

Od Referatu Doświadczalnego Ministerstwa Kolei Żelaznych do Instytutu Kolejnictwa

Andrzej MASSEL¹

Streszczenie

W 1923 roku w ówczesnym Ministerstwie Kolei Żelaznych został utworzony Referat Doświadczalny, którego kierownikiem był profesor Albert Czeczott. Zadaniem Referatu było określanie dla poszczególnych typów parowozów, zwłaszcza nowych, charakterystycznych cech konstrukcyjno-eksploatacyjnych oraz badanie wynalazków i urządzeń w celu sprawdzenia ich wartości i przydatności. Większość badań odbywała się na odcinkach linii kolejowych na Kresach Wschodnich II RP, na obszarze Dyrekcji Wileńskiej. Do 1938 r. opracowano charakterystyki 26 parowozów.

W związku z wprowadzaniem do eksploatacji w latach trzydziestych XX w. nowych, cięższych typów lokomotyw, podjęte zostały badania zachowania się toru pod zwiększonym obciążeniem dynamicznym. Badania takie przeprowadził profesor Politechniki Warszawskiej Aleksander Wasiutyński. Podczas badań na posterunku Włochy określono między innymi wartości współczynnika sprężystości podłoża toru na podstawie ugięć pionowych szyn. W 1934 roku powstało Centralne Laboratorium Badawcze PKP, utworzone w celu podniesienia i ujednolicenia jakości materiałów dostarczanych kolejom. Rozwój badań w polskim kolejnictwie przerwała II wojna światowa, jednak już w 1945 roku ponownie utworzono Referat Doświadczalny Ministerstwa Komunikacji i podjęto badania pojazdów szynowych. W 1951 roku zasoby Referatu oraz Centralnego Laboratorium wykorzystano do utworzenia Instytutu Naukowo-Badawczego Kolejnictwa – obecnego Instytut Kolejnictwa.

Słowa kluczowe: badania, tabor, parowozy, laboratorium, nawierzchnia

1. Referat Doświadczalny Ministerstwa Kolei Żelaznych

Już od pierwszych lat funkcjonowania kolei w niepodległej Polsce zdawano sobie sprawę z faktu, że warunkiem rozwoju kolejnictwa są badania nowych rozwiązań technicznych. Szczególnie wyraźna potrzeba badań dotyczyła środków trakcyjnych, którymi w tamtym okresie były w znakomitej większości parowozy. Dlatego w 1923 roku w ówczesnym Ministerstwie Kolei Żelaznych został utworzony Referat Doświadczalny M.K. Referat powstał w strukturach Wydziału 22 (Budowy Taboru) w Departamencie Mechanicznym Ministerstwa, z inicjatywy naczelnika doktora Adolfa Langroda. Przy jego tworzeniu uwzględniono doświadczenia czołowych europejskich i światowych zarządów kolejowych, w których od wielu już lat funkcjonowały specjalne jednostki (zakłady) doświadczalne, należycie wyposażone w środki techniczne i dysponujące wykwalifikowanym personelem. Jedną z pierwszych kolejowych placówek badawczych w Europie powstała w 1890 roku we Francji jako *Se-*

rvice des essais przy Towarzystwie Kolei Północnych (*Compagnie du Nord*). Przykład podobnej organizacji o bardzo szerokim zakresie działania stanowił też Lokomotiv-Versuchabteilung funkcjonujący w Berlinie i zatrudniający około 75 specjalistów [10]. W Ministerstwie Kolei Żelaznych (od 1924 roku Ministerstwo Kolei) analizowano także doświadczenia amerykańskie, w szczególności organizację i funkcjonowanie Departamentu Prób Kolei Pensylwańskiej [16]. Interesujący jest fakt, że różnego rodzaju badania prowadzone były od 1907 roku w Japonii. W tym celu powołano tam Centrum Badań Kolejowych Cesarskiej Agencji Kolejowej, którego następcą jest obecny Railway Technical Research Institute (RTRI).

Znaczenie badań doświadczalnych wynikało z faktu, że w owym czasie (w znacznej mierze dotyczy to także czasów obecnych) nie było ogólnie uznanych teorii umożliwiających rozwiązanie różnych zagadnień występujących w codziennej praktyce kolejowej, takich jak ustalanie czasów jazdy, obciążeń pociągów, norm paliwa itp. Konieczność przeprowadzania badań w polskich warunkach była szczególnie duża wobec różnorodności taboru odziedziczonego po ko-

¹ Dr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zastępca Dyrektora ds. Badań i Projektów; e-mail. amassel@ikolej.pl.

lejach państw zaborczych, braku jednolitych norm jego wykorzystania i konieczności budowy nowych, własnych typów parowozów [10, 20]. W tych okolicznościach, Referatowi Doświadczalnemu postawiono następujące zadania [20]:

- 1) ustalenie dla poszczególnych typów parowozów, zwłaszcza nowych, charakterystycznych cech konstrukcyjno-eksploatacyjnych, stanowiących podstawę do sporządzenia racjonalnego planu wykorzystania parowozów i umożliwiających wyznaczenie stosownych norm,
- 2) badanie wynalazków i urządzeń w zakresie budowy parowozów w celu sprawdzenia ich wartości i przydatności do pracy na polskich kolejach.

Kierownikiem Referatu Doświadczalnego został profesor Albert Czeczott, który w 1923 roku powrócił do kraju po wieloletnim pobycie w Rosji i podjął pracę w Departamencie Mechanicznym Ministerstwa Kolei Żelaznych. Albert Czeczott, urodzony w 1873 roku, był absolwentem słynnego Instytutu Inżynierów Komunikacji w Petersburgu. Miał za sobą wiele lat pracy w służbie trakcji Kolei Moskiewsko-Windawsko-Rybińskiej, na której pełnił funkcję kierownika Wydziału Parowozowego, a następnie Działu Technicznego. Zebrał także bezcenne doświadczenia konstrukcyjne, projektując parowozy w Zakładach Putilowskich w Petersburgu i piastując w latach 1910–1911 stanowisko głównego konstruktora tych zakładów. W 1910 roku Albert Czeczott obronił rozprawę doktorską pt. „Nowa metoda określania czasu biegu pociągów z zastosowaniem jej do badania warunków ruchu pociągu”. W 1914 roku otrzymał nominację na profesora i w Instytucie Inżynierów Komunikacji objął Katedrę Parowozów i Kolejowej Gospodarki Trakcyjnej. Od 1918 roku kierował Laboratorium Parowozowym przy tej uczelni [27, 28].

Początki pracy polskiej placówki doświadczalnej były przedstawione przez profesora Czeczotta na IV Zjeździe Polskich Inżynierów Kolejowych w Poznaniu w dniu 8 września 1924 r. i opublikowane w 5. numerze Inżyniera Kolejowego z 1925 roku [8]. W 1923 roku, w pierwszych miesiącach swojej działalności, Referat Doświadczalny nie dysponował odpowiednimi środkami finansowymi, nie miał również własnych przyrządów pomiarowych i funkcjonował bez stałego personelu. Miał do dyspozycji jedynie pracowników delegowanych z innych jednostek organizacyjnych kolei. W celu przeprowadzenia pierwszych badań, profesor Czeczott został wydelegowany do Dyrekcji Wileńskiej. Na jej terenie wybrano odcinki o odpowiedniej charakterystyce. Jazdy pomiarowe odbywały się przede wszystkim w rejonie miejscowości Zelwa, położonej na linii Białystok – Baranowicze, na szlaku Zelwa – Jeziornica. Już w 1923 roku zostały przeprowadzone pierwsze badania parowozu serii Tr21.

Stabilizację pracy Referatu zapewniło dopiero rozporządzenie Ministra Kolei Żelaznych z 7 kwietnia 1924 roku, podpisane przez ministra K. Tyszkę i ogłoszone w Dzienniku Urzędowym MK nr 7 za rok 1924, w którym zapisano: „W celu dokonywania badań parowozów i prawidłowego używania siły pociągowej na P.K.P. drogą systematycznie prowadzonych pomiarów, ustanawia się w Departamencie VI przy Wydziale 22 osobny referat” [14]. W rozporządzeniu ustalono, że wagon pomiarowy oraz inne wagony, oddane Kierownikowi Referatu na czas pomiarów, w czasie dłuższych przerw w pomiarach miały mieć postój na stacji Warszawa. Wagon pomiarowy był uważany za siedzibę biura Kierownika Referatu. Powstające w PKP zagadnienia pomiarowe i doświadczalne miały być przekazywane Kierownikowi Referatu do zbadania przez Departament VI (Mechaniczny) Ministerstwa, w dwóch formach:

- w postaci zadań długoterminowych, wcześniej zaplanowanych,
- jako zagadnienia doraźne, wymagające niezwłocznego zbadania.

Na realizację zadań długoterminowych, Referat dysponował budżetem ustalonym na jeden rok, natomiast prace nie objęte programem miały być finansowane z dodatkowych kredytów [14].

W pierwszych latach działalności, stały personel składał się jedynie z kierownika Referatu, będącego równocześnie zawiadowcą wagonu pomiarowego, trzech inżynierów kolejowych, ślusarza przy wagonie pomiarowym i przewodnika wagonu pomiarowego. Czasowy personel stanowili członkowie drużyn parowozowych oraz technicy z poszczególnych Dyrekcji, na obszarze których odbywały się badania, a także studenci Politechniki Warszawskiej, delegowani na czas praktyki wakacyjnej.

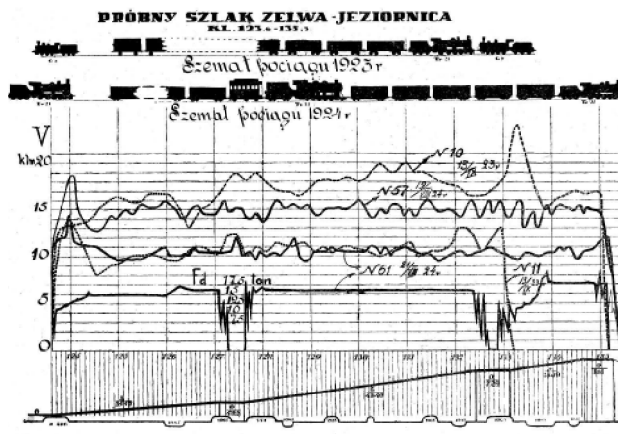
W badaniach prowadzonych w 1924 roku, Referat dysponował już wagonem pomiarowym i kilkoma innymi wagonami, natomiast nadal brakowało własnych przyrządów pomiarowych. Dlatego też w badaniach wykorzystywane były przyrządy wypożyczone przez przemysł i przez uczelnie wyższe. Na przykład, Warszawska Spółka Budowy Parowozów udostępniła indykatory, termometry i sekundomierze, natomiast od Stowarzyszenia Dozoru Kotłów został wypożyczony aparat do analizy spalin. Pomocy w zakresie chemikaliów udzielił Uniwersytet Wileński. Pozytywną stroną wykorzystywania aparatury wypożyczonej była możliwość bardziej racjonalnego zaplanowania zakupów własnych przyrządów [8]. Należy także podkreślić, że pierwsze wyniki badań były traktowane jako przybliżone. Badania te miały jednak bardzo duże znaczenie, bowiem pozwoliły wypracować ich własne metody.

W badaniach parowozów prowadzonych przez Referat wykorzystywano innowacyjną metodę, teo-

retycznie znaną już wcześniej, którą jednak po raz pierwszy na większą skalę zastosowano na kolejach polskich. Metoda ta polegała na jeździe trakcją podwójną. Oprócz parowozu badanego, w składzie pociągu pomiarowego znajdował się parowóz pomocniczy, którego zadaniem było utrzymywanie stałej prędkości jazdy, przez co zapewniane były stałe warunki pracy badanego parowozu [10]. Niezbędnym warunkiem zastosowania tej metody był dobór odpowiednich pod względem profilu podłużnego szlaków. Przeprowadzanie badań taboru na liniach kolejowych umożliwiało wykonywanie ich w warunkach maksymalnie zbliżonych do rzeczywistych (występowanie wpływu temperatury, wiatru i drgań), co korzystnie odróżniało te badania od prób przeprowadzanych na stanowiskach laboratoryjnych. Warto tu wspomnieć, że laboratoryjne badania parowozów, na specjalnie przygotowanych stanowiskach, wykonywano w Ameryce. Parowozowym stanowiskiem doświadczalnym dysponował od 1904 roku wspomniany już Departament Prób Kolei Pensylwańskiej [16]. Specjalne warunki prowadzenia badań określone przez Referat wykluczały możliwość ich wykonywania w normalnym ruchu pociągów. Konieczne było ich przeprowadzanie według własnych rozkładów jazdy i z własnym taboru na odcinkach często bardzo odległych od Warszawy. Warto wskazać, że większość badań wykonywanych przez Referat odbywała się na odcinkach linii kolejowych na Kresach Wschodnich II RP, na obszarze Dyrekcji Wileńskiej, przede wszystkim na liniach Brześć – Pińsk oraz Białystok – Baranowicze. Na położonej na tej linii stacji Zelwa (na odcinku Wołkowysk – Baranowicze) urządzono placówkę doświadczalną. Ponadto, jazdy były wykonywane na linii Kraków – Rzeszów. Wybór odcinków do badań nie był przypadkowy [9]:

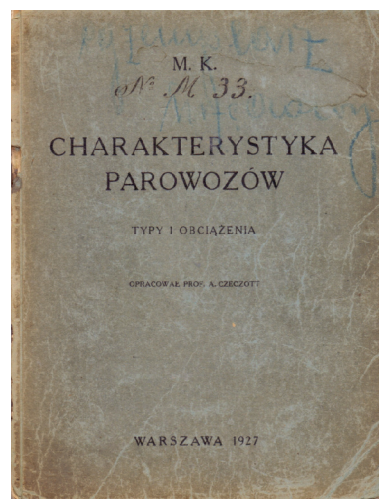
- 1) odcinek brzeski charakteryzował się niemal zerowym pochyleniem profilu na długości ponad 100 km,
- 2) odcinek zelwiański (szlak Zelwa – Jeziornica), znacznie krótszy od poprzedniego, odznaczał się ciągłym wzniesieniem 8‰,
- 3) odcinek krakowski umożliwiał wykonywanie jazd z prędkością do 100 km/h przy bardzo łagodnym profilu.

Na przykład, latem i jesienią 1926 roku na odcinku Zelwa – Jeziornica trwały próby nowych parowozów serii Ty23 i Os24 (rys. 1). Doświadczalnie ustalono dla każdego typu parowozów siłę pociągową, opór parowozu, wydajność i wyczerpalność kotła, zużycie węgla, wody i smarów. Każdego dnia wykonywano po 5–6 prób pomiarowych. We wrześniu 1926 roku odbyły się również próbne jazdy z parowozami Os24 w składach osobowych przy prędkości 90–100 km/h na odcinku Kraków – Rzeszów [1].

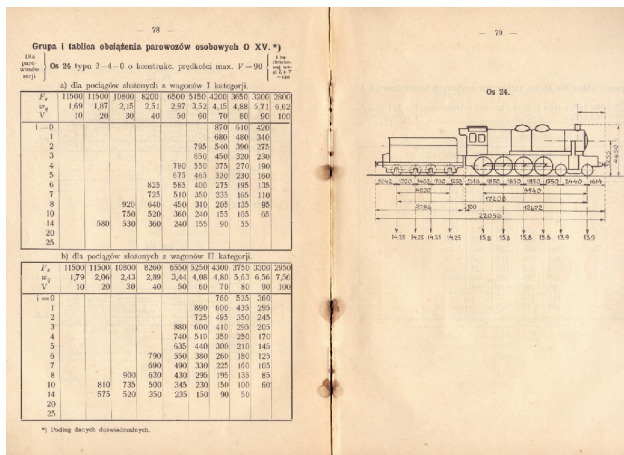


Rys. 1. Schemat pociągu pomiarowego w badaniach prowadzonych w 1923 i w 1924 roku na szlaku Zelwa – Jeziornica [8]

Samodzielny Referat Doświadczalny przeprowadził badania trakcyjne większości serii parowozów eksploatowanych przez PKP oraz budowanych w kraju dla kolei zagranicznych. Do 1938 roku opracowano charakterystyki 26 parowozów [27]. W 1927 roku, nakładem Ministerstwa Komunikacji, wydano opracowanie pod tytułem „Charakterystyka parowozów” (rys. 2), zawierające wskazówki do obliczania ich obciążeń według nowych metod obliczeniowych opracowanych przez profesora Czeczotta. Warto dodać, że w momencie, kiedy opracowanie to było na ukończeniu, były już dostępne wyniki badań doświadczalnych z 1926 roku parowozów serii Os24 (rys. 3), a także spostrzeżenia doświadczalne dotyczące parowozów Pn11 i Pn12. Dane te wskazały na możliwość wystąpienia niedokładności przy zastosowaniu metody obliczeń do parowozów wyższych kategorii obliczeniowych, mających kotły o większych wymiarach. Dlatego do tablic obciążenia zostały wprowadzone poprawki wynikające z już wykonanych badań [5].



Rys. 2. Okładka publikacji „Charakterystyka parowozów” autorstwa A. Czeczotta [5]



Rys. 3. Charakterystyka parowozu Os24 uzyskana na podstawie badań doświadczalnych [5]

W 1929 roku Referat miał do dyspozycji trzy wagony do wyłącznego użytku. Najważniejszy z nich był trzyosiowy wagon dynamometryczny, wyposażony w tłokowy dynamometr hydrauliczny oraz stół pomiarowy (pomysł prof. Czczotta) z taśmą napędzaną od koła wagonu za pomocą tarczy czarnej do rejestracji wskazań dynamometru. Wszystkie przyrządy wykonano we własnych warsztatach. Stół pomiarowy był zaopatrzony w szybkościomierz rejestrujący Deuta [9]. Oprócz wagonu pomiarowego, Referat miał także wagon bagażowy, w którym urządzono laboratorium chemiczne z urządzeniami do zaciągania próbek gazów spalinowych z parowozu [9].

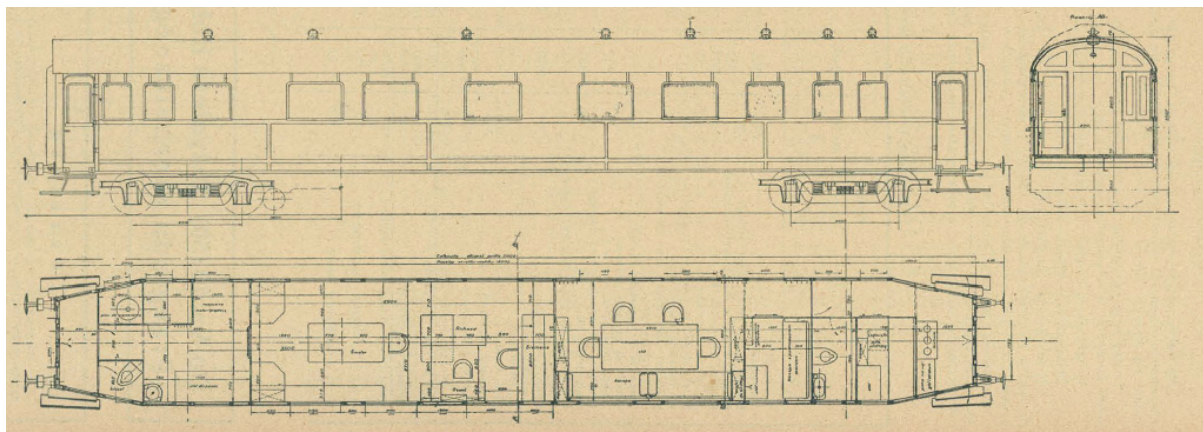
W 1928 roku podjęto budowę nowego wagonu pomiarowego na potrzeby Referatu Doświadczalnego. Wagon ten, skonstruowany i wyposażony według wymagań określonych przez prof. Czczotta, miał nie tylko usprawnić prowadzenie badań lokomotyw w dotychczasowym zakresie, ale także umożliwić podjęcie zupełnie nowych zagadnień badawczych, takich jak [11]:

- 1) określenie oporów pociągów w zależności od ich zestawienia i załadunku,

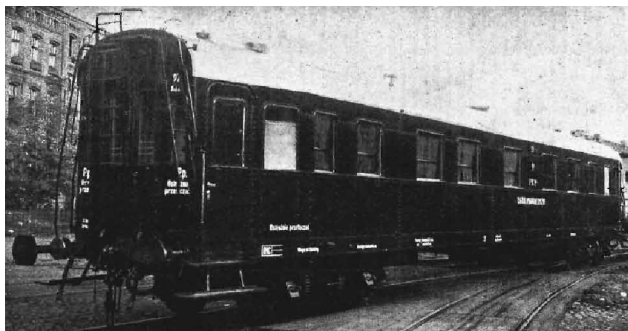
- 2) określenie warunków hamowania pociągów i przeprowadzanie ogólnych prób z hamulcami (było to niezmiernie istotne wobec coraz bardziej powszechnego wprowadzania na wszystkich kolejach w Europie hamulców zespolonych w ruchu towarowym),
- 3) określenie oddziaływań dynamicznych, wywieranych przez parowóz na tor (i odwrotnie, przez tor na parowóz).

Wagon zamówiono w Spółce Lilpop, Rau i Loewenstein w Warszawie i zakupiono do niego specjalistyczną aparaturę pomiarową, którą dostarczyły firmy Amsler, Siemens oraz Richard [11]. Nowy wagon pomiarowy (rys. 4) ukończono w 1930 roku. Został on zademonstrowany podczas odbywającej się w Poznaniu Międzynarodowej Wystawy Komunikacji i Turystyki [18], rysunek 5. Wykonywano wówczas jazdy pokazowe z pociągiem doświadczalnym na odcinku Poznań – Leszno [31].

Na początku lat trzydziestych XX w., Referat był zaangażowany w badania nowych parowozów pociągów dwójki serii: Pu29 oraz Pt31 [24]. Świadectwem wysokiego poziomu badań prowadzonych w Referacie Doświadczalnym jest fakt, że na początku 1931 roku Generalna Dyrekcja Kolei Rumuńskich zwróciła się do Ministerstwa Komunikacji RP z prośbą o umożliwienie wykorzystania polskich doświadczeń w dziedzinie badań parowozów [6]. Pomoc, jakiej udzielono kolejom Rumunii, obejmowała opracowanie szczegółowego projektu urządzeń dynamometrycznych dla projektowanego rumuńskiego wagonu pomiarowego. Następnie, od czerwca 1932 roku, przez kilka miesięcy grupa rumuńskich specjalistów odbywała praktyczne szkolenie w Polsce. W listopadzie 1933 roku z udziałem profesora Czczotta zostały przeprowadzone w Rumunii pierwsze próby z wykorzystaniem gotowego wagonu dynamometrycznego.



Rys. 4. Wagon pomiarowy Referatu Doświadczalnego z 1930 roku [11]



Rys. 5. Nowy wagon dynamometryczny Referatu Doświadczalnego na Międzynarodowej Wystawie Komunikacji i Turystyki w Poznaniu w 1930 roku [18]

Przez Referat Doświadczalny przewinęło się wielu wybitnych specjalistów polskiego kolejnictwa. Od połowy 1927 roku do 1929 roku w Referacie pracował Kazimierz Zembrzusi, kończący wtedy studia na Politechnice Warszawskiej. W następnych latach zasłynął on jako konstruktor parowozów w chranowskiej Pierwszej Fabryce Lokomotyw w Polsce (między innymi zaprojektował doskonały parowóz pospieszny Pt31), a następnie jako profesor w Katedrze Budowy Lokomotyw na Politechnice Warszawskiej [39].

Według Rocznika Komunikacyjnego 1933/1934, Referat Doświadczalny Taboru PKP znajdował się w strukturze Departamentu Mechanicznego i Zasobów Kolejowych przy Wydziale I (Mechaniczno-Trakcyjnym). Oprócz prof. Czeczotta, jego pracownikami byli [22]:

- inż. Leon Małecki,
- st. techn. Józef Szunejko,
- as. Piotr Lungis,
- inż. Tadeusz Seidler,
- inż. Jakub Pinczower,
- Eugeniusz Błoński,
- Mieczysław Kornaszewski.

2. Badania nawierzchni kolejowej

Prace Referatu Doświadczalnego Ministerstwa Komunikacji koncentrowały się na badaniach taboru, przede wszystkim parowozów. Jednakże w związku z wprowadzaniem do eksploatacji na sieci polskich kolei nowych lokomotyw, w tym parowozów pospiesznych o czterech osiach wiązanych i prędkości maksymalnej 110 km/h (serie Pu29, Pt31), Rada Techniczna przy Ministrze Komunikacji uznała za konieczne, aby zbadane zostało zachowanie się toru pod zwiększonym obciążeniem dynamicznym. Badania takie przeprowadził profesor Politechniki Warszawskiej Aleksander Wasiutyński. Ze względu na wielki jego wkład w rozwój polskiego kolejnictwa, konieczne jest przytoczenie w tym miejscu najważniejszych faktów z jego bogatego życiorysu.

Aleksander Wasiutyński urodził się w 1859 roku w majątku Lisowice w powiecie brzezińskim [21]. Po ukończeniu gimnazjum podjął studia w Instytucie Inżynierów Komunikacji w Petersburgu, które ukończył w 1884 roku. Zdobył duże doświadczenia praktyczne pracując przy budowie linii kolejowych z Łunińca do Homla na Polesiu oraz z Siedlec do Małkini na Podlasiu. Już wtedy interesował się zagadnieniami praktycznymi, jak i naukowymi. Jego pierwsza publikacja, wydana w Petersburgu w 1889 roku nosiła tytuł: „Budowle hydrotechniczne przy moście na rzece Bugu pod Małkinią”. Od 1889 roku aż do wybuchu I wojny światowej Wasiutyński pracował w zarządzie Drogi Żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej. Na tej kolei zorganizował w 1898 roku stację doświadczalną do badań nad nawierzchnią kolejową. Przeprowadził tam bardzo obszerne badania nad chwilowymi odkształceniami nawierzchni przy przejeździe taboru, stosując w tym celu nową metodę – tzw. metodę fotograficzną [21, 25]. Umożliwiło to określenie wartości współczynników sprężystości podłoża toru. Warto wspomnieć, że wykonane na przełomie XIX i XX wieku badania dały nowe podstawy doświadczalne do obliczeń nawierzchni i chociaż zostały wykonane przy znacznie mniejszych naciskach osi i mniejszych prędkościach jazdy, były wielokrotnie cytowane w publikacjach naukowych jako jedne z najdokładniejszych. Za swe wybitne prace naukowe inżynier Wasiutyński otrzymał w 1899 roku nagrodę Petersburskiego Towarzystwa Technicznego i odznakę Stowarzyszenia Inżynierów Komunikacji, a w 1900 roku – złoty medal na Wystawie Powszechnej w Paryżu. Jako pracownik Drogi Żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej uczestniczył w projektowaniu budowanej przez to towarzystwo linii kolejowej Warszawa – Kalisz przez Łowicz – Łódź – Sieradz i doprowadził do zastosowania cięższej (niż dotychczas powszechnie stosowana) nawierzchni, charakteryzującej się zwiększoną trwałością.

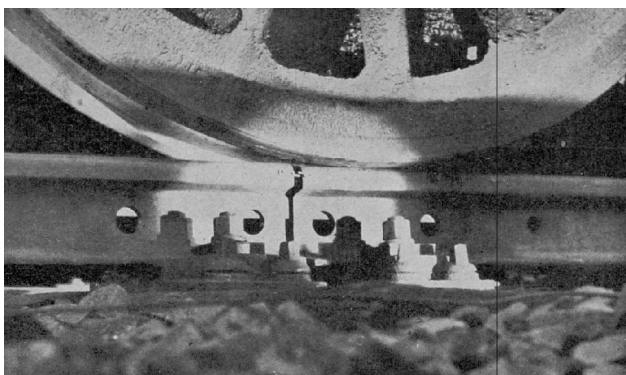
W niepodległej Polsce objął Katedrę Dróg Żelaznych na Politechnice Warszawskiej. Zaangażował się w wielkie dzieło projektowania, a następnie w realizację przebudowy warszawskiego węzła kolejowego [33–35]. W latach 1913–1914, wcześniejszy projekt przebudowy węzła, autorstwa inż. Adama Świętochowskiego i inż. Juliana Eberhardta został uzupełniony bez zasadniczych zmian pod kierunkiem inż. Aleksandra Wasiutyńskiego. W 1918 roku stał się podstawą do opracowania przez prof. Wasiutyńskiego wstępnej koncepcji linii średnicowej. Od pierwszych tygodni niepodległości przewodniczył Komisji ds. przebudowy węzła kolejowego warszawskiego w Ministerstwie Komunikacji (w latach 1919–1924 w Ministerstwie Kolei Żelaznych, w latach 1924–1926 w Ministerstwie Kolei) [15]. W tej pracy dowiódł swojej dalekowzroczności przewidując, że powstająca linia średnicowa (przekazana do

eksploatacji we wrześniu 1933 roku) przyczyni się do tak znacznego wzrostu przewozów pasażerskich w węzle warszawskim, że w krótkim czasie stanie się niezbędna jej rozbudowa o nowe tory [3]. Tak rzeczywiście się stało. Od 1925 roku Aleksander Wasiutyński był też członkiem Rady Technicznej przy tym Ministerstwie. Dla każdego, kto zetknął się z charakterystyką jego działalności i kto przeczytał jego fundamentalne dzieło „Drogi Żelazne”, wydane po raz pierwszy w Warszawie w 1910 roku i znacznie rozszerzone w wydaniu z 1925 roku, musi przyznać, że działalność tego wielkiego uczonego i inżyniera dróg kolejowych miała charakter wybitnej twórczości [3].

Na propozycję profesora Aleksandra Wasiutyńskiego, Ministerstwo Komunikacji zezwoliło na urządzenie pod jego kierownictwem posterunku doświadczalnego do badań nad odkształceniami sprężystymi nawierzchni, zlokalizowanego w rejonie przystanku Włochy pod Warszawą (rys. 6). W badaniach, przeprowadzonych w latach 1932–1936, wykorzystana została metoda fotograficzna [17]. Na posterunku we Włochach zastosowano wiele nowych urządzeń pomiarowych. Przyrządy fotograficzne potrzebne do badań dostarczyła firma P. Lebedziński [17]. Zagadnienia będące przedmiotem badań prowadzonych przez zespół profesora Wasiutyńskiego na posterunku Włochy były następujące [32]:

- 1) określenie współczynnika sprężystości podłoża toru na podstawie ugięć pionowych szyn (z uwzględnieniem prędkości jazdy i oddziaływania konstrukcji parowozów),
- 2) naprężenia w szynach (z uwzględnieniem prędkości jazdy, także w zestawieniu z osiadaniem),
- 3) przemieszczenia podłużne szyn.

Posiadanie przygotowanego posterunku doświadczalnego umożliwiło wykonywanie również innych badań. Na przykład w 1937 roku zostały przeprowadzone badania wpływu temperatury na zachowanie się w torze szyny o długości 15 m [38], na podstawie których określono także rzeczywistą wartość współczynnika rozszerzalności stali szynowej α .



Rys. 6. Praca złącza szynowego pod obciążeniem na posterunku doświadczalnym „Włochy” [źródło: Inżynier Kolejowy 1937]

Omawiając zagadnienia dotyczące dróg kolejowych, nie sposób nie wspomnieć postaci prof. dr inż. Karola Wątoraka, urodzonego 29 września 1875 roku w Dobczycach, wybitnego specjalisty i pedagoga, ściśle związanego z rozwojem polskich kolei, jak też procesem kształcenia pokoleń inżynierów budowy dróg żelaznych. Karol Wątorak studiował w latach 1894–1898 na Wydziale Inżynierii Szkoły Politechnicznej we Lwowie. Po ukończeniu studiów podjął pracę przy rozbudowie kolei na terenie lwowskiej Dyrekcji Kolei, między innymi jako inżynier – adiunkt, a następnie starszy komisarz przy budowie linii Sambor – Sianki. Pracując jako konstruktor, opublikował drukiem kilka prac z dziedziny nawierzchni kolejowej i układów torowych. W 1906 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie pracy o krzywych przejściowych. Zaledwie dwa lata później opublikował rozprawę habilitacyjną na temat nawierzchni poprzecznej pod pionowym obciążeniem. W 1909 roku został mianowany profesorem nadzwyczajnym i objął kierownictwo Katedry Robót Ziemnych, Budowy Dróg i Tuneli. Trzy lata później, w 1912 roku Karol Wątorak otrzymał nominację na profesora zwyczajnego (w wieku 37 lat), a objęcie w 1919 roku Katedry Budowy Dróg Żelaznych po prof. K. Skibińskim było uwieńczeniem jego kariery naukowej na Politechnice Lwowskiej. Początkowo pełnił funkcję dziekana Wydziału Inżynierii, a w 1924 roku został 53. wybieralnym rektorem Politechniki Lwowskiej. Jednocześnie piastował godność Członka Korespondenta Akademii Nauk Technicznych w Warszawie [26].

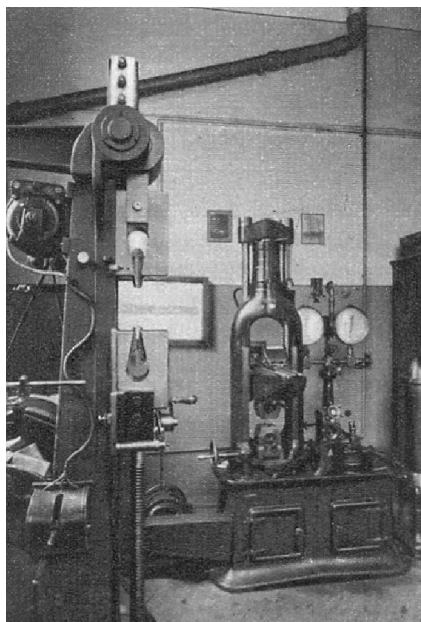
Profesor Wątorak czynnie uczestniczył w licznych pracach nad rozwojem i unifikacją sieci polskich kolei. Jako członek Rady Technicznej przy Ministrze Komunikacji kształtował politykę w zakresie nawierzchni kolei, m.in. przedłożył projekt wprowadzenia trzech znormalizowanych typów szyn. Spośród wielu publikowanych prac i artykułów naukowych z dziedziny kolei żelaznych, dróg samochodowych i tuneli, najobszerniejszą pozycję stanowi dwutomowy podręcznik „Budowa kolei żelaznych” wydany w 1924 roku [36]. Pomimo upływu prawie 100 lat, jest to wciąż jeszcze praca w znacznej części aktualna, co przy obecnym postępie techniki jest rzeczą wyjątkową [26].

3. Centralne Laboratorium Badawcze PKP

Do 1934 roku w niektórych dyrekcjach kolejowych istniały pracownie chemiczne przy głównych magazynach zasobów. Istniały też laboratoria mechaniczne i nasycania przy Ministerstwie Komunikacji oraz laboratorium produktów naftowych w Drohobyczu. Jednakże możliwości przeprowadzania badań w tych laboratoriach były ograniczone i dlatego część materiałów do analizy musiano przysyłać laboratoriom prywatnym, instytutom, uczelniom wyższym.

W październiku 1934 roku, w celu podniesienia i ujednolicenia jakości materiałów dostarczanych kolejom (a także wyeliminowania nieprawidłowości występujących przy zakupach), Ministerstwo Komunikacji postanowiło utworzyć Centralne Laboratorium Badawcze (rys. 7). Choć utworzono je w Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych w Warszawie, to pomyślane ono było, jako osobna jednostka organizacyjna, podległa bezpośrednio Ministrowi Komunikacji i pracująca na rzecz całej sieci PKP. Zadania Laboratorium, określone w zarządzeniu Ministra Komunikacji, były następujące [29]:

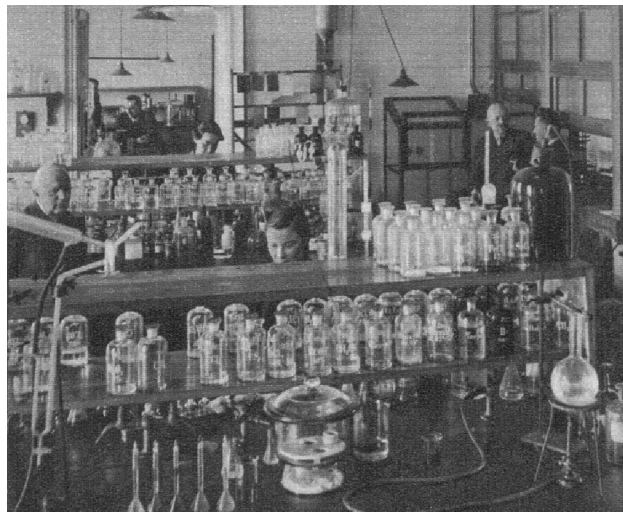
- 1) wykonywanie badań wszelkich materiałów używanych na PKP,
- 2) opracowywanie w zakresie chemii i metaloznawstwa, obowiązujących na PKP warunków technicznych,
- 3) badanie analityczne towarów przewożonych koleją i wydawanie na tej podstawie orzeczeń towarowych,
- 4) badanie mechaniczno-elektrotechniczne materiałów używanych na PKP w celu sprawdzenia stopnia ich przydatności.



Rys. 7. Centralne Laboratorium Badawcze [13]

W strukturze Centralnego Laboratorium Badawczego MK, wyodrębniono następujące Działy: Chemii Nieorganicznej, Chemii Organicznej (rys. 8), Mechaniczno-Elektrotechniczny, Doświadczalno-Badawczy. Najprawdopodobniej w późniejszym okresie powstał także dział

impregnacyny. Równocześnie rozwiązano laboratoria chemiczne przy poszczególnych dyrekcjach, pozostawiając jedynie pracownię o specjalnym przeznaczeniu.



Rys. 8. Pracownia chemiczna w Centralnym Laboratorium Badawczym [13]

Dzięki powołaniu do życia Centralnego Laboratorium Badawczego Ministerstwa Komunikacji, rozszerzono badania na prawie wszystkie materiały dostarczane Polskim Kolejom Państwowym. Podjęto także badania nowych surowców i materiałów przed ich wprowadzeniem do stosowania na PKP. Opracowywano szczegółowe warunki oraz normy na dostawę materiałów. Laboratorium zostało wyposażone w najnowsze przyrządy [13]. Laboratorium miało siedzibę przy ulicy Chmielnej 71b w Warszawie, w dawnym kompleksie warsztatów i parowozowni Drogi Żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej².

W latach trzydziestych ubiegłego wieku, jednym z ważniejszych zagadnień, nad którymi pracowały koleje europejskie, było spawanie szyn. Takie badania były prowadzone także w Polsce, na przykład K. Chrzastowski przeprowadzał próby wytrzymałościowe (z wykorzystaniem kafara) szyn spawanych elektrycznie [4]. Jako przykład badań nowych rozwiązań technicznych, w które było zaangażowane Centralne Laboratorium Badawcze PKP mogą posłużyć badania styków szyn łączonych tak zwanym sposobem kombinowanym [2]. W latach 1934–1936, na odcinku jednej z linii kolejowych w rejonie Warszawy, tą metodą Państwowa Wytwórnia Prochu Pionki wykonała prawie 5000 spawów odcinków szyn typu 39³. Relatywnie duża liczba tych styków (724, co stanowiło 15% ogólnej liczby styków) uległa uszkodzeniu w eks-

² Informacja od pana Zbigniewa Tucholskiego.

³ W 1934 roku w Państwowej Wytwórni Prochu w Pionkach została uruchomiona wytwórnia ferromitu do spawania termitowego szyn kolejowych i tramwajowych.

ploatacji. Badania wykonanych spawów, styków pękniętych oraz styków naprawianych przeprowadzono w Centralnym Laboratorium Badawczym. Wykonano między innymi badania makrostruktury, badania mikroskopowe oraz badania wytrzymałościowe (w celu określenia siły łamiącej). Laboratorium określiło także wpływ zastosowania w procesie technologicznym wyżarzania styków na zmianę ich struktury, a w konsekwencji – na wytrzymałość [2].

4. Referat Doświadczalny Ministerstwa Komunikacji po II wojnie światowej

Natychmiast po swoim powrocie do Warszawy, w lutym 1945 roku, profesor Albert Czeczott ponownie podjął pracę w Departamencie Mechanicznym Ministerstwa Komunikacji i rozpoczął organizowanie Referatu Doświadczalnego. Istotny jest przy tym fakt, że w 1945 r. referat odtworzono według przedwojennej struktury organizacyjnej. Musiał on jednak działać w bardzo trudnych warunkach, bowiem podczas wojny i okupacji zostało zniszczone, bądź wywiezione przez Niemców prawie całe wyposażenie oraz sprzęt. Nie przetrwał żaden wagon dynamometryczny, a nawet żaden dynamometr czy indykator parowozowy. W tych warunkach, pierwsze badania parowozów wykonywano opracowaną przez A. Czeczotta metodą uproszczoną, bez pomocy indykatora i dynamometru. Polegała ona na badaniu przyspieszenia pociągu, prowadzonego przez badany parowóz na szlaku o stałym pochyleniu podłużnym (bez załamań profilu), przy stałym napełnieniu cylindrów. Podczas przeprowadzanych w ten sposób badań, jedynym instrumentem pomiarowym był stoper [7]. W tych pierwszych powojennych latach wykonane zostały badania parowozów serii Ty2 (Ty42), Ty4, Ty43, Ty45, Tr201 (Tr203), Tr202 i Ty246. Wyniki tych badań opublikowano w formie charakterystyk trakcyjnych, wydanych nakładem Ministerstwa Komunikacji [7, 19, 28].

W 1949 roku na potrzeby Referatu Doświadczalnego zbudowano wagon dynamometryczny (w Warsztatach Głównych w Bydgoszczy), a także przebudowano trzy parowozy serii Os424 konstrukcji węgierskiej (na kolejach MAV seria 424) na parowozy – kompresory do wytwarzania sztucznego oporu. Później oznaczono je w uznaniu dokonań prof. Czeczotta jako Cz1, Cz2 i Cz3 [28].

Zaplecze techniczne, wagony dynamometryczne, parowozy oporowe Cz1, Cz2 i Cz3 oraz wagony gospodarcze powojennego Referatu Doświadczalnego (a od 1951 roku – Instytutu Naukowo-Badawczego Kolejnictwa), znajdowały się w dawnej Parowozowni Warszawa – Zachodnia. W tym miejscu obecnie ma siedzibę Centrum Diagnostyki PKP PLK. Profesor Czeczott organi-

zował dwa składy badawcze – przeznaczony do badań trakcyjnych i do badań cieplnych. W latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku, tabor ten stacjonował także czasowo w Parowozowni w Tłuszczu. Warto też wspomnieć, że po wybudowaniu kompleksu COBiRTK tabor i wyposażenie techniczne przeniesiono do tego kompleksu z Parowozowni Warszawa – Zachodnia. Jeden z parowozów oporowych Os424 (Cz) wykorzystywano później do ogrzewania podczas budowy nowych hal COBiRTK.

5. Utworzenie i rozwój Instytutu

Na mocy zarządzenia Ministra Kolei z 30 maja 1951 roku, utworzony został w Warszawie Instytut Naukowo-Badawczy Kolejnictwa [37]. Jego zaczątkiem był Referat Doświadczalny Ministerstwa, z którego Instytut przejął cały personel, tabor i aparaturę pomiarową, i z którego powstał Zakład Pojazdów Szynowych. Utworzone zostało Centralne Laboratorium Badawcze Instytutu, a ponadto zorganizowano Zakład Drogowy i Zakład Eksploatacji oraz Dział Dokumentacji. W latach następnych powstały kolejne zakłady i laboratoria.

Początkowo Instytut miał siedzibę przy ul. Hożej w Warszawie. Prowadzenie prac badawczych dla kolejnictwa było bardzo utrudnione, przede wszystkim ze względu na niedostateczną bazę laboratoryjną i lokalową. Dlatego w 1957 roku podjęto decyzję o budowie nowoczesnego ośrodka badawczego w Warszawie na Olszynie Grochowskiej. W czerwcu 1958 roku Instytut Naukowo-Badawczy Kolejnictwa został przekształcony w Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa (COBiRTK). Równocześnie zmieniła się forma organizacyjna Instytutu z jednostki budżetowej w jednostkę organizacyjną przedsiębiorstwa PKP. W 1959 roku Ośrodek przeniesiono na Olszynkę Grochowską. Na terenie o powierzchni 11 ha połączonym ze stacją Warszawa Grochów, zbudowano m.in. halę pojazdów szynowych ze stanowiskami badawczymi, halę badań konstrukcyjno-materiałowych, halę drogową, laboratorium napędów oraz ośrodek maszyn i aparatury. Oprócz wykonywania prac badawczych, COBiRTK pełnił również funkcję koordynatora rozwoju techniki kolejnictwa w skali całego resortu. Specjaliści z Ośrodka uczestniczyli w takich przedsięwzięciach realizowanych na polskich kolejach, jak wdrożenie nawierzchni ciężkiej, budowa Centralnej Magistrali Kolejowej, elektryfikacja sieci kolejowej, automatyzacja stacji rozrządowych.

W październiku 1987 roku, decyzją Ministra Komunikacji, zmieniono nazwę Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa na Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa (CNTK). W drugiej połowie lat osiemdziesiątych została podjęta budowa Okręgu Doświadczalnego, zlokalizowanego w Węglewie koło Żmigrodu (województwo dolno-

śląskie), przekazanego do eksploatacji w 1996 roku. Tor, pierwotnie projektowany do badań trwałościowych elementów infrastruktury, służy obecnie przede wszystkim badaniom taboru kolejowego, zapewniając możliwość ich bezpiecznego prowadzenia bez ingerowania w ruch kolejowy.

W 1999 roku, Zarządzeniem nr 7 Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.12.1999 r., Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa zostało wyłączone ze struktur PKP i przekształcone w jednostkę badawczo-rozwojową (jbr), podległą bezpośrednio ministrowi właściwemu do spraw transportu. Był to bardzo trudny okres w historii Instytutu, który musiał dostosować się do nowych warunków funkcjonowania kolei w Europie i w Polsce. Skończył się okres wykonywania prac na rzecz jednostek organizacyjnych jednego przedsiębiorstwa PKP i niezbędne było podjęcie współpracy z wieloma podmiotami: z zarządcami infrastruktury, z przewoźnikami pasażerskimi i towarowymi, z przemysłem kolejowym, a także z organami administracji państwowej i samorządowej. Instytut zaangażował się też w prace o charakterze studialnym i doradczym, wspierające inwestycje realizowane na polskich kolejach z dofinansowaniem ze środków Unii Europejskiej.

Na mocy rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2010 roku w sprawie reorganizacji Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa (Dz.U. 2010 Nr 75, poz. 475), jednostka otrzymała nową nazwę: Instytut Kolejnictwa (IK), pod którą funkcjonuje do chwili obecnej [23]. Instytut, działający na podstawie ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 roku o instytutach badawczych [30], nadal wspiera polskie kolejnictwo we wdrażaniu nowych rozwiązań technicznych, zarówno w zakresie taboru, jak i infrastruktury kolejowej.

6. Podsumowanie

Niemal bezpośrednio po odzyskaniu niepodległości w Polsce, rozwinęły się badania dotyczące różnych obszarów kolejnictwa. Zrozumienie potrzeb badawczych w kolejnictwie odrodzonego państwa polskiego było możliwe dzięki wielu utalentowanym inżynierom i kilku wybitnym profesorom, którzy uzyskali duży autorytet jeszcze w warunkach braku polskiej państwowości. Poza przypomnianymi w tym artykule profesorami, Albertem Czeczottem i Aleksandrem Wasiutyńskim, wielki wkład w swoich dziedzinach nauki wnieśli również inni wybitni polscy uczeni, a w szczególności Maksymilian Tytus Huber, jeden z klasyków mechaniki, czy Karol Wątor, wybitny profesor Politechniki Lwowskiej, jej rektor a zarazem autor fundamentalnego dzieła „Budowa kolei żelaznych”, wydanego w 1924 roku.

Badania podjęte w międzywojennym dwudziestolecu miały bardzo duże znaczenie dla rozwoju techniki kolejowej w Polsce. Między innymi opracowano

nowe metody badawcze. Kontynuatorami prac zainicjowanych przez Alberta Czeczotta i Aleksandra Wasiutyńskiego byli i są pracownicy naukowcy i badawczy Instytutu Kolejnictwa. Postać profesora Wasiutyńskiego upamiętnia jego popiersie w sali konferencyjnej Instytutu (rys. 9). Zaslęgi profesora Czeczotta przypomina tablica pamiątkowa (rys. 10) wmurowana wiosną 1972 roku przy wejściu do budynku hallowi Laboratorium Badań Taboru [12].



Rys. 9. Popiersie profesora Aleksandra Wasiutyńskiego w Instytucie Kolejnictwa



Rys. 10. Tablica pamiątkowa profesora Alberta Czeczotta w Instytucie Kolejnictwa

Literatura

1. Badania nowych typów parowozów PKP, *Inżynier Kolejowy* 1926, nr 10, s. 288.
2. Ballenstedt A.: *Doświadczenia ze spawaniem sposobem kombinowanym szyn na Polskich Kolejach Państwowych*, *Inżynier Kolejowy* 1938, nr 8, s. 335–340.

3. Bałuch H.: *Twórczość inżynierska w drogach kolejowych*, Referat na Sesji Jubileuszowej z okazji 150 urodzin Profesora Aleksandra Wasiutyńskiego, zorganizowanej na Politechnice Śląskiej w Katowicach, Katowice 15 grudnia 2009 r.
4. Chrzastowski K.: *Spawanie szyn*, Inżynier Kolejowy 1937, nr 4, s. 149–152.
5. Czeczott A.: *Charakterystyka parowozów. Typy i obciążenia*, Ministerstwo Komunikacji, Warszawa 1927.
6. Czeczott A.: *Nowa placówka doświadczalna rumuńska do badań parowozów*, Inżynier Kolejowy 1936, nr 5, s. 171–173.
7. Czeczott A.: *Odbudowa referatu doświadczalnego PKP*, Przegląd Kolejowy 1951, nr 7, s. 272.
8. Czeczott A.: *O dotychczasowych wynikach badań parowozów Tr21 i Ty23, dokonywanych z ramienia Ministerstwa Kolei*, Inżynier Kolejowy 1925, nr 5, s. 102–110.
9. Czeczott A.: *Pokaz Referatu Doświadczalnego Ministerstwa Komunikacji na Powszechnej Wystawie Krajowej w Poznaniu*, Inżynier Kolejowy 1929, nr 7., s. 207–209.
10. Czeczott A.: *Zarys rozwoju i pracy Referatu Doświadczalnego za czas 1923–1927 r. i projekt nowego wagonu dynamometrycznego dla P.K.P.*, Inżynier Kolejowy 1928, nr 9, s. 270–274.
11. Czeczott A.: *Zarys rozwoju i pracy Referatu Doświadczalnego za czas 1923–1927 r. i projekt nowego wagonu dynamometrycznego dla P.K.P. (dokończenie)*, Inżynier Kolejowy 1928, nr 10, s. 310–314.
12. Czekala B.: *W sztafecie pokoleń. Prof. Albert Czeczott*, Nowe Sygnały 1995, nr 7.
13. Dwudziestolecie Komunikacji w Polsce Odrodzonej, Wydawnictwo Koncernu Prasowego „Ilustrowany Kurjer Codzienny”, Kraków 1939.
14. Dziennik Urzędowy Ministerstwa Kolei 1924, nr 7, poz. 36, s. 102–103.
15. Jubileusz Profesora dr. inż. Aleksandra Wasiutyńskiego, Inżynier Kolejowy 1930, nr 7, s. 256.
16. Langrod A.: *Departament Prób Kolei Pensylwańskiej*, Inżynier Kolejowy 1925, nr 4, s. 85–87.
17. Obserwacje nad odkształceniami sprężystymi nawierzchni, Inżynier Kolejowy 1932, nr 10, s. 231–232.
18. Odlanicki-Poczobutt M.: *Tabor kolejowy na Międzynarodowej Wystawie Komunikacji i Turystyki w r.b. w Poznaniu*, Przegląd Techniczny 1930, nr 43, s. 782–791.
19. Orzechowski W.: *Prof. dr inż. Albert Czeczott. Wspomnienia*. COBiRTK, Warszawa 1972.
20. Polskie Koleje Państwowe 1918–1928, Ministerstwo Komunikacji, Warszawa 1929.
21. Ponikowski A.: *Życiorys Prof. D-ra Aleksandra Wasiutyńskiego*, Przegląd Techniczny 1930, nr 23–24, s. 469–470.
22. Rocznik Komunikacyjny 1933/1934, Związek Prawników i Ekonomistów Kolejowych Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 1933.
23. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2010 roku w sprawie reorganizacji Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa. Dz.U. 2010, nr 75, poz. 475.
24. Seidler T.: *Badania nowych parowozów pospiesznych P.K.P.*, Inżynier Kolejowy 1934, nr 2, s. 39–42.
25. Sztolcman S.: *Działalność naukowa Prof. D-ra Aleksandra Wasiutyńskiego*, Przegląd Techniczny 1930, nr 23–24, s. 471–475.
26. Towpik K.: *W 60 rocznicę śmierci prof. Karola Wątoraka*, Warszawa 2004.
27. Tucholski Z.: *Czeczott Albert*, dostępny na WWW: <http://www.polskipetersburg.pl/hasla/czeczott-albert> [dostęp 02.12.2018].
28. Tucholski Z.: *Profesor Antoni Xiężopolski. Twórca polskiej szkoły budowy lokomotyw*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.
29. Tymczasowe Zarządzenie Ministra Komunikacji z dnia 5 października 1934 r. Nr P.5/142/7/34 o utworzeniu i organizacji Centralnego Laboratorium Badawczego P.K.P. Dziennik Urzędowy Ministerstwa Komunikacji 1934, nr 34, poz. 216, s. 389–391.
30. Ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych. Dz.U. 2010, nr 96, poz. 618 z późniejszymi zmianami.
31. Wasilewski S.: *Pokaz Ministerstwa Komunikacji na Międzynarodowej Wystawie Komunikacji i Turystyki w Poznaniu*, Inżynier Kolejowy 1930, nr 8, s. 320–325.
32. Wasiutyński A.: *Badania nad odkształceniami sprężystymi nawierzchni kolejowej i naprężeniami w szynach na posterunku doświadczalnym Włochy PKP 1932–1936*, Wydawnictwo Ministerstwa Komunikacji, Warszawa 1937.
33. Wasiutyński A.: *Przebudowa węzła kolejowego warszawskiego*, Przegląd Techniczny 1921, nr 39, s. 239–241.
34. Wasiutyński A.: *Przebudowa węzła kolejowego warszawskiego (ciąg dalszy)*, Przegląd Techniczny 1921, nr 40, s. 245–247.
35. Wasiutyński A.: *Przebudowa węzła kolejowego warszawskiego (ciąg dalszy)*, Przegląd Techniczny 1921, nr 42, s. 259–262.
36. Wątorak K.: *Budowa kolei żelaznych*, Instytut Wydawniczy „Biblioteka Polska”, Warszawa 1924.
37. Zarządzenie Ministra Kolei z dnia 30 maja 1951 r. w sprawie utworzenia Instytutu Naukowo-Badawczego Kolejnictwa i nadania mu statutu. Monitor Polski 1951, nr A-58, poz. 763.
38. Zelent S.: *Temperatura, jej wahania i wpływ na zachowanie się w torze szyny długości 15 m*, Inżynier Kolejowy 1938, nr 7, s. 273–285.
39. Zembrzuski K.: *W Biurze Konstrukcyjnym Pierwszej Fabryki Lokomotyw w Polsce. Wspomnienia 1928–1944*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.