

Marek KRUŻYŃSKI, Mieczysław LEWANDOWSKI,
Marek MAJEWSKI

TOR DOŚWIADCZALNY PKP – PRZYKŁAD POWIĄZAŃ TRANSPORTU KOLEJOWEGO Z NAUKĄ I PRZEMYSŁEM

Streszczenie. W artykule przedstawiono charakterystykę toru doświadczalnego PKP w Żmigrodzie oraz wyniki dwuletniej jego eksploatacji. Sformułowano wnioski dotyczące dalszego rozwoju obiektu.

PKP RESEARCH TRACK – AN EXAMPLE OF CONNECTION BETWEEN RAILROAD TRANSPORT, SCIENCE AND INDUSTRY

Summary. In this paper characteristics as well as results of two-year service of PKP research track in Żmigród have been presented. Conclusions for further development have been given.

1. WPROWADZENIE

Rozpoczęte w połowie roku 1987 roboty przy budowie toru doświadczalnego mimo licznych załamowań w trakcie realizacji – spowodowanych głównie koniecznością dostosowania tempa budowy do bieżących możliwości finansowych przedsiębiorstwa PKP – doprowadziły w połowie roku 1996 do zbudowania podstawowego układu torowego łącznie z ruchem kolejowym. W pełnym zakresie zakończona została również budowa obiektów infrastruktury otoczenia.

Osiągnięty stan zaawansowania, aczkolwiek nie stanowił całkowitego zakończenia budowy obiektu, stworzył jednak warunki do uruchomienia jego wstępnej eksploatacji w roku 1996 [1].

Oficjalne otwarcie toru doświadczalnego umożliwiło wprawdzie rozpoczęcie jego wstępnej eksploatacji, ale liczne problemy związane z jej prowadzeniem mogły być rozwiązywane tylko sukcesywnie, na podstawie doświadczeń uzyskiwanych podczas kolejnych jazd pociągu próbnego i w trakcie licznych późniejszych eksperymentów.

Aby udokumentować proces dochodzenia do stanu pełnej zdolności eksploatacyjnej, przedstawiając przy tym udział przemysłu w przystosowaniu obiektu do działalności naukowej, przedstawiono przebieg wstępnej eksploatacji toru, jej skutki oraz wnioski wynikające z poszczególnych obserwacji i doświadczeń z nią związanych.

2. PRZYGOTOWANIE OBIEKTU DO WSTĘPNEJ EKSPLOATACJI

2.1. Charakterystyka obiektu

W wyniku wykonanych prac w roku 1997 całościowy układ obiektu „Tor doświadczalny - Poligon badawczy PKP” został wzbogacony o nowe elementy. Usytuowanie obiektu na tle infrastruktury otoczenia ilustruje rysunek 1.

Ogólna charakterystyka obiektu uwzględniająca wykonaną rozbudowę w roku 1997 przedstawia się następująco:

- Tor podstawowy do prowadzenia różnego rodzaju badań eksperymentalnych w warunkach rzeczywistych jest torem krzywoliniowym, w kształcie zamkniętej pętli o długości 7 725 m, składającej się z odcinków prostych i łuków o promieniach: 600, 700, 800, 900 m. Maksymalna długość odcinka położonego na prostej wynosi 1194 m.

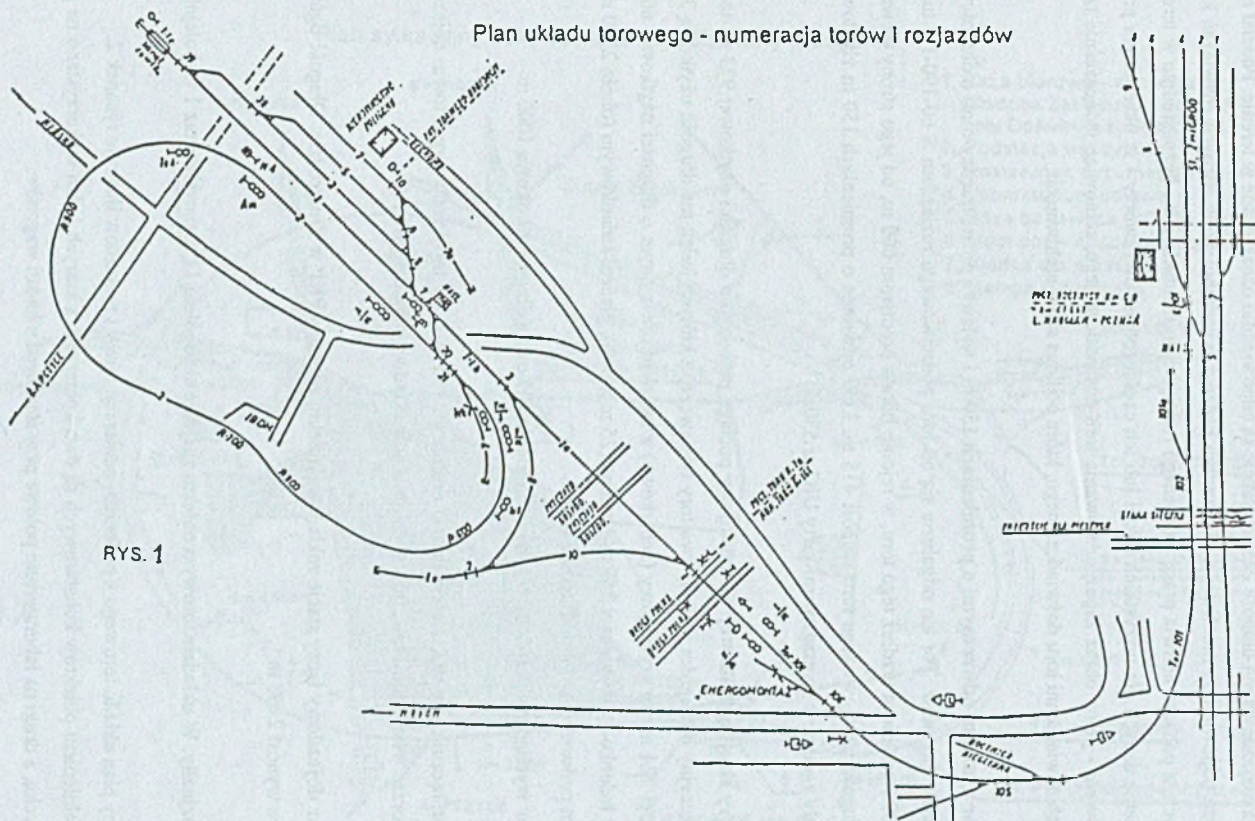
Przechyłki w poszczególnych łukach są następujące:

- w łuku 600 m - 150 mm,
- w łuku 700 m - 115 mm,
- w łuku 800 m - 90 mm,
- w łuku 900 m - 100 mm.

W profilu podłużnym tor podstawowy składa się z odcinków położonych w poziomie i na pochyleniach 1 i 2 ‰ (wzniesienia i spadki). Jednym z podstawowych zadań tego toru są badania trwałościowe nawierzchni kolejowej i dlatego większość jego odcinków będzie podlegała okresowej wymianie. Między innymi założone zostały odcinki doświadczalne do badań różnego rodzaju szyn, podkładów, złączy szynowych, przytwierdzeń itp. Pierwsze wyposażenie toru podstawowego stanowi nawierzchnia klasyczna z szyn UIC 60 na podkładach drewnianych i betonowych, przy czym rozmieszczenie poszczególnych rodzajów podkładów na trasie zostało odpowiednio dobrane. Również zróżnicowane zostały elementy przytwierdzeń i złączy szynowych, przez co uzyskano odcinki różniące się zarówno pod względem konstrukcyjnym, jak i położeniem w planie. Rozwiązanie takie ma istotne znaczenie dla różnego rodzaju badań zarówno nawierzchniowych, jak i taborowych.

TOR DOŚWIADCZALNY - POLIGON BADAWCZY PKP

Plan układu torowego - numeracja torów i rozjazdów



RYS. 1

Tor pętli doświadczalnej podzielony został na 26 sekcji, z czego 25 sekcji to tzw. sekcje torowe, a pozostała 1 sekcja jest sekcją rozjazdową. Długość każdej sekcji torowej wynosi 300 m, natomiast sekcja rozjazdowa ma długość 225 m. Sekcje są odpowiednio oznakowane w terenie. Podział na sekcje stwarza odpowiednie możliwości planowania badań z wyodrębnieniem różnych rozwiązań konstrukcyjnych, a ponadto ułatwia pracę na różnego rodzaju dokumentach, jak i bezpośrednio w terenie. Ze-stawienie danych dla wszystkich sekcji lub ich części (odcinków) tworzy - w określonym przedziale czasowym - pełny obraz zagospodarowania toru doświadczalnego, stanowiąc jednocześnie tzw. bazę danych nawierzchni toru doświadczalnego, która podlega stałej archiwizacji.

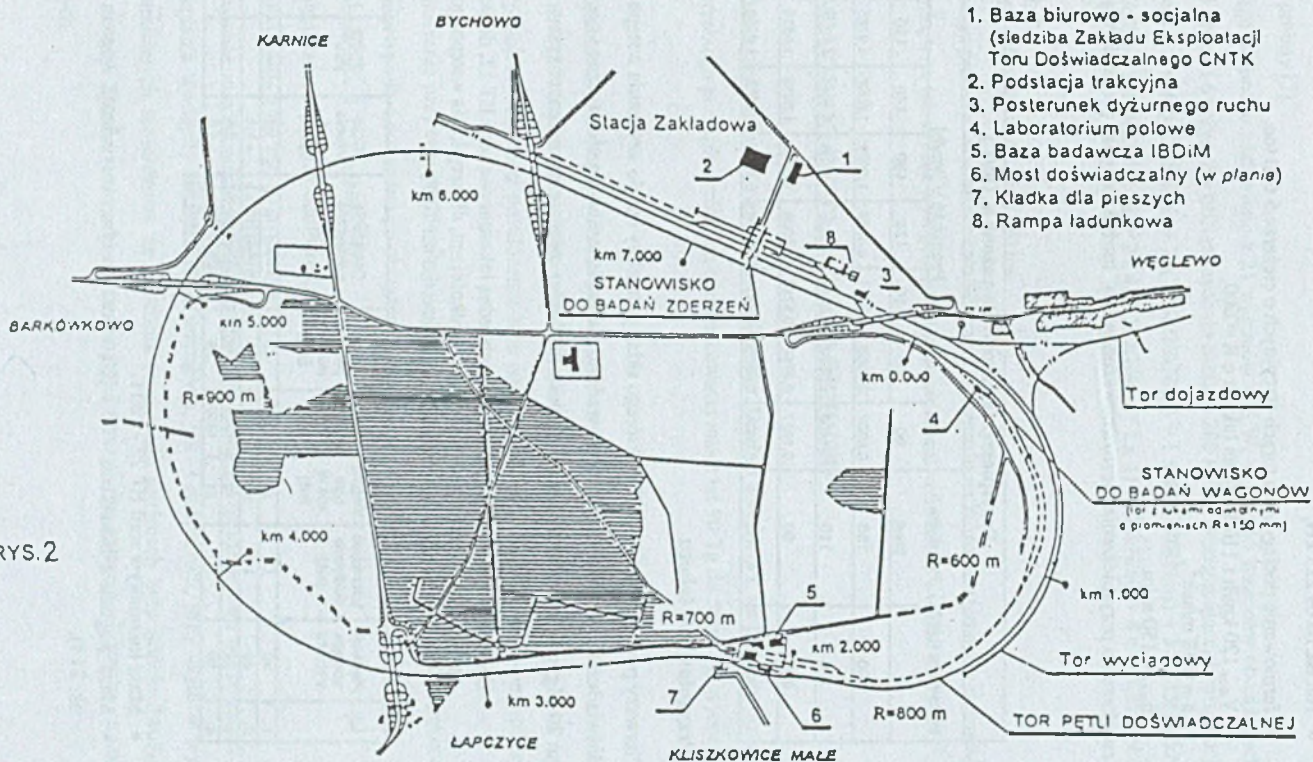
- **Tor z łukami odwrotnymi o promieniach 150 m i wstawką prostą między nimi o długości 6 m do badań wagonów.** Tor ten odgałęzia się od toru podstawowego rozjazdem S 60-190-1:9 tuż za km 0.00 i przebiega wzdłuż tego toru, w rejonie łuku o promieniu 600 m, od jego strony wewnętrznej. Długość użytkowa tego toru wynosi 415 m. Łuki odwrotne o promieniach 150 m zbudowane zostały zgodnie z wymaganiami karty UIC nr 530-2.
- **Tory stacji zakładowej:** tor postojowy pociągu próbnego o długości użytkowej 973 m, tor komunikacyjny o długości 973 m, dwa tory odstawcze, z których jeden ma długość użytkową 352 m, a drugi 224 m, tor wyciągowy (żeberkowy) z kanałem rewizyjnym o długości użytkowej 66 m oraz tor ładunkowy o długości 247 m z rampą (25 m x 6 m), placem ładunkowym (około 2300 m²) i torem podsuwnicowym o długości 100 m.
- **Tor wyciągowy** położony w łuku o promieniu 605 m ma długość użytkową 1000 m.
- **Tor łącznikowy** w kształcie łuku o promieniu 150 m łączy tor wyciągowy z torem dojazdowym, tworząc wraz z nimi tzw. trójkąt do obracania składów całopociągowych.
- **Tor dojazdowy** łączy stację zakładową obiektu ze stacją PKP w Żmigrodzie. Długość ogólna tego toru wynosi 2488 m.
- **Rozjazdy.** W układzie torowym obiektu znajduje się ogółem 12 rozjazdów oraz 1 wykojeńnica.

Ogólny plan układu torowego z podaniem numeracji torów i rozjazdów ilustruje rysunek 2.

Uzupełnieniem obiektów kubaturowych są dwa kontenery, z których jeden wykorzystano na posterunek ruchu, a drugi na laboratorium polowe przy stanowisku badań wagonów.

TOR DOŚWIADCZALNY - POLIGON BADAWCZY PKP

Plan sytuacyjny obiektu na tle infrastruktury oloczenia



RYS.2

2.2. Osiągi techniczne toru podstawowego

- Nacisk na oś 225 kN,
- formowanie pociągów na torach stacyjnych o ciężarze 5 600 ton,
- V_{max} 120 km/h i 110 km/h na łukach o $R = 600$,
- $a = 0,58 \text{ m/sek}^2$,
- $h_{max} = 150 \text{ m/m}$.

Przy zwiększeniu przyspieszenia nie zrównoważonego „a” można osiągnąć prędkość wg tablicy 1.

Tablica 1

Przyspieszenie niezrównoważone a_n [m/s ²]									
Promień łuku R [m]	Przechyłka h [mm]	Prędkość V [km/h]							
		90	100	110	120	130	140	150	160
600	150	0,0607	0,3050	0,5751	0,8709	1,1924	1,5396	1,9125	2,3112
700	110	0,1408	0,3502	0,5817	0,8352	1,1108	1,4084	1,7281	2,0698
800	90	0,1927	0,3759	0,5785	0,8003	1,0414	1,3018	1,5815	1,8805
900	100	0,0404	0,2033	0,3834	0,5806	0,7949	1,0264	1,2750	1,5408

2.3. Przygotowanie taboru

Pierwszy pociąg próbny (PP777), którego skład potrzebny był do uzyskania wstępnego obciążenia toru doświadczalnego, przy założeniu prowadzenia jedną lokomotywą elektryczną i nacisku osi wynoszącym 20 Mg, przyjęto ostatecznie w kwietniu 1996 roku, zgodnie z poniższym zestawieniem.

Zestawienie pociągów, prowadzonych jedną lokomotywą serii ET 22, dojazd na torze doświadczalnym z różnymi prędkościami, dla uzyskania wstępnego obciążenia toru 0,2 Tg (przy nacisku osi 20 T)

Lp.	Prędkość pociągu V [km/h]	Lokomotywa elektryczna [szt.]	Wagony typu 408 W [szt.]	Masa pociągu z lokom. [ton]	Liczba pełnych okrążeń [jazd]	Obciążenie sumaryczne [Tg]	Czas trwania jazu [godz.]	Terminy jazu	Uwagi
1.	40	1	23	1960	10	0,019600 (10 %)	- 1,9		
2.	60	1	23	1960	11	0,021560 (10 %)	- 1,4		
3.	80	1	23	1960	30	0,058800 (30 %)	- 2,9		
4.	90	1	21	1800	56	0,100800 (50 %)	- 4,8		
						0,200760 (100 %)			

- Masa lokomotyw serii ET 22 - 120 t.
- Masa wagonu z ładunkiem - 80 t (20,0 t/oś) (w tym masa własna wagonu typu 408 W - ok. 21 t).

Pociąg ten został zestawiony w sierpniu 1996 r. i rozpoczął jazdy po torze doświadczalnym w dniu 10 września 1996.

Kolejny pociąg próbny [2].

- Skład pociągu próbnego zestawiono z 21 wagonów 415 W, w tym 15 wagonów obciążonych do nacisku 225 kN/oś i 6 wagonów obciążonych do nacisku 200 kN/oś w następującej konfiguracji:
 $1 \times 415(225\text{kN/oś}) + 2 \times 415(225\text{kN/oś}) + 2 \times 415(220\text{kN/oś}) + 1 \times 415(220\text{kN/oś}) + 3 \times 415(225\text{kN/oś}) + 1 \times 415(225\text{kN/oś}) + 3 \times 415(225\text{kN/oś}) + 2 \times 415(220\text{kN/oś}) + 1 \times 414(220\text{kN/oś}) + 4 \times 415(225\text{kN/oś}) + 1 \times 415(225\text{kN/oś})$.
- Brutto pociągu próbnego wynosiło 1830 ton.
- Prędkość pociągu próbnego wynosiła około 90 km/h, ze względu na zrównoważenie siły odśrodkowej przez przechyłkę toru, tak aby nie wystąpiło przyspieszenie niezrównoważone większe od $0,2 \text{ m/s}^2$.

3. WYBRANE WYNIKI EKSPLOATACJI OBIEKTU

Eksperymentalne jazdy taborem rozpoczęto 10.09.1996 r. Do dnia 4.08.1998 r. tor poddano obciążeniu 17,99 Tg przy przebiegu pociągów próbnych o zróżnicowanej masie od 90 Tg do 5000 Tg, wynoszącym 57.581 km.

3.1. Zabiegi konserwacyjno-naprawcze nawierzchni

Zabiegi te w głównej mierze wynikają z funkcji obciążenia toru.

- Pierwszego podbicia dokonano po ułożeniu toru na zagęszczonej dwoma warstwami podsypce tłuczniowej.
- Średnie podnoszenie przy tym podbiciu wyniosło ok. 70 mm. Przy czym tor poddano zagęszczeniu DGS-em. Kolejnych podbić dokonano po obciążeniu:
 - * 03.12.96 r. obciążenie 1 Tg (*stabilizacja*),
 - * 27.03.97 r. obciążenie 5 Tg przy odbiorze ODB-3,
 - * 06.07.98 r. obciążenie 17,5 Tg.

Pomiary wykonywane między poszczególnymi podbiciami wykazały osiadanie toru od 10 do 20 mm. Największe osiadania wystąpiły na stykach tak wiszących, jak i podpartych, przy czym w wyniku pomiarów dynamicznych stwierdzono, że osiadania te w wielu miejscach były prawie dwukrotnie większe (*dolki ukryte*). Zjawisko to zaobserwowano przede wszystkim na torze ułożonym na podkładach drewnianych.

3.2. Zużycie szyn

W związku ze stwierdzeniem nadmiernego zużycia obrzeży kół w wagonach 415 W już po przebiegu 12 500 km, gdzie ich stromość q_r spadła poniżej dopuszczalnej, przeprowadzono pomiary zużycia szyn. Pomiarów dokonano laserowym profilomierzem szyn w dniu 26.06.97 r., przy łącznym obciążeniu toru wynoszącym 13,55 Tg. Wykonano je na krzywych przejściowych i łuku o $R=600$ w odstępach 5 m. Wielkość pomierzonego zużycia bocznego wyniosła odpowiednio od 0,13 mm do 3,20 mm (wykres nr 1). W wyniku szczegółowych badań przyczyn nadmiernego zużycia obrzeży kół przez Zakład Mechaniki Taboru CNTK ustalono, że dalsze jazdy wagonami 415 W mogą się odbywać pod warunkiem zastosowania smarowania szyn na łuku $R=600$ m.

Po konsultacjach z dostawcą smarownic oraz pracownikami eksploatacyjnymi PKP w kwietniu 1998 roku zabudowano 7 smarownic SRS Clico -Matic typu TLP na długości 1 568 m w odstępach od 250 do 300 m. Po zamontowaniu smarownic wszczęto dalsze jazdy wagonami 415 W i 414 W. Szczegółowe badania ww. wagonów przy zastosowaniu smarowania wykazują ~ 8-10 razy mniejsze zużycie obrzeży kół w porównaniu do poprzedniego zużycia [2].

3.3. Zużycie obrzeży kół

Badania zużywania się obrzeży kół wagonów 415 W podczas bardzo intensywnej eksploatacji przeprowadzono w trzech seriach prób.

Seria I (wariant I) obejmowała jazdy pociągiem próbnym zestawionym z 21 wagonów 415 W, w tym 15 wagonów obciążonych do nacisku 225 kN/oś i 6 wagonów obciążonych do nacisku 200 kN/oś oraz lokomotywy ET-22-898, z prędkością 90 km/h. Szyna zewnętrzna w łuku o promieniu $R = 600$ m nie była smarowana, a skład był luźno skręcony.

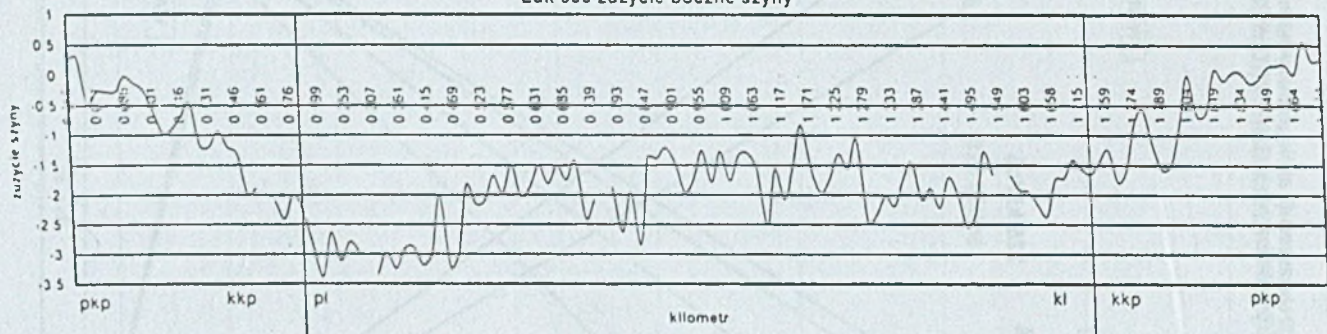
Seria II (wariant II) w porównaniu do serii I zastosowano tylko smarowanie szyny zewnętrznej w łuku o promieniu $R = 600$ m przy użyciu 7 smarownic typu SRS Clico-Matic rozmieszczonych co 250 m, uruchamianych samoczynnie czujnikiem drgań podczas przejazdu pociągu. Pozostałe warunki eksperymentu nie zmieniły się w stosunku do serii I.

Seria III (wariant III) w porównaniu do serii II zmieniono tylko sposób skręcenia składu, jak dla pociągu towarowego eksploatowanego z prędkością $V = 70$ km/h.

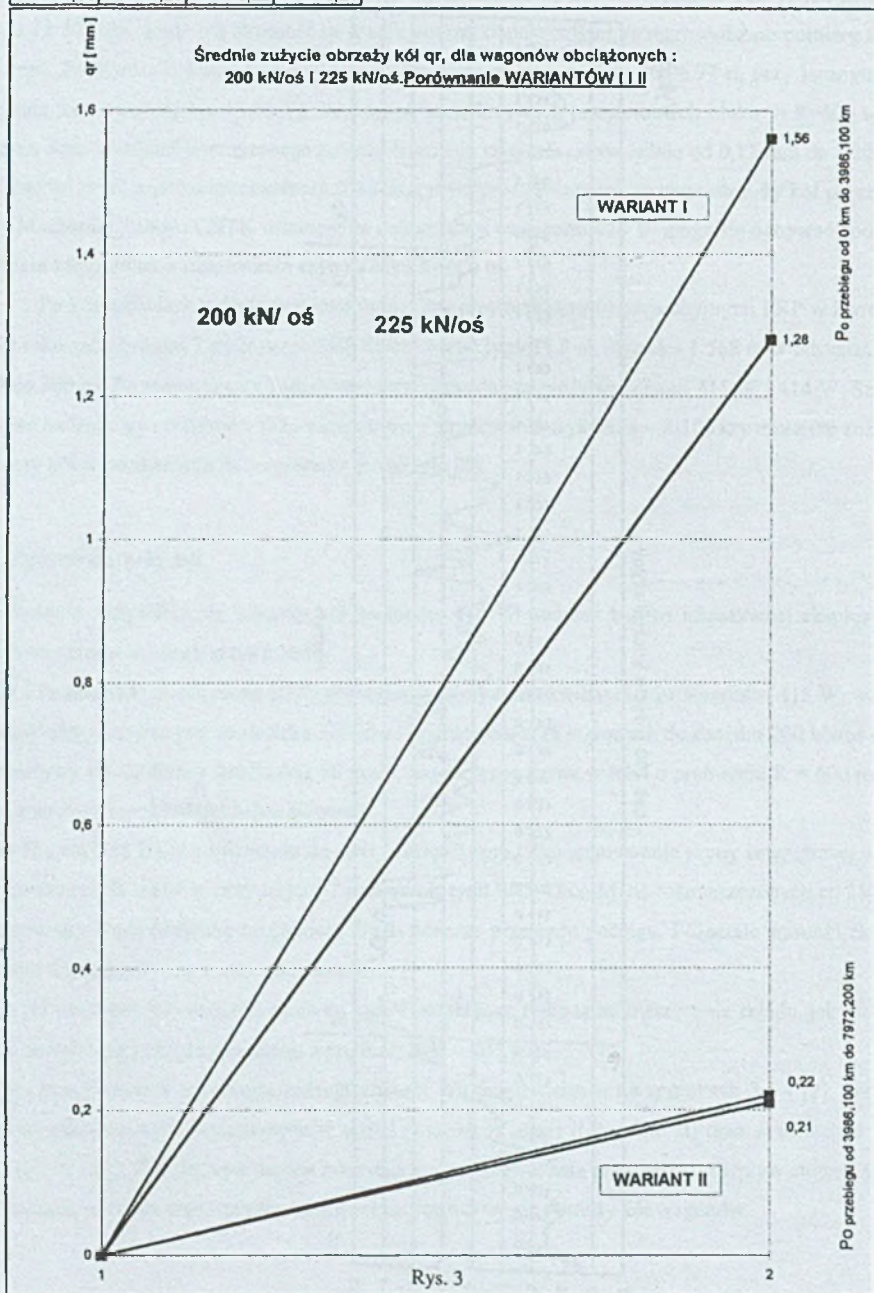
Przebieg procesów narastania zużycia obrzeży kół przedstawiono na rysunkach 3 i 4 [2], porównując wyniki pomiarów wykonanych w serii I (wariant I) i serii II (wariant II) oraz w seriach II i III (warianty II i III). Z wykresów można odczytać wpływ smarowania szyn w łuku i wpływ stopnia skręcenia składu pociągu oraz wpływ nacisku osi na zużywanie się obrzeży kół wagonów.

Wykres 1

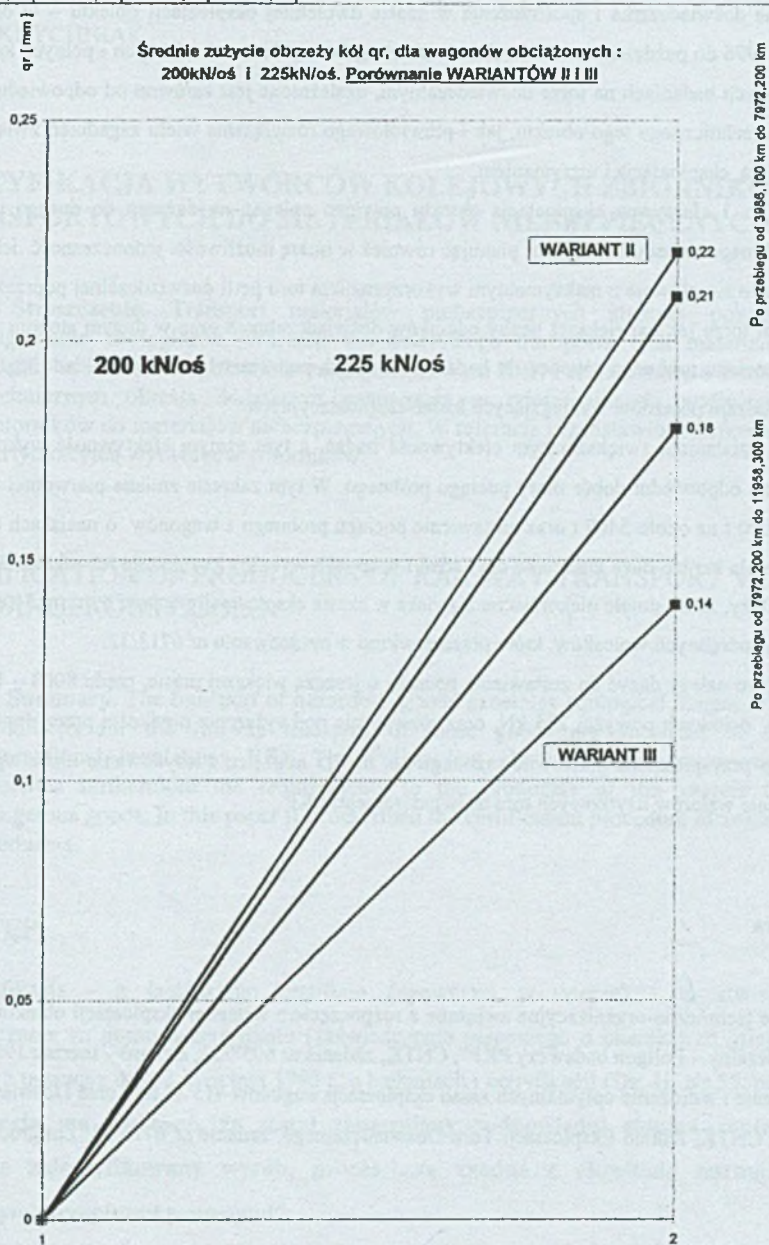
Łuk 600 zużycie boczne szyny



0	0	0	0
1,56	1,28	0,22	0,21



0	0	0	0
0,22	0,21	0,18	0,14



Rys. 4

4. PODSUMOWANIE

Zebrane doświadczenia i spostrzeżenia w czasie dwuletniej eksploatacji obiektu – w okresie od września 1996 do października 1998 roku – wskazują, że uzyskanie określonych i pełnych korzyści w prowadzonych badaniach na torze doświadczalnym, uzależnione jest zarówno od odpowiedniego wyposażenia technicznego tego obiektu, jak i prawidłowego rozwiązania wielu zagadnień związanych z jego obsługą, eksploatacją i utrzymaniem.

Właściwa i efektywna eksploatacja obiektu powinna polegać na dążeniu do dużego nasycenia obiektu różnego rodzaju badaniami, planując również w miarę możliwości jednoczesność ich realizacji. Wiąże to się głównie z maksymalnym wykorzystaniem toru pętli doświadczalnej poprzez zabudowę na tym torze jak największej liczby odcinków doświadczalnych oraz w dużym stopniu wykorzystaniem pociągu próbnego również do badań taborowych poprzez włączenie do składu tego pociągu różnego rodzaju pojazdów wymagających badań eksploatacyjnych.

Innym działaniem zwiększającym efektywność badań, a tym samym efektywność wykorzystania obiektu jest odpowiedni dobór masy pociągu próbnego. W tym zakresie zmiana pierwotnej masy pociągu z 2000 t na około 5400 t oraz zestawienie pociągu próbnego z wagonów o naciskach osiowych 225 kN miała bardzo duże znaczenie dla badań i w sposób wyraźny zwiększała ich efekty. Zaznaczyć jednak należy, że zaistniałe niekorzystne zjawiska w czasie eksploatacji pociągu o masie 5400 t wyłaniają wiele odrębnych wniosków, które przedstawiono w opracowaniu nr 6713/32.

Docelowo należy dążyć do zestawienia pociągu o jeszcze większej masie, rzędu 8000 – 10000 t i naciskach osiowych powyżej 225 kN, oraz rozważenie podwyższenia prędkości przez dopuszczenie większego przyspieszenia niezrównoważonego np. do $1,5 \text{ m/s}^2$, co zdecydowanie może wpłynąć na podniesienie walorów użytkowych toru doświadczalnego PKP.

Literatura

1. „Prace techniczno-organizacyjne związane z rozpoczęciem wstępnej eksploatacji obiektu: Tor doświadczalny – Poligon badawczy PKP”, CNTK, zadanie nr 6058/32, Żmigród, marzec 1999 r.
2. „Ustalenie i wdrożenie optymalnych zasad eksploatacji wagonów 415 W na Torze Doświadczalnym PKP”, CNTK, Zakład Eksploatacji Toru Doświadczalnego, zadanie nr 6713/32, Żmigród, listopad 1998 r.