

Marek Czarnecki

# DZIAŁALNOŚĆ COBiRTK / CNTK W ZAKRESIE ROZWOJU TECHNIKI TRAKCJI I TABORU PKP W LATACH 1956–2010

## SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Wpływ COBiRTK / CNTK na poziom nowoczesności trakcji i taboru PKP
3. Projekty własne
4. Rozwój metod i technik badawczych
5. Uwagi końcowe

## STRESZCZENIE

*W artykule scharakteryzowano wkład COBiRTK / CNTK w rozwój techniki trakcji i taboru PKP, jak również działalność w zakresie tworzenia i rozwoju nowych procedur badawczych i technik pomiarowych. Przytoczone przykłady działań i opracowań w zakresie kształtowania założeń konstrukcyjnych taboru (dobór silnika do manewrowej lokomotywy spalinowej), własnych konstrukcji (wagon do utrzymania sieci trakcyjnej, pojazdy szynowo-drogowe, wózek do wagonów osobowych  $V=200$  km/h, zderzak elastomerowy), nowoczesnego zaplecza warsztatowego, modernizacji układu zasilania trakcji, jak również nowych procedur i technik badawczych (badania dynamiki taboru, odporności zderzeniowej pojazdów oraz procesów hamowania) nie obejmują siłą rzeczy całości działalności COBiRTK / CNTK, ale obrazują uwarunkowania i charakter tej działalności w opisywanym okresie.*

## 1. WSTĘP

W stu pięćdziesięciu zeszytach „Problemów Kolejnictwa” zamieszczono łącznie ponad sto dziesięć artykułów na temat trakcji i taboru kolejowego. Można by oczekiwać, że w tym czasopiśmie, znajdzie się odbicie działalności Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki (COBiRTK) przekształconego w Centrum Naukowo-Techniczne (CNTK), jednak w rzeczywistości tak nie było. Wydaje się, że jedną z głównych przyczyn było zawężenie problematyki czasopisma przez podtytuły: „Biblioteka osiągnięć kolejnictwa

światowego” i „Osiągnięcia kolejnictwa światowego”, stosowane w latach 1956–1983. Taki profil czasopisma w zasadzie wykluczał zamieszczanie publikacji dotyczących kolei polskich, jako że w tamtych latach, stan polskich kolei i krajowego przemysłu taboru kolejowego pozostawał daleko w tyle, nie tylko w stosunku do szczytowych osiągnięć kolei i przemysłu zachodnioeuropejskiego, ale nawet do średniego poziomu techniki taborowej w krajach Europy. Artykuły z zakresu techniki taboru zamieszczane w „Problemach Kolejnictwa” dotyczyły zagadnień ogólnych lub stanowiły opisy poziomu różnych dziedzin techniki taboru w krajach europejskich oraz z oczywistych względów politycznych w Związku Radzieckim. Należy dodać, że z uwagi na całkowicie różne warunki eksploatacyjne i charakter kolei ZSRR, wszelkie porównania lub odniesienia do taboru kolei polskich, były pozbawione uzasadnienia. Te artykuły, choć w żaden sposób nie odzwierciedlały postępu technicznego czy rozwoju kolei polskich, miały niewątpliwą wartość edukacyjną, gdyż przybliżały polskiemu czytelnikowi osiągnięcia przodujących kolei i producentów w zakresie trakcji i taboru kolejowego.

## **2. WPŁYW COBiRTK / CNTK NA POZIOM NOWOCZESNOŚCI TRAKCJI I TABORU PKP**

Brak bezpośrednich śladów działalności COBiRTK dotyczących taboru kolejowego w publikowanych w „Problemach kolejnictwa” artykułach nie oznacza, że ta działalność nie istniała. Przeciwnie, usytuowanie COBiRTK w ówczesnej (lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte) strukturze PKP dawały Ośrodkowi teoretycznie duże możliwości oddziaływania na parametry i konstrukcję nowo powstającego taboru. Po uzgodnieniu z odpowiednią jednostką PKP, COBiRTK opracowywał tak zwane wówczas dane wyjściowe, czyli ogólną specyfikację dla mających powstać pojazdów, a następnie opiniował i zatwierdzał tak zwane wówczas założenia konstrukcyjne i dokumentację na dalszych etapach jej powstawania.

Można by sądzić, że Ośrodek miał możliwość decydowania o poziomie techniki taboru PKP. W rzeczywistości pole manewru w tym zakresie było ograniczone możliwościami konstrukcyjnymi i produkcyjnymi krajowego przemysłu, który ze względów polityczno-gospodarczych (ograniczenia dewizowe), praktycznie poza nielicznymi wyjątkami, nie mógł korzystać z osiągnięć dynamicznie rozwijającej się zachodnioeuropejskiej techniki taborowej, ani w formie zakupu zespołów czy elementów, ani licencji. Na skutek tego stale powiększał się dystans technologiczny dzielący przemysł krajowy od czołówki europejskiej. W tamtym okresie jedynym wyjątkiem od tej zasady, był zrealizowany w końcu lat pięćdziesiątych, zakup dość nowoczesnych wówczas, dwudziestu brytyjskich lokomotyw elektrycznych (EU06) i licencji na dalszą ich produkcję w kraju (EU07). COBiRTK czynnie uczestniczyło zarówno w przygotowaniu tej transakcji, jak też w późniejszej adaptacji angielskiej dokumentacji do polskich warunków produkcyjnych.

Podejmowane na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych próby pozyskania licencji, również na podstawową manewrową lokomotywę spalinową, skończyły się niepowodzeniem i PKP były niejako zmuszone zakupić lokomotywy SM42 krajowej konstrukcji, od początku obciążone istotnymi wadami wynikającymi w znacznej mierze z wyboru silnika spalinowego. W chwili projektowania lokomotywy w kraju, równocześnie opracowywano dwa typy silnika spalinowego. Silniki typu CD19, miały układ konstrukcyjny i parametry, a także możliwości rozwojowe zgodne z najnowszymi i w następnych latach szeroko rozpowszechnionymi w przemyśle europejskim, tendencjami w konstrukcji silników spalinowych do zastosowań trakcyjnych. Drugi silnik typu C22 już na etapie projektowania był konstrukcją konserwatywną, żeby nie powieździe przestarzała, gdyż nieodłączną cechą jego układu ( $V8\ 60^\circ$ ) było generowanie niewyważonych drgań drugiego rzędu, przenoszących się na całą strukturę lokomotywy, w tym na kabinę maszynisty. Podejmowane w następnych latach próby ograniczenia tych drgań przynajmniej w kabinie, nie przyniosły znaczących rezultatów. Pomimo opinii COBiRTK popartych różnymi opracowaniami wskazującymi na celowość wyboru silnika CD19, zastosowano silnik C22, czego niekorzystne konsekwencje występowały przez następne lata eksploatacji lokomotyw. Dalsze prace nad rodziną silników CD19 zostały wstrzymane. Zdecydowały tu bliżej niewyjaśnione i niezrozumiałe względy poza-techniczne.

Ten jako jeden z wielu przykład, dobrze ilustruje twierdzenie, że silna pozycja COBiRTK w zakresie kształtowania techniki taborowej PKP była iluzoryczna, a decyzje podejmowane na wysokich szczeblach nie miały wiele wspólnego z racjonalnym podejściem do rozwoju taboru kolejowego w Polsce. Prawie wszystkie pojazdy szynowe wprowadzane do eksploatacji na PKP w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, cechowały się wielką liczbą usterek i uszkodzeń stwarzających problemy eksploatacyjne. Podczas licznych narad z udziałem przedstawicieli COBiRTK, producenta i służb eksploatacyjnych PKP, próbowano znaleźć środki zaradcze eliminujące te usterki. Rezultaty tych narad były dość mizerne, przede wszystkim na skutek niechęci przemysłu do wprowadzania jakichkolwiek, bardziej istotnych zmian konstrukcyjnych w trakcie produkcji pojazdów. Dobrym przykładem mogą tu być podejmowane przez COBiRTK, zarówno na etapie projektowania, jak i w toku produkcji, próby skłonienia producenta (Zakłady Przemysłu Metalowego H. Cegielski) do wprowadzenia nowoczesnych wówczas rozwiązań (np. prądnicą główną prądu przemiennego, hydrostatyczny napęd wentylatorów chłodnic) w liniowych lokomotywach spalinowych serii SP45, SU46 i SP47, wyposażonych w silniki spalinowe na licencji Fiata. Rozwiązania te zostały wprowadzone dopiero w ostatniej serii SP47, której produkcję zakończono na dwóch prototypach, mimo bardzo dobrych wyników badań i wysokich ocen eksploatacji próbnej wydanych przez COBiRTK. Było to rezultatem nakazów ówczesnej RWPG, według której produkcję liniowych lokomotyw spalinowych przyznano wyłącznie ZSRR. Tak więc PKP zostało zmuszone do realizacji wieloletnich zakupów wielkiej liczby, już wówczas przestarzałych i nie przy-

stosowanych do potrzeb PKP lokomotyw serii ST44, pomimo wielokrotnie wyrażanych przez COBiRTK negatywnych ocen na temat tych lokomotyw.

Takie podejście krajowego przemysłu działającego na zdominowanym przez producenta rynku, powodowało powstawanie długich serii (nawet ponad 1 000 sztuk w przypadku lokomotyw ET22) nie zmienianych i nie modernizowanych w istotny sposób pojazdów, które z biegiem lat stawały się coraz bardziej przestarzałe w zakresie konstrukcji, kosztów utrzymania i przystosowania do zmieniających się potrzeb. Rezultatem tego było wejście PKP w lata dziewięćdziesiąte z taborem (szczególnie trakcyjnym), którego poziom techniczny w ogromnej większości był opóźniony co najmniej czterdzieści lat intensywnego rozwoju, w stosunku do średniego poziomu europejskiego.

### 3. PROJEKTY WŁASNE

W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, projektowanie i budowa podstawowych typów taboru kolejowego leżało w gestii krajowego przemysłu, tak więc pewien potencjał konstrukcyjny COBiRTK mógł być wykorzystywany jedynie w projektach niszowych, ale dość ważnych z punktu widzenia zaspokajania potrzeb kolei.

Pierwszym takim projektem realizowanym przez COBiRTK na początku lat sześćdziesiątych był lekki wagon spalinowy do utrzymania sieci trakcyjnej. W myśl założeń miał to być możliwie krótki dwuosiowy wagon, napędzany silnikiem wysokoprężnym stosowanym powszechnie w samochodach ciężarowych, wyposażony w próbny pantograf i pomost roboczy na dachu oraz pomieszczenie warsztatowe wewnątrz nadwozia. Pojazd był projektowany na miarę ograniczonych możliwości wykonawczych Zakładów Naprawczych Taboru Kolejowego w Lubaniu, które miały podjąć produkcję, co w połączeniu z innymi ograniczeniami (np. brak w kraju spalinowego silnika podpodłogowego), spowodowało powstanie konstrukcji dość prymitywnej. Nie mniej jednak, pod nadzorem COBiRTK został wykonany i przebadany prototyp, a następnie po pewnych modyfikacjach powstała niewielka seria tych wagonów.

Drugim przedsięwzięciem konstrukcyjnym realizowanym przez COBiRTK był projekt dwuosiowego autobusu szynowego, który ze względu na brak zainteresowania potencjalnych producentów, nie doczekał się nawet tak skromnej jak poprzedni realizacji i zakończył życie na etapie projektu wstępnego.

COBiRTK / CNTK podejmowały prace konstrukcyjne wynikające z zaistniałych sytuacji eksploatacyjnych na PKP. W czasie akcji ratunkowej po głośnej katastrofie, która w latach sześćdziesiątych wydarzyła się pod Piotrkowem, wyniknął problem dostarczenia sprzętu ratowniczego do miejsca katastrofy. Zablokowanie linii przez inne pociągi uniemożliwiało dojazd pociągu ratowniczego, zaś brak dróg prowadzących w bezpośrednie sąsiedztwo miejsca katastrofy wykluczał użycie pojazdów drogowych. Tak narodziła się inicjatywa COBiRTK, aby skonstruować ratowniczy pojazd szynowo-drogowy, który

mógłby dojechać drogami do przejazdu kolejowego najbliższego miejsca katastrofy i po przedstawieniu na szyny, dotrzeć bezpośrednio do miejsca akcji ratowniczej.

Do przebudowy na pojazd szynowo-drogowy wybrano produkowany głównie do zastosowań wojskowych terenowy, trzyosiowy samochód ciężarowy z napędem na wszystkie koła, Star 6x6. Opracowano projekt szynowego układu jezdnego z opuszczanymi rolkami przed przednią i za tylną osią samochodu. Opuszczenie rolek przednich powodowało uniesienie przednich kół samochodu ponad szyny, rolki tylne przejmowały około 30% nacisku tylnych osi, tak że napęd i hamowanie było realizowane przez ogumione koła samochodu opierające się na szynach. Pierwszy prototyp zbudowany w warsztacie COBiRTK potwierdził prawidłowość przyjętych rozwiązań. W wyniku prób ruchowych prototypu, wprowadzono zmiany w dokumentacji obejmujące dodatkowe usprężynowanie przednich rolek oraz hydrauliczny napęd opuszczania rolek. Drugi ulepszony prototyp pojazdu pomyślnie przeszedł próby ruchowe i został przekazany do próbnej eksploatacji na PKP. Pomimo, że był to jedyny tego rodzaju pojazd w krajach Europy wschodniej (ówczesne RWPG) umożliwiający zaspokojenie potrzeb krajowych, a także możliwości eksportowe, nie udało się znaleźć zakładu, który podjął by się produkcji tych pojazdów.

W pierwszej połowie lat siedemdziesiątych, w ramach „nowej mody” na zakupy wszelkiego rodzaju mniej lub bardziej sensownych licencji i gotowych wyrobów w zachodniej Europie, PKP zdecydowały się zakupić pojazdy szynowo-drogowe marki „Mercedes Unimog”, tłumacząc dość absurdalnie ten zakup, brakiem wyposażenia pojazdu na bazie Stara 6x6 w sprzęt ratunkowy. W tym samym czasie co prototypy szynowo-drogowych pojazdów ratowniczych, powstał w COBiRTK projekt i prototyp lekkiego pojazdu szynowo-drogowego do usuwania drobnych awarii sieci trakcyjnej. Pojazd został zbudowany w warsztacie COBiRTK na bazie samochodu dostawczego marki „Żuk”. Konieczna przebudowa samochodu obejmowała rozszerzenie rozstawu przednich i tylnych kół, tak aby dostosować go do rozstawu szyn i tym samym umożliwić napęd i hamowanie podczas jazdy po szynach. Prowadzenie pojazdu w torze było realizowane przez cztery niezależne, zawieszane na wahaczach rolki, opuszczane indywidualnie za pomocą specjalnego klucza. Opuszczenie jednej z przednich rolek powodowało zaryglowanie układu kierowniczego w pozycji jazdy na wprost, co zapobiegało możliwości przypadkowego zjechania z szyn ogumionych kół samochodu. Usprężynowanie wahaczy rolek prowadzących, przejmujących około 30% nacisku pojazdu na tor podczas jazdy po szynach, jak również ryglowanie wahaczy w położeniu podniesionym do jazdy po drodze, było realizowane przez zespół wielopłytkowych sprężyn z odpowiednim układem rygli.

To całkowicie oryginalne rozwiązanie stało się przedmiotem patentu. Pojazd wyposażono w teleskopowo podnoszony i obrotowy pomost, umożliwiający pracownikom swobodny dostęp do całej sieci trakcyjnej włącznie ze słupami. Podnoszenie pomostu odbywało się za pomocą siłownika hydraulicznego o specjalnie lekkiej konstrukcji oraz układu linek na rolkach, co pozwalało na zdwojenie wzniosu pomostu w stosunku do

skoku siłownika. Obrót pomostu był uzyskiwany za pomocą ręcznego napędu obsługiwanego przez pracowników pracujących na pomoście. Ze względu na ograniczoną ładowność samochodu „Żuk”, jak również jego stateczność (położenie środka masy), zarówno sam pomost ze składaną barierką, jak i teleskopowa kolumna, na której był podnoszony, zostały wykonane jako konstrukcja spawana ze stopów lekkich, co wówczas samo w sobie stanowiło dość znaczne wyzwanie technologiczne. Pojazd był ponadto wyposażony w umieszczony w pobliżu środka masy podnośnik z obrotową stopą, umożliwiającą podniesienie pojazdu na przejeździe kolejowym, aż do oderwania kół od podłoża, obrócenie go o kąt prosty, opuszczenie i zaryglowanie rolek prowadzących i następnie opuszczenie pojazdu na tor. Takie rozwiązanie umożliwiało przestawienie pojazdu z drogi na tor nawet na wąskim, nie pozwalającym na manewrowanie przejeździe kolejowym. Pojazd był wyposażony w drewniany blok, który po położeniu na podkładach zapewniał podparcie stopy podnośnika w płaszczyźnie główki szyny, a więc umożliwiał przestawianie pojazdu z drogi na tor nawet poza przejazdami, jeżeli tylko możliwy był dojazd do toru i ustawienie pojazdu tak, aby stopa podnośnika znalazła się między szynami.

Pojazd przeszedł pomyślnie próby ruchowe, które w pełni potwierdziły prawidłowość przyjętych rozwiązań i został przekazany do eksploatacji. Zespół konstruktorów pojazdu otrzymał wyróżnienie w ogólnopolskim konkursie „Mistrza Techniki”. Niestety próby uruchomienia produkcji tego pojazdu skończyły się niepowodzeniem, gdyż producent samochodów Żuk odmówił wyprodukowania około 200 samochodów (tak szacowano zapotrzebowanie na ten pojazd) z poszerzonym rozstawem kół. Opisane przypadki pojazdów szynowo-drogowych są jednym z wielu przykładów marnowania przez państwowy przemysł projektów, które mogły przynieść, choćby na niewielką skalę, wymierne korzyści.

Kolejnym przedsięwzięciem konstrukcyjnym był projekt wózka do wagonów pasażerskich o prędkości eksploatacyjnej 200 km/h, oznaczonego symbolem BKW200. Pod koniec lat siedemdziesiątych, wobec braku widocznych postępów w tworzeniu nowoczesnego wózka przez krajowy przemysł taboru kolejowego, resort komunikacji zdecydował o podjęciu własnych prac nad projektem i budową prototypów wysokosprawnego wózka do wagonów pasażerskich. Założenia konstrukcyjne wózka opracowano przez mieszany zespół specjalistów COBiRTK, Centralnego Biura Konstrukcyjnego PKP w Poznaniu, Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej i Zakładu Pojazdów Szynowych Politechniki Poznańskiej. Projekt techniczny wózka wykonało CBK PKP, przy współpracy ze specjalistami wchodzącymi w skład zespołu oraz przedstawicielami wykonawcy prototypów, którym były Zakłady Naprawcze Taboru Kolejowego w Opolu. Całość działań była koordynowana przez COBiRTK.

W konstrukcji wózka BKW200 zastosowano rozwiązania odpowiadające ówczesnym najnowszym kierunkom rozwoju podwozi wagonów pasażerskich, takie jak wahaczowe prowadzenie łożysk osi czy też oparcie nadwozia na wózku za pośrednictwem poprzecznic o kształtach sprężyn śrubowych i skośnych wieszaków. Przy ustalaniu decydu-

jących dla własności biegowych parametrów wózka, na etapie projektowania wykorzystano z doświadczeń producentów zachodnioeuropejskich. Przewidywano jednak, że w odmiennych niż w innych krajach warunkach eksploatacji i utrzymania torów, konieczna może okazać się zmiana sprawdzonych charakterystyk. Istotne dla dynamicznej charakterystyki wózka węzły konstrukcyjne były projektowane tak, aby można było w toku badań, wpływać w prosty sposób na zmianę ich charakterystyk.

COBiRTK zrealizował obszerny program badań wózka obejmujący zarówno symulacje komputerowe zachowania się pojazdu w torze, jak i badania na obiektach rzeczywistych. Ze względu na przeznaczenie wózka do prędkości większych niż dotychczas stosowane, rozszerzono w stosunku do standardowego program badań wytrzymałościowych o badania koncentracji naprężeń metodą optycznie czułych pokryć oraz elastoptyczne badania modeli elementów konstrukcji ramy wózka. Przeprowadzono również symulacyjne badania trwałości zmęczeniowej na stanowisku odwzorowującym rzeczywiste obciążenia. Prototypy wózka z pozytywnym wynikiem przeszły również pełny program badań dynamicznych z określeniem współczynnika spokojności biegu. Badaniom eksploatacyjnym poddano sześć prototypowych wózków, w które wyposażono trzy wagony pasażerskie typu 112Ag produkcji HCP. Każda z par wózków była wyposażona w układ hamulca o różnej konfiguracji w celu uzyskania doświadczeń, na podstawie których wybrano by optymalny w warunkach eksploatacyjnych PKP, system hamulca na wózku.

Podczas badań eksploatacyjnych szczególną uwagę zwracano na podatność utrzymaniową wózka. Dzięki nowoczesnej konstrukcji wózka bez elementów ciernych, czynności bieżącego utrzymania zostały w istotnym stopniu zredukowane i sprowadzały się praktycznie do obserwacji niektórych węzłów, co wskazywało na możliwość znacznego obniżenia kosztów eksploatacyjnych. Produkcja wózka BKW200 nie została podjęta z przyczyn nie mających wiele wspólnego z oceną technicznych walorów konstrukcji. Równolegle (z około rocznym opóźnieniem) do prac nad wózkiem BKW200, związany z przemysłem Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Pojazdów Szynowych w Poznaniu, prowadził prace nad projektem innego wózka typu 11AN, który następnie został wdrożony do produkcji. Parametry i cechy eksploatacyjne wózka 11AN, mówiąc ogólnie, w żadnym aspekcie nie przewyższały parametrów wózka BKW200, nie mniej kolejny raz dyktat przemysłu w relacji z PKP, doprowadził do przerwania dalszej realizacji bardzo obiecującego projektu.

Jedynym przedsięwzięciem konstrukcyjnym COBiRTK / CNTK, które zakończyło się pełnym sukcesem, czyli wdrożeniem na dużą skalę do eksploatacji na PKP i uzyskaniem z tego wdrożenia wymiernych korzyści, był projekt i realizacja zderzaka z wkładem elastomerowym. W drugiej połowie lat siedemdziesiątych, 23% z około dwustu tysięcy posiadanych przez PKP wagonów towarowych, było wyłączone z eksploatacji z powodu uszkodzeń w głównej mierze zderzaków. Rozwiązaniem tego problemu mogło być tylko wprowadzenie do eksploatacji nowego, niezawodnego typu zderzaka o dużych możliwościach przejmowania i pochłaniania energii. W tym czasie Instytut Chemii Przemysłowej miał technologię i możliwości wytwarzania elastomeru, tworzywa którego włas-

ności fizyczne wskazywały na możliwość wykorzystania go w amortyzatorze zderzaka. Prace nad zderzakami tego typu podejmowano bez większego powodzenia w Niemczech i we Francji, gdzie problemem było osiągnięcie wymaganych wysokich wielkości przejmowania, a przede wszystkim pochłaniania energii.

Pomimo braku wsparcia ówczesnych władz PKP, które pomimo braku pozytywnych doświadczeń innych kolei, tylko w zakupie licencji widziały rozwiązanie problemu zderzaków, w 1977 roku Dyrekcja COBiRTK zdecydowała o rozpoczęciu prac nad konstrukcją zderzaka z wkładem elastomerowym. Przyjęto założenia dotyczące wielkości przejmowanej, a przede wszystkim, pochłanianej energii, które zostały spełnione dzięki zastosowaniu oryginalnego rozwiązania autorstwa zespołu konstruktorów COBiRTK. Rozwiązanie to było przedmiotem przyznanego w 1979 roku patentu. Kilka prototypów zderzaków przebadano w COBiRTK na badawczej górcie rozbiegowej. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań dokonano pewnych korekt w konstrukcji zderzaka, co pozwoliło na uzyskanie charakterystyki zderzaka w pełni odpowiadającej przygotowywanej wówczas specyfikacji UIC. Również z pozytywnym wynikiem zrealizowano na badawczej górcie rozbiegowej badania trwałościowe prototypów zderzaków. W 1980 roku zakończono opracowanie dokumentacji technicznej serii próbnej, której produkcję 500 sztuk podjęły Zakłady Cegielskiego w Poznaniu. Pomimo oporów udało się uzyskać zgodę ówczesnych władz PKP na roczną, obserwowaną eksploatację serii próbnej. Pozytywne wyniki badań i eksploatacji obserwowanej spowodowały zainteresowanie wielu zakładów przemysłowych produkcją zderzaków.

W 1986 roku COBiRTK podpisał umowę licencyjną na produkcję zderzaków elastomerowych z firmą „Spomasz” (po sprywatyzowaniu KAMAX), która jako pierwsza z wielu przygotowała produkcję jeszcze na podstawie egzemplarzy prototypowych. Należy tu podkreślić, że całość dokumentacji zderzaka, wszystkie badania oraz nadzór nad eksploatacją obserwowaną, wykonano wyłącznie siłami COBiRTK / CNTK. Miarą sukcesu, jakim niewątpliwie był projekt zderzaka z wkładem elastomerowym, było uzyskanie przez ten projekt złotego medalu na Światowym Salonie Innowacji w Brukseli – BRUSSELS EUREKA, ale także pozytywne wyniki prób eksploatacyjnych na kolejach norweskich, eksport zderzaków do ZSRR a później do Rosji, czy podpisanie przez firmę KAMAX umowy *joint venture* z Chinami i co może najważniejsze, powszechne wdrożenie zderzaków z wkładem elastomerowym projektu COBiRTK / CNTK w taborze PKP.

Działalność COBiRTK / CNTK dotyczyła nie tylko zagadnień konstrukcji taboru, ale również jego użytkowania i utrzymania. Widocznym rezultatem działalności w tej właśnie dziedzinie jest Wagonownia Grochów. W latach osiemdziesiątych w wagonowniach PKP wszystkie wskaźniki charakteryzujące poziom techniczny wagonowni, takie jak: wielkość mocy zainstalowanej, stopień automatyzacji czy liczba obsługiwanych wagonów na jednego pracownika, drastycznie odbiegały od powszechnie występujących w krajach zachodniej Europy. Z tego powodu, w końcu lat osiemdziesiątych, ówczesna Dyrekcja Wagonów Dyrekcji Generalnej PKP podjęła inicjatywę modernizacji zaplecza technicznego służby wagonowej.

Wynikiem tej inicjatywy było zlecenie do COBiRTK / CNTK wielu prac, których wyniki miały stanowić podstawę dalszych przedsięwzięć modernizacyjnych. Jako zasadnicze można tu wymienić prace z lat 1986–1987, pt. „Uzbrojenie zaplecza technicznego służby wagonów i trakcji”, „Zagadnienia modernizacji stacji postojowych” (wykonywana we współpracy z Dyrekcją Wagonów DG PKP) oraz „Modernizacja i rozbudowa stacji postojowej i wagonowni Warszawa Grochów. Ogólna koncepcja oraz zestawienie opracowań technologicznych, organizacyjnych i konstrukcyjnych”. Na podstawie tych i innych opracowań COBiRTK / CNTK, biuro projektowe „Kolprojekt”, pozostające wówczas w strukturach PKP, wykonało projekt rozbudowy i modernizacji wagonowni Warszawa Grochów, który w następnych latach doczekał się realizacji. Należy podkreślić, że zarówno w trakcie opracowywania projektu, jak i w fazie budowy obiektów wagonowni, a także wyposażania jej w niezbędne urządzenia techniczne, COBiRTK / CNTK współpracowało zarówno z projektantami, jak i wykonawcami, sprawując merytoryczny nadzór nad całością przedsięwzięcia. W rezultacie tego długoletniego procesu, obejmującego prace studialne, projektowanie, budowę obiektów oraz wyposażanie ich w odpowiednie urządzenia, powstała nowoczesna wagonownia z halą całopociągową, urządzeniami diagnostycznymi, warsztatami naprawy różnych układów, urządzeniami do usuwania fekaliów oraz do mycia i suszenia wagonów, nie odbiegająca od aktualnych standardów europejskich dla tego rodzaju obiektów.

W zakresie trakcji i zasilania należy odnotować projekty, które wpłynęły bądź wpłyną na praktykę eksploatacyjną PKP. Pierwszy, to system zdalnego sterowania obiektami zasilania sieci trakcyjnej, przez wiele lat będący tematem prac COBiRTK / CNTK. Po kilku stadiach pośrednich, na początku obecnego stulecia zakończono wieloletni projekt obejmujący opracowanie i wdrożenie na PKP systemu zdalnego sterowania urządzeniami podstacji trakcyjnych, kabin sekcyjnych i odłącznikami na liniach potrzeb nietrakcyjnych. Projekt był realizowany z udziałem firm produkujących odpowiednie urządzenia. Struktura systemu opartego na sterownikach mikroprocesorowych, a także protokoły komunikacji i wymiany danych oraz procedury pracy systemu były opracowane przez CNTK. Badania systemu i współpraca przy jego wdrożeniu były również udziałem CNTK.

Zagadnienia współpracy pantografu z siecią były przedmiotem różnych prac COBiRTK / CNTK w ubiegłych latach. W 1997 roku zakończono prace nad stworzeniem, umieszczonego w wagonie systemu pomiarowego do diagnostyki sieci trakcyjnej. Wagon diagnostyczny może być włączony do normalnego składu pociągu i dokonywać pomiaru parametrów sieci trakcyjnej przy prędkości jazdy do 160 km/h. Wykonano trzy takie wagony, z których dwa są nadal używane przez służby utrzymania sieci (jeden uległ spaleni).

W 2008 r. zakończono projekt dotyczący zastosowania nowych materiałów i technologii w budowie sieci trakcyjnej. Projekt ten był wykonany przez CNTK przy współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą, PKP PLK SA, Politechniką Warszawską oraz firmami produkcyjnymi. W ramach projektu opracowano nową generację przewodów jezdnych i osprzętu sieci trakcyjnej. Opracowane elementy posłużyły do zaprojektowania i zbu-

dowania dwóch typów sieci trakcyjnej: YC150-2SC150 i YC120-2CS150. Obydwa typy zostały przebadane i uzyskały bezterminowe dopuszczenie do eksploatacji do prędkości 200 km/h. Oba typy sieci charakteryzują się wysoką obciążalnością prądową oraz stosunkowo prostą budową, z dwoma przewodami jezdnyymi i jedną linią nośną. Spełniają one również wymagania Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności.

## 4. ROZWÓJ METOD I TECHNIK BADAWCZYCH

Dysponowanie jak najszerszym wachlarzem procedur i technik pomiarowych jest podstawowym warunkiem prawidłowego funkcjonowania każdej jednostki badawczej. Dlatego też istotnym segmentem działalności COBiRTK / CNTK było rozwijanie specjalistycznego wyposażenia pomiarowego i opanowywanie procedur badawczych niezbędnych w nowoczesnych badaniach trakcji i taboru kolejowego.

W badaniach dynamicznych taboru zasadnicze znaczenie mają pomiary sił kontaktowych między kołem a szyną. Opanowanie techniki pomiarów tych sił i wyposażenie w odpowiednie układy pomiarowe, było więc jednym z głównych zadań podjętych przez laboratorium odpowiedzialne za dynamiczne badania taboru. Początkowe prace w tym zakresie zostały oparte na przyjętej przez koleje szwedzkie koncepcji umieszczenia tensometrów na tarczy koła zestawu mierzącego. Wykonany układ pomiarowy wraz z odpowiednim oprogramowaniem był wykorzystywany w wielu pomiarach, jednakże miał pewne ograniczenie wynikające z przyjętego układu zestawu mierzącego wady, a mianowicie zbyt duże błędy pomiaru oraz trudności w zastosowaniu tego systemu pomiaru do lokomotyw, które na PKP w większości były wyposażone w koła szprychowe.

Z tych powodów przyjęto inną, stosowaną przez koleje niemieckie koncepcję układu zestawu mierzącego, z tensometrami umieszczonymi na osi zestawu kołowego i mierzącymi wynikające z sił kontaktowych odkształcenia osi. Taki zestaw mierzący, jak również kompletny układ pomiaru i rejestracji wyników wraz z odpowiednim oprogramowaniem został wykonany przez CNTK. Możliwości pomiarowe, którymi dysponuje obecnie laboratorium obejmują zarówno zestawy toczne, jak i napędne, co umożliwia realizację pomiarów sił kontaktowych dla praktycznie wszystkich rodzajów pojazdów szynowych. O jakości posiadanego przez CNTK wyposażenia i procedur pomiaru sił kontaktowych, może świadczyć fakt uznania ich przez niemiecki *Eisenbahn Bundesamt* (EBA). Warto dodać, że możliwości tego rodzaju pomiarów ma zaledwie kilka krajów europejskich. Laboratorium zajmujące się badaniami dynamicznymi taboru dysponuje również innymi procedurami badawczymi, na przykład jako jedno z nielicznych w Europie opracowało i opanowało technikę badań przepychania wagonów towarowych przez łuki przeciwne. Wdrożenie systemu zarządzania jakością zaowocowało uzyskaniem i utrzymaniem akredytacji PCA (Polskie Centrum Akredytacji) i EBA.

Niewątpliwym osiągnięciem badawczym CNTK było opracowanie techniki i procedur oraz realizacja badań zderzeń pojazdów szynowych w skali rzeczywistej, wykonywanych

na torze doświadczalnym CNTK w Żmigrodzie. Pierwsze tego rodzaju badania zostały zrealizowane w 1990 roku w ramach prac Komitetu ORE B165 (Organizacja badawcza Międzynarodowej Unii Kolei UIC) pt. „Odporność zderzeniowa kabin maszynisty”. Zakres prac przypadający CNTK obejmował realizację zderzenia, pomiar i rejestrację zmian prędkości pojazdu uderzającego z określoną prędkością początkową i nie zahamowanego pojazdu uderzanego oraz rejestrację przebiegu odkształceń czołowych części obu pojazdów w trakcie zderzenia, za pomocą szybkich (1 000 klatek na sekundę) kamer filmowych. Opracowanie konstrukcji badanych pojazdów, zapewniające kontrolowane pochłanianie energii zderzenia przez zgniataną czołową część nadwozia oraz pomiary i rejestracja wyników pomiarów wewnątrz konstrukcji pojazdów (przyspieszenia, siły, naprężenia i odkształcenia), stanowiły udział kolei brytyjskich. Dwa aspekty określały stopień trudności przedsięwzięcia. Pierwszy to konieczność uzyskania z tolerancją  $\pm 2\%$  prędkości swobodnie toczącego się pojazdu uderzającego, określonej na podstawie obliczonej energii zderzenia czołowych części pojazdów. Drugi to brak możliwości powtórzenia próby wynikający ze zniszczenia pojazdu w wyniku zderzenia, bądź nie uzyskania właściwej prędkości zderzenia, bądź jakichkolwiek nieprawidłowości w działaniu układów pomiaru i rejestracji wyników.

W tym miejscu należy podkreślić, że do tamtej pory nikt w Europie nie przeprowadził takich badań. Eksperymentalne zderzenie dwóch pociągów, zrealizowane kilka lat wcześniej w USA, ze względu na zupełnie inny sposób przeprowadzenia zderzenia również nie dostarczało żadnych użytecznych doświadczeń. Tak więc można powiedzieć, że zarówno przygotowanie, jak i realizacja eksperymentu były przedsięwzięciem pionierskim. Przy współudziale niemal wszystkich komórek CNTK, zaprojektowano i wykonano niezbędne wyposażenie poligonu zlokalizowanego na torach stacyjnych toru doświadczalnego w Żmigrodzie oraz złożony układ zabezpieczeń i sterowania eksperymentem, a także opracowano procedurę rozpędzania przy użyciu lokomotywy spalinowej i odprzegania badanego pojazdu w ściśle określonym punkcie i przy ściśle określonej prędkości, tak aby przy swobodnym wybiegu, uderzający pojazd miał w punkcie zderzenia zadaną prędkość. Ze względu na możliwość pomyłki w systemie sterowania i zabezpieczeń, wyeliminowano słowną komunikację pomiędzy personelem wykonującym test i zastąpiono ją sygnalizacją świetlną obejmującą sygnalizatory przy torze i lampki sygnalizacyjne w kabinie lokomotywy rozpędzającej na pulpicie kierownika testu oraz na wszystkich stanowiskach pomiarowych (pomiary prędkości, pomiary wewnątrz konstrukcji zderzanych pojazdów, sterowanie szybkimi kamerami).

System sygnałów i blokad umożliwił przerwanie realizacji testu nawet już podczas rozpędzania pojazdu, aż do momentu odprzegnięcia pojazdu uderzającego w wypadku wystąpienia jakichkolwiek nieprawidłowości, a także w bardzo znacznym stopniu eliminował wystąpienie błędu ludzkiego. Wszystkie układy pomiarowe były połączone ze źródłem sygnału synchronizacyjnego, który umożliwił identyfikację wszystkich sygnałów pomiarowych, a także odpowiednich klatek filmowych w dowolnym punkcie czasu w trakcie zderzenia. Przebieg zmian prędkości obu pojazdów w trakcie zderzenia, jako

miar kluczowy dla oceny wyników, był rejestrowany przez trzy niezależne układy pomiarowe: dwa wykorzystujące fotokomórki i paski folii odbłaskowej na bokach pojazdów oraz jeden z zastosowaniem, umieszczonych w torze przed i za punktem zderzenia, urządzeń radarowych. Do uzyskania maksymalnej dokładności prędkości zderzenia, przeprowadzono kilkadziesiąt prób rozpędzania pojazdu uderzającego z pomiarem prędkości w założonym punkcie zderzenia i na ich podstawie określono precyzyjnie położenie punktu odprzęgania oraz wymaganą prędkość w tym punkcie. W celu ostatecznego sprawdzenia wszystkich układów pomiarowych i procedury przeprowadzenia testu, przed właściwymi zderzeniami wykonano próbę zderzenia z prędkością 2 m/s, przy której nie występowały żadne trwałe odkształcenia czołowych części pojazdów. Właściwe badania obejmowały dwa zderzenia: z prędkościami 16 m/s (57,6 km/h) dla dwóch identycznych pojazdów ze sprzęgiem centralnym i 12,4 m/s (44,6 km/h), również dla identycznych pojazdów wyposażonych w konwencjonalne zderzaki. W zakresie, za który odpowiedzialne było CNTK, oba zderzenia były zrealizowane z pełnym sukcesem pomimo wielu trudności wynikających zarówno ze szczupłego budżetu, jak i ograniczeń dostępnych rozwiązań technicznych, w szczególności w dziedzinie transmisji sygnałów pomiarowych.

Odpowiednio wyposażony poligon do badań zderzeń, jak również doświadczenia zdobyte podczas badań przeprowadzonych dla Komitetu ORE B165, przesądziły o przyznaniu CNTK udziału w projekcie SAFETRAIN (Bezpieczny pociąg) realizowanym w ramach europejskiego programu ramowego Brite/EuRam III. Zakres prac CNTK w tym projekcie obejmował, podobnie jak w przypadku badań dla Komitetu ORE B165, zrealizowanie zderzeń z pomiarem i zapisem przebiegu zmian prędkości zderzanych pojazdów oraz rejestracją odkształceń badanych czołowych części pojazdów za pomocą trzech szybkich kamer. Za pomiary wewnątrz konstrukcji byli odpowiedzialni niemieccy partnerzy projektu. Ponieważ w tym przypadku badano tylko specjalnie skonstruowane czołowe części pojazdów, było konieczne zastosowanie praktycznie nieodkształcalnych wagonów-taranów, do których mocowano badane części czołowe. Takie wagony zostały zaprojektowane przez CNTK i wykonane w Zakładach Naprawczych Taboru Kolejowego w Łapach.

Badania obejmowały trzy zderzenia w różnych konfiguracjach, z prędkościami odpowiednio 20,4 m/s (73,5 km/h), 15 m/s (54 km/h) i 10 m/s (36 km/h). Rozwój techniki, szczególnie z zakresu rejestracji wyników pomiarów oraz fotokomórek do pomiaru prędkości, który nastąpił w ciągu dziesięciolecia dzielącego te badania od poprzednich, pozwolił na uproszczenie układu transmisji danych oraz zwiększenie niezawodności układów pomiarowych. Drugą istotną różnicą w stosunku do pierwszych badań była rezygnacja z hamulców torowych służących do zatrzymania pojazdów po zderzeniu i hamowanie tych pojazdów za pomocą własnych, uruchamianych przez odpowiednie urządzenia w określonych punktach toru, hamulców wagonów taranów. Badania zakończyły się pełnym sukcesem.

W ramach kolejnego projektu europejskiego, dotyczącego tym razem odporności na zderzenia pojazdów szynowych komunikacji miejskiej pod nazwą SAFETRAM, CNTK wykonało zgodnie z założeniami projektu i według ustalonych procedur, dwa zderzenia. Również i te badania były uwieńczone pełnym sukcesem. Zrealizowane w ramach tych trzech projektów badania zderzeń, ugruntowały pozycję CNTK jako kompetentnego wykonawcy badań zderzeń pojazdów szynowych w skali rzeczywistej, co zaowocowało wieloma komercyjnymi zleceniami od europejskich i również pozaeuropejskich producentów taboru. Zlecenia te, obejmujące całość badań łącznie z pomiarami wewnątrz konstrukcji (siły, naprężenia, przyspieszenia i wzajemne przemieszczenia elementów), zrealizowano w sposób całkowicie satysfakcjonujący zleceniodawców. Należy podkreślić, że podczas realizacji kolejnych zleceń, wprowadzono udoskonalenia zarówno w zakresie techniki pomiarów i rejestracji wyników, jak też układu zabezpieczeń i sterowania eksperymentem, w tym ostatnim przypadku z wykorzystaniem sygnałów radiowych.

Posiadanie odpowiednio wyposażonego poligonu, starannie opracowane i wielokrotnie sprawdzone procedury przeprowadzenia badań oraz kwalifikacje i zdobyte doświadczenie pracowników badawczych, dają CNTK praktycznie monopolistyczną pozycję na światowym rynku w zakresie badań zderzeń pojazdów szynowych w skali rzeczywistej. Należy podkreślić, że badania zderzeń w skali rzeczywistej były integralną częścią międzynarodowego programu mającego na celu poprawę biernego bezpieczeństwa pojazdów szynowych. Wyniki prac zrealizowanych w ramach tego programu, w których istotny udział miało CNTK, posłużyły do stworzenia międzynarodowych norm dotyczących konieczności uwzględnienia przy projektowaniu pojazdów szynowych zagadnień odporności na zderzenia, a więc biernego bezpieczeństwa pasażerów i obsługi.

Mówiąc o sukcesach CNTK dotyczących tworzenia i wykorzystywania bazy laboratoryjnej, nie można pominąć utworzenia stanowiska badawczego do badania par ciernych hamulca. To stanowisko umożliwia badanie własności ciernych żeliwnych i kompozytowych wstawek klocków hamulcowych, okładzin ciernych hamulców tarczowych, a także tarcz hamulcowych i kół monoblokowych z punktu widzenia obciążeń termicznych. Poza stanowiskiem CNTK, w Europie jest tylko sześć stanowisk tego rodzaju (dwa z nich mają koleje francuskie i po jednym niemieckie, włoskie, rumuńskie i słowackie), z czego tylko cztery stanowiska: kolei niemieckich, francuskich, słowackich oraz stanowisko CNTK, mają homologację UIC (Międzynarodowy Związek Kolei) dla uniwersalnych stanowisk kategorii D, do symulowanej prędkości maksymalnej 350 km/h. Dzięki homologacji UIC i uzyskanej dobrej pozycji rynkowej, na stanowisku CNTK są wykonywane badania na zamówienie różnych producentów materiałów ciernych i tarcz hamulcowych. Do tej pory poza zleceniami od producentów krajowych realizowano badania dla klientów z Niemiec, Włoch, Wielkiej Brytanii, Słowenii, Francji i Indii. Oprócz standardowych badań par ciernych hamulca, stanowisko po niewielkiej adaptacji, zostało wykorzystane również do testu uszczelnienia turbiny niskiego ciśnienia silnika lotniczego.

W 2009 roku przeprowadzono badania weryfikacyjne stanowisk badawczych, obejmujące między innymi badanie hamowania od prędkości 500 km/h przy użyciu tarczy hamulcowej i okładzin ze spiekanego materiału ciernego. Takie badania z powodzeniem zostały wykonane jedynie na jednym z dwóch stanowisk kolei francuskich i na stanowisku CNTK.

Istotnym komponentem wyposażenia badawczego CNTK w zakresie badań taboru, jest zlokalizowane w Krakowie laboratorium prowadzące badania układów hamulcowych. W ramach grantu Komitetu Badań Naukowych, laboratorium wykonało mobilne stanowisko do badań pneumatyki układu hamulcowego pojedynczych wagonów, umożliwiające symulację różnych sytuacji i pomiar parametrów układu. Drugim, stworzonym w CNTK, ważnym stanowiskiem badawczym w krakowskim laboratorium, jest stanowisko do badań układu hamulcowego całego pociągu (do 60 wagonów) bez konieczności zestawiania pociągu próbnego. Do osiągnięć laboratorium hamulcowego należy również zaliczyć wyposażenie wagonu pomiarowego do badań ruchowych układów hamulcowych w sterowany bezprzewodowo system akwizycji danych oraz zdalnie uruchamiany sprzęg umożliwiający bezpieczne odprężanie badanego wagonu podczas jazdy.

## 5. UWAGI KOŃCOWE

Okres wydawania stu pięćdziesięciu zeszytów „Problemy Kolejnictwa” obejmuje ponad pięćdziesiąt lat, wobec czego nie jest możliwe omówienie w ramach jednego artykułu wszystkich wartościowych prac z zakresu trakcji i taboru kolejowego, które w tym czasie były wykonywane w COBiRTK / CNTK. Na skutek różnych czynników zewnętrznych, wiele z tych prac jak pokazują omówione przykłady, nie doczekało się wykorzystania, niektóre bezpośrednio lub pośrednio przyczyniły się do podniesienia poziomu techniki na PKP, ale wszystkie stanowią istotny dorobek.

Obecna działalność CNTK (od niedawna Instytut Kolejnictwa) w dziedzinie taboru, obejmuje w głównej mierze wykonywanie standardowych badań na komercyjne zlecenia różnych producentów pojazdów szynowych i ich elementów. Nagromadzone przez wiele lat doświadczenia oraz stworzona baza laboratoryjna umożliwiają realizację tych zleceń na najwyższym poziomie profesjonalizmu oraz skuteczne konkurowanie w tym zakresie z podobnymi ośrodkami europejskimi.