

dr hab. inż. Wiesław Szafrński
dr inż. Stanisław Sulej
mgr inż. Janusz Telega
mgr inż. Piotr Kulec
Wojskowa Akademia Techniczna

UGIĘCIA TOKÓW JEZDNYCH W ROZJEŹDZIE DŁUGIM

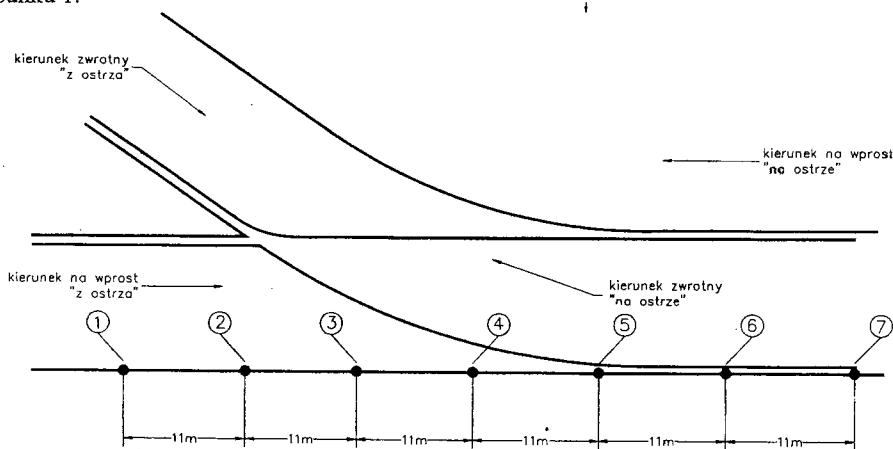
W referacie przedstawiono metodę obserwacji, zapisu oraz pomiaru toków jezdnych w rozjeździe. Metoda wykorzystuje układ rejestracji obrazu złożony z cyfrowej kamery, cyfrowego magnetowidu oraz komputera wyposażonego w kartę video umożliwiającą zapis obrazu pochodzącego z kamery i magnetowidu. Pomiar wartości ugięć odbywa się przy użyciu oprogramowania graficznego.

TRACK SECTION DEFLECTION IN LONG-TURNOUT

A visual observation, recording and measuring method of track section deflection in turnout is presented in this paper. The method used system of picture recording, which are digital camera, digital video-recorder and computer with video card. The video card allowed to recorded the pictures from the camera and video-recorder to hard disk. Measurement of displacements value is performed by means of graphical software

1. MIEJSCE I WARUNKI WYKONYWANIA POMIARÓW

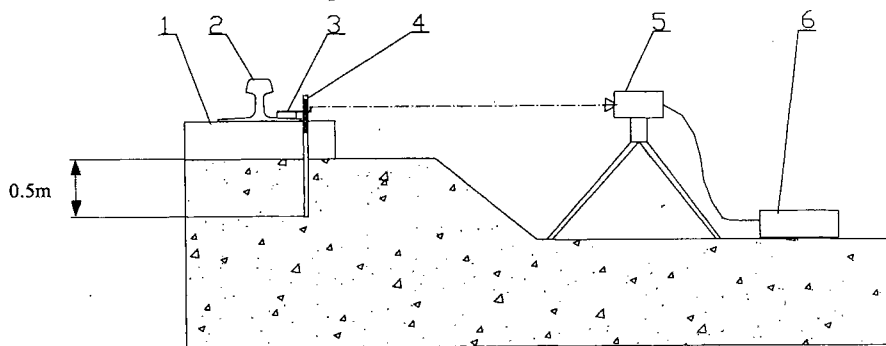
Pomiary wykonywane były na stacji kolejowej PSARY na trasie Centralnej Magistrali Kolejowej. Obserwowane i rejestrowane były ugięcia toku jezdni rozjazdu nowej generacji typu RZUIC-60-1200-1:18,5 podczas normalnego ruchu pociągów. Punkty pomiarowe rozłożone były wzdłuż szyny zewnętrznej. Rozkład punktów pomiarowych pokazany jest na rysunku 1.



Rys.1. Rozkład punktów pomiarowych wzdłuż rozjazdu.

2. METODYKA WYKONYWANIA ZAPISU

Zapis wykonywany był za pomocą cyfrowego magnetowidu (6) otrzymującego sygnał wizyjny z cyfrowej kamery (5) umieszczonej na wprost punktu pomiarowego. Na stopce szyny przyklejony był wskaźnik (3), który poruszał się wraz z szyną na tle podziałki umieszczonej na stalowym pręcie (4) wbitym w podłoże tuż obok stopki. Sposób rozmieszczenia elementów układu pomiarowego pokazany jest na rysunku 2.



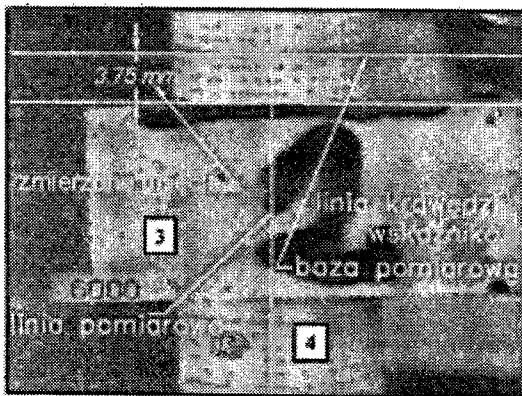
Rys.2. Rozmieszczenie elementów układu pomiarowego: 1- podkład, 2- szyna, 3- wskaźnik, 4- stalowy pręt z podziałką, 5- kamera, 6- magnetowid.

Rejestracja obrazu wykonywana była z szybkością 25 klatek na sekundę i rozpoczynała się od momentu, w którym szyna była w spoczynku aż do momentu, gdy ustały drgania wywołane przez przejeżdżający skład pociągu. Dla uniknięcia rozmywania obrazu migawka kamery ustawiona została na 1/6000 s

3. METODYKA ODCZYTU UGIĘCIA SZYNY

Odczyt zapisu ugięcia szyny oraz pomiar wartości odbywał się po rozbiciu zapisu z taśmy na pojedyncze klatki. W tym celu zapis z magnetowidu wczytywany był do komputera poprzez kartę video i zapisywany na twardy dysk w postaci pojedynczych obrazów rastrowych (fot.1). Następnie każdy z tych obrazów był wczytywany do programu graficznego umożliwiającego jego powiększenie oraz pomiar przesunięcia wskaźnika (3) względem podziałki naniesionej na pręt (4) (rys.2, fot.1). Po wczytaniu obrazu naniesiono bazę pomiarową na tle widocznej podziałki oraz prostą wskazującą położenie krawędzi wskaźnika i mierzono odległość między bazą i krawędzią wskaźnika (fot.1).

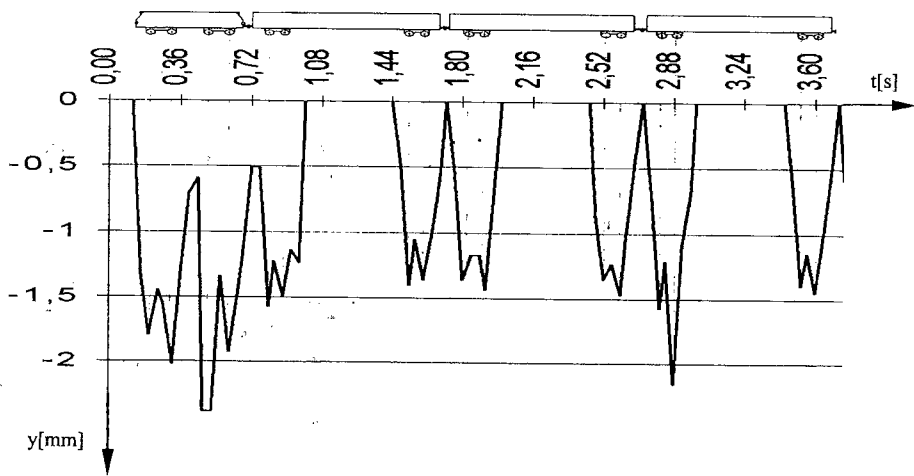
Dla ustalenia wartości odczytu ustalono współczynnik skali obrazu. Pozwoliło to określić rzeczywistą wartość ugięcia. Na dokładność pomiaru miała wpływ precyzja naniesienia na powiększony obraz rastrowy bazy pomiarowej, określenia krawędzi wskaźnika oraz wyznaczenia współczynnika skali obrazu. Maksymalna wartość błędu popełnianego podczas pomiaru nie przekraczała 0.26 mm.



Fot.1. Obraz uzyskany z kamery, zapisany na dysk twardy komputera z naniesioną bazą pomiarową i zmierzonym ugięciem: 3- wskaźnik, 4- podziałka na przecie

4. UZYSKANE WYNIKI

Po wykonaniu pomiarów zostały zbudowane wykresy obrazujące zmiany ugięcia szyny w trakcie przejazdu pociągu. Na tych przebiegach można wyraźnie określić moment przejazdu każdego koła lokomotywy i wagonów. Ugięcia szyny podczas przejazdu lokomotywy mają większą częstotliwość niż ugięcia podczas przejazdu wagonu. wynika to z mniejszej długości lokomotywy względem wagonu osobowego. Interpretację tego faktu pokazano na rysunku 3.



Rys.3. Powiązanie momentu przejazdu kół wózków jezdnych z zapisem ugięć toku jezdnych w punkcie pomiarowym nr 6

Kolejne wykresy pokazują przebiegi ugięć w kolejnych punktach pomiarowych. Różnice w wartościach ugięć wynikają ze zmiany sztywności toru oraz z faktu wykonywania zapisu ugięć podczas przejazdów kolejnych pociągów. Zapis dla danego punktu był niepowtarzalny i

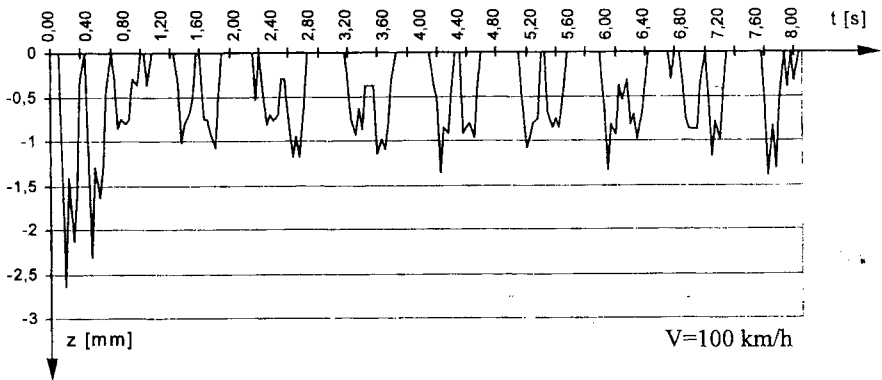
kolejny punkt obserwowany był w czasie przejazdu innego składu. Każdy z pociągów miał w swoim składzie lokomotywę EP-09 ale inne obciążenie wagonów i nieco inną prędkość jazdy co skutkowało innym ugięciem toru i inną częstotliwością tych ugięć. Lokomotywa EP-09 posiada 4 osie kół (8 kół jezdnych), masę całkowitą 83 500kg co daje siłę nacisku koła wynoszącą 104,4 kN. Na podstawie zmierzonych ugięć oraz danego nacisku koła lokomotywy można określić sztywność k_z (1) toku jezdnego i podłoża w każdym z punktów pomiarowych:

$$k_z = \frac{Q}{z} \quad (1)$$

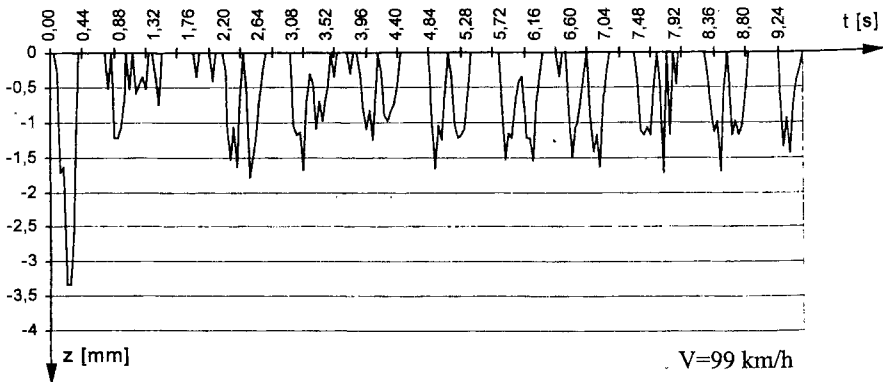
gdzie:

Q – nacisk koła lokomotywy,

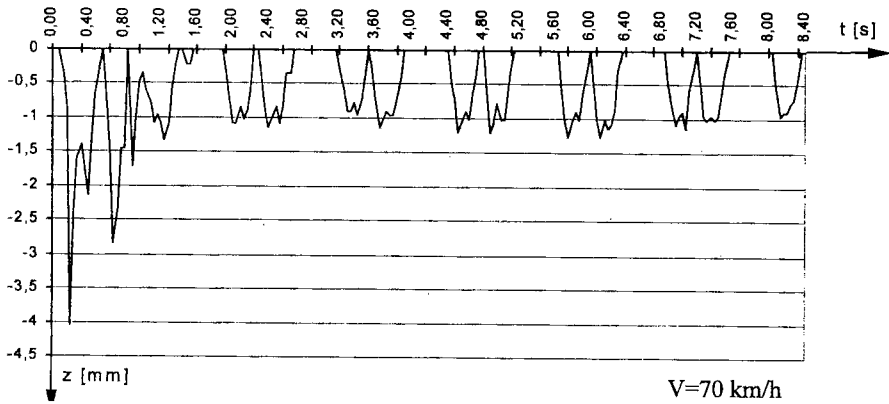
z – ugięcie toku jezdnego.



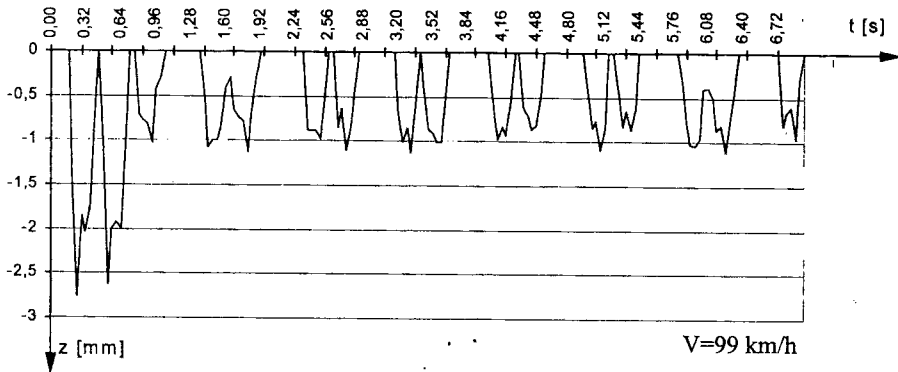
Rys.4. Ugięcia szyny w punkcie nr 1. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z=46,4\text{MN/m}$.



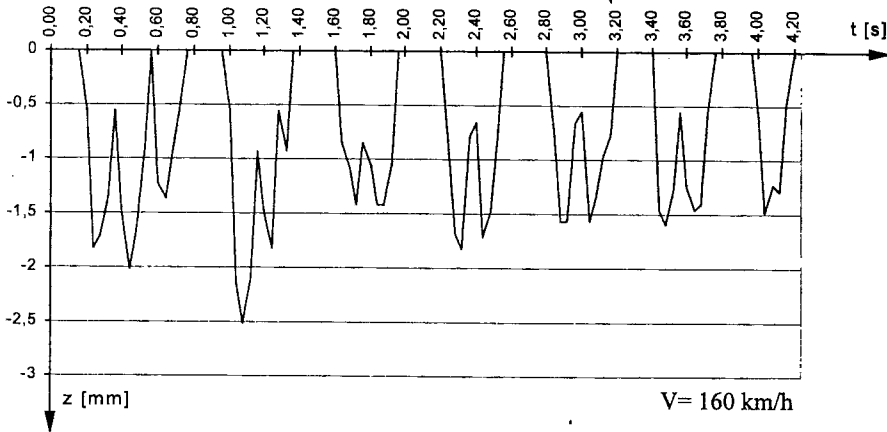
Rys.5. Ugięcia szyny w punkcie nr 2. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z=31,6\text{MN/m}$.



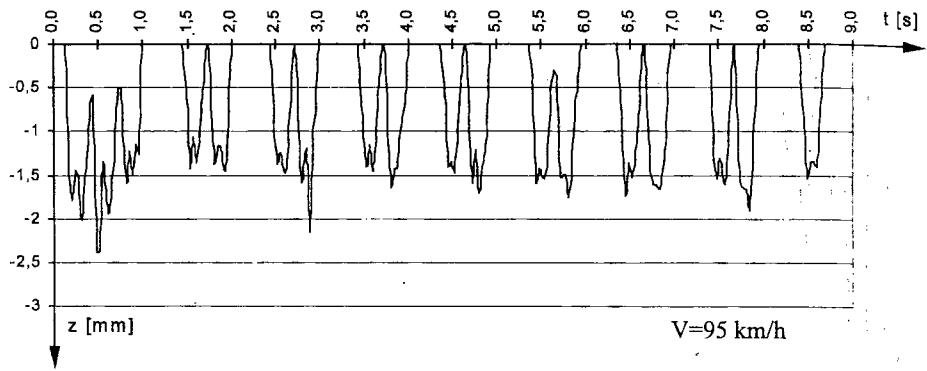
Rys.6. Ugięcia szyny w punkcie nr 3. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z=34,8 \text{ MN/m}$.



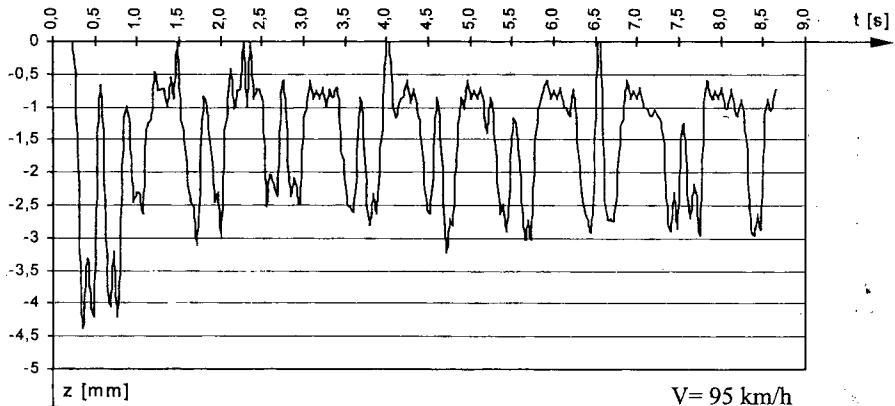
Rys.7. Ugięcia szyny w punkcie nr 4. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z=41,8 \text{ MN/m}$.



Rys.8. Ugięcia szyny w punkcie nr 5. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z=41,8 \text{ MN/m}$.



Rys.3.9. Ugięcia szyny w punkcie nr 6. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z = 41,8 \text{ MN/m}$.



Rys.10. Ugięcia szyny w punkcie nr 7. Sztywność toku jezdnego i podłoża $k_z = 23,2 \text{ MN/m}$.

Zapis ugięć w punkcie nr 5 (rys.8) wyraźnie różni się od pozostałych. Nie można na nim wyznaczyć ugięcia przy przejeździe pojedynczego koła. Wynika to z prędkości pociągu, która wynosiła 160 km/h. Częstotliwość ugięć była na tyle duża, że kamera nie zdołała zarejestrować oddzielnie momentów przejazdu kół znajdujących się na jednym wózku.

Punkt nr 7 (rys.10) wykazuje stałe ugięcie o wartości ok. 0.7 mm. W tym miejscu tor ma najmniejszą sztywność co powoduje, że nie powraca on do stanu wyjściowego, aż do momentu, gdy pociąg nie oddali się na odpowiednią odległość. Maksymalna zarejestrowana wartość ugięcia wynosiła ok. 4mm.

Wnioski :

- Największa amplituda ugięcia występuje w momencie przejazdu lokomotywy. Jest ona większa o około 25 – 50 % od amplitudy ugięć podczas przejazdu wagonu osobowego.
- Sztywność toku jezdnego wraz z podłożem maleje w kierunku iglicy.
- Niższa (niż spodziewana) sztywność w punktach 2 i 3 wynika prawdopodobnie ze słabszego podbicia podkładów.
- Ugięcia szyny maleje nieznacznie pomiędzy kołami wózka.
- Przebieg ugięcia szyny ma charakter odzerowo - tętający.