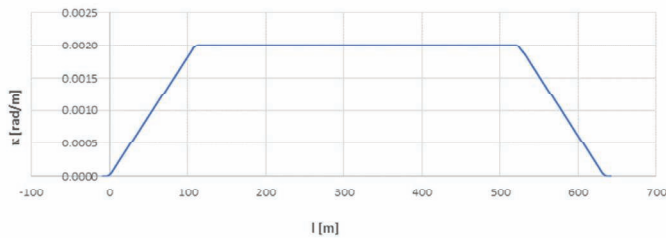
Krzywiznę κ_i w danym punkcie toru wyznacza się z następującego wzoru:



1. Schemat ideowy do wyjaśnienia pojęcia krzywizny



2. Schemat ideowy metody ruchomej cięciwy



3. Wykresy rzędnych krzywizny $\kappa(l)$ wyznaczonych metodą ruchomej cięciwy ($R = 500$ m, kłotoida $l_k = 110$ m, $\alpha = \pi/3$ rad) [7]

4. Wykresy rzędnych krzywizny $\kappa(l)$ wyznaczonych metodą ruchomej cięciwy ($R = 500$ m, nowa krzywa $l_k = 150$ m, $\alpha = \pi/3$ rad) [7]

$$\kappa_i = \frac{\Delta\Theta_i}{l_c} \quad (4)$$

w którym l_c oznacza długość cięciwy, zaś kąt $\Delta\Theta_i$ wynika z różnicy kątów nachylenia cięciw wyprowadzonych z punktu i do przodu i do tyłu, czyli

$$\Delta\Theta_i = \Theta_i^+ - \Theta_i^- \quad (5)$$

Stosowanie omawianej procedury wymaga dysponowania współrzędnymi danej krzywej w układzie kartezjańskim (zapisanej analitycznie lub w sposób dyskretny), bowiem wartości kątów Θ_i^+ i Θ_i^- wynikają ze współczynników nachylenia prostych opisujących obydwie cięciwy.

Weryfikacja metody na modelowym układzie geometrycznym

W pracy [7] przeprowadzono wstępną weryfikację metody ruchomej cięciwy na elementarnym układzie geometrycznym torów, złożonym z łuku kołowego i dwóch symetrycznie ustawionych krzywych przejściowych (tego samego rodzaju i tej samej długości). Uniwersalny zapis matematyczny takiego układu został przedstawiony w pracy [5]. W ramach weryfikacji zostały rozpatrzone cztery przypadki – po dwa dla prędkości 120 km/h i 100 km/h, przy czym zróżnicowano rodzaje zastosowanych krzywych przejściowych oraz kąty zwrotu trasy. Zastosowano dwa rodzaje krzywych przejściowych:

- powszechnie stosowaną krzywą w postaci kłotoidy,
- nową krzywą przejściową, zaproponowaną w pracy [6].

Na tok postępowania składały się dwa zasadnicze etapy. W pierwszej kolejności wyznaczono współrzędne kolejnych punktów krzywej, oddalonych od siebie – w linii prostej – o wartość l_c (tj. o długość cięciwy). Nie stanowiło to problemu dzięki dysponowaniu równaniami poszczególnych elementów geometrycznych. W ramach prowadzonej weryfikacji przyjęto $l_c = 5$ m. W drugim etapie wyznaczono krzywiznę osi toru z wykorzystaniem wzorów (4) i (5). Zasadniczy wysiłek koncentrował się przy tym na określeniu wartości kątów Θ_i^+ i Θ_i^- . Na rysunku 3 przedstawiono przykładowy wykres krzywizny $\kappa(l)$ wyznaczony metodą ruchomej cięciwy dla wybranego przypadku: promień łuku $R = 500$ m, krzywa przejściowa w postaci kłotoidy o długości $l_k = 110$ m, kąt zwrotu trasy $\alpha = \pi/3$ rad.

Przeprowadzona weryfikacja w pełni potwierdziła poprawność zaproponowanej metody wyznaczania krzywizny osi toru. We wszystkich rozpatrywanych przypadkach wykresy krzywizny wykazały całkowitą zgodność z wykresami stanowiącymi podstawę uzyskania odpowiadającego rozwiązania geometrycznego. Na długości łuku kołowego wartość krzywizny jest stała i dla nominalnego $R = 500$ m daje wartość występującego promienia równą 499,9979 m, niezależnie od rodzaju zastosowanej krzywej przejściowej. Natomiast dla nominalnego $R = 800$ m wynikająca z wyznaczonej krzywizny wartość promienia jest równa 799,9987 m, dla obydwu rodzajów krzywych przejściowych.

Jeśli chodzi o krzywe przejściowe,

to, to uzyskano modelowy (tj. liniowy) przebieg krzywizny dla kłotoidy (rys. 3) oraz wyłagodzoną w rejonie końcowym krzywiznę dla nowej krzywej przejściowej (rys. 4). W przypadku nowej krzywej występuje lokalnie pewne niewielkie zaburzenie w rejonie przejścia z krzywej przejściowej w łuk kołowy. Zaburzenie to można łatwo zredukować poprzez skrócenie cięciwy, jednak nie wydaje się to celowe z uwagi na utratę możliwości znalezienia granicy pomiędzy krzywą przejściową i łukiem kołowym (w przypadku kłotoidy granicę tę stanowi punkt załomu odcinków prostych na wykresie krzywizny).

W pracy [8] podjęto dwie istotne kwestie szczegółowe: wpływu długości cięciwy na uzyskiwane wartości krzywizny oraz możliwości określania położenia punktów granicznych pomiędzy poszczególnymi elementami geometrycznymi. Wpływ długości ruchomej cięciwy rozpatrywano – podobnie jak w pracy [7] – dla elementarnego układu geometrycznego wyznaczonego według zasad analitycznej metody projektowania [5]. Przyjęto kąt zwrotu trasy $\alpha = \pi/4$ rad oraz prędkość jazdy pociągów $V = 120$ km/h (z której wynika promień łuku kołowego $R = 800$ m przy przechylenie na łuku $h = 85$ mm). Analizowane warianty wynikały z rodzaju zastosowanych krzywych przejściowych. Długości tych krzywych były zróżnicowane, wynikające z konieczności zachowania wartości dopuszczalnych odpowiednich parametrów kinematycznych. Przyjęto następujące rodzaje krzywych przejściowych:

- krzywą w postaci kłotoidy o długości 105 m,

- krzywą Blossa o długości 150 m,
- nową krzywą przejściową [6] o długości 135 m.

W rozpatrywanych przypadkach wartości krzywizny zostały wyznaczone dla przyjętych długości ruchomej cięciwy $l_c = 5$ m, 10 m i 20 m. Stwierdzono, że w każdym z wariantów wykresy rzędnych krzywizny pokrywają się ze sobą. Na rysunku 5 pokazano przykładowe wykresy uzyskane dla krzywej Blossa.

Oznacza to, że w zakresie $l_c = 5 \div 20$ m długość cięciwy nie odgrywa istotnej roli przy wyznaczaniu krzywizny i nie stwarza ograniczenia dla stosowania omawianej metody. Jednocześnie zwraca uwagę precyzja określenia charakteru krzywizny oraz zgodność z przebiegiem teoretycznym na krzywych przejściowych. Obie krzywe przejściowe w postaci kłotoidy mają krzywiznę liniową, krzywe Blossa – krzywiznę w postaci litery S, zaś krzywe [6] – krzywiznę wygładzoną w rejonach końcowych. Stosunkowo niewielkie niezgodności rzędnych krzywizny występują jedynie w rejonach przejścia z odcinków prostych na krzywe przejściowe oraz z krzywych przejściowych na łuk kołowy.

Ponieważ – jak wykazano – wyznaczenie krzywizny na długości toru nie stanowi specjalnego problemu, pozostaje do wyjaśnienia kwestia lokalizacji miejsc połączenia elementów geometrycznych – odcinków prostych z krzywymi przejściowymi oraz krzywych przejściowych z łukami kołowymi. Może się to okazać szczególnie istotne z praktycznego punktu widzenia.

Przeprowadzona analiza wykazała,

że w przypadku modelowych (teoretycznych) układów geometrycznych długa cięciwa ($l_c = 20$ m) nie może być wykorzystywana do osiągnięcia zamierzonego celu. Cięciwa o długości $l_c = 5$ m jest odpowiednia jedynie przy stosowaniu krzywej Blossa. Dla kłotoidy i nowej krzywej należy zastosować cięciwę jeszcze krótszą, tj. $l_c = 2$ m. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono odpowiednie wykresy krzywizny $\kappa(l)$ w rejonie przejścia z łuku kołowego na krzywą przejściową w postaci kłotoidy oraz w rejonie przejścia z tej krzywej na prostą. Kolorem czerwonym oznaczono krzywiznę teoretyczną.

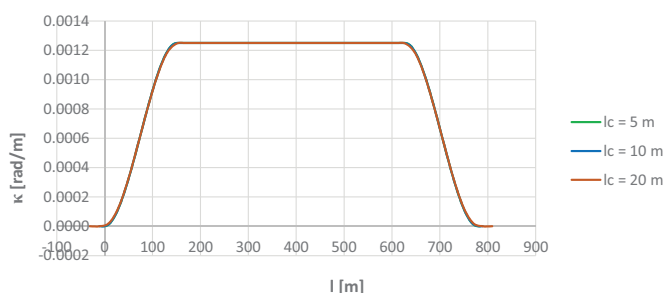
Poszukiwana wartość odciętej punktu połączenia na rysunku 6 wynosi $l = 628,3185$ m, a na rysunku 7 – $l = 733,3185$ m. Jak widać, cięciwa o długości $l_c = 2$ m jest bliska uzyskania takich właśnie wartości. Z przeprowadzonej analizy wynika, że w metodzie ruchomej cięciwy określenie położenia punktów granicznych pomiędzy poszczególnymi elementami geometrycznymi jest możliwe, przy czym wymagana długość cięciwy musi być dostosowana do rodzaju krzywej przejściowej.

W pracy [9] wskazano na uniwersalność omawianej metody – możliwość stosowania w odniesieniu zarówno do płaszczyzny poziomej, jak też pionowej. Skupiono się na podstawach obliczeniowych, dotyczących kątów nachylenia ruchomej cięciwy. Analizę kątów nachylenia w płaszczyźnie poziomej przeprowadzono w układzie współrzędnych prostokątnych x, y , na elementarnym układzie geometrycznym torów, złożonym z łuku kołowego o promieniu 1000 m i dwóch

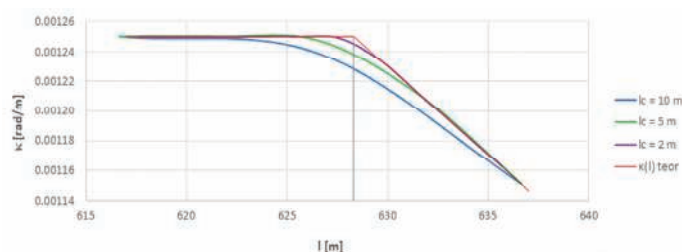
symetrycznie ustawionych krzywych przejściowych w postaci kłotoidy o długości 150 m. Przyjęcie wartości przechyłki $h_o = 105$ mm pozwala na uzyskanie prędkości jazdy pociągów $V = 140$ km/h. Rozpatrzono trzy przypadki szczególne, różniące się występującym kątem zwrotu trasy: $\alpha = \pi/8$ rad, $\pi/4$ rad i $\pi/2$ rad. W ramach prowadzonej analizy przyjęto długość cięciwy $l_c = 5$ m.

Wartości krzywizny wynikają z różnicy kątów nachylenia cięciw wyprowadzonych z punktu i – do przodu Θ_i^+ i do tyłu Θ_i^- . Na rysunku 8 pokazano wykresy obydwu tych kątów na długości rozpatrywanego układu geometrycznego dla kąta zwrotu trasy $\alpha = \pi/8$ rad. Wyraźnie widać, że na długości łuku kołowego (w środkowej części) utrzymuje się ustalona odległość pomiędzy obydwoma wykresami (czyli są one do siebie równoległe). Dzieląc stałą wartość różnicy kątów przez długość cięciwy, otrzymuje się stałą wartość krzywizny. Na długości krzywych przejściowych różnica kątów maleje do wartości zerowej na odcinkach prostych; w rozpatrywanym przypadku prowadzi to do uzyskania liniowej krzywizny.

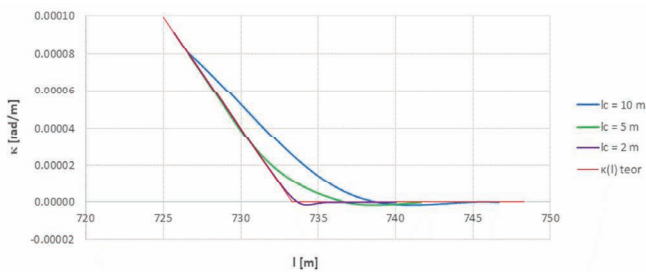
Jak stwierdzono, analogicznie kształtuje się sytuacja w przypadku kątów $\alpha = \pi/4$ rad i $\pi/2$ rad – wartości kątów nachylenia ruchomej cięciwy są tym większe im większe jest α . W rozpatrywanych przypadkach rząd wielkości kątów Θ_i^+ i Θ_i^- dla poszczególnych α różni się zdecydowanie (wynosi od 0,1 do 0,7 rad), jednak różnice odpowiednich kątów są takie same. Na łuku kołowym o promieniu 1000 m wynoszą one 0,005 rad, wy-



5. Wykresy rzędnych krzywizny $\kappa(l)$ dla przyjętych długości ruchomej cięciwy $l_c = 5$ m, 10 m i 20 m ($\alpha = \pi/4$ rad, $R = 800$ m, krzywa Blossa $l_k = 150$ m) [8]



6. Wykresy rzędnych krzywizny $\kappa(l)$ w rejonie przejścia z łuku kołowego na krzywą przejściową w postaci kłotoidy dla przyjętych długości ruchomej cięciwy $l_c = 2$ m, 5 m i 10 m ($\alpha = \pi/4$ rad, $R = 800$ m, $l_k = 105$ m) [8]



7. Wykresy rzędnych krzywizny $\kappa(l)$ w rejonie przejścia z krzywej przejściowej w postaci klotoidy na prostą dla przyjętych długości ruchomej cięciwy $l_c = 2$ m, 5 m i 10 m ($\alpha = \pi/4$ rad, $R = 800$ m, $l_k = 105$ m) [8]

znacząc krzywizną równą 0,001 rad/m. Tak więc, dla łuku kołowego w płaszczyźnie poziomej wartości kątów nachylenia ruchomej cięciwy zależą od promienia łuku i kąta zwrotu trasy, natomiast różnica kątów nachylenia jest uzależniona wyłącznie od promienia łuku.

Z formalnego punktu widzenia nie stoi na przeszkodzie, żeby metoda ruchomej cięciwy mogła być stosowana również do wyznaczania krzywizny pionowej. Analizę kątów nachylenia ruchomej cięciwy w płaszczyźnie pionowej przeprowadzono na układzie geometrycznym złożonym z dwóch symetrycznie ustawionych odcinków o jednostajnym pochyleniu równym 2,5‰ i łuku kołowego o promieniu 10000 m. Dysponując współrzędnymi poszczególnych punktów wyznaczających końce ruchomej cięciwy, dla każdego punktu i wyznaczono wartości kątów nachylenia obydwu stykających się cięciw. Na rysunku 9 przedstawiono uzyskany wykres rzędnych krzywizny pionowej $\kappa_v(l)$ wyznaczonych metodą ruchomej cięciwy o długości $l_c = 5$ m.

Podobnie jak dla płaszczyzny poziomej, w centralnej części rysunku 9 (tj. na łuku kołowym) występuje całkowita zgodność z rozwiązaniem modelowym – krzywizna łuku kołowego jest

wartością stałą, równą 0,0001 rad/m. W rejonach skrajnych występuje natomiast zmienność krzywizny, która jest niewątpliwie związana z długością przyjętej cięciwy. Dlatego też przeprowadzono odpowiednie obliczenia również dla cięciwy o długości 2 m, uzyskując radykalne skrócenie stref przejściowych.

Wartości krzywizny pionowej wynikają z różnicy kątów nachylenia cięciw Θ_{vi}^+ i Θ_{vi}^- , wyprowadzonych z punktu i . Na rysunku 10 pokazano wykresy tych kątów na długości układu geometrycznego dla długości cięciwy $l_c = 5$ m.

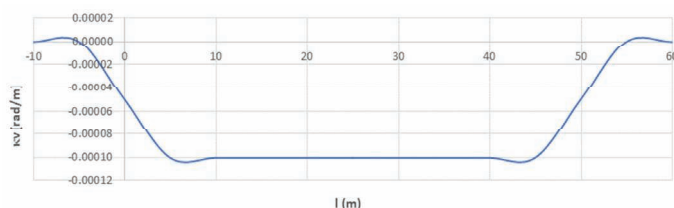
Jak widać, podobnie jak w przypadku płaszczyzny poziomej, na długości łuku kołowego utrzymuje się ustalona odległość pomiędzy obydwooma wykresami (na odcinkach skrajnych spada ona do zera). Dzieląc stałą wartość różnicy kątów, wynoszącą 0,0005 rad, przez długość cięciwy, otrzymuje się stałą wartość krzywizny łuku pionowego $\kappa_v = 0,0001$ rad/m. Wartość różnicy kątów w płaszczyźnie poziomej dla takiej samej długości cięciwy wynosiła na łuku kołowym 0,005 rad.

Podsumowując, należy stwierdzić, że analogicznie jak w płaszczyźnie poziomej promień łuku pionowego jest jedynym czynnikiem określającym

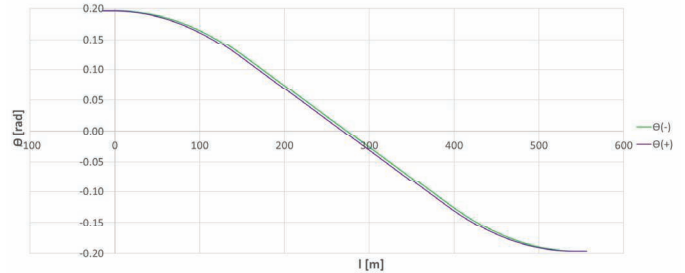
wartość różnicy kątów nachylenia ruchomej cięciwy. Należy jednak wziąć pod uwagę, że w przypadku łuku kołowego w płaszczyźnie pionowej wartości kątów nachylenia ruchomej cięciwy są znacznie mniejsze niż ma to miejsce w płaszczyźnie poziomej, co jest związane z zakresem stosowanych promieni łuków.

Określenie możliwości aplikacyjnych

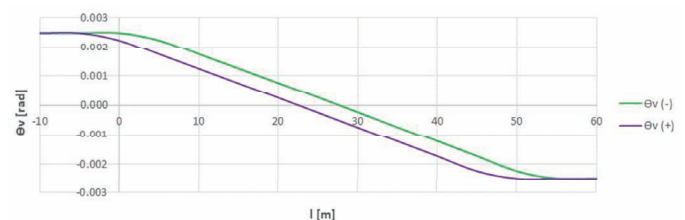
Przeprowadzona weryfikacja metody ruchomej cięciwy na modelowym układzie geometrycznym miała w gruncie rzeczy charakter poznawczy. Potwierdziła ona poprawność merytoryczną omawianej metody, jednak kluczową kwestią pozostaje jej wykorzystanie do wyznaczania poziomej krzywizny osi eksploatowanego toru kolejowego, na podstawie współrzędnych kartezjańskich uzyskanych na drodze przeprowadzonych pomiarów bezpośrednich. W pomiarach tych rozpatrujemy układ geometryczny o nieznanych charakterystykach i nie mamy możliwości operowania zapisem matematycznym. Zatem podstawowy problem dotyczyć tutaj będzie wyznaczania współrzędnych końców obydwu cięciw poprzez interpolację



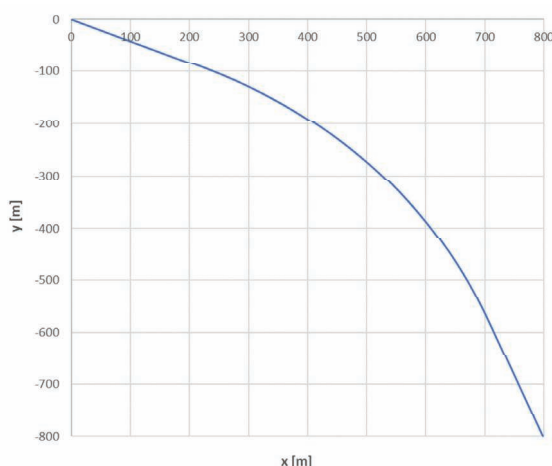
9. Wykres krzywizny pionowej $\kappa_v(l)$ na długości układu geometrycznego złożonego z dwóch odcinków o jednostajnym pochyleniu równym 2,5‰ i łuku kołowego o promieniu 10000 m (długość cięciwy $l_c = 5$ m) [9]



8. Wykresy kątów nachylenia cięciw wyprowadzonych z punktu i – do przodu Θ_i^+ i do tyłu Θ_i^- dla wybranego układu (promień łuku kołowego $R = 1000$ m, krzywe przejściowe w postaci klotoidy o długości $l_k = 150$ m, kąt zwrotu trasy $\alpha = \pi/8$ rad) [9]



10. Wykresy kątów nachylenia cięciw w płaszczyźnie pionowej wyprowadzonych z punktu i – do przodu Θ_{vi}^+ i do tyłu Θ_{vi}^- dla $l_c = 5$ m (dwa symetrycznie ustawione odcinki o jednostajnym pochyleniu równym 2,5‰, promień łuku kołowego $R = 10000$ m) [9]



11. Przebieg trasy na rozpatrywanym odcinku testowym

przeprowadzoną w odpowiednich przedziałach. Po określeniu kątów Θ_i^+ i Θ_i^- , wartości krzywizny – tak jak poprzednio – wyznacza się za pomocą wzorów (4) i (5). Cały tok postępowania ma charakter sekwencyjny i polega na wykorzystaniu odpowiednich wzorów obliczeniowych.

Praktyczne wykorzystanie metody ruchomej cięciwy zostało zaprezentowane na przykładzie przeprowadzonej estymacji krzywizny dla odcinka testowego linii kolejowej o długości około 1200 m. Współrzędne kartezjańskie tego odcinka zostały wyznaczone w odstępach około 5 m, a maksymalny błąd tej operacji wyniósł ± 25 mm.

Na rysunku 11 przedstawiono przebieg rozpatrywanej trasy w lokalnym układzie współrzędnych. Jak widać, występują na niej dwa odcinki proste oraz łuk kołowy (zapewne z krzywymi przejściowymi). Poza tym stwierdzeniem rysunek 11 niewiele nam mówi. Aby można było dokonać pełnej identyfikacji danego układu geometrycznego, należy wyznaczyć występującą krzywiznę osi toru (rys. 12). Przyjęto długość ruchomej cięciwy $l_c = 20$ m.

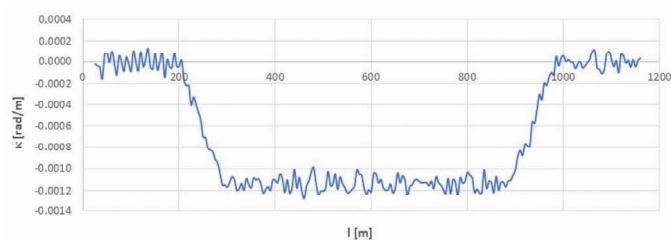
Uzyskany wykres krzywizny poziomej dla pomierzonego toru kolejowego różni się wyraźnie od wykresów dla układów modelowych, które zostały przedstawione w pracach [7-9]. Ma on charakter oscylacyjny, co wynika z występujących deformacji toru oraz błędów pomiarowych. Jak się jednak okazuje, z punktu widzenia praktycz-

nego wykorzystania tego wykresu (do identyfikacji układu geometrycznego) nie ma to jednak znaczenia. Tak jak w przypadku układów modelowych, wykres $\kappa(l)$ na rysunku 12 składa się z elementów dwojakiego rodzaju:

- odcinków oscylujących wokół przebiegu poziomego, które opisują krzywiznę o ustalonej wartości (równej zero na prostych odcinkach toru i niezerowej na łukach kołowych), oraz
- odcinków oscylujących wokół przebiegu liniowego (czyli prostych nachylonych do osi l), które opisują zmienną krzywiznę występującą na krzywych przejściowych.

Na podstawie tego wykresu można wyznaczyć wartość promienia łuku kołowego i długości krzywych przejściowych, a także lokalizację punktów charakterystycznych (leżących na połączeniach odcinków prostych z krzywymi przejściowymi oraz krzywych przejściowych z łukiem kołowym).

Przyjmuje się, że krzywizna toru na odcinkach prostych jest równa zero, a występujące tam zaburzenia na wykresie krzywizny są wynikiem istniejących deformacji i błędów pomiarowych. Z zaznaczonego zakresu wartości krzywizny bezspornie należących do łuku kołowego jest wyznaczana średnia arytmetyczna $\overline{\kappa_{LK}}$; jej odwrotność określa wartość promienia:



12. Wykres krzywizny $\kappa(l)$ na długości układu geometrycznego pokazanego na rysunku 11 uzyskany z wykorzystaniem metody ruchomej cięciwy ($l_c = 20$ m)

$$R \cong \frac{1}{\overline{\kappa_{LK}}} \quad (6)$$

Uzyskaną za pomocą wzoru (6) wartość należy odpowiednio zaokrąglić (do pełnych metrów) i następnie wykorzystywać w dalszej procedurze obliczeniowej. W rozpatrywanym przypadku dla pierwszego łuku kołowego otrzymano średnią

$\overline{\kappa_{LK}} = -0,001136691$ rad/m, co odpowiada wartości promienia $R = 879,74625$ m. Można więc przyjąć do dalszych obliczeń promień 880 m.

Po obu stronach łuku kołowego występują krzywe przejściowe. Przykładowo, na końcu prostej P1, położonej z lewej strony na rysunku 12, znajduje się początek krzywej przejściowej KP1, łączącej tę prostą z łukiem kołowym. Z kolei na początku prostej P2 z prawej strony tegoż łuku, jest zlokalizowany początek krzywej przejściowej KP2. Końce obydwu krzywych, czyli punkty KKP1 i KKP2, wyznaczają – odpowiednio – początek i koniec łuku kołowego.

Aby wyznaczyć współrzędne liniowe wymienionych punktów charakterystycznych, należy określić współczynniki prostych najmniejszych kwadratów, opisujących rejonów wykresu $k(l)$ o zmiennych wartościach krzywizny. Proste najmniejszych kwadratów wyznaczają współrzędne liniowe ich punktów przecięcia z wykresami krzywizny na odcinkach prostych toru (gdzie krzywizna $k = 0$) i odcinkach łuku kołowego (gdzie krzywizna $\kappa = \overline{\kappa_{LK}}$).

Z wartości wyznaczonych współrzędnych l_{PKP1} i l_{KKP1} wynika w sposób bezpośredni długość krzywej przejściowej KP1.

$$l_{KP1} = l_{KKP1} - l_{PKP1} \quad (7)$$

Natomiast z wartości wyznaczonych współrzędnych l_{PKP2} i l_{KKP2} można określić długość krzywej przejściowej $KP2$.

$$l_{KP2} = l_{PKP2} - l_{KKP2} \quad (8)$$

Dane liczbowe wynikające ze wzorów (6) ÷ (8) oraz odpowiednie współrzędne kartezjańskie wyznaczonych punktów charakterystycznych w pełni identyfikują pomierzony układ geometryczny. Nowa metoda wyznaczania krzywizny w pełni tutaj potwierdza swoją przydatność. Występujące oscylacje na uzyskanym wykresie krzywizny nie przeszkadzają przy oszacowaniu podstawowych parametrów geometrycznych pomierzonego układu.

Kwestia wykorzystania kąta kierunkowego trasy

Określane w ramach procedury wyznaczania krzywizny w punkcie pomiarowym i wartości kątów nachylenia obydwu – wyprowadzonych z tego punktu – wirtualnych cięciw do osi odciętych odpowiedniego układu współrzędnych prostokątnych można jednocześnie interpretować jako kąty kierunkowe trasy. Nie dotyczą one danego punktu pomiarowego, lecz punktów oddalonych od punktu i do przodu i do tyłu o wartość odpowiadającą połowie długości ruchomej cięciwy. Aby można było sporządzić wykresy zależności $\Theta(l)$ – osobno dla każdej cięciwy, należałoby wyznaczyć współrzędne liniowe tych punktów, co wymagałoby jednak przeprowadzenia dodatkowej procedury obliczeniowej.

Jednak jak się okazuje, problem ten można rozwiązać w znacznie prostszy sposób, wykorzystując kąty nachylenia obydwu cięciw. Kąty te pozwalają bowiem na bezpośrednie określenie kąta kierunkowego trasy w punkcie i , jako wartości ich średniej arytmetycznej.

$$\Theta_i = \frac{\Theta_i^+ + \Theta_i^-}{2} \quad (9)$$

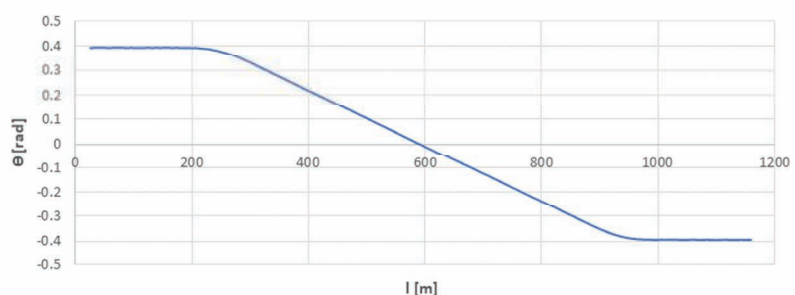
Można przyjąć, że kąt Θ_i jest jednocześnie kątem nachylenia stycznej do układu geometrycznego w danym punkcie pomiarowym. Gdyby był znany jego zapis analityczny w postaci funkcji $\Theta(l)$, można by było wyznaczyć krzywiznę ze wzoru (2). Ponieważ jednak na podstawie danych pomiarowych takiego zapisu nie da się w sposób ścisły wyznaczyć dla występujących na wykresie $\Theta(l)$ odcinków nieliniowych, trzeba ograniczyć wnioskowanie do rejonów, na których empiryczny wykres $\Theta(l)$ ma charakter liniowy. Odcinki poziome (gdzie wartość pochodnej jest zerowa) odpowiadają prostym odcinkom trasy, natomiast odcinki o ustalonym nachyleniu – łukom kołowym (na których pochodna jest wartością stałą i można z niej określić wartość promienia jako odwrotność występującej krzywizny).

Wykorzystując te same dane obliczeniowe co przy wyznaczaniu krzywizny (czyli wartości kątów Θ_i^+ i Θ_i^-), sporządzono wykres kąta kierunkowego trasy pokazanej na rysunku 11, wyznaczonego za pomocą wzoru (10). Wykres ten został przedstawiony na rysunku 13.

Wykres kąta kierunkowego na rysunku 13 potwierdza spostrzeżenia wynikające z wykresu krzywizny na rysunku 12, dotyczące charakterystyki rozpatrywanego układu geometrycznego. Daje on ogólną orientację dotyczącą lokalizacji występujących odcinków prostych i łuków kołowych (gdzie wykres ma charakter liniowy). Nieokreślony (tj. nieliniowy) charakter wykresu na obydwu krzywych przejściowych sprawia, że nie jest możliwe określenie położenia punktów granicznych po-

między poszczególnymi elementami geometrycznymi, co w danym przypadku stanowi kwestię kluczową. Taka sytuacja (oraz związana z tym nieznajomość długości krzywych przejściowych) powoduje, że wiarygodna identyfikacja układu geometrycznego okazuje się nieskuteczna. Przy wykorzystywaniu informacji wynikających z wykresu krzywizny (rys. 12), sprawa wygląda zupełnie inaczej, zatem nie ma potrzeby, żeby promować wykorzystywanie podejścia nie w pełni wartościowego z punktu widzenia praktyki inżynierskiej.

Należy jeszcze wspomnieć, że ostatnio – w ramach prac naukowych – została podjęta próba wykorzystania wykresu kąta kierunkowego do wyznaczania krzywizny osi toru oraz – w konsekwencji – do identyfikacji układu geometrycznego. Estymacja krzywizny na krzywych przejściowych odbywa się tutaj w sposób przybliżony – albo przez numeryczne różniczkowanie nieliniowego fragmentu wykresu $\Theta(l)$, albo poprzez aproksymację punktów tego wykresu za pomocą funkcji kwadratowej (w celu uzyskania przewidywanej krzywizny liniowej). Oczywiście, nie ma przy tym możliwości precyzyjnego określenia położenia punktów granicznych, zatem przybliżony charakter mają również wyznaczone parametry geometryczne. Sporządzony na podstawie tych parametrów układ geometryczny nie pokryje się zatem z układem pomierzonym, a przecież zgodność układu modelowego z pomierzonym stanowi o poprawności zastosowanej metody identyfikacji osi toru.



13. Wykres kąta kierunkowego na długości układu geometrycznego pokazanego na rysunku 11, uzyskany z wykorzystaniem metody ruchomej cięciwy ($l_c = 20$ m)

Podsumowanie

Wyznaczenie podstawowych parametrów geometrycznych trasy kolejowej w płaszczyźnie poziomej (tj. określanie położenia i długości odcinków prostych, położenia łuków kołowych wraz z określeniem ich promienia i długości oraz położenia krzywych przejściowych wraz z określeniem ich rodzaju i długości) odbywa się najczęściej na podstawie pomierzonych strzałek od cięciwy rozciągniętej wzdłuż toru. Linie odniesiona stanowią tutaj kierunki ustawienia cięciwy, które się stale zmieniają. Wykorzystywanie strzałek poziomych bierze się z braku metody bezpośredniego wyznaczania krzywizny osi toru.

Z definicji krzywizny wynika konieczność operowania kątami nachylenia stycznej do układu geometrycznego. W rzeczywistości, odtworzonym na drodze pomiarów torze kolejowym określenie występującego położenia prostych stycznych jest bardzo utrudnione. Pojawiła się zatem koncepcja, żeby przy wyznaczaniu krzywizny toru nie operować stycznymi lecz odpowiadającymi cięciwami. W ten sposób powstała idea nowej metody wyznaczania krzywizny osi toru, polegająca na wykorzystywaniu występującej w danym punkcie różnicy kątów nachylenia cięciwy o ustalonej długości

W niniejszej pracy przedstawiono podsumowanie dotychczasowych działań dotyczących weryfikacji proponowanej metody wyznaczania krzywizny (tzw. metody ruchomej cięciwy) na jednoznacznie zdefiniowanym modelowym układzie geometrycznym torów, wyznaczonym zgodnie z zasadami analitycznej metody projektowania [5]. Pokazano uzyskane wykresy krzywizny dla kilku rozpatrywanych przypadków, w których zróżnicowano prędkości jazdy pociągów, rodzaje zastosowanych krzywych przejściowych oraz kąty zwrotu trasy. Wyjaśniono kwestię lokalizacji miejsc połączenia elementów geometrycznych – odcinków prostych z krzywymi przejściowymi oraz krzywych przejściowych z

łukami kołowymi, co może się okazać szczególnie istotne z praktycznego punktu widzenia. Skupiono się także na podstawach obliczeniowych omawianej metody, dotyczących kątów nachylenia ruchomej cięciwy. Wskazano również na jej uniwersalność – możliwość stosowania w odniesieniu zarówno do płaszczyzny poziomej, jak też pionowej. Przeprowadzona analiza wykazała pełną zgodność uzyskanych wykresów krzywizny z wykresami stanowiącymi podstawę uzyskania odpowiadającego rozwiązania geometrycznego. Dotyczyło to zarówno odcinków łuku kołowego, jak też rejonów krzywych przejściowych.

Następnie podjęto kwestię kluczową – wykorzystania metody ruchomej cięciwy do wyznaczania poziomej krzywizny osi eksploatowanego toru kolejowego, na podstawie współrzędnych kartezjańskich uzyskanych na drodze przeprowadzonych pomiarów bezpośrednich. Stwierdzono, że wykresy krzywizny sporządzone na podstawie danych pomiarowych różnią się wyraźnie od wykresów dla układów modelowych – mają mniej regularny, oscylacyjny charakter, co wynika z występujących deformacji toru oraz błędów pomiarowych. Nie przeszkadza to jednak przy oszacowaniu podstawowych parametrów geometrycznych pomierzonego układu. Na podstawie wykresu krzywizny można wyznaczyć wartość promienia łuku kołowego i długości krzywych przejściowych, a także lokalizację punktów charakterystycznych. Nowa metoda wyznaczania krzywizny w pełni tutaj potwierdza swoją przydatność.

Ogólną orientację dotyczącą lokalizacji występujących odcinków prostych i łuków kołowych daje wykres kąta kierunkowego trasy, który może być łatwo określony w ramach procedury wyznaczania krzywizny. Jednak nieokreślony (tj. nieliniowy) charakter tego wykresu na krzywych przejściowych sprawia, że nie jest możliwe określenie położenia punktów granicznych pomiędzy poszczególnymi elementami geometrycznymi (a więc

również długości krzywych przejściowych). Taka sytuacja powoduje, że wiarygodna identyfikacja układu geometrycznego na podstawie kąta kierunkowego okazuje się nieskuteczna. Przy wykorzystywaniu informacji wynikających z wykresu krzywizny sprawa wygląda zupełnie inaczej, zatem nie ma potrzeby, żeby promować wykorzystywanie podejścia nie w pełni wartościowego z punktu widzenia praktyki inżynierskiej. ◀

Materiały źródłowe

- [1] British railway track design, construction and maintenance, 6th ed. London, UK: The Permanent Way Institution, 1993.
- [2] CEN (European Committee for Standardization). Railway applications—Track—Track alignment design parameters—Track gauges 1435 mm and wider. Part 1: Plain line. EN 13803-1. Brussels, Belgium, 2010.
- [3] DB (Deutsche Bahn). 883.2000 DB_REF-Festpunktfeld. Deutsche Bahn Netz AG, Berlin, Germany, 2016.
- [4] FRA (Federal Railroad Administration). Code of federal regulations title 49 transportation. US Government Printing Office, Washington, DC, 2008.
- [5] Koc W. Design of rail-track geometric systems by satellite measurement. Journal of Transportation Engineering, vol. 138, iss. 1, pp. 114-122, 2012, doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000303.
- [6] Koc W. New transition curve adapted to railway operational requirements. Journal of Surveying Engineering, vol. 145, iss. 3, 04019009, 2019, doi: 10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000284
- [7] Koc W. The method of determining horizontal curvature in geometrical layouts of railway track with the use of moving chord. Archives of Civil Engineering, vol.

66, no. 4, pp. 579-591, 2020, doi: 10.24425/ace.2020.135238.

- [8] Koc W. Analiza skuteczności wyznaczania poziomej krzywizny osi toru z wykorzystaniem ruchomej cięgiwy. Problemy Kolejnictwa – Railway Reports 2021, tom 65, z. 190, s. 15-24, 2021, doi: 10.36137/1902P.
- [9] Koc W. Analysis of moving chord inclination angles when determining curvature of track axis. Current Journal of Applied Science and Technology, vol. 40, iss. 10, pp. 92-103, CJASt.68309, 2021, doi: 10.9734/CJASt/2021/v40i1031362.
- [10] NR (Network Rail), NR/L3/TRK/0030 NR_Reinstatement of Absolute

Track Geometry (WCRL Routes), iss. 1. London, UK: Network Rail, 2008.

- [11] NSW (New South Wales). Standard: Railway Surveying, Version 1.0. THRT 13000 ST. Government (Transport for NSW), Sydney, Australia, 2016.
- [12] ÖBB (Österreichische Bundesbahnen). Linienführung von Gleisen, B 50 – Oberbau – Technische Grundsätze. Teil 2. GB Fahrweg Technik, Wien, Austria, 2004.
- [13] PKP (Polskie Koleje Państwowe). Standardy Techniczne – Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwen-

cyjnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM I - DROGA SZYNOWA – Załącznik ST-T1_A6: Układy geometryczne torów. Warszawa: PKP Polskie Linie Kolejowe, 2018.

- [14] SBB (Schweizerische Bundesbahnen). Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, SR 742.141.11. Bern, Switzerland: Ministerium für Verkehr, 2016.
- [15] Specht C., Koc W. Mobile satellite measurements in designing and exploitation of rail roads. Transportation Research Procedia, vol. 14, pp. 625-634, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.310.

REKLAMA

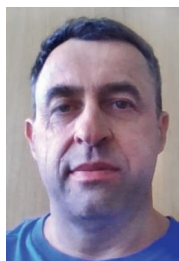
TOROMIERZ INERCYJNY iTEC Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com

Badania kształtu przekroju krzyżownic tramwajowych

Examination of the cross-section shape of tram frogs



Jacek Makuch

Dr inż.

Politechnika Wrocławska, Katedra
Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk

jacek.makuch@pwr.edu.pl

Streszczenie: W artykule odniesiono się do problemu jakim są przypadki wykolejeń tramwajów podczas przejazdu przez krzyżownice rozjazdów. Przedstawiono odmienną konstrukcyjną krzyżownic tramwajowych w stosunku do kolejowych. Zdefiniowano przyczyny zjawiska jakim jest bagatelizowanie potrzeby monitorowania zużycia krzyżownic tramwajowych. Dokonano przeglądu krajowych przepisów regulujących projektowanie, budowę i utrzymanie krzyżownic tramwajowych oraz porównano je z analogicznymi przepisami dotyczącymi infrastruktury kolejowej. Przeprowadzono przegląd stosowanych metod pomiaru i urządzeń pomiarowych w zakresie analizy zużycia elementów stalowych nawierzchni szynowych, ze szczególnym naciskiem na najnowsze technologie. Zaprezentowano trzy wybrane przykłady przeprowadzonych badań krzyżownic tramwajowych, różniące się zastosowanym sprzętem pomiarowym. W podsumowaniu sformułowano wnioski z przeprowadzonych badań i analiz.

Słowa kluczowe: Tory tramwajowe; Diagnostyka; Krzyżownice

Abstract: The paper refers to the problem of trams derailing when crossing the crossing frogs. The structural difference of tram frogs in relation to railway frogs is presented. The causes of the phenomenon of underestimating the need to monitor the wear of tram frogs were defined. National regulations governing the design, construction and maintenance of tram frogs have been reviewed and compared with the corresponding regulations for rail infrastructure. A review of the measurement methods and measuring devices used in the field of wear analysis of steel elements of rail surfaces was carried out, with particular emphasis on the latest technologies. Three selected examples of tests of tram frogs, differing in the measuring equipment used, are presented. In the summary, conclusions from the conducted research and analyses were formulated.

Keywords: Tram tracks; Diagnostics; Frogs

Wstęp

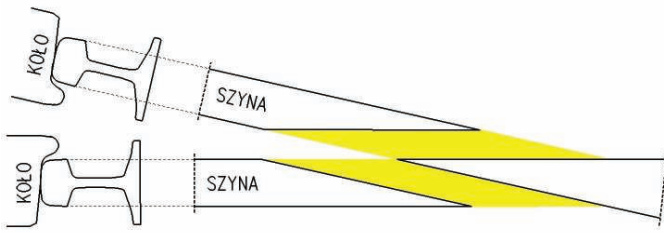
Niniejszy artykuł stanowi kontynuację rozważań zaprezentowanych na konferencji Infraszyn w 2019 roku, a dotyczących badań, jakie autor przeprowadził na wrocławskiej pętli tramwajowej Sępolno. Badania te polegały na określeniu zużycia elementów stalowych nawierzchni szynowych. W poprzednim artykule [1] przedstawione zostały wyniki analiz dotyczących zużycia szyn, co do zaś zużycia krzyżownic tramwajowych autor zdecydował, aby zagadnienia te zaprezentować w formie osobnego artykułu, co niestety z powodu pandemii stało się możliwe

dopiero po trzech latach. Wracając zaś do pętli Sępolno, o ile w przypadku szyn okazała się ona znakomitym poligonem badawczym, ze względu na dużą różnorodność typów i wieku elementów nawierzchni torowej, a w efekcie również dużą różnorodność form i wielkości ich zużycia, o tyle w przypadku krzyżownic już tak nie było, gdyż pętla ta posiada jedynie cztery krzyżownice. Dlatego rozważania zawarte w niniejszym artykule są niejako podsumowaniem wszystkich badań krzyżownic tramwajowych, jakie autor do tej pory kiedykolwiek i gdziekolwiek przeprowadził.

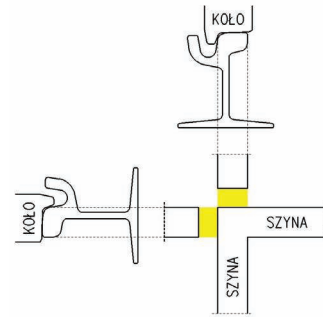
Autor artykułu od ponad 30 lat jest

zatrudniony na Politechnice Wrocławskiej, obecnie na stanowisku adiunkta dydaktycznego i w ramach dydaktyki prowadzi przedmiot „Diagnostyka dróg szynowych” obejmujący wykład i zajęcia laboratoryjne, dla studentów studiów magisterskich specjalności kolejowej. W ramach zajęć laboratoryjnych wraz ze studentami zajmuje się pomiarami zużycia elementów nawierzchni torowej posiadanym sprzętem, na pozyskanych rzeczywistych próbkach zużytych szyn oraz krzyżownic, albo poprzez wyjścia w teren i pomiary w eksploatowanych torach.

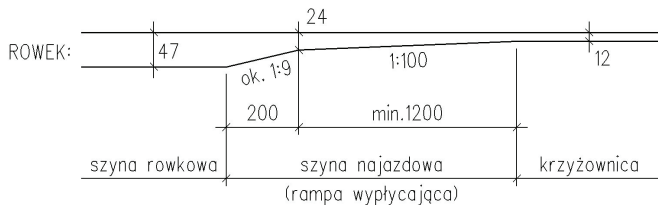
Oprócz dydaktyki autor artykułu uczestniczy w pracach naukowo-



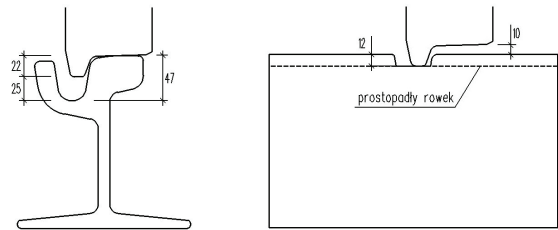
1. Schemat ideowy konstrukcji krzyżownicy kolejowej



2. Schemat ideowy konstrukcji krzyżownicy tramwajowej



3. Wyplotenie rowka w krzyżownicy tramwajowej



4. Przejazd koła tramwajowego po szynie (z lewej) i przez krzyżownicę (z prawej)

-badawczych realizowanych przez uczelnię. Jesienią 2011 roku na zlecenie wrocławskiego Zarządu Dróg i Utrzymania Miasta Politechnika Wrocławska przeprowadziła trwające ponad miesiąc kompleksowe badania diagnostyczne całej wrocławskiej sieci tramwajowej, w których ocena zużycia elementów nawierzchni torowej była jedną z ich części składowych [2].

Ponadto, w przeciągu ostatnich kilkunastu lat Politechnice Wrocławskiej kilkakrotnie zlecane było wykonanie ekspertyz [3, 4, 5, 6, 7] dotyczących problemów w postaci wykolejeń na nowych albo eksploatowanych zwrotnicach oraz krzyżownicach we wrocławskich torach tramwajowych.

Odmienność konstrukcyjna krzyżownic tramwajowych

Krzyżownice tramwajowe, w stosunku do krzyżownic kolejowych, charakteryzują się odmiennością konstrukcyjną - generalnie dotyczy to problemu rowka. Otóż, o ile w krzyżownicach kolejowych (rys. 1) stosuje się małe skosy (1 : 9), stosunkowo szerokie koła (135 mm) oraz stosunkowo szerokie główki szyn (70 mm dla 49E1), w efekcie czego koło przejeżdżające przez krzyżownicę nie spada z główki szyny, o tyle w przypadku krzy-

żownic tramwajowych (rys. 2) skosy mogą być dużo większe (od 9° nawet do przecięt prostopadłych), koła są węższe (90 mm), podobnie główki szyn (56 mm dla 60R2), dlatego koła tramwajowe przejeżdżając przez krzyżownicę mogą już spadać z poziomu główki szyny w rowek. Aby jednak do tego nie dochodziło w krzyżownicach tramwajowych stosuje się wypływanie rowka (rys. 3) z 47 mm do 12 mm, tak aby koło pokonujące krzyżownicę toczyło się przez nią obrzeżem, a nie bieżnią (rys. 4).

Taki sposób rozwiązania problemu przechodzenia kół przez krzyżownice tramwajowe rodzi jednak pewne zagrożenie - szeroki i płytki rowek może powodować, że koła nie będą trafiały w „swoją” rowek albo będą wjeżdżały na górną powierzchnię krzyżownicy, co najczęściej będzie się kończyło wykolejeniem.

Geneza problemu

Dla autora artykułu, inspiracją do podjęcia rozważań w nim opisywanych było zdarzenie, jakie miało miejsce 15 kwietnia 2015 roku na placu Bema we Wrocławiu. O godzinie 13.52 tramwaj linii 6 typu Skoda 16T skręcając na tym skrzyżowaniu w lewo (z kierunku ul. Drobnera, w kierunku ul. Ponia-

towskiego) uległ wykolejeniu drugim i trzecim wózkiem. Na szczęście nikomu nic się nie stało, co prawda w wyniku działania siły odśrodkowej w łuku tramwaj drugim i trzecim wózkiem częściowo wjechał na peron przystanku, ale pasażerowie w porę się odsunęli.

A co się działo dalej? Otóż o godzinie 14.05, czyli zaledwie 13 minut później inny tramwaj – tym razem dwuwagonowy Konstal 105N, skręcając na tym samym skrzyżowaniu również w lewo, ale w innej relacji (z kierunku mostów Młyńskich, w kierunku ul. Drobnera) również uległ wykolejeniu, pierwszym wózkiem drugiego wagonu.

Już do pierwszego wykolejenia został wezwany dźwig pogotowia MPK, który po przyjeździe na miejsce zdarzenia najpierw zajął się „wkolejeniem” drugiego z wykolejonych tramwajów, ponieważ znacznie łatwiej jest to zrobić w przypadku jednowagonowego dwuwózkowego tramwaju starego typu, niż nowoczesnego wieloczołowego przegubowego tramwaju niskopodłogowego. Ruch tramwajowy na skrzyżowaniu przywrócono po około godzinie.

Tak jak już wspomniano, w przedstawionych wydarzeniach nikt nie ucierpiał, ale niestety nie zawsze tak

się dzieje. Kilkadziesiąt lat temu w Krakowie doszło do podobnego wykołowania.

Ostatni wagon tramwaju skręcającego w lewo z ulicy Dietla w Stradomską, w wyniku wykołowania i działania siły odśrodkowej na łuku uderzył bokiem w kamienicę i tu niestety zginął pieszy poruszający się chodnikiem.

Podsumowując dotychczasowe rozważania, zdaniem autora artykułu problemowi wykołowań tramwajów w krzyżownicach nie poświęca się jak dotąd wystarczającej uwagi.

Przyczyny bagatelizowania problemu wykołowań tramwajów w krzyżownicach

Podstawową przyczyną bagatelizowania analizowanego problemu jest fakt, że tramwaje przejeżdżające przez krzyżownice poruszają się z niewielkimi prędkościami: 15 albo nawet 10 km/h (zależy to od wewnętrznych przepisów obowiązujących w danym mieście). Jeżeli dochodzi więc do wykołowań, to ich skutki raczej nie mają charakteru katastrof w ruchu lądowym.

Co więcej, czasami jeśli wykołowanie miało miejsce w torach zabudowanych i koła nadal pozostają w poziomie jezdni, doświadczeni motorniczowie potrafią umiejętnie, powoli i delikatnie cofając albo ruszając do przodu „wkoleić” tramwaj. Jeśli jednak nie jest to możliwe, albo jeśli tory nie są zabudowane i koła w wyniku wykołowania spadły poniżej poziomu główki szyny - potrzebny jest dźwig i dochodzi do trwającego co najmniej kilkadziesiąt minut wstrzymania ruchu tramwajowego.

Zdaniem autora artykułu bagatelizowana jest również sama potrzeba monitorowania zużycia krzyżownic tramwajowych. Tu z kolei przyczyną może być fakt, iż podstawowa forma zużywania się krzyżownic – w postaci pogłębiania się dna rowka, działa akurat na korzyść bezpieczeństwa przejazdu. Skutkiem tego jest to, że

krzyżownice tramwajowe często eksploatauje się bez jakichkolwiek działań utrzymaniowych do przysłowiowego „zajechnia”, czyli do momentu kiedy pęknie, albo kiedy uzyskają tak zdeformowane kształty rowków, że nie nadają się już do zregenerowania poprzez napawanie i szlifowanie.

W celu zidentyfikowania kolejnych przyczyn bagatelizowania analizowanego problemu autor artykułu dokona w dwóch następnych jego rozdziałach przeglądu obowiązujących przepisów i stosowanych urządzeń pomiarowych.

Przegląd przepisów

Obecnie zasady konstruowania i diagnostyki krzyżownic tramwajowych regulują dwa dokumenty:

- wytyczne – tak zwane „tramwajowe” [8] z 1983 roku (95 stron) oraz
- polska norma – tak zwana „odbiorowa” [9] z 1998 roku (7 stron), co prawda wycofana przez Polski Komitet Normalizacyjny w 2020, tyle że w zamian nie pojawił się żaden analogiczny dokument, dlatego jest ona nadal podawana przez zamawiających jako obowiązująca we wszelkiego rodzaju Opisach Przedmiotu Zamówienia czy Specyfikacjach Istotnych Warunków Zamówienia dotyczących tramwajowych robót torowych.

Jakie w tych dokumentach pojawiają się informacje dotyczące krzyżownic? W wytycznych „tramwajowych” czytamy, że:

- krzyżownice należy wykonywać z bloków stalowych,

- głębokość wypłyconego rowka powinna wynosić od 10 do 14 mm,
- pochylenie rampy wypływającej powinno wynosić 1:100,
- należy unikać krzyżownic o łukach w tym samym kierunku,
- minimalny kąt krzyżownicy wynosi 9°, a zalecany powinien być większy od 13°,
- dopuszczalna szerokość toru – tak jak poza krzyżownicami,
- niedopuszczalne są pęknięcia krzyżownic.

W normie „odbiorowej” o krzyżownicach nie ma ani słowa, a w obu dokumentach brak jest jakichkolwiek ilustracji.

Informacji jest więc niewiele, a nawet te które podano są mocno:

- niedoprecyzowane (inne wymiary rowka - takie jak szerokość, pochylenie ścian bocznych i wyokrąglenia, długości ramp wypływających, krzyżownice w torach pętli tramwajowych - często o łukach w tym samym kierunku),
- nieaktualne (już od wielu lat nie stosuje się krzyżownic o rowkach płytszych niż 12 mm).

A jeśli porównalibyśmy przepisy „tramwajowe” z „kolejowymi” (tab.1), to dysproporcja będzie porażająca, zarówno jeśli chodzi o objętość, jak i aktualność.

Ten niedostatek niektórzy zarządcy infrastruktury tramwajowej w Polsce rekompensują własnymi opracowaniami. Tramwaje Warszawskie w 2017 roku opracowały własne wytyczne: główny dokument wraz jedenastoma

Tab. 1. Porównanie objętości i aktualności przepisów regulujących projektowanie, budowę i utrzymanie infrastruktury tramwajowej i kolejowej w Polsce

dokument	przepisy	
	tramwajowe wytyczne / norma	kolejowe obecne Id-4 / „stare” D 6
objętość:		
- całość	95 / 7 stron	ponad 2000 stron (wszystkie Id)
- o rozjazdach	4 / 0,5 strony	165 / 167 stron
- o krzyżownicach	1 / 0 stron	21 / 27 stron
aktualność:	1983 / 1998	2019 / 1991

załącznikami (łącznie 169 stron), w tym załącznik szósty – w całości poświęcony rozjazdom (zawierający 13 stron i 11 ilustracji) oraz dwa rozdziały poświęcone krzyżownicom (osobny dla płytko, a osobny dla głęboko-rowkowych).

Oczywiście, oprócz przepisów są jeszcze opracowania producentów rozjazdów tramwajowych. Niektóre polskie miasta eksploatujące tramwaje, przygotowując warunki przetargowe na roboty torowe zamieszczają w nich zalecenia przekopiowane z takich materiałów. Niestety często są to jedynie opisy tekstowe, które niezbyt precyzyjnie odzwierciedlają oryginalne zasady, przedstawiane najczęściej w postaci ilustracyjnej.

Podsumowując tę część rozważań, kolejną przyczyną bagatelizowania problematyki zużycia krzyżownic tramwajowych, na którą autor pragnie zwrócić uwagę, jest niewystarczające i mocno już nieaktualne ujęcie tych zagadnień w przepisach dotyczących projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych rangi krajowej.

Przegląd urządzeń pomiarowych

Wśród urządzeń pomiarowych, jakie wykorzystuje się do analizy kształtu przekroju elementów stalowych nawierzchni torowych generalnie można wyróżnić dwie ich grupy. Pierwsza - to różnego rodzaju precyzyjne mierniki odległości, począwszy od zwykłych suwmiarek klasycznych, poprzez specjalne rozjazdowe, następnie aparaty rylcowe, profilometry mechaniczne albo elektroniczne, szablony i szczelinomierze.

Druga grupa, to urządzenia odwzorowujące kształt - są to przyrządy nieco bardziej skomplikowane, takie jak profilografy: mechaniczne (pisakowe), mechaniczno-elektroniczne (z wodzikiem kulkowym albo rolkowym), optyczno-elektroniczne (inaczej laserowe, wykorzystujące technikę LIDAR, czyli skaningu laserowego).

Ostatnie z wymienionych urzą-

dzeń, niekoniecznie muszą być przyrządami stacjonarnymi, mogą to być głowice montowane w toromierzach wózkowych czy drezynach pomiarowych, a nawet w zwykłych pojazdach szynowych. Wrocławskie MPK na początku 2020 roku przeprowadziło w przeciągu jedynie trzech dni kompleksowe badania diagnostyczne niemalże całej swojej sieci tramwajowej, przy pomocy jednego z posiadanych tramwajów, który wyposażono w dodatkową, odpowiednią aparaturę i oprogramowanie. Podczas pomiarów tramwaj ten jeździł bez pasażerów, jako „pojazd techniczny”, ale są już stosowane analogiczne urządzenia, które w kilka minut można zamontować na „rejsowych” pociągach pasażerskich, jak przykładowo system RILA [10]. Z tego typu rozwiązań korzystają koleje holenderskie i brytyjskie [11].

Podsumowując tę część rozważań, autor pragnie zwrócić uwagę na kolejną przyczynę bagatelizowania problematyki zużycia krzyżownic tramwajowych. Otóż z powodu wspomnianej już odmienności konstrukcyjnej krzyżownic tramwajowych, większość z wymienionych powyżej typowo „kolejowych” urządzeń pomiarowych (głównie tych starszych) nie nadaje się do badania zużycia krzyżownic tramwajowych, dlatego też dotychczas badań tych raczej nie wykonywano. Ale sytuacja ta ostatnio uległa zmianie - nowsze urządzenia (profilomierze mechaniczno-elektroniczne oraz laserowe) nie posiadają już takich ograniczeń, można nimi badać zużycia zarówno szyn, krzyżownic kolejowych, jak i tramwajowych.

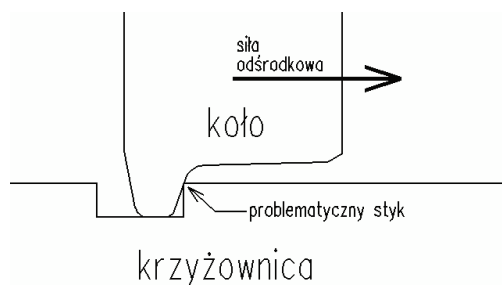
Wybrane przykłady przeprowadzonych badań

W drugiej części artykułu autor pragnie zaprezentować trzy wybrane przykłady zrealizowanych przez niego badań kształtu przekroju krzyżownic tramwajowych, z trzech różnych okresów - przy wykorzystaniu:

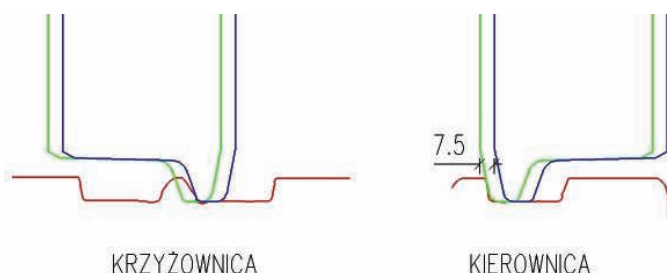
- suwmiarek,

- profilografu mechaniczno - elektronicznego,
- profilografu laserowego.

Pierwszy przykład, to badania przeprowadzone dla wykonanej w latach 2005-07 przebudowy torów tramwajowych w ciągu ulic Świdnickiej, Widok, Szewskiej i Grodzkiej we Wrocławiu. W nowo zabudowanych rozjazdach zastosowano krzyżownice monoblokowe, których wypływne rowki posiadały kształt regularnego prostokąta o szerokości 36 mm i głębokości 14 mm, a dzioby i górne krawędzie - nie posiadały wyokrąglenia. Podczas pierwszych próbnych jazd tramwajów wystąpiły problemy z przechodzeniem zestawów kołowych przez krzyżownice - obrzeża kół wspinały się na dzioby krzyżownic i po przejechaniu kilkunastu lub kilkudziesięciu centymetrów wpadały z powrotem do rowków, albo tylko uderzały w dzioby krzyżownic, powodując jednakże znaczny hałas i drgania. Pojawiły się liczne ślady ścinania oraz wykruszeń i odłupañ krawędzi tocznych rowków krzyżownic i szyn najazdowych oraz dziobów krzyżownic. Tory dopuszczono do ruchu linowego, ale tylko dla starszych wysokopodłogowych tramwajów produkcji krajowej, gdyż nowoczesne niskopodłogowe tramwaje Skoda 16T nadal miały problemy z pokonywaniem krzyżownic. Dzięki przeprowadzonym pomiarom, jako główną przyczynę zaistniałych problemów uznano niewłaściwe ukształtowanie rowków w krzyżownicach monoblokowych i szynach najazdowych z rampami wpływającymi - ich prostokątny kształt nie korespondował z profilem obręczy koła. Skutek był taki, że w przypadku rowka dla toku położonego w łuku (rys. 5), koło pod wpływem działania siły odśrodkowej, stykiem pochylonej powierzchni bocznej obręczy i ostrego zakończenia górnej krawędzi rowka wspinało się do góry jak po rampie i wyjeżdżało z rowka, w efekcie czego dochodziło do wykolejenia.



5. Schemat ideowy współpracy obręczy koła z rowkiem krzyżownicy tramwajowej [3, 4]



7. Symulacja graficzna przejazdu kół tramwaju przez krzyżownicę i kierownicę [7]

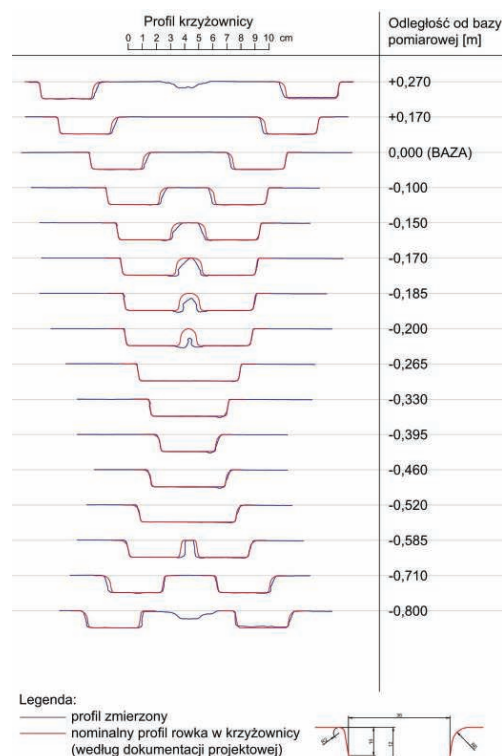


8. Widok rzeczywisty (z lewej) i cyfrowy bliźniak (z prawej) krzyżownicy tramwajowej [11]

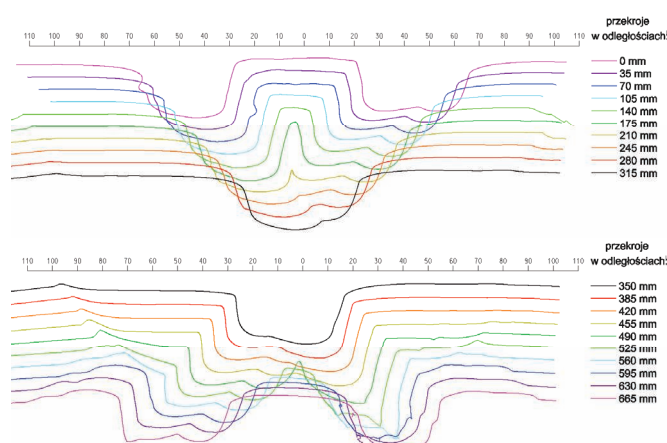
Drugi przykład, to badania przeprowadzone na zmodernizowanej w 2015 roku pętli tramwajowej Oporów. Pętla ta w wyniku przebudowy uzyskała zupełnie nowy układ geometryczny. W pierwszych miesiącach eksploatacji doszło do kilku wykolejeń tramwajów na krzyżownicach dwóch rozjazdów wjazdowych. Podobnie jak na ul. Szewskiej wykolejeniom częściej ulegały nowoczesne tramwaje niskopodłogowe (tym razem Pesa Twist), niż starsze wysokopodłogowe pojazdy produkcji krajowej, a jeśli nawet nie dochodziło do wykolejenia, to podobnie jak na ul. Szewskiej

- obrzeża kół wspinały się na dzioby krzyżownic, po czym po przejechaniu kilkudziesięciu centymetrów wpadały z powrotem do rowków. Tym razem jednakże rowki krzyżownic nie posiadały (tak jak na ul. Szewskiej) kształtu regularnych prostokątów oraz ostrych zakończeń górnych krawędzi. Zastosowane rozjazdy posiadały natomiast wypłyceń rowków nie tylko w krzyżownicach, ale również w szynach „drugiego” toku (czyli w kierownicach) - w celu uniknięcia efektu przechyłki odwrotnej w łuku. Obserwacje i pomiary przeprowadzone w terenie wykazały, że podczas wjazdów na tory

wewnętrzne - w dziób krzyżownicy uderzało zewnętrzne koło pierwszej osi wózka, natomiast podczas wjazdów na tory zewnętrzne - w dziób krzyżownicy uderzało tym razem wewnętrzne koło drugiej osi wózka. Wykonane podczas badań pomiary kształtu przekroju krzyżownic tramwajowych i kierownic (rys. 6), pozwoliły na przeprowadzenie prostych symulacji graficznych przejazdu kół tramwaju właśnie przez te krzyżownice i kierownice (rys. 7). Dzięki przeprowadzonym pomiarom, jako główną przyczynę zaistniałych problemów uznano niewłaściwe ukształtowanie



6. Pomiary kształtu przekroju poprzecznego krzyżownicy tramwajowej profilomierzem mechaniczno-elektronicznym (opracował Adam Hyliński) [7]



9. Wykres kaskadowy wygenerowanych przekrojów poprzecznych przez krzyżownicę [11]

rowków w kierownicach - ograniczenie się jedynie do ich wypłyenia bez równoczesnego zawężenia ich szerokości, paradoksalnie zamiast polepszyć, niestety pogorszyło warunki współpracy pojazdów z torem.

Trzeci przykład, to badania przeprowadzone w marcu 2020 roku na pętli Osobowice. Pomiary te nie wiązały się z realizacją jakiegokolwiek ekspertyzy, a wynikały jedynie z potrzeby nauczania się obsługi skanera laserowego do nawierzchni torowych, jaki wtedy zakupiono. Na rys. 8 przedstawiono krzyżownicę tramwajową pierwszego rozjazdu na tejże pętli. Była to krzyżownica w wieku około 20 lat, szynowa (a nie blokowa), spawana, łukowa (z promieniem 50 m w torze zwrotnym). Krzyżownica ta posiadała charakterystyczne (dla ruchu tramwajowego) postacie zużyć: dwa ślady przejazdu kół w toku łukowym, natomiast jeden ślad – w prostym oraz rozwijające się pęknięcia i ubytki na jednym ze styków zespawanych jej elementów. Dzięki zastosowanej metodzie pomiarowej, w stosunku do obiektu rzeczywistego - udokumentowanego tutaj klasyczną fotografią, możliwe było wygenerowanie jego tak zwanego digital twin, czyli cyfrowego bliźniaka.

Taki cyfrowy bliźniak jest oczywiście obiektem trójwymiarowym. Przeglądając go w oprogramowaniu komputerowym możemy go dowolnie obracać, co ułatwia nam narzędzie „View Cube” (analogiczne jak w programie Autocad). Możemy go oczywiście przesuwac oraz wykonywać oddalenia i zbliżenia (a przez to bardziej dokładnie oglądać pewne szczegóły). Możemy wykonywać tak zwane „wirtualne spacer”. Z trójwymiarowego modelu możemy również wygenerować przekroje poprzeczne oraz profile podłużne.

Na rys. 9 przedstawiono serię kolejnych przekrojów poprzecznych w widoku kaskadowym - lepiej uwiadaczniającym zmiany kształtu prze-

kroju. Wyraźnie widać wspomniane wcześniej charakterystyczne postacie zużyć.

Podsumowanie

Zdaniem autora niniejszego referatu, problemowi wykolejeń tramwajów w krzyżownicach nie poświęca się dotychczas należytej uwagi. Oczywiście są ku temu pewne powody, takie jak wspomniane już:

- niewielkie prędkości tramwajów,
- formy zużycia działające na korzyść bezpieczeństwa,
- nieaktualne i bardzo skąpe przepisy,
- nie dające się wykorzystać urządzenia pomiarowe,

które częściowo usprawiedliwiają taki stan rzeczy. Casy się jednak zmieniają i pojawiły się obecnie pewne nowe okoliczności:

- coraz większy udział eksploatowanych tramwajów stanowią nowoczesne niskopodłogowe wielocłonowe przegubowe pojazdy, które po pierwsze – znacznie łatwiej ulegają wykolejeniom, niż starsze klasyczne wysokopodłogowe pojazdy wzorowane na tramwaju typu PCC, a po drugie – jeżeli już dojdzie do wykolejenia, to znacznie trudniej jest je z powrotem ustawić na tory, niż tramwaje starszego typu (nie sprawdza się w tym przypadku zakup większego dźwigu - przekonało się o tym wrocławskie MPK, które po kilku latach negatywnych doświadczeń wycofało się z tego pomysłu),
- komunikacja tramwajowa jeśli chce odbudować swoją pozycję w tak zwanym „modal split” sprzed pandemii, musi zaoferować wysoką niezawodność, a przecież każde wykolejenie, to co najmniej kilkudziesięciominutowe wstrzymanie ruchu spowodowane oczekiwaniem na dźwig i wykonanie odpowiednich działań – jeśli się

to nie zmieni, mieszkańcy miast nie będą chcieli korzystać z tak zawodnego środka transportu, nadal będą jeździli samochodami,

- pojawiły się nowe techniki pomiarowe, takie jak LIDAR, oferujące precyzyjne i wysoko zautomatyzowane narzędzia, możliwe do wykorzystania w przypadku oceny zmian kształtu krzyżownic tramwajowych (wykorzystanie tej techniki jest przykładem zastosowania tak zwanej inżynierii odwrotnej),
- w branży budowlanej wdrażana jest metodologia BIM, jako efekt procesów cyfryzacji i informatyzacji, ogarniających obecnie niemal wszystkie dziedziny naszego życia,
- w obszarach zarządzania pojawiają się nowe metodologie, takie jak lean (szczupłe zarządzanie) czy agile (zwinne zarządzanie), które mają charakter strategii proaktywnych, charakteryzujących się przewidywaniem, działaniem z wyprzedzeniem i wywoływaniem zmian w środowisku, w celu zminimalizowania skutków nieprzewidzianych trudności.

W ten sposób do transportu szynowego wkraczają rozwiązania tak zwanej czwartej rewolucji przemysłowej - metodologia BIM, a wraz z nią cyfrowe bliźniaki (digital twins), internet rzeczy (IoT) i możliwe dzięki tym narzędziom nowoczesne formy zarządzania zasobami (Asset Management) w całym cyklu życia elementów infrastruktury (Life Cycle Cost). Możliwe staje się stosowanie nowoczesnych proaktywnych metodologii w utrzymaniu dróg szynowych, takich jak: utrzymanie predykcyjne (predictive maintenance), utrzymanie w oparciu o dane (data driven maintenance) czy utrzymanie zorientowane na niezawodność (reliability centred maintenance) [13, 14, 15].

W przypadku najnowszych technik pomiarowych służących do ana-

lize zużyć elementów stalowych nawierzchni szynowych stosuje się już powszechnie zasadę odwzorowania kształtu, a nie tak jak dawniej - punktowych pomiarów wybranych wielkości. Przeprowadza się analizy w sposób graficzny, a nie wyłącznie liczbowy. Jest to przykład tak zwanej analizy obrazowo-porównawczej, której prekursorem u nas w Polsce w branży kolejowej już ponad 20 lat temu był profesor Henryk Bałuch [16]. Co prawda w programach takich jak SONIT, czy SOHRON porównywało się wykresy zmierzonych parametrów geometrycznych toru, a nie odwzorowanych kształtów przekroju zużytych elementów, ale w tym drugim przypadku idea pozostaje taka sama. Taki sposób przeprowadzania badań:

- uwidacznia najdrobniejsze niuanse zmian kształtu przekroju poprzecznego,
- czyni analizę zaistniałych zużyć bardziej dogłębną i szczegółową.

Metodologia ta wpisuje się również w tak zwany BIM 6D – czyli możliwość symulacji przeprowadzanych na cyfrowych modelach obiektów.

Podsumowując, zdaniem autora niniejszego artykułu, nadszedł już odpowiedni moment, aby w przypadku problemu jakim jest ocena zużyć krzyżownic tramwajowych: po pierwsze – zaktualizować i doprecyzować stosowane w tym zakresie przepisy, a po drugie zacząć wykorzystywać nowoczesne techniki pomiarowe i sposoby analizy ich wyników. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Makuch J. Pomiary zużycia przekroju szyn w torach pętli tramwajowej. Przegląd Komunikacyjny, 2019, nr 6, str. 2-7.
- [2] Makuch J. Pomiary geometrii torów tramwajowych toromierzem elektronicznym we Wrocławiu. Przegląd Komunikacyjny, 2014, nr 8, str. 24-30.
- [3] Krużyński M., Makuch J., Piotrowski A. Ekspertyza dotycząca stanu

technicznego torów tramwajowych po dokonanych korektach na średnicowej linii tramwajowej północ-południe we Wrocławiu. Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Lądowej, Zakład Infrastruktury Transportu Szynowego. Raport serii U nr 17/2007-03-07, Wrocław marzec 2007.

- [4] Krużyński M., Makuch J., Piotrowski A. Ekspertyza dotycząca stanu technicznego torów tramwajowych po dokonanych korektach na średnicowej linii tramwajowej północ-południe we Wrocławiu - część 2. Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Lądowej, Zakład Infrastruktury Transportu Szynowego. Raport serii U nr 28/2007-05-15, Wrocław maj 2007.
- [5] Krużyński M., Makuch J., Piotrowski A. Wstępna ekspertyza techniczna rozjazdów tramwajowych na skrzyżowaniu ulic Kazimierza Wielkiego - Szewska. Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Lądowej, Zakład Infrastruktury Transportu Szynowego. Raport serii U nr 31/2007, Wrocław maj 2007.
- [6] Krużyński M., Piotrowski A., Makuch J., Gisterek I. Ekspertyza techniczna zwrotnicy tramwajowej w ul. Nowy Świat we Wrocławiu po wykolejeniach w dniach 23.08.2007 i 3.09.2007. SITK RP Oddział Wrocław, grudzień 2007.
- [7] Gisterek I., Makuch J., Popiołek A. Ekspertyza techniczna dotycząca jakości wykonania przebudowy pętli tramwajowej Oporów we Wrocławiu. Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Raport serii U nr 117/2015, Wrocław listopad 2015.
- [8] Wytyczne techniczne projektowania, budowy i utrzymania torów tramwajowych, MAGTiOŚ 1983.
- [9] PN-K-92011: 1998 Torowiska tramwajowe. Wymagania i badania.
- [10] RILA – Next step in track geometry. <https://www.youtube.com/watch?v=hFXNagtytCE&t=1s> (do-

stęp: 7.04.2022).

- [11] Niknam N., Nolan J.: Network Rail Wales and Western SWRRP Digital Twin Programme. Bentley webinar 9.12.2021. <https://www.bentley.com/pl/global-events/events-overview> (dostęp: 7.04.2022).
- [12] Makuch J., Gisterek I., Hyliński A., Lalewicz P., Gonera J. Analiza możliwości wykorzystania skanera laserowego do diagnostyki krzyżownic tramwajowych. XVIII Konferencja Naukowo-Techniczna Nowoczesne Technologie i Systemy Zarządzania w Transporcie Szynowym, Zakopane 4-6.12.2019.
- [13] Walters C., Hobsch R., Ammann L. Bringing a new dimension to your public transportation network. Global Railway Review webinar 2.12.2020. <https://www.globalrailwayreview.com/webinar/112414/bringing-a-new-dimension-to-your-public-transportation-network/> (dostęp: 7.04.2022).
- [14] Flower T., Kronmuller D. A data-driven approach to reliability-centred maintenance. Global Railway Review webinar 27.05.2021. <https://www.globalrailwayreview.com/webinar/121221/a-data-driven-approach-to-reliability-centred-maintenance/2/#register> (dostęp: 7.04.2022).
- [15] Wanek-Libman M., Smith A., Marcolongo V. The power of rapidly deployed analytics to improve track maintenance. Mass Transit & Bentley webinar 27.04.2021. https://event.webcasts.com/starthere.jsp?ei=1447299&tp_key=c-fe1019222 (dostęp 7.04.2022).
- [16] Bałuch H. Diagnostyka obrazowo-porównawcza jako podstawa planowania napraw toru. Przegląd Kolejowy, 1998, nr 4, str. 16-23.

Jak inteligentny system monitorowania skarp i nasypów InfraGuard™ zwiększa bezpieczeństwo w zagadnieniach kolejowych

How the InfraGuard™ Intelligent Slope and Embankment Monitoring System increases safety in railroads



Peter Berger

Kierownik Rozwoju Działu
Monitoringowego Senceive,
Specjalista od Monitorowania
Infrastruktury Krytycznej



Michał Dąbrowski

Kierownik Działu Rozwiązań
Monitoringowych TPI SP z o.o.
mdabrowski@tpi.com.pl

Streszczenie: Typowym rozwiązaniem dla budowy ciągów komunikacyjnych na całym świecie jest ekonomiczne wpasowywanie ich przebiegu do naturalnego ukształtowania terenu. Stąd też typowym jest budowa drogowej i kolejowej na nasypach lub we wcięciach. Zmiany klimatyczne w ostatnim czasie wywołują skrajne warunki i wydarzenia pogodowe, które w znacznym stopniu mają wpływ na stabilność skarp. Zaburzenia takie mogą się objawiać stopniowym osiadaniem o charakterze długoterminowym, lub nagłymi, nieprzewidywanymi osunięciami i zawałami oraz stanowić poważne zagrożenie dla życia ludzkiego.

Słowa kluczowe: System monitorowania; Skarpa; Nasyp; Bezpieczeństwo w zagadnieniach kolejowych

Abstract: A typical solution for the construction of transportation infrastructure around the world is the economic adjustment of their course to the natural terrain. Hence, road and railway construction on embankments or in indentations is typical. Recent climate change is triggering extreme conditions and weather events that have a significant impact on the stability of slopes. Such disturbances may manifest themselves in gradual long-term subsidence, or in sudden, unforeseen landslides and collapses, and constitute a serious threat to human life.

Keywords: Monitoring system; Slope; Embankment; Safety in railway issues

Zarządzanie procesem zapobiegawczym historycznie bazuje często na lokalnej inspekcji oraz dokonaniu pomiaru jedną z kilku klasycznych metod. Związane jest to niejednokrotnie z koniecznością częstych wizyt, ograniczonym lub utrudnionym dostępem do obiektu, tymczasowością i nieregularnością pomiarów – a więc zwiększaniem wydatków i ryzyka związanych z prowadzeniem monitoringu tą metodą.

Aktualne nowinki technologiczne wprowadziły możliwość automatyzacji wielu z tych procesów: umożliwiły zdalny dostęp do obiektu i związanych z nim problemów, udoskonaliły proces pozyskiwania danych i zarządzania nimi, oraz poprawiły naszą zdolność do przewidywania warunków

pogodowych – a więc i szacowania poziomu ryzyka związanego m.in. z nadmiernymi opadami lub nagłymi roztopami. Technologia IoT (Internet of Things) umożliwiła stworzenie InfraGuard™, bezprzewodowego inteligentnego rozwiązania monitorującego, które wykrywa i reaguje na ruchy gruntu oraz zapewnia wczesny system ostrzegania o takich procesach, dając jednocześnie zdalny dostęp do systemu wielu użytkownikom z każdego miejsca na świecie. Podstawowym elementem takiego systemu jest sieć czujników ruchu o długiej żywotności, połączonych ze sobą i z Internetem za pomocą bezprzewodowej platformy radiowej. Takie systemy mają wiele cech IoT: są ekonomiczne, małe, łatwe do zainstalowania i nie wymagają kon-

serwacji lub wymagają jej w niewielkim stopniu przez bardzo długi okres eksploatacji (ponad 10 lat), nie potrzebują zasilania sieciowego i działają jak samoregenerujący się system, który jest w stanie znieść uszkodzenia poszczególnych elementów. W sieciach InfraGuard™ można zintegrować czujniki ruchu z bezprzewodowymi kamerami automatycznymi i geotechnicznymi czujnikami pomiarowymi w celu uzyskania dodatkowych informacji.

Ta technologia wyszła z laboratorium w ciągu ostatniej dekady i została powszechnie zaimplementowana przez użytkowników, takich jak brytyjska firma Network Rail, która w 2020 roku zainstalowała ponad 10000 inteligentnych czujników. Te same zdalne

platformy monitorowania stanu technicznego zostały obecnie zatwierdzone w coraz większej liczbie krajów, w tym w Niemczech, Francji, Kanadzie i USA.

Ryzyko i wyzwania

Drogi i linie kolejowe w wielu częściach świata budowane są na nasypach lub w sąsiedztwie naturalnych lub stworzonych przez człowieka zboczy. Na bezpieczne i efektywne użytkowanie tych obiektów może mieć negatywny wpływ przemieszczanie się gleby, skał lub roślinności w sposób blokujący lub pozbawiający korytarz transportowy stabilności. Awarie mogą objawiać się stopniowym osiadaniem i deformacją, powodując zakłócenia i konieczność kosztownej interwencji inżynierskiej, lub też nagłymi osunięciami ziemi lub obrywami skalnymi, które stanowią poważne zagrożenie dla życia ludzkiego.

Czynniki przyczyniające się do rosnącego zainteresowania tematyką monitoringową oraz rosnącego zagrożenia wystąpienia awarii zbocza, obejmują:

- wzrost liczby ekstremalnych zjawisk pogodowych związanych ze zmianami klimatycznymi, w tym częstsze epizody długotrwałych, intensywnych opadów deszczu - kluczowego czynnika zmniejszającego stabilność gruntu
- wzrost natężenia ruchu kolejowego i drogowego, co zwiększa ryzyko, że zdarzenie będzie miało wpływ na ludzi, oraz dotkliwość tego wpływu
- wiek wielu formacji ziemnych, które powstały przed normami projektowymi - są słabo odwodnione i zbyt strome jak na współczesne standardy
- kultura awersji do ryzyka, w której zarządcy obiektów budowlanych są pod presją, aby przewidywać zdarzenia i zapobiegać im, a nie naprawiać je po fakcie.

W tym kontekście rozważamy praktyczną przydatność klasycznego podejścia do zagadnienia i analizujemy zastosowanie inteligentnych rozwiązań monitorujących opartych na technologii bezprzewodowego zdalnego monitorowania stanu w celu zmniejszenia ryzyka awarii zbocza poprzez wykrywanie ruchów gruntu i ostrzeganie zainteresowanych stron. W szczególności opisujemy zastosowanie inteligentnego monitoringu przez Network Rail na brytyjskich torach kolejowych.

Zarządzanie ryzykiem i kontrola bezpieczeństwa - podejście klasyczne

Osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo obiektów przeprowadzały kontrole i monitorowały stoki w miejscach szczególnie zagrożonych, ale dostępne im narzędzia i metodyka pomiarowa były pracochłonne i często nieskuteczne w przekazywaniu zainteresowanym stronom użytecznych i najważniejszych informacji. W dotychczasowej praktyce zarządzania zboczami, proces monitoringowy opierał się na okresowych oględzinach i badaniach z udziałem ludzi. W przypadku pojawienia się szczególnych obaw związanych z ryzykiem wystąpienia awarii skarpy, niejednokrotnie podejmowano monitoring geotechniczny (podpowierzchniowy), na przykład z wykorzystaniem piezometrów otworowych, inklinometrów i ekstensometrów. Podejście to wymagało okresowych wizyt w terenie oraz ręcznego rejestrowania danych i było nie tylko pracochłonne, ale też nieskuteczne w przewidywaniu awarii zbocza z wyprzedzeniem lub szybkim powiadomieniu użytkowników po wystąpieniu awarii. Stąd pojawiło się zapotrzebowanie na lepszy sposób ograniczania ryzyka, a bezprzewodowy zdalny monitoring jest rozwiązaniem o wielu zaletach, jednocześnie rozwiązując wiele problemów związanych z podejściem klasycznym, wymienionych wcześniej.

Wprowadzenie nowoczesnej tech-

nologii pomiarowej często wiąże się ze specyficznymi dla swojej natury przeszkodami i stworzyć może inne wyzwania. Miejsca lokalizacji są w większości wiejskie i mogą znajdować się u podnóża stromych zboczy, dlatego czasami mają słaby zasięg sieci komórkowej. Bardzo niewiele miejsc jest zasilanych energią elektryczną, a uzyskanie dostępu w celu wniesienia sprzętu instalacyjnego i pomiarowego jest często utrudnione. Co najważniejsze jednak, wszystkie strony musiały mieć pewność, że system zapewni poziom niezawodności i powtarzalności niezbędny ze względu na jego potencjalny wpływ na bezpieczeństwo i wydajność kolei.

Bezprzewodowe rozwiązanie monitoringowe

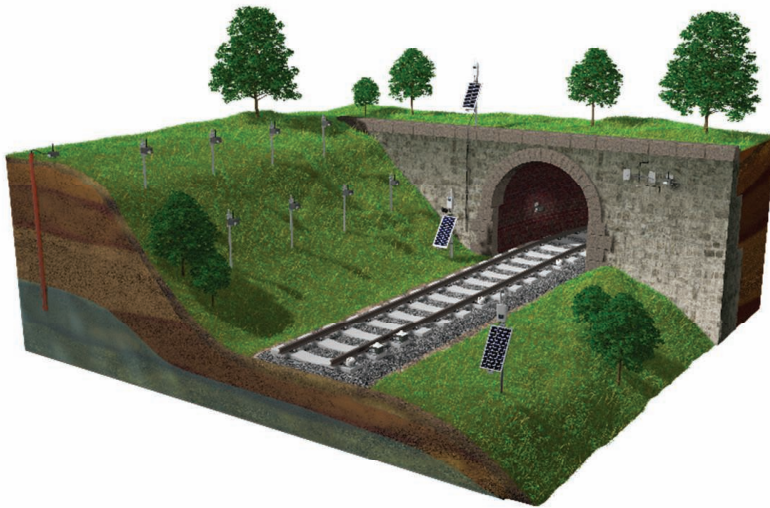
Wpływ IoT

Pojawienie się sprawdzonych, niezawodnych i zintegrowanych technologii związanych z Internetem rzeczy (IoT) umożliwiło opracowanie InfraGuard™, bezprzewodowego inteligentnego systemu monitorującego (IMS), który może być skuteczny w odległych lokalizacjach z utrudnioną komunikacją GSM.

Sieć czujników bezprzewodowych jest w stanie wykrywać i reagować na ruchy gruntu, zdalnie i samoczynnie gromadzić dane pomiarowe, korelować je z innymi zmiennymi (warunki atmosferyczne, natężenie ruchu, prognozy pogodowe) oraz w efekcie zapewniać system wczesnego ostrzegania dla wielu użytkowników w formie zawiadomienia automatycznego.

Podstawowym elementem systemu InfraGuard™ jest sieć czujników pochylenia o długiej żywotności, połączonych ze sobą i z Internetem za pomocą bezprzewodowej platformy radiowej. Dane z czujników są zestawiane w Centrali Gateway (bramka komunikacyjna)

i przekazywane do internetowego interfejsu użytkownika (WebMonitor) za pośrednictwem technologii łączności



1. Schemat typowej instalacji InfraGuardTM: pochyłomierze zainstalowane na tyczkach na skarpie/nasypie, kamera FlatMesh oraz Centrala Komunikacyjna Gateway 4G

HSPA+ (3G) lub LTE (4G).

Systemy takie mają wiele cech urządzeń IoT: są stosunkowo niedrogie, małe, łatwe w instalacji i nie wymagają konserwacji lub wymagają jej w niewielkim stopniu przez bardzo długi okres eksploatacji (>10 lat). Nie potrzebują okablowania do zasilania lub połączeń komunikacyjnych i działają jako system samoregenerujący się, który jest w stanie przetrwać uszkodzenia poszczególnych elementów swojej sieci.

Inteligentny monitoring InfraGuardTM

Prezentowany w artykule system pomiarowy InfraGuardTM zbudowany jest na inteligentnej platformie monitorowania Senceive FlatMesh™, opar-

czonej do stosowania w kolejowych robotach ziemnych. System monitorowania, który można zdefiniować jako IMS, posiada szereg kluczowych atrybutów. Odnoszą się one przede wszystkim do automatyzacji i szybkości reakcji.

FlatMesh™ to inteligentny bezprzewodowy system czujników oparty na strukturze „pajęcznej” sieci połączeń, opracowany w ciągu ostatniej dekady przez firmę Senceive, którego korzenie sięgają badań przeprowadzonych w University College London, zapoczątkowanych w 2005 roku. Wersja wprowadzona w 2013 roku była pierwszą, w której zastosowano obliczenia brzegowe i wbudowaną inteligencję w węzłach czujników. Do roku 2015 dodano zmienną częstotliwość raportowania, automatyczne wyzwalanie

zdarzeń i zintegrowaną kamerę, a także poprawiono zużycie energii, dzięki czemu typowy węzeł może działać przez ponad dekadę bez wymiany baterii. Inteligentne przetwarzanie danych w węźle czujnika i możliwość automatycznego podejmowania decyzji przyniosły ogromne korzyści i znalazły zastosowanie w wielu aplikacjach zdalnego monitorowania stanu geotechnicznego.

Węzły czujników mogą zmieniać częstotliwość raportowania, węzły kamer mogą otrzymać polecenie wykonania zdjęcia lub wszystkie węzły czujników w sieci mogą otrzymać polecenie natychmiastowego wykonania odczytu. W przypadku przekroczenia ustalonych wcześniej warunków brzegowych lub wystąpienia warunków krytycznych, Centrala Sieciowa automatycznie umożliwia zmianę protokołów pomiarowych i komunikacyjnych, aby umożliwić dokładniejszy i pewniejszy proces pomiarowy oraz natychmiastową transmisję danych do serwera.

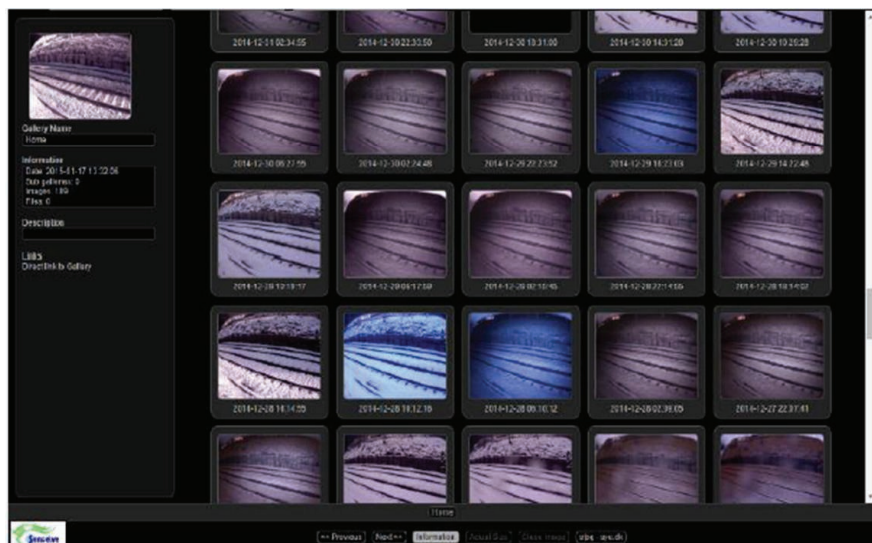
Możliwości obliczeniowe wbudowane w czujnik pomiarowy są czynnikiem, który sprawia, że sieć jest wystarczająco odporna na krótko- lub długoterminowe uszkodzenia bez systematycznej utraty wydajności. W przypadku krótkotrwałej przerwy w dostawie prądu dane mogą być przechowywane na pokładzie węzła i przekazywane dalej, gdy zasięg sieci zostanie wznowiony. Jeśli węzeł zostanie



2. Instalacja czujników wykrywających osuwanie skarp w dwóch rzędach



3. Trójosiowy czujnik pochylenia FlatMesh IX oraz NanoMacro mierzy ruch obrotowy z rozdzielczością $0,0001^\circ$ ($0,0018 \text{ mm/m}$)



4. Przykładowy collage zdjęć z kamery FlatMesh z modułem podczerwieni InfraRed - zdjęcia robione są w cyklu dobowym i przesyłane do systemu WebMonitor

uszkodzony w dłuższym okresie (na przykład w wyniku uderzenia przez sprzęt budowlany), sąsiednie węzły automatycznie dostosują się, znajdując najbardziej efektywną drogę transmisji do Centrali Sieciowej.

Kluczowe kwestie dotyczące systemu, który ma pełnić rolę związaną z bezpieczeństwem w sieci kolejowej, to trwałość, powtarzalność i szybki transfer danych pomiarowych.

Jeśli chodzi o trwałość, system monitorowania ma działać w każdych warunkach pogodowych i oświetleniowych przez wiele lat bez znaczącej interwencji człowieka. Elementy sprzętowe zostały zaprojektowane i zbudowane tak, aby działały w warunkach środowiskowych wykraczających poza te, które prawdopodobnie wystąpią w Europie. Na przykład czujniki pochylenia są przystosowane do pracy w zakresie temperatur od -40°C do $+85^\circ\text{C}$. Żywotność baterii czujni-

ków pochylenia wynosi od 12 do 15 lat przy typowej częstotliwości raportowania. Elementy sieci InfraGuardTM wymagające zasilania zewnętrznego, pracują z panelem słonecznym.

Pewien stopień wspomagania procesu monitoringowego ze strony człowieka jest jednak wymagany. Konieczne jest selektywne usuwanie roślinności, aby zapobiec jej kontaktowi z czujnikami pochylenia lub zasłanianiu kamer, a także czyszczenie paneli słonecznych w miejscach, w których występują soki z drzew lub inne opady.

Termin "opóźnienie" odnosi się do czasu, jaki upływa między wykonaniem i wysłaniem pomiaru. W przypadku kamery opóźnienie odnosi się do czasu, jaki upływa od otrzymania sygnału wyzwalamyjącego aktywację kamery do momentu, gdy obraz jest dostępny w galerii internetowej. Typowe opóźnienie wynosi 1 minutę 30

sekund. W przypadku pochyłomierza opóźnienie jest definiowane jako czas od otrzymania żądania wykonania pomiaru do wysłania ostrzeżenia do portalu WebMonitor. Typowe opóźnienie wynosi 2 minuty i 41 sekund.

Kluczowym wymogiem systemu monitorowania jest zapewnienie odpowiedniego poziomu powtarzalności pomiarów przyrządów automatycznych w celu wyeliminowania błędnych odczytów i mylących alarmów, które mogłyby zakłócić skuteczność działania systemu i zmniejszyć jego poziom zaufania. Powtarzalność jest definiowana przez Bureau International des Poids et Mesures jako precyzja pomiaru w określonych warunkach powtarzalności. W przypadku czujników pochylenia IX zastosowanych w tym projekcie wartość ta wynosi $\pm 0,0005^\circ$, co odpowiada $\pm 0,0087 \text{ mm/m}$.

Urządzenia pomiarowe, które wchodzi w skład kompletnego systemu monitoringowego InfraGuardTM, obejmują szeroką gamę trójosiowych czujników nachylenia, laserowego czujnika przemieszczeń ODS, czujnik szczelinomierza CS, bezprzewodową kamerę InfraRed i węzły przetwornika wibrującej struny oraz mV/V, które umożliwiają podłączenie czujników innych firm do systemu bezprzewodowego, jak również czujniki monitorowania temperatury powietrza i ma-



5. Centrala Komunikacyjna EdgeHub, kamera 4G i panel słoneczny



6. Instalacja systemu monitoringu

teriału PT100.

Wszystkie zalety związane z inteligentną siecią pomiarową InfraGuardTM dostępne są tylko w stworzonym przez Senceive protokole komunikacji sieciowej FlatMesh® i ze względu na brak przepustowości i problemy związane z synchronizacją nie są możliwe do zastosowania w innych bezprzewodowych sieciach komunikacyjnych typu LoRa, która jest wykorzystywana przez większość branży monitoringu bezprzewodowego.

Brytyjski Network Rail oraz wprowadzony system zabezpieczeń InfraGuardTM

Network Rail jest właścicielem i zarządcą głównej sieci kolejowej w Wielkiej Brytanii. Podstawowe elementy tej sieci mają w większości ponad 130 lat, w tym ponad 190 tys obiektów, to

właśnie elementy ziemne: skarpy, wycięcia, nasypy.

Na kilku z tych tras występuje kumulacja cech, które łącznie powodują stosunkowo wysoki poziom ryzyka wystąpienia zakłóceń związanych z uszkodzeniem skarpy: obecność stromych zboczy, niestabilną geologię, coraz częstsze okresy wyjątkowo mokrej pogody oraz wysoki poziom ruchu drogowego. Doskonałym przykładem są ruchliwe linie podmiejskie biegnące na południe od Londynu przez Kent i Sussex, a odpowiedzialni za nie zarządcy zdecydowali się na wdrożenie szeroko zakrojonego monitoringu wykopów i nasypów.

Monitoring wielkiego kalibru w Kent i Sussex

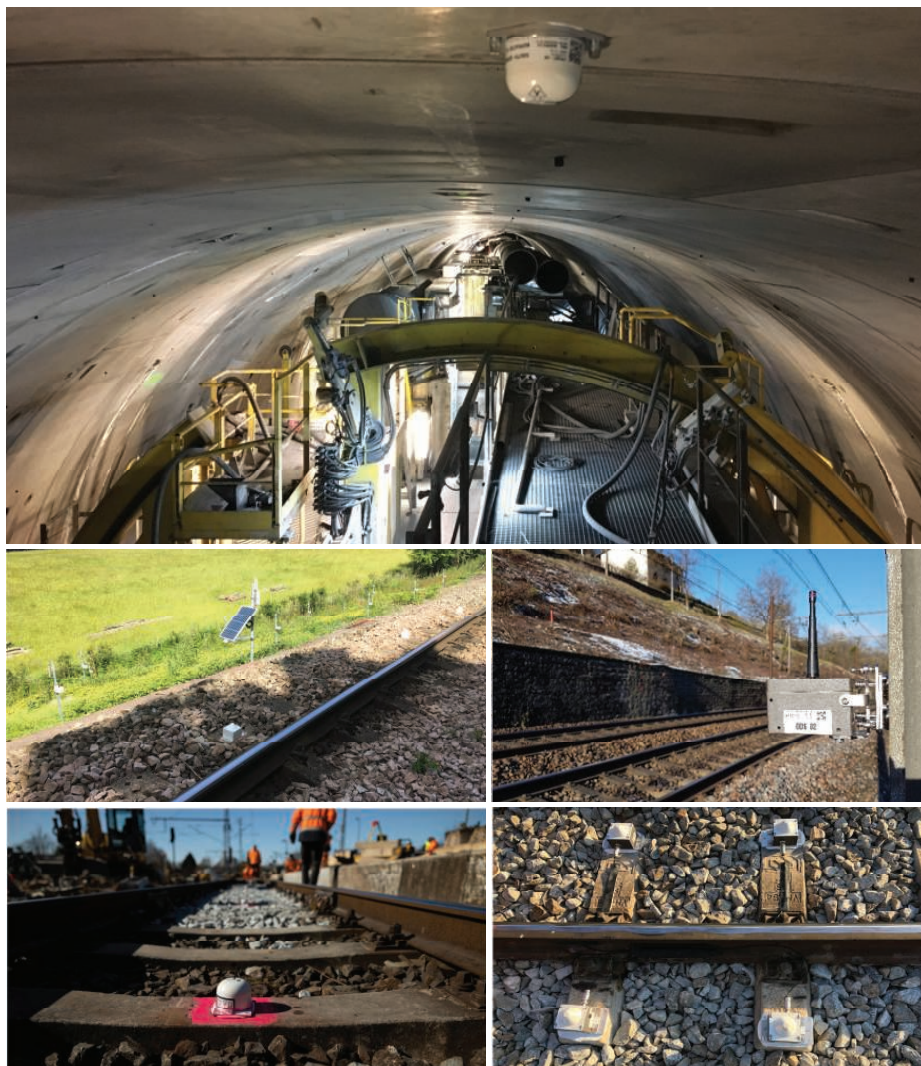
W obu hrabstwach Kent i Sussex podjęto decyzję o zainwestowaniu około 6 milionów funtów w inteligentny

system monitorowania robót ziemnych, z zamiarem uruchomienia systemu przed sezonem burz zimowych 2020/21. Aby wdrożenie systemu było skuteczne i na tyle proste, by mogli je przeprowadzić nie-specjaliści, zastosowano standardowe podejście do każdej lokalizacji. Każdy obiekt został podzielony na bloki o długości 100 m (co odpowiada pięciu łańcuchom w tradycyjnym brytyjskim systemie kolejowym). W każdym bloku zainstalowano 50 węzłów czujników pochylenia, dwie kamery i jedną zasilaną energią słoneczną Centralę Komunikacji Komórkowej.

W Sussex czujniki pochylenia zostały zainstalowane w odległości 4 m od siebie w dwóch rzędach u podnóża zbocza i dwa metry wyżej. Zespół w Kent zdecydował się na instalację jednego rzędu u dołu zbocza i jednego rzędu u góry. We wszystkich przypadkach czujniki zostały przymocowane do pionowych metalowych słupków wbitych w ziemię na głębokość 500 mm. W najkrótszych lokalizacjach zainstalowano tylko jeden taki blok, natomiast w dłuższych - kilka. Najdłuższy, w Haywards Heath, ma 20 bloków składających się z 20 bramek, 40 kamer i 996 czujników pochylenia. Łącznie w Sussex opomiarowano 9,7

Tab. 1. Zestawienie działań uruchamianych na różnym poziomie ostrzeżenia

Poziom ostrzeżenia	Ruch czujników	Reakcja
Poziom 1 Zielony	10 mm	Inżynier zdalnie ustala, czy wyniki są prawdziwe, informuje zespół zarządzania monitoringiem, kontynuuje monitorowanie
Poziom 2 Żółty	30 mm	Reakcja powyżej oraz wysłanie na inspekcję miejsca zdarzenia
Poziom 3 Czerwony	60 mm	Wszystkie czynności powyżej oraz powiadomienie zespołu ds. zarządzania ruchem o ewentualnym wprowadzeniu awaryjnego ograniczenia prędkości i rozpoczęciu prac zapobiegawczych
Poziom 4 Czarny	90 mm	Wszystkie czynności powyżej plus zatrzymanie pociągu lub ostrożność w ruchu



7. Inne przykłady zastosowań rozwiązań monitoringowych Senceive w zadaniach kolejowych

km kłopotliwych zboczy, a w Kent 12,7 km.

Instalacja na taką skalę przyniosła znaczny wzrost wydajności. Pod koniec projektu całą instalację o długości 100 m można było wykonać w ciągu jednej zmiany, co oznaczało tylko cztery lub pięć godzin pracy w miejscu robót. Obejmowało to pomiary ekologiczne, topograficzne i dotyczące zakopanego uzbrojenia terenu, selektywne usuwanie roślinności, instalację węzłów, kamer i bramy z panelem słonecznym oraz wykonanie pomiarów powykonawczych. Instalacja monitoringu została wykonana przez wykonawców bez wcześniejszego doświadczenia. Większość prac wykonano bez konieczności zamykania linii.

Na potrzeby projektu opracowano standardową procedurę instalacji. System był gotowy do działania przed

opuszczeniem terenu budowy przez zespół, a konfiguracja i zatwierdzenie zostały wykonane przez pracowników Senceive. Dane i dokumentacja zostały następnie sprawdzone i zatwierdzone przez menedżera ds. zasobów tras Network Rail, a po zatwierdzeniu przekazane do działu kontroli tras. W systemie zastosowano standardową serię alarmów opartych na skali zarejestrowanego ruchu. Są one podsumowane w tabeli 1, wraz z opisem działań uruchamianych na każdym poziomie.

Większość systemu oddanego do użytku w hrabstwach Kent i Sussex w 2020 działała przez zimę 2021/22.

Inteligentne rozwiązanie monitorujące InfraGuardTM opisane w artykule ma na celu wykrywanie ruchów powierzchniowych zboczy i przekazywanie w odpowiednim czasie ostrzeżeń użytkownikom poprzez komunikaty ostrzegające. Oprócz czujników

pochylenia wykorzystywanych do wykrywania ruchów, bezprzewodowa platforma monitorująca Senceive FlatMesh stanowiąca rdzeń systemu może zawierać szereg innych czujników, w tym podpowierzchniowe instrumenty geotechniczne. Opisany powyżej projekt Network Rail obejmował ograniczoną liczbę piezometrów otworowych zainstalowanych w tym samym systemie, co czujniki pochylenia i kamery. Chociaż nie zostały one uwzględnione w opisywanym studium przypadku, inne instrumenty, które włączono do bezprzewodowych systemów monitorowania, obejmują ekstensometry i piezometry czujnika wibrującej struny, automatyczny łańcuch inklinometryczny FlexiMeasure IPI.

Dalszy rozwój InfraGuardTM i innych rozwiązań monitoringowych Senceive

Oczekuje się, że dalszy rozwój technologii monitorowania zdalnego z użyciem czujników IoT Senceive obejmie większą integrację strumieni danych w celu lepszego przewidywania awarii zboczy i zakłóceń w sieci. Najbardziej oczywistymi kandydatami są integracja danych o ruchu z ulepszonymi danymi pogodowymi i prognozami.

Opisany powyżej inteligentny system monitorowania został opracowany specjalnie do stosowania na zboczach ziemnych przylegających do torów kolejowych. Byłby on mniej skuteczny w przypadku, gdy głównym problemem jest obryw skalny, ponieważ pojedyncze skały o znacznych rozmiarach mogłyby spaść na drogę między czujnikami i pozostać niewykryte. Istnieją jednak inne zastosowania, w których ten sam typ systemu mógłby zostać wykorzystany. Przykładem mogą być przodki kopalń i kamieniołomów, wały przeciwpowodziowe i zapory ziemne, oraz inne elementy hydrotechnicznej infrastruktury krytycznej. ◀

Projektowany korytarz kolejowy TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” szansą na rozwój gospodarczy Polski Wschodniej

The planned TEN-T railway corridor "Baltic Sea - Black Sea - Aegean Sea" as an opportunity for the economic development of Eastern Poland



Adam Dąbrowski

Mgr inż.

Instytut Kolejnictwa
specjalista badawczo-techniczny

adabrowski@ikolej.pl



Robert Kruk

Mgr inż.

Instytut Kolejnictwa
główny specjalista inżyniero-techniczny

rkruck@ikolej.pl



Krzysztof Ochociński

Mgr inż.

Instytut Kolejnictwa
specjalista badawczo-techniczny

kochocinski@ikolej.pl

Streszczenie: W artykule scharakteryzowano zasadnicze wymagania dla infrastruktury kolejowej sieci kompleksowej, bazowej rozszerzonej i bazowej TEN-T wynikające z projektu nowego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w tej sprawie. Następnie przedstawiono projektowany korytarz sieci TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”, którego przebieg w dużej części ma prowadzić przez wschodnią i południowo-wschodnią Polskę. Korytarz ten, wraz z jego rozważanym łącznikiem z ciągiem „Rail Baltica”, dobrze wpisuje się w koncepcję tzw. magistrali wschodniej. Warunkiem utworzenia korytarza i łącznika jest zapewnienie na uwzględnionych w ich przebiegu odcinkach linii kolejowych parametrów techniczno-eksploatacyjnych zgodnych z wymogami TEN-T, dlatego w artykule oceniono, jaki zakres prac inwestycyjnych wiąże się z osiągnięciem tego celu i jakie korekty i działania optymalizacyjne należałoby rozważyć. Utworzenie korytarza wraz z łącznikiem może zwiększyć dostępność transportową regionów Polski położonych w zasięgu ich oddziaływania, a tym samym przyczynić się do rozwoju gospodarczego tych regionów.

Słowa kluczowe: Dostępność; Infrastruktura kolejowa

Abstract: The article describes the basic requirements for the railway infrastructure of the comprehensive, extended core and core TEN-T network resulting from the draft of a new regulation of the European Parliament and of the Council (EU) on this matter. Then, the proposed TEN-T corridor “Baltic Sea – Black Sea – Aegean” is presented, which route is to lead largely through eastern and south-eastern Poland. This corridor, along with its considered link with the “Rail Baltica” route, fits well with the concept of the so-called eastern main line. The condition for creation of the corridor and the link is to ensure technical and operational parameters in accordance with the TEN-T requirements on the sections of railway lines included in their route, therefore the article assesses, what scope of investment works is related to the achievement of this goal and what adjustments and optimization measures should be considered. The creation of the corridor with the link may increase the transport accessibility of Polish regions located within their range of influence, and thus contribute to the economic development of these regions

Keywords: Accessibility; Railway infrastructure

Wprowadzenie

Przedmiotem artykułu jest charakterystyka proponowanych wymagań technicznych dla komponentu kolejowego transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T wynikających z projektu nowego rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w tej sprawie, a następnie przedstawienie oficjalnej propozycji polskiego odcinka nowego korytarza sieci bazo-

wej lub bazowej rozszerzonej „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” oraz rozważanego łącznika tego korytarza z ciągiem „Rail Baltica”. Przebieg korytarza i łącznika został poddany przez autorów ogólnej ocenie technicznej oraz funkcjonalnej, na podstawie której wskazano konieczne korekty lub działania optymalizujące.

W artykule wskazano również zakres działań inwestycyjnych, które

będą wynikać z realizacji koncepcji nowego korytarza.

Charakterystyka nowych wymagań dla sieci TEN-T

Najważniejszą zmianą wynikającą z treści projektowanego Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie unijnych wytycznych dotyczących rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej, zastępujące-

go rozporządzenie (UE) 2021/1153 i rozporządzenie (UE) nr 913/2010 oraz uchylającego rozporządzenie (UE) 1315/2013 jest zastąpienie obecnego podziału dwuetapowego sieci TEN-T (sieć kompleksowa i sieć bazowa) nowym podziałem trójetapowym (sieć kompleksowa, sieć bazowa rozszerzona i sieć bazowa). Realizacja etapów („kamieni milowych”) ma odbywać się w następujących terminach:

- uzyskanie kompletnej sieci bazowej – 31 grudnia 2030 r.,
- uzyskanie kompletnej sieci bazowej rozszerzonej – 31 grudnia 2040 r.,
- uzyskanie kompletnej sieci kompleksowej – 31 grudnia 2050 r.

Dochowanie założonych terminów będzie możliwe pod warunkiem zaplanowania struktury sieci TEN-T z zachowaniem spójnego i przejrzystego podejścia metodycznego, tzn. właściwego przyporządkowania poszczególnych odcinków ciągów transportowych do sieci bazowej, bazowej rozszerzonej lub kompleksowej, z uwzględnieniem węzłów transportowych i urbanistycznych jako punktów łączących ruch dalekobieżny z regionalnymi i lokalnymi sieciami transportowymi. Sieć kompleksowa ma składać się z całej istniejącej oraz planowanej infrastruktury transportowej TEN-T, a także ze środków promujących efektywne oraz zrównoważone pod względem społecznym i środowiskowym użytkowanie infrastruktury. Natomiast te części sieci TEN-T, które będą rozwijane jako priorytetowe dla osiągnięcia celów jej rozwoju, zostaną zaliczone do sieci bazowej lub sieci bazowej rozszerzonej.

Projekt rozporządzenia charakteryzuje wymogi techniczne dla infrastruktury kolejowej poszczególnych etapów sieci TEN-T, wskazuje terminy ich wdrożenia, a także określa warunki uzyskiwania odstępstw. Najważniejsze wymagania przedstawiono w Tab. 1.

Jeśli chodzi o wymóg dostosowa-

nia skrajni budowli linii kolejowych do kodu P400, oznacza on, że należy je dostosować do przewożenia jednostek ładunkowych transportu kombinowanego o maksymalnym kodzie P400 (maksymalna wysokość ładunku 4330 mm, szerokość 2600 mm). Tym samym na liniach kolejowych wchodzących w skład sieci TEN-T powinna być zapewniona skrajnia budowli GC (według normy PN-EN 15293-3).

Charakterystyka projektowanego korytarza sieci bazowej TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”

Korytarz pasażerski

Projektowany korytarz pasażerski sieci bazowej TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” (Rys. 1) o długości ok. 995 km ma połączyć aglomerację trójmiejską z granicą polsko-słowacką pod Muszyną. Pierwszy jego odcinek prowadzi z Gdynia Głównej do Warszawy Pragi magistralą E-65. Stamtąd zakłada się jazdę przez Warszawę Wschodnią Towarową do stacji Warszawa Rembertów (czyli z pominięciem stacji pasażerskiej Warszawa Wschodnia) i dalsze trasowanie przez Łuków i Lublin Północny do Lublina Głównego. Z Lublina korytarz wytrasowano

przez Centralny Okręg Przemysłowy (tj. przez Kraśnik, łącznicę Charzewice – Stalowa Wola Rozwadów Towarowy, Tarnobrzeg i Kolbuszową) do Rzeszowa, z wykorzystaniem potencjału niedawno zelektryfikowanych odcinków linii kolejowych nr 68 i 71. Od Rzeszowa Głównego przewidziano przebieg korytarza do Tarnowa, a dalej podgórską i górską linią kolejową nr 96 do granicy państwa z Republiką Słowacką.

Linie kolejowe wchodzące w skład korytarza są zelektryfikowane prądem stałym 3 kV z wyjątkiem linii nr 30 Łuków – Lublin Północny, która nie jest zelektryfikowana.

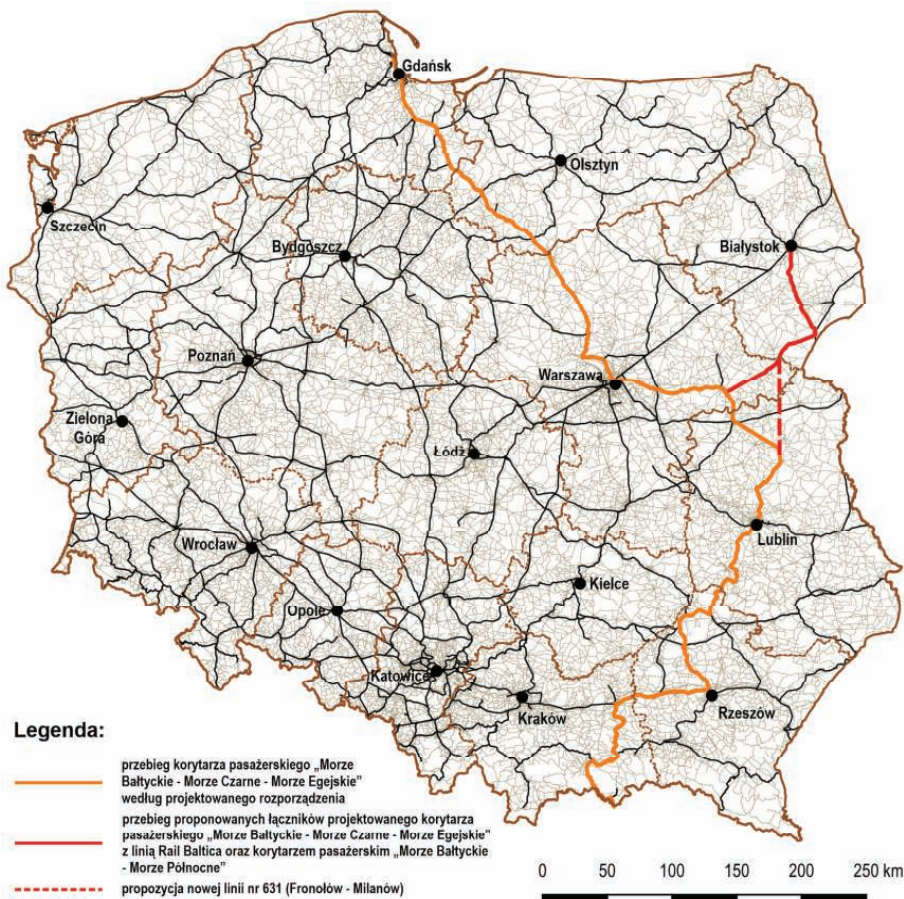
Zdolność przepustową projektowanego korytarza ograniczają odcinki jednotorowe, tzn. Łuków – Lublin Północny (linia kolejowa nr 30), Lublin Zemborzyce – Charzewice – Stalowa Wola Rozwadów Towarowy (linie kolejowe nr 68 i 565), Grębów – Sobów – Ocice – Rzeszów Główny (linii kolejowe nr 74, 25 i 71), a także Tarnów – Stráže oraz Nowy Sącz – Granica Państwa (Leluchów) w ciągu linii kolejowej nr 96. Ich łączna długość wynosi ok. 449 km, co stanowi ok. 45% całkowitej długości korytarza pasażerskiego.

Niektóre odcinki linii kolejowych na terytorium Polski zaproponowane do ujęcia w przebiegu projektowa-

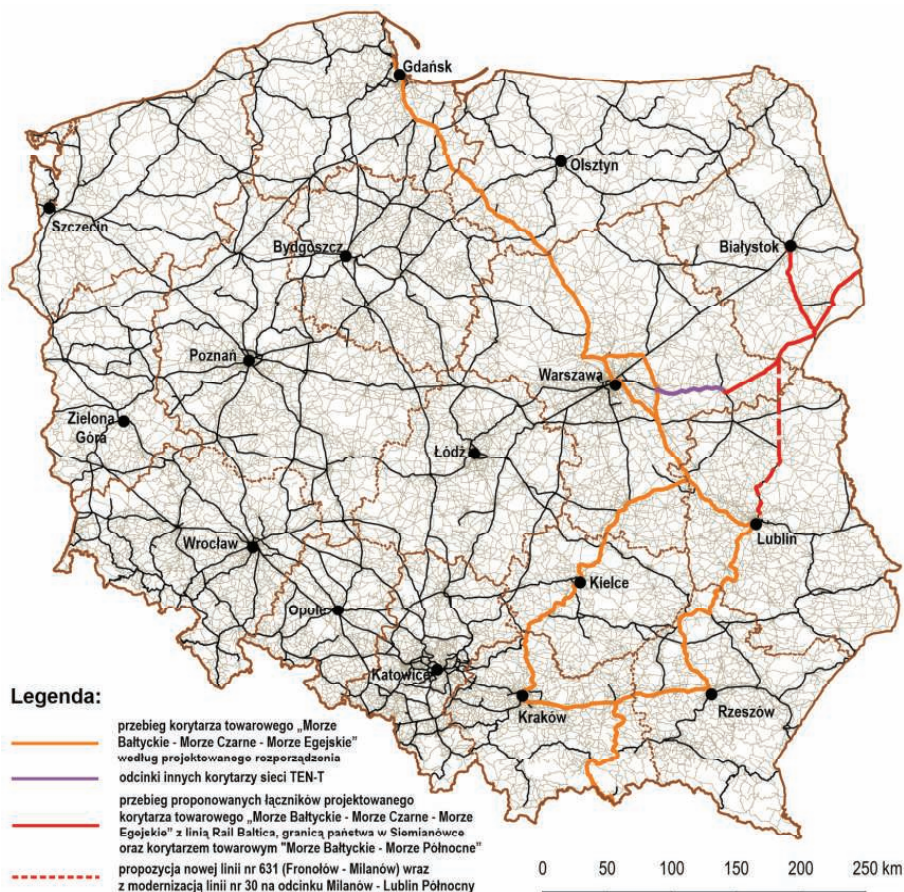
Tab. 1. Wymagania dla infrastruktury kolejowej sieci kompleksowej, bazowej rozszerzonej i bazowej

Wymóg	Sieć kompleksowa	Sieć bazowa rozszerzona		Sieć bazowa	
		Pasażerska	Towarowa	Pasażerska	Towarowa
Elektryfikacja (w wymaganym zakresie)	31.12.2050	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2030	31.12.2030
budowa nowych linii o szerokości tylko 1435 mm (z wyjątkami)	31.12.2050	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2030	31.12.2030
dostosowanie do nacisków osi 22,5 t	31.12.2050	31.12.2050	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2030
dostosowanie do ruchu pociągów towarowych o długości co najmniej 740 m (ze spełnieniem wymaganych warunków w zakresie operacyjnym)	31.12.2050	31.12.2050	31.12.2040	31.12.2050	31.12.2030
zapewnienie standardu P400 w transporcie kombinowanym	31.12.2050	31.12.2050	31.12.2040	31.12.2050	31.12.2040
zapewnienie minimalnej prędkości eksploatacyjnej 100 km/h dla pociągów towarowych	-	-	31.12.2040	-	31.12.2030
zapewnienie minimalnej prędkości eksploatacyjnej 160 km/h dla pociągów pasażerskich	-	31.12.2040	-	31.12.2030	-
wdrożenie ERTMS	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2030	31.12.2030
wdrożenie ERTMS opartego na transmisji radiowej	31.12.2050	31.12.2050	31.12.2050	31.12.2050	31.12.2050
wycofanie z eksploatacji systemów klasy B	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2040	31.12.2040

Źródło: Opracowanie własne na podstawie projektowanego rozporządzenia



1. Projektowany korytarz pasażerski sieci bazowej TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” (rys. Andrzej Soczówka)



2. Projektowany korytarz towarowy sieci bazowej TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” (rys. Andrzej Soczówka)

nego korytarza pasażerskiego „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” są już elementami istniejącej sieci bazowej i kompleksowej TEN-T, w tym korytarzy pasażerskich sieci bazowej „Morze Północne – Bałtyk” oraz „Bałtyk Adriatyk”.

Korytarz towarowy

Analogicznie do przebiegu korytarza pasażerskiego, korytarz towarowy sieci bazowej TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” (Rys. 2) o długości wynoszącej – w zależności od wariantu – od 922 do 957 km, ma połączyć trójmiejskie porty z granicą polsko-słowacką pod Muszyną. Pierwszy odcinek korytarza ma prowadzić z Gdyni Głównej do Chotomowa magistralą E-65, z dodatkową odnogą Gdańsk Port Północny – Pruszcz Gdański. Na posterunku odgałęźnym Chotomów zakłada się rozwidlenie korytarza na dwa warianty. Pierwszy z nich pomija węzeł warszawski i prowadzi do stacji Pilawa układem obwodowych linii kolejowych przez Legionowo Piaski, Radzymin, Krusze i Grzebowilk. Drugi wariant zakłada obsługę stacji rozrządowej Warszawa Praga, a dalej przejazd przez Warszawę Rembertów, Warszawę Wawer i Otwock do połączenia z pierwszym wariantem w Pilawie. Od Pilawy do Dębina przyjęto jednolity przebieg korytarza, zaś od Dębina – ponowny podział na dwa całkowicie odmienne warianty, prowadzące różnymi trasami do Tarnowa. W pierwszym wariantie przewidziano trasowanie korytarza przez Radom, Kielce, Kraków Główny i Bochnię. Przebieg korytarza towarowego w drugim wariantie pokrywa się z korytarzem pasażerskim, a mianowicie prowadzi przez Lublin Główny, Kraśnik, łącznicę Charzewice – Stalowa Wola Rozwadów Towarowy, Tarnobrzeg i Kolbuszową do Rzeszowa, stamtąd zaś do połączenia z pierwszym wariantem w Tarnowie. Od Tarnowa korytarz towarowy ma

biec podgórską i górską linią kolejową nr 96 z dużymi pochyleniami do granicy państwa z Republiką Słowacją.

Linie kolejowe wchodzące w skład korytarza są zelektryfikowane prądem stałym 3 kV.

Zdolność przepustową projektowanego korytarza ograniczają odcinki jednotorowe, tzn. Chotomów – Krusze – Pilawa (linie kolejowe nr 456, 511, 10 i 13), Lublin Zemborzyce – Stalowa Wola Rozwadów Towarowy (linie kolejowe nr 68 i 565), Grębów – Sobów – Ocice – Rzeszów Główny (linii kolejowe nr 74, 25 i 71), a także Tarnów – Stróże oraz Nowy Sącz – Granica Państwa (Leluchów) w ciągu linii kolejowej nr 96. Ich łączna długość wynosi ok. 343-430 km w zależności od przyjętego wariantu przebiegu korytarza, co stanowi odpowiednio ok. 36-47% całkowitej długości korytarza towarowego.

Głównymi stacjami obsługującymi ruch towarowy w ciągu lub w pobliżu korytarza są stacje kolejowe: Gdynia Port (stacja portowa obsługująca port morski w Gdyni), Gdańsk Port Północny (stacja portowa obsługująca zewnętrzną część portu morskiego w Gdańsku), Warszawa Praga (stacja rozrządowa), Warszawa Wschodnia Towarowa (stacja manewrowa), Lublin Tatary (stacja rozrządowa w węźle lubelskim, położona formalnie poza proponowanym przebiegiem korytarza), Skarżysko-Kamienna (stacja rozrządowa), Kraków Prokocim (stacja rozrządowa) oraz Tarnów Filia (stacja rozrządowa w węźle tarnowskim, położona formalnie poza proponowanym przebiegiem korytarza).

Niektóre odcinki linii kolejowych na terytorium Polski zaproponowane do ujęcia w przebiegu projektowanego korytarza towarowego „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” są już elementami istniejącej sieci bazowej i kompleksowej TEN-T, w tym korytarzy towarowych sieci bazowej „Morze Północne – Bałtyk” oraz „Bałtyk Adriatyk”.

Łącznik z ciągiem „Rail Baltica”

Oficjalnie proponowany przebieg korytarza „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”, udostępniony do wglądu m. in. na portalu Europejskiej Agencji Kolejowej (w tym w przeglądarce TENtec Interactive Map Viewer), uwzględnia tylko linie kolejowe wskazane w rozdz. 3.1 (ruch pasażerski) oraz w rozdz. 3.2 (ruch towarowy). Obecnie rozważa się jednak rozszerzenie zasięgu korytarza poprzez budowę jego łącznika z ciągiem „Rail Baltica”, który umożliwiłby realizację koncepcji tzw. magistrali wschodniej i pozwalał na pominięcie węzła warszawskiego w tranzytowych przewozach towarowych w osi południkowej. Dzisiaj na węźle warszawskim koncentruje się znaczący ruch pociągów pasażerskich różnych kategorii, a także pociągów towarowych. Obejście węzła od wschodu mogłoby go w pewnym stopniu odciążać, a w konsekwencji poprawić płynność ruchu pociągów i ogólną funkcjonalność sieci kolejowej. Ponadto proponowany łącznik, jak i cała tzw. magistrala wschodnia, stanowiłyby czynniki dość istotnie aktywizujące gospodarczo obszary Polski północno-wschodniej i wschodniej.

Łącznik pasażerski. Zakładany początek łącznika znalazłby się na stacji Białystok, skąd dalej biegłby on linią kolejową nr 32 do stacji Czeremcha, a następnie odcinkiem linii kolejowej nr 31 do punktu styku z nowoprojektowaną linią kolejową nr 631 Fronów – Milanów, gdzie rozdzielałby się na dwa odgałęzienia. Pierwsze z nich, poprzez pozostałą część linii kolejowej nr 31, zapewniłoby połączenie z ważną stacją węzłową Siedlce, położoną na trasie korytarza pasażerskiego „Morze Bałtyckie – Morze Północne”. Drugie, prowadząc projektowaną linią kolejową przez Białą Podlaską do Milanowa na linii kolejowej nr 30, zapewniłoby połączenie z korytarzem pasażerskim „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” (Rys. 1).

Rozpatrywany odcinek linii kolejowej nr 32 jest jednotorowy w rezerwy terenu pod drugi tor, natomiast linia nr 31 w przeważającej części jest dwutorowa. Liczba torów projektowanej linii kolejowej nr 631 będzie zależała od wyników analiz przewozowo-ruchowych, jednak można przypuszczać, że będzie to co najmniej linia jednotorowa z rezerwą terenu na drugi tor. Szczegółowy przebieg nowej linii nr 631 będzie przedmiotem dalszych prac projektowych, w związku z tym lokalizacja punktów stykowych Fronów i Milanów może ulec zmianie.

Łącznik towarowy. Dla łącznika towarowego zakłada się podobny przebieg, jak dla łącznika pasażerskiego, rozszerzony jednak o połączenie stacji granicznej Siemianówka, położonej na granicy polsko – białoruskiej, ze stacją Czeremcha po linii kolejowej nr 31 (Rys. 2). Do stacji Siemianówka z kierunku białoruskiego dochodzi odcinek szerokotorowej linii kolejowej nr 59. Między Siemianówką a Czeremchą linia kolejowa nr 31 jest jednotorowa, ale posiada rezerwę terenową umożliwiającą – w razie potrzeby – dobudowę drugiego toru.

Ponadto, w celu prowadzenia przewozów towarowych linią kolejową nr 30, na odcinku Milanów – p. odg. Zadębie należałoby ją dostosować również do wymogów właściwych dla korytarza towarowego, na samym zaś węźle lubelskim korytarz towarowy pokierować od p. odg. Zadębie przez p. odg. Adamów i stację Lublin Tatary do stacji Lublin Główny (tzn. z linii nr 30 przez linie nr 561, 562 i 67 do linii nr 68).

Uwagi do proponowanego przebiegu korytarza

Analizując oficjalnie zaproponowany przebieg korytarza „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” autorzy zwrócili uwagę na kilka rozwiązań, które powinny na pewno ulec zmianie lub co najmniej podlegać weryfikacji i ewentualnej optymalizacji.

Korekta korytarza pasażerskiego na węzle warszawskim. Proponowany korytarz pasażerski pomija najważniejsze stacje osobowe w Warszawie, prowadząc przez dedykowaną dla ruchu towarowego stację manewrową Warszawa Wschodnia Towarowa, niewyposażoną w perony oraz inne obiekty służące handlowej obsłudze przewozów pasażerskich. W związku z tym przebieg korytarza powinien zostać skorygowany w taki sposób, aby przechodził on przez stację osobową Warszawa Wschodnia, położoną na styku linii kolejowych nr 2 i 9. Kosztem nieznacznego wydłużenia czasu jazdy (konieczna zmiana kierunku jazdy) znacznej poprawie ulegną warunki obsługi pasażerskiej największego ośrodka miejskiego w Polsce.

Alternatywny przebieg korytarza pasażerskiego odcinkiem linii nr 7 Warszawa Wschodnia – Lublin Główny. Autorzy proponują rozważyć – jako wariant współistniejący na odcinku z Warszawy do Lublina – przebieg korytarza pasażerskiego linią nr 7 (przez Otwock, Pilawę, Dęblin), gdzie znajdowałby się punkt styku z proponowanym wariantem przez stacje Siedlce, Łuków, Parczew i Lubartów. Linia kolejowa nr 7 na odcinku Otwock – Lublin Główny jest zmodernizowana i przystosowana do prędkości 160 km/h oraz nacisków osi 221 kN, modernizacja wylotu warszawskiego (Warszawa – Otwock) właśnie się rozpoczyna. Linie nr 7 i 9 wspólnie tworzą najkrótszy ciąg łączący Trójmiasto przez Warszawę z Lublinem (głównym ośrodkiem miejskim Polski Wschodniej o znaczeniu ponadregionalnym), a dalej – poprzez zmodernizowane odcinki linii nr 68 i 71 – z Rzeszowem (głównym ośrodkiem miejskim w Polsce Południowo-Wschodniej). Z uwagi na korzystne parametry techniczno-eksploatacyjne wymienionych linii kolejowych ciąg ten może również zaoferować bardzo szybkie połączenia pasażerskie w relacji Trójmiasto –

Warszawa – Lublin – Rzeszów.

Wykorzystanie obecnie proponowanego wariantu przez linię kolejową nr 30 jest z kolei korzystniejsze w kontekście budowy łącznika z ciągiem „Rail Baltica”, czyli w koncepcji tzw. magistrali wschodniej, prowadzącej na rozpatrywanym odcinku z Białegostoku do Czeremchy, a dalej przez projektowaną linią Fronołów – Biała Podlaska – Milanów i fragment linii nr 30 do Lublina, gdzie warianty „siedlecki” i „dębliński” łączyłyby się ze sobą.

Rozszerzenie zasięgu korytarza towarowego na trójmiejskim węzle kolejowym. Na węzle trójmiejskim należałoby rozważyć włączenie do głównego korytarza towarowego TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” linii kolejowych obsługujących stacje portowe Gdynia Port (linia kolejowa nr 201 na odcinku Gdynia Port – Gdynia Główna) oraz Gdańsk Zaspą Towarową (linie kolejowe nr 249 i 227 na odcinku Gdańsk Zaspą Towarową – Gdańsk Główny). Zapewni to kompleksową obsługę wszystkich portów.

Korekta korytarza towarowego na węzle krakowskim. W wariantcie obejmującym węzeł krakowski korytarz towarowy został wytrasowany przez Kraków Główny, czyli stację położoną w samym centrum miasta, obsługującą wyłącznie przewozy pasażerskie. W związku z tym konieczna jest zmiana przebiegu korytarza towarowego i przeprowadzenie go dużą linią obwodową przez stację Kraków Nowa Huta, tzn. od linii nr 8 łącznicą nr 607 post. odg. Raciborowice – post. odg. Dłubnia, a dalej linią nr 95 przez Nową Hutę aż do połączenia z linią nr 91 na stacji Podłęże. Należy nadmienić, że prędkość maksymalna dla pociągów towarowych na linii kolejowej 607 wynosi 60 km/h, a dla rozpatrywanych odcinków linii kolejowej nr 95 od 30 do 80 km/h. Naciski na oś wynoszą 221 kN (206 kN na linii nr 607).

Możliwe jest również alternatywne trasowanie korytarza towarowego

TEN-T małą linią obwodową przez stacje Kraków Olsza i Kraków Prokocim Towarowy, tzn. od p. odg. Kraków Przedmieście na linii nr 8 przez linie nr 602 i 100 do st. Kraków Bieżanów na linii nr 91.

Alternatywny przebieg korytarza towarowego odcinkiem planowanej linii Podłęże – Piekietko – Nowy Sącz. Zdaniem autorów zasadne jest rozważenie alternatywnego przebiegu korytarza towarowego „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” na odcinku Podłęże – Nowy Sącz, tj. nie – jak w oficjalnej propozycji – liniami kolejowymi nr 91 i 96, ale z wykorzystaniem planowanej linii Podłęże – Piekietko – Nowy Sącz. Taka zmiana z jednej strony odciąży intensywnie użytkowaną w ruchu pasażerskim linię kolejową nr 91, która i tak już obecnie stanowi element korytarza bazowego sieci TEN-T „Morze Północne – Bałtyk”, a z drugiej dociąży przewidzianą do budowy za bardzo duże środki linię z Podłęża do Nowego Sącza. Dodatkową zaletą proponowanego rozwiązania byłoby częściowe odciążenie od ruchu towarowego linii nr 96 na odcinku Tarnów – Nowy Sącz, który cechuje się trudnym profilem podłużnym, szczególnie w rejonie tzw. pętli grybowskiej (Stróża – Nowy Sącz).

Korekta korytarza towarowego na węzle lubelskim. Do rozważenia jest wydłużenie korytarza towarowego o odcinki linii kolejowych nr 67 Lublin Gł. – Lublin Tatary oraz 930 Lublin Gł. – Lublin Tatary w celu podłączenia do korytarza towarowego TEN-T stacji Lublin Tatary. Ponadto, w przypadku podjęcia decyzji o stworzeniu łącznika ciągu „Rail Baltica” z korytarzem „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”, do parametrów korytarza powinny zostać doprowadzone również linie 561, 562 i 67 na odcinku p. odg. Zadębie – Lublin Tatary, co pozwoli na odseparowanie ruchu towarowego od pasażerskiego na węzle.

Ponadto w przebiegu korytarza towarowego należy uwzględnić budo-

waną aktualnie łącznicę pozwalającą na pominięcie stacji Lublin Główny i bezpośrednią jazdę z kierunku Warszawy (linia kolejowa nr 7) w kierunku Stalowej Woli (linia kolejowa nr 68).

Alternatywny przebieg korytarza odcinkiem linii nr 25 Ocice – Dębica. Autorzy proponują rozważyć alternatywny przebieg korytarza towarowego po linii kolejowej nr 25 na odcinku Ocice – Mielec – Dębica (i dalej linią nr 91 zgodnie z obowiązującą propozycją). Pozwoli to na uniknięcie zmiany kierunku jazdy na stacjach Rzeszów Główny lub Rzeszów Staroniwa oraz odciążenie linii kolejowej nr 71, na której spodziewany jest duży udział ruchu pasażerskiego aglomeracyjnego.

Korekta korytarza towarowego na węźle rzeszowskim. Zdaniem autorów należy przeanalizować możliwość zwiększenia zasięgu oraz funkcjonalności korytarza towarowego na węźle rzeszowskim poprzez ujęcie w jego przebiegu również stacji Rzeszów Staroniwa wraz z odcinkiem Rzeszów Główny – Rzeszów Staroniwa linii kolejowej nr 106 oraz linią kolejową nr 611 Rzeszów Zachodni – Rzeszów Staroniwa. W efekcie będzie możliwe znacznie łatwiejsze odciążenie od tranzytowego ruchu towarowego stacji Rzeszów Główny.

Korekta korytarza towarowego na węźle tarnowskim. Dla zapewnienia możliwości pominięcia stacji Tarnów przez pociągi tranzytowe bez konieczności zmiany kierunku jazdy zaleca się włączenie do przebiegu korytarza towarowego linii kolejowej nr 609 Tarnów Filia – Tarnów Wschód.

Wymagane działania inwestycyjne w celu osiągnięcia zgodności technicznej projektowanego korytarza kolejowego z nowymi wymaganiami dla sieci TEN-T

Odcinki linii kolejowych przewidziane do ujęcia w przebiegu proponowanych korytarzy pasażerskiego i towarowego „Morze Bałtyckie – Mo-

rze Czarne – Morze Egejskie” powinny spełnić w odpowiednich terminach wymagania określone dla sieci TEN-T (Tab. 1).

Elektryfikacja. Wymóg elektryfikacji już dziś jest spełniony na wszystkich odcinkach linii kolejowych wchodzących w zakres korytarza pasażerskiego i towarowego, z wyjątkiem nieelektryfikowanego odcinka linii nr 30 Łuków – Lublin Północny (106 km), stanowiącego element korytarza pasażerskiego. W celu spełnienia wymogów dla sieci bazowej TEN-T jest zatem konieczna elektryfikacja tej linii systemem prądu stałego o napięciu 3 kV. Dopuszczalne naciski osi. Warunek dopuszczalnego nacisku osi 221 kN jest spełniony na znacznej części projektowanego korytarza pasażerskiego oraz towarowego. Poprawa w tym zakresie jest wymagana na odcinkach linii kolejowych o łącznej długości ok. 194 km.

Długość pociągów towarowych. Wymaganie zapewnienia na każdej stacji kolejowej co najmniej jednego toru stacyjnego o długości użytecznej co najmniej 740 m na rozpatrywanym przebiegu korytarza towarowego w Polsce jest obecnie spełnione na 87 stacjach w kierunku od Gdyni i 84 stacjach w kierunku do Gdyni, przy łącznej liczbie 142 stacji. Spełnienie tego wymogu stacjach kolejowych, na których aktualnie nie jest on spełniony, wiąże się z modernizacją tych stacji w różnym zakresie i ewentualnie zwiększenia obszaru kolejowego.

Transport kombinowany. W nowych wymaganiach dla linii kolejowych wchodzących w skład sieci TEN-T określono wymagania dostosowania skrajni budowli tych linii kolejowych do kodu P400. Oznacza to, że linie te powinny być przystosowane do przewożenia jednostek ładunkowych transportu kombinowanego o maksymalnym kodzie P400. Takie wymagania oznacza, że na liniach kolejowych wchodzących w skład sieci TEN-T powinna być zapewniona skrajnia budowli GC (według normy

PN-EN 15293-3).

Na rozpatrywanych odcinkach linii kolejowych wchodzących w zakres korytarza towarowego w Polsce zapewniona jest skrajnia GPL-1 według nazewnictwa PKP PLK S.A., która odpowiada wymaganiom skrajni GB według normy PN-EN 15293-3, z miejscowymi ograniczeniami skrajniowymi.

Należy jednak zaznaczyć, że warunki dla transportu kombinowanego określa przede wszystkim kodyfikacja dla transportu intermodalnego. Kodyfikacja linii kolejowych dla transportu intermodalnego określa maksymalny kod jednostki ładunkowej transportu intermodalnego, która może być transportowana danym odcinkiem danej linii kolejowej. Kod 400 dotyczy największego przekroju poprzecznego obecnie eksploatowanych jednostek transportu intermodalnego. Można przyjąć, że już obecnie część odcinków linii kolejowych wchodzących w zakres korytarza towarowego w Polsce spełnia to wymaganie.

Jednak do dokładnego określenia, czy dany odcinek danej linii kolejowej spełnia wymaganie dotyczące kodu P400, jest wymagana kodyfikacja linii kolejowych oraz przyjęcie założenia skrajni budowli GC przy modernizacji linii kolejowych.

Minimalna prędkość eksploatacyjna dla pociągów towarowych. W proponowanym przebiegu korytarza towarowego ruch pociągów towarowych z prędkością maksymalną co najmniej 100 km/h jest możliwy na odcinkach o łącznej długości ok. 555 km (ok. 40% długości całego korytarza), zaś z prędkością poniżej 100 km/h na odcinkach o łącznej długości ok. 841 km (ok. 60% długości całego korytarza). W celu spełnienia wymogów dla sieci bazowej TEN-T potrzebne jest zatem podwyższenie prędkości dopuszczalnej pociągów towarowych na dużej części korytarza, przy czym należy brać również pod uwagę możliwość uzyskiwania odstępstw od wymogów rozporzą-

dzenia w sytuacjach, gdy będzie to zasadne. Przykładami takich sytuacji jest prowadzenie korytarza przez węzły kolejowe, gdzie prędkości pociągów są ograniczone z uwagi na układ geometryczny linii oraz istniejącą zabudowę, albo na obszarach peryferyjnych, gdzie ograniczenie parametrów eksploatacyjnych nie spowoduje powstania wąskich gardeł. Według zgrubnych szacunków podwyższenie prędkości dla pociągów towarowych może być konieczne na łącznej długości ok. 680 km, a zakres prac inwestycyjnych w każdym przypadku będzie uzależniony od obecnie istniejących parametrów techniczno-eksploatacyjnych.

Minimalna prędkość eksploatacyjna dla pociągów pasażerskich. W proponowanym przebiegu korytarza pasażerskiego ruch pociągów pasażerskich z prędkością maksymalną co najmniej 160 km/h jest możliwy na odcinkach o łącznej długości ok. 407 km (ok. 41% długości całego korytarza), zaś z prędkością poniżej 160 km/h na odcinkach o łącznej długości ok. 587 km (ok. 59% długości całego korytarza). W celu spełnienia wymogów dla sieci bazowej TEN-T potrzebne jest zatem podwyższenie prędkości dopuszczalnej pociągów pasażerskich na dużej części korytarza, przy zastrzeżeniu możliwości uzyskiwania odstępstw od tych wymogów w sytuacjach uzasadnionych (analogicznie, jak w przypadku korytarzy towarowych). Według zgrubnych szacunków podwyższenie prędkości dla pociągów pasażerskich może być konieczne na łącznej długości ok. 443 km, a zakres prac inwestycyjnych w każdym przypadku będzie uzależniony od obecnie istniejących parametrów techniczno-eksploatacyjnych.

Wdrożenie ERTMS. Zakres zabudowy systemu ERTMS na liniach kolejowych w Polsce jest określony w Krajowym Planie Wdrażania TSI „Sterowanie” (KPW).

W proponowanym przebiegu korytarza pasażerskiego i towarowego

w system ERTMS poziomu 2 wyposażone są obecnie linia kolejowa nr 202 na odcinku Gdynia Gł. – Gdańsk Gł., linia nr 9 na odcinku Gdańsk Gł. – Warszawa Praga (Płudy), linia nr 456 na odcinku Chotomów – Warszawa Praga (Płudy) oraz linia nr 511 na odcinku Legionowo R57 – Legionowo Piaski. Łączna długość wymienionych odcinków linii wynosi ok. 333 km.

Ponadto, zgodnie z KPW, w latach 2023-2050 na odcinkach linii wchodzących w skład projektowanego korytarza pasażerskiego przewidziana jest zabudowa ERTMS poziomu 1 na łącznej długości ok. 106 km i poziomu 2 na łącznej długości ok. 266 km, zaś na odcinkach linii wchodzących w skład korytarza towarowego przewidziana jest zabudowa ERTMS poziomu 1 na łącznej długości ok. 423 km i poziomu 2 na łącznej długości ok. 400 km.

Na pozostałych odcinkach korytarza pasażerskiego (o łącznej długości ok. 290 km) i towarowego (o łącznej długości ok. 240 km) nie jest przewidziana zabudowa systemu ERTMS żadnego poziomu. Są to odcinki Łuków – Lublin Północny w ciągu linii kolejowej nr 30, Lublin Główny – Stalowa Wola Rozwadów Towarowy w ciągu linii kolejowych nr 68 i 565, Grębów – Rzeszów Główny w ciągu linii kolejowych nr 74, 25 i 71 oraz Dęblin – Radom w ciągu linii kolejowej nr 26. W celu zapewnienia zgodności z wymogami sieci TEN-T Krajowy Plan Wdrażania TSI „Sterowanie” (KPW) powinien zostać uzupełniony o wymienione odcinki.

Wymagane działania inwestycyjne w celu osiągnięcia zgodności technicznej projektowanego łącznika ciągu „Rail Baltica” z korytarzem „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” z nowymi wymaganiami dla sieci TEN-T

W celu określenia niezbędnych działań w odniesieniu do łącznika ciągu

„Rail Baltica” z korytarzem „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” przyjęto założenie, że powinien on wymagać jak dla zwykłego korytarza sieci bazowej lub bazowej rozszerzonej TEN-T, przedstawionymi w Tab. 1.

Elektryfikacja. Rozpatrywane w ramach łącznika pasażerskiego i towarowego ciągu „Rail Baltica” z korytarzem „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie” odcinki linii są w większości nieelektryfikowane (ok. 227 km), tym samym w przypadku podjęcia realizacji łącznika będzie istniała konieczność ich elektryfikacji systemem prądu stałego 3 kV.

Dopuszczalne naciski osi. Wszystkie istniejące odcinki linii kolejowych wchodzących w skład potencjalnego korytarza Białystok/Granica Państwa (Siemianówka) – Czeremcha – Fronolów są dostosowane do nacisków osi dla lokomotyw i wagonów 221 kN. Brak potrzeby podejmowania dodatkowych prac w tym zakresie.

Długość pociągów towarowych. Na rozpatrywanym przebiegu łącznika towarowego zidentyfikowano 22 stacje i 2 mijanki. Obecnie na 6 stacjach jest co najmniej jeden tor stacyjny o długości użytecznej co najmniej 740 m (przy czym na stacji Niemolki tylko w kierunku parzystym, czyli z Czeremchy do Siedlec). Stacja Białystok jest aktualnie przebudowywana i po jej modernizacji również będzie posiadała tory o długości użytecznej co najmniej 740 m. Spełnienie tego wymogu stacjach kolejowych, na których aktualnie nie jest on spełniony, wiąże się z modernizacją tych stacji w różnym zakresie i ewentualnie zwiększenia obszaru kolejowego.

Transport kombinowany. W nowych wymaganiach dla linii kolejowych wchodzących w skład sieci TEN-T określono wymagania dostosowania skrajni budowli tych linii kolejowych do kodu P400. Oznacza to, że te linie kolejowe powinny być dostosowane do przewożenia jednostek ładunkowych transportu kombi-

nowanego o maksymalnym kodzie P400.

Minimalna prędkość eksploatacyjna dla pociągów towarowych. Na wszystkich istniejących odcinkach potencjalnego łącznika towarowego Białystok/Granica Państwa (Siemianówka) – Czeremcha – Fronołów – Siedlce (linie kolejowe nr 32 i 31) oraz Milanów – Lublin Główny (fragment linii kolejowej nr 30, linie kolejowe nr 561, 562 i fragment linii kolejowej nr 67) obowiązuje maksymalna prędkość dla pociągów towarowych 40÷80 km/h. W celu osiągnięcia zgodności z wymogami dla sieci bazowej TEN-T zalecane jest podwyższenie prędkości dopuszczalnej pociągów towarowych do 100 km/h na możliwie dużej części łącznika, przy czym z uwagi na jego peryferyjne położenie w stosunku do sieci TEN-T należy brać tutaj pod uwagę czynniki ekonomiczne i możliwość uzyskiwania odstępstw.

Minimalna prędkość eksploatacyjna dla pociągów pasażerskich. Na wszystkich istniejących odcinkach potencjalnego łącznika pasażerskiego Białystok – Czeremcha – Fronołów – Siedlce (cała linia kolejowa nr 32 i fragment linii kolejowej nr 31) obowiązuje maksymalna prędkość dla pociągów pasażerskich (autobusy szynowe i ezt) 60÷120 km/h. W celu osiągnięcia zgodności z wymogami dla sieci bazowej TEN-T zalecane jest podwyższenie prędkości dopuszczalnej pociągów pasażerskich do 160 km/h na możliwie dużej części łącznika, przy czym z uwagi na jego peryferyjne położenie w stosunku do sieci TEN-T należy brać tutaj pod uwagę czynniki ekonomiczne i możliwość uzyskiwania odstępstw.

Wdrożenie ERTMS. Na rozpatrywanym przebiegu łącznika nie zabudowano ani, zgodnie z KPW nie przewidziano zabudowy systemu ERTMS. W celu zapewnienia zgodności z wymogami sieci TEN-T Krajowy Plan Wdrażania TSI „Sterowanie” (KPW) powinien zostać uzupełniony o odcinki

wchodzące w skład proponowanego łącznika.

Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono zaproponowany w oficjalnych źródłach przebieg polskiego odcinka korytarza TEN-T „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”, jak również koncepcję łącznika prowadzącego do tego korytarza z ciągu „Rail Baltica”.

Odcinki linii kolejowych ujęte w zaproponowanym przebiegu korytarza pasażerskiego i towarowego oraz łącznika tylko częściowo spełniają wymagania określone dla sieci bazowej lub bazowej rozszerzonej TEN-T, dlatego realizacja całego zamysłu będzie wymagała podjęcia szeregu działań inwestycyjnych. W przypadku ruchu pasażerskiego kluczowym działaniem jest osiągnięcie na jak największej części korytarza prędkości dopuszczalnej pociągów 160 km/h, dla ruchu towarowego najważniejsze znaczenie mają dopuszczalne naciski osi, długości torów stacyjnych oraz warunki dla realizacji przewozów kombinowanych. Istotnym wymogiem dla obu rodzajów ruchu jest natomiast jak najszerze wdrożenie systemu ERTMS.

Planując działania inwestycyjne w ramach proponowanego korytarza należy brać pod uwagę zarówno aspekty techniczne, jak i środowiskowe oraz ekonomiczne (wielkość nakładów inwestycyjnych), pamiętając o tym, że w określonych sytuacjach zarówno istniejące, jak i nowo projektowane rozporządzenie regulujące kwestię sieci TEN-T pozwala na uzyskanie odstępstw od ogólnych wymogów. Sytuacjami uzasadniającymi odstępstwa może być np. położenie linii w obrębie węzła kolejowego lub na obszarach peryferyjnych sieci TEN-T, co nijako z definicji redukuje efekt tzw. „wąskiego gardła”.

W kontekście proponowanego przebiegu korytarza „Morze Bałtyc-

kie – Morze Czarne – Morze Egejskie”, najszerzej zakrojonych działań inwestycyjnych wymaga linia kolejowa nr 96 Tarnów – Muszyna, biegnąca w terenach podgórskich i górskich, a także dolinami rzek. Obecny układ geometryczny tej linii należy uznać za niekorzystny, a większość położonych na niej stacji i mijanek nie posiada torów o długości użytecznej co najmniej 740 m. Z wymienionych powodów linię tę należy uznać za niewątpliwie „wąskie gardło” całego korytarza, a zakres prac modernizacyjnych wymagałby zarówno korekt układu geometrycznego, jak i wydłużania torów stacyjnych, co wiązałoby się z koniecznością wykupu gruntów oraz budową większej liczby obiektów inżynierskich. Ponadto na obszarze oddziaływania tej linii kolejowej znajdują się tereny prawnie chronione pod względem środowiskowym. W artykule autorzy zwrócili uwagę na fakt, że jednym z działań, które mogłoby zoptymalizować zakres przebudowy linii nr 96 na odcinku Tarnów – Nowy Sącz, jest alternatywne trasowanie korytarza towarowego planowaną do budowy w nieodległej przyszłości linią kolejową Podłęże – Piekietko – Nowy Sącz.

Kwestia odseparowania ruchu pasażerskiego i towarowego pozostaje aktualna również w odniesieniu do innych odcinków projektowanego korytarza „Morze Bałtyckie – Morze Czarne – Morze Egejskie”, co zostało podniesione np. w odniesieniu do sposobu przejścia przez węzeł lubelski, czy też na przykładzie potencjalnie uzupełniających się odcinków Ocice – Kolbuszowa – Rzeszów Gł. oraz Ocice – Mielec – Dębica. Ruch pasażerski i towarowy cechują się odmienną charakterystyką, dlatego ze względów projektowych i eksploatacyjnych – tam gdzie to możliwe i uzasadnione ekonomicznie – powinno dążyć się do wyodrębnienia dla nich osobnych tras. ◀



TRAKCJA

KOLEJ
DROGI
OBIEKTY

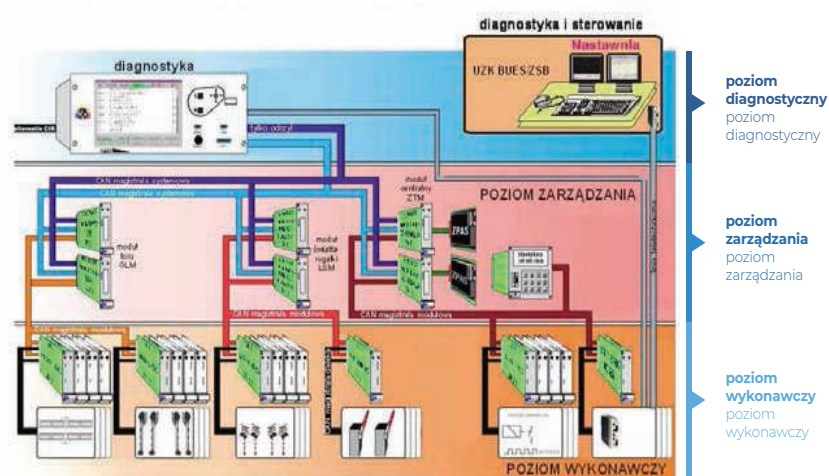


WWW.GRUPATRAKCJA.COM

AL. JEROZOLIMSKIE 100 IIP. • 00-807 WARSZAWA
+48 22 350 94 31, +48 22 350 94 44 • RECEPCJA@GRUPATRAKCJA.COM



62-030 Luboń, ul. Wąska 15
tel. +48 61 894 60 13
sbp@scheidt-bachmann.pl

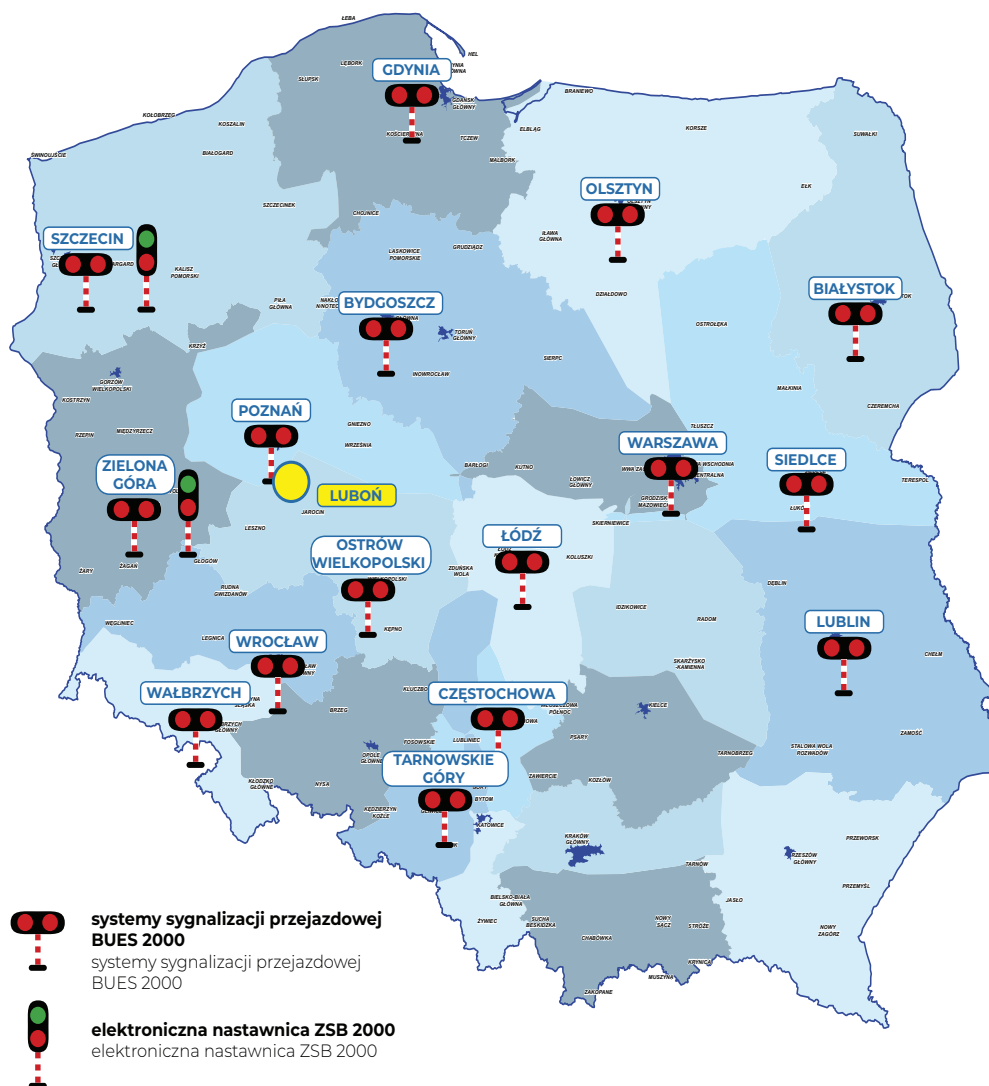


System sygnalizacji przejazdowej BUES 2000

System sygnalizacji przejazdowej BUES 2000

Scheidt&Bachmann to firma z ponad **140 letnim doświadczeniem**, która jest jednym z największych na świecie producentów systemów umożliwiających komunikację i przemieszczanie się. Spójna baza sprzętowa, serwis, jednolity sposób obsługi, diagnostyka, zapewniają bezproblemową pracę i obsługę systemu. Obecnie Scheidt&Bachmann zatrudnia ponad **3200 pracowników** i jest reprezentowana w **15 krajach**.

Dotychczas zabudowano ponad **4500 systemów BUES2000** zabezpieczających przejazdy kolejowo-drogowe i wdrożono systemy elektronicznej nastawnicy stacyjnej **ZSB2000** wraz z jej urządzeniami blokady liniowej na ponad **100 stacjach kolejowych**. W Polsce jako firma Scheidt&Bachmann Polska Sp. z o.o. działa od 1997 roku, oferując rozwiązania dla kolei z zakresu automatyki kolejowej, takie jak **System sygnalizacji przejazdowej BUES2000** – definiujący nowe standardy dla urządzeń zabezpieczających przejazdy kolejowe. Już blisko **600** przejazdów obsługiwanych jest przez BUES2000 na sieci kolejowej w Polsce. Dzięki kompatybilności systemu BUES2000 ze starymi i nowymi podzespołami, można go stosować na przejazdach obsługiwanych przez wcześniejsze wersje systemu. **Elektroniczna nastawnica ZSB2000** wraz z urządzeniami blokady liniowej ma kompaktową budowę, oferując jednocześnie wszystko, czego potrzebuje nowoczesny system prowadzenia ruchu pociągów. Jasny podział między warstwą sprzętową i oprogramowaniem oraz modułowość umożliwiają elastyczny i ekonomiczny dobór rozwiązań dla linii pierwszo-, jak i drugorzędnych.



Zakłady PKP PLK S.A. korzystające z systemu BUES 2000:

Zakłady PKP PLK S.A. korzystające z systemu BUES 2000:

- PKP PLK Zielona Góra
- PKP PLK Poznań
- PKP PLK Szczecin
- PKP PLK Wrocław
- PKP PLK Wałbrzych
- PKP PLK Gdynia
- PKP PLK Bydgoszcz
- PKP PLK Łódź
- PKP PLK Częstochowa
- PKP PLK Tarnowskie Góry
- PKP PLK Olsztyn
- PKP PLK Ostrów Wlkp.
- PKP PLK Siedlce
- PKP PLK Lublin
- PKP PLK Warszawa
- PKP PLK Białystok

Scheidt&Bachmann to firma z ponad **140 letnim doświadczeniem**, która jest jednym z największych na świecie producentów systemów umożliwiających komunikację i przemieszczanie się. Spójna baza sprzętowa, serwis, jednolity sposób obsługi, diagnostyka, zapewniają bezproblemową pracę i obsługę systemu. Obecnie Scheidt&Bachmann zatrudnia ponad **3200 pracowników** i jest reprezentowana w **15 krajach**. Dotychczas zbudowano ponad **4500 systemów BUES2000** zabezpieczających przejazdy kolejowo-drogowe i wdrożono systemy elektronicznej nastawnicy stacyjnej **ZSB2000** wraz z jej urządzeniami blokady liniowej na ponad **100 stacjach kolejowych**. W Polsce jako firma Scheidt&Bachmann Polska Sp. z o.o. działa od 1997 roku, oferując rozwiązania dla kolei z zakresu automatyki kolejowej, takie jak **System sygnalizacji przejazdowej BUES2000** – definiujący nowe standardy dla urządzeń zabezpieczających przejazdy kolejowe. Już blisko **600**

przejazdów obsługiwanych jest przez BUES2000 na sieci kolejowej w Polsce. Dzięki kompatybilności systemu BUES2000 ze starymi i nowymi podzespołami, można go stosować na przejazdach obsługiwanych przez wcześniejsze wersje systemu. **Elektroniczna nastawnica ZSB2000** wraz z urządzeniami blokady liniowej ma kompaktową budowę, oferując jednocześnie wszystko, czego potrzebuje nowoczesny system prowadzenia ruchu pociągów. Jasny podział między warstwą sprzętową i oprogramowaniem oraz modułowość umożliwiają elastyczny i ekonomiczny dobór rozwiązań dla linii pierwszo-, jak i drugorzędnych.



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



Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych STRUNBET Sp. z o.o.

- Podrojazdnice strunobetonowe
- Podkłady kolejowe strunobetonowe
- Podkłady tramwajowe strunobetonowe
- Podkłady podsuwnicowe PS-D-N i PS-D-W
- Podkłady wzdłużne tramwajowe
- Płyty żelbetowe



Wytwórnia Podkładów Strunobetonowych
„STRUNBET” Sp. z o.o.
33-121 Bogumiłowice 299
tel. +48 14 675 23 00
fax: +48 14 675 23 40
e-mail: info@strunbet.pl
www.strunbet.pl



rmRailProtector4.0[®]

Rozwiązania dla ERTMS | ETCS - L1

BALISY | PROGRAMATORY | KODERY LEU | OPROGRAMOWANIE | DIAGNOSTYKA

rmRailProtector4.0[®] to gama komponentów z rodziny Rail-Mil Q7, która została zaprojektowana specjalnie z myślą o wymogach oraz funkcjonalności systemów ERTMS i ETCS.

W skład rodziny Q7 wchodzi m.in. takie komponenty jak:

Q7-BL-FX	Eurobalisa nieprzełączalna (fixed)
Q7-BL-TR	Eurobalisa przełączalna (transparent)
Q7-UPKE	Programator Eurobalis
Q7-UPKE-HAND	Programator Eurobalis (podręczny)
Q7-PROG	Oprogramowanie do programowania balis
Q7-TEL-ED	Edytor telegramów
Q7-LU-BOX	Koder LEU
rmDIAGdog	Robot diagnostyczny – rmDIAGdog

Q7-LU1-BOX

Rail-Mil Computers sp. z o.o. jest polską firmą działającą w obszarze elektroniki i automatyki przemysłowej, która skupia się na oferowaniu kompletnych oraz innowacyjnych rozwiązań dla sektora kolejowego i wojskowego. Rozwiązania te oparte są na sprzęcie własnej produkcji, lub od wiodących na rynku zagranicznych partnerów. Naszym głównym celem jest dostarczanie polskich, nowoczesnych i niezawodnych rozwiązań na światowym poziomie dostosowanych do konkretnych potrzeb klienta. W celu zapewnienia najwyższej jakości proponowanych rozwiązań prowadzimy bliską współpracę z najlepszymi jednostkami naukowo-badawczymi w Polsce oraz renomowanymi partnerami zagranicznymi takimi jak m.in.: Ansys Inc., Expandium, ERTMS Solutions, RedHat oraz Adlink.

Posiadamy certyfikaty:

PN-EN ISO 9001:2015 oraz AQAP 2110:2016



rmDIAGdog



Więcej na temat
ETCS i ERTMS:
www.ertms.net

