CZASOPISMO TECHNICZNE E
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

z. 1-E/2007
ISSN 0011-4561
ISSN 1897-6301

MAREK KANIEWSKI, ARTUR ROJEK*, TADEUSZ KNYCH, ANDRZEJ MAMALA**

# BADANIA NOWYCH SIECI TRAKCYJNYCH YC120-2CS150 I YC150-2CS150

# NEW OVERHEADS CONTACT LINE TYPE YC120-2CS150 AND YC150-2CS150 TESTING

Streszczenie

W artykule opisano nowe typy sieci trakcyjnych o symbolach YC120-2CS150 i YC150--2CS150. Podano ich podstawowe parametry i rezultaty badań.
Całkowity przekrój poprzeczny tych sieci wynosi 420 mm$^2$ Cu dla YC120-2CS150 i 450 mm$^2$ Cu dla YC150-2CS150. Sieci te składają się z 2 przewodów jezdnych o przekroju 150 mm$^2$ i lin nośnych o przekroju 120 mm$^2$ (YC120-2CS150) lub 150 mm$^2$ (YC150-2CS150). Przewody jezdne zostały zrobione z miedzi stopowej z domieszką 0,1 srebra (Ag). Podano analizę podstawowych parametrów mechanicznych: współczynnik nierównomierności elastyczności, prędkość rozchodzenia się fali, współczynnik Dopplera, współczynnik odbicia. Badania wykazały, że sieci trakcyjne spełniają wszystkie przyjęte kryteria dla sieci trakcyjnych o prędkości jazdy do 160 km/h.
Nowe konstrukcje sieci trakcyjnych były badane na pilotażowym odcinku sieci trakcyjnej, na szlaku pomiędzy stacjami Stara Wieś i Żychlin.

*Słowa kluczowe: sieć trakcyjna, odbierak prądu, współpraca odbieraka prądu z siecią trakcyjną*

Abstract

The paper presents new overhead contact line system of YC120-2CS150 and YC150-2CS150 type. It describes their basic parameters and results of test overhead contacts line. Total cross-section of all wires of this contact line is 420 mm$^2$ Cu for YC120-2CS150 type and 450 mm$^2$ Cu for YC150--2CS150 type. The overhead line system includes catenary with cross-section of 120 mm$^2$ (YC120--2CS150 type) or with cross-section of 150 mm$^2$ (YC150-2CS150 type) and two contact wires with cross-section of 150 mm$^2$. The contact wires are made of copper and silver alloy.
Analysis of basic mechanical parameters, i.e. regularity coefficient, wave propagation speed, Doppler effect, reflection factor, amplification factor was carried out. It was proved that these values fulfil criterions for speed of 160 km/h and are slightly different from required criterions for speed of 200 km/h.
New construction of overhead contact lines allows to obtain correct parameters of running up to 160 km/h.

*Keywords: overhead contact line, pantograph, interaction between pantograph and overhead contact line*

* Mgr inż. Marek Kaniewski, dr inż. Artur Rojek, Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, Warszawa.
** Dr hab. inż. Tadeusz Knych, prof. AGH, dr inż. Andrzej Mamala, Katedra Przeróbki Plastycznej i Metaloznawstwa Metali Nieżelaznych, Wydział Metali Nieżelaznych, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

BPK BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

## 1. Wstęp

Tworzenie systemu europejskich linii kolejowych wysokich prędkości do 200/250 km/h, również dla systemu 3 kV DC, postęp techniczny w budowie pojazdów trakcyjnych o mocy 6 MW i większej, przewidywane zwiększenie środków finansowych na inwestycje powodują zainteresowanie nowymi technikami kolejnictwa, w naszym przypadku nowymi typami sieci trakcyjnej.

Dla zmienionych warunków eksploatacyjnych problemem do rozwiązania staje się odbiór przez pantograf z sieci trakcyjnej prądów rzędu 2500 A i wyższych, tak by nie pogarszać właściwości mechanicznych i elektrycznych przewodów jezdnych i nakładek ślizgaczy pantografów.

Próbą rozwiązania tego problemu stają się budowa i badania dwu nowych typów sieci trakcyjnej o symbolach YC120-2CS150 i YC150-2CS150. Pod względem elektrycznym i mechanicznym mogą one stać się sieciami konkurencyjnymi dla czterech mutacji sieci typu 2C120-2C, stosowanych między innymi na CMK i części E20.

Niniejszy artykuł powstał na podstawie badań i pomiarów prowadzonych w ramach projektu celowego nr 6 T08 2004C/06482 pt. „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" (umowa KBN nr 3622/C.T08-6/2005).

## 2. Budowa nowych sieci trakcyjnych

Nowe sieci trakcyjne są trójprzewodowe, typu łańcuchowego. Składają się z 2 przewodów jezdnych o przekroju 150 $mm^2$ każdy, wykonanych z miedzi stopowej z domieszką srebra 1000 ppm i liny nośnej o przekroju 120 $mm^2$ (sieć YC120-2CS150, ryc. 1) lub liny nośnej o przekroju 150 $mm^2$ (sieć YC150-2CS150, ryc. 2). Sieci te posiadają zawieszenie elastyczne pod słupem wykonane z linki o przekroju 35 $mm^2$. Liny nośne zrobiono z miedzi elektrolitycznej. Sumaryczny przekrój przewodów wynosi: dla sieci YC120-2CS150 – 420 $mm^2$ Cu, a dla sieci YC150-2CS150 – 450 $mm^2$ Cu. Sieć YC150-2CS150 ma największy przekrój poprzeczny z sieci budowanych w Polsce.

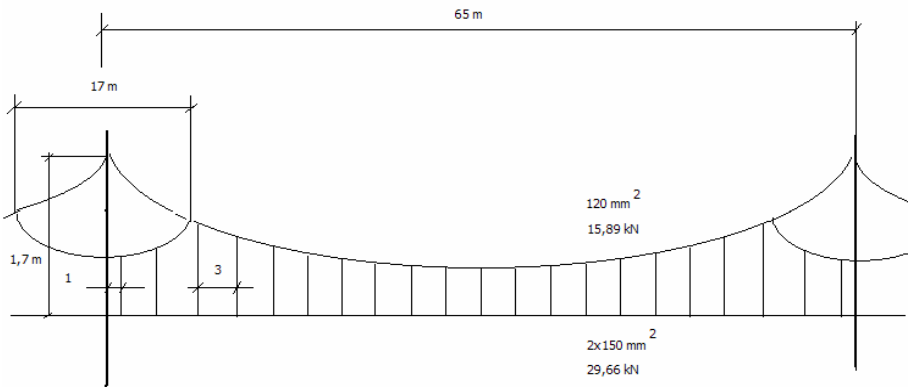
## 3. Podstawowe parametry

Podstawowe obliczeniowe parametry mechaniczne i elektryczne sieci **YC120-2CS150** są następujące:

- naciąg w linie nośnej $Fa$ = 15,89 kN [1],
- naciąg w przewodach jezdnych $Fb$ = 29,660 kN,
- naciąg w linie pomocniczej $Fc$ = 2,50 kN,
- długość uelastycznienia: 2×8,5 m,
- normalna długość przęsła: 65 m,
- wysokość konstrukcyjna: 1700 mm,
- odległość pierwszego wieszaka od słupa: 1 m,

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

– odległość między kolejnymi wieszakami: na tym samym przewodzie jezdnym – 6 m, na sąsiednich przewodach jezdnych – 3 m,
– elastyczność minimalna: $e_{min}$ = 2,84 mm/daN (położona w 15% długości przęsła),
– elastyczność maksymalna: $e_{max}$ = 3,83 mm/daN (w 15% długości przęsła),
– współczynnik nierównomierności elastyczności obliczony z wzoru (1) $u$ = 15%,
– zwis przewodu jezdnego: 0 mm,
– prędkość rozprzestrzeniania się fali mechanicznej $v_c$ = 369 km/h, obliczono ze wzoru (2) podanego w [3],
– okres drgań własnych $T$ = 1,378 s,
– częstotliwość drgań własnych $f$ = 0,726 Hz,
– obliczeniowa prędkość krytyczna $V_{kryt}$ = 179,2 km/h,
– współczynnik Dopplera α obliczony z wzoru (3), dla prędkości jazdy $v_b$ = 160 km/h α wynosi 0,40, a dla $v_b$ = 200 km/h – α = 0,32,
– obciążalność prądowa: $I$ = 2500 A dla pociągów jadących z prędkością $v_b$ = 200 km/h, z następstwem 10 min, przy prędkości wiatru $v$ = 0,6 m/s i przyjętym granicznym przyroście temperatury dla CuETP $\Delta\vartheta_d$ = 80°C, a dla CuAg0,1 $\Delta\vartheta_d$ = 110°C.




Ryc. 1. Sieć trakcyjna typu YC120-2CS150

Fig. 1. Overhead contact line of type YC120-2CS150

Podstawowe parametry obliczeniowe mechaniczne i elektryczne sieci **YC150-2CS150** są następujące:
– naciąg w linie nośnej $Fa$ = 19,07 kN [1],
– naciąg w przewodach jezdnych $Fb$ = 29,660 kN,
– naciąg w linie pomocniczej $Fc$ = 2,50 kN,
– długość uelastycznienia: 2×8,5 m,
– normalna długość przęsła: 65 m,
– wysokość konstrukcyjna: 1700 mm,
– odległość pierwszego wieszaka od słupa: 1 m,
– odległość między kolejnymi wieszakami: na tym samym przewodzie jezdnym – 6 m, na sąsiednich przewodach jezdnych – 3 m,
– elastyczność minimalna: $e_{min}$ = 2,56 mm/daN (położona w 15% długości przęsła),
– elastyczność maksymalna: $e_{max}$ = 3,63 mm/daN,

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

– współczynnik nierównomierności elastyczności obliczony z wzoru (1) $u$ = 17,2%,
– zwis przewodu jezdnego: 0 mm,
– prędkość rozprzestrzeniania się fali mechanicznej $v_c$ = 369 km/h, obliczono ze wzoru (2) podanego w [3],
– okres drgań własnych $T$ = 1,377 s,
– częstotliwość drgań własnych $f$ = 0,726 Hz,
– obliczeniowa prędkość krytyczna $V_{kryt}$ = 179,2 km/h,
– współczynnik Dopplera $\alpha$ obliczony z wzoru (3), dla prędkości jazdy $v_b$ = 160 km/h $\alpha$ wynosi 0,40, a dla $v_b$ = 200 km/h – $\alpha$ = 0,32,
– obciążalność prądowa: $I$ = 2730 A dla pociągów jadących z prędkością $v_b$ = 200 km/h, z następstwem 10 min, przy prędkości wiatru $v$ = 0,6 m/s i przyjętym granicznym przyroście temperatury dla CuETP $\Delta\vartheta_d$ = 80°C, a dla CuAg0,1 $\Delta\vartheta_d$ = 110°C.

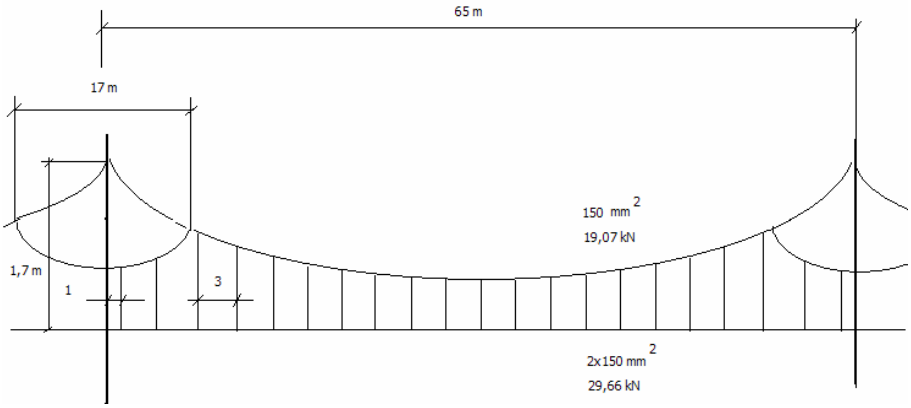
$$u = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{e_{\max} + e_{\min}} \cdot 100[\%] \tag{1}$$

$$v_c = 3{,}6\sqrt{\frac{Fb}{m_p}} \ [\text{km/h}] \tag{2}$$

gdzie:

$m_p$ – masa jednostkowa przewodu jezdnego [kg/m].

$$\alpha = \frac{v_c - v_b}{v_c + v_b} \tag{3}$$




Ryc. 2. Sieć trakcyjna typu YC150-2CS150

Fig. 2. Overhead contact line of type YC150-2CS150

W tych sieciach przęsło naprężenia składa się z 6 słupów. Kotwienie lin nośnych i przewodów jezdnych jest rozdzielone i mocowane na wspólnym słupie.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

## 4. Badania sieci trakcyjnej

Przeprowadzono badania statyczne nowych typów sieci i pantografu oraz badania dynamicznej współpracy tych elementów. Pantograf 5ZL pracował na lokomotywie EP09.

Opisane badania zostały przeprowadzone na pilotażowym odcinku sieci trakcyjnej, na szlaku pomiędzy stacjami Stara Wieś i Żychlin obejmującym również przystanek Złotniki Kutnowskie.

### 4.1. Zakres badań

Podczas badań statycznych mierzono lub sprawdzano:
- siłę naciągu w przewodach jezdnych i linie nośnej,
- wysokość zawieszenia przewodów jezdnych w stanie statycznym,
- odsuw przewodów jezdnych,
- długość przęseł na odcinku pomiarowym,
- elastyczność statyczną sieci,
- charakterystykę pantografu.

Podczas pomiarów dynamicznych mierzono, obliczano lub rejestrowano:
- prędkość jazdy pociągu pomiarowego,
- napięcia na pantografie i prądy pobierane przez lokomotywę,
- liczbę i czas trwania przerw stykowych ślizgacza z przewodami jezdnymi,
- pionowe ugięcia ślizgacza i ramy pantografu,
- siłę stykową między pantografem a siecią jezdną,
- obraz współpracy sieci jezdnej z pantografem z użyciem kamery TV,
- uniesienie przewodów jednych sieci trakcyjnej.

### 4.2. Wyniki badań statycznych

Przewody sieci jezdnej były naciągnięte dwustronnie. Naciągi w linie nośnej i przewodach jezdnych były wywołane za pomocą oddzielnych urządzeń ciężarowych.

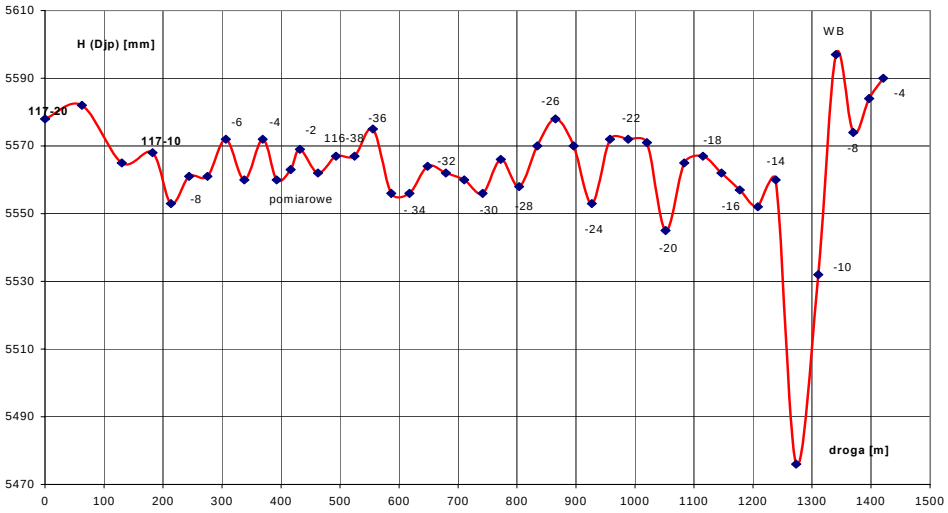
Obliczono, że naciągi wynoszą:
- dla dwóch przewodów jezdnych $28 \times 4 \times 27 \times 9{,}81 = 29{,}665$ kN,
- dla liny L120 $15 \times 4 \times 27 \times 9{,}81 = 15{,}892$ kN,
- dla liny L150 $18 \times 4 \times 27 \times 9{,}81 = 19{,}070$ kN.

#### 4.2.1. Pomiar wysokości zawieszenia przewodów jezdnych w warunkach statycznych

Wartość średnia wysokości zawieszenia przewodu jezdnego dla sieci YC120-2CS150 wynosi 5563±17 mm (odchylenie standardowe: 17 mm), a dla sieci YC150-2CS150 wynosi 5583±6 mm (odchylenie standardowe: 6 mm). Wykres wysokości w funkcji drogi pokazano na ryc. 3 i 4.

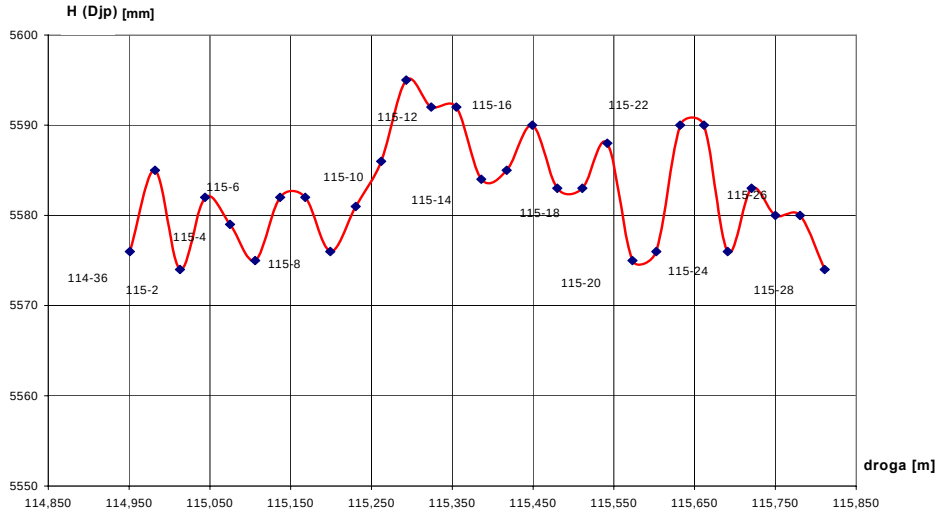
Różnica wysokości zawieszenia przewodów jezdnych między sąsiednimi konstrukcjami wsporczymi wynosi:
- dla sieci YC120-2CS150 – maksymalnie: +42 mm, minimalnie: –28 mm, wartość średnia: 1±17mm,
- dla sieci YC150-2CS150 – maksymalnie: +15 mm, minimalnie: –28 mm, wartość średnia: 0±8 mm.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ




Ryc. 3. Wykres wysokości w funkcji drogi odcinka pomiarowego dla YC120-2CS150

Fig. 3. Height of contact wirerout driving route function of YC120-2CS150




Ryc. 4. Wykres wysokości w funkcji drogi odcinka pomiarowego dla YC150-2CS150

Fig. 4. Height of contact wire rout driving route function of YC150-2CS150

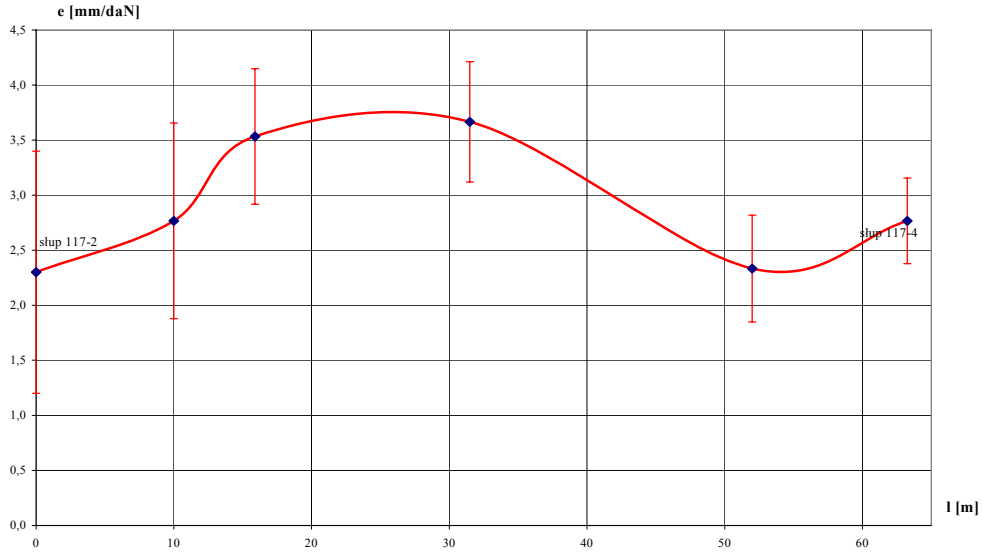
4.2.2. Pomiar odsuwu przewodów jezdnych

Średnia bezwzględnej wartości odsuwu skrajnego przewodu jezdnego wyniosła 31±3 mm. Maksymalna wartość odsuwu wyniosła 350 mm. Odsuw przewodów jezdnych spełnia wymagane kryterium.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

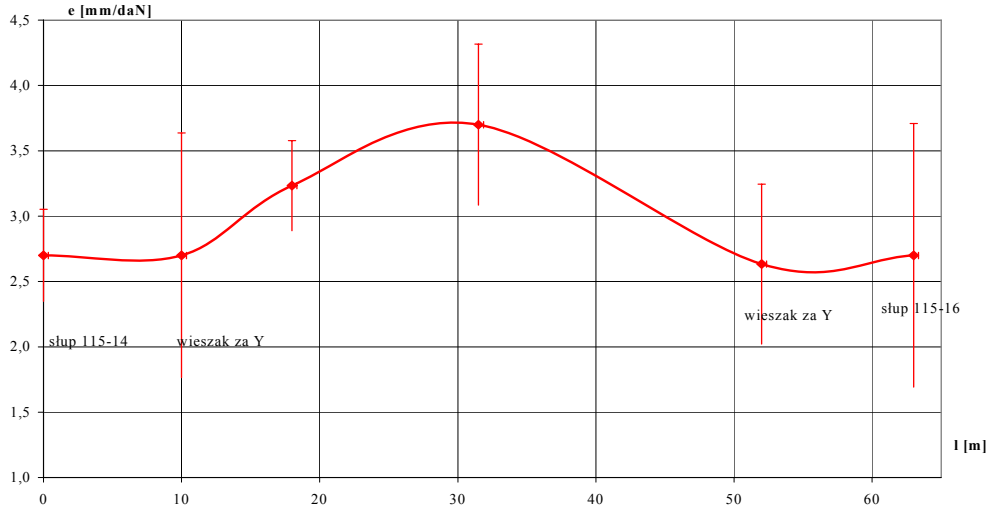
4.2.3. Pomiar długości przęseł

Średnia zmierzona długość przęseł wyniosła 62,2±0,9 m.




Ryc. 5. Elastyczność sieci trakcyjnej YC120-2CS150

Fig. 5. Static flexibility of OCL of YC120-2CS150




Ryc. 6. Elastyczność sieci trakcyjnej YC150-2CS150

Fig. 6. Static flexibility of OCL of YC150-2CS150

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

4.2.4. Pomiar elastyczności sieci trakcyjnej

Podczas pomiaru elastyczności mierzono przemieszczenia przewodów jezdnych pod wpływem sił 0, 50, 100 i 150 N. Na podstawie pomiarów obliczono statyczną elastyczność sieci trakcyjnej w przęsłach. Zmienność elastyczności w funkcji drogi pokazano na ryc. 5 i 6.

Maksymalna wartość elastyczności w przęśle wystąpiła w jego połowie, a minimalna wartość w obszarze konstrukcji wsporczych. Wartości maksymalnej i minimalnej elastyczności oraz obliczony z wzoru (1) współczynnik nierównomierności elastyczności podano w tablicy 1.

Tablica 1

| Elastyczność i współczynnik nierównomierności elastyczności | **YC150-2CS150** | | **YC120-2CS150** | |
|---|---|---|---|---|
| | wartość zmierzona (przęsło 63 m) | wartość teoretyczna (przęsło 65 m) | wartość zmierzona (przęsło 63 m) | wartość teoretyczna (przęsło 65 m) |
| $e_{max}$ [mm/daN] | 3,7±0,6 | 3,63 | 3,7±0,5 | 3,3 |
| $e_{min}$ [mm/daN] | 2,6±0,6 | 2,56 | 2,3±0,5 | 2,84 |
| $u$ [%] | 17,5 | 17,2 | 23,0 | 15,0 |

4.2.5. Obliczenie maksymalnej prędkości jazdy

Prędkość ($v_c$) rozchodzenia się fali mechanicznej, poprzecznej w przewodzie jezdnym, wywołanej przez odbierak prądu, obliczona według (2) wynosi 369 km/h.

Kryterium maksymalnej prędkości dla obu typów sieci $v_{max} = 0,7\ v_c$ będzie zachowane, gdy prędkość jazdy nie przekroczy 258 km/h.

## 4.3. Wyniki badań dynamicznych

Badania dynamiczne polegały na tym, że odcinek sieci trakcyjnej analizowany był wielokrotnie podczas przejazdów ze wzrastającą prędkością jazdy. Sieć trakcyjną YC120-2CS150 badano w zakresie prędkości 123–178 km/h, a sieć YC150-2CS150 w zakresie prędkości 120–160 km/h.

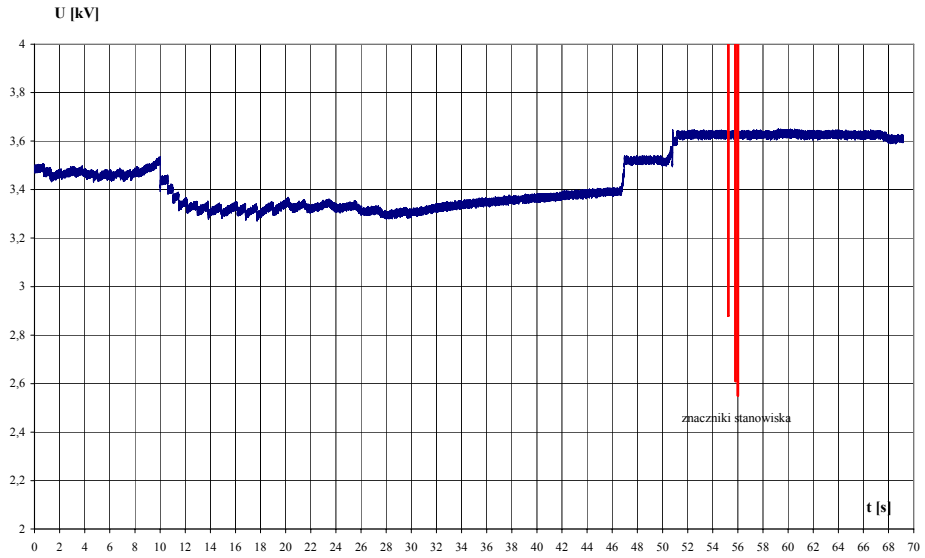
4.3.1. Sprawdzenie charakterystyki nacisku statycznego pantografu

Średnia wartość nacisku statycznego w zakresie roboczym pantografu wynosiła 96 N, a podwójna siła tarcia 39 N.

4.3.2. Pomiar ilości i czasu przerw stykowych

Stwierdzono, że w zakresie badanych prędkości jazdy nie występowały przerwy styku między odbierakiem prądu a siecią trakcyjną. Wobec powyższego spełnione zostało wymagane kryterium bezprzerwowego odbioru prądu. Postać graficzną zależności napięcia w funkcji czasu przejazdu dla próby o maksymalnej prędkości jazdy przedstawiono na ryc. 7.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ




Ryc. 7. Napięcie na pantografie podczas próby, w której $v$ = 178 km/h, sieć YC120-2CS150

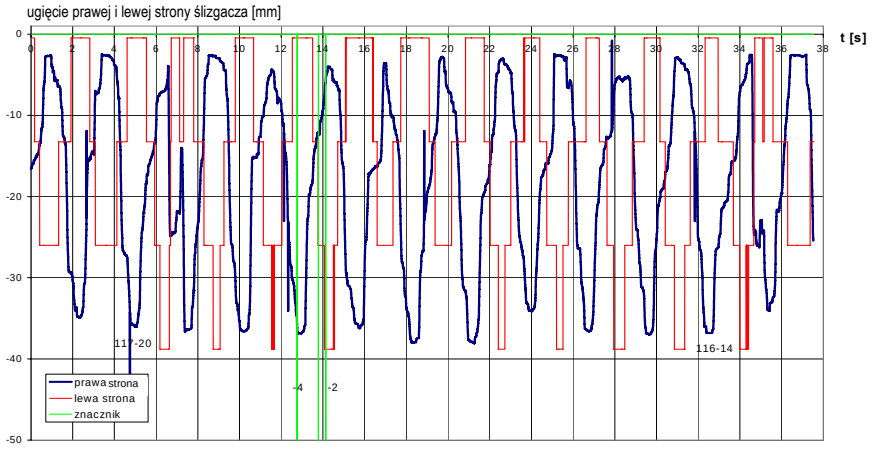
Fig. 7. Tension of pantograph during test with speed $v$ = 178 km/h, overhead contact line YC120-2CS150

4.3.3. Pomiary ugięcia ślizgacza i dynamicznej wysokości zawieszenia przewodów jezdnych

Średnie ugięcie ślizgacza dla sieci YC120-2CS150 wyniosło 70% – strona prawa – i 74% – strona lewa – całkowitego ugięcia konstrukcyjnego ślizgacza.

Średnie ugięcie ślizgacza dla sieci YC150-2CS150 wyniosło 77% – strona prawa – i 78% – strona lewa – całkowitego ugięcia konstrukcyjnego ślizgacza.

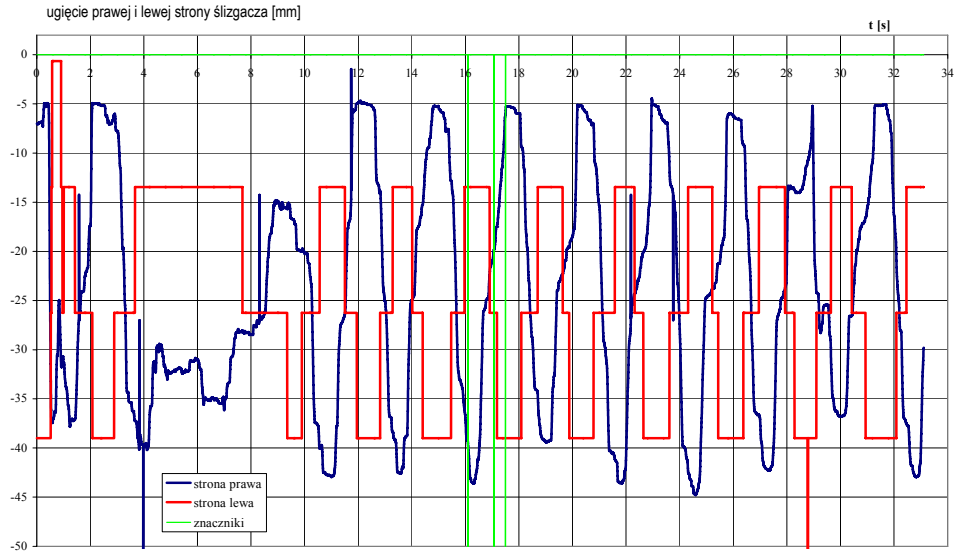
Postać graficzną tych zależności w funkcji czasu przejazdu przedstawiono na ryc. 8 i 9.




Ryc. 8. Ugięcie prawej i lewej strony ślizgacza podczas próby o $v$ = 178 km/h, sieć YC120-2CS150

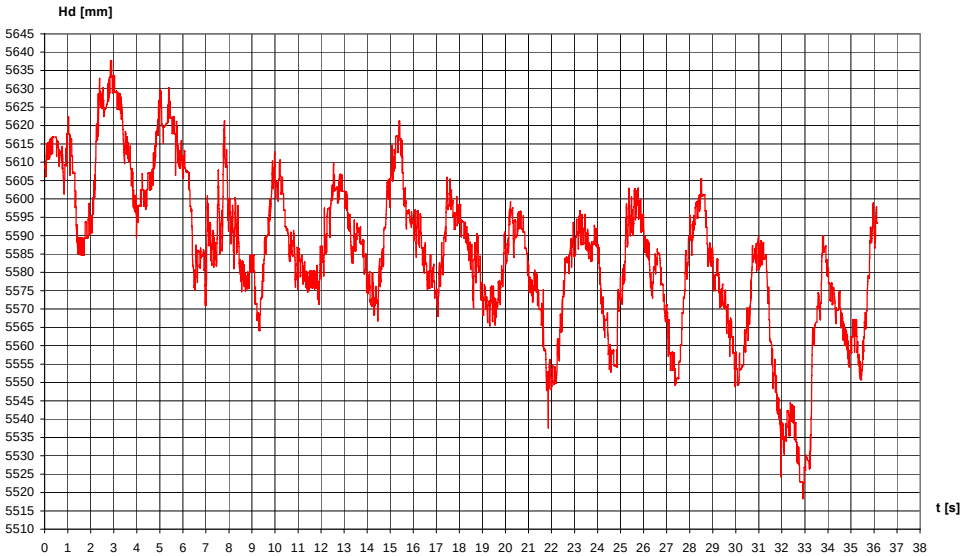
Fig. 8. Displacement left and right side of collector head of pantograph during test with speed $v$ = 178 km/h, overhead contact line YC120-2CS150

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ




Ryc. 9. Ugięcie prawej i lewej strony ślizgacza podczas próby o $v$ = 160 km/h, sieć YC150-2CS150

Fig. 9. Displacement left and right side of collector head of pantograph during test with speed $v$ = 160 km/h, overhead contact line YC150-2CS150

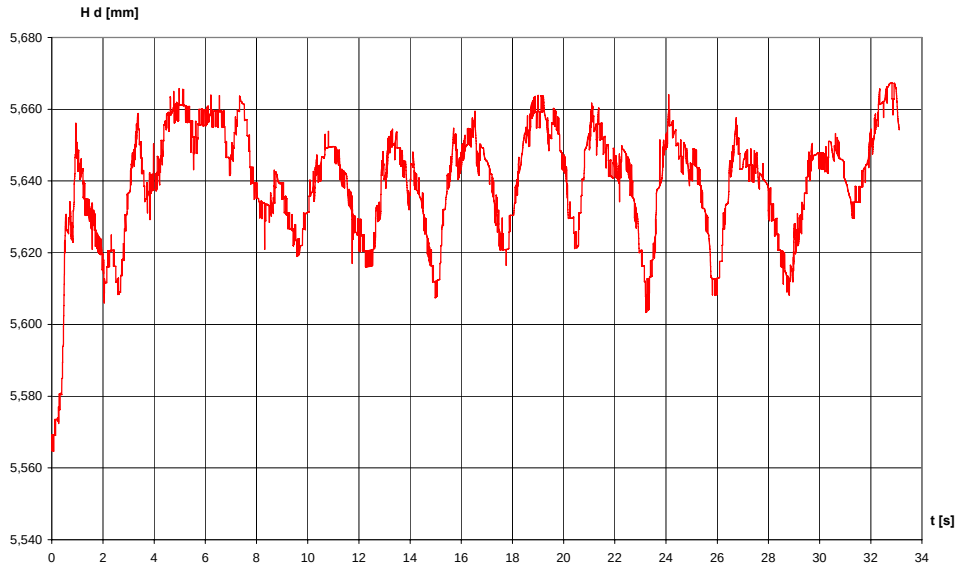



Ryc. 10. Dynamiczna wysokość przewodów jezdnych sieci YC120-2CS150

Fig. 10. Displacement of a contact point of a pantograph and contact line overhead contact line YC120-2CS150

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Dla sieci YC120-2CS150 maksymalna zmiana dynamicznej wysokości w przęśle wyniosła 82 mm (wystąpiło w przęśle naprężenia), a wartość średnia z wszystkich prób wynosi 26±13 mm. Dla sieci YC150-2CS150 maksymalna zmiana dynamicznej wysokości w przęśle wyniosła 62 mm (wystąpiło w przęśle naprężenia), a wartość średnia z wszystkich prób wynosi 24±9 mm. Kształt zmiany dynamicznej wysokości jest zbliżony do sinusoidy, co świadczy o poprawnej współpracy odbieraka prądu z siecią jezdną. Postać graficzną dynamicznej wysokości pokazano na ryc. 10 i 11.




Ryc. 11. Dynamiczna wysokość przewodów jezdnych sieci YC150-2CS150

Fig. 11. Displacement of a contact point of a pantograph and contact line overhead contact line YC150-2CS150

4.3.4. Uniesienia przewodów jezdnych pod wpływem przejeżdżającego pantografu

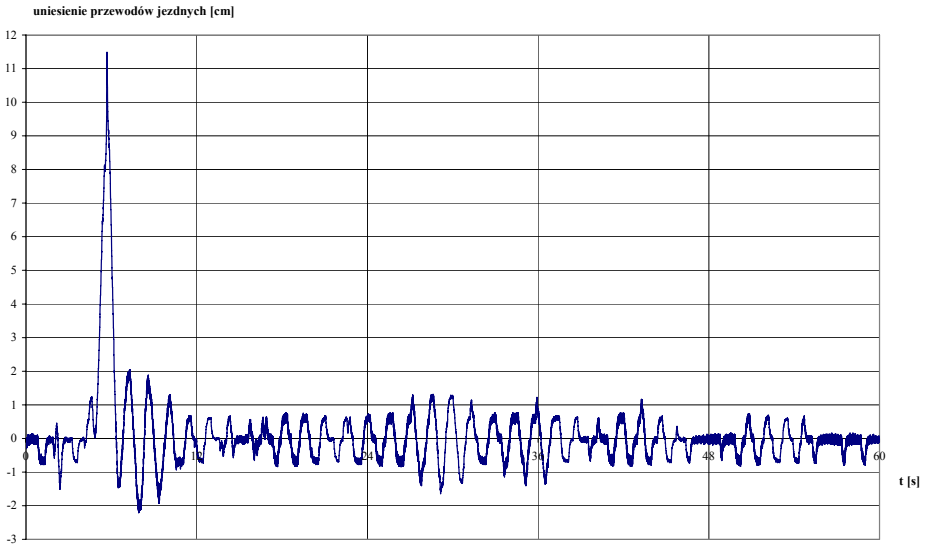
Dla sieci YC120-2CS150 uniesienie przewodów jezdnych pod słupem przy prędkości 178 km/h wynosi 95 mm. Dla sieci YC150-2CS150 uniesienie przewodów jezdnych pod słupem przy prędkości 160 km/h, wynosi 85 mm. Postać graficzną uniesienia przewodów jezdnych pokazano na ryc. 12 i 13.

4.3.5. Analiza obrazu współpracy pantografu z siecią jezdną z użyciem kamery TV

Do przeglądu obrazów współpracy pantografu z sieciami jezdnymi użyto funkcji „zmniejszenia szybkości 50%" i „klatki stojącej". Rejestracji i przeglądu obrazu dokonano na całym odcinku pomiarowym, to jest na dwóch odcinkach naprężenia sieci YC120-2CS150 i YC150-2CS150.

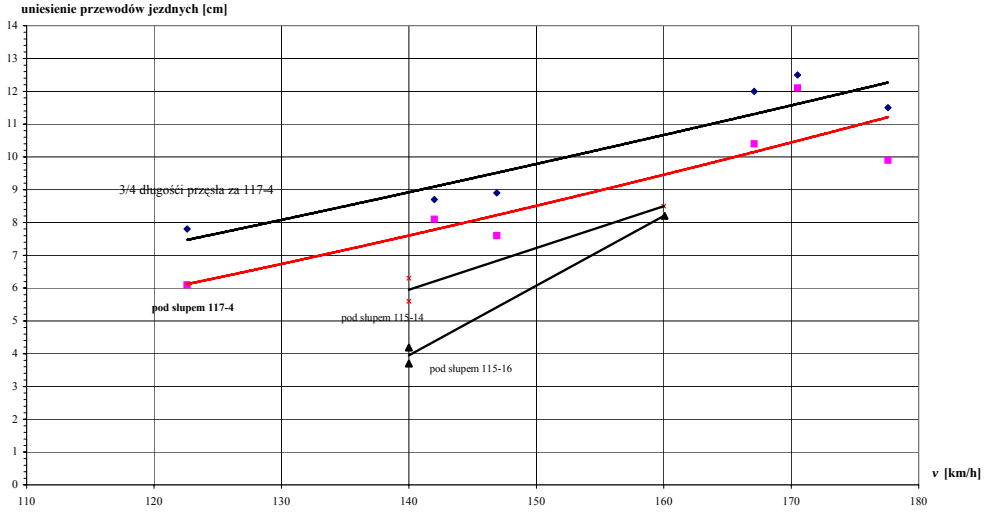
Nie stwierdzono iskrzeń pomiędzy ślizgaczem a przewodami jezdnymi. Współpraca pantografu z siecią trakcyjną była prawidłowa, bez iskrzeń, odezwań i gwałtownych kołysań.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ




Ryc. 12. Uniesienie przewodów jezdnych w 3/4 długości przęsła, $v$ = 178 km/h

Fig. 12. Uplift of the contact wires in 3/4 length of the span, $v$ = 178 km/h




Ryc. 13. Uniesienie przewodów jezdnych w funkcji prędkości dla obu typów sieci trakcyjnej

Fig. 13. Uplift of the contact wires, driving speed function of YC120-2CS150 and YC150-2CS150

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

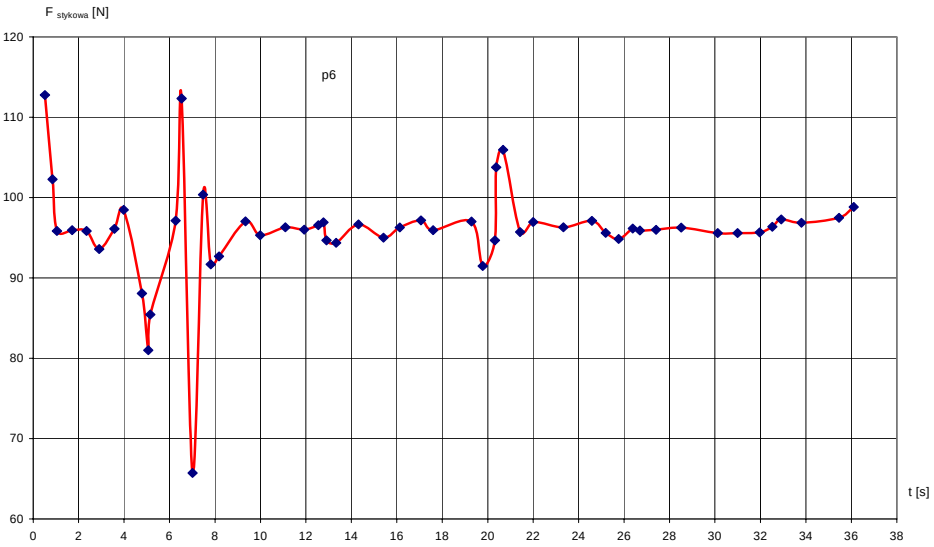
4.3.6. Obliczenie wartości siły stykowej między pantografem a siecią jezdną

Obliczając wartości siły stykowej między pantografem a siecią jezdną, posłużono się następującym algorytmem:

– obliczono prędkość ślizgacza $v_{śl}$, która jest pierwszą pochodną przemieszczenia ślizgacza $h_{śl}$ względem czasu $t$,
– obliczono przyspieszenie, które jest drugą pochodną przemieszczenia ślizgacza $h_{śl}$ względem czasu $t$.

Chwilowe wartości siły stykowej pantografu obliczono, mnożąc chwilowe wartości przyspieszeń przez masę zastępczą ruchomej części pantografu (32 kg dla pantografu 5ZL) i dodając wektorowo do wartości siłę statyczną pantografu.

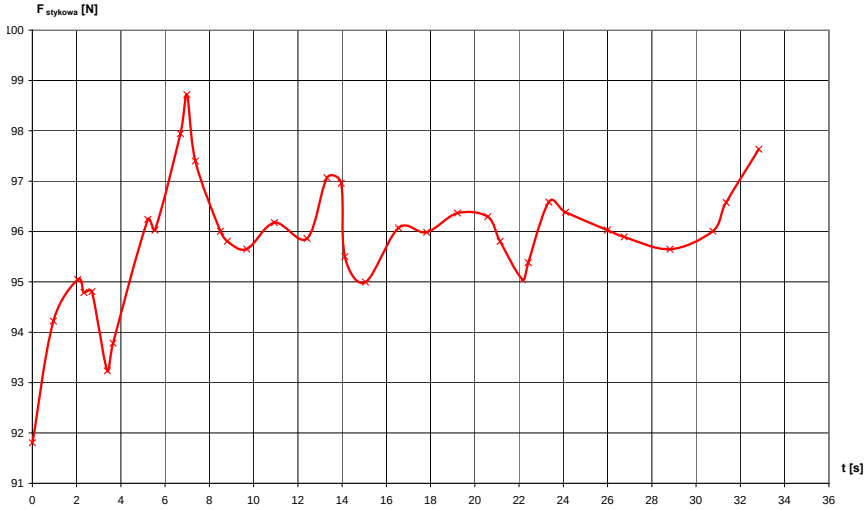
Prędkość chwilową i przyspieszenie chwilowe jako pochodną obliczono metodą wielomianu interpretacyjnego. Wykresy chwilowych wartości siły stykowej pantografu we współpracy z siecią jezdną podczas próby z maksymalną prędkością dla sieci YC120-2CS150 i sieci YC150-2CS150 pokazano na ryc. 14 i 15. Wartość średnia siły stykowej w próbie (sieć YC120-2CS150) wyniosła 96 N, a odchylenie standardowe 7 N. Wartość Fm – 3σ = 75 N. Wartość średnia siły stykowej w próbie (sieć YC150-2CS150) wyniosła 96 N, a odchylenie standardowe 2 N. Wartość Fm – 3σ = 90.




Ryc. 14. Siła stykowa powstała pomiędzy ślizgaczem pantografu i YC120-2CS150

Fig. 14. Contact force bitten pantograph and overhead contact line YC120-2CS150

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ




Ryc. 15. Siła stykowa powstała pomiędzy ślizgaczem pantografu i YC150-2CS150

Fig. 15. Contact force bitten pantograph and overhead contact line YC150-2CS150

## 5. Wnioski

Z przeprowadzonych badań statycznych nowych typów sieci trakcyjnej wynika, że prawidłowe są: naciągi przewodów jezdnych i lin nośnych, wysokość zawieszenia przewodów jezdnych, tolerancja wysokości zawieszenia przewodów jezdnych, różnice wysokości zawieszenia na sąsiednich konstrukcjach wsporczych, odsuwy przewodów jezdnych, długości przęseł, współczynnik nierównomierności elastyczności dla sieci YC150-2CS150. Współczynnik nierównomierności elastyczności dla sieci YC120-2CS150 jest większy o 50% od wartości obliczeniowej, lecz spełnia wymagania standardu PKP do 160 km/h i karty [2].

Z przeprowadzonych badań dynamicznej współpracy sieci trakcyjnych YC120-2CS150 i YC150-2CS150 z pantografem 5ZL, przy prędkości jazdy od 120 do 160 km/h, stwierdzono, że sieci trakcyjne spełniają wszystkie wymagane kryteria i mogą być stosowane na PKP do prędkości jazdy 160 km/h. Szacuje się, że te typy sieci będzie można obciążać prądem ponad 2500 A.

## Literatura

[1] Kaniewski M., *Badania eksploatacyjne doświadczalnego odcinka sieci trakcyjnej zbudowanej z doświadczalnej partii elementów przewodzących z miedzi srebrowej*, CNTK, Warszawa 2006.

[2] UIC Code 799-1 OR *Characteristics of direct-current overhead contact systems for lines worked at speeds of over 160 km/h and up to 250 km/h*, Paryż 2000.

[3] *Wechselwirkung Stromabnehner/Fahrleitung*, European Rail Research Institute ERRI A 186/RP 1, Utrecht, 04.1996.

BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ