

przeegląd

12
2016
rocznik LXXI
cena 25,00 zł
w tym 5% VAT



komunikacyjny

UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU



Nowoczesne technologie w projektowaniu, budowie i utrzymaniu rozjazdów kolejowych



ISSN
0033-22-32

Rozwój technologiczny napędów rozjazdów kolejowych. Koncepcja pomiaru sił przestawiania napędu zwrotnicowego. Toromierz iTEC – wyniki badań inercyjnego układu pomiarowego. Toromierz profilowy TEP – wyniki badań laserowego układu pomiarowego. Bezpieczeństwo kolei w kontekście powiązań pomiędzy dyrektywami o bezpieczeństwie kolei i o interoperacyjności kolei, analiza z punktu widzenia wymagania zasadniczego 'bezpieczeństwo'.

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 dziedzinę transportu i infrastruktury transportu” oraz „pozostałe”. Prosimy Autorów o deklarację (w zgłoszeniu), do której grupy zaliczyć ich prace.

Materiały do publikacji: zgłoszenie, artykuł oraz oświadczenie Autora, należy przesyłać 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.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.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 przesłać Redakcji.

Artykuły wnoszące wkład naukowy podlegają procedurom recenzji merytorycznych zgodnie z wytycznymi MNiSW, co pozwala zaliczyć je, po opublikowaniu, do dorobku naukowego (z punktacją przyznawaną w toku oceny czasopism naukowych – aktualnie jest to **8 punktów**).

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; raz w roku (w ostatnim numerze oraz na stronie internetowej) czasopismo podaje do publicznej wiadomości listę recenzentów współpracujących.

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”.

Korespondencję inną niż artykuły do recenzji prosimy kierować na adres: **listy@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl**

Redakcja pisma oferuje objęcie patronatem medialnym konferencji, debat, seminariów itp. Szczegóły na: <http://przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl/patron.html>
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.przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.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 SITK O. Wrocław.

Przegląd Komunikacyjny oferuje dla sponsora strategicznego następujące świadczenia:

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

Możliwe jest także zamieszczenie materiałów od sponsora na stronie internetowej czasopisma.

Przegląd Komunikacyjny ukazuje się jako miesięcznik.

Szczegółowy zakres świadczeń oraz detale techniczne (formaty, sposób i terminy przekazania) są uzgadniane indywidualnie z Pełnomocnikiem ZO Wrocław SITK.

Prosimy o kontakt z: dr hab. inż. Maciej Kruszyna na adres mailowy: **redakcja@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl**

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: Toromierz profilowy TEP2.2 (wersja produkcyjna), Marcin Kowalski

Szanowni P.T. Czytelnicy!

Oddajemy w Wasze ręce ostatni już w 2016 roku numer *Przeгляdu Komunikacyjnego*. Jest on poświęcony zagadnieniom infrastruktury kolejowej a w szczególności projektowaniu i diagnostyce rozjazdów oraz torów. W pierwszym artykule Autorzy omawiają zagadnienia związane z napędem rozjazdów kolejowych oraz ich rozwojem technologicznym. Istotnym czynnikiem mającym decydujący wpływ na tego rodzaju urządzenia jest bezpieczeństwo użytkowników. W drugim artykule Autorzy omawiają diagnostykę napędów zwrotnicowych. Prezentują własny system automatycznego gromadzenia danych eksploatacyjnych i system automatycznego prognozowania stanu urządzeń sterowania ruchem kolejowym. W następnym artykule Autorzy prezentują innowacyjny toromierz do pomiaru strzałek toru. Może on być wykorzystywany do codziennej diagnostyki toru jak również do prac odbiorowych dla torów na których dopuszczona jest prędkość pojazdów do 160 km/h. Kolejny artykuł prezentuje również diagnostykę torów za pomocą optycznego toromierza jak również urządzenia do tworzenia modeli 3D krzyżownic rozjazdowych. Ostatni artykuł porusza problematykę relacji pomiędzy dyrekcją o bezpieczeństwie kolei i dyrekcją o interoperacyjności kolei. W numerze również przegląd prasy z transportu i infrastruktury transportowej.

W związku z kończącym się rokiem zamieszczony jest spis treści poszczególnych numerów czasopisma oraz wykaz Autorów i Recenzentów. Korzystając z okazji chciałbym podziękować wszystkim Autorom, Czytelnikom, Recenzentom, Członkom Rady Naukowej, Programowej oraz Kolegom z Redakcji za znaczny wkład w rozwój naszego czasopisma w minionym roku. Redakcja stara się podnosić poziom merytoryczny i edytorski czasopisma. Naszym Czytelnikom dziękuję za korzystanie z wiedzy prezentowanej na łamach naszego czasopisma.

Z okazji Nowego 2017 Roku życzę wszystkim naszym Czytelnikom, Autorom, osobom biorącym udział w przygotowywaniu każdego numeru oraz współpracującym z czasopismem wszelkiej pomyślności w życiu osobistym oraz satysfakcji w życiu zawodowym.

Redaktor Naczelny
Prof. Antoni Szydło

W numerze

Aktualności	2
Rozwój technologiczny napędów rozjazdów kolejowych	
Janusz Dyduch, Mieczysław Kornaszewski	4
Koncepcja pomiaru sił przestawiania napędu zwrotnicowego	
Janusz Dyduch, Roman Pniewski	11
Toromierz iTEC – wyniki badań inercyjnego układu pomiarowego	
Jerzy Cejmer, Marcin Kowalski	15
Toromierz profilowy TEP – wyniki badań laserowego układu pomiarowego	
Marcin Kowalski	19
Bezpieczeństwo kolei w kontekście powiązań pomiędzy dyrekcjami o bezpieczeństwie kolei i o interoperacyjności kolei, analiza z punktu widzenia wymagania zasadniczego 'bezpieczeństwo'	
Marek Pawlik	23
Spis rocznika 2016	30

Wydawca:

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

Redaktor Naczelny:

Antoni Szydło

Redakcja:

Krzysztof Gasz, Igor Gisterek, Bartłomiej Krawczyk, Maciej Kruszyna (Z-ca Redaktora Naczelnego), Agnieszka Kuniczuk - Trzciniowicz (Redaktor językowy), Piotr Mackiewicz (Sekretarz), Wojciech Puła (Redaktor statystyczny), Wiesław Spuziak, Robert Wardęga, Czesław Wolek

Adres redakcji do korespondencji:

Poczta elektroniczna:
redakcja@przeгляд.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Poczta „tradycyjna”:

Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:

Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno), Jozef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska (Warszawa), Bohuslav Novotny (Praga), Andrzej S. Nowak (Lincoln, Nebraska), Tomasz Nowakowski (Wrocław), Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk), Marek Sitarz (Katowice), Wiesław Starowicz (Kraków), Hans-Christoph Thiel (Cottbus), Krystyna Wojewódzka-Król (Gdańsk), Elżbieta Załoga (Szczecin), Andrea Zuzulova (Bratysława)

Rada programowa:

Mirosław Antonowicz, Dominik Borowski, Leszek Krawczyk, Marek Krużyński, Leszek W. Mindur, Andrzej Żurkowski

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja papierowa. Na stronie internetowej czasopisma dostępne są streszczenia artykułów w języku polskim i angielskim.

Czasopismo jest umieszczone na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (8 pkt. za artykuł recenzowany).

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>

Prenumerata:

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

www.przeгляд.komunikacyjny.pwr.wroc.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 Kraków,
tel./faks 12 658 93 74, mrowinska@sitk.org.pl

Druk:

Drukarnia A-Zet, 52-131 Wrocław, ul. Buforowa 34a
Przemysław Wołczuk, przem@dodo.pl

Reklama:

Dział Marketingu: sitk.baza@gmail.com

Nakład: 800 egz.

Olsztyn zyska przystanek kolejowy na Dajtkach

Martyn Jandula, transport-publiczny.pl, 19.09.2016

Planowana modernizacja torów na odcinku Olsztyn – Działdowo może przynieść pewną nowość dla olsztynian. Przy okazji inwestycji PKP PLK zakładają powstanie nowego przystanku kolejowego w mieście. Miałby on przede wszystkim obsługiwać mieszkańców Dajtek i studentów. (...) Zadanie to zostanie zrealizowane ze środków na modernizację linii kolejowej na odcinku Olsztyn – Działdowo, która planowana jest na lata 2018-2020. – Wybudowanie nowych peronów w bezpośrednim sąsiedztwie dzielnicy Dajtki oraz miasteczka studenckiego Kortowo pozwoli na zwiększenie dostępności do usług kolei nie tylko dla mieszkańców Olsztyna, ale także dla uczącej się tu młodzieży i turystów odwiedzających stolicę Warmii i Mazur – mówi Ewa Symonowicz-Ginter z biura prasowego PKP PLK. Odległość od planowanego przystanku, o roboczej nazwie Olsztyn Dajtki, do kampusu w Kortowie wynosi ok. 2 km. Perony tego przystanku zaprojektowano jako jednokrawędziowe. Spełniać będą one wymagania w zakresie przystosowania dla potrzeb osób o ograniczonej możliwości poruszania się i zostaną wyposażone w oświetlenie i obiekty małej architektury, tj. wiatę, ławki, tablice informacyjne i z nazwą przystanku. Długości peronu będzie wynosić 150 m, wysokości 0,76 m, a szerokości 2,6 m. Ze względu na dużą różnicę w wysokości pomiędzy nawierzchnią peronu a terenem przyległym dojście do peronów odbywać się będzie po pochylni. (...) W mieście na nowo odżywa dyskusja nad sensem wprowadzenia kolei miejskiej. Do tej pory głównym argumentem przeciwko jej wprowadzeniu była niewystarczająca liczba stacji i przystanków. Olsztyn posiada zaledwie trzy miejsca, gdzie zatrzymują się pociągi – Dworzec Główny, Dworzec Zachodni i Gutkowo. Po raz pierwszy pomysł wprowadzenia w Olsztynie kolei miejskiej pojawił się podczas budowy i remontu ul. Bałtyckiej. Niestety, urzędnicy pomysł odrzucili, więc mieszkańcy osiedli Gutkowo, Likusy i Redykajny musieli stać w wielogodzinnych korkach. Warto także zaznaczyć, że w rezerwowych planach PKP PLK jest między innymi wybudowanie w przyszłości trzech przystanków kolejowych w Olsztynie – właśnie na Redykajnach, przy ul. Bałtyckiej oraz przy al. Wojska Polskiego – co dałoby dobry argument do zorganizowania przewozów pasażerskich komunikacją szynową. Ich powstanie jednak jest zależne od oszczędności, jakie przyniesie przebudowa linii z Gutkowa do Braniewa. (...)

Umowa na budowę przystanków PKM w Gdyni podpisana

inf. prasowa, transport-publiczny.pl, 19.09.2016

PKM SA oraz konsorcjum firm Budimex SA i Ferrovial Agroman SA podpisały umowę na budowę dwóch dodatkowych przystanków Pomorskiej Kolei Metropolitalnej na linii kolejowej 201 w Gdyni. Budowa przystanków PKM Gdynia Karwi-

ny i Gdynia Stadion rozpocznie się jeszcze jesienią 2016 r., a zakończy się – zgodnie z umową – do 31 lipca 2017 r. (...) W ramach budowy przystanków PKM Gdynia Karwiny i Gdynia Stadion na każdym z nich powstaną dwa jednokrawędziowe perony o długości nieco ponad 160 m i zmiennej szerokości od 4,5 do 7,7 m. Projekt zakłada także budowę wind i schodów oraz powiązanie ich z istniejącym układem komunikacyjnym. Na każdym z przystanków znajdzie się także charakterystyczne dla Pomorskiej Kolei Metropolitalnej zadaszanie wejść na przystanki – tzw. „czerwona wstążka” oraz dodatkowe mniejsze wiaty szklane na samych peronach. Na zlokalizowanym w wąwozie przystanku Gdynia Karwiny zaplanowana jest budowa kładki o długości 23,5 m, umożliwiającej przejście pomiędzy peronami. Natomiast na przystanku Gdynia Stadion w istniejącym już nasypie kolejowym powstanie tunel o długości 13,4 m i szerokości 6,2 m, którym pasażerowie będą mogli przejść z jednego peronu na drugi. Wyzwaniem dla projektantów i wykonawcy jest także przebudowa układu torowego, zwłaszcza tzw. spłot torowy na wysokości przystanku PKM Gdynia Karwiny. Wykonanie w tym miejscu toru wieloszynowego umożliwi swobodny przewóz ciężkich ładunków ponadgabarytowych, jakie przewożone są linią 201 do portu w Gdyni. Dzięki temu rozwiązaniu udało się uniknąć konieczności obniżenia krawędzi peronowej przy jednym z torów i wszystkie nowo budowane perony utrzymane będą w jednakowym standardzie (76 cm wysokości), co pozytywnie wpłynie na bezpieczeństwo i komfort podróży. (...)

Pociągi znowu pojadą z Murowa

Krzysztof Świdzki, nto.pl, 4.09.2016

Mieszkańcy odetchną z ulgą, bo surowiec i tarcica transportowane będą koleją. Tartak zagwarantował taką liczbę przewozów, że będą one opłacalne dla kolei. Linia kolejowa Jełowa - Murów nieczynna jest od ponad 20 lat. Wszystko wskazuje na to, że już pod koniec przyszłego roku znów pojadą nią pociągi. Na początek tylko towarowe i tylko w godzinach nocnych. To rezultat porozumienia, jakie tartak w Murowie zawarł z właścicielem tej trasy - PKP Polskimi Liniami Kolejowymi. Tartak zagwarantował w nim taką liczbę przewozów, że ponowne uruchomienie linii będzie opłacalne dla kolei (...).

KM będą mieć nową bazę utrzymaniową w Sochaczewie

inf. Prasowa, Rynek Kolejowy, 19.09.2016

Koleje Mazowieckie przygotowują procedurę zamówienia publicznego na wybór partnera prywatnego do realizacji inwestycji budowy bazy utrzymaniowo-naprawczej taboru w Sochaczewie. Spółka zakupiła już niezbędne grunty o łącznej powierzchni 6,6 ha, na których powstanie nowoczesne zaplecze. – Na najbliższe lata Spółka planuje nie tylko inwestycje w nowoczesny tabor kolejowy, czyli zakup 71 elektrycznych zespołów trakcyjnych, ale także rozbudowę zapleczy technicznych do ich utrzymania. Głównym projek-

tem jest budowa od podstaw nowoczesnej bazy utrzymaniowo-naprawczej taboru kolejowego w Sochaczewie – mówi Czesław Sulima, członek zarządu, dyrektor eksploatacyjny Kolei Mazowieckich – Baza posłuży do wykonywania przeglądów w poziomie utrzymania P4 pojazdów wszystkich serii eksploatowanych przez nas teraz i w przyszłości. Obecnie przygotowywana jest procedura zamówienia publicznego na wybór partnera prywatnego do realizacji inwestycji. Inwestor prywatny, w ramach prowadzonej działalności, będzie mógł wykonywać naprawy taboru dla innych przewoźników kolejowych. Nowa inwestycja będzie przyległa do istniejącej Sekcji Napraw i Eksploatacji Taboru w Sochaczewie i będzie składała się z: hali napraw nadwozi wraz z malarnią, przesuwni wraz z przesuwnicą, specjalistycznych warsztatów naprawczych i przeglądowych, powierzchni magazynowych, całopociągowej myjni taboru i torów postojowych. Zadania z zakresu napraw P4 po stronie inwestora prywatnego obejmą między innymi demontaż i montaż urządzeń, malaturę pojazdów oraz czynności naprawcze wynikające z Dokumentacji Systemu Utrzymania (DSU).

Sądecki Newag z umową na ćwierć miliarda! Zbudują 17 pociągów

Sylwia Klimczak, Gazeta Krakowska, 5.09.2016

Firma Newag wyprodukuje i dostarczy siedemnaście pojazdów Impuls, które wyjadą na tory w województwie zachodniopomorskim. Wartość zamówienia to ponad 250 milionów złotych. Wyniki przetargu zostały już ogłoszone przez władze województwa. Teraz zwycięska firma z Sądeckiego czeka na podpisanie umowy (...). Na tory ma trafić łącznie 17 elektrycznych zespołów trakcyjnych typu Impuls. Dwanaście z nich będzie trzyczłonowych, a pięć czteroczłonowych. Pierwsze pociągi Newag musi dostarczyć najpóźniej do końca maja przyszłego roku (...).

Nowa generacja TGV wjedzie na tory w 2022 roku

Łukasz Kuś, Rynek Kolejowy, 12.09.2016

Francuskiej koleje państwowe SNCF i koncern Alstom rozpoczęły pracę nad projektem nowej generacji pociągów wysokiej prędkości. SNCF i Alstom będą pracować wspólnie w ramach tzw. partnerstwa innowacyjności. Celem projektu jest opracowanie nowej generacji zespołów trakcyjnych dużej prędkości, które będą tańsze w zakupie i eksploatacji o 20%, będą zużywały o 25% mniej energii i produkowane będą z materiałów podlegających recyklingowi w 90% – informuje railwaygazette.com. Ważnym celem projektu jest też opracowanie nowej modularnej przestrzeni pasażerskiej, która zapewni lepszy komfort i wygodniejsze poruszanie się po pociągu. Specyfikacja nowej generacji TGV ma być gotowa w 2017 r. Projekt pociągu będzie opracowywany przez następne 4 lata, tak by nowa generacja TGV mogła wejść do eksploatacji w połowie 2022 r. Nad projektem pracuje zespół specjalistów z różnych dziedzin zatrudnionych w Alstomie i SNCF. Dzię-

ki zmianom w prawie wprowadzonym w 2014 r. francuskie spółki państwowe mogą podejmować współpracę z firmami prywatnymi na etapie opracowywania projektów, co obniża koszty projektowania. Partner komercyjny z kolei ma zagwarantowane, że państwowa spółka podpisze z nim kontrakt po tym jak faza projektowa się zakończy. Dzięki temu minimalizuje się ryzyko, jakie ponosi firma inwestując w badania i rozwój.

UBB – przykład dobrej integracji Niemiec i Polski

Michał Szymajda, transport-publiczny.pl, 26.09.2016

Sieć kolejowa niemieckiej spółki Usedomer Baderbahn ząbwiącąc się o polskie terytorium jest wyjątkowa nie tylko w skali stosunków polsko-niemieckich, ale także w skali europejskiej. To bardzo dobry przykład współpracy dwóch państw na rzecz poprawy mobilności i zdroworozsądkowej poprawy oferty kolejowej. (...) Kolej zaczęła odradzać się od grudnia 1994 r., kiedy powstała nowa spółka pod nazwą Usedomer Baderbahn (...). Od tego czasu następowały zmiany w sytuacji kolei. Rozpoczęto od absolutnie niezbędnych remontów torowisk i zabezpieczenia przejazdów kolejowo-drogowych. Pozwoliło to w dość krótkim czasie na poprawienie oferty w najistotniejszych dla mieszkańców i kuracjuszy aspektach – skrócenia czasu przejazdu. W latach 2000-2003 przewoźnik zainwestował w tabor kolejowy, zastępując stare spalinowe wagony motorowe 23 spalinowymi zespołami trakcyjnymi GTW z dwoma członami pasażerskimi produkcji szwajcarskiego Stadlera. UBB operowało wówczas na pięciu liniach kolejowych, nie tylko znajdujących się na wyspie, ale także na tych do niej przylegających. Z końcem XX w. Niemcy zaczęli myśleć o przedłużeniu jednej z linii kolejowych, kończącej bieg w przygranicznym Ahlbeck. Pomysł spodobał się w Świnoujściu i tak powoli od słów doszło do czynów. Budowę linii kolejową o długości 1,5 km z Ahlbeck do wybudowanej nowej stacji Świnoujście Centrum (w części budowę sfinansowano ze środków UE) zakończono na początku 2008 r. Kosztowała 2 mln euro. (...) Odcinek pomiędzy niemiecką granicą a Świnoujście pociągi pokonują z prędkością 80 km/h. Za bilet ze Świnoujścia do Heringsdorfu zapłacimy 2,50 euro. Obecnie ze Świnoujścia Centrum do Niemiec dojeżdża aż 20 pociągów. Polacy mają do dyspozycji nowoczesne pojazdy Stadlera, odjeżdżające ze stacji o stałych godzinach (...). Pociągi dojeżdżają nie tylko do zlokalizowanego najbliżej granicy Ahlbeck i Herringsdorfu, ale także znacznie dalej, poza wyspę: do Züssow i Stralsundu, gdzie możliwa jest przesiadka na pociągi dalekobieżne kursujące w głąb Niemiec. Aby móc wykonywać połączenia na terenie Polski, UBB założyła spółkę UBB Polska, która zajmuje się utrzymaniem 1,5-kilometrowego odcinka linii i dwukrawędziowego peronu w Świnoujściu. Na tej maleńkiej sieci kolejowej prowadzone są wyłącznie przewozy pasażerskie. (...)

PKM Katowice kupi 10 autobusów elektrycznych i pożegna się z ikarusami

Justyna Przybytek, Dziennik Zachodni, 23.08.2016

Katowicki PKM zakończył testy elektrycznego autobusu. Sprawdzian pojazdu na kilku liniach w mieście wypadł pomyślnie, dlatego przedsiębiorstwo planuje w przyszłym roku kupić dziesięć takich autobusów. Testy elektrycznego autobusu marki solaris trwały przez kilka dni na liniach 950, 905N, 657N oraz 297N. - Wypadły bardzo obiecująco. Kierowcy szybko nauczyli się nimi jeździć i w ciągu kilku dni zużycie energii spadło im o 10 procent - opowiada Paweł Cyganek, dyrektor do spraw technicznych w PKM w Katowicach. Autobus nie miał żadnej awarii, jego zasięg na jednym ładowaniu wynosił około 140 kilometrów w ruchu miejskim (...).

Lekki, zwinnie i cichy. Ursus zaprezentował nowy samochód elektryczny

Piotr Nowak, Kurier Lubelski, 16.09.2016

Ursus chce zaojować rynek motoryzacyjny elektrycznym samochodem dostawczym. Warunek? Wsparcie rządu i zamówienia publiczne. W piątek w lubelskiej fabryce Ursusa zaprezentowano prototyp pojazdu elektrycznego. To nieduży samochód dostawczy polskiej produkcji. - Ma być cichym, lekkim, zwinnym, prostym w obsłudze pojazdem dla służb miejskich i przedsiębiorców - mówi Karol Zarajczyk, prezes Ursus S.A. Samochód waży 600 kg bez baterii. Drugie tyle może przetransportować w skrzyni ładunkowej. Jego zasięg to 140 km, ale ma jeszcze zostać zwiększony do 200 km. Ładowanie akumulatorów trwa 6 godzin. Wystarczy standardowa wtyczka i gniazdko (...).

Symboliczny początek budowy nowej zakopianki

Piotr Ogórek, Gazeta Krakowska, 26.08.2016

Minister infrastruktury Andrzej Adamczyk symbolicznie wbił łopatę pod rozbudowę zakopianki na odcinku Lubień-Naprawa. Jej koszt ma wynieść ponad 0,5 mld zł. Po wielu latach ruszyła w końcu rozbudowa trasy S7, w tym na jej południowym odcinku, czyli na popularnej zakopiance. Podpisano już wszystkie umowy na trzy odcinki pomiędzy Rabką i Lubniem: Rabka - Skomielna Biała, Skomielna Biała - Naprawa, Naprawa - Lubień. Symboliczne wbić łopatę dotyczyło tego ostatniego odcinka. Drogę ekspresową S7 na odcinku Lubień-Naprawa wykonywać będzie polsko-ukraińskie konsorcjum przedsiębiorstw, IDS-BUD S.A z Warszawy i Korporacja ALTIS-HOLDING z Kijowa (...).

Obwodnica Kartuz. Zakończenie pierwszego etapu przed terminem

Lucyna Puzdrowska, Dziennik Bałtycki, 25.08.2016

Budowa pierwszego etapu obwodnicy Kartuz zbliża się ku końcowi. Wykonawca inwestycji,

firma STRABAG, planuje oddanie drogi do końca października, czyli 2 miesiące przed terminem. Obecny stan zaawansowania prowadzonych prac wynosi już 80 procent.

Jak informuje Adam Burkacki, kierownik robót przy budowie obwodnicy Kartuz, Firma STRABAG wykorzystwała dogodne warunki pogodowe w miesiącach zimowych i wiosennych, a także zaangażowała znaczne siły, by jak najszybciej udostępnić newralgiczną drogę mieszkańcom Kartuz i okolicznych miejscowości (...).

Północna obwodnica Krakowa ma być gotowa do 2022 r.

Piotr Ogórek, Gazeta Krakowska, 26.08.2016

Minister infrastruktury Andrzej Adamczyk podpisał program inwestycyjny dla północnej obwodnicy Krakowa (POK). Rząd przekaże na prace koncepcyjne 10 mln zł. W przyszłym tygodniu rozpisany ma być przetarg na przygotowanie szczegółowej koncepcji drogi. Ta ma powstać do 2022 roku. Jej Szacunkowy koszt to 1-1,5 mld zł (...). Termin przejazdu pierwszego samochodu północną obwodnicą to 2022 rok, ale Andrzej Adamczyk liczy, że uda się to przyspieszyć. Północna obwodnica ma mieć po trzy pasy w każdym kierunku i liczyć prawie 15 km długości (...).

Obwodnica wschodnia odciąży Tarnów, lecz zabierze ludziom domy

Paweł Chwał, Gazeta Krakowska, 19.09.2016

Gorąco zapowiada się jutrzejsze spotkanie w Woli Rzędzińskiej w sprawie przebiegu wschodniej obwodnicy Tarnowa. Budowa wiązać się będzie z wyburzeniem 30 domów i 50 budynków gospodarczych. Bez obwodnicy ruch tranzytowy z autostrady odbywa się teraz przez największe tarnowskie osiedla: Zielone i Westerplatte oraz przez ul. Lwowską obok szpitala (dziennie przejeżdża tędy 16 tys. samochodów). Wariant przebiegu nowej drogi akurat na granicy Tarnowa i Woli Rzędzińskiej uzgodniły wspólnie władze miasta i gminy. Zaakceptowała go także Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad (...).

Ulica Niemodlińska w Opolu będzie czteropasmowa

Sławomir Draguła, nto.pl, 12.09.2016

Planowane prace obejmą odcinek od remontowanego właśnie mostu na Kanale Ulgi do skrzyżowania z ulicami Wojska Polskiego i Hallera. - Chcemy, by na całym tym odcinku ulica Niemodlińska miała cztery pasy ruchu, po dwa w każdym kierunku - mówi Anna Witych, zastępca dyrektora Miejskiego Zarządu Dróg w Opolu. - W tym tygodniu chcemy rozpisac przetarg na roboty, chcielibyśmy również, by ruszyły one jeszcze w tym roku. Oprócz poszerzenia jezdni, drogowcy zbudują nowe chodniki oraz ścieżki rowerowe. Te powstaną po obu stronach ulicy Niemodlińskiej (...).

Opracowanie: Krzysztof Gasz, Igor Gisterek, Maciej Kruszyna

Rozwój technologiczny napędów rozjazdów kolejowych

Technological development of the train crossover drives



Janusz Dyduch

Prof. dr hab. inż.

Zakład Systemów Sterowania
w Transporcie
Uniwersytet Technologiczno-
Humanistyczny w Radomiu



Mieczysław Kornaszewski

Prof. nadzw.dr hab. inż.

Zakład Systemów Sterowania
w Transporcie
Uniwersytet Technologiczno-
Humanistyczny w Radomiu

Streszczenie: Artykuł zawiera informacje dotyczące napędów rozjazdów kolejowych stosowanych w kolejnictwie polskim oraz ich rozwoju technologicznego. Rozjazdy to elementy, na których następuje rozgałęzianie lub krzyżowanie się torów, natomiast sam napęd zwrotnicowy jest mechanizmem, który służy do nastawiania zwrotnicy z jednego położenia w drugie i do pewnego zamykania jej w krańcowych położeniach. Do jego zadań również należy przekazywanie do nastawni informacji o położeniu zwrotnicy. W artykule przedstawiono w sposób chronologiczny oraz scharakteryzowano wdrażane na kolejach polskich napędy rozjazdów kolejowych różnych producentów. Szczególny nacisk położono na ich charakterystyki eksploatacyjne.

Słowa kluczowe: Rozjazdy kolejowe; Napędy rozjazdów; Eksploatacja

Abstract: The article includes information about the train crossover drives used in the Polish railway and their technological development. Train crossover devices are elements for the regular branching or crossing the railway tracks. The drive of train crossover is a mechanism setting the train crossover device from one position to the other or closing it at the end position. It also transfers information about the train crossover position to the railway control room. The article characterizes drives of train crossover from different manufacturers implemented at the Polish railways in chronological order. The special emphasis was placed on their exploitation characteristics.

Keywords: Train crossover; Train crossover drives; Exploitation

W XIX wieku nastąpił rozwój transportu kolejowego. Stulecie to jest nazywane wiekiem kolei żelaznych. Koleje były pierwszym lądowym środkiem transportu umożliwiającym dość szybki przewóz towarów na wielką skalę. W ciągu kilkudziesięciu lat sieć linii kolejowych pokryła wszystkie kontynenty.

Rozwój technologiczny napędów zwrotnicowych wymuszony został gwałtownym wzrostem oczekiwań w stosunku do transportu szynowego. Pierwsze linie kolejowe nie stawały wygórowanych wymagań jakościowych i niezawodnościowych dla elementów wchodzących w skład drogi kolejowej. Wraz ze wzrostem ilości przewozów, wzrostem prędkości pojazdów szynowych oraz coraz mocniej zurbanizowaną infrastrukturą wymagania dla napędów zwrotnicowych zostały znaczne zwiększone.

Głównym zadaniem spółek z Grupy PKP jest umożliwienie przewoźnikom prowadzenia ruchu przewozowego w sposób bezpieczny i niezawodny. Dla zapewnienia bezpieczeństwa niezbędne jest, aby każdy podzespół tworzący drogę kolejową zapewniał odpowiednie standardy. Jednym z tych zespołów jest rozjazd kolejowy. Dla celów prowadzenia ruchu kolejowego niezbędne jest, aby w sposób bezpieczny, ciągły i w możliwie krótkim czasie umożliwiał zestawienie odpowiedniej trasy, dla wszystkich realizowanych przewozów. Podstawowym elementem umożliwiającym przestawienie zwrotnicy jest napęd zwrotnicowy. Napędy zwrotnicowe i wykolejnicowe przeznaczone są do:

- przestawienia zwrotnicy,
- przestawienia ruchomego dzioba krzyżowego krzyżownicy,
- trzymania iglic zwrotnicy w poło-

żeniach krańcowych,
- kontroli położenia krańcowego iglic.

We wstępnej fazie rozwoju infrastruktury kolejowej zastosowanie napędów mechanicznych ręcznych było wystarczające. Wynikało to z faktu sporadycznego użytkowania tych urządzeń. Współcześnie, gdy mamy do czynienia ze znacznie większą koniecznością użycia napędów zwrotnicowych do zestawienia drogi kolejowej, takie realizacje są już niewystarczające i w związku z tym do eksploatacji wdrożono napędy wykonane w technologii elektrycznej.

Rozwój urządzeń sterowania ruchem kolejowym w zależności od sposobu sterowania

Rozwój technologiczny urządzeń

sterowania ruchem kolejowym (srk) można przedstawić chronologicznie, w zależności od zmian sposobów realizacji zależności w przebiegu [4]:

- mechaniczne
- ręczne (kluczowe),
- pędniowe (scentralizowane),
- elektromechaniczne,
- elektryczne
- przekaźnikowe,
- elektroniczne
- hybrydowe,
- komputerowe.

Urządzenia mechaniczne, to takie w których proces nastawiania realizowany jest w sposób mechaniczny. W skrzyniach zależności urządzeń scentralizowanych zamontowano suwaki, poprzeczki, nasadki i inne elementy realizujące zależności, wykluczenia, utwierdzenia oraz zamknięcia zwrotnic. Zwrotnice są przestawiane ręcznie lub za pomocą pędni a sygnalizatory poprzez styki elektryczne lub pędnie (przy sygnalizatorach kształtowych).

Urządzenia elektromechaniczne, to takie w których wszystkie zależności tak jak w urządzeniach mechanicznych pozostały w mechanicznej skrzyni zależności. Obok skrzyni mechanicznej ustawiono skrzynię z przełącznikami służącymi do przestawiania zwrotnic i wyświetlania sygnałów zezwalających na sygnalizatorach. Zwrotnice przestawiane są przy pomocy napędów elektrycznych. Przykładem urządzeń tego rodzaju są urządzenia typu VES.

Urządzenia elektryczne (przekaźnikowe), to takie w których zależności realizowane są na drodze elektrycznej. Elementami wykonawczymi są przekaźniki realizujące różne zadania w obwodach. Urządzenia wyposażono w nastawnicę z geograficznym planem świetlnym. Z biegiem czasu narodziły się różne odmiany urządzeń przekaźnikowych. Najpopularniejszymi są urządzenia typu E, gdzie zwrotnice przestawiane są indywidualnie a światło zezwalające na sygnalizatorze pojawia się po naciśnięciu przycisku przez obsługę. Droga przebiegu całościowo rozwiązywana jest w jed-

nej chwili po minięciu taboru ostatniej zwrotnicy w przebiegu. Równie popularnymi są urządzenia typu PB (półblokowego), w których zwrotnice nastawiane są automatycznie w przebiegu poprzez naciśnięcie przez obsługę przycisków początkowego i końcowego. Sygnał zezwalający na sygnalizatorze pojawia się automatycznie po „skontrolowaniu” przez urządzenia ułożonej drogi przebiegu. Droga przebiegu rozwiązywana jest „sekcyjnie” po zjechaniu taboru z danego rozjazdu.

Urządzenia elektroniczne to takie, w których zależności realizowane są przez odpowiednio napisany program komputerowy. Możemy wyróżnić urządzenia hybrydowe, w których do sterowania elementów zewnętrznych urządzeń wykorzystuje się technikę komputerową, po uprzednim dostarczeniu do niego potrzebnych informacji. Elementami wykonawczymi urządzeń hybrydowych pozostają przekaźniki. Bardzo często zależności pozostają również w warstwie przekaźnikowej. Urządzenia przekaźnikowo-komputerowe wyposażono w monitory komputerowe na których jest wyświetlony plan świetlny. Ze względu na fakt, że zaprzestano produkcji elementów dotychczas stosowanych pulpitów coraz częściej spotykane jest montowanie tzw. nakładek komputerowych na urządzenia przekaźnikowe. Rozwiązanie polega na eliminacji pulpitu na rzecz komputerów z urządzeniami współpracującymi z warstwą przekaźnikową. W urządzeniach komputerowych urządzenia zewnętrzne sterowane z komputera po uprzednim dostarczeniu do niego potrzebnych informacji. W urządzeniach tego typu przekaźnik wychodzi już z użycia i stosowany jest marginalnie [4, 5].

Rozwój technologiczny napędów zwrotnicowych

Wyróżniamy następujące rodzaje napędów zwrotnicowych [4]:

- ręczny;
- mechaniczny zwrotnicowy z kontrolą lub bez kontroli iglic;
- elektromagnetyczny;

- elektryczny;
- elektrohydrauliczny.

Napędy zwrotnicowe mechaniczne ręczne

Pierwszymi stosowanymi w kolejnictwie napędami zwrotnicowymi były, spotykane sporadycznie do dziś, napędy ręczne zwane również zwrotnikami (rys. 1a). Na stacjach wyposażonych w urządzenia kluczowe, bocznicach, ładowniach stosuje się napędy ręczne poruszane mechanizmem dźwigniowym przy zwrotnicy. Ciężar dźwigni malowany jest na kolor czarny oraz biały i w zasadniczym położeniu zwrotnicy jest zwrócony białą połową do góry [5].

Napędy zwrotnicowe mechaniczne scentralizowane

W urządzeniach mechanicznych scentralizowanych zwrotnice nastawiane są dźwigniami w nastawni połączonymi z napędem za pomocą pędni. Napęd taki posiada wewnątrz obudowy krążek załomowy pędni oraz mechanizm przenoszący jej ruch na przesuw pręta nastawczego.

Istnieje odmiana napędów mechanicznych z kontrolą położenia iglic, które posiadają dodatkowe suwaki kontrolne oraz wieniec kontrolny blokujący przesuw pręta nastawczego w przypadku nieprawidłowości ruchu suwaków kontrolnych. W przypadku uszkodzenia napędu lub pędni istnieje możliwość przystosowania zwrotnicy do sterowania ręcznego poprzez osadzenie dźwigni z ciężarkiem. Wykorzystanie scentralizowanych mechanicznych napędów zwrotnicowych umożliwiło sterowanie kilkoma napędami zwrotnicowymi z jednej nastawni. Odległość nastawni od sterowanych napędów nie powinna przekraczać 350 m. Takie rozwiązanie umożliwiałoby (w ograniczonym stopniu) usprawnienie zestawienia drogi kolejowej dla przewozów szynowych [4, 5, 6].

Elektryczne napędy zwrotnicowe lekkie

Napędy zwrotnicowe elektryczne lekkie o sile nastawczej 2500 N, zwane są również napędami typu A. Upowszechnienie stosowania tych napędów nastąpiło po drugiej wojnie światowej. Wynikało to z rozwoju dróg kolejowych w Polsce. Budowa oraz funkcjonalność napędu tego typu nie są rozwojowe z punktu widzenia wymogów stawianych obecnie napędom zwrotnicowym. Z tego powodu sukcesywnie są wycofywane z eksploatacji i zastępowane napędami ciężkimi typu B [4, 5, 6].

Napędy zwrotnicowe elektryczne ciężkie

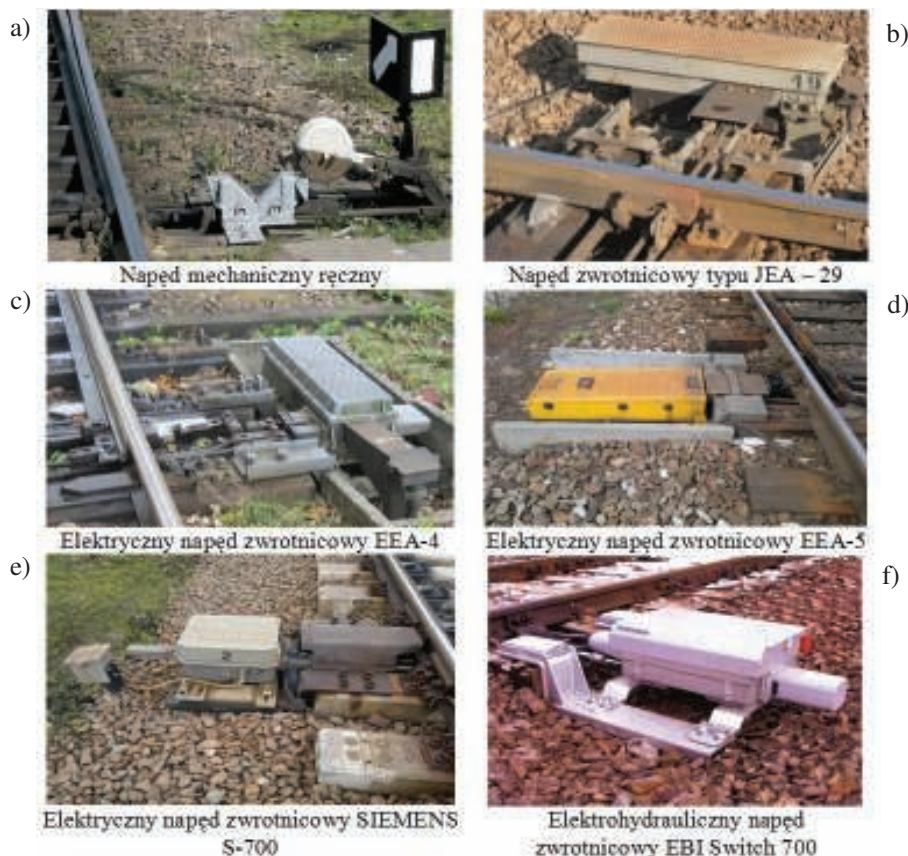
Napęd zwrotnicowy elektryczny ciężki, zwany również napędem typu B składa się z silnika jedno- lub trójfazowego, przekładni zębatej, sprzęgła oraz modułu kontrolnego. Zazwyczaj wyposażony jest także w suwaki kontrolne do niezależnego kontrolowania położenia iglic.

W odróżnieniu od napędów lekkich napędy te mają większą siłę nastawczą (5000 N). Wykonania technologiczne i poprawa parametrów napędu spowodowały, że są one dużo cięższe od napędów typu A. Zastosowanie napędów elektrycznych dało wykonawcom duże możliwości sterowania znaczną ilością napędów zwrotnicowych z jednej nastawni. Uniknięto również efektu oddalenia skrajnych napędów od nastawni, gdyż sterownie nie jest uzależnione od elementów mechanicznych, takich jak np. pędnie [4, 5, 6].

Podstawowe parametry wpływające na funkcjonalność napędów zwrotnicowych

Charakterystycznymi parametrami wpływającymi na funkcjonalność napędów zwrotnicowych są [1, 2, 6, 8]:

- czas przestawienia napędu – różniące się następujące wykonania napędów:
- szybkobieżne, których czas prze-



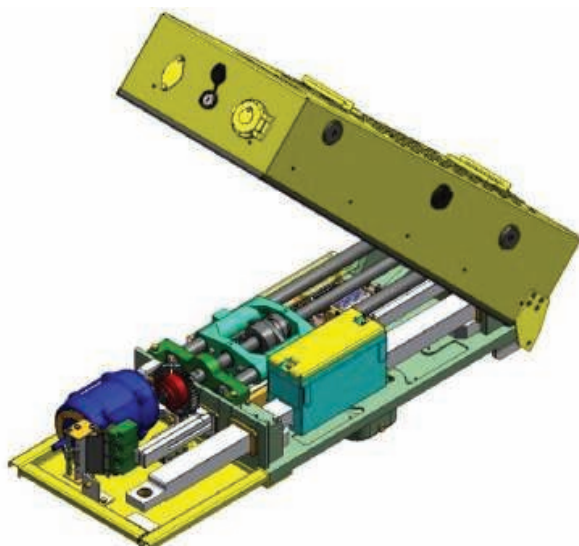
1. Przegląd kolejnych wersji napędów zwrotnicowych stosowanych w kolejnictwie polskim [10]

- stawienia wynosi do 0,8 sek,
- normalnobieżne, o czasie przestawienia do 3 sek,
- wolnobieżne, o czasie przestawienia do 7 sek.
- skok pręta nastawczego - napędy zwrotnicowe wykonywane są w układach o typowym skoku pręta nastawczego 150 mm oraz 220 mm. Różnorodność zastosowań oraz specyfika techniczna i wymogi konstrukcyjne wymogły na producentach uelastycznienie oferowanych skoków (możliwe do wykonania na specjalne zamówienie skoki z zakresu nawet 125 ÷ 260 mm).
- siła nastawcza – siła potrzebna do przestawienia iglic zwrotnicy. Jest ona uzależniona od typu i rodzaju iglic, zanieczyszczeń i jakości smarowania siodełek ślizgowych, temperatury oraz innych warunków środowiskowych. Uzależniona jest ona również od oporów przestawiania powstałych wewnątrz napędu. Maksymalna wartość siły nastawczej w elektrycznych napędach zwrotnico-

- wych zależy od regulacji sprzęgła i sprawdzana jest przy zablokowanym suwaku nastawczym oraz ślizgającym się sprzęgle przeciążeniowym
- siła trzymania – siła z jaką napęd trzyma iglicę odsuniętą w jej krańcowym położeniu.
- siła rozprucia – siła, jaką koła pojazdu rozpruwającego zwrotnicę wywierają na suwak nastawczy, pokonując w pierwszej fazie siłę utrzymującą suwak nastawczy w położeniu krańcowym, a w drugiej fazie siłę nastawczą.

Niezależnie od rodzaju napęd zwrotnicowy musi spełniać następujące założenia:

- konstrukcja napędu musi być tak rozwiązana, aby podczas rozprucia zwrotnicy, nie nastąpiło jego uszkodzenie,
- konstrukcja napędu musi umożliwiać, po rozpruciu zwrotnicy, niezwłoczne jego przywrócenie do normalnej pracy,
- podczas przestawiania zwrotnicy napęd musi umożliwiać, w każdej



2. Widok elektrycznego napędu zwrotnicowego EEA-5 [2]



3. Moduły napędu zwrotnicowego typu S700 KM [10]

chwili, powrót zwrotnicy do położenia pierwotnego,

- mocowanie napędu do podkładów ma zapewnić trwałe połączenie ze zwrotnicą, aby wstrząsy wywołane przez przejeżdżający pociąg nie przenosiły się na napęd,
- łatwość wymiany,
- łatwość konserwacji, a także w razie potrzeby, ręcznej obsługi podczas konserwacji,
- odporność na działanie warunków atmosferycznych oraz uszkodzeń mechanicznych,
- możliwość, bez przeróbek warsztatowych, zabudowy zarówno po jednej jak i po drugiej stronie zwrotnicy.

Charakterystyka eksploatacyjna napędów zwrotnicowych stosowanych na liniach kolejowych w Polsce

Spośród typowych napędów stosowanych na sieci kolejowej, napęd lekki typu A spotykany jest sporadycznie, praktycznie wyszedł już z użycia. Podobnie napęd typu JEA-29 (produkowany na podstawie licencji firmy Ericsson), ze względu na swój wiek oraz duży stopień zużycia stopniowo zostaje wycofywany z eksploatacji. Obecnie stosowanymi napędami elektrycznymi na kolejach polskich są: EEA-4, EEA-5, S 700 (KM) oraz EBI Switch 700.

Napęd zwrotnicowy typu JEA-29

Napęd JEA-29 (rys. 1b) jest bardzo prosty w konstrukcji i praktycznie niezawodny. Składa się z trzech głównych członów:

- silnika repulsyjnego prądu zmiennego jednofazowego,
- przekładni mechanicznej wraz z hamulcem silnika,
- zespołu przełączającego ze sprzęgłem ciernym i stykami dla obwodów zwrotnicowych.

Zaletą tego napędu jest jego prostota i niezawodność. W napędzie od strony silnika jest przewidziany otwór, dzięki któremu możliwe jest sterowanie ręczne (korbowanie) napędem. Główną wadą jest duża ciężar urządzenia oraz brak powiązania korby sterowania ręcznego z obwodem zwrotnicowym. Przy korbowaniu napędu istnieje możliwość zasterowania elektrycznego napędem, a w konsekwencji niebezpieczeństwo wytrącenia korby z ręki [6].

Napęd zwrotnicowy typu EEA-4

Napęd zwrotnicowy EEA-4 (rys. 1b) to lżejszy i nowocześniejszy następca napędu JEA, produkowany od 1975 roku. W początkach XXI wieku został wycofany z produkcji jako konstrukcja przestarzała. Jednak popyt i zapotrzebowanie na części zamienne zdecydowały o powrocie napędu do oferty firmy Bombardier Transportation (ZWUS) Polska.

Budowa napędu jest bardzo podobna do poprzednika, lecz wady zostały przez projektantów wyeliminowane. Produkowany jest w różnych odmianach i konfiguracjach, w zależności od potrzeb. Napęd jest nieco bardziej skomplikowany, ale chwalony przez monterów ze względu na niezawodność. Przy prawidłowej konserwacji, napęd praktycznie nie ulega awariom. Elementami, na które należy zwracać większą uwagę np. przy okresowej konserwacji są wyłączniki bezpieczeństwa działające podczas ręcznego przekładania zwrotnicy oraz część mechaniczna układu napędowego [1].

Napęd zwrotnicowy typu EEA-5

Napęd typu EEA-5 produkowany od końca lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, jest wyrobem firmy Bombardier Transportation (ZWUS) Polska. Stanowi konstrukcję modułową (rys. 1d, rys. 2).

W skład napędu zwrotnicowego EEA-5 wchodzi następujące moduły:

- zespół płyty podstawy,
- moduł zamykający,
- moduł sterująco-kontrolny,
- sprzęgło siły trzymania z suwakiem nastawczym,
- moduł wyłącznika korby,
- moduł przesuwny,
- moduł silnika,
- zespół suwaków kontrolnych,
- dolna osłona silnika,
- pokrywa napędu.

Napędy elektryczne typu EEA-5 wykonywane są w wersjach rozpruwalnej i nierozpruwalnej. Przy rozpruciu zwrotnicy w napędzie często ulega odkształceniu i zniszczeniu wał przekładni ślimakowej. Wał biegnie prawie przez całą długość napędu, więc jest dość długi i podatny na zginanie. Występuje tu trudne i żmudne korbowanie oraz dłuższa czasowo praca napędu (w porównaniu do EEA-4). Brak jest możliwości zastosowania tego napędu na górkach rozrządowych, gdzie wymagane jest szybkie przełożenie zwrotnicy przy zjeżdżających z górki wagonach [2, 7].

Napęd zwrotnicowy SIEMENS typu S-700 (KM)

Napęd typu S-700 (KM) firmy SIEMENS to jeden z najbardziej zaawansowanych technicznie, najdroższych i rzadziej spotykanych napędów na sieci PKP PLK. Urządzenie konstrukcyjnie jest podobne do napędu EEA-5, oparte na zbliżonej zasadzie przekładania zwrotnicy i jest przystosowany do stosowania na liniach kolejowych o prędkości do 350 km/h. Natomiast napęd zwrotnicowy S700 KM jest nowocześniejszą wersją S700 K, posiada ulepszone parametry techniczne i właściwości eksploatacyjne,



4. Wybrane stanowiska laboratoryjne do badania systemów i urządzeń srk różnych producentów stosowanych w kolejnictwie polskim [opracowanie własne]:

- firmy Bombardier Transportation (ZWUS) Polska: a) samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu SPA-5; b) napędu zwrotnicowego typu EEA-5
- Zakładów Automatyki KOMBUD: c) licznikowego systemu kontroli niezajętości typu SKZR; d) samoczynnej sygnalizacji przejazdowej typu RASP-4Ft
- firmy Scheidt & Bachmann Polska: e) sygnalizacji przejazdowej typu BUES 2000; f) widok panelu zawierającego moduły poziomu zarządzania i moduł diagnostyczny

a także korzystniejsze rozwiązanie sposobu montażu napędu w rozjeździe. Napęd zwrotnicowy S700 KM posiada bardziej zwartą budowę i w ten sposób mniejsze rozmiary gabarytowe. Istotną zaletą tego napędu jest występowanie w jego budowie tzw. otworu spustowego wody, uniemożliwiającego powstawanie zawilgocenia elementów elektrycznych oraz jego zamarzania, a w ten sposób zwiększenia jego bezpieczeństwa i pewności działania [7].

W module podstawowym, w żeliwnej obudowie z zamykaną pokrywą stalową (ocynkowaną) wbudowane są następujące moduły funkcjonalne:

- moduł silnika,
- elektryczny moduł okablowania wraz z przełącznikami,
- moduł napędowy,

- moduł śruby napędnej wraz ze sprzęgłem nastawczym,
- moduł nastawczy wraz ze sprzęgłem trzymania,
- moduł suwaków kontrolnych.

Moduł podstawowy zawiera wyłącznik bezpieczeństwa, zamek przełączający, suwak blokujący, pokrywę oraz blokadę korby ręcznej.

Przez całą długość napędu biegnie wał ślimakowy, po którym przesuwają się prowadnica z dołączonym mechanicznie suwakiem. Napędy te funkcjonują poprawnie [7, 8].

Napęd zwrotnicowy typu EBI Switch 700

Elektrohydrauliczny napęd zwrotnicowy typu EBI Switch 700 (rys. 1f) jest

najnowszym napędem firmy Bombardier Transportation (ZWUS) Polska i przeznaczony jest do przestawiania zwrotnic z zewnętrznymi zamknięciami nastawczymi. Składa się z następujących podzespołów:

- silnika elektrycznego;
- osiowej pompy tłokowej;
- bloku sterującego;
- układu hydraulicznego.

Napęd zwrotnicowy EBI Switch 700 wyposażony jest w dwa systemy zabezpieczające, tj. system podstawowy odpowiedzialny za przestawienie iglicy i blokowanie jej w zadanej pozycji oraz system rezerwowy, który jest opcją awaryjną na wypadek usterki systemu podstawowego.

Napęd może współpracować ze wszystkimi typami rozjazdów, przy dowolnych skokach zamknięć nastawczych i dowolnych szerokościach torów. Produkowany jest w wersji rozpruwalnej oraz nierozpruwalnej. Zabudowywany jest na specjalnych mocowaniach razem z prętami nastawczymi i prętami kontrolnymi przeznaczonymi do kontroli położenia iglic [9].

Możliwości badawcze laboratoriów sterowania ruchem kolejowym uniwersytetu technologiczno-humanistycznego w Radomiu

Zakład Systemów Sterowania w Transporcie na Wydziale Transportu i Elektrotechniki (WTiE) UTH Radom dzięki współpracy z firmami Bombardier Transportation (ZWUS) Polska S.A. Katowice, Zakładami Automatyki KOMBUD S.A. z Radomia oraz Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o w Luboniu wzbogacił swoją infrastrukturę badawczą o nowoczesne i unikalne w skali europejskiej laboratoria przeznaczone do badań techniczno-funkcjonalnych systemów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

Na WTiE aktualnie wykorzystywane są trzy laboratoria wyposażone w nowoczesne rozwiązania techniczne sterowania ruchem kolejowym:

- Laboratorium Elementów i Urządzeń SRK (m.in. Z.A. KOMBUD

S.A., Bombardier Transportation (ZWUS) Polska S.A.),

- Laboratorium Systemów SRK (Bombardier Transportation ZWUS Polska S.A.),
- Laboratorium Systemów Automatyki Kolejowej (Scheidt & Bachmann Polska Sp. z o.o.).

Zgromadzono w nich modele podstawowych systemów i urządzeń srk, obecnie produkowanych przez wskazane firmy i stosowanych na modernizowanych liniach kolejowych. Wszystkie stanowiska laboratoryjne odpowiadają realnym systemom sterowania ruchem kolejowym, eksploatowanym na kolejach polskich [3].

W Laboratorium Systemów SRK (Bombardier Transportation ZWUS) istnieje model napędu zwrotnicowego typu EEA-5 (rys. 4b), natomiast w Laboratorium Elementów i Urządzeń SRK model starszego napędu JEA-29, na których można przeprowadzać różnego rodzaju badania eksperymentalne.

W oparciu o przedstawione laboratoria sterowania ruchem kolejowym na Wydziale Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu prowadzone są prace badawczo-naukowe, w tym m.in. projekt w ramach Programu Badań Stosowanych „System gromadzenia danych eksploatacyjnych i analizy niezawodności i bezpieczeństwa układów automatyki kolejowej”, PBS3/A6/29/2015 (IDz47180).

Wnioski

Producenci napędów zwrotnicowych w dużym stopniu zunifikowali swoje rozwiązania techniczne przy dużym urozmaiceniu ich wykonań. Spowodowane jest to między innymi:

- różnorodnością wymagań dotyczących funkcjonalności napędów,
- dostępnością serwisu oraz części zamiennych do napędów.

Niezależnie od producenta napędy zwrotnicowe cechują się prostą

budową oraz wykonaniem zabezpieczającym przed narażeniem na czynniki atmosferyczne. Budowa ich oparta jest na silniku elektrycznym, elemencie przeniesienia momentu obrotowego silnika (np. przez przekładnię mechaniczną lub siłownik hydrauliczny) oraz układzie przestawienia zwrotnicy. Rozwiązania bloków wykonawczych w poszczególnych typach napędów zwrotnicowych są różne, jednak ich podstawowe właściwości pozostają takie same.

Wśród zalet funkcjonalnych w napędach zwrotnicowych należy wyróżnić następujące cechy konstrukcyjne:

- konstrukcja napędu zwrotnicowego musi zabezpieczać go przed uszkodzeniem w przypadku rozprucia zwrotnicy,
- konstrukcja napędu zwrotnicowego, musi umożliwiać szybkie przywrócenie go do normalnej pracy po rozpruciu zwrotnicy,
- konstrukcja napędu zwrotnicowego musi umożliwiać w każdej fazie nastawiania zwrotnicy jej powrót do położenia pierwotnego,
- mocowanie napędu zwrotnicowego, nie zależnie od jego typu, musi gwarantować, aby wstrząsy powstałe na zwrotnicy nie przenosiły się na jego elementy,
- konstrukcja napędu zwrotnicowego winna umożliwiać jego montaż zarówno po prawej, jak i po lewej stronie zwrotnicy bez konieczności dokonywania przeróbek warsztatowych.

Obecnie prace nad nowoczesnymi rozwiązaniami napędów zwrotnicowych koncentrują się głównie na wykorzystaniu elementów elektrycznych i elektronicznych. Zastosowanie elementów elektronicznych daje producentom możliwość ich wykorzystania dla celów zwiększenia bezpieczeństwa prowadzonego ruchu.

Mimo wielu różnic dzielących przedstawione w artykule elektryczne napędy zwrotnicowe niezmiennie pozostaje ich przeznaczenie oraz duża niezawodność działania.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, nr umowy PBS3/A6/29/2015. ◀

Materiały źródłowe

- [1] ADtranz ZWUS: Elektryczny napęd zwrotnicowy typu EEA-4, Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, 1989.
- [2] Bombardier Transportation (ZWUS) Polska: Napęd zwrotnicowy typu EEA-5, Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Katowice 2002.
- [3] Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: Rozwój infrastruktury badawczej UTH Radom o nowe urządzenia automatyki kolejowej. AUTOBUSY Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe (CD) Nr 6 (196), Radom 2016.
- [4] Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym, Wydawnictwo UTH, Radom 2013.
- [5] Karaś S., Doliński M.: Urządzenia sterowania ruchem kolejowym i łączności. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1988.
- [6] Karaś S.: Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990.
- [7] Kornaszewski M., Czubak D.: Analiza porównawcza elektrycznych napędów zwrotnicowych EEA-5 oraz S700 KM. Technika Transportu Szynowego (CD) 9/2012.
- [8] Siemens A.G.: Napęd zwrotnicowy S700 K/KM, Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, Warszawa 2004.
- [9] Zalewski P., Siedlecki P., Drewnowski A.: Technologia Transportu Kolejowego, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2004.
- [10] http://www.bsk.isdr.pl/srk_zwrotnice.php

REKLAMA



CZAS NA INNOWACYJNE BUDOWNICTWO

Oferujemy profesjonalne usługi z zakresu:

- budowy infrastruktury komunikacyjnej, sieci instalacyjnych i obiektów hydrotechnicznych,
- wykonywania pomiarów geodezyjnych, tworzenia map do celów projektowych, wytyczenia budynku i sieci.



W BUDOWNICTWIE WYBIERZ FIRME,
KTÓREJ MOŻESZ ZAUFAC

Zobacz, co już wybudowaliśmy
i dla kogo pracowaliśmy:
www.gm-roads.pl

Biuro:

ul. Krzemieniecka 47,
54-613 Wrocław

Budownictwo inżynieryjne:

tel.: (71) 300 12 40
e-mail: info@gm-roads.pl

Geodezja:

tel.: 697 660 932
e-mail: m.wozniak@gm-roads.com

Siedziba firmy:

ul. Wrocławska 41, Łażany
58-130 Żarów

Koncepcja pomiaru sił przestawiania napędu zwrotnicowego

The concept of measuring force adjustment crossover drives



Janusz Dyduch

Prof. dr hab. inż.

Zakład Systemów Sterowania
w Transporcie
Uniwersytet Technologiczno-
Humanistyczny w Radomiu



Roman Pniewski

Prof. nadzw.dr hab. inż.

Zakład Systemów Sterowania
w Transporcie
Uniwersytet Technologiczno-
Humanistyczny w Radomiu

Streszczenie: W ramach prowadzonego projektu w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie jest opracowywany system automatycznego gromadzenia danych eksploatacyjnych i system automatycznego prognozowania stanu urządzeń SRK. W ramach projektu został opracowany prototypowy układ do bezprzewodowego pomiaru prądów silnika napędu wraz z parametrami otoczenia. Układ zostanie wykorzystany do automatycznej diagnostyki napędów zwrotnicowych.

Słowa kluczowe: Napęd zwrotnicowy; Siła przestawiania

Abstract: As part of the project in the Department of Control Systems in Transport is developed system of automatic data collection supplies and automatic forecasting status of Railway signaling Systems. The project was developed prototype system for wireless measurement of currents drive motor together with the parameters of the environment. The system will be used for the automatic diagnosis of scrossover drives.

Keywords: Crossover drives; Force adjustment

System automatycznego wnioskowania o stanie urządzeń

Charakterystyczną cechą obiektów automatyki kolejowej jest możliwość ich przebywania w różnych stanach eksploatacyjnych, niezawodnościowych, diagnostycznych, itp. Wieloletnie doświadczenia z eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym (SRK) potwierdzają zależność ich poprawnego funkcjonowania od niezawodności układów i elementów tworzących strukturę techniczną systemów. Zadaniem służb eksploatacyjnych jest m.in. zbieranie informacji o procesie eksploatacji badanych obiektów i przekazywanie ich do jednostki koordynującej badania. Zastosowanie na polskich kolejach coraz bardziej nowoczesnych systemów SRK wykonanych w oparciu o technikę mikroprocesorową i mikrokomputerową powoduje potrzebę analizy i oceny ich działania, współdziałania oraz prognozo-

wania skutków eksploatacyjnych, w tym procesu odnowy, wynikających z wdrażania tych systemów.

Projektowany w Zakładzie Systemów Sterowania w Transporcie system wspomaganie analizy niezawodności i bezpieczeństwa systemów automatyki kolejowej będzie szczególnie przydatny przy ocenie systemów SRK realizowanych w technice mikroprocesorowej, zgodnie z wymaganiami instytucji międzynarodowych zalecanymi przez normy CENELEC EN 50129, 50128. Zalecenia te sformułowane przez europejskie komitety normalizacyjne (CENELEC) i organizacje kolejowe (UIC, IRSE) wprowadzają na koleje europejskie obowiązek wyznaczania a następnie kontrolowania wskaźników niezawodnościowych dla komputerowych systemów SRK zapewniających poprawną i bezpieczną pracę. Również potwierdzeniem pilnej potrzeby wzmocnienia diagnostyki systemów SRK są dane o liczbie

wypadków na kolei. Pod względem liczby wypadków w Europie w 2012 roku Polska jest na pierwszym miejscu: 327 zdarzeń (np. 152 w Niemczech, 100 w Rumunii). Ponad 80% wszystkich wypadków związane jest z prowadzeniem ruchu kolejowego. Istotnym czynnikiem wzrostu bezpieczeństwa ruchu kolejowego jest także doskonalenie metod podejmowania decyzji eksploatacyjnych (niezawodnościowo-utrzymanio- wych) systemów SRK, dotyczących planowania obsługi systemów i metod postępowania w sytuacjach awaryjnych.

Badania eksploatacyjne są w przypadku urządzeń SRK najbardziej efektywnym źródłem informacji niezbędnym do wyznaczania wartości liczbowych wskaźników niezawodności. Badania te pozwalają na uzyskanie pełnej informacji o zachowaniu się systemu w warunkach eksploatacji (użytkowanie i odnowa). Stanowią nie tylko podstawę do



1. Budowa napędu EEA5

doskonalenia konstrukcji obiektów technicznych i doskonalenia procesu produkcyjnego, lecz również umożliwiają uzyskanie wiarygodnych informacji, niezbędnych do sterowania procesem eksploatacji, w tym odnową, właściwej organizacji zaplecza obsługowo-naprawczego, czy też prognozowania i określenia kosztów eksploatacji.

Zastosowanie na polskich kolejach coraz bardziej nowoczesnych systemów SRK wykonanych w oparciu o technikę mikroprocesorową i mikrokomputerową powoduje potrzebę analizy i oceny ich działania, współdziałania oraz prognozowania skutków eksploatacyjnych, w tym procesu odnowy, wynikających z wdrażania tych systemów.

Prognozowanie niezawodności eksploatacyjnej systemów SRK polega na określeniu wartości wskaźników niezawodności z uwzględnieniem warunków pracy i oddziaływania środowiska. Działanie to wymaga gromadzenia i analizy informacji o:

- modelu niezawodnościowym systemu,
- warunkach pracy i warunkach środowiskowych,
- charakterystykach niezawodnościowych stosowanych elementów, podzespołów i ewentualnego oprogramowania

Celem prowadzonych w ZSSwT prac badawczych jest opracowanie

systemu automatycznej akwizycji danych i systemu ekspertowego do wnioskowania o stanie urządzeń. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez opracowanie metod analizy danych diagnostycznych urządzeń SRK pochodzących z urządzeń automatyki kolejowej.

Założony cel projektu zostanie zrealizowany poprzez:

- Budowa nowego laboratorium badawczego urządzeń sterowania ruchem (oraz integracja z istniejącymi na Wydziale laboratoriami)
- Konstrukcja systemu automatycznego gromadzenia danych o stanie urządzeń
- Budowa modelu niezawodnościowego urządzeń automatyki kolejowej.
- Zgromadzenie i przygotowanie danych dotyczących urządzeń SRK.
- Przygotowanie środków symulowania typowych oraz awaryjnych warunków pracy urządzeń SRK.
- Przygotowanie bazy danych do gromadzenia informacji o urządzeniach SRK.
- Przygotowanie procedur do wyznaczania charakterystyk.

System ekspercki będzie zawierał podstawowe dane dotyczące procesów użytkowania systemów SRK oraz ich niezawodności i odnowy dla

sześciu głównych modułów (podsystemów SRK):

- ogólny opis charakterystyk technicznych, eksploatacyjnych i ekonomicznych,
- urządzeń blokady liniowej,
- urządzeń nastawczych,
- urządzeń przejazdów kolejowych,
- urządzeń oddziaływania tor-pojazd,
- urządzeń zdalnego sterowania.

Wyniki uzyskane na podstawie badań eksploatacyjnych i prowadzonej na bieżąco diagnostyki urządzeń SRK mogą być wykorzystane nie tylko jako podstawa do doskonalenia konstrukcji obiektów technicznych i doskonalenia procesu produkcyjnego, lecz również jako jedna z możliwości uzyskania wiarygodnych informacji, niezbędnych do sterowania procesem eksploatacji, w tym odnową, właściwej organizacji zaplecza obsługowo-naprawczego, czy też prognozowania i określenia kosztów eksploatacji.

Elektryczne napędy zwrotnicowe

W badaniach wstępnych (prowadzonych na Wydziale Transportu i Elektrotechniki) wykorzystano napęd EEA-5, ponieważ takim napędem dysponują autorzy w laboratorium Systemów SRK.

Napęd zwrotnicowy EEA-5 przeznaczony jest do przestawiania zwrotnic z zamknięciami zewnętrznymi oraz do przestawiania ruchomego dzioba.

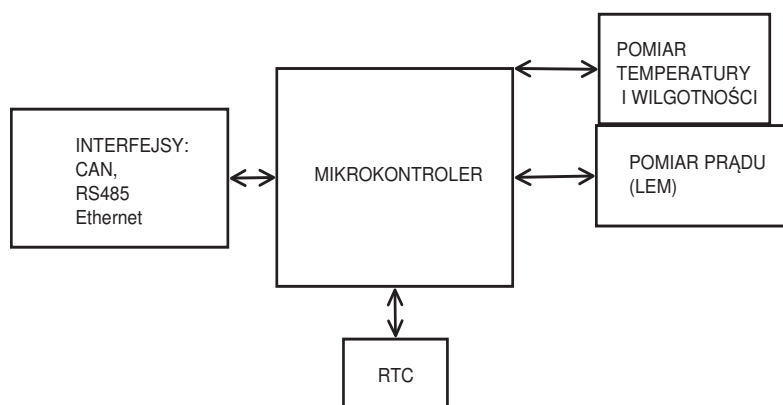
Napęd EEA-5 stanowi konstrukcję modułową. Poszczególne moduły, wyszczególnione poniżej, stanowią one zespoły wymienne:

1. Zespół płyty podstawy,
2. Moduł zamykający,
3. Moduł sterująco-kontrolny,
4. Sprzęgło siły trzymania z suwakiem nastawczym,
5. Moduł wyłącznika korby,
6. Moduł przesuwny,
7. Moduł silnika,

8. Zespół suwaków kontrolnych,
9. Dolna osłona silnika,
10. Pokrywa napędu,

Dodatkowo w komplecie z napędem dostarczane są:

- korba do ręcznego przestawiania napędu,
- klucz do regulacji sprzęgła przeciążeniowego,
- Dokumentacja Techniczno-Ruchowa,



2. Schemat blokowy układu pomiarowego

Dane techniczne napędu EAA-5:

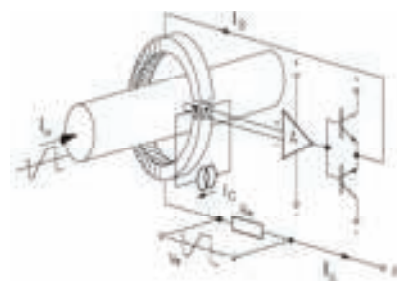
- Skok suwaka nastawczego: 125 do 260 mm;
- Siła nastawcza: 2 – 10 kN;
- Siła trzymania napędu nierozpruwalnego: 100 kN;
- Siła rozprucia napędu rozpruwalnego: 8 – 12 kN;
- Maksymalne opory przestawiania rozjazdu:
 - Nierozpruwalny: 8 kN;
 - Rozpruwalny: 6 kN;
- Czas przestawiania: 4 – 6 sek.;
- Masa: 160 kg.;
- Zakres temperatur: od – 40 do + 80°C;
- Stopień ochrony: IP 54
- Trwałość: 1 mln zadziałań;
- Wymiary: 1123 x 412 x 274 mm;
- Napięcie zasilania: - 3 x 380V 50Hz,- 1 x 220V 50Hz,
- Prąd znamionowy:
 - dla 3 x 380V 50Hz: 2,3 A;
 - dla 1 x 220V 50Hz: 3,6 A;
- Moc silnika: 435W;
- Oporność przewodów: do 54 W;
- Oporność na udary: 30 g;

1. temperatura otoczenia,
 2. wilgotność,
 3. czas (data, godzina).
2. Ze względu na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa wszystkie układy pomiarowe są izolowane galwanicznie od obwodów elektrycznych napędu.
 3. Układ pomiarowy może komunikować się z systemami diagnostycznymi za pomocą interfejsów:
 - RS-485,
 - CAN,
 - Ethernet.

nych technologii pomiarowych prądu i napięcia tj. otwarta pętla sprzężenia zwrotnego (open loop O/P), zamknięta pętla sprzężenia zwrotnego (closed loop) itp. Elementem pomiarowym w przetwornikach elektrycznych jest głównie płytka Hall'a. Zasadę działania przetwornika za zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego pokazano na rys. 3. Przetworniki prądowe firmy LEM mierzą prądy w zakresie od pojedynczych mA do kilkudziesięciu kA przy częstotliwościach od składowej stałej do kilkuset kHz. Napięciowy lub prądowy sygnał

Schemat blokowy układu pokazano na rys. 2

Do pomiaru prądów silnika wykorzystano przetworniki firmy LEM. Firma LEM to czołowy producent przetworników do pomiaru prądu i napięcia. Przetworniki charakteryzują się galwanicznym oddzieleniem obwodu pierwotnego od wtórnego. LEM jest autorem kilku opatentowa-

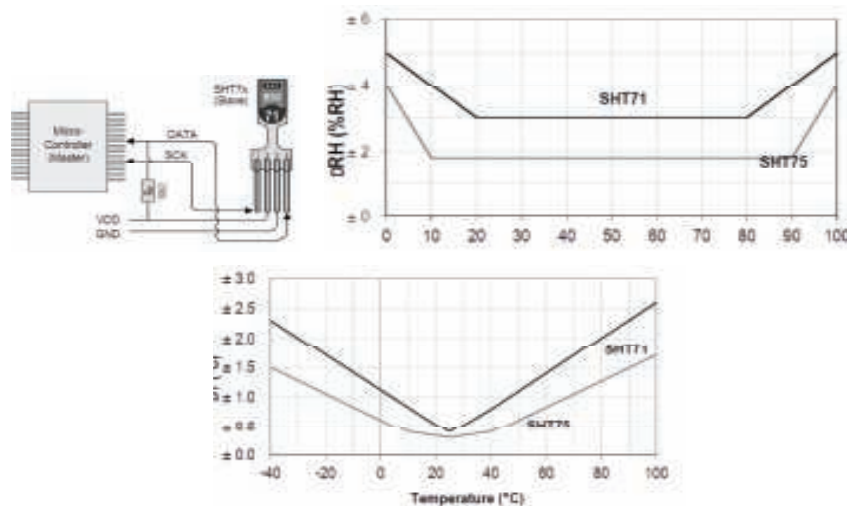


3. Zasada działania przetwornika LEM [8]

Konstrukcja układu pomiarowego

W ramach, realizowanego projektu został opracowany układ pomiarowy, który zostanie wykorzystany w badaniach eksploatacyjnych. Przy projektowaniu mikroprocesorowego systemu pomiarowego przyjęto następujące założenia:

1. W układzie będą rejestrowane następujące (bieżące parametry)
 - prąd silnika,
 - czas przestawiania (na podstawie mierzonego prądu),



4. Charakterystyki czujników SHT71 i SHT75

wyjściowy może być proporcjonalny zarówno do wartości chwilowej mierzonego prądu jak również do wartości skutecznej. Przetworniki prądowe i napięciowe LEM stosowane są do pomiarów prądów i napięć w układach elektrycznych, procesach i urządzeniach tj.: konwertery, falowniki, przetwornice napięcia, roboty, zasilacze, spawarki, napędy trakcyjne, podstacje elektryczne i trakcyjne itp.

Pomiar wilgotności i temperatury zrealizowano z wykorzystaniem czujnika scalonego firmy Sensirion SHT75 [2]. Układ komunikuje się z mikrokontrolerem za pomocą interfejsu cyfrowego. Na rys. 4. Pokazano sposób połączenia czujnika z mikrokontrolerem oraz charakterystyki czujnika.

Wnioski

Przedstawiony w artykule układ, przeznaczony do pomiaru i rejestracji prądu silnika napędu zwrotnicowego pozwoli na bieżącą diagnostykę napędów (w okresie między konserwacjami). Jednoczesna rejestracja parametrów środowiskowych (temperatura, wilgotność) da możliwość prognozowania przyszłych zmian parametrów napędu (i rozjazdu) w określonych warunkach.

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, nr umowy PBS3/A6/29/2015. ◀

Materiały źródłowe

[1] DOKUMENTACJA TECHNICZNO-RUCHOWA - Elektryczny napęd Zwrotnicowy EEA-5, DTR-99/EEA-5, zmiana E271/2005 „d”, BOMBARDIER, Katowice, 2007,

- [2] Dokumentacja SHT7x (SHT71, SHT75) Humidity and Temperature Sensor IC (www.sensirion.com),
- [3] Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Napęd zwrotnicowy S700 K/KM, TS RA PL, Warszawa 2005,
- [4] Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: Rozwój infrastruktury badawczej UTH Radom o nowe urządzenia automatyki kolejowej. AUTOBUSY Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe (CD) Nr 6 (196), Radom 2016.
- [5] Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym, Wydawnictwo UTH, Radom 2013.
- [6] Mikulski J., Młyńczak J.: Eksploatacyjne badania napędów zwrotnicowych, „Problemy kolejnictwa” nr 153, Warszawa 2011.
- [7] Pełka A.: Rozprawa doktorska: Diagnozowanie urządzeń sterowania ruchem kolejowym na przykładzie napędu zwrotnicowego, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków 2009.
- [8] <http://www.lem.com/>

REKLAMA

DOLKOM spółka z o. o. we Wrocławiu od blisko 60 lat wykonuje modernizacje i naprawy infrastruktury kolejowej z wykorzystaniem maszyn do robót torowych o dużej wydajności oraz wykonuje naprawy maszyn do robót torowych i napraw sieci trakcyjnej.

Spółka jest przewoźnikiem kolejowym i posiada wydane przez Urząd Transportu Kolejowego licencje i certyfikaty bezpieczeństwa.



DOLKOM
WROCLAW

Kontakt:

50-502 Wrocław ul. Hubska 6; tel. (71) 717 5630; fax. (71) 717 5164
e-mail: dolkom@dolkom.pl; www.dolkom.pl

Toromierz iTEC – wyniki badań inercyjnego układu pomiarowego

iTEC measurement trolley - the results of tests of the inertial measurement system



Jerzy Cejmer

mgr inż.

Instytut Kolejnictwa w Warszawie,
Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów

jcejmer@ikolej.pl



Marcin Kowalski

dr inż.

P.U.T. Graw sp. z o.o.

kowalski@graw.com

Streszczenie: W artykule opisano przebieg prac badawczych i rozwojowych podjętych w celu opracowania innowacyjnego inercyjnego toromierza elektronicznego do pomiaru strzałek toru. Opisany toromierz przeznaczony jest zarówno do codziennej diagnostyki toru, jak i do pomiarów odbiorowych torów z maksymalną prędkością 160 km/h i większych. Autorzy przytoczyli szczegółowe wyniki testów polowych i analiz wykonanych w celu potwierdzenia skuteczności metody pomiarowej.

Słowa kluczowe: Toromierz inercyjny; Inercyjny układ pomiarowy; Pomiar toru

Abstract: The article describes the course of research and development undertaken to develop the innovative inertial electronic trolley for measurement of track versines. Described trolley is designed both for the routine daily track diagnostics and the track acceptance measurements of tracks with the maximum line speed of 160 km/h and above. The authors set out the detailed results of field tests and analyses performed to confirm the effectiveness of this measurement method.

Keywords: Inertial trolley; Inertial measurement system; Track measurement

Toromierze samorejestrujące TEC są od wielu lat powszechnie stosowane dla potrzeb rutynowych pomiarów diagnostyki torów. Wyniki pomiarów tymi toromierzami przedstawiane są w sposób podobny do wyników pomiarów z drezyn EM120, a osiągnięte dokładności pomiarów poszczególnych parametrów oceny stanu torów są zupełnie zadowalające dla potrzeb tego rodzaju diagnostyki. Ponadto foliowe klawiatury pulpitu operatora umożliwiają łatwe notowanie wyników kontroli wizualnej toru i zapisywanie jej rezultatów w funkcji przebytej drogi w pliku z wynikami pomiarów. Takie zalety w połączeniu ze znacznym skróceniem czasu trwania pomiarów i ułatwieniem ich wykonywania, w porównaniu do pomiarów wykonywanych klasycznym toromierzem ręcznym spowodowały, że dzisiaj trudno sobie wyobrazić diagnostykę w zakładach PKP PLK SA bez wykorzystywa-

nia toromierzy TEC.

W miarę wzrostu zapotrzebowania na wykonywanie pomiarów odbiorowych prac inwestycyjnych w torach, zwłaszcza dla torów przeznaczonych do prędkości 160 km/godz. i większych, coraz powszechniejsze stało się oczekiwanie zwiększenia dokładności pomiarów wartości strzałek. Toromierze TEC umożliwia-

ją bowiem pomiar różnic wartości strzałek z dokładnością większą niż $\pm 1\text{mm}$ dzięki czemu kształt wykresów strzałek na bazie 10 m jest odtwarzany poprawnie, ale wyliczane z metody trójpunktowej wartości strzałek obciążone są błędem około $\pm 10\text{ mm}$, co w przypadku pomiarów odbiorowych jest nieakceptowalne.

Z tego powodu rozpoczęto pra-



1. Prototyp toromierza iTEC



2. Zdjęcie satelitarne toru próbnego (Gliwice) z zaznaczonym odcinkiem testowym

ce nad innowacyjnym inercyjnym systemem pomiaru strzałek przeznaczonym do instalacji na toromierzu samorejestrującym. Na prowadzenie tych prac badawczych i rozwojowych GRAW sp. z o.o. uzyskała dofinansowanie z programu Innowacyjna Gospodarka (1.4). W wyniku realizacji projektu powstał prototyp toromierza iTEC z innowacyjnym inercyjnym systemem pomiaru strzałek (rysunek 1).

Przebieg badań

W budowie inercyjnego systemu pomiarowego zastosowano najnowocześniejsze, małogabarytowe i niskoenergetyczne komponenty takie jak półprzewodnikowe akcelerometry i żyroskopy wytypowane na podstawie prób i testów prowadzonych w ramach projektu badawczego. Zasadniczą częścią innowacji jest system rejestracji i przetwarzania sygnałów pomiarowych umożliwiający

wyliczenie z sygnałów pomiarowych żądanych wartości parametrów geometrycznych toru. Pierwsze próby prowadzono na torach bocznicy, a wyniki pomiarów promieni łuków uzyskane z prototypu systemu inercyjnego porównano z wynikami pomiarów wykonanych techniką GPS-RTK.

Na rysunku 2 pokazano zdjęcie satelitarne torów, na których prowadzono pomiary, a wyniki obliczeń i porównań obu metod przedstawiono w tabelach 1 oraz 2. Odcinek testowy składał się z 3 prostych oraz 2 łuków o promieniach 200 i 300 metrów. W ramach testów przeprowadzono 10 pomiarów toromierzem iTEC w obu kierunkach (w odniesieniu do kilometracji toru) oraz przy różnych prędkościach wykonywania pomiarów. Jak wynika z przedstawionych wyników uzyskano bardzo dużą powtarzalność pomiarów (odchylenie standardowe średniej wartości strzałki na obu łukach poniżej 0,2 mm), jak również zgodność wyników z niezależnymi pomiarami wykonywanymi z wykorzystaniem dokładnego odbiornika GPS/RTK.

Po zakończeniu prób własnych przeprowadzenie szczegółowych badań innowacyjnego inercyjnego systemu pomiaru strzałek zlecono Instytutowi Kolejnictwa. Badania były prowadzone zarówno na torze doświadczalnym w Żmigrodzie jak i w warunkach torów szlakowych. Na rysunku 3 pokazano charakterystyczny dla toru doświadczalnego w Żmigrodzie przebieg wartości strzałek zmierzonych kilkakrotnie badanym systemem inercyjnym. Badano zarówno powtarzalność wskazań systemu inercyjnego jak i zgodność wyników jego pomiarów z wynikami pomiarów wykonanych strzałkomierzem.

Na rysunku 4 pokazano wartości różnic wyników dwóch pomiarów wykonanych systemem inercyjnym na długości toru około 300 m z wartościami strzałek zmierzonymi strzałkomierzem. Jak widać na całej długości łuku R600 uzyskano bar-

Tab. 1. Wyniki 10 pomiarów toromierza iTEC na 2 łukach testowych (wyliczona średnia wartość strzałki, wyliczona długość promienia łuku)

Pomiar toromierzem iTEC					
Łuk 1			Łuk 2		
przejazd	Średnia strzałka [mm]	promień [m]	przejazd	Średnia strzałka [mm]	promień [m]
1	41,4	302,1	1	-62,4	200,4
2	41,3	302,9	2	-62,7	199,3
3	41,5	301,4	3	-62,5	199,9
4	41,4	302,3	4	-63	198,4
5	41,5	301,4	5	-62,6	199,7
6	41,4	301,6	6	-62,9	198,7
7	41,5	301,5	7	-62,5	199,9
8	41,4	301,8	8	-62,8	199,1
9	41,4	301,6	9	-62,9	198,8
10	41,4	302,2	10	-62,9	198,7

Tab. 2. Wyniki 3 pomiarów z użyciem odbiornika GPS/RTK na 2 łukach testowych (wyliczona średnia wartość strzałki, wyliczona długość promienia łuku)

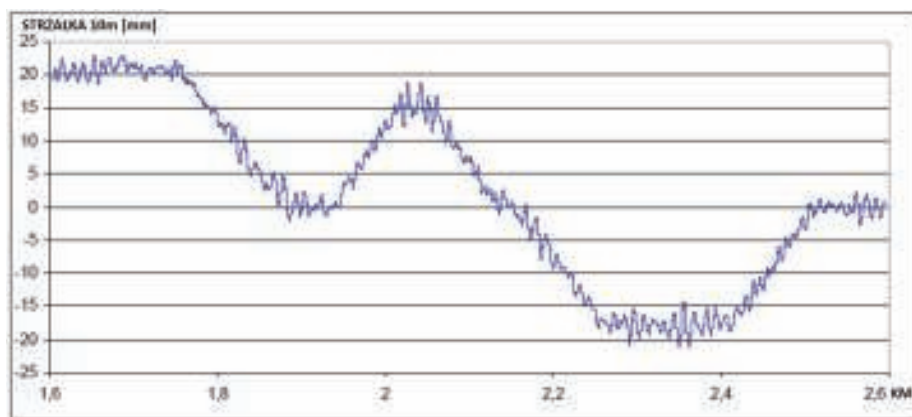
Pomiar GPS/RTK					
Łuk 1			Łuk 2		
przejazd	Średnia strzałka [mm]	promień [m]	przejazd	Średnia strzałka [mm]	promień [m]
1	42,9	291,6	1	-62,6	199,7
2	41,2	303,6	2	-62,1	201,2
3	41,6	300,6	3	-62,5	200,1

dzo dobrą zgodność wyników obu metod. Maksymalne wartości różnic strzałek na bazie 10 m są mniejsze niż 0,3, a zazwyczaj te różnice nie przekraczają wartości 0,15 mm.

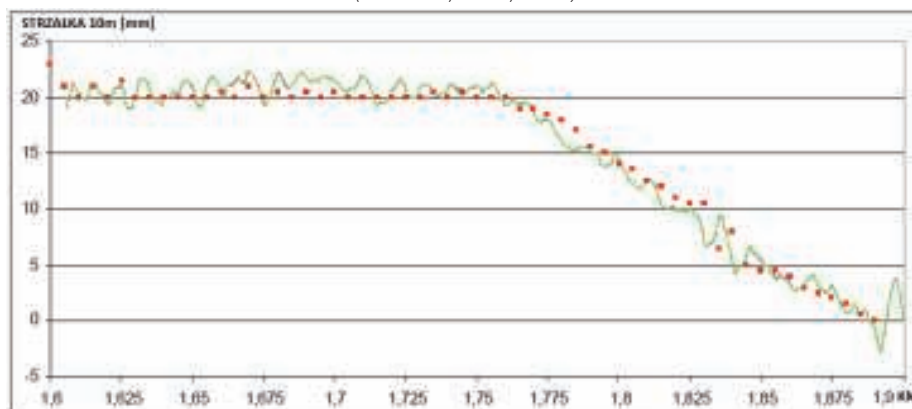
Zbiornicze wyniki badań przeprowadzonych w Żmigrodzie zestawiono w tabeli 3. Podano w niej średnie wartości strzałek i ich odchylenia standardowe oraz wyliczoną na podstawie średniej wartości strzałek rzeczywistą wartość promienia mierzonego łuku. Z zestawienia wynika, że wartości strzałek otrzymanych z pomiaru metodą inercyjną są bardzo zbliżone do wartości uzyskanych z pomiarów strzałkomierzem drutowym. Tak więc nowa metoda pomiaru strzałek, zastosowana w toromierzu iTEC, pozwala na określenie rzeczywistego promienia łuku z dużą dokładnością. O dużej dokładności pomiaru strzałek świadczy szczególnie porównanie obu metod na łukach o promieniu 150 m, gdzie – ze względu na duże wartości strzałek – pomiar strzałkomierzem drutowym jest najbardziej dokładny.

Badania własności metrologicznych prototypu systemu inercyjnego pracownicy Instytutu Kolejnictwa przeprowadzili na szlaku Konięcpol-Julianka. Badania przeprowadzono na torach prostych oraz na łukach R1050-R3000. Wyniki powtarzalności pomiarów wartości strzałek na bazie 10 m zestawiono w tabeli 4. Jak widać średnie wartości różnic są bliskie zeru, a odchylenia standardowe nie przekraczają wartości 0,4 mm.

Dla potrzeb oceny możliwości odwrotowania przez badany system pomiarowy bardziej złożonych kształtów toru przeprowadzono pomiar nietypowego odcinka toru. Zgodnie z projektem, na mierzonym odcinku tor powinien przebiegać w łuku o promieniu 674 m, ale w jego części środkowej na przejeździe kolejowym w poziomie szyn wystąpiło spłaszczenie łuku kołowego, które spowodowało, że powstał łuk koszo- wy. Pomiar strzałek metodą inercyjną oraz pomiar strzałek wykonane strzałkomierzem są zgodne, a kształt



3. Wykres rozkładu strzałek na torze testowym w Żmigrodzie na odcinku 1.6-2.6km (łuki 600m, 700m, 800m)



4. Porównanie wyników pomiarów wykonanych strzałkomierzem (czerwony) z pomiarami wykonanymi toromierzem iTEC (zielony) – łuk o promieniu 600m



5. Porównanie wyników pomiarów wykonanych strzałkomierzem (czerwony) z pomiarami wykonanymi toromierzem iTEC (zielony) na przejeździe kolejowym w okolicach 72,2 [km]



6. Wersja produkcyjna toromierza iTEC

Tab. 3. Wyniki porównania pomiarów wykonanych strzałkomierzem z pomiarami wykonanymi toromierzem iTEC

Promień nominalny [m]	Nr pomiaru	strzałka [mm]		Promień rzeczywisty [m]
		średnia	odch. stand	
150	21	86,01	5,41	145
	22	86,92	3,06	144
	23	85,86	5,43	146
	24	86,79	3,13	144
	strzałkomierz	85,7	5,56	146
150	21	82,19	2,57	152
	22	82,83	2,28	151
	23	82,21	2,61	152
	24	82,83	2,26	151
	strzałkomierz	81,63	4,12	153
600	1	20,84	0,94	600
	2	20,75	0,77	602
	3	20,83	0,94	600
	4	20,77	0,78	602
	strzałkomierz	20,3	0,61	615
700	1	17,76	1,37	704
	2	17,69	1,54	707
	3	17,76	1,37	704
	4	17,69	1,54	707
	strzałkomierz	18,1	0,38	691
800	1	15,20	1,82	822
	2	15,23	1,14	821
	3	15,20	1,83	822
	4	15,25	1,14	820
	strzałkomierz	15,19	0,35	823
900	17	13,89	0,77	900
	18	14,02	1,55	892
	19	13,93	0,76	897
	20	13,93	1,54	897
	strzałkomierz	13,9	0,70	899

Tab. 4. Wyniki porównania pomiarów wykonanych strzałkomierzem z pomiarami wykonanymi toromierzem iTEC dla łuków R1050 – R3000

Nr pomiaru	Średnia wartość błędu [mm]	Odchylenie standardowe
1 – 3 (łuk R1050)	0,04	0,30
2 – 4 (łuk R1050)	-0,03	0,28
5 – 1 (łuk R1050)	0,00	0,27
6 – 2 (łuk R1050)	0,14	0,25
7 – 9 (łuki R1920, R2500, R3000)	-0,05	0,29
8 – 10 (łuki R1920, R2500, R3000)	-0,04	0,37

tego zniekształcenia toru pokazano na rysunku 5.

Wyniki badań systemu inercyjnego pokazują więc, że wartości strzałek mierzonych systemem inercyjnym wykazują dużą zgodność z wartościami strzałek mierzonych strzałkomierzem na bazie 10 m i co

więcej system inercyjny pozwala na odtwarzanie nawet nietypowych, skomplikowanych kształtów torów. Warto przy tym podkreślić, że badania przeprowadzone przez Instytut Kolejnictwa dotyczyły także własności eksploatacyjnych prototypowego systemu inercyjnego, w tym także

technologii wykonywania pomiarów w warunkach toru otwartego. Wykonywanie pomiarów w takich warunkach wiąże się z koniecznością przerywania pomiarów na czas przejazdu pociągu i ich wznowienia po przejechaniu pociągu. Badania te wykazały, że przy zachowaniu opracowanej w ramach projektu technologii pomiaru możliwe jest przerywanie i wznowianie pomiarów bez pogorszenia ich dokładności.

Po zakończeniu prac rozwojowych i badań prototypu objętych projektem GRAW sp. z o.o. opracowała produkcyjną wersję toromierza iTEC (rysunek 6).

Podsumowanie

Pomiar strzałek i dołków odbywa się bezdotykowo systemem inercyjnym. Dla sprostania zwiększonemu zapotrzebowaniu na energię toromierz zaopatrzone jest w zewnętrzne akumulatory, które w razie potrzeby można łatwo wymienić bez przerywania sesji pomiarowej. Ponadto toromierz zaopatrzone jest w system GPS dzięki czemu wyniki pomiarów są łatwe do zlokalizowania w czasie i przestrzeni. Uwzględniając uwagi użytkowników, którzy widzą potrzebę wykonywania pomiarów inercyjnych nie tylko w czasie prac odbiorowych, ale także w wielu przypadkach codziennej diagnostyki toromierz może się komunikować przez złącze Bluetooth ze smartfonami i tabletami. Odpowiednie oprogramowanie umożliwi duplikowanie na ekranach takich przenośnych urządzeń pulpitu operatora toromierza i wprowadzanie informacji opisowych o stanie toru przez osobę nie zajmującą się bezpośrednio obsługą toromierza. Dzięki znakomitym właściwościom metrologicznym i eksploatacyjnym toromierz iTEC jest stosowany coraz szerzej w kraju i za granicą. ◀

Toromierz profilowy TEP – wyniki badań laserowego układu pomiarowego

TEP Rail Head Profile Trolley - test results of the laser measurement system



Marcin Kowalski

dr inż.

P.U.T. Graw sp. z o.o.

kowalski@graw.com

Streszczenie: W artykule opisano przebieg prac badawczych i rozwojowych podjętych w celu opracowania kompaktowego, optycznego układu pomiarowego do pomiarów elementów infrastruktury torowej. Opisano główne cechy optycznych układów pomiarowych oraz przedstawiono wyniki realizowanego projektu badawczego. Autor przedstawił 2 przykłady implementacji opracowanej technologii w przenośnych urządzeniach diagnostycznych: wózkowym toromierzu elektronicznym oraz urządzeniu do tworzenia modeli 3D krzyżownic rozjazdowych.

Słowa kluczowe: Toromierz elektroniczny; Laserowy pomiar główki szyny; Optyka pomiarowa

Abstract: The article describes the course of research and development undertaken to develop a compact, optical measurement system for measuring the elements of track infrastructure. The article describes the main features of the optical measurement systems and the results of the research project. The author presents two examples of the implementation of this technology in the portable diagnostic devices: electronic trolley and in the unit for the creation of 3D models of turnout crossings.

Keywords: Electronic trolley; Laser measurement of rail head; Measurement optics

W badaniach diagnostycznych stanu toru oprócz oceny podstawowych parametrów geometrii toru takich jak przechyłka, szerokość i nierówności toków szynowych niezbędne jest także kontrolowanie wielkości zużycia główek szyn. Kontrolę wielkości zużycia główki szyny można przeprowadzać ręcznie przy użyciu szablonów lub profilomierzy dotykowych lub laserowych (rysunek 1).

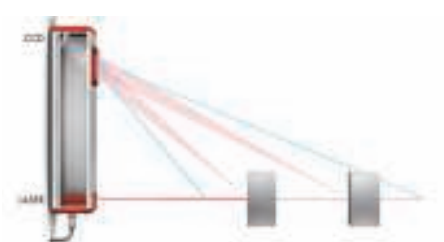
Ręczne metody pomiaru pozwalają skontrolować wielkość zużycia w dowolnym, wybranym przez diagnostę przekroju szyny. Jest zupełnie naturalne, że dąży się do zastąpienia takich punktowych informacji, pomiarami ciągłymi z możliwością prezentowania wyników analiz w postaci wykresów, tabel i ocen dla wybranych odcinków toru podobnie jak dla podstawowych parametrów stanu toru. Możliwość ciągłego pomiaru zużycia główki szyny stwarza zastosowanie laserowych systemów pomiarowych instalowanych



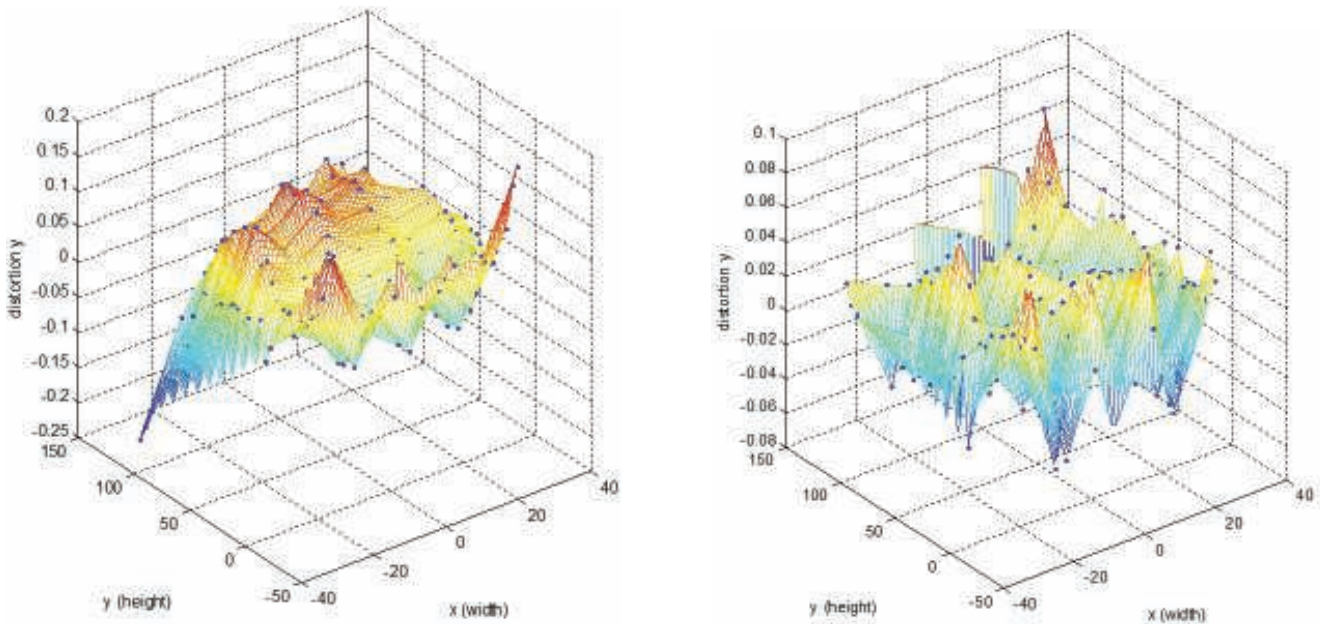
1. Profilomierz XY produkcji GRAW

na pojazdach i takie systemy stanowią zazwyczaj opcjonalne wyposażenie nowoczesnych pojazdów pomiarowych. W diagnostyce podstawowych parametrów geometrycznych toru są także powszechnie stosowane toromierze samorejestrujące TEC produkcji GRAW umożliwiające wykonywanie ciągłych pomiarów toru co wypełnia lukę pomiędzy ręcznymi, punktowymi pomiarami, a pomiarami wykonywanymi drezynami pomiarowymi. Postęp techniczny w zakresie techniki prze-

tworzania obrazu oraz coraz szersza oferta małogabarytowych komponentów mogących służyć do budowy laserowych systemów 2D (rysunek 2).



2. Wizualizacja laserowej głowicy profilowej



3. Przykład rozkładu błędu odtworzenia profilu w obszarze roboczym kamery przed (prawy) i po (lewy) linearyzacji głowicy pomiarowej



4. Wyniki porównania zmierzonego profilu z certyfikowanym wzorcem pomiarowym. Powtarzalność zmierzonego profilu < 0.10mm, odtwarzalności dla 10 pomiarów < 0.15mm

Wyniki badań

Taki stan techniki pozwolił na rozpoczęcie w GRAW sp. z o.o. prac badawczo-rozwojowych nad budową głowicy 2D specjalizowanej do potrzeb pomiaru profilu główki szyny. Środki finansowe na realizację tych prac uzyskano z funduszu Innowacyjna Gospodarka. W początkowych etapach projektu wybierano nisko-kosztowe komponenty o małym poborze mocy, przeprowadzono badania ich własności metrologicznych i eksploatacyjnych. Bardzo ważną część prac stanowiło wykonanie stanowisk kalibracyjnych oraz opracowanie procedur kalibracyjnych dla głowic 2D. Dzięki temu znacząco polepszone katalogowe osiągi nisko-kosztowych komponentów użytych do budowy głowic, a przykładowe rezultaty ich linearyzacji przedstawiono na rysunku 3.

Poprawność działania kompletnych głowic pomiarowych jest sprawdzana na wzorcach o znanym kształcie i wymiarach przez porównanie profilu zmierzonego głowicą 2D z profilem wzorca (rysunek 4).

Głowice 2D opracowane w ramach projektu są oferowane jako przystawki profilowe do toromierzy TEC zarówno w wersji jednogłowicowej –TEP2.1 jak i w wersji dwugłowicowej TEP2.2, która umożliwia jednoczesny pomiar profilu główek szyn na obu tokach szynowych (rysunek 5).



5. Toromierz profilowy TEP2.2 (wersja produkcyjna)



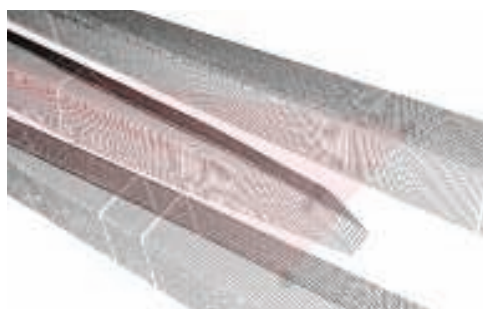
6. Pulpit sterujący toromierza TEP2.2

Funkcjonalność pulpitu toromierzy TEP jest analogiczna do typowej funkcjonalności toromierzy TEC (rysunek 6), a więc w czasie pomiarów profilu rejestrowane są parametry geometryczne toru, diagnosta ma możliwość rejestrowania w pliku pomiarowym dostrzeżonych usterek toru, a jednocześnie rejestrowane są w tym samym pliku pomiarowym zmierzone profile poprzeczne główek szyny (rysunek 7). Oprogramowanie dostarczane wraz z toromierzem TEP umożliwia prezentację zmierzonych wartości zużycia główek szyny w postaci wykresów w sposób analogiczny do wykresów parametrów geometrycznych torów.

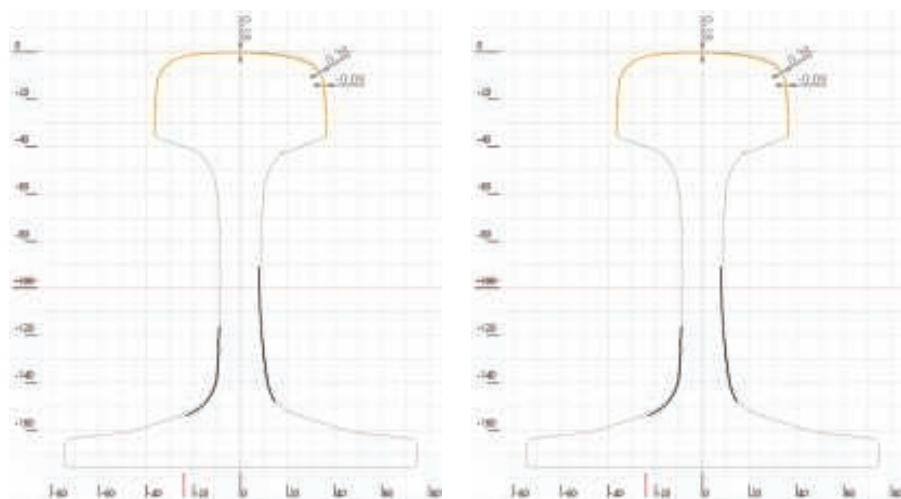
Toromierz TEP może być także stosowany do pomiarów zużycia iglicy rozjazdów. W tym celu opracowano specjalne biblioteki oprogramowania wyliczające szereg parametrów, między innymi obniżenie iglicy względem opornicy w całym obszarze przylegania.

W ramach testów przeprowadzono również badania dotyczące zastosowania pomiarów z wykorzystaniem głowic 2D do oceny zużycia krzyżownic rozjazdowych. Typowe podejście zakłada ocenę zużycia dzioba krzyżownicy względem szyn skrzydłowych. Porównań i oceny kształtu dzioba dokonuje się w takich przypadkach z wykorzystaniem profilomierzy ręcznych (rysunek 1) oraz linałów mechanicznych. Taka ocena, wykonywana w warunkach polowych, ma sporo wad, a przede wszystkim nie gwarantuje wysokich dokładności zarówno w czasie oceny stanu krzyżownicy jak i przy odbiorach prac remontowych.

W celu wyeliminowania powyższych problemów zaproponowano umieszczenie głowicy 2D na niezależnej ramie (rysunek 8). W takim rozwiązaniu głowica pomiarowa porusza się nad mierzonym



9. Przykładowy model 3D krzyżownicy rozjazdu z zaznaczoną powierzchnią referencyjną osadzoną na szynach skrzydłowych (czerwony obszar)



7. Przykłady pomiarów zużycia profilu szyny: po lewej rozkład zużycia na powierzchni tocznej przed szlifowaniem, po prawej pomiar podstawowych wartości zużycia główki szyny



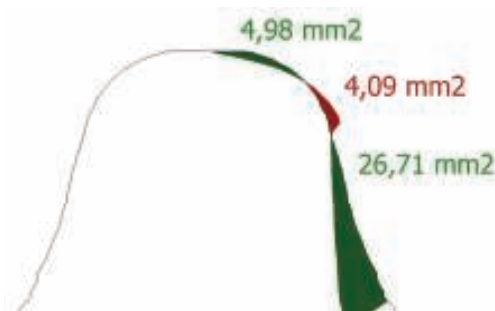
8. Skorpion - urządzenie do pomiarów 3D

nym obiektem wzdłuż prostoliniowej prowadnicy, stanowiącej linię referencyjną dla oceny wzdłużnej kształtu dzioba krzyżownicy.

W pełni skalibrowane urządzenie pozwala na stworzenie pełnego modelu 3D krzyżownicy (rysunek 9) z dokładnością lepszą niż $\pm 0.1\text{mm}$, z uwzględnieniem dzioba oraz szyn skrzydłowych na o długości do 1.2m i krokiem pomiarowym o długości 1mm.

rowym o długości 1mm.

W celu usprawnienia procesu oceny krzyżownic, w ramach prac rozwojowych, podjęto współpracę z oddziałem DB System Technik, prowadzącym wieloletnie badania dotyczące wydłużenia okresu użytkowania krzyżownic rozjazdowych. W okresie 2 lat powstało zaawansowane oprogramowanie, automatyzujące między innymi proces



10. Przykład porównania profilu poprzecznego dzioba krzyżownicy z analizą zużycia



11. Przykład oceny profilu wzdłużnego dzioba krzyżownicy (z lewej model 3D krzyżownicy z zaznaczonym kierunkiem oceny, z prawej profil dzioba krzyżownicy wzdłuż zdefiniowanego kierunku oceny)

oceny zużycia krzyżownic w czasie. Wbudowane funkcje pozwalają dodatkowo na: nakładanie na siebie pomiarów 3D krzyżownic wykonanych w różnych okresach, generowanie dowolnych przekroi poprzecznych krzyżownic z analizą zużycia (rysunek 10), precyzyjną ocenę profilu wzdłużnego dzioba krzyżownicy (rysunek 11).

Duże możliwości oferowane przez system sprawiło że obecnie urządzenie Skorpion (rysunek 8) jest stosowane w do badań trwałości krzyżownic rozjazdów na PKP, DB a ostatnio także na kolejach w Azji.

Podsumowanie

Badania prowadzone w ramach realizowanego projektu wykazały duże możliwości systemów opartych o głowice 2D, jak również ograniczenia takiej metody. Do głównych wad można zaliczyć słabą odporność działania systemu przy dużym nasłonecznieniu. W celu minimalizacji negatywnego wpływu promieni słonecznych można stosować różne metody, w tym różnego rodzaju kurtyny, filtry optyczne i algorytmiczne, jednak idealne rozwiązanie nie istnieje. Dlatego bardzo ważnym etapem projektowym jest ocena śro-

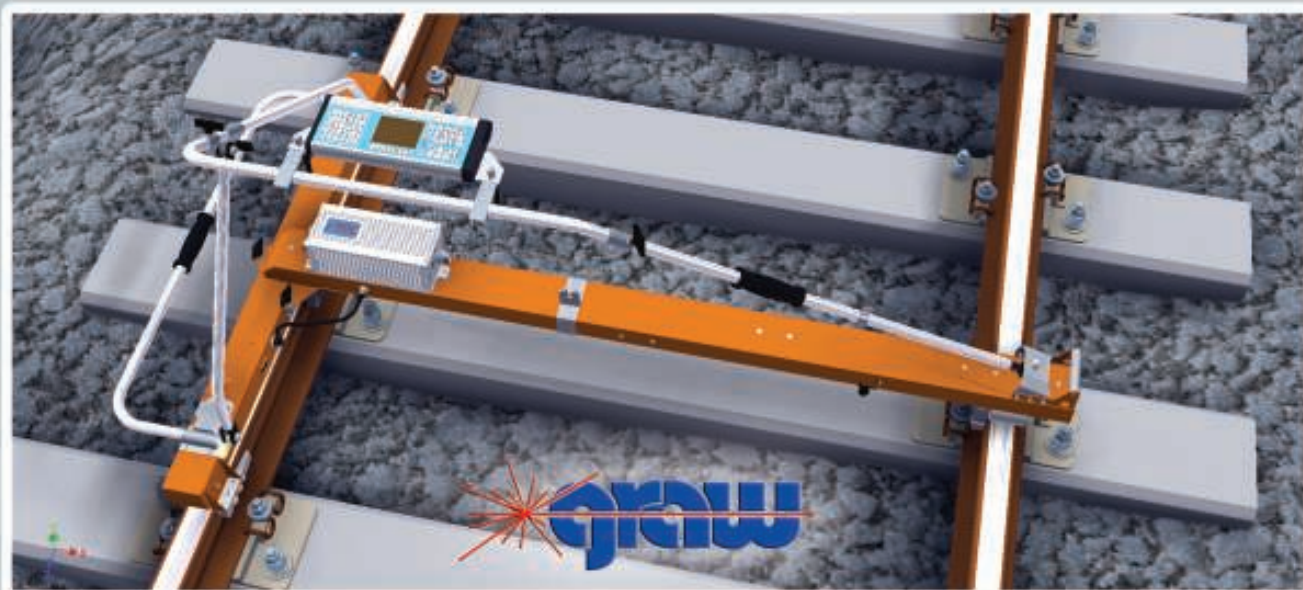
dowiska pomiarowego i każdorazowe dostosowanie do niego dedykowanego zestawu narzędzi zwiększających stabilność i jakość otrzymywanych wyników.

Przeprowadzone testy pokazały również że możliwe jest stworzenie niskobudżetowych głowic pomiarowych o bardzo wysokiej precyzji pomiaru, jednak wymaga to zastosowania wieloetapowego procesu kalibracji oraz odpowiedniego sparametryzowania oprogramowania odpowiedzialnego za opracowanie profili pomiarowych.



REKLAMA

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com

Bezpieczeństwo kolei w kontekście powiązań pomiędzy dyrektywami o bezpieczeństwie kolei i o interoperacyjności kolei, analiza z punktu widzenia wymagania zasadniczego 'bezpieczeństwo'

Rail safety in the context of the relationship between the directives on safety and on the other hand, interoperability, analysis from the point of view of essential requirement 'safety'



Marek Pawlik

dr inż.

Institut Kolejnictwa

mpawlik@ikolej.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia relacje pomiędzy dyrektywą o bezpieczeństwie kolei i dyrektywą o interoperacyjności kolei. Przeprowadzona analiza wychodzi od definicji interoperacyjności kolei i opiera się na wymaganiu zasadniczym 'bezpieczeństwo' wskazując dziesięć obszarów wymagań dotyczących bezpieczeństwa, które zawarte są w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności TSI. Artykuł uwzględnia: bezpieczeństwo awarii, bezpieczeństwo konstrukcji, bezpieczeństwo elektryczne, zabezpieczenie przed dostępem i przed pożarem, wpływ sił od taboru na tor oraz współpracę koło-szyna, sterowanie ruchem kolejowym, wpływ systemu zasilania na urządzenia sterowania, przepisy ruchowe i kwalifikacje personelu, przeciwdziałanie panice oraz wsparcie informatyczne bezpieczeństwa transportu kolejowego. Artykuł wskazuje na komplementarną analizę z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem.

Słowa kluczowe: Transport Kolejowy; Bezpieczeństwo; Interoperacyjność; Wymagania Zasadnicze; Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności TSI

Abstract: Article presents relationships between railway safety directive and railway interoperability directive. Described analyse starts from the definition of the railway interoperability and is based on essential requirement 'safety'. It is pointing ten safety requirements areas, which are contained in the Technical Specifications for Interoperability TSIs. Article takes into account: degraded situations, construction safety, electrical safety, protection against unauthorised access and fire, influence of forces from rolling stock on track and wheel-rail stability requirements, control command and signalling, influence of traction power supply systems on signalling equipment, operational rules and staff qualifications, panic countervail, as well as IT support for safety. Article pints at the complementary analyse.

Keywords: Railway Transport; Safety; Interoperability; Essential Requirements; Technical Specifications for Interoperability TSI

Nie ulega wątpliwości, że bezpieczeństwo transportu kolejowego jest warunkiem koniecznym, chociaż niewystarczającym, dla sukcesu gospodarczego kolei jako rodzaju transportu. Dlatego bezpieczeństwu transportu kolejowego poświęcona jest dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych [1]. Bardziej znana i szeroko omawiana jest jednak dyrektywa w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie [2], zgodnie z którą 'bezpieczeństwo' jest jednym z wymagań zasadniczych, które muszą być spełnione, aby można było uznać linię kolejową za interoperacyjną czy pojazd kolejowy za interoperacyjny. Powiązanie interoperacyjności z bezpieczeństwem

w praktyce nie jest dostrzegane. Najistotniejszą tego przyczyną jest często spotykane bardzo uproszczone postrzeganie interoperacyjności. Istotny jest także fakt, że w transporcie kolejowym bezpieczeństwo postrzegane jest w wymiarze rozwiązań technicznych a nie systemowej oceny ryzyka i warunków jego akceptacji.

W prawie europejskim za podstawowe dokumenty uzupełniające dyrektywę o bezpieczeństwie uznac należy sześć rozporządzeń definiujących wspólne metody bezpieczeństwa (Common Safety Methods – CSM) oraz decyzje definiujące wartości wspólnych celów bezpieczeństwa (Common Safety Targets – CST). Jednocześnie w prawie europejskim za podstawowe doku-

menty uzupełniające dyrektywę o interoperacyjności uznac należy jedenaście technicznych specyfikacji interoperacyjności (Technical Specifications for Interoperability – TSI). W prawie polskim za podstawowe dokumenty uzupełniające dyrektywę o bezpieczeństwie uznac należy rozporządzenia definiujące wskaźniki bezpieczeństwa (Common Safety Indicators – CSI), wymagania dla systemów zarządzania bezpieczeństwem oraz reguły uzyskiwania formalnych dokumentów potwierdzających spełnienie wymagań bezpieczeństwa przez zarządców infrastruktury kolejowej, przewoźników kolejowych i użytkowników bocznic kolejowych [3-5]. Jednocześnie w prawie polskim za podstawowe dokumenty uzupełniające dyrektywę o

interoperacyjności uznać należy rozporządzenia dotyczące świadectw typu i zezwoleń na przekazanie do eksploatacji [6-7] oraz powiązane z nimi rozporządzenie wraz z, niezależnie wydaną, uzupełniającą go listą [8-9] definiujące właściwe krajowe specyfikacje techniczne i dokumenty normalizacyjne, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei, w tym wymagania zasadniczego 'bezpieczeństwo'.

Celem artykułu jest wykazanie bezpośredniej relacji pomiędzy podejściem do bezpieczeństwa przyjętym w dyrektywie o bezpieczeństwie [1] a 'bezpieczeństwem' jako wymaganiem zasadniczym w dyrektywie o interoperacyjności [2] oraz wskazanie konsekwencji takiego powiązania dla funkcjonowania zarządców infrastruktury kolejowej, przewoźników kolejowych i użytkowników bocznic kolejowych.

Interoperacyjność

Interoperacyjność często postrzegana jest jako taki stopień unifikacji rozwiązań technicznych stosowanych w transporcie kolejowym, który zapewnia możliwość przejeżdżania przez granice pomiędzy różnymi państwami (różnymi zarządcami infrastruktury) bez wymiany pojazdu trakcyjnego (lokomotywy) oraz bez zmiany maszynisty i w konsekwencji bez zatrzymywania pociągów na granicy. Takie postrzeganie interoperacyjności kolei jest bardzo wąskie i w konsekwencji właściwie nieprawdziwe. Wprawdzie nadal wiele pociągów postrzeganych jako międzynarodowe zmienia lokomotywy na stacjach granicznych ze względu na różnice techniczne, ale mamy także wiele przykładów pociągów, które nie są interoperacyjne, a przejeżdżają swobodnie przez granice. Przykładem mogą być chociażby pociągi kursujące pomiędzy Warszawą i Berlinem. Ani te pociągi, ani wykorzystywane przez nie szlaki

i stacje kolejowe nie są interoperacyjne. Wiemy nie tylko, że brak jest dokumentów formalnych, które taką zgodność by potwierdzały, ale także wiemy, że wykorzystywana infrastruktura i wykorzystywany tabor nie są w pełni zgodne z wymaganiami interoperacyjności. Wiemy też, że istnieje wiele różnic technicznych pomiędzy infrastrukturą kolejową w Polsce i w Niemczech, a nieinteroperacyjne pociągi poruszające się po nieinteroperacyjnej infrastrukturze łączą Warszawę i Berlin swobodnie pokonując granicę pomiędzy sieciami kolejowymi. Czym więc jest interoperacyjność.

Definicja interoperacyjności i wymagania zasadnicze

Interoperacyjność systemu kolei to:

„zdolność systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego ruchu pociągów o charakterystykach odpowiednich dla danych linii kolejowych, zależna od wszystkich warunków technicznych, prawnych i eksploatacyjnych, których zachowanie zapewnia dotrzymanie zasadniczych wymagań”.

Kluczem do zrozumienia interoperacyjności są więc zasadnicze wymagania. Dla transportu kolejowego zdefiniowano sześć wymagań zasadniczych. Są to: bezpieczeństwo, niezawodność, zdrowie, ochrona środowiska, zgodność techniczna i dostępność.

Wymaganie zasadnicze 'dostępność' wymaga dostosowania dworców i stacji (dojść na perony i peronów) oraz taboru (zespołów trakcyjnych i wagonów pasażerskich) do potrzeb osób niepełnosprawnych i osób o ograniczonej możliwości poruszania się, poprzez likwidację różnego rodzaju barier utrudniających takim osobom korzystanie z transportu kolejowego. Wśród osób o ograniczonej możliwości poruszania się uwzględnia się

także osoby starsze.

Wymaganie zasadnicze 'zgodność techniczna' wymaga stosowania takich rozwiązań technicznych, które będą gwarantowały spójność techniczną transportu kolejowego. Najłatwiej dostrzegalna jest w tym zakresie zgodność taboru z infrastrukturą. Niezachowanie zgodności, na przykład zgodności skrajni taborowej ze skrajnią ładunkową czy szerokości pantografów z zygawkowaniem sieci trakcyjnej, tworzyłoby nowe bariery techniczne w ruchu pojazdów. Intencją tymczasem jest zgoła odwrotna, rozwiązania interoperacyjne mają zapewnić zgodność techniczną na skalę europejską likwidując dziś istniejące bariery techniczne. Wymaganie zasadnicze 'zgodność techniczna' to także wzajemna zgodność różnych rozwiązań technicznych stosowanych na linii czy stacji kolejowej, czy wzajemna zgodność różnych rozwiązań technicznych stosowanych w taborze konkretnego typu. W przypadku linii i stacji zachowanie 'zgodności technicznej' jest konieczne dla zapewnienia właściwej pracy różnego rodzaju interfejsów na przykład właściwej współpracy napędów rozjazdowych z rozjazdami czy urządzeń sterowania ruchem pociągów zabudowanych na sąsiednich posterunkach ruchowych. W taborze przykładem interfejsów mogą być na przykład sprzęgi.

Wymaganie zasadnicze 'ochrona środowiska' wymaga rezygnacji z wykorzystywania materiałów zagrażających środowisku z powodu ich właściwości fizycznych i chemicznych. Dotyczy to przykładowo zanieczyszczania gleby czy uwalniania szkodliwych substancji do atmosfery w tym spalin. Wymaganie to obejmuje także projektowanie i budowanie systemów zasilania w sposób gwarantujący ich zgodność elektromagnetyczną z instalacjami, urządzeniami i sieciami publicznymi i prywatnymi, z którymi mogą się wzajemnie zakłócać.

Wymaganie zasadnicze 'zdrowie'

przesądza, że w pociągach oraz infrastrukturze kolejowej nie wolno używać materiałów mogących, z powodu sposobu ich użycia, stanowić zagrożenie dla zdrowia osób mających do nich dostęp.

W odniesieniu do wymagania zasadniczego 'niezawodność' definiuje się trwałość rozwiązań oraz zasady utrzymania wszelkich elementów i systemów wykorzystywanych po stronie infrastruktury i po stronie taboru dla zapewnienia nieprzerwanego ruchu pociągów, który bezpośrednio przywołano w definicji interoperacyjności.

Spełnienie powyższych pięciu wymagań nie umożliwiłoby funkcjonowania transportu kolejowego, gdyby nie wymagania zasadnicze 'bezpieczeństwo'. Jest ono rozumiane bardzo szeroko. Dobrze oddaje to wynikające bezpośrednio z przepisów prawa stwierdzenie, że projektowanie, budowa oraz montaż, utrzymywanie i monitorowanie składników kluczowych dla bezpieczeństwa, a zwłaszcza składników dotyczących ruchu pociągów, muszą gwarantować bezpieczeństwo na poziomie odpowiadającym celom określonym dla sieci, w tym w szczególnie trudnych warunkach.

Wymagania zasadnicze zdefiniowane są na poziomie dyrektywy [2]. Opisy wszystkich sześciu wymagań w odniesieniu do systemu kolei jako całości i w odniesieniu do poszczególnych podsystemów ujęto w czterostronicowym załączniku III. Opisy te są bardzo szerokie. Potwierdzenie, że określona instalacja czy określony typ taboru spełnia wymagania zasadnicze na bazie samych ogólnych definicji wymagań zasadniczych nie jest możliwe. Aby potwierdzić, że określona instalacja czy określony typ taboru spełnia wymagania zasadnicze było możliwe w dokumentach szczegółowych określonych jako Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności (specyfikacje TSI) doprecyzowywane są warunki techniczne, prawne i eksploatacyjne, których dotrzymanie pozwala

na domniemanie spełnienia wymagań zasadniczych. Spełnienie tych wymagań jest warunkiem uznania konkretnych rozwiązań za interoperacyjne, a więc spełniające wymagania zasadnicze, a więc między innymi 'bezpieczne'.

Wymaganie zasadnicze 'bezpieczeństwo'

Wymaganie zasadnicze 'bezpieczeństwo' określono w wielu obszarach. Opierając się na zapisach prawnych wydzielić można dziesięć obszarów: bezpieczeństwo awarii, bezpieczeństwo konstrukcji, bezpieczeństwo elektryczne, zabezpieczenie przed dostępem i przed pożarem, wpływ sił od taboru na tor oraz współpraca koło-szyna, sterowanie ruchem kolejowym, wpływ systemu zasilania na urządzenia sterowania, przepisy ruchowe i kwalifikacje personelu, przeciwdziałanie panice oraz wsparcie informatyczne bezpieczeństwa transportu kolejowego.

Bezpieczeństwo awarii

Przywołane już powyżej stwierdzenie, że: projektowanie, budowa oraz montaż, utrzymywanie i monitorowanie składników kluczowych dla bezpieczeństwa, a zwłaszcza składników dotyczących ruchu pociągów, muszą gwarantować bezpieczeństwo na poziomie odpowiadającym celom określonym dla sieci, w tym w szczególnie trudnych warunkach, ma zastosowanie zarówno do elementów toru, jak i do wyposażenia stref dostępnych dla pasażerów (peronów, przejść, dworców, ...), jak i do systemów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym i zasilania trakcyjnego, jak i do elementów i wyposażenia pojazdów. Przykładowo uszkodzenie napędu zwrotnicowego nie może powodować ryzyka przestawienia rozjazdu pod jadącym pociągiem, gdyż prowadzi to do wykolejenia pociągu a osie i koła muszą być tak projektowane, tak montowane i tak monitorowa-

ne i tak utrzymywane aby zagwarantowane było bezpieczeństwo na odpowiednim poziomie. Przy czym wymagany poziom bezpieczeństwa zależy od składnika i od przyjętych celów bezpieczeństwa związanych z charakterem sieci i taboru. Nadto konieczne jest uwzględnianie różnych warunków eksploatacji jakie mogą wystąpić w okresie użytkowania poszczególnych składników na przykład warunków zimowych.

Bezpieczeństwo konstrukcji

Konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa osobom korzystającym z kolei w zakresie stateczności wszelkiego rodzaju budowli np. dojeżdżać na perony i peronów. Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości taboru w tym na przykład ochrony w razie zderzenia poprzez stosowanie stref kontrolowanego zgniotu. Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości kompletnych konstrukcji, ale także zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości wszelkich ich części składowych na normalne i nadzwyczajne obciążenia w całym okresie ich eksploatacji. Szczególne wymagania będą więc musiały być stosowane na przykład w obszarach występowania szkód górniczych.

Jednocześnie wszelkie konstrukcje muszą brać pod uwagę zagrożenia pożarowe. Konstrukcje w przypadku pożaru muszą odpowiednio długo zachować swoją funkcjonalność na przykład stateczność i nie mogą ułatwiać rozprzestrzeniania się pożaru.

Bezpieczeństwo elektryczne

Niezależnie od tego czy będziemy korzystali z zasilania trakcyjnego prądem przemiennym (15 kV 16.7 Hz lub 25 kV 50 Hz AC) czy prądem stałym (1.5 kV lub 3 kV DC) konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa elektrycznego osobom korzystającym z kolei oraz osobom mieszkającym w pobliżu kolei w szczególności w

zakresie ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym.

Zabezpieczenie przed dostępem i przed pożarem

Zapewnienie bezpieczeństwa wymaga także zabezpieczania przed dostępem osób nieupoważnionych. Konieczne jest odpowiednie ograniczanie możliwości dostępu takich osób do obiektów inżynieryjnych, torów kolejowych, systemów i urządzeń sterowania ruchem kolejowym i zasilania trakcyjnego. Przykładowo konieczne zabezpieczenie wykluczające, odpowiednio skutecznie, nieuprawniony dostęp do nastawni w tym do nastawnicy, czy nieuprawniony dostęp do podstacji trakcyjnych i kabin sekcyjnych oraz instalowanych w nich urządzeń trakcji, czy nieuprawniony dostęp do urządzeń łączności zarówno tych instalowanych w kontenerach jak i tych na wieżach i masztach antenowych.

Konieczne jest odpowiednie zabezpieczenie wszelkich miejsc, gdzie przekraczanie torów jest dopuszczalne. Dotyczy to przejazdów kolejowo-drogowych niezależnie od kategorii przejazdu, a także przejść dla pieszych, przejść służbowych, końców peronów, czy dzikich przejść przez tory. Konieczne jest stosowanie właściwych rozwiązań technicznych, eksploatacyjnych a także prawnych minimalizujących nieprawidłowe korzystanie z przejazdów kolejowych.

Konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa podczas przejazdu pociągów przez tunele, po wiaduktach czy przez stacje w szczególności podczas przejazdów przez stacje bez zatrzymania.

Konieczne jest zapewnienie ochrony w razie pożaru zarówno w zakresie minimalizacji zagrożenia, minimalizacji skutków jak i maksymalizacji skuteczności akcji ratunkowych w tym poprzez zapewnienie wyjść awaryjnych i dróg ewakuacyjnych oraz miejsc i środków wspomagających służby ratunkowe.

Konieczne jest stosowanie odpowiednich materiałów – niepalnych i nie wydzielających szkodliwych substancji w przypadku pożaru. Konieczne jest stosowanie w taborze rozwiązań pozwalających na kontynuowanie jazdy z pożarem na pokładzie przez odpowiednio długi okres czasu. Konieczne jest zapewnienie istnienia i funkcjonowania właściwej ilości wyjść ewakuacyjnych i środków gaśniczych w taborze.

Wpływ sił od taboru na tor oraz współpraca koło-szyna

Konieczne jest uwzględnianie nie tylko obciążenia pionowego od taboru kolejowego na tor kolejowy i obiekty inżynieryjne, ale także sił poprzecznych zarówno związanych z siłami odśrodkowymi na łukach jak i z siłami związanymi z zygzakowaniem taboru w dopuszczalnym zakresie. Zygzakowanie takie ma miejsce także na prostych odcinkach torów i wynika z tolerancji rozstawu szyn i rozstawu kół oraz zużycia szyn i zużycia obręczy. Jego miarą jest w szczególności stożkowatość ekwiwalentna, którą określa się zarówno dla torów jak i dla układów jezdnych pojazdów kolejowych. Wspomniane tolerancje nie mogą być zbyt duże, żeby ruch pociągu był stabilny, ale nie mogą być także zbyt małe, gdyż niemal zawsze koła pojazdów instalowane są na sztywnych osiach i nie mogą obracać się niezależnie a długości toków szynowych na łukach są oczywiście różne – zewnętrzna szyna jest zawsze dłuższa, a zużycie zewnętrznej szyny jest tym większe im mniejszy jest promień łuku. Wpływa na to także niemal zawsze występujące sztywne powiązanie par osi w ramach wózków kolejowych. Nie może dochodzić na przykład do unoszenia się pojedynczych kół podczas przejazdu pojazdów przez łuki torów.

Bardzo ważne są siły wzdłużne od taboru. Tor jest ściskany i rozciągany siłami wzdłużnymi zarówno podczas ruszania jak i podczas hamowania.

Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej wytrzymałości toru.

Konieczne jest zapewnienie odpowiednich warunków tarcia pomiędzy kołami i szynami. W taborze stosuje się systemy przeciwdziałające buksowaniu kół i poślizgowi kół. Tabor trakcyjny wyposaża się także w urządzenia do interwencyjnego sypania piasku na szyny kolejowe przed kołami napędzonymi. Piasek taki musi mieć odpowiednie parametry.

Wreszcie konieczne jest weryfikowane dla każdego pojazdu właściwej współpracy koło-szyna poprzez stosowanie odpowiednich kryteriów od kryterium wykolejenia Q/Y do weryfikacji spokojności biegu.

Wynikają stąd także istotne wymagania dla systemów hamowania stosowanych w pojazdach, dla hamowania służbowego, dla hamowania nagłego, dla hamulców postojowych a nawet hamulców torowych stosowanych na stacjach rozrządowych. Konieczne jest zapewnienie odpowiedniej wydajności hamowania w pełnym zakresie prędkości także przy maksymalnej prędkości dopuszczalnej przy uwzględnieniu długości dróg hamowania.

We właściwy sposób kwestie te muszą uwzględniać urządzenia i systemy sterowania ruchem kolejowym, między innymi w zakresie rozmieszczania sygnalizatorów, zapewnienia ich widoczności czy uwzględniania wpływu współpracy koło-szyna na krzywe hamowania wykorzystywane przez systemy bezpiecznej kontroli jazdy.

Sterowanie ruchem kolejowym

Konieczne jest stosowanie systemów aktywnego bezpieczeństwa w postaci systemów sterowania ruchem kolejowym. Odpowiednio bezpieczne muszą być nastawnice stacyjne wykluczające ustawianie przebiegów sprzecznych na stacjach kolejowych. Odpowiednio bezpieczne muszą być blokady liniowe zarządzające następstwem pociągów na szlakach pomiędzy stacjami. Od-

powiednio bezpieczne muszą być systemy kontroli niezajętości torów i rozjazdów. Odpowiednio bezpieczne muszą być systemy zabezpieczenia przejazdów kolejowych. Odpowiednio bezpieczne muszą być systemy łączności i oparte na transmisji bezpiecznych informacji z toru do pojazdu systemy bezpiecznej kontroli jazdy pociągów. Systemy takie nie tylko muszą realizować funkcje zapewniające bezpieczeństwo ruchu ale także muszą być systemami bezpiecznymi – ich uszkodzenia nie mogą prowadzić do zagrożenia bezpieczeństwa. Stosowne wymagania muszą spełniać między innymi: sygnalizatory świetlne, napędy rozjazdowe, systemy detekcji stanów awaryjnych taboru.

Bezpieczne muszą być powiązania pomiędzy systemami na przykład pomiędzy systemami sterowania zastosowanymi w sąsiadujących ze sobą okręgach nastawczych, czy pomiędzy urządzeniami stacyjnymi a urządzeniami liniowymi – nastawnicą i blokadą. To samo dotyczy przekazywania informacji z urządzeń kontroli niezajętości do nastawnicy czy z nastawnicy do centrum sterowania radiowego czy z obwodów świateł sygnalizatorów świetlnych do koderów balis wykorzystywanych do przekazywania elektronicznych zezwoleń na jazdę pojazdom wyposażonym w urządzenia bezpiecznej kontroli jazdy.

Urządzenia bezpiecznej kontroli jazdy muszą gwarantować bezpieczeństwo, na poziomie odpowiadającym celom określonym dla sieci, w zakresie odbierania elektronicznej informacji, jej weryfikowania, kontrolowania zgodności jazdy pojazdu z taką informacją oraz interwencyjnego wdrażania hamowania odpowiednio do klasy systemu bezpiecznej kontroli – automatycznego ostrzegania, automatycznego kontroli, automatycznej sterowania czy automatycznego prowadzenia pociągu.

Wpływ systemu zasilania na urządzenia sterowania

Konieczne jest także odpowiednio skuteczne wykluczenie negatywnego wpływu urządzeń zasilania i innych urządzeń elektrycznych na bezpieczeństwo i funkcjonalność systemów sterowania zarówno w taborze jak i w infrastrukturze. Korzystanie z zasilania trakcyjnego wymaga zamknięcia obwodu elektrycznego. Prąd pobierany z podstacji za pośrednictwem sieci trakcyjnej i pantografu przekazywany jest do silników tylko jeśli może przepłynąć dalej z powrotem do podstacji trakcyjnej. Wykorzystywane są w tym celu szyny i trakcyjne sieci powrotne. Konieczne jest odpowiednio skuteczne przeciwdziałanie zakłóceniom jakie mogą generować prądy powrotne w urządzeniach sterowania ruchem. Prąd trakcyjny w szynach pojawiający się podczas przejazdu pociągu nie może zakłócać działania elektrycznych obwodów torowych wykorzystywanych jako system kontroli niezajętości torów. Prądy występujące w sieci powrotnej i często występujące prądy błędne nie mogą zakłócać transmisji pomiędzy urządzeniami wewnętrznymi sterowania ruchem instalowanymi w nastawniach na przykład w przekaźnikowniach a urządzeniami zewnętrznymi na przykład licznikami osi, sygnalizatorami, napędami zwrotnicowymi.

Konieczne jest uwzględnianie wpływu składowych harmonicznych, dopuszczalnych poziomów generowania zakłóceń przez systemy i urządzenia trakcji jak i wymaganych poziomów odporności na zakłócenia jakie muszą gwarantować systemy i urządzenia sterowania ruchem kolejowym.

Przepisy ruchowe oraz kwalifikacje personelu

Wymaganie zasadnicze 'bezpieczeństwo' to także konieczność stosowania spójnych przepisów prowadzenia ruchu zapewniają-

cych bezpieczeństwo przewozów zarówno w normalnych warunkach eksploatacji przy sprawnych urządzeniach sterowania ruchem kolejowym jak i w warunkach awarii w tym awarii urządzeń sterowania i awarii urządzeń łączności a także w sytuacjach zamknięć torowych, wypadków i zdarzeń kolejowych. Wymaga to bardzo precyzyjnie zdefiniowanych reguł pracy personelu mającego wpływ na bezpieczeństwo ruchu kolejowego, przede wszystkim dyżurnych ruchu i maszynistów. Konieczne jest przy tym uwzględnianie wykorzystywania jednej infrastruktury przez wielu przewoźników niezależnie szkolących maszynistów oraz styku pomiędzy różnymi zarządcami infrastruktury, gdzie podczas przejazdu zmieniają się przepisy ruchowe.

Od maszynistów należy wymagać odpowiedniej potwierdzonej umiejętności prowadzenia konkretnego typu pojazdu, odpowiedniej potwierdzonej znajomości przepisów ruchowych obowiązujących na danym obszarze, odpowiedniej potwierdzonej znajomości szlaku, odpowiedniej zweryfikowanej sprawności zdrowotnej, psychicznej, językowej. Stosowne wymagania stawiane są także innemu personelowi pociągowemu czy pracownikom zatrudnionym w centrach sterowania ruchem zapewniających bezpieczną eksploatację zarówno w przewozach krajowych jak i transgranicznych.

Wymaganie zasadnicze 'bezpieczeństwo' obejmuje także zabezpieczenia wszelkich urządzeń przeznaczonych do obsługi przez użytkowników w taki sposób, aby nie wpływały ujemnie na bezpieczną eksploatację tych urządzeń, a także zdrowie i bezpieczeństwo użytkowników nawet jeśli korzystają z nich w sposób niezgodny z zaleceniami jeśli tylko jest to sposób możliwy do przewidzenia.

Przepisy w zakresie bezpieczeństwa definiują także wymagania dotyczące przewozu ładunków niebez-

piecznych. Zaznaczyć jednak należy, że temu zagadnieniu poświęcona jest osobna dyrektywa w sprawie transportu lądowego towarów niebezpiecznych, osobna polska ustawa oraz szczegółowe regulacje w tym ADR dla transportu drogowego i RID dla transportu kolejowego.

Przeciwdziałanie panice

W zakresie interoperacyjności nie definiuje się więc szczegółów dotyczących warunków przewozu różnego rodzaju towarów wysokiego ryzyka, ale w zakresie interoperacyjności w odniesieniu do wymagania zasadniczego 'bezpieczeństwo' definiuje się wymagania dotyczące dodatkowej ochrony pasażerów poprzez zapewnienie indywidualnej i rozgłoszeniowej komunikacji w sytuacjach awaryjnych pomiędzy pasażerami, członkami drużyny pociągowej i maszynistą.

Wymaganie zasadnicze 'bezpieczeństwo' obejmuje szereg technicznych i eksploatacyjnych wymagań, których stosowanie zabezpiecza pasażerów w sytuacjach awaryjnych i przeciwdziałania panice. Dotyczy to między innymi: systemów hamowania awaryjnego dostępnych dla pasażerów, oświetlenia w tym oświetlenia awaryjnego, stosowania odpowiednich systemów zamykania i otwierania drzwi zewnętrznych taboru kolejowego, łączności w pociągach, drzwi wewnętrznych.

Wsparcie informatyczne bezpieczeństwa transportu kolejowego

W odniesieniu do wymagania zasadniczego 'bezpieczeństwo' narzucone zapisami prawnymi jest także stosowanie właściwych systemów i urządzeń do gromadzenia, przechowywania i przesyłania informacji dot. bezpieczeństwa.

Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności i dokumenty normatywne

Wymaganie zasadnicze 'bezpieczeństwo' wymaga stosowania rozwiązań technicznych, eksploatacyjnych i prawnych, które w powyżej omówionych obszarach zapewnią bezpieczeństwo „w odpowiedni sposób”, „we właściwy sposób”, „skutecznie”, „na właściwym poziomie”, etc. Fakt, że wymaganie zasadnicze jest spełnione potwierdzany jest w ramach tak zwanego procesu oceny zgodności prowadzonego przez niezależną kompetentną jednostkę. Jednostki takie opierają się na wymaganiach szczegółowych, których spełnienie pozwala na domniemanie spełnienia wymagań zasadniczych. We wspomnianych już Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności w rozdziałach trzecich podawane jest szczegółowo powiązanie wymagań zasadniczych z wymaganiami szczegółowymi, które dla podsystemów zdefiniowane są w rozdziałach czwartych a dla wybranych elementów określanych jako składniki interoperacyjności będących wyrobami na europejskim rynku wyrobów kolejowych w rozdziałach piątych. Dodatkowo dla wybranych elementów określanych jako typy budowli i typy urządzeń będące wyrobami na polskim rynku wyrobów kolejowych wymagania szczegółowe podaje tak zwana lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego [8, 9] podając wyraźnie ich powiązanie z wymaganiami zasadniczymi w szczególności z wymaganiami zasadniczym 'bezpieczeństwo'.

Wymaganie w zakresie bezpieczeństwa w sposób ogólny acz kompletny definiują wymagania zasadnicze podane na kilku pojedynczych stronach. Te same wymagania są następnie powiązane z wymaganiami szczegółowymi we wspomnianych rozdziałach czwartych i piątych specyfikacji TSI i na liście Prezesa UTK łącznie na kilkuset stronach. Nie są one tam jednak podane

na tyle szczegółowo, aby nie było konieczności sięgania do bardziej szczegółowych dokumentów. Tą rolę pełnią przede wszystkim normy europejskie.

Normy EN czy ich wprowadzone do polskiego zbioru norm odpowiedniki PN-EN wskazane jako obowiązujące odpowiednio w TSI czy liście Prezesa UTK muszą być stosowane. Normy, które mają status norm zharmonizowanych z dyrektywą o interoperacyjności ale nie są wskazane w TSI są mocno zalecane – ich zastosowanie stanowi podstawę domniemanie spełnienia wymagania zasadniczego z którym są związane oczywiście w obszarze którego dotyczą. Ich stosowanie nie jest obowiązkowe. Wymaganie zasadnicze może być spełnione w inny sposób pod warunkiem, że jest on odpowiednio dobry – w przypadku wymagania 'bezpieczeństwo' pod warunkiem, że zastosowane rozwiązanie będzie zapewniało co najmniej taki sam poziom bezpieczeństwa jak rozwiązanie opisane w normie zharmonizowanej.

Specyfikacje TSI jako obowiązujące podają także wiele innych dokumentów określanych jako europejskie specyfikacje techniczne. Dotyczy to w szczególności specyfikacji Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami (European Train Control System - ETCS), Globalnego Systemu Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej (Global System for Mobile communication – Rail – GSM-R), czy aplikacji telematycznych.

Podsumowanie - modernizacja i budowa linii kolejowych i taboru kolejowego

Wszystkie te regulacje mają zastosowanie przy modernizacji i przy budowie linii kolejowych i taboru kolejowego. Ich stosowanie jest oczywiste przy budowie nowej linii czy produkcji nowego pojazdu. Nieco trudniej jest z modernizacjami. Nie każde prace realizowane na torach kolejowych, na stacjach kolejowych,

w taborze kolejowym są modernizacją. To czy prace, na przykład realizowane w ramach inwestycji zleconej w przetargu na modernizację linii, rzeczywiście mają zakres który powoduje, że z punktu widzenia prawa linia podlega modernizacji wymaga każdorazowo indywidualnej oceny. Tytuł projektu nie przesądza o tym czy mamy do czynienia z modernizacją czy odnową infrastruktury czy taboru. Oczywiście mamy też takie projekty, gdzie tytuł sugeruje, że nie mamy do czynienia z modernizacją mimo, że zakres projektu prowadzi do wniosku, że jak najbardziej ma miejsce modernizacja i wymagania zasadnicze w tym wymaganie 'bezpieczeństwo' muszą być spełnione zgodnie ze specyfikacjami TSI. Tam, gdzie odpowiedź na pytanie czy mamy do czynienia z modernizacją czy nie jest nieoczywista należy zwracać się do Urzędu Transportu Kolejowego. Ma on prawny obowiązek podejmowania w sposób wiążący takich decyzji po przedstawieniu zakresu konkretnych projektów.

Oczywiście także tam, gdzie realizowane prace nie są modernizacją tak jak i tam, gdzie nie są realizowane żadne prace bezpieczeństwo musi być zapewnione. Bezpieczeństwo całego systemu transportu kolejowego musi być zapewnione niezależnie od tego czy koncepcja wymagań zasadniczych w ogóle istniała czy też nie w czasie kiedy rozpoczynano eksploatację danej linii, czy danego pojazdu. To właśnie reguluje dyrektywa o bezpieczeństwie w transporcie kolejowym [1]. Konieczne jest więc zapewnienie bezpieczeństwa w znacznie szerszym zakresie. Także tu prawo europejskie narzuciło określone zasady, które omówię we w pełni komplementarnym artykule „Bezpieczeństwo kolei w kontekście powiązań pomiędzy dyrektywami o bezpieczeństwie kolei i o interoperacyjności kolei, analiza z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem”, który mam nadzieję ukaże się w kolejnym wydaniu Przeglądu Komunikacyjnego. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Dyrektywa 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych oraz zmieniająca dyrektywę Rady 95/18/WE w sprawie przyznawania licencji przedsiębiorstwom kolejowym, oraz dyrektywę 2001/14/WE w sprawie alokacji zdolności przepustowej infrastruktury kolejowej i pobierania opłat za użytkowanie infrastruktury kolejowej oraz certyfikację w zakresie bezpieczeństwa (Dz.U.U.E.L.2004.164.44)
 - i. zmieniona:
 - ii. - Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/110/WE z dnia 16 grudnia 2008 r. zmieniającą dyrektywę 2004/49/WE w sprawie bezpieczeństwa kolei wspólnotowych (dyrektywę w sprawie bezpieczeństwa kolei) (Dz.U.U.E.L.2008.345.62)
 - iii. - Dyrektywą Komisji 2009/149/WE z dnia 27 listopada 2009 r. zmieniającą dyrektywę 2004/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wspólnych wskaźników bezpieczeństwa oraz wspólnych metod obliczania kosztów wypadków (Dz.U.U.E.L.2009.313.65)
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U.U.E.L.2008.191.1)
 - i. zmieniona:
 - ii. - Dyrektywą Komisji 2009/131/WE z dnia 16 października 2009 r. zmieniającą załącznik VII do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U.U.E.L.2009.273.12)
 - iii. - Dyrektywą Komisji 2011/18/UE z dnia 1 marca 2011 r. zmieniającą załączniki II, V i VI do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE w sprawie intero-
- peracyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U.U.E.L.2011.57.21)
- iv. - Dyrektywą Komisji 2013/9/UE z dnia 11 marca 2013 r. zmieniającą załącznik III do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U.U.E.L.2013.68.55)
- v. - Dyrektywą Komisji 2014/38/UE z dnia 10 marca 2014 r. zmieniającą załącznik III do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE, jeżeli chodzi o poziom hałasu (Dz.U.U.E.L.2014.70.20)
- vi. - Dyrektywą Komisji 2014/106/UE z dnia 5 grudnia 2014 r. zmieniającą załączniki V i VI do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (Dz.U.U.E.L.2014.355.42)
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 21 lipca 2015 r. w sprawie wspólnych wskaźników bezpieczeństwa (CSI) (Dz. U. 2015, poz. 1061)
- [4] Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 19 marca 2007 r. w sprawie systemu zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym Dz. U. 2007 r., nr 60, poz. 407
 - i. Zmienione:
 - ii. - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 lutego 2015 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie systemu zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym (Dz. U. 2015 r., poz. 264)

Szanowni Czytelnicy!

W roku 2016 ukazało się 12 numerów Przeglądu Komunikacyjnego ze 62 artykułami. Napisało je 82 autorów. Tegorocznym rekordzistą jest Pan Czesław Machelski – autor 5 publikacji! Najwięcej artykułów dotyczy gałęzi transportu i infrastruktury kolejowej, co wskazuje na rosnącą rolę kolei oraz potrzebę głębokich studiów i inwestycji. Nie zabrakło jednak publikacji z innych działów: transportu drogowego, lotniczego, rowerowego i intermodalnego a także zagadnień kształtowania mobilności i prawa w transporcie. Wyraźnie rosnąca jest liczba publikacji z zakresu inżynierii mostowej. Dziękujemy serdecznie wszystkim autorom oraz recenzentom za ich wkład w treść Przeglądu Komunikacyjnego. Zapraszamy do współpracy w kolejnym, 2017 roku, w którym planujemy również 12 numerów czasopisma.

UWAGA: spis treści poszczególnych numerów oraz streszczenia artykułów po polsku i po angielsku dostępne są na stronie przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl



Zestawienie tematyczne artykułów (według działów)

Zagadnienia ogólne i przeglądowe

„Aktualne trendy w systemach internetowej informacji pasażerskiej”, Wojciech Jurkowski, Mateusz Smolarski, 2/2016, s.5

Transport drogowy / Infrastruktura drogowa, Drogi rowerowe

„Statystyczna analiza bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce”, Iwona Bąk, Beata Szczecińska, 1/2016, s. 27

„Przesłanki odpowiedzialności zarządcy drogi za szkody powstałe z powodu złego stanu nawierzchni”, Sebastian Barszowski, 8/2016, s.5

„Przykład analizy wyboru rodzaju nawierzchni do budowy dróg rowerowych i pieszych w terenie o charakterze rekreacyjnym”, Paweł Szczuraszek, 6/2016, s.4

Transport szynowy

„Kolej w Konurbacji Górn Śląsko-Zagłębiowskiej. Czas na Metro”, Edward Fojcik, 1/2016, s. 20

„Pasażerski transport kolejowy na Węgrzech”, Tadeusz Bocheński, 2/2016, s.12

„Zagadnienia powstających pionowych nierówności w eksploatowanym torze kolejowym”, Włodzimierz Andrzej Bednarek, 2/2016, s.18

„Analityczna metoda projektowania łuków odwrrotnych”, Władysław Koc, 6/2016, s.13

„Bezpieczeństwo kolei w kontekście powiązań pomiędzy dyrektywami o bezpieczeństwie kolei i o interoperacyjności kolei, analiza z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem”, Marek Pawlik, 9/2016, s.11

„Propozycja integracji kolejowej oferty turystycznej na Dolnym Śląsku”, Krzysztof Lewandowski, 9/2016, s.21

Projektowanie, utrzymanie i budowa infrastruktury w transporcie szynowym – numery specjalne: 4/2016 i 5/2016 oraz publikacje w innych numerach

„Wydłużanie krzywej przejściowej w analitycznej metodzie projektowania”, Władysław Koc, 4/2016, s.4

„NIK i Pendolino. Gdzie sens, gdzie logika ...”, Juliusz Engelhardt, 4/2016, s.10

„Metro w Warszawie jako przykład uwzględnienia ochrony przed drganiami w procesie tworzenia infrastruktury transportu szynowego”, Krzysztof Stypuła, Krzysztof Kozioł, 4/2016, s.18

„Koncepcja zmiany warunków technicznych utrzymania nawierzchni kolejowej Id-1 (D-1) w zakresie oceny jakości geometrycznej torów”, Michał Migdał, 4/2016, s.24

„Wybrane problemy prognozowania zmian geometrycznych nawierzchni kolejowej”

Henryk Bałuch, Iwona Nowosińska, 4/2016, s.31

„Koryto balastowe na gruncie jako alternatywa dla nawierzchni bezpodsytkowej”, Igor Gisterek, 4/2016, s.35

„Deformacje nawierzchni i podtorza przy obiektach mostowych – badania i diagnostyka”, Juliusz Sołkowski, Maciej Jamka, 4/2016, s.39

„Kolej Ruchu Regionalnego na Śląsku - historia czy przyszłość?”, Karol Trzoński, 4/2016, s.48

„Nowe rozwiązania konstrukcyjne rozjazdu krzyżowego podwójnego na podrozdnicach strunobetonowych”, Dariusz Korab, 5/2016, s.4

„Mobilne pomiary satelitarne na liniach Pomorskiej Kolei Metropolitalnej”, Cezary Specht, Paweł Dąbrowski, Mariusz Specht, Władysław Koc, Piotr Chrostowski, Jacek Szmagliński, Marcin Dera, Marcin Skora, 5/2016, s.9

„Wymagania dla kolejowej infrastruktury usługowej”, Piotr Kazimierzowski, 5/2016, s.17

„Badania laboratoryjne prototypowej wibroizolacji szyn tramwajowych”, Lucjan Janas, 5/2016, s.25

„Kolizje ze zwierzętami coraz poważniejszym wyzwaniem dla współczesnej kolei”, Marek Stolarski, Joanna Żyłkowska, Dorota Bartoszek-Majewska, 5/2016, s.30

„Wybrane zagadnienia dotyczące budowania portfeli inwestycyjnych i przygotowania projektów”, Maciej Gładys, 5/2016, s.34

„Publiczne standardy transmisji bezprzewodowej w poprawie bezpieczeństwa w sterowaniu ruchem kolejowym”, Andrzej Lewiński, Tomasz Perzyński, 5/2016, s.37

„Dyskretno-ciągły model obliczeniowy sprzężonego układu dynamicznego: pantograf – napowietrzna sieć trakcyjna”, Danuta Bryja, Dawid Prokopowicz, 5/2016, s.44

„Zarządzanie ruchem na silnie obciążonych liniach kolei miejskich i aglomeracyjnych”, Adam Popiołek, 7/2016, s.14

„Założenia przyjęte do opracowania strategii wdrażania interoperacyjności na sieci kolejowej zarządzanej przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.”, Janusz Szkopiński, 7/2016, s.24

Problemy budowy i naprawy podtorza kolejowego – numery specjalne: 10/2016 i 11/2016

„20 lat funkcjonowania Ośrodka Eksploatacji Toru Doświadczalnego - geneza, badania oraz charakterystyka Techniczna”, Waldemar Szulc, Marek Krużyński, 10/2016, s.5

„Transport kolejowy w Katarze”, Robert Wojtczak, 10/2016, s.14

„Potencjał wspomaganie informatycznego w monitorowaniu i utrzymaniu kolejowych budowli ziemnych”, Adam Braun, 10/2016, s.21

„Wiarygodność danych geotechnicznych przy projektowaniu modernizacji i napraw linii kolejowych”, Andrzej Batog, Maciej Hawrysz, 10/2016, s.27

„Odształcalność górnej strefy podtorza z geowłókniną”, Michał Pawłowski, Łucjan Siewczyński, 10/2016, s.32

„Podtorza wrocławskich torów tramwajowych”, Jacek Makuch, 11/2016, s.4

„Ochrona podtorza w warunkach intensywnej zabudowy”, Igor Gisterek, 11/2016, s.11

„Odształcalność górnej strefy podtorza z geowłókniną”, Michał Pawłowski, 11/2016, s.15

„Statyczna analiza wybranych imperfekcji podłoża szynowego na dodatkowe ugięcia szyny bezстыkowego toru kolejowego”, Włodzimierz Bednarek, 11/2016, s.20

„Wzmocnienie podtorza górniczego geosyntetykami”, Kazimierz Kłosek, 11/2016, s.27

Nowoczesne technologie w projektowaniu, budowie i utrzymaniu rozjazdów kolejowych – numer specjalny 12/2016

„Rozwój technologiczny napędów rozjazdów kolejowych”, Janusz Dyduch, Mieczysław Kornaszewski, 12/2016, s.4

„Koncepcja pomiaru sił przestawiania napędu zwrotnicowego”, Janusz Dyduch, Roman Pniewski, 12/2016, s.11

„Toromierz iTEC – wyniki badań inercyjnego układu pomiarowego”, Jerzy Cejmer, Marcin Kowalski, 12/2016, s.15

„Toromierz profilowy TEP – wyniki badań laserowego układu pomiarowego”, Marcin Kowalski, 12/2016, s.19

„Bezpieczeństwo kolei w kontekście powiązań pomiędzy dyrektywami o bezpieczeństwie kolei i o interoperacyjności kolei analiza z punktu widzenia wymagania zasadniczego ‘bezpieczeństwo’”, Marek Pawlik, 12/2016, s.23

Kształtowanie mobilności

„Wybrane elementy logistycznej obsługi klienta w transporcie miejskim na przykładzie Gdyni”, Krzysztof Grzelec, 1/2016, s.8

„Wpływ infrastruktury transportowej i teleinformatycznej na konkurencyjność turystyczną regionów”, Iwona Bąk, Beata Szczecińska, 1/2016, s.14

„Funkcjonowanie nocnego transportu zbiorowego w Łodzi”, Szymon Wiśniewski, 7/2016, s.4

„Budowa trasy tramwaju szybkiego do Wilanowa”, Grzegorz Madras, 7/2016, s.9

„Wpływ sygnalizacji świetlnej na straty czasu tramwaju w obszarze przystanku”, Czesław Wolek, Sebastian Kowerski, 9/2016, s.29

Transport lotniczy i intermodalny

„Ocena preferencji i zachowań komunikacyjnych pasażerów dojeżdżających do Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów”, Tomasz Stoeck, Wawrzyniec Gołębiowski, 6/2016, s.20

„Prognoses of traffic for the designer airport in Opole”, Ewelina Butyńska, 8/2016, s.28

„Transport intermodalny w Wielkopolsce w świetle badań ankietowych wśród interesariuszy”, Michał Beim, Bartosz Mazur, Andrzej Soczowka, Robert Zajdlem, 6/2016, s.25

Inżynieria mostowa

„Wzmocnienie mostów murowanych z użyciem blach falistych”, Czesław Machelski, 1/2016, s.4

„Sztywność obiektu mostowego jako parametru użytkowego konstrukcji inżynierskich”, Czesław Machelski, 2/2016, s.27

„Skuteczność obciążenia mostów kolejowych”, Czesław Machelski, Czesław Wolek, 8/2016, s.12

„Klasyfikacja obiektów gruntowopowłokowych z uwagi na zmiany deformacji powłoki podczas budowy”, Czesław Machelski, 9/2016, s.5

„Szacowanie oddziaływania zasyпки na powłokę w obiekcie gruntowopowłokowym na podstawie deformacji powłoki”, Czesław Machelski, 11/2016, s.31

Prawo w transporcie

„Drogowe spółki specjalnego przeznaczenia”, Małgorzata Klaudia Kozłowska, Anna Oranowska, 8/2016, s.18

„Przemiany prawa transportowego w ćwierćwieczu 1990 – 2015”, Piotr Świątecki, 8/2016, s.23

Przewóz towarów niebezpiecznych – numer specjalny 3/2016

„Transport lotniczy towarów niebezpiecznych”, Maria Nicopulos, 3/2016, s.6

„Transport drogowy ciekłego aluminium”, Jacek Banasiak, Andrzej Milewski, 3/2016, s.11

„Oznakowanie kontenerów cystern – kombinacja liter i cyfr czy nośnik istotnych dla przewozu towarów niebezpiecznych informacji?”, Robert Hapek, 3/2016, s.15

„Czerwone worki w trasie – czyli przewóz odpadów medycznych”, Norbert Świderek, 3/2016, s.20

„Kształcenie osób obsługujących urządzenia NO - między praktyką a teorią”, Marek Różycki, 3/2016, s.24

„Przewóz towarów niebezpiecznych na warunkach odstępowstwa czasowego – ocena ryzyka”, Anita Pilaszekiewicz, 3/2016, s.34

„Bezpieczeństwo Chemiczne – przechowywanie materiałów niebezpiecznych na multimodalnych terminalach kontenerowych”, Piotr Grobelny, 3/2016, s.38

„Planowanie dostaw gazu LPG do sieci stacji paliw w koncepcji zapasów sterowanych przez przewoźnika”, Jacek Kaleta, 3/2016, s.42

Alfabetyczny wykaz autorów

Henryk Bałuch, 4/2016, s.31
Jacek Banasiak, 3/2016, s.11
Sebastian Barszowski, 8/2016, s.5
Dorota Bartoszek-Majewska, 5/2016, s.30
Andrzej Batog, 10/2016, s.27
Iwona Bąk, 1/2016, s.14, 1/2016, s.27
Włodzimierz Andrzej Bednarek, 2/2016, s.18, 11/2016, s.20
Michał Beim, 6/2016, s.25
Tadeusz Bocheński, 2/2016, s.12
Adam Braun, 10/2016, s.21
Danuta Bryja, 5/2016, s.44
Ewelina Butyńska, 8/2016, s.28
Jerzy Cejmer, 12/2016, s.15
Piotr Chrostowski, 5/2016, s.9
Paweł Dąbrowski, 5/2016, s.9
Marcin Dera, 5/2016, s.9
Janusz Dyduch, 12/2016, s.4, 12/2016, s.11
Juliusz Engelhardt, 4/2016, s.10
Edward Fojcik, 1/2016, s.20
Igor Gisterek, 4/2016, s.35, 11/2016, s.11
Maciej Gładyga, 5/2016, s.34
Wawrzyniec Gołębiowski, 6/2016, s.20
Piotr Grobelny, 3/2016, s.38
Krzysztof Grzelec, 1/2016, s.8
Robert Hapek, 3/2016, s.15
Maciej Hawrysz, 10/2016, s.27
Maciej Jamka, 4/2016, s.39

Lucjan Janas 5/2016, s.25
Wojciech Jurkowski 2/2016, s.5
Jacek Kaleta, 3/2016, s.42
Piotr Kazimierzowski, 5/2016, s.17
Kazimierz Kłosek, 11/2016, s.27
Władysław Koc, 4/2016, s.4, 5/2016, s.9, 6/2016, s.13
Dariusz Korab, 5/2016, s.4
Mieczysław Kornaszewski, 12/2016, s.4
Marcin Kowalski, 12/2016, s.15, 12/2016, s.19
Sebastian Kowerski, 9/2016, s.29
Krzysztof Kozioł, 4/2016, s.18
Małgorzata Klaudia Kozłowska, 8/2016, s.18
Marek Krużyński, 10/2016, s.5
Krzysztof Lewandowski, 9/2016, s.21
Andrzej Lewiński, 5/2016, s.37
Czesław Machelski, 1/2016, s.4, 2/2016, s.27, 8/2016, s.12, 9/2016, s.5, 11/2016, s.31
Grzegorz Madras, 7/2016, s.9
Jacek Makuch, 11/2016, s.4
Bartosz Mazur, 6/2016, s.25
Michał Migdał, 4/2016, s.24
Andrzej Milewski, 3/2016, s.11
Maria Nicopulos, 3/2016, s.6
Iwona Nowosińska, 4/2016, s.31
Anna Oranowska, 8/2016, s.18
Marek Pawlik, 9/2016, s.11, 12/2016, s.23
Michał Pawłowski, 10/2016, s.32, 11/2016, s.15

Tomasz Perzyński, 5/2016, s.37
Anita Pilaszekiewicz, 3/2016, s.34
Roman Pniewski, 12/2016, s.11
Adam Popiołek, 7/2016, s.14
Dawid Prokopowicz, 5/2016, s.44
Marek Różycki, 3/2016, s.24
Łucjan Siewczyński, 10/2016, s.32
Marcin Skora, 5/2016, s.9
Mateusz Smolarski 2/2016, s.5
Krzysztof Stypuła, 4/2016, s.18
Juliusz Sołkowski, 4/2016, s.39
Andrzej Soczowka, 6/2016, s.25
Cezary Specht, 5/2016, s.9
Mariusz Specht, 5/2016, s.9
Tomasz Stoeck, 6/2016, s.20
Marek Stolarski, 5/2016, s.30
Beata Szczecińska, 1/2016, s.14, 1/2016, s.27
Paweł Szczuraszek, 6/2016, s.4
Janusz Szkopiński, 7/2016, s.24
Jacek Szmagliński, 5/2016, s.9
Waldemar Szulc, 10/2016, s.5
Piotr Świątecki, 8/2016, s.23
Norbert Świderek, 3/2016, s.20
Karol Trzoński, 4/2016, s.48
Szymon Wiśniewski, 7/2016, s.4
Robert Wojtczak, 10/2016, s.14
Czesław Wolek, 8/2016, s.12, 9/2016, s.29
Robert Zajdlem, 6/2016, s.25
Joanna Żyłkowska, 5/2016, s.30

Alfabetyczny wykaz recenzentów

Piotr Chrostowski
Igor Gisterek
Wojciech Jurkowski
Sławomir Karaś
Marek Kawa
Maciej Kruszyna

Adam Kuszyński
Jarosław Kuźniewski
Krzysztof Lewandowski
Piotr Mackiewicz
Jacek Makuch
Radosław Mazurkiewicz

Jeremi Rychlewski
Tomasz Stoeck
Czesław Wolek
Renata Żochowska

Opracowanie: Maciej Kruszyna



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 EMD 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



PN-EN ISO 9001:2009



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.



Zarządca narodowej sieci linii kolejowych

UNIA EUROPEJSKICH STOWARZYSZEŃ INŻYNIERÓW KOLEJOWYCH

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW KOMUNIKACJI
RZECZPOSPOLITEJ POLSKIEJ

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW KOMUNIKACJI
RP ODDZIAŁ W KRAKOWIE

III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna Techniki Innowacyjne

Nowoczesne technologie w projektowaniu, budowie i utrzymaniu rozjazdów kolejowych

CEL KONFERENCJI

Prezentacja nowych technologii w projektowaniu i produkcji rozjazdów kolejowych.

Prezentacja nowych technologii w projektowaniu i produkcji napędów rozjazdowych.

Strategia utrzymania rozjazdów w pełnej sprawności technicznej, gwarantującej bezpieczeństwo ruchu kolejowego.

Prezentacja problematyki utrzymania i użytkowania rozjazdów przy podnoszeniu prędkości jazdy pociągów.

Rozpropagowanie nowości technicznych i technologicznych wśród personelu kolejowego,
pracowników firm wykonujących prace torowe i studentów uczelni technicznych.

PARTNER KONFERENCJI



PARTNERZY MEDIALNI



PARTNER GŁÓWNY



CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY:



PARTNER
voestalpine Railway Systems Polska Sp. z o.o.



Kraków, 19 października 2016 r.