

20 lat funkcjonowania Ośrodka Eksploatacji Toru Doświadczalnego - geneza, badania oraz charakterystyka techniczna

20 years operation of the Centre for Sustainable Track Experimental - genesis, research and technical characteristics



Waldemar Szulc

mgr inż.

*Instytut Kolejnictwa,
Ośrodek Eksploatacji Toru
Doświadczalnego*

wszulc@ikolej.pl



Marek Krużyński

Prof. dr hab. inż.

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

marek.kruzynski@pwr.edu.pl

Streszczenie: W artykule opisana jest historia powstania toru doświadczalnego, jakie przesłanki przyczyniły się do budowy takiego obiektu. Podano charakterystykę techniczną infrastruktury, różne rozwiązania budowy podtorza. Wymieniono badania prowadzone na torze w dziedzinie dróg kolejowych.

Słowa kluczowe: *Tor Doświadczalny; Podtorze; Badania*

Abstract: The article describes the history of the track experimental evidence which contributed to the construction of such a facility. Given the technical characteristics of the infrastructure, different solutions subgrade construction. Lists studies carried out on the track in the field of railway.

Keywords: *Track Testing; Substructure; Research*

Nowe rozwiązania konstrukcyjne w podstawowych dziedzinach kolejnictwa takich jak tabor, nawierzchnia, urządzenia sterowania ruchem, trakcja elektryczna powinny odznaczać się dużą niezawodnością i sprawnością działania, która zagwarantuje pełne bezpieczeństwo ruchu pociągu. Wymagania te powodują konieczność prowadzenia wszechstronnych i gruntownych badań w warunkach zbliżonych do normalnej eksploatacji, co może być spełnione przy dysponowaniu odpowiednią bazą badawczą, której niezbędną częścią składową jest odpowiedni tor doświadczalny. Badania prowadzone na torze doświadczalnym odznaczają się następującymi zaletami:

- przebiegają w warunkach podobnych do normalnego ruchu kolejowego, który ich jednak nie zakłóca, a równocześnie nie jest zakłócany przez te badania,
- warunki eksploatacyjne, zgodnie z wymogami badań, mogą pozostać niezmiennie w ciągu całego okresu badań lub też mogą być zmienione w zależności od celu pracy badawczej,

- czas niezbędny do uzyskania wyników skraca się do minimum (w porównaniu do badań prowadzonych na liniach eksploatowanych) dzięki możliwości szybkiego rozpoczęcia badań oraz prowadzeniu prac pomiarowych bez przerw. W przypadku badań trwałościowych skrócenie czasu badań wynika z szybkiego narastania obciążenia toru na okręgu doświadczalnym co ma bardzo istotne znaczenie w procesie badań,
- pozwalają na dokładnego określenie warunków, w których można przeprowadzać badania porównawcze. Umożliwia to obiektywną ocenę poziomu technicznego badanego obiektu,
- stwarzają możliwość prowadzenia takich badań w zakresie określonych rozwiązań technicznych, które w odniesieniu do dużej liczby wymaganych wskaźników nie mogą być prowadzone na liniach eksploatowanych ze względu na zbyt długi czas trwania badań oraz ze względu na prawdopodobieństwo wzajemnego zakłócania przebiegu badań i ruchu kolejowego a także wzajem-

- nego zagrożenia bezpieczeństwa, pozwalają na uzyskanie szybkich wyników badań, co daje możliwość podejmowania właściwych decyzji w planach inwestycyjnych jak również decyzji zakupu sprawdzonego wyrobu,
- przyspieszają rozwój prototypów i ich badań, co w znaczny sposób skraca czas niezbędny do rozpoczęcia produkcji seryjnej a tym samym przyspiesza dostawę gotowych wyrobów.

Pierwsze analizy budowy toru doświadczalnego w Polsce pojawiły się w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku. W 1951 roku powołano do funkcjonowania Instytut Naukowo-Badawczy Kolejnictwa w Olszynie Grochowskiej i tam chciano ulokować tor badawczy. Wymieniano również ze względu na dogodnie warunki terenowe okolice Sochaczewa. Dyskusje i analizy prowadzone na ten temat w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych nie doczekały się jednak konkretnych rozwiązań.

W latach siedemdziesiątych, gdy wówczas w Polsce transport kolejowy pasażerski i towarowy odgrywał zna-

czącą rolę powrócono do tematu. Dominująca rola transportu kolejowego powodowała, że na PKP konieczne były zmiany jakościowe w zarządzaniu, organizacji i technologii przewozów jak również zmiany techniczne, które spowodowałyby wzrost trwałości i niezawodności urządzeń technicznych oraz modernizację rozwiązań konstrukcyjnych. To były wówczas główne nurty prac naukowych Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa. Wszystkie unowocześnienia, które zamierzano wprowadzić na kolej musiały zostać poddane badaniom laboratoryjnym oraz zweryfikowane w normalnych warunkach eksploatacyjnych, co zawsze napotykałoby na liniach PKP na utrudnienia. I tak pojawiły się następane plany lokalizacyjne toru doświadczalnego: Górny Śląsk, okolice Huty Katowice, Pustynia Błędowska, okolice Wrocławia – Jelcz, Bielawa. Pomimo różnych koncepcji, ze względów ekonomicznych budowa nie doczekała się realizacji.

Lata osiemdziesiąte to nowe okoliczności sprzyjające budowie toru. Rodzaj i charakter prac prowadzonych przez Centrum Naukowo – Techniczne Kolejnictwa powodował konieczność prowadzenia badań w warunkach zbliżonych do normalnej eksploatacji w zakresie zagadnień nawierzchniowych jak i taborowych. Branże zajmujące się doskonaleniem techniki kolejowej w dziedzinie produkcji taboru i szyn wykazywały również duże zainteresowanie budową poligonu badawczego.

Po wieloletnim okresie analiz i poszukiwań na lokalizację okręgu doświadczalnego wybrano okolice Żmigrodu.

Podstawowe koncepcje budowy okręgu doświadczalnego

We wszystkich projektach, które zaczęły pojawiać się w pierwszej połowie lat osiemdziesiątych zakładano, że okrąg doświadczalny (rys. 1) powinien składać się z przynajmniej dwóch zamkniętych struktur torowych, które tworzyłyby duży i mały okrąg. Układy te muszą być powiązane ze sobą oraz połączone z siecią kolejową. W składzie okręgu doświadczalnego powinna się znaleźć: stacja zdawczo – odbiorcza oraz dodatkowe tory o różnym przeznaczeniu, budynki administracyjno- socjalny i inne

obiekty i stanowiska techniczne.

Duży okrąg miał być przeznaczony głównie do prowadzenia kompleksowych badań lokomotyw, wagonów i innych pojazdów szynowych przy dużych prędkościach jazdy (300km/h), oraz jazdów badawczych przystosowanych do 200 km/h. Mały okrąg to przede wszystkim narzędzie do prowadzenia badań trwałościowych nawierzchni, taboru i innej infrastruktury kolejowej. Stacja zakładowa to tory dla wagonów pomiarowych, badanego taboru oraz ciężkiego pociągu próbnego około 5000 – 6000 ton brutto, ponadto tory rewizyjne, objazdowe, za – i wyladunkowe dla materiałów nawierzchniowych, tor wyciągowy z trójkątem do obracania składów, tor dodatkowy z małymi łukami do badań taboru. Planowano również budowę specjalnego wydzielonego toru na potrzeby badawcze wojsk inżynierskich.

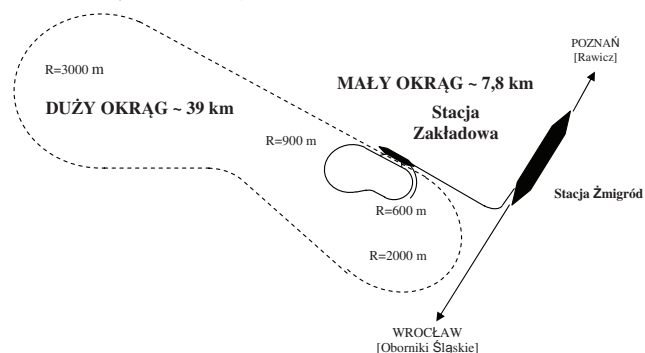
Główne argumenty budowy okręgu doświadczalnego

Budowa toru była ściśle powiązana z tematyką prac naukowych zawartych w Centralnym Programie Badawczo – Rozwojowym nr CBPR 9.3 na lata 1986 – 90. Jego główne dziedziny, które miały służyć celom użytkowym to:

- zwiększenie trwałości nawierzchni kolejowej,
- zwiększenie niezawodności zasilania trakcji elektrycznej,
- poprawa stanu technicznego taboru,
- budowa nowoczesnych wagonów i pojazdów trakcyjnych,
- automatyzacja procesów rozrządzenia wagonów,
- racjonalizacja ruchu kolejowego,
- modernizacja i wyposażenie torów ogólnoladunkowych na stacjach.

Aby uzyskać konkretne rozwiązanie techniczne lub gotowy wyrób konstrukcyjny należało prowadzić wszechstronne badania i pomiary w warunkach eksploatacyjnych. Pod tym względem tor doświadczalny stanowił doskonały poligon badawczy w szczególności dla pierwszych czterech zagadnień, bowiem zapewniał kompleksowość badań alternatywnych rozwiązań i ich porównanie oraz ograniczał czas badań do minimum. Niżej wymieniona tematyka badań w dziedzinie dróg kolejowych ujętych w programie CPBR 9.3 oraz innych nie wchodzących w jego zakres najlepiej uzasadnia cel budowy obiektu.

- Sprężyste przytwierdzenia typu SB-3 szyn UIC do podkładów betonowych (zamówienie rządowe CPBR, w 1989 roku planowano rozpocząć produkcję 2 milionów sztuk/rok).
- Badanie trwałości eksploatacyjnej szyn o wysokiej wytrzymałości; obrabianych cieplnie, naturalnie twarde (stopowych), z procesu ciągłego odlewania (CPBR).
- Badania serii informacyjnej przytwierdzeń sprężystych szyn do podkładów drewnianych (CPBR).
- Badania złączy wzmocnionych do szyn UIC60 i S49 na podkładach drewnianych i betonowych (CPBR).
- Badania doboru podrozjazdnic betonowych w rozjeździe S49-190-1:9.
- Badania trwałościowe podkładów wykonanych z drewna odpadowego przez klejenie i łączenia wkładkami.
- Badania rozwiązań wzmacniających podkłady drewniane w strefach podszytowych (dotyczy to podkładów wykonanych z drewna gorszego gatunku).
- Optymalizacja współpracy koła z szyną (określenie własności materiałów szyn i kół).



1. Szkic projektowanego Poligonu Badawczego PKP według koncepcji z 1986 roku

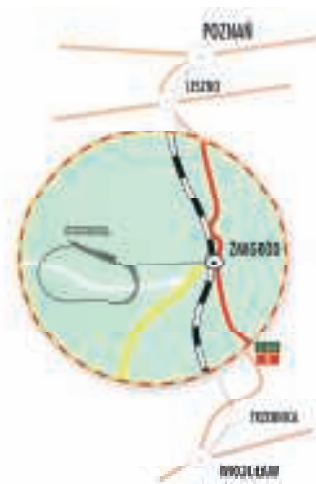
- Ocena jakości warstw ochronnych torowiska : planowano przeprowadzić badania porównawcze warstw ochronnych pod podsypką stosowanych na PKP. Na kilku 100 metrowych odcinkach Małego Okręgu zaprojektowano warstwy z piasku średniego, z gruntu stabilizowanego oraz z warstwy składającej się z włókniny z tworzywa sztucznego. Na pozostałej części jako warstwa porównawcza miała być zastosowana pospółka. Badania wynikały z potrzeby weryfikacji stosowanych oraz nowych wprowadzanych sposobów wzmocnienia podtorza. Wynikiem porównań przydatności różnych wzmocnień torowiska w aspekcie ich trwałości i wpływu na stan eksploatowanego toru miała być weryfikacja stosowanych rozwiązań i wyznaczenie nowych kierunków prac rozwojowych.

Na miejsce ulokowania poligonu doświadczalnego PKP wybrano okolice Żmigrodu na terenie województwa dolnośląskiego. Zdecydowało o tym skupienie wielu zakładów przemysłowych produkujących tabor kolejowy między innymi: HCP Cegielski w Poznaniu, Zastal w Zielonej Górze, PAFAWAG we Wrocławiu, Zakłady w Świdnicy oraz liczne zakłady naprawy taboru kolejowego. Ponadto w okolicy zlokalizowane było liczne zaplecze naukowe : Politechnika Wrocławska, Politechnika Poznańska, Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze, Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Inżynierskich we Wrocławiu. Inne zalety lokalizacji to : płaski teren, małe zalesienie, oraz niewielka odległość do stacji kolejowej Żmigrod, zlokalizowanej na linii kolejowej E59 Wrocław - Poznań. Istniejący układ drogowy zapewniał również dogodnie połączenie komunikacyjne z innymi miejscowościami (Rys. 2).

Dodatkową przesłanką budowy poligonu badawczego jaka wówczas się pojawiła, oprócz potrzeb PKP, była możliwość eksportu szyn i taboru, który musiał odpowiadać wysokim wymaganiom technicznym. Przynależność PKP do takich organizacji jak, UIC, ORE, OSŻD i pełnienie w tym okresie przez Polskę funkcji Centrum Koordynacyjnego do spraw perspektywnego rozwoju taboru kolejowego obligował do tego przedsięwzięcia.

Planowany zakres i przebieg budowy obiektu

Wstępne założenia zakładały najpierw budowę Małego Okręgu, planowano ją rozpocząć w 1987 roku a uruchomienie pełnej eksploatacji w 1990 roku. Liczono, że niektóre badania będzie można rozpocząć już w 1989 roku. Duży Okrąg zaplanowany był w drugiej kolejności. W początkowej fazie przewidywano, że ukończenie kompleksowe całego obiektu zrealizowane będzie do 1992 roku. W dniu 24.09.1986 roku budowa Małego Okręgu została włączona do CPBR i zostały przyznane fundusze na ten cel, które jednak okazały się nie wystarczające po aktualizacji założeń techniczno-ekonomicznych przesunięto na rok 1997 ukończenie kompleksowe Poligonu Badawczego PKP. Budowa obiektu rozpoczęła się w połowie 1987 roku i zgodnie z założeniami miała zostać ukończona w 39 miesięcy, a w kolejnych 9 miesięcy miało nastąpić wyposażenie i uruchomienie jazd próbnych. Budowa jednak w pewnym momencie trafiła na wielkie zmiany ustrojowe w Polsce, w wyniku których, nastąpiła reorganizacja wszelkich struktur, co przyniosło ze sobą zmianę formy finansowania a nawet wstrzymanie budowy na dwa lata. Proces ten spowodował wydłużenie budowy do 111 miesięcy (rys. 3). Budowę można podzielić na IV etapy. I etap najkrótszy ale zarazem najbardziej stabilny, finansowany był z Urzędu Postępu Naukowo- Technicznego i Wdrożeń. Praca przebiegała zgodnie z planem realizacyjnym bez zakłóceń, jednak 13 maja 1989 roku UPN-T i W wstrzymuje finansowanie ze środków CPBR nr 9. Decyzja ta spowodowała, że do finansowania budowy włączyła się DG PKP, Komitet Badań Naukowych, Centralny Fundusz Rozwoju Nauki i Techniki oraz Huta Katowice, Huta Świerczewski oraz HCP Cegielski, ale środki finansowe były niewystarczające i tempo budowy obiektu zostało wyhamowane. Skupiono się na stanowisku do zderzeń pojazdów szynowych. III etap – najtrudniejszy związany z transformacją ustrojową a zwłaszcza



2. Lokalizacja toru doświadczalnego

zmiany w sferze gospodarczej spowodowały przerwy w finansowaniu przedsięwzięcia i przerwanie prac. Skupiono się nad zabezpieczeniem istniejącej infrastruktury, uporządkowaniem terenu oraz prowadzono roboty wykończeniowe przy wiaduktach. IV etap to bardzo intensywne prowadzenie robót mające na celu ukończenie zadania, przydzielone środki przez DG PKP oraz przede wszystkim wsparcie materiałowe wytwórców materiałów nawierzchniowych spowodowały intensyfikację robót oraz zmniejszenie planowanych nakładów finansowych.(Tabela 1) [1].

Udział instytucji naukowych w procesie budowy i eksploatacji obiektu

Założone parametry eksploatacyjne dla Małego Okręgu wskazywały, że poza przyjętą w projekcie konstrukcją nawierzchni oraz jakością użytych materiałów, o trwałości budowanego obiektu będą decydowały również takie czynniki, jak jakość robót podtorzowych, duża dokładność robót przy montażu i ułożeniu toru, a następnie prawidłowe wykonanie robót wykończeniowych. W związku z tym zdecydowano, że jakość robót podtorzowych będzie kontrolowana przez Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Poznańskiej oraz Instytut Badawczy Dróg i Mostów (Filia Wrocław). Biorąc pod uwagę spodziewane obciążenie jakie wystąpi na torze do badań

Plan	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Realizacja											

3. Plan i rzeczywista realizacja budowy poligonu doświadczalnego PKP

podchodzący w sposób niekonwencjonalny, zdecydowano o potrzebie rozszerzenia ich zakresu o badania nośności CBR określane laboratoryjnie, badania uziarnienia służące do określania różnoziarnistości kruszyw, które to parametry mają istotny wpływ na nośność i stabilność mechaniczną warstw. Ze względu na rodzaj stosowanych kruszyw prowadzono również badanie zagęszczenia wg metody Proctora zmodyfikowanego.

Warunki odbioru w zakresie materiałowych rodzajów i zasad odbioru podto-

rza wyróżniają:

Odbiór materiału (grunt i kruszywo)

- kontrola gruntu zastosowanego w budowie nasypu:
 - wskaźnik nośności CBR
 - wskaźnik różnoziarnistości
 - wskaźnik piaskowy
 - kapilarność bierna
- kontrola kruszywa
 - wskaźnik nośności metodą VSS
 - wskaźnik różnoziarnistości
 - ścieralność w bębnie Devala i Los Angeles

- nasiąkliwość

- odporność na działanie mrozu

Odbiór prawidłowości wbudowania gruntów i kruszyw

- prawidłowość ułożenia warstwy ochronnej:
 - wskaźnik zagęszczenia podłoża oraz warstw nasypu
 - grubość warstwy
 - warunek Terzagiego na styku warstw zmieniających swoją strukturę
 - wskaźnik nośności CBR warstwy torowiska dla $I_s = 0,95$
- kontrola prawidłowości zbudowania nasypów:

- wskaźnik zagęszczenia podłoża oraz warstw nasypu

- warunek Terzagiego na styku warstw zmieniających swoją strukturę

- wskaźnik nośności CBR warstwy torowiska dla $I_s = 0,95$

- prawidłowość ułożenia warstwy odcinającej:

- grubość warstwy

- warunek Terzagiego na styku warstw zmieniających swoją strukturę

- wskaźnik nośności metodą VSS

Wyniki badań przedstawione w raporcie końcowym z badań geotechnicznych podtorza Małego Okręgu (IBDiM-TW 08195/W-154) mogą być użyte dla:

- ustalenia parametrów technicznych konstrukcji podtorza, czego wynikiem stać się mogą ekspertyzy wyszczególnionych elementów konstrukcji podtorza,
- określenia stanu podtorza z wnioskami dotyczącymi zmian technologii,
- wykonania robót należących do zakresu bieżącego utrzymania, planu odnow w celu wprowadzenia zmian likwidujących przyczyny nadmiernej zmian deformacyjnych,
- stworzenia dokumentacji technicznej modernizacji elementów obiektu obejmującej także likwidację zagrożeń deformacyjnych pochodzących z błędów konstrukcji, wad wykonawczych lub założeń materiałowo-technologicznych.

W trakcie budowy, parametrem najczęściej mierzonym był wskaźnik zagęszczenia, średnia jego wartość dla warstwy ochronnej wynosi 1,02 z odchyleniem standardowym 0,02, a dla warstwy na-

Tab. 1. Przebieg budowy

Rok	Kwartał	Przebieg prac	
1987	II	23.06. 1987 rozpoczęcie budowy, uruchomienie placów budów: zaplecza, toru dojazdowego, stacji zakładowej, 2 wiaduktów, wykonano linie energetyczne	I okres – budowa w ramach CPBR nr 9.3 finansowana ze środków UPNT i W (50% zaawansowania)
	III		
	IV		
1988	I	Rozpoczęto wykup gruntów, przebudowano stację Żmigród, zakończono budowę toru dojazdowego, rozpoczęto budowę stacji zakładowej, wykonano drogi objazdowe przy czterech wiaduktach, rozpoczęto budowę nasypów	
	II		
	III		
	IV		
1989	I	Zakończono wykonywaną sukcesywnie dokumentację PT, zbudowano tor łącznikowy i wyciągowy, zbudowano 2 tory główne stacji zakładowej, budowa trzech wiaduktów była w dużym stopniu zaawansowana	II okres – budowa finansowana przez DG PKP, CFRN i T i KBN, częściowo Huta Katowice i Świerczewski, HCP Cegielski (82% zaawansowania)
	II		
	III		
	IV		
1990	I	Ukończono budowę stacji zakładowej, wykonano stanowisko do badań zderzeń pojazdów szynowych, usunięto wszystkie kolizje w 40 miejscach, przełożono rzekę Krępę na długości 1 km	
	II		
	III		
	IV		
1991	I	Zakończono budowę 2 wiaduktów, zakończono roboty ziemne na trasie Okręgu, rozpoczęto budowę podstacji trakcyjnej, zaawansowano budowę fundamentów pod słupy trakcyjne	
	II		
	III		
	IV		
1992	I	Zakończono budowę 2 wiaduktów, z uwagi na czasowe zatrzymanie budowy zabezpieczono 5 wiadukt, drogę objazdową roboty ziemne na trasie okręgu, oraz konstrukcję budowanej podstacji trakcyjnej	III okres budowy – czasowe wstrzymanie prac, likwidacja uciążliwości budowy dla otoczenia (87% zaawansowania)
	II		
	III		
	IV		
1993	I	Zakończono budowę ostatniego wiaduktu, uporządkowano drogi objazdowe i dojazdy do pól, zlikwidowano uciążliwość budowy dla otoczenia, zabezpieczano budowę Okręgu	
	II		
	III		
	IV		
1994	I	Zakończono roboty podtorza i ułożono nawierzchnię na Okręgu, zamontowano rozjazdy i przęsła szynowe, zbudowano tor z małymi lukami, zbudowano obejście mostu doświadczalnego, zaawansowana elektryfikacja, adaptacja bazy budowy dla CNTK	IV okres budowy finansowany przez DG PKP przy wsparciu przemysłu (bezpłatna dostawa materiałów) (97% zaawansowania)
	II		
	III		
	IV		
1995	I	Zakończenie robót torowych, ciąg dalszy elektryfikacji, montaż urządzeń srk, uporządkowanie terenu, przygotowanie obiektu do eksploatacji, utworzenie w CNTK Działu Eksploatacji Toru Doświadczalnego	
	II		
	III		
	IV		
1996	I	Ukończono elektryfikację, uruchomiono system srk, wykonano odbiory techniczne podtorza i innych urządzeń, zestawiono pierwszy pociąg próbny o masie 2000 t,	
	II		
	III		

Wykaz warstw i materiałów

WARSTWA TŁUCZNIOWA
 WARSTWA OCHRONNA
 WARSTWA NASYPU
 WARSTWA ODCINAJĄCA

Rodzaj warstwy	Materiał	Lokalizacja
WARSTWA TŁUCZNIOWA	WARSTWA TŁUCZNIOWA	0+000 - 1+001,418
	Tłuczni łazystowy z Kopsini błędnia	2+081,645 - 7+124,959
	WARSTWA TŁUCZNIOWA (SEKCJA nr 2)	1+001,418 - 2+091,445
WARSTWA OCHRONNA	WARSTWA OCHRONNA (ZESTAW I)	0+000 - 1+754
	20 cm Miesotł kamienisty z Sobotki	2+895 - 3+350
	10 cm Kłkica z Czarnego Borsu	5+800 - 7+124,959
	WARSTWA OCHRONNA (ZESTAW II)	0+754 - 2+025
	20 cm Miesotł kamienisty z Rogoźnicy	3+350 - 4+680
WARSTWA NASYPU	WARSTWA NASYPU (ZESTAW I)	0+000 - 3+080
	Grunt G1 z Ralszawki	5+700 - 7+124,959
WARSTWA NASYPU (ZESTAW II)	Grunt - piasek średnioziarnisty z Łazarowic	3+350 - 4+790
	WARSTWA ODCINAJĄCA	0+000 - 0+050
WARSTWA ODCINAJĄCA	20 cm Pasopłk gruboziarnista z Olszki	1+059 - 2+180
	0+000 - 0+070	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
	0+070 - 1+059	
WARSTWA ODCINAJĄCA Z WYMIAM, GRUNTU:	0+000 - 1+685	
20 cm Pasopłk z gruboziarnistą z Olszki		
Kłuczyc G1 z Ralszawki (wymiana gruntu)		
WARSTWA ODCINAJĄCA-ROZMACNIAJĄCA	3+080 - 3+980	
20 cm Miesotł kamienisty z Sobotki	4+100 - 4+680	
5+088 - 6+025		
6+025 - 6+430		
ROZMACNIENIE KORPUSU NASYPU (czka Kopsi)	4+100 - 4+680	
Miesotł kamienisty z Rogoźnicy		

Wykaz warstw i materiałów

PODŁOŻE GRUNTOWE

Rodzaj warstwy	Materiał	Lokalizacja
PODŁOŻE GRUNTOWE	Psiek leśny / Ps	2+680 - 2+810
	2+880 - 3+120	
	3+200 - 3+480	
	3+520 - 4+830	
	4+180 - 4+300	
	4+580 - 4+590	
	4+670 - 5+140	
	Psiek gliniasty / Pg	-
	Psiek gliniasty / Głisa / PglG	7+430 - 7+518
	Psiek drzewny / Pyl	3+120 - 3+200
3+480 - 3+520		
5+440 - 5+718		
7+680 - 7+698		
Psiek pylasty / Pa	2+930 - 2+988	
Psiek pylasty / Głisa / PalG	5+140 - 5+448	
Psiek drzewny / Głisa / PglG	6+480 - 6+528	
Pyl / Pl	-	
Głina / Piasiek / GP	1+800 - 2+080	
Głina / G	0+800 - 0+388	
1+980 - 1+858		
4+568 - 4+728		
5+718 - 6+058		
Głina piaszczysta / Gp	4+838 - 4+188	
6+858 - 6+268		
7+698 - 7+124,959		
Głina piaszczysta / Pyl / GpPl	1+408 - 1+680	
Głina pylasta / Gp	1+678 - 1+378	
4+728 - 4+888		
6+248 - 6+488		
6+598 - 7+430		
Głina pylasta / Pyl / GplPl	7+518 - 7+680	
Głina pylasta zwęzła / Gpl	6+388 - 6+548	
6+918 - 7+078		
1+378 - 1+480		
4+388 - 4+980		
6+548 - 6+818		
4+880 - 4+818		

4. Przykładowa metryka geotechniczna Małego Okręgu

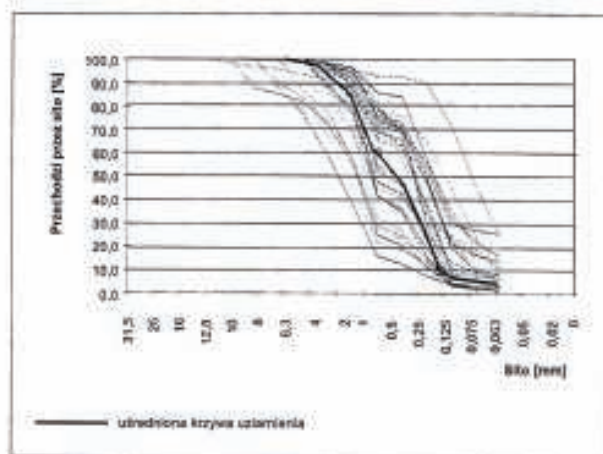
sypu, odcinającej i podłoża gruntowego 1,00 z odchyleniem standardowym 0,04. Badania uziarnienia pozwoliły na określenie stabilności na styku warstw, między nasypem a warstwą ochronną, warstwą ochronną a warstwą kłkica oraz warstwą kłkica a nawierzchnią tłuczni-

wą. Dzięki temu, że materiały zostały prawidłowo dobrane spełniono warunki sztywności i nośności. Prowadzona od początku budowy kontrola laboratoryjna umożliwiła dobór właściwych materiałów do budowy, weryfikację rozwiązań na etapie projektu, kontrolę

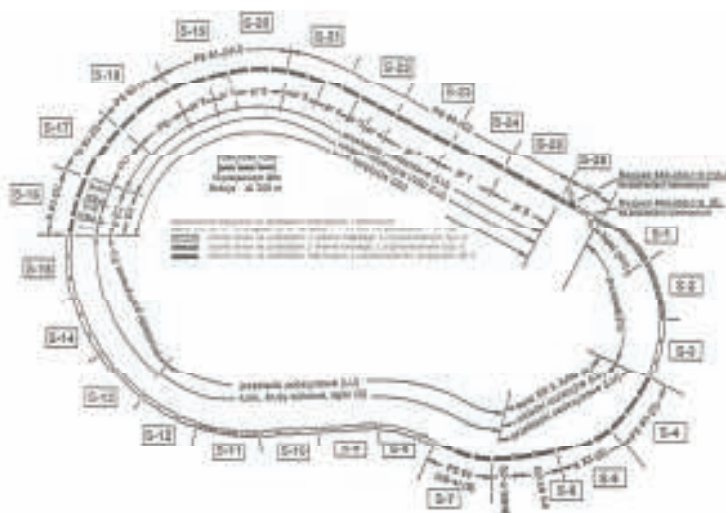
Grunt-piasek średnioziarnisty z Łazarowic

Rodzaj warstwy	WARSTWA NASYPU - ZESTAW II	
Lokalizacja	od	do
	3+380	5+700

Charakterystyki	Jedn.	Wynik			
		Średni	Mín.	Max.	Odcł.
Wskaznik różnorodności $U_{d_{60}}/d_{10}$	-	9,0	2,7	16,8	2,9
d_{10}	mm	0,911	0,200	8,800	1,248
d_{60}	mm	0,148	0,059	1,880	0,252
Wskaznik nierówności	-	-	-	-	-
$U_{z=0,02mm}$	-	5,6	2,7	16,6	2,9
$z < 0,02mm$	%	-	-	-	-
$d = 13,3 - 0,1 U$	%	9,6	11,6	1,7	11,6
Wskaznik ziarnowy układu warstw	-	-	-	-	-
d_{10}	mm	1,162	0,250	27,600	3,675
D_{10}	mm	3,125	0,080	0,180	0,032
d_{60}	mm	6,750	0,600	25,200	6,146
Wskaznik zagęszczenia W_p	-	1,00	0,91	1,16	0,04
w_{opt}	%	10,3	7,1	13,9	1,8
$\rho_{d, opt}$	g/cm ³	1,830	0,967	2,009	0,224
Wskaznik nośności CBR	%	25,9	25,9	25,9	-



5. Przykładowe charakterystyki oraz krzywe uziarnienia



6. Lokalizacje różnych rozwiązań konstrukcji nawierzchni na wydzielonych sekcjach toru nr 2

jakości robót przy jednoczesnej kontroli geodezyjnej. Wykonane badania, przy znacznie zróżnicowanej konstrukcji podtorza i przy zróżnicowanym podłożu gruntowym oraz bogaty materiał archiwalny wykonanych badań laboratoryjnych, umożliwią w przyszłości, podczas

badani zmęczeniowych, określenie deformacji jakie mogą wystąpić w wyniku ekstremalnych obciążeń [3]. Po ponad trzyletniej eksploatacji i łącznym obciążeniu wynoszącym 18 Tg, w celu ustalenia stanu istniejącego podtorza Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej przeprowadził badania zagęszczenia gruntów podtorza Małego Okręgu. Sondowania wykonywano lekką sondą udarową typu ITB-ZW z końcówką stożkową, średnio co 50 m przemiennie po obu stronach toru do głębokości 3,0 m. Miejsce sondowań przyjęto w taki sposób, aby uzyskać miarodajne wyniki dla każdej z 26 sekcji oraz dla każdego układu gruntów w podtorzu. Pobrano również próbki gruntów w celu sprawdzenia makroskopowego ich rodzaju w poszczególnych warstwach oraz oznaczono nawiercony poziom wody gruntowej. Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy wyników stwierdzono, że grunty w podtorzu są bardzo zagęszczone. Wskaźniki zagęszczenia warstwy ochronnej zawierają się w granicach $0,98 \leq I_s \leq 1,01$, dla gruntów w nasypie $0,94 \leq I_s \leq 1,01$, warstwę odcinającą określa wskaźnik w granicach $0,90 \leq I_s \leq 1,01$ a wskaźnik gruntów podłoża nasypów zawiera się w granicach $0,98 \leq I_s \leq 1,01$ [4].

Charakterystyka techniczna istniejącego obiektu

Krzywoliniowy, zamknięty kształt Okręgu Doświadczalnego o długości 7725 m zbudowany jest z 25 sekcji torowych o długości 300 m i sekcji rozjazdowej 225 m. Nawierzchnia wyposażona jest w szyny UIC 60 częściowo na podkładach betonowych różnego typu oraz drewnianych – z drewna miękkiego i twardego. Poprzez odpowiednio dobrane rozmieszczenie poszczególnych rodzajów podkładów oraz różnego rodzaju przytwierdzeń, uzyskano odcinki toru różniące się pod względem konstrukcyjnym jak i położeniem w planie, (rys. 6). Ma to istotne znaczenie w prowadzeniu różnego rodzaju badań nawierzchniowych. Podtorze toru pętli doświadczalnej stanowi nasyp wykonany z gruntu przepuszczalnego (piasek, żwir) zabezpieczony od góry warstwą ochronną (warstwa odsączająca z kłińca i warstwa szczelna z niesortu kamiennego zagęszczonego), a

od dołu warstwą odcinającą od podłoża gruntu rodzimego (żwir i pospółka oraz niesort kamienny). Zbudowano również kilka odcinków doświadczalnych gdzie do warstwy ochronnej użyto kliniec z Czarnego Boru, starą podsypkę z Wrocławia Głównego, piasek średnioziarnisty, wysiewki oraz zastosowano stabilizację cementem. Zasadnicze odwodnienie podtorza stanowią rowy boczne i odprowadzające. Okręg Doświadczalny jest torem bezстыkowym. Zbudowany jest z odcinków prostych o długościach 1313,9 m i 543,9 m oraz łuków o promieniach $R=600$ m i $h = 150$ mm, $R=700$ m i $h = 115$ mm, $R = 800$ m i $h = 90$ mm, $R = 900$ m i $h = 100$ mm. W profilu podłużnym pętla doświadczalna składa się z odcinków położonych w poziomie i na pochyleniach 1‰ i 2‰. Wbudowane są rozjazdy nr 20 i nr 21. Wyposażenie obiektu stanowią również tory stacji zakładowej, w których skład wchodzi tor nr 1 o długości użytkowej 973 m, tor nr 3 i 3a o długości 852 m, tor nr 5 o długości użytkowej 352 m, tor nr 7 - 224 m, tor żeberkowy nr 1c z kanałem rewizyjnym o długości użytkowej 66 m tor wyciągowy nr 8a, który położony jest w łuku o promieniu 605 m jego długość użytkowa to 1000 m oraz tory wchodzące w skład trójkąta do obracania składów, tor nr 10 w kształcie łuku o promieniu 150 m, tor wyciągowy nr 8 i tor dojazdowy nr 1a. Cały układ torowy przedstawia rysunek 8. Na całym obiekcie wbudowano 12 rozjazdów. Całość połączona jest ze stacją PKP Żmigród torem dojazdowym – tor nr 101 i nr 1a, ułożonym w części nieczynnej linii kolejowej 317 Żmigród – Wąsosz [2].

Prace badawcze prowadzone na torze doświadczalnym

W okresie od 12 września 1996 roku do 31 grudnia 2015 r. na Torze Doświadczalnym zrealizowano łącznie 446 projektów badawczych ze znaczną przewagą badań taboru kolejowego (Rys. nr 9). Rys. nr 10 obrazuje ilość prac badawczych na torze doświadczalnym w rozbiu na poszczególne lata. Badania w dziedzinie dróg kolejowych prowadzone były w początkowym okresie eksploatacji. Niżej wymieniono przydzielone zadania badawcze.

- Badania trwałości rozjazdu UIC 60-

300-1:9 na podrozjazdnicach betonowych.

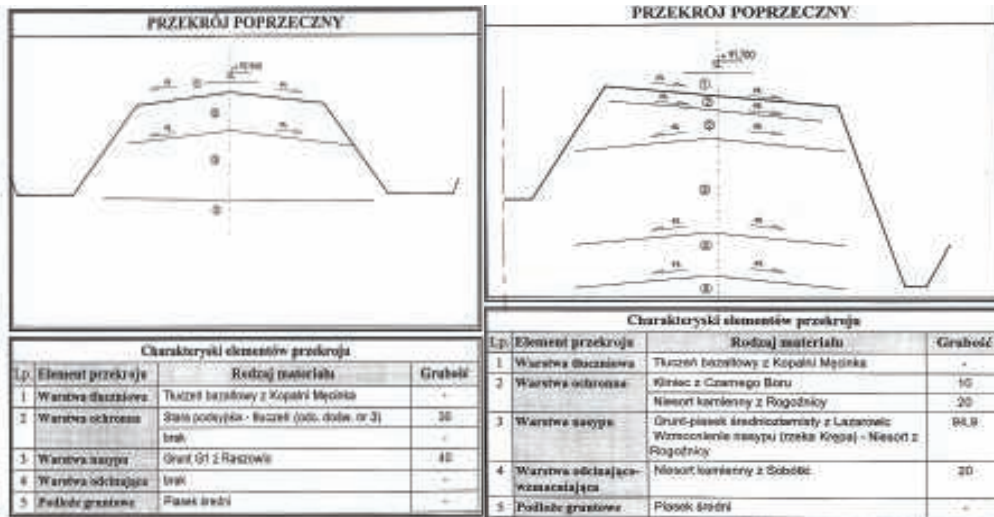
- Badania podkładów betonowych z przytwierdzeniem SB3.
- Badanie szyn UIC produkcji Huty Katowice.
- Degradacja podsypki w procesie eksploatacji toru doświadczalnego.
- Zmienność podłoża podkładów w procesie eksploatacji toru doświadczalnego.

Po czteroletniej eksploatacji Toru i łącznym obciążeniu 21 Tg rozpoczęto pracę pod nazwą:

Wpływ eksploatacji na konstrukcję i podtorze toru doświadczalnego (9610/32). Wykonano badania i pomiary przestrzennego położenia toru, parametrów geometrycznych nawierzchni, zużycia szyn i zagęszczenia gruntów warstw ochronnych oraz gruntów podtorza. Jednocześnie zebrano rozproszone dane i wyniki pomiarów wykonanych wcześniej przed rozpoczęciem eksploatacji. W wyniku analiz zebranych materiałów i pomiarów określono osiadanie konstrukcji toru w sekcjach. Największe wartości średnie całkowitych osiadań stwierdzono w sekcji nr 7 ($y_{max}=86$ mm), podtorze tam odznacza się stosunkowo małą sztywnością torowiska o średnim module $E_{oi} = 126,20$ MPa. Słabsze podtorze jak i skomplikowany układ geometryczny i jego sztywna konstrukcja, która składa się z podkładów PS-83 z przytwierdzeniem SB-4(B) wraz ze stykami łączonymi łubkami 4 otworowymi przyczyniają się do powstawania zwiększonych osiadań. Dodatkowym czynnikiem jest również duża niejednorodność podtorza charakteryzująca się współczynnikiem zmienności modułu $z = 38$ % [5].

Remonty i utrzymanie toru doświadczalnego

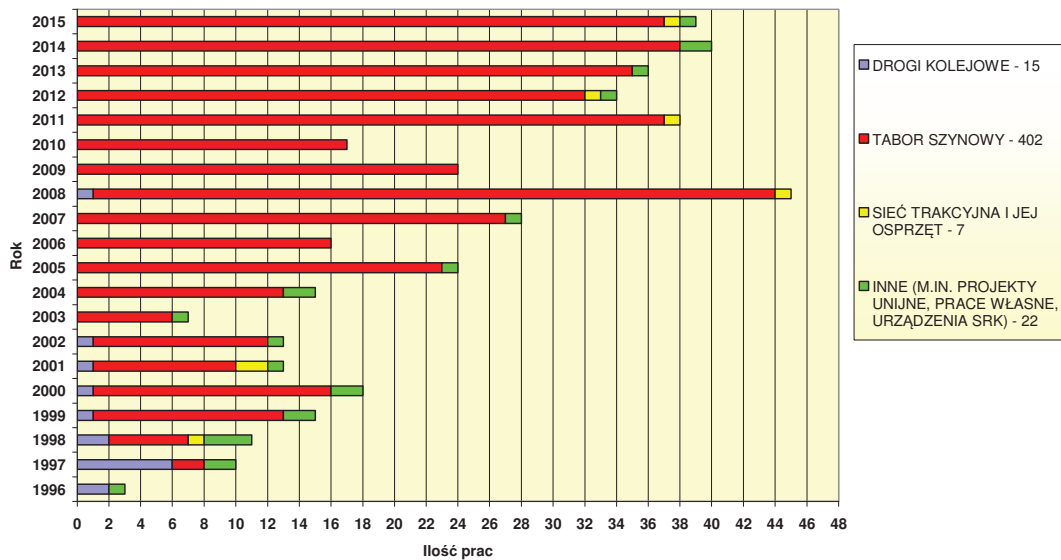
Cały tor doświadczalny był wykonany jako tor klasyczny i zdawano sobie sprawę, że w przyszłości mogą występować trudności z jego utrzymaniem. W 2002 roku przystąpiono do remontu, zesparowano szyny UIC60 na długości 6600 m (559 spawów), przełożono toki szynowe na łuku R 600, uzupełniono podsypkę tłuczniową na całej długości toru oprofilowano i następnie podbito tor. Na wyraźne sugestie służby drogowej IK zosta-



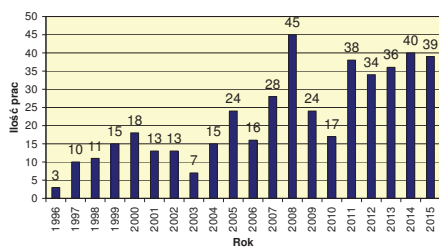
7. Przykładowe przekroje podtorza



8. Schemat układu torowego



9. Podział prac badawczych przeprowadzonych na okręgu doświadczalnym IK w latach 1996 - 2015 z uwzględnieniem badanych zagadnień



10. Prace badawcze zrealizowane na okręgu doświadczalnym IK w latach 1996 – 2015.

wiono część toru klasycznego o długości 1125 m mając nadzieję, że w przyszłości będą prowadzone badania nawierzchniowe i stan taki ułatwi wymianę konstrukcji. Następne prace wykonywano: w 2011 roku – spawanie szyn na długości 480 m (44 spawy), w roku 2012 zespawano 330 m toru (30 spawów). W 2014 roku w wyniku degradacji w sekcji nr 2 podkładów w strefie podszynowej, w wyniku czego nastąpiło poszerzenie toru w niektórych miejscach o 15 mm przystąpiono do wymiany podkładów(rys 11). Bukowe podkłady z 1994 roku zastąpiono dębowymi na całej sekcji o długości 300m. Przecięto tor w 4 miejscach i odsunięto szyny aby umożliwić zdemontowanie starych podkładów, rozsunięto na boki podsypkę tłuczniową, zagęszczono warstwę poniżej podkładów. Na tak przygotowane podłoże ułożono tor i wykonano wszystkie czynności wynikające z technologii tego typu robót. Podobnie wykonano prace w następnym roku w sekcji nr 1, tam zastąpiono podkłady miękkie dębowymi. W tym roku również pospawano ostatni odcinek toru w sekcji nr 7 – 315 m (26 spawów). Sekcja nr 7 wyposażona w podkłady PS 83 i przytwierdzenie SB-4(B)



11. Degradacja podkładów po 20 letniej eksploatacji

sprawiła najwięcej kłopotów, pojawiły się problemy z demontażem przytwierdzeń. W związku z tym wszystkie sprężyny przecięto szlifierką kątową i po obciążeniu komór łukowych zespawano szyny i zamontowano łapki sprężyste SB – 7. Na bieżąco wykonywane są prace utrzymaniowe nasypów – koszenie skarp i odchwaszczanie półki oraz czyszczenie rowów odwadniających odprowadzających wodę z okolic toru (rys. nr 12).

Podsumowanie

W latach osiemdziesiątych podczas planowania badań trwałościowych różnych elementów i części składowych nawierzchni kolejowej przewidywano osiągnąć największe efekty. Był to wówczas bardzo ważny kierunek prac naukowo – badawczych i do tego rodzaju badań najlepiej nadawał się układ torowy w postaci Małego Okręgu. Wyznaczone kryterium oceny dla przytwierdzenia SB-3 to 300Tg, a np. dla szyn 800 Tg, przy planowanym rocznym obciążeniu 120Tg pozwalało na znaczne skrócenie okresu badań. Jako porównanie przyjęto wówczas linię magistralną z obciążeniem rocznym 30 Tg. Znaczne skrócenie czasu badań, powoduje szybszą ocenę wyrobu a co za tym idzie szybsze wdrożenie do eksploatacji. Koszt takich badań niestety jest bardzo wysoki, a zmiany przez które przechodziły PKP spowodowały, że w bardzo krótkim czasie zrezygnowano z takiego typu badań. Realne potrzeby sprawiły, że większość badań na torze to badania taborowe. Już w czasie projektowania brano pod uwagę możliwość

odkładania na zbyt odległe lata budowę Dużego Okręgu i dlatego starano się dobrać parametry Małego Okręgu tak, aby umożliwić prowadzenie tego rodzaju badań. Wydarzenia i okoliczności, które zaistniały w czasie budowy poligону doświadczalnego PKP spowodowały, że Mały Okrąg jest jedynym układem torowym, który od 20 lat zaspokaja potrzeby badawcze w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Na chwilę obecną obciążenie brutto wynosi 36,5 Tg (2000 rok – 21,3 Tg). ◀

Materiały źródłowe

- [1] Marian Fiałek Geneza i charakterystyka techniczna Toru Doświadczalnego w Żmigrodzie Prace Instytutu Kolejnictwa , Zeszyt nr 150
- [2] Waldemar Szulc Ogólna charakterystyka Toru Doświadczalnego Instytutu Kolejnictwa i rodzaje wykonywanych badań taboru
- [3] Adam Wysokowski , Andrzej Duszyński Raport końcowy z badań geotechnicznych podtorza Małego Okręgu na Torze Doświadczalnym k/Żmigrodu IBDiM-TW 08195/W-154
- [4] Marek Krużyński, Andrzej Piotrowski Badania Toru Doświadczalnego w zakresie sondowań podtorza wraz z opracowaniem wniosków Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej SPR nr 27/2000
- [5] Marek Krużyński Wpływ eksploatacji na konstrukcję i podtorze toru doświadczalnego Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa 9610/32



12. Prace konserwacyjne Przy nasypach i rowach odwadniających