

## Układ torowy w obrębie stanowiska przestawczego dla nowego mechanizmu zmiany rozstawu kół

*W pracy zostały zaprezentowane oraz dyskutowane dwa warianty układu torowego w obrębie stanowiska o zmiennym rozstawie szyn pomiędzy zarządami UIC oraz OCЖД, zaprojektowane dla nowego mechanizmu zestawu z rozsuwanymi okręgami tocznymi według prac [1] i [2]. Obydwa zaprezentowane torowe rozwiązania stanowią warianty strukturalnie odrębne, zaprojektowane specjalnie dla nowego typu (rozsuwanego) mechanizmu zmiany rozstawu kół. Szczegółowo przedyskutowano aspekty operacyjne procesu przestawczego z uwzględnieniem wartości sił przełączających. W podsumowaniu podano praktyczne zalecenia wynikające z przedstawionych rozważań.*

### 1. ISTOTA PROBLEMU TECHNICZNEGO

Zasada budowy i działania nowego, oryginalnego mechanizmu zmiany rozstawu kół „UIC – OCЖД” została szczegółowo omówiona w pracach [1] i [2]. Charakterystyczną funkcjonalną cechą nowego mechanizmu jest prowadzenie procesu przestawczego podczas ruchu pojazdu przy nieprzerwanym oddziaływaniu nacisków kół na szyny, przy pełnym obciążeniu grawitacyjnym. Ten istotny aspekt współpracy omawianego mechanizmu z torem w obrębie stanowiska przestawczego, wykraczał poza merytoryczne ramy prac [1] i [2]. Zagadnieniu temu poświęcimy uwagę w dalszym ciągu.

Prowadzenie procesu przestawczego podczas ruchu pojazdu, przy nieprzerwanym oddziaływaniu nacisków kół na szyny, stanowi istotny problem naukowo – techniczny, któremu poświęcono uwagę m.in. w pracy [3]. W pracy [3] omówiono przypadek technicznego wykorzystania mikropoślizgu poprzecznego koła (lub rolki) względem bieżni, w ruchu pod obciążeniem. Zjawisko to, w ruchu drogowym, jest powszechnie znane jako „boczne znoszenie kół”.

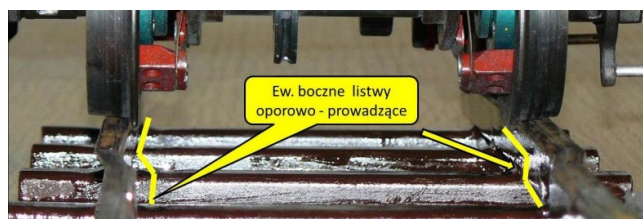
Zasada budowy i działania nowego mechanizmu zmiany rozstawu kół, zgodnie z [1] i [2], narzuca silne ograniczenie pokonywanej przez pojazd drogi w obrębie stanowiska przestawczego. Analiza zjawiska, zaprezentowana w pracy [3] pokazała, że dla nowej koncepcji mechanizmu według [1] i [2], fizyczny zakres poprzecznego mikropoślizgu koła względem bieżni (nawierzchni) jest zbyt mały dla pokonania - bez rozwinętego tarcia typu „suchego” - normatywnej różnicy rozstawu szyn w zarządach UIC – OCЖД, który – jak wiadomo – wynosi zaledwie 85 mm (1520-1435). Do zagadnienia tego powrócimy szczegółowo w dalszym ciągu niniejszego opracowania.

### 2. ZAKRES OPRACOWANIA

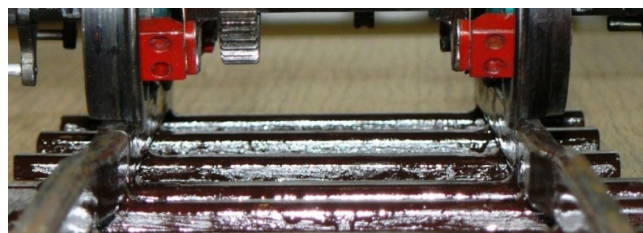
Niniejsze opracowanie jest poświęcone poszukiwaniu technicznego kompromisu, lub dokonania wyboru pomiędzy dyskutowanymi (niżej przedstawionymi) rozwiązaniami konstrukcyjnymi układu torowego w obrębie stanowiska przestawczego UIC – OCЖД. Jako pierwsze, a zarazem najprostsze, rozwiązanie konstrukcyjne, rozważymy przypadek wygiętego toru sztywnego. W dalszej kolejności omówimy odmienne rozwiązanie konstrukcyjne toru z ruchomymi segmentami.

### 3. PRZYPADEK WYGIĘTEGO TORU SZTYWNEGO

Poniżej przedstawiono dwie fotografie sztywnego układu torowego pod rozsuwanym zestawem kół, wykonanym w podziałce 1:12, jako model redukcyjny według prac [1] i [2].



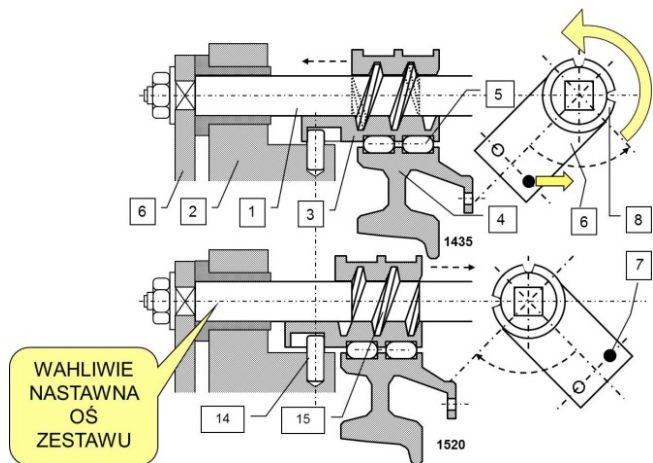
Fot. 1. Konstrukcyjny przypadek toru sztywnego. Poszerzenie toru UIC → OCЖД. W wykonaniu praktycznym należy się liczyć z zastosowaniem bocznych przytorowych listew prowadzących.



Fot. 2. Konstrukcyjny przypadek toru sztywnego. Zwężenie toru OCЖД → UIC.

#### 4. DROGA POKONYWANA PRZEZ ROZSUWANY ZESTAW W OBREBIE STANOWISKA

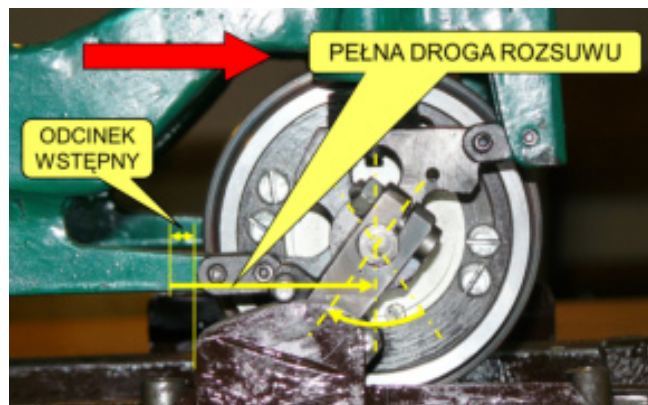
Szkic pomocniczy dla wyznaczenia drogi niezbędnej do pokonania przez zestaw podczas przesuwu jednego koła zestawu według [1] przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat mechanizmu przesuwnego zestawu kół w zestawie rozsuwanym według [1].

1 – oś zestawu, 2 – korpus prowadnika osi w ramie wózka, 3 – poosiowo przesuwana piasta łożyska osiowego, 4 – koło zestawu, 5 – łożysko koła jeźdźnego, 6 – dźwignia przestawcza, 7 – czop dźwigni przestawczej, 8 – gwiazdka rygla, 14 – wielowypust (wypust wysuwny), 15 – Śruba przestawcza.

Ilustrację drogi pokonywanej przez rozsuwany zestaw kół w modelu redukcyjnym 1:12 przedstawiono poglądowo na Fot. 3.



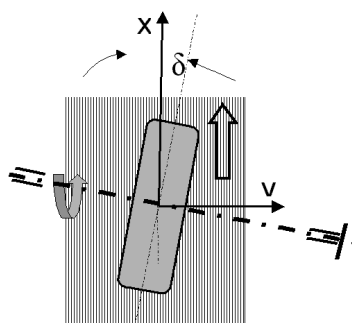
Fot. 3. Ilustracja „drogi rozsuwu” wynikającej głównie z niezbędnego obrotu dźwigni przestawczej 6 według rys. 1, wraz z wahlwią osią zestawu 1 według [2].

Zgodnie z rysunkiem 1 oraz fotografią 3, pełna droga pokonywana w torze przez zestaw podczas rozsuwania okręgów ocznych („droga rozsuwu”) składa się z dwóch odcinków fazowych (według [1], rys.4 oraz [2]): wstępnej drogi odryglowania osi wynikającej z geometrii mechanizmu pozycjonowania, oraz drogi roboczej w drugiej fazie rozsuwania właściwego.

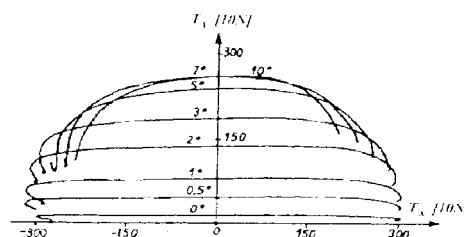
Według fotograficznej ilustracji modelu wykonanego w podziałce 1:12, pełna droga  $L_R$  konieczna do przebycia przez zestaw podczas rozsuwania kół nie przekracza wymiaru średnicy okręgu tocznego.

#### 5. MINIMALNA DROGA ROZSUWANIA MIKROPOŚLIZGOWEGO

Według autorskich badań eksperymentalnych, przeprowadzonych na modelu fizycznym na pożytek pracy [3], kąt mikroślizgowego znoszenia bocznego stalowego koła lub stalowej rolki na stalowej bieźni może bezpiecznie osiągać wartość ok.  $\delta=3\%$ , co w odniesieniu do geometrycznych parametrów UIC – OCЖД oznaczałoby, że dla wyczerpania przemieszczenia poosiowego 0,0425 m, każde koło bieżni rozsuwanego zestawu powinno przebiec ok. 6,44 m przy liście bezpieczeństwa pochylonej pod kątem 0,66% czyli  $0,378^\circ$ . Wynik ten, według pracy [3], pozostaje w zgodności z wynikami pionierskich prac Krempela nad „elipsą tarcia” [4]. Widzimy, że otrzymana oszacowana wartość drogi przewyższa wymiarową wartość średnicy okręgu tocznego co najmniej 6,5 krotnie.



Rys. 2. Ilustracja warunków toczenia się rolki po bieźni.



Rys. 3. „Elipsa tarcia” według badań Krempela [4];  $\text{tg}\delta=T_y/T_x$

Dokonane oszacowanie koniecznej wartości (wyłącznie mikroślizgowej) drogi rozsuwania w stosunku do drogi bezwzględnej rozsuwania przy dopuszczeniu wymuszonego poślizgu rozwiniętego wykazuje, iż przy torze sztywnym według fotografii 1 i 2, nie zdołamy uniknąć dominującej pracy sił tarcia suchego poosiowo rozsuwanych kół na szynach, co w obrębie stanowiska przestawczego bezpośrednio przekłada się na zwiększony opór toczenia zestawu w torze.

#### 6. NIEUNIKNIONA PRACA ROZSUWANIA ZESTAWU W TORZE SZTYWNYM

Jeżeli całkowite rozsuniecie przestawcze UIC – OCЖД oznaczymy jako  $\Delta$  [m], zaś nacisk zestawu na tor jako  $Q$  [N], to praca  $W$  [Nm] sił tarcia w obrębie stanowiska z szynami sztywnymi (według Fot.1 oraz Fot. 2) wyniesie:

$$W=\epsilon \cdot Q \cdot \Delta \cdot \mu; \quad (1)$$

Gdzie:  $\varepsilon$  - współczynnik relaksacji mikropoślizgowej rozumiany według [3];

$\mu$  - współczynnik tarcia suchego pomiędzy kołem a szyną.

Według powyższych oszacowań  $\varepsilon \geq 0,65$ .

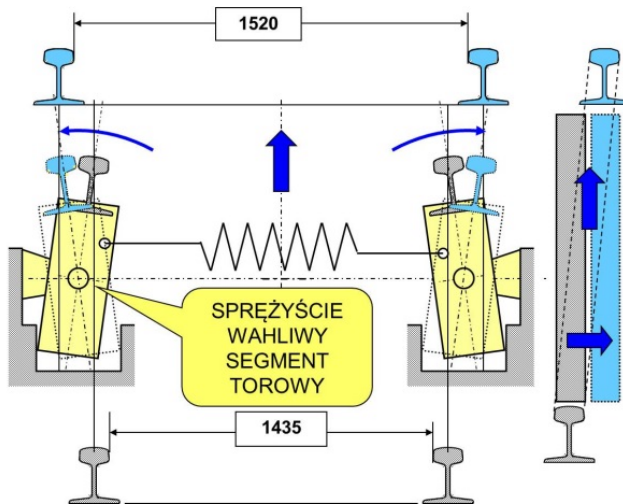
Dodatkowy opór ruchu  $W_R$  [N] pojedynczego zestawu w obrębie stanowiska przestawczego wyniesie więc

$$W_R = W/L_R; \quad (2)$$

W tym miejscu należy zauważyć, że ewentualne zastosowanie bocznych prowadzących listew torowych (Fot.1) jako „wspomagających” prowadnic przy torze sztywnym, nie zmniejsza oporu ruchu zestawu lecz – dla uniknięcia zakleszczenia - wymaga ścisłej synchronizacji wzdłużnych przemieszczeń zestawu z poprzecznymi przemieszczeniami przestawczymi.

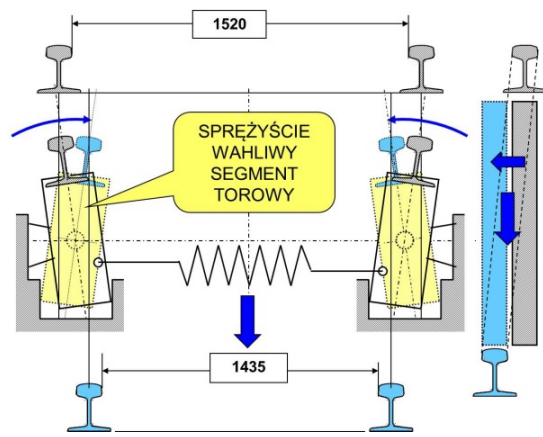
## 8 PRZYPADEK TORU Z RUCHOMYMI SEGMENTAMI

Zastosowanie w obrębie stanowiska przestawczego odcinka toru z segmentami ruchomymi, na przykład wahliwymi lub rozsuwanymi, pozwala na niemal całkowite uniknięcie poprzecznych sił tarcia suchego. Zasadę działania wahliwych segmentów toru dla obydwóch kierunków przestawczych UIC ↔ OCЖД przedstawiono na rysunkach 4 i 5. W obydwóch przypadkach praca sił przestawczych wynika jedynie z niewielkich oporów obrotowego ruchu wahliwych segmentów torowych oraz napinania sprężyn powrotnych. Szczytowe siły w sprężynach powinny jedynie nieznacznie przekraczać opór obrotu smarowanych segmentów wahliwych.

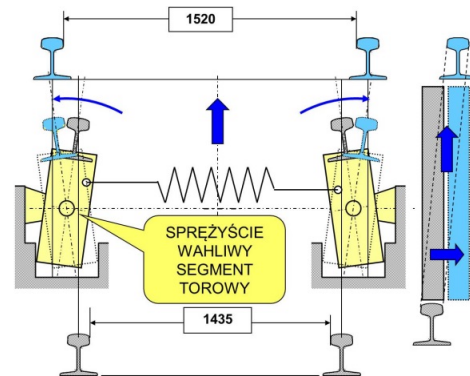


Rys. 4. Zasada działania wahliwych segmentów toru dla kierunku przestawczego UIC → OCЖД. Obrót segmentów może być ewentualnie wspomagany elementami automatyki (hydrauliki siłowej).

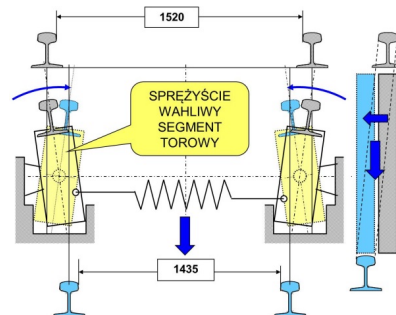
Działanie wahliwego segmentu torowego oraz współdziałanie wahliwych segmentów torowych z zestawem w procesie rozsuwania przedstawiono przykładowo na fotografiach 4 i 5 wykonanego modelu redukcyjnego.



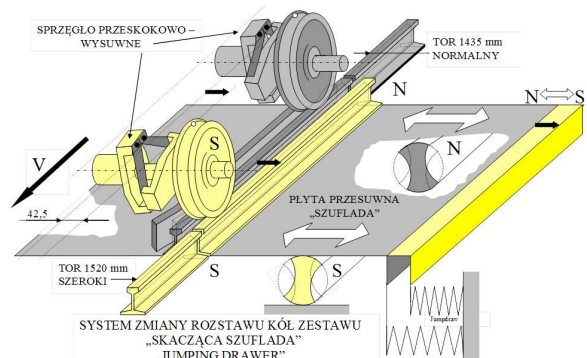
Rys. 5. Zasada działania wahliwych segmentów toru dla kierunku przestawczego OCЖД → UIC



Fot.4. Działanie wahliwego segmentu torowego ręcznie zmanifestowane na modelu redukcyjnym toru wykonanym w podziale 1:12.



Fot. 5. Zestaw rozsuwany samoczynnie w obrębie wahliwego segmentu torowego. Rozsuwanie kół zestawu zachodzi, gdy zestaw przejeżdża przez segmenty wahliwe.



Rysunek 6. Rozsuwany segment torowy pomiędzy torem „normalnym” (N) a „szerokim” (S) spoczywający na wspornikach rolkowych. Przesuw segmentów szufladowych może być ewentualnie wspomagany elementami automatyki przy użyciu hydrauliki siłowej.

Jest rzeczą oczywistą, że techniczne rozwiązanie ruchomych segmentów torowych nie musi ograniczać się do wariantu wahliwego. Na rysunku 6 przedstawiono wariant segmentu rozsuwanego prostoliniowo, typu „skacząca szuflada”, z wykorzystaniem rolek podporowych.

#### PODSUMOWANIE

Wyżej przedstawiono oraz omówiono dwie zasadniczo odmienne odmiany układu torowego, z możliwością ich kosmetycznego wariantowania, w obrębie stanowiska przestawczego. Są one tak dalece strukturalnie odmienne, że wskazanie rozwiązania jednoznacznie korzystniejszego albo wygenerowanie rozwiązania kompromisowego nie jest (a priori) możliwe. Obydwa zasadnicze rozwiązania wspólnie charakteryzują się tym, że dla zmiany kierunku ruchu („TAM” oraz „Z POWROTEM”), wymagane jest kosmetyczne skorygowanie roboczej struktury („nastawu”) stanowiska. W poza-laboratoryjnej eksploatacji oznacza to, że najkorzystniejsze jest zastosowanie oddzielnych stanowisk przestawczych dla kierunku „TAM” oraz „Z POWROTEM”.

**Układ z torem sztywnym** jest bez wątpienia prosty w wykonaniu oraz tani, lecz roboczo charakteryzuje się występowaniem rozwiniętego tarcia typu „suchego” na kierunku poprzecznym do linii toru. Już nawet na modelu wózka z rozsuwanymi zestawami, wykonanym w podziałce 1:12, w obrębie stanowiska przestawczego, dają się wyraźnie zauważyć dodatkowe, dość znaczne i zdecydowanie dominujące opory ruchu. Zatem zjawisko to w praktyce implikuje co najmniej konieczność starannego smarowania części bieżącej toru w strefie zwiężenia/poszerzenia według fotografii 1 oraz 2. Zaletą rozwiązania z torem sztywnym jest możliwość zastosowania wygiętych szyn bezstykowych oraz niewrażliwość na ekstremalne warunki klimatyczne, typu upalne lato/mroźna zima. Ewentualne zastosowanie bocznych oporowych listew prowadzących (Fot. 1), w niczym nie zmienia istotnego problemu z tarcieniem pomiędzy kołem rozsuwanego zestawu a szyną.

Natomiast **rozwiązanie z ruchomymi segmentami torowymi**, jakkolwiek wykonawczo znacznie bardziej złożone, a zarazem droższe w wykonaniu, (zalecane jest zadaszenie stanowiska) pozwala oczekiwać długich okresów bezobsługowych. W stanowisku tym nie występuje zjawisko znaczącego wzrostu oporów ruchu podczas rozsuwania okręgów tocznych zestawu. Stanowisko z ruchomymi segmentami torowymi zawiera tor stykowy, zatem przy braku jego zadaszenia jest wrażliwe na ekstremalne warunki klimatyczne. W zależności od technicznego zaawansowania tego wariantu konstrukcyjnego, bardzo łatwo można wprowadzić elementy automatyki wspomagającej ruch segmentów torowych za pomocą hydrauliki siłowej, w ścisłej synchronizacji z podłużnym położeniem rozsuwanego zestawu w torze stanowiska przestawczego.

Niewątpliwą zaletą obydwóch wyżej omówionych rozwiązań zasadniczych (ew. kosmetycznie wewnątrz wariantowanych) jest relatywnie krótki odcinek przejazdu rozsuwanego zestawu w torze, którego długość nie przekracza wymiaru średnicy okręgu tocznego koła wagonowego (Fot. 3). Obydwa zasadnicze rozwiązania charakteryzują się wykonawczą realnością, a o wyższości jednego z nich może decydować praktyka oraz łączne koszty wykonawczo – eksploatacyjne.

#### LITERATURA:

- [1] Madej J.; Medwid M., Stawecki W; *Nowy Mechanizm Zmiany Rozstawu Kół w Pojazdach Szynowych dla Szerokości Toru 1435 – 1520; Pojazdy Szynowe nr 02/2013.*
- [2] Czerwiński J., Madej J., Medwid M.: *Mechanizm Pozycjonowania i Blokowania Rozstawu Okręgów Tocznych w Rozsuwnym Zestawie Kół Pojazdu Szynowego dla Torów 1435 i 1520 mm. Pojazdy Szynowe nr 03/2013.*
- [3] Madej J.: *Unikalne Warunki Pracy Łożysk Wałeczkowych W Kolejowym Systemie Przystawczym „UIC – OЧЖД” Według Patentów B1: 201613 oraz 202614; XIX KONFERENCJA POJAZDY SZYNOWE KOCIERZ, 15-17 IX 2010.*
- [4] Krempel G.: *Untersuchungen an Kratfahrzeugreifen, Automobiltechnische Zeitschrift 1967, 60(8), pp. 262-268.*