

Mgr inż. Marek Kaniewski  
Instytut Kolejnictwa

# SZEŚĆDZIESIĄT LAT BADAŃ SIECI TRAKCYJNEJ I ODBIERAKÓW PRĄDU

## SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Sieć trakcyjna i badania współpracy pantografów z siecią jezdnią
3. Modernizacja sieci trakcyjnej linii CMK
4. Sieci trakcyjne z przewodami o przekroju poprzecznym 150 mm<sup>2</sup>
5. Modernizacja sieci trakcyjnej w tunelach
6. Modernizacja i pomiary odbieraków prądu
7. Podsumowanie

## STRESZCZENIE

*W artykule przedstawiono przebieg istotnych prac wykonanych w Zakładzie Elektroenergetyki Instytutu Kolejnictwa, poczynając od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, aż do chwili obecnej. Opisano badania i analizy budowanych i eksploatowanych sieci trakcyjnych oraz rozwój tych konstrukcji, aby mogły one sprostać wymogom stawianym sieciom do prędkości 160 km/h i 200 km/h.*

*Opisano również laboratoryjne i poligonowe badania odbieraków prądu oraz wyniki współpracy sieci trakcyjnej i odbieraka / odbieraków prądu, znajdujących się na lokomotywie elektrycznej lub elektrycznym zespole trakcyjnym. W Zakładzie Elektroenergetyki przeprowadza się również badania symulacyjne, umożliwiające określenie jakości współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną.*

## 1. WSTĘP

Każda rocznica, a szczególnie „okrągła” – sześćdziesięciolecie, jest znakomitą okazją do przypomnienia nazwisk ludzi, którzy pracowali dla „rozwoju techniki kolejnictwa”. Podczas wielu lat pracy w kolejnych „odsłonach” Instytutu Kolejnictwa (COBiRTK, CNTK) autor artykułu miał przyjemność współpracować z następującymi pracownikami Instytutu: Andrzejem Bankiem, Tadeuszem Jaroszem, Franciszkiem Krawczykiem, Wiesławem

Majewskim, Arturem Rojkiem, Zofią Roman. Podczas prac nad projektami sieci trakcyjnej, Instytut współpracował z wieloma instytucjami, reprezentowanymi przez luminarzy nauki, takimi jak: Zygmunt Figurzyński, Tadeusz Maciołek, Leszek Mierzejewski i Adam Szeląg z Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej, Jerzy Wrotek z CBSiPBK „Kolprojekt”, Tadeusz Knych z Wydziału Metali Nieżelaznych Akademii Górniczo-Hutniczej.

Zakład Elektroenergetyki Instytutu Kolejnictwa zajmuje się analizami, doradztwem, opracowywaniem projektów, reprezentacją instytucji PKP na arenie międzynarodowej, a przede wszystkim badaniami w trzech obszarach kolejnictwa: podstacje trakcyjne, odbieraki prądu i sieć trakcyjna. Dobór tych obszarów nie jest przypadkowy, albowiem stanowią one część układu zasilania pojazdów szynowych, a odbierak prądu i sieć trakcyjna tworzą współpracujący system mechaniczny, który musi być rozpatrywany razem.

## 2. SIEĆ TRAKCYJNA I BADANIA WSPÓŁPRACY PANTOGRAFÓW Z SIECIĄ JEZDĄ

### 2.1. Lata siedemdziesiąte

W połowie lat siedemdziesiątych, gdy oddano do eksploatacji linię kolejową łączącą Warszawę z Katowicami, zwaną wtedy Centralną Magistralą Kolejową, dziś określaną jako E65 CMK, wystąpiła potrzeba eksperymentalnego potwierdzenia przyjętych założeń projektowych i sprawdzenia rzeczywistych parametrów zawieszanej na tej linii, prototypowej sieci trakcyjnej typu 2C120-2C. Całkowity przekrój poprzeczny tej sieci jezdnej wynosi 440 mm<sup>2</sup> Cu. Zastosowano tu, po raz pierwszy w Polsce, tak zwany scalony układ lin nośnych. Były to dwie liny nośne o przekroju 120 mm<sup>2</sup>, splecione razem i wspólnie naciągnięte. Zostały one zawieszane tak, że jedna z nich tworzyła uelastycznienie pod słupem. Po przeprowadzeniu badań [1] okazało się, że prędkość jazdy rzędu 160 km/h na tej linii jest możliwa. W 1994 roku podczas badań na tej linii prototypowego składu elektrycznego zespołu trakcyjnego *Pendolino*, uzyskano podczas jednego przejazdu, rekordową prędkość na PKP, wynoszącą 250,1 km/h.

Rozpoczęcie w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych realizacji modernizacji sieci jezdnych linii objętych umowami AGC i AGTC oznaczało potrzebę podjęcia przygotowań do eksploatacji najważniejszych linii PKP do maksymalnej prędkości jazdy 160 km/h. Uznano, że właściwe dla realizacji tego zadania będzie przeprowadzenie przez Instytut Kolejnictwa (CNTK) badań współpracy pantografów z siecią jezdnią na wybranych szlakach linii zelektryfikowanych. Do przeprowadzenia tych badań wytypowano szlaki i stacje wyposażone w sieci typu: Y<sub>z</sub>C120-2C, Ys95-2C, Yp120-2C oraz 2C120-2C-1, wdrożone do eksploatacji w programie elektryfikacji prowadzonego w latach osiemdziesiątych.

Podstawową różnicą konstrukcyjną pomiędzy sieciami typu: Y<sub>z</sub>C120-2C oraz 2C120-2C-1 a rozwiązaniami stosowanymi przez inne zarządy kolejowe na liniach o prędkości jazdy pociągów na poziomie 140÷160 km/h była niższa siła naciągu przewodów jezdnych,

miedzianych o przekroju  $100 \text{ mm}^2$  (w rozwiązaniach stosowanych na liniach PKP – około 700 daN, w rozwiązaniach zagranicznych – około 1000 daN).

Do wykonania badań posługiwano się pociągiem pomiarowym składającym się z lokomotywy EP09 wyposażonej w pantografy i wagonu pomiarowego. Z reguły badania te prowadzono przy prędkościach jazdy stopniowo zwiększanych do poziomu 176 km/h, co odpowiada 110% zakładanej docelowej prędkości eksploatacyjnej. Zakres badań obejmował [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]:

- określenie współczynnika przerw stykowych K,
- wielkość uniesienia przewodów jezdnych w punktach podwieszenia sieci,
- trajektorię przemieszczeń punktu styku przewodu jezdnego i pantografu,
- trajektorię przemieszczeń ślizgacza,
- analizę obrazu współpracy pantografu z siecią jezdnią zarejestrowanego kamerą telewizyjną lub termowizyjną,
- oszacowanie siły stykowej.

Wyniki badań wykazały nieprzydatność sieci typu  $Y_ZC120-2C$  [10],  $Y_S95-2C$  [13],  $Y_P120-2C$  [11] oraz  $2C120-2C-1$  [9] do prowadzenia ciągłej eksploatacji linii z prędkością 160 km/h. Wyciągnięto stąd wniosek o potrzebie praktycznego skorygowania wartości prędkości eksploatacyjnej, zadeklarowanej na wyrost przez projektantów, z poziomu 160 km/h do 120–140 km/h. Ponadto wyciągnięto z wyników tych badań praktyczny wniosek natury ogólnej, mówiący o decydującym wpływie wielkości sił naciągu przewodów jezdnych na jakość współpracy pantografów z siecią jezdnią. W latach siedemdziesiątych prowadzono też, wydaje się pionierskie, prace zmierzające do określenia trwałości i niezawodności sieci trakcyjnej oraz stworzenia systemu informatycznego do oceny stanu technicznego urządzeń sieci trakcyjnej [18, 25].

## 2.2. Rozwiązania konstrukcyjne sieci jezdnych dla prędkości jazdy pociągów 160 km/h

W latach dziewięćdziesiątych, podstawowym zadaniem stojącym przed PKP było dostosowanie urządzeń sieci trakcyjnej (przez prowadzenie prac modernizacyjnych) do wymagań związanych ze zwiększonymi prędkościami jazdy pociągów oraz do wymagań dotyczących pewności pracy sieci jezdnej na liniach kolejowych. W koncepcji modernizacji infrastruktury linii kolejowych, przyjęto następujące założenia dotyczące sieci trakcyjnej do prędkości eksploatacyjnej 160 km/h:

- siły naciągu przewodów jezdnych miedzianych o przekroju  $100 \text{ mm}^2$  powinny wynosić w każdym z przewodów jezdnych  $950 \div 1000 \text{ daN}$ ,
- siły naciągu dla liny nośnej miedzianej o przekroju  $120 \text{ mm}^2$  –  $1500 \div 1600 \text{ daN}$ .

Warunki te, spośród eksploatowanych do początku lat dziewięćdziesiątych sieci jezdnych linii PKP, spełniała tylko sieć typu  $2C120-2C$ . Dlatego też została zaprojektowana nowa sieć trakcyjna  $Y_WsC120-2C$  (rys. 1) i  $Y_WsC120-2C M$ . Podczas prac modernizacyjnych prowadzonych na ciągach E-20, E-59, E-30 budowany jest właśnie ten typ sieci.

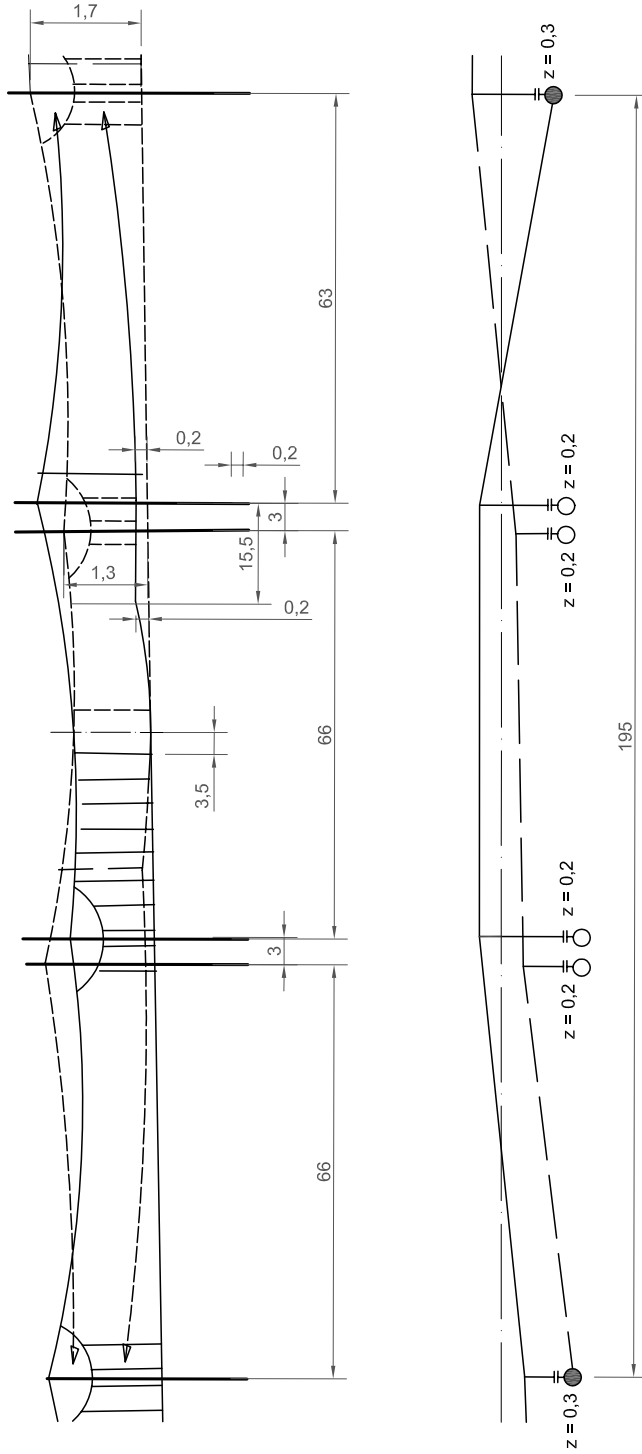
Na podstawie analiz rozwiązań technicznych sieci jezdnych stosowanych w innych zarządach kolejowych, zarówno tych, które eksploatują system zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego jak i tych, które wybrały systemy prądu przemiennego przyjęto, że:



Rys. 1. Sieć trakcyjna typu YwsC120-2C na linii E20, szlak Kutno – Żychlin (fot. K. Zasadziński)

- zasadne jest wprowadzenie do eksploatacji nowych rozwiązań pręseł naprężenia; opracowano sześciostłupowe pręśła, których charakterystyczną cechą jest przyjęcie odległości między konstrukcjami krzyżowymi poszczególnych odcinków naprężenia oraz między konstrukcjami krzyżowymi i kotwowymi o wartości  $60 \div 66$  m; pozwala to na zmniejszenie sił poprzecznych działających na słupy krzyżowe, co ma znaczący wpływ na prawidłową pracę pręseł naprężenia (odległość między słupami, np.  $63+3+63+3+63$  lub  $59+3+59+3+59$ ); wprowadzono też konstrukcje pręseł z tzw. wspólną bieżnią dynamiczną.
- w celu poprawy niezawodności funkcjonowania urządzeń kotwiących przewody trakcyjne oraz w celu poprawy tłumienności drgań pionowych sieci, postanowiono rozdzielić te urządzenia, stosując na wspólnej kotwowej konstrukcji wsporczej oddzielne kotwienia przewodów jezdnych i oddzielne dla liny nośnej;
- uznano celowość skracania długości pręseł przelotowych z wcześniej przyjmowanej długości  $72 \div 70$  m do  $62 \div 66$  m, co zaowocowało zmniejszeniem nierównomierności elastyczności sieci wzdłuż przelotowych pręseł zawieszenia, dodatkowo wpływając też na jakość współpracy pantografów z siecią jezdnią; nowe rozwiązanie jest jednak nieco droższe.

Na rysunku 2 przedstawiono schemat usytuowania konstrukcji wsporczych sześciostłupowego pręseł naprężenia na prostej. Sześciostłupowe pręśło naprężenia zaprojektowano w sieci  $Y_{ws}C120-2C-M$ , natomiast w sieci typu  $Y_{ws}C120-2C$  pozostało pręśło naprężenia czterostłupowe.



Rys. 2. Schemat nowego przęsła naprężenia sieci jezdnej w układzie sześciostupowym

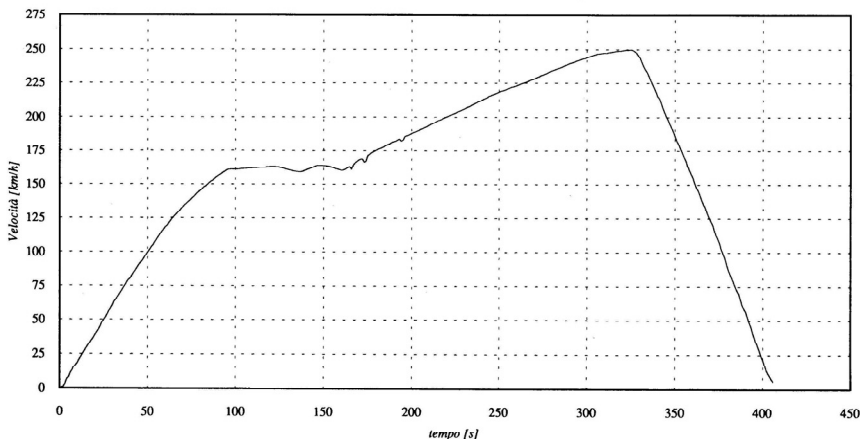
### 3. MODERNIZACJA SIECI TRAKCYJNEJ LINII CMK

11 maja 1994 r. odbyły się próbne przejazdy prototypowego pojazdu kolei włoskich FS serii ETR460 na szlaku Strzałki – posterunek odgałęźny Biała Rawska – Szeligi, na torze nr 2 linii CMK. Dość szerokim echem odbiła się informacja o ustanowieniu „rekordu prędkości krajów Europy Środkowej i Wschodniej” na poziomie 250,1 km/h. Wykres prędkości w funkcji drogi dla tej próby pokazano na rysunku 3. Jak często bywa w podobnych sytuacjach, tak i w tym przypadku natychmiast pojawiły się głosy zapowiadające bardzo bliskie uruchomienie pociągów dużych prędkości w Polsce. Sugerowano, że jest to jedynie kwestia zakupu odpowiedniego taboru, nie zadając sobie trudu poznania rzeczywistego stanu infrastruktury linii CMK, a także innych linii, na których przewidywano eksploatację taboru o przechylnym nadwoziu. O skali trudności niech świadczy fakt, że przed rekordową próbą zdemontowano sieciowe przejścia rozjazdowe na posterunku odgałęźnym Biała Rawska, słusznie uznając, że ich konstrukcja jest niewłaściwa.

*Dir.Prodotto/Innovazione*

**FiatFerroviana**

Etr460.0 Velocità di marcia  
Prova serie 24/11 Linea Katowice - Warszawa tratta da km 55 a 31



File: PKP24\_11.XLC

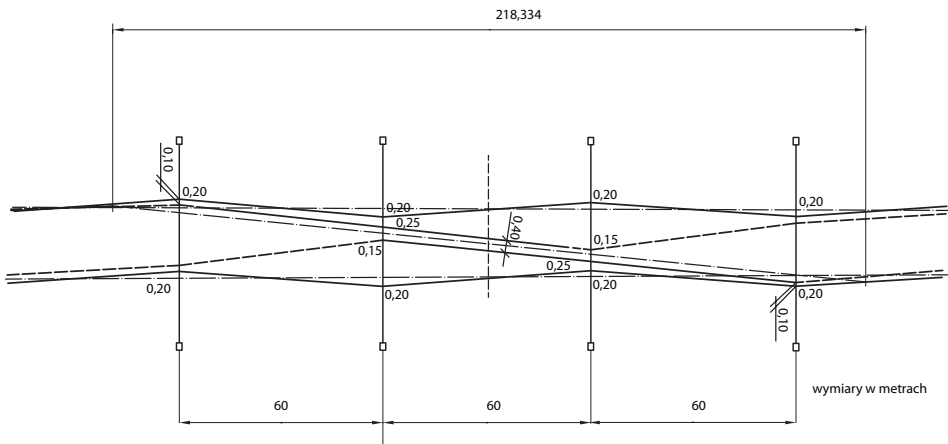
Data: 11/05/94

Rys. 3. Wykres prędkości w funkcji drogi podczas rekordowego przejazdu

Tradycyjna konstrukcja rozjazdów sieciowych, charakteryzująca się krzyżowaniem i mechanicznym sprzężeniem przewodów trakcyjnych ciągów sieci jezdnej torów głównych zasadniczych z ciągami sieciowymi przejść rozjazdowych, stanowi tzw. „sztywny punkt” w sieci jezdnej, którego obecność grozi utratą styku między pantografem a przewodami jezdnyimi podczas przejazdów z dużymi prędkościami.

Uznanie wybudowanej w latach siedemdziesiątych na linii CMK sieci jezdnej typu 2C120-2C, za wymagającą przeprowadzenia prac modernizacyjnych w celu jej dostosowania do eksploatacji z docelową prędkością eksploatacyjną pociągów 200÷250 km/h, wynikało ponadto z porównania podstawowych parametrów technicznych sieci jezdnej linii CMK z parametrami sieci eksploatowanej wówczas przez koleje włoskie na linii Rzym – Florencja zwanej *Direttissima* (odcinek Rzym – Florencja jest obecnie wyposażony w sieć systemu prądu zmiennego 2x25 kV, 50 Hz). Z porównania tego wynika, że:

- sieć typu 2C120-2C charakteryzuje się znacznie większą długością przęsła normalnego;
- sieć typu 2C120-2C charakteryzuje się znacznie wyższym poziomem elastyczności w stosunku do sieci jezdnych kolei włoskich;
- są zasadnicze różnice pomiędzy rozwiązaniami konstrukcyjnymi rozjazdów sieciowych wybudowanych na linii kolei włoskich i zastosowanymi na linii CMK; w rozjazdach linii włoskich podczas przejazdu pociągu w kierunku „na wprost”, pantografy nie wchodzi w kontakt mechaniczny z siecią jezdną torów przejść rozjazdowych, natomiast podczas przejazdu z toru głównego w tor rozjazdowy pantograf wchodzi w kontakt z siecią rozjazdową dzięki odpowiedniemu zbliżeniu przewodów – podobnie jak ma to miejsce w przęsłach naprężenia. Jedno z takich rozwiązań przedstawia rysunek 4.



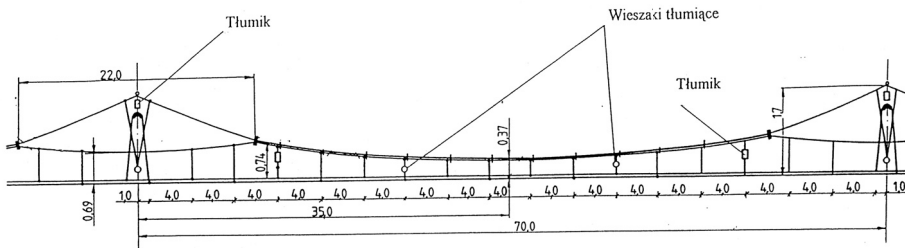
Rys. 4. Schemat rozjazdu sieciowego linii *Direttissima* kolei włoskich

W 1998 roku przyjęto projekty nowych rozwiązań modyfikujących parametry sieci trakcyjnej linii CMK opracowane w Zakładzie Trakcji i Urządzeń Elektrycznych Politechniki Warszawskiej na zlecenie DG PKP. Zmodyfikowaną konstrukcję sieci jezdnej oznaczono symbolem 2C120-2C-3. Przewidziano następujący zakres modyfikacji rozwiązań konstrukcyjnych, przeznaczonych do zastosowania na „odcinku próbnym” zlokalizowanym w rejonie stacji Psary oraz w torze nr 2 szlaku Góra Włodowska – Psary (odcinek ten został też powtórnie przebudowany):

- zwiększenie sił naciągu przewodów jezdnych z 2×953 daN do 2×1059 daN,

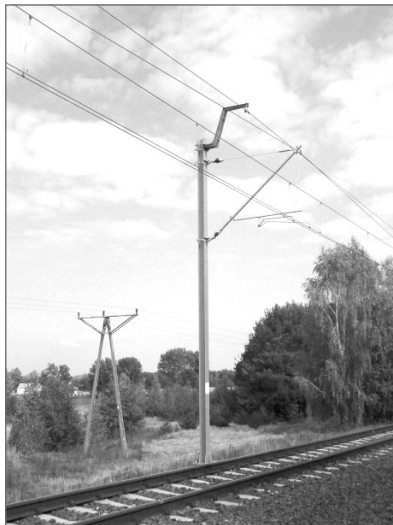
- zastosowanie prototypowych elementów zamontowanych w rejonie punktu wsporczego oraz w środkowej części przęsła zawieszenia (wieszaków przewodząco-tłumiących o specjalnej konstrukcji) w celu uzyskania poprawy tłumienia drgań przewodów trakcyjnych (rys. 5).

Doświadczenia eksploatacyjne wykazały jednak, że zastosowanie elementów tłumiących nie spełnia założonego celu [5, 14].



Rys. 5. Przęsło zawieszenia przelotowego sieci jezdnej typu 2C120-2C-3

Podczas kolejnych prac modernizacyjnych realizowanych od 2003 roku w trakcie reelektryfikacji szlaków: Knapówka – Psary oraz Psary – Góra Włodowska (rys. 6):



Rys. 6. Sieć 2C120-2C-3 na szlaku Psary – Knapówka (fot. M. Kaniewski)

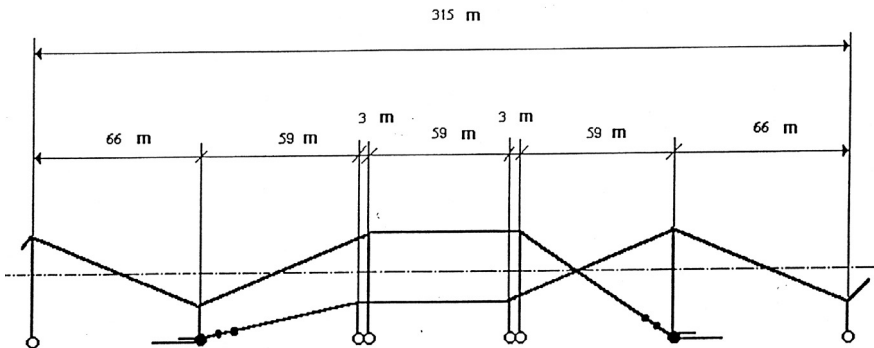
- zmniejszono rozpiętość przęseł do 62–68 m,
- obniżono wysokości zawieszenia przewodów jezdnych z 5600 mm do 5200 mm, co wiąże się z dążeniem do unikania profilowania sieci i obniżenia obciążeń mechanicznych przelotowych konstrukcji wsporczych pochodzących od przewodów jezdnych,



- zmniejszono wielkości odsuwu przewodów jezdnych na prostej z 30 cm do 20 cm – w celu umożliwienia kursowania po linii CMK pojazdów trakcyjnych wyposażonych w pantografy o stosowanych w Europie ślizgaczach o całkowitej długości 1600 mm, a tym samym dotrzymania wymogów interoperacyjności tej linii w rozumieniu Dyrektywy Europejskiej 2008/284/WE, a także z uwagi na dążenie do zmniejszenia podatności sieci na wywiania wiatrowe,
- rozpoczęto przebudowę przęseł naprężenia na sześciostłupowe. Nowe przęsła naprężenia charakteryzują się odległościami między konstrukcjami krzyżowymi oraz między konstrukcjami krzyżowymi i kotwowymi na poziomie około 60 m, a przęsła naprężenia sieci typu 2C120-2C zbudowano w układzie odległości wzajemnych między konstrukcjami wsporczymi 5×21 m (rys. 7). Schemat sześciostłupowego przęsła naprężenia nowej konstrukcji przedstawia rysunek 8,



Rys. 7. Sieć 2C120-2C, sześciostłupowe przęsło naprężenia 5×21 m (fot. M. Kaniewski)

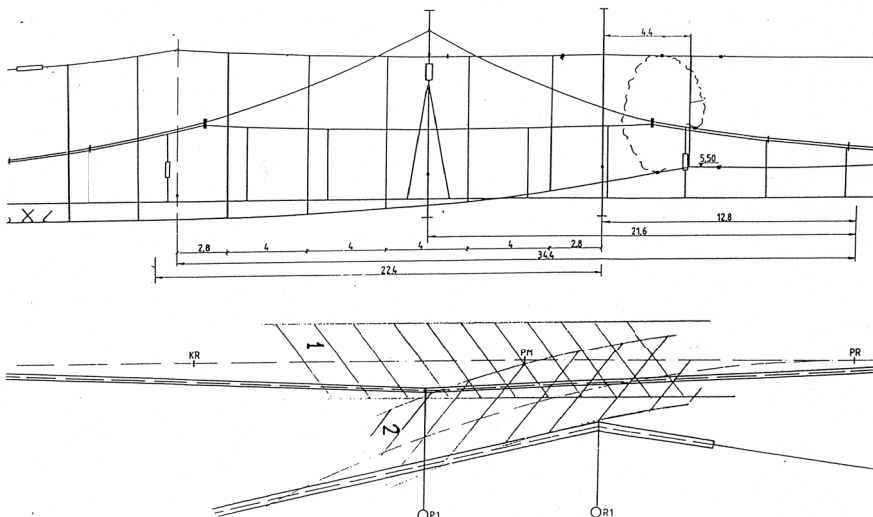


Rys. 8. Schemat nowego przęsła naprężenia sieci jezdnej linii CMK, w układzie sześciostłupowym

- zastosowano oddzielne urządzenia naprężające i kotwiące przewody jezdne i oddzielne urządzenia do lin nośnych,
- zastosowano po dwa odciągi prętowe dla każdego ze słupów kotwienia końcowego,
- zastosowano rozwiązanie, w którym wspólna bieźnia jest tworzona w warunkach dynamicznych przez pantograf, tzn. przy założonym poziomie siły nacisku stykowego pantografu dla maksymalnej prędkości eksploatacyjnej; dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne wskazują jednak na celowość powrotu do koncepcji wspólnej bieźni tworzonej w układzie statycznym, ponieważ w praktyce występują dość znaczne różnice parametrów poszczególnych pantografów, a ponadto utrzymanie „bieźni dynamicznych” jest dość kłopotliwe z punktu widzenia czynności utrzymaniowych (regulacyjnych),
- zastosowano nową konstrukcję sieciowych przejść rozjazdowych (rys. 9), jej badania przedstawiono w [14].

W 2009 roku przeprowadzono badania [17] lokomotywy ES64U4 001 *Husarz*. Wynik badań współpracy odbieraka prądu typu DSA 250 z siecią trakcyjną 2C120-2C-3 był bardzo dobry podczas jazd z prędkością do 160 km/h. Przy jazdach z prędkością 200 km/h wynik współpracy był zadawalający.

Należy jednak stwierdzić, że rozpoczęcie eksploatacji linii CMK z prędkościami wyższymi niż 160 km/h będzie wymagać przeprowadzenia badań eksploatacyjnych. Zasadnicze znaczenie dla dalszych prac modernizacyjnych sieci trakcyjnej linii CMK ma jednoznaczne określenie maksymalnej prędkości jazdy pociągów, do której należy dostosować infrastrukturę tej linii. W przypadku prędkości przekraczającej 200 km/h, będzie zasadne zastosowanie przewodów jezdnych o przekroju 150 mm<sup>2</sup> Cu [3].



Rys. 9. Rozwiązanie podwieszenia ciągów sieciowych w rejonie rozjazdu linii CMK: 1) obszar współpracy ślizgacza z siecią jezdnią podczas jazdy po torze głównym, 2) obszar współpracy ślizgacza z siecią jezdnią podczas jazdy po torze przejścia rozjazdowego

Podsumowując naszkicowany proces opracowywania warunków technicznych modernizacji sieci jezdnej linii CMK, można pokusić się o sformułowanie pewnych wniosków natury ogólnej. Wydają się one szczególnie istotne w przypadku wdrażania jakościowo nowych standardów eksploatacji linii kolejowych, jak dążenie do uruchomienia pociągów o dużych prędkościach jazdy. Projektowane rozwiązania techniczne linii dużych prędkości wymagają rzetelnej weryfikacji w warunkach jak najbardziej zbliżonych do niekorzystnych warunków eksploatacji linii, co oznacza, że nie można lekceważyć potrzeby przeprowadzenia wszechstronnych badań, wprowadzając szczególne, „rodzime” standardy i procedury w tym zakresie. Oczywiście jest, że rezultatem próbnych przejazdów może być potrzeba korygowania przyjętych koncepcji. Stąd za racjonalne należy uznać testowanie projektowanych rozwiązań na możliwie wczesnym etapie ich implementacji.

#### **4. SIECI TRAKCYJNE Z PRZEWODAMI O PRZEKROJU POPRZECZNYM 150 MM<sup>2</sup>**

Wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniu na sieci trakcyjne dla jednostek i pociągów o mocy od 6 do 10 MW, jeżdżących z prędkościami od 200 do 250 km, na przełomie lat 2005 i 2006 zaprojektowano, wybudowano i zbadano dwa nowe typy sieci trakcyjnej: YC120-2CS150 i YC150-2CS150.

Składają się one z dwóch przewodów jezdnych o przekroju 150 mm<sup>2</sup> wykonanych z miedzi stopowej domieszkowanej 0,1% srebra. W pierwszym typie lina nośna ma przekrój 120 mm<sup>2</sup>, a w drugim typie 150 mm<sup>2</sup> (rys. 10). Liny wykonane są z miedzi elektroliz-



Rys. 10. Sieć trakcyjna YC120-2CS150 na odcinku próbnym szlaku Kutno – Żychlin (fot. W. Majewski)

tycznej. Naciągi w przewodach jezdnych i linie nośnej są na takim samym poziomie jak w sieci trakcyjnej 2C120-2C-3. W 2006 r. przeprowadzono badania jakości współpracy pantografu typu 5ZL z tymi sieciami. Maksymalna prędkość jazdy wynosiła 180 km/h. Wynik badań był pozytywny [3]. Ze względu na właściwości miedzi srebrzej, sieć tę można podgrzać przepływającym prądem do wyższych temperatur niż stosowaną obecnie na CMK sieć 2C120-2C-3. Przeprowadzone w 2007 roku badania [4] udowodniły, że te sieci poprawnie współpracują z odbierakami prądu przy prędkości jazdy do 200 km/h.

## 5. MODERNIZACJA SIECI TRAKCYJNEJ W TUNELACH

W latach od 2004 do 2010 przeprowadzono badania współpracy odbieraków prądu sieci trakcyjnej w tunelu średnicowym w Warszawie (tor 3 i 4) oraz w tunelu w pobliżu stacji Tunel pod Krakowem. Badania w tunelu warszawskim zdaniem autora, doprowadzą do jazdy w tym tunelu składów pociągów, w których będą wagony piętrowe, natomiast w tunelu koło stacji Tunel zastosowano górną sztywną sieć trakcyjną w dwóch odmianach, o profilu aluminiowym o wysokości 110 mm i 80 mm (rys. 11). Przeprowadzone badania [6] wykazały poprawną współpracę tych sieci trakcyjnych z odbierakami prądu do prędkości jazdy 100 km/h.



Rys. 11. Górna sztywna sieć trakcyjna koło stacji Tunel (fot. M. Kaniewski)

## 6. MODERNIZACJA I POMIARY ODBIERAKÓW PRĄDU

Poprawienie jakości obsługi podróżnych PKP wymaga większej dbałości o stan techniczny taboru, w tym również odbieraków prądu. Podczas wyrwykowych badań odbieraków stwierdzono przypadki nienajlepszego ich stanu technicznego i regulacji.

W znakomitej większości przypadków, w lokomotywach i jednostkach trakcyjnych PKP są stosowane dwa typy odbieraków prądu: AKP-4E i 5ZL. Odbieraki te były wielokrotnie modernizowane, ostatnio w 2010 roku, wówczas został zmieniony kształt ślizgaczy obu typów odbieraków.

Pierwowzorem odbieraka prądu AKP-4E był AKP1, zbudowany według angielskiej konstrukcji o symbolu MV 1353 (firma *Metropolitan Vickers*). W Polsce AKP-4E jest eksploatowany od początku lat pięćdziesiątych. Przez ten czas uległ modernizacji, ale ramiona i rama podstawy nie uległy zmianie.

Odbierak 5ZL powstał przez modyfikację zawieszenia ślizgacza i napędu pantografu AKP-4E. Prace modernizacyjne były prowadzone w Instytucie Kolejnictwa (COBiRTK) w latach 1977–1978. Pierwszą partię próbną 20 sztuk tych odbieraków wykonała firma Pafawag w 1979 roku. Autorem tego rozwiązania jest mgr inż. Tadeusz Jarosz. Modernizacja miała na celu budowę odbieraka poprawnie współpracującego z siecią trakcyjną do maksymalnej prędkości jazdy 160 km/h. Wynik prac był pozytywny. Odbierak 5ZL przeszedł pomyślnie badania poligonowe i był stosowany w pierwszych lokomotywach typu EP09.

W 2011 roku nastąpiła kolejna modernizacja odbieraków AKP-4E i 5ZL. Zamiast dotychczas stosowanych nakładek miedzianych, rozpoczęto stosowanie nakładek węglowych. Zakład Elektroenergetyki wykonał badania zgodności z wymaganiami normy PN-K-91001. Wyniki tych badań były pozytywne i zostały przedstawione w opracowaniach [7, 8]. Te nowe odmiany odbieraków AP-4E i 5ZL są powszechnie używane w sieci PKP.

Uległ zmianie kształt ślizgacza. Zastosowano ślizgacze tzw. bliźniacze (podwójne). Maksymalna prędkość jazdy lokomotyw, przy jakiej te odbieraki mogą poprawnie współpracować z siecią trakcyjną, to 125 km/h dla AKP-4E i 160 km/h dla 5ZL. Maksymalny prąd ciągły wynosi 1000 A, a więc ciągła moc odbierana z sieci trakcyjnej wynosi powyżej 3 MW. Jest to moc wystarczająca dla lokomotyw typu EP09, EU07 czy ET22.

Dla modernizowanych i nowo budowanych pojazdów szynowych, szczególnie o mocy powyżej 3 MW i prędkościach jazdy 160–250 km/h, na PKP są stosowane odbieraki połówkowe typu DSA150, DSA200 lub DSA250 firmy Stemmann-Technik GmbH. W latach 2000–2010 były one zbadane w Instytucie laboratoryjnie i poligonowo z wynikiem pozytywnym. W tym samym czasie przeprowadzono również badania odbieraków innych firm europejskich, jak Faiveley / Lekov (typ SX007BU) oraz Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (typ WBL85 DC). Badania te miały na celu stwierdzenie ich przydatności do stosowania na PKP. Wynik ich badań był również pozytywny.

Wszystkie te odbieraki powinny być należycie wykorzystywane i utrzymywane. Najlepszym sposobem jest stosowanie właściwego stanowiska do diagnostyki odbieraków prądu. Pierwsze prace nad zbudowaniem takiego stanowiska były prowadzone w 1981 roku, przez Instytut (COBiRTK) [2]. W późniejszym czasie zbudowano cztery stanowiska w lokomotywniach (MD) Warszawa Olszynka Grochowska, Zduńska Wola Karsznice, Kraków Prokocim i Idzikowice. W chwili obecnej okazjonalnie pracują dwa z nich, w Warszawie na Olszynie Grochowskiej i w Krakowie Prokocimiu. Na Olszynie Grochowskiej stanowisko zostało zmodernizowane w 2007 r. [19]. Ma ono nowoczesny układ sterowania ze sterownikiem PLC i falownikiem do zasilania silnika wywołującego ruch ramy wymuszającej siłę statyczną podczas badania charakterystyki nacisku statycznego odbieraka. Sterownik nadzoruje proces diagnostyki oraz rejestruje wyniki, które w postaci raportu można obejrzeć na dowolnym komputerze wyposażonym w bezprzewodową kartę sieciową.

W 2011 roku razem z firmą „Woltan” Instytut Kolejnictwa zbudował nowe stanowisko do badań pantografów, przeznaczone do eksploatacji w procesie produkcji i utrzymania taboru kolejowego i tramwajowego (umowa nr 04301/CZR6-6/2008 o dofinansowanie wykonania projektu celowego Nr 6 ZR6 2008C/07034 6033/12 [23]).

Organizacja pomiarów w nowym stanowisku do badania pantografów będzie w zasadniczy sposób różniła się od dotychczasowej. Lokomotywa będzie podstawiona na stanowisko pomiarowe, zostanie wyłączone napięcie z sieci trakcyjnej, a następnie wszystkie czynności pomiarowo diagnostyczne będą wykonywane w sposób automatyczny. Po zakończeniu procesu diagnostyki pierwszego odbieraka, głowica pomiarowa samoczynnie przejedzie do drugiego i powtórzy proces. Nie będzie wymagany przejazd lokomotywy i nie będzie trzeba wykonywać czynności związanych z włączaniem i wyłączeniem napięcia. Nowy układ pomiarowy będzie miał bezstykowy, automatyczny układ do pomiaru zużycia nakładek węglowych. Układ do zadawania siły wymuszającej ruch ślizgacza odbieraka będzie wykorzystywał siłownik elektryczny, co zmniejszy znacznie gabaryty urządzenia i poprawi jego bezawaryjność.

Nowe stanowisko do badania odbieraków prądu będzie miało innowacyjne rozwiązania techniczne, ponieważ zastosowano:

- 1) układ wymuszający ruch odbieraka zbudowany z wykorzystaniem siłownika elektrycznego napędzanego silnikiem krokowym,
- 2) bezstykowy układ do pomiaru zużycia nakładek ślizgacza,
- 3) organizację pomiarów pozwalającą na przyspieszenie procesu diagnozy odbieraków prądu na lokomotywie o około 50% w stosunku do dotychczas stosowanych stanowisk.

Wygląd stanowiska pokazano na rysunku 12.



Rys. 12. Stanowisko do badania odbieraków podczas próbnego montażu w Instytucie (fot. M. Kaniewski)

## 7. PODSUMOWANIE

W ciągu ponad trzydziestu lat działalności, pracownicy Pracowni Systemów Zasilania a później Zakładu Elektroenergetyki mogli pochwalić się:

- nową konstrukcją odbieraka prądu 5ZL (używanego od trzydziestu dwóch lat do dnia dzisiejszego),
- trzema wariantami stanowiska do badania odbieraków prądu (ostatnia wersja automatyczna skracająca czas pomiaru o 50%),
- uczestnictwem w zespole, który opracował dwa nowe typy sieci trakcyjnej, tj. YC120-2CS150 i YC150-2CS150, wykonane z użyciem miedzi stopowej (srebrowej) o znamionowej obciążalności prądowej powyżej 2,5 kA i podwyższonej wytrzymałości mechanicznej (członkowie zespołu otrzymali nagrodę Prezesa Rady Ministrów),
- opracowaniem nowych metod pomiarowych (użycie techniki termowizyjnej, obliczeń symulacyjnych),
- dokonaniem badań wielu typów urządzeń prototypowych,
- dwoma doktoratami i jedną habilitacją,

- czynnym uczestnictwem w wielu sympozjach, konferencjach krajowych i międzynarodowych,
- reprezentowaniem organów PKP na forach międzynarodowych.

## BIBLIOGRAFIA

1. *Badanie sieci trakcyjnej CMK dla wprowadzenia prędkości jazdy 160 km/h.* COBiRTK Temat nr 3356/17. Warszawa, 1977–1978.
2. Jarosz T.: *Opracowanie koncepcji i danych wyjściowych dla urządzenia diagnostycznego do oceny stanu technicznego odbieraków prądu w warunkach lokomotywowni.* COBiRTK. Temat 142-11-00-02-01. Warszawa, 1981.
3. Kaniewski M.: *Badania eksploatacyjne doświadczalnego odcinka sieci trakcyjnej zbudowanej z doświadczalnej partii elementów przewodzących z miedzi srebrowej.* Praca CNTK nr 6024/12 w ramach projektu celowego 6T08 2004C/06482 *Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania z miedzi stopowej przewodzących elementów górnej sieci trakcyjnej o znamionowej obciążalności prądowej powyżej 2,5 kA i podwyższonej wytrzymałości mechanicznej.* Warszawa, 2006 r.
4. Kaniewski M.: *Badania sieci YC150-2CS150 i YC120-2CS250 przy prędkości jazdy 200 km/h.* Praca CNTK nr: 3426/12 WARSZAWA, czerwiec, 2007 r.
5. Kaniewski M.: *Badania współpracy odbieraka prądu z siecią w rejonie prześła naprężenia nowej konstrukcji.* Praca CNTK nr 3037/28. Warszawa, 2001 r.
6. Kaniewski M.: *Badanie górnej sztywnej sieci trakcyjnej do prędkości jazdy 110 km/h.* IK Warszawa, 2010 r. Temat nr 2626/12.
7. Kaniewski M.: *Badanie pantografów 5ZL-BK405 i AKP-4E-S405BK.* Warszawa, Instytut Kolejnictwa, 2010 r. Temat nr 4424/12.
8. Kaniewski M.: *Badanie pantografów 5ZL-SP i AKP-4E-SP.* Warszawa, Instytut Kolejnictwa, 2010 r. Temat nr 3738/12.
9. Kaniewski M.: *Badanie przydatności sieci trakcyjnej do prędkości 160 km/h na linii Kunowice – Terespol (Odcinek pomiarowy Łuków – Szaniawy).* Praca CNTK nr 1708/24, Warszawa, 1992.
10. Kaniewski M.: *Badanie przydatności sieci trakcyjnej do prędkości 160 km/h na linii Kunowice – Terespol (Odcinek pomiarowy Porążyn – Nowy Tomysł).* Praca CNTK nr 1708/24, Warszawa, 1993.
11. Kaniewski M.: *Badanie przydatności sieci trakcyjnej do prędkości 160 km/h na linii Kunowice – Terespol (Odcinek pomiarowy Siedlce – Dzięwule).* Praca CNTK nr 1708/24, Warszawa, 1992.
12. Kaniewski M.: *Badanie przydatności sieci trakcyjnej do prędkości 160 km/h na linii Kunowice – Terespol (Odcinek pomiarowy Sławie – Konin).* Praca CNTK nr 1708/24, Warszawa, 1992.



13. Kaniewski M.: *Badanie przydatności sieci trakcyjnej do prędkości 160 km/h na linii Kunowice – Terespol (Odcinek pomiarowy Żychlin – Jackowice)*. Praca CNTK nr 1708/24, Warszawa, 1993.
14. Kaniewski M.: *Badanie rozjazdów sieciowych sieci trakcyjnej 2C120–2C-3 na stacji Psary przy prędkości jazdy 200/250 km/h*. Praca CNTK nr 3113/12. Warszawa, 2003.
15. Kaniewski M.: *Badanie sieci trakcyjnej typu 2C120-2C-3 przy prędkości jazdy do 250 km/h*. Praca CNTK nr 3046/12. CNTK, Warszawa, 2002.
16. Kaniewski M.: *Badanie sieci trakcyjnej typu 2C120-2C-4 przy prędkości jazdy do 160 km/h*. Temat 3045/12, Warszawa 2002.
17. Kaniewski M.: *Przeprowadzenie badań technicznych lokomotywy ES64U4 produkcji Siemens (sprawdzenie odbieraka prądu i jego współpracy z siecią trakcyjną)*. Praca nr 12/3647/21/EK. Warszawa, lipiec 2009.
18. Kaniewski M.: *System informatyczny do oceny stanu technicznego urządzeń sieci trakcyjnej. Etap 1. Opracowanie koncepcji systemu i metodyki zbierania danych COBiRTK*. Temat nr 5003/17/22 142.13.00.01.01. Warszawa, 1984.
19. Kaniewski M.: *Wykonanie remontu stanowiska diagnostyki odbieraka prądu lokomotyw elektrycznych*. Temat CNTK: 3375/12. Warszawa, grudzień, 2007 r.
20. Kawecki A., Knych T., Mamala A.: *Badania charakterystyk materiałowych przewodów jezdnych typu AC-100 z miedzi gat. ETP oraz CuAg0,10 w symulowanych warunkach eksploatacyjnych*. Konferencja „MET’2005 – Nowoczesna Trakcja Elektryczna w Zintegrowanej Europie”.
21. Kawecki A., Knych T., Mamala A.: *Badania porównawcze odporności cieplnej przewodów jezdnych Djp100 i DjpS100*. SEMTRAK 2004, XI Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej i III Szkoła Kompatybilności Elektromagnetycznej w Transporcie, Kraków – Zakopane 2004.
22. Kawecki A.: *Przewody jezdne z miedzi srebrowej do wysokoobciążalnych mechanicznie i prądowo sieci trakcyjnych*. Konferencja „Przetwórstwo metali nieżelaznych”, IMN Gliwice, Zakopane 2006.
23. Rojek A., Kaniewski M.: *Stanowisko do badań pantografów przeznaczone do eksploatacji w procesie produkcji i utrzymania taboru kolejowego i tramwajowego* Umowa nr 04301/CZR6-6/2008 o dofinansowanie wykonania projektu celowego nr 6 ZR6 2008C/07034 6033/12, IK, Warszawa, 2011.
24. Rojek A., Majewski W., Kaniewski M., Knych T.: *Obciążalność prądowa górnej sieci trakcyjnej*. SEMTRAK 2006, XII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej i IV Szkoła Kompatybilności Elektromagnetycznej w Transporcie, Zakopane, 2006.
25. Roman Z., Banek A.: *Określenie trwałości i niezawodności sieci trakcyjnej*, COBiRTK. Temat nr 126-01-00-00-06. Warszawa, 1977.
26. Świderek S.: *Sieć trakcyjna. 60 lat elektryfikacji PKP*. PKP CDOKP. Warszawa, 1996.