INSTYTUT KOLEJNICTWA

Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Piotr Tokaj

Laboratorium Badań Taboru
Pracownia Hamulców w Krakowie

ptokaj@ikolej.pl

Warszawa, 5 grudzień 2017

Plan prezentacji

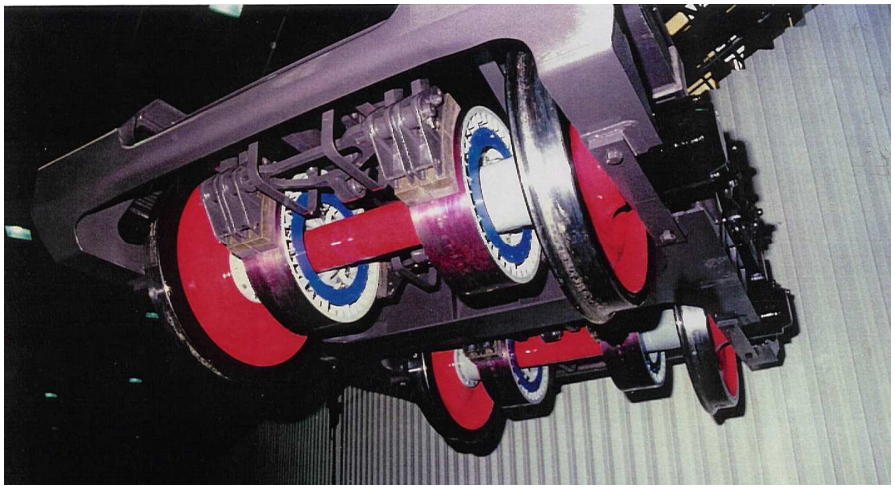
1. Wprowadzenie
2. Typy hamulców w pojazdach szynowych
3. Zużycie par ciernych
4. Uszkodzenia par ciernych

Podział hamulców

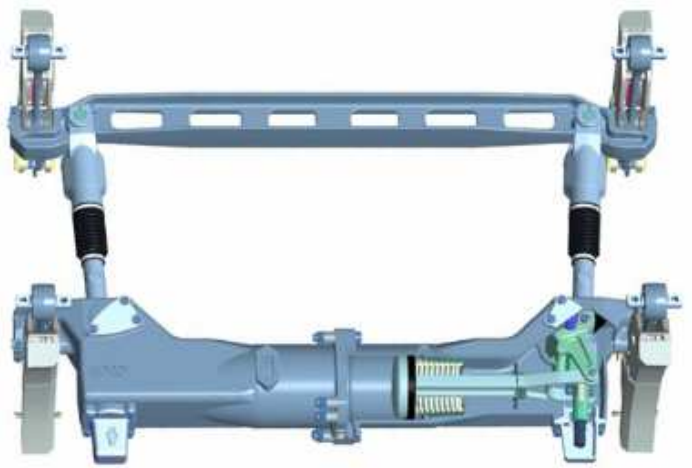
- hamulce cierne
  - klockowe
  - bębnowe
  - tarczowe
  - szynowe magnetyczne
  - mechaniczne

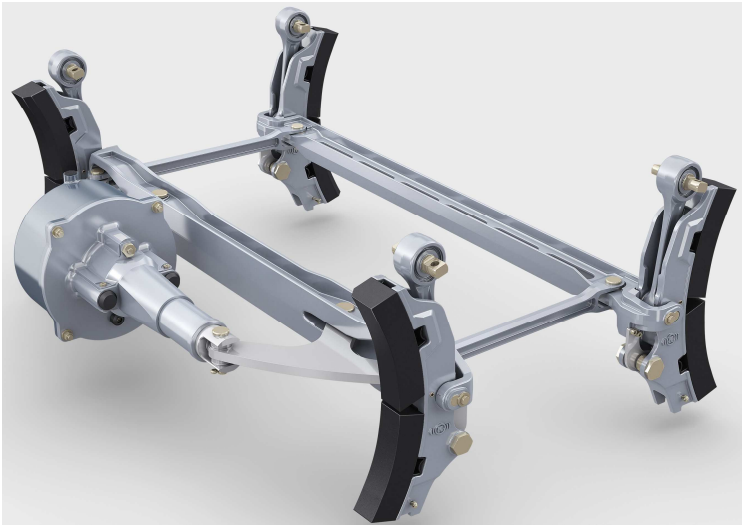
- hamulce beztarciowe
  - szynowe wiroprądowe
  - elektrodynamiczne
    - elektrodynamiczne oporowe
    - elektrodynamiczne rekuperacyjne

Hamulce cierne - klockowe



Hamulce cierne – klockowe BFCB





Hamulce klockowe

- zastosowanie hamulca klockowego
  - wagony towarowe o prędkości do 120km/h
  - wagony pasażerskie o prędkości do 160 km/h
  - lokomotywy o prędkości do 160 km/h
  - elektryczne zespoły trakcyjne starszej generacji
  - maszyny torowe, drezyny

- zalety hamulca klockowego
  - niezawodność
  - prosta budowa
  - interoperacyjność elementów układu
  - oczyszczanie powierzchni tocznej kół
  - prosta kontrola stanu

- wady hamulca klockowego
  - prędkość maksymalna – 160 km/h
  - ograniczenia w odprowadzania ciepła
  - duża ilość elementów generujących hałas
  - duży ciężar przekładni hamulcowej
  - konieczność zmiany ciśnienia maks. cylindra w funkcji prędkości

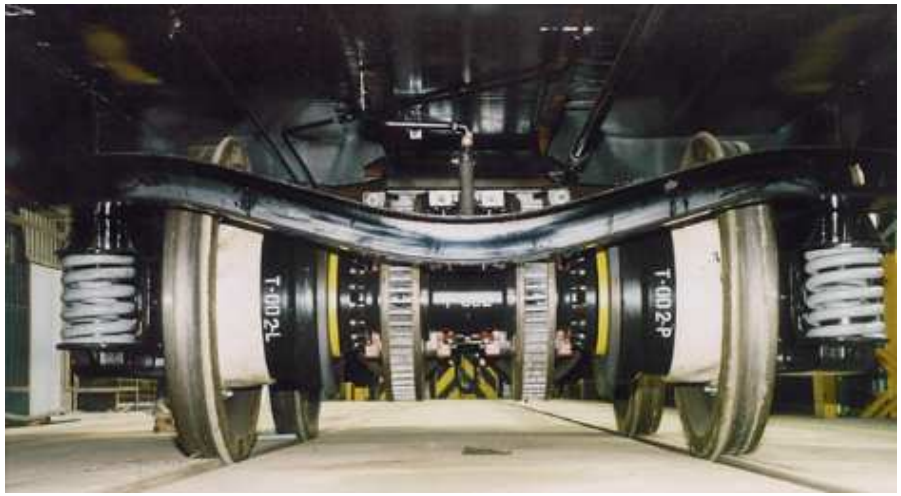
Hamulce tarczowe

- zastosowanie hamulca tarczowego
  - wagony towarowe o prędkości powyżej 120km/h
  - wagony pasażerskie o prędkości powyżej 160 km/h
  - lokomotywy o prędkości powyżej 160 km/h
  - elektryczne zespoły trakcyjne nowej generacji
  - wagony metra

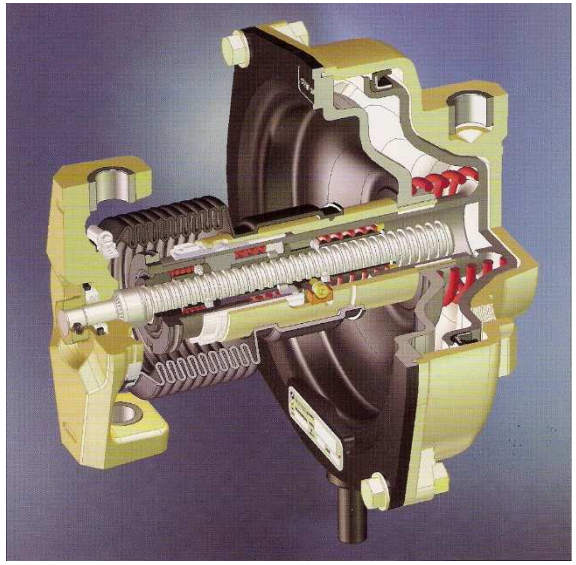
- zalety hamulca tarczowego
  - zwarta konstrukcja
  - duża skuteczność
  - dobre odprowadzanie ciepła
  - szybkie i skuteczne likwidowanie poślizgu

- wady hamulca tarczowego
  - wyższy koszt elementów układu
  - brak czyszczenia powierzchni tocznej kół

Hamulce tarczowe – wagony towarowe

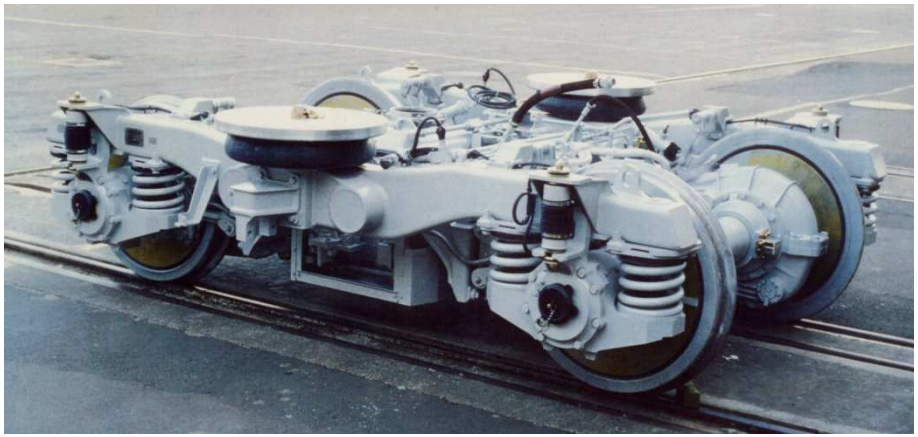


Hamulce tarczowe – pojazdy pasażerskie

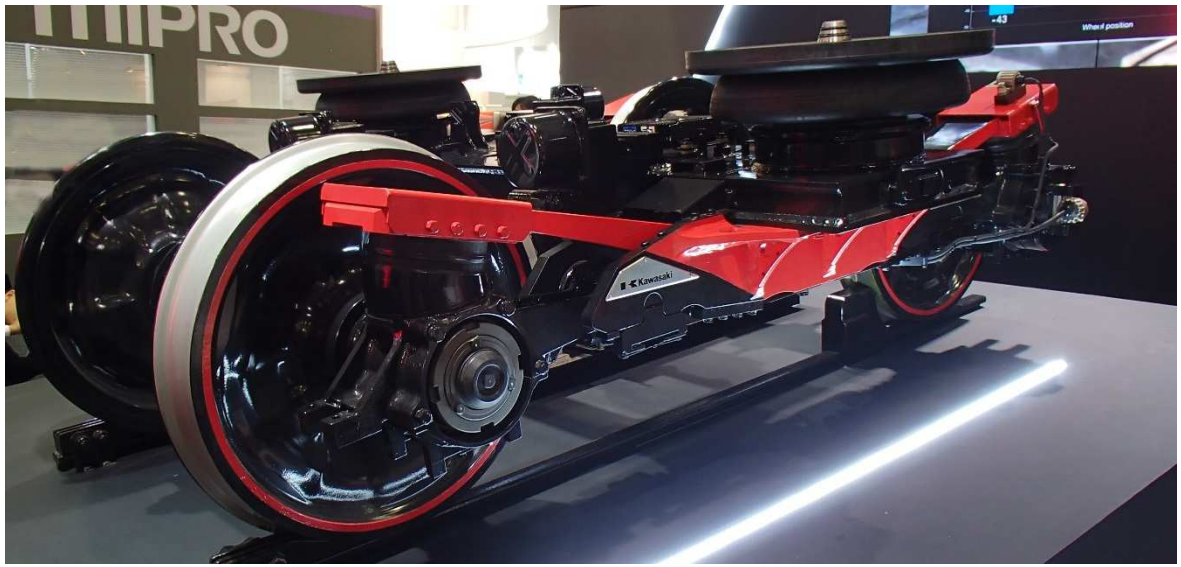


Hamulce tarczowe – pojazdy pasażerskie

Stary typ wózka Shinkansen
(1964～1992 Seria 0, 100, 200)
masa wózka: **9860** kg



Obecny typ wózka Shinkansen
（1992～ Seria 300 i następne）
masa wózka: **6660** kg



Badania ruchowe

Hamulce klockowe vs. hamulce tarczowe

Wagon typu	Typ wstawek	Ustawienie hamulca	Prędkość [km/h]	Masa [t]	Opóźnienie [m/s^2]	Przełożenie dźwigni a/b [mm]	Droga [m]	Lambda [%]	Cylinder
162A	2xBGu 250	P	120.00	43.10	0.93	500/200	690.20	104.40	2x14"
		P	120.00	43.10	0.96	515/185	658.30	109.80	
		R	120.00	43.10	1.08	500/200	567.50	135.20	
		R	120.00	43.10	1.12	515/185	541.50	142.70	
	żeliwo P13	R	140.00	43.10	1.06	500/200	737.00	140.00	
		R	140.00	43.10	1.08	515/185	752.70	146.70	
		R	160.00	43.10	1.04	515/185	1056.90	153.40	
155A	FR20H.2 175 cm^2	R	140.00	48.60	1.25	285/135	621.20	161.90	8x8" i 8x10"
		R	120.00	48.60	1.19	285/135	489.50	143.70	
		R+Mg	140.00	48.60	1.75	285/135	470.00	217.30	
		R	160.00	48.60	1.15	285/135	896.40	162.50	
		R+Mg	160.00	48.60	1.77	285/135	607.90	235.70	
		P	120.00	48.60	0.92	285/135	621.70	109.90	
		R	120.00	51.00	1.13	285/135	516.90	134.90	
		P	120.00	51.00	0.88	285/135	652.70	105.10	
		R+Mg	140.00	51.00	1.70	285/135	479.40	211.50	
508A	FR20H.2 200 cm^2	R	120.00	55.19	1.23	132/138	479.70	155.90	12x10"
		P	120.00	55.19	1.02	132/138	594.00	121.50	
		R+Mg	120.00	55.19	1.44	132/138	386.60	197.00	
		R+Mg	120.00	53.19	1.52	132/138	395.10	202.40	
		P	120.00	53.19	1.02	132/138	612.10	122.70	
		R	120.00	53.19	1.24	132/138	505.00	152.80	
307A	Cosid 828 200 cm^2	P	120.00	58.30	1.01	132/138	578.90	119.40	12x10"
		R	120.00	58.30	1.27	132/138	499.30	150.40	
		R	140.00	58.30	1.25	132/138	677.40	156.70	
		R	160.00	58.30	1.19	132/138	900.70	157.00	
		R+Mg	120.00	58.30	1.54	132/138	395.20	198.50	
		R+Mg	140.00	58.30	1.60	132/138	517.50	213.00	
		R+Mg	160.00	58.30	1.56	132/138	668.50	218.80	

Kres możliwości hamulca klockowego

Podział hamulców ze względu na eksploatację

- hamulce wagonów towarowych
  - żeliwne wstawki hamulcowe
  - kompozytowe wstawki hamulcowe typu K
- hamulce wagonów pasażerskich – ruch dalekobieżny
  - organiczne okładziny cierny
  - żeliwne wstawki hamulcowe
- hamulce pasażerskich pojazdów trakcyjnych
  - spalinowe zespoły trakcyjne
  - elektryczne zespoły trakcyjne

Rodzaje materiałów ciernych – hamulec klockowy

Kompozyt ** – materiał utworzony z co najmniej dwóch komponentów (faz) o różnych właściwościach w taki sposób, że ma właściwości lepsze i/lub właściwości nowe (dodatkowe) w stosunku do komponentów wziętych osobno lub wynikających z prostego sumowania ich właściwości.

Kompozytowe wstawki hamulcowe

LL
materiał o średnim wsp. tarcia:
0,10 do 0,15 *

L
materiał o średnim wsp. tarcia:
0,15 to 0,25 *

K
materiał o średnim wsp. tarcia:
0,25 to 0,30 *

Wstawki z żeliwa szarego

* Definicja za: PN-EN 16452:2015

** Definicja za: Encyklopedia PWN 2001-2005

Materiały kompozytowe

Cechy wstawek hamulcowych z materiałów kompozytowych zauważono już w latach 50 tych XX wieku, podczas prowadzenia pierwszych testów na tych materiałach:

- przegrzewanie powierzchni obręczy koła,
- nadmierne i charakterystyczne zużycie współpracującej z wstawką powierzchni tocznej koła,
- właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych,
- nanoszenie materiału metalowego na powierzchnię cierną wstawki (obecnie nazywane wtrąceniami metalicznymi).

Materiały kompozytowe

Mając na względzie wymienione cechy, komisja UIC zajmująca się problemami hamulców przedstawiła wytyczne dla stosowania wstawek z materiałów kompozytowych w pojazdach kolejowych. Poniżej przedstawiono najważniejsze wymagania dotyczące stosowania wstawek z materiałów kompozytowych typu K, L i LL:

- wstawki z materiałów kompozytowych mogą być użyte jedynie do współpracy z kołami monoblokowymi (zgodnie z PN-EN 13979-1 z wyjątkiem materiałów ER2. BV2, ER8 i ER9),
- dla wstawek typu K i LL zaleca się stosowanie kół o zmniejszonej grubości obrzeża (np. 30 mm),
- wagony wyposażone w wstawki kompozytowe powinny być oznaczone zgodnie z wytycznymi karty UIC 545 (wypisanie rodzaju i typu wstawki na pudle wagonu),
- podczas hamowania pociągu z prędkości poniżej 50 km/h należy wcześniej uruchomić hamulec lub wdrożyć wyższy stopień hamowania,
- w warunkach zimowych należy utrzymywać dodatnie temperatury par ciernych poprzez realizowanie hamowań I-go stopnia co 10-15 min lub 20-30 km,
- w wagonach z wstawkami kompozytowymi ze względu na niższy (od wstawek żeliwnych) statyczny współczynnik tarcia, zaleca się uruchomienie hamulca ręcznego/postojowego na podwojonej liczbie wagonów niż w analogicznym pociągu z wstawkami żeliwnymi.

Materiały kompozytowe

Wytyczne komisji UIC o stosowaniu wstawek z materiałów kompozytowych zawierają katalog uszkodzeń, w którym pokazano wady spotykane najczęściej w eksploatacji, oraz jak należy je interpretować. Katalog uszkodzeń jest rozwinięciem załącznika 9 do ogólnej umowy o użytkowaniu wagonów towarowych (AVV).

Przegrzewanie powierzchni obręczy koła

Przegrzewanie powierzchni obręczy koła

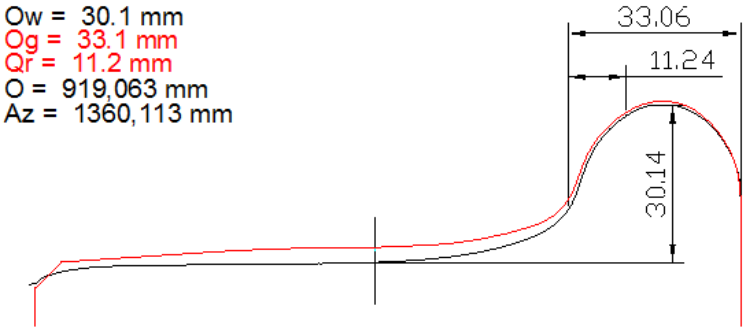
Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Nadmierne i charakterystyczne zużycie współpracującej z wstawką powierzchni tocznej koła,

Wartości dopuszczalne przy naprawie
Ow = 28,5 - 36 [mm]
Og = 28.5 - 33,0 [mm]
Qr = 7,5 - 11,0 [mm]
O-O' = 1 [mm]
Az = 1360 - 1362 [mm]

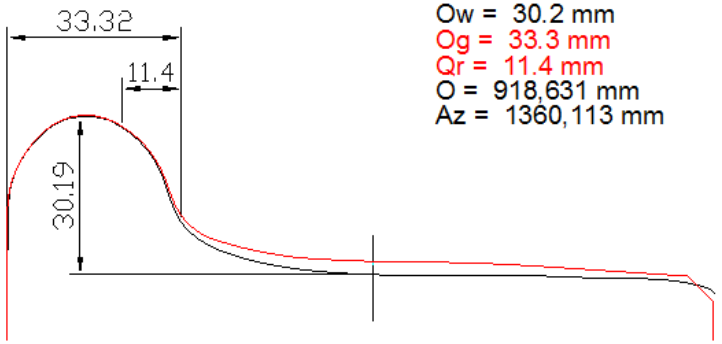
Koło: lewe
Data pomiaru:28.03.2012r.
Godzina pomiaru:8.59.50

Ow = 30.1 mm
Og = 33.1 mm
Qr = 11.2 mm
O = 919,063 mm
Az = 1360,113 mm



Koło: prawe
Data pomiaru:28.03.2012r.
Godzina pomiaru:9.02.01

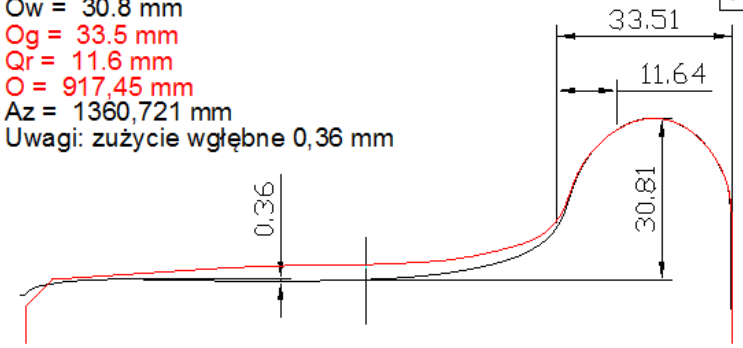
Ow = 30.2 mm
Og = 33.3 mm
Qr = 11.4 mm
O = 918,631 mm
Az = 1360,113 mm



Wartości dopuszczalne przy naprawie
Ow = 28,5 - 36 [mm]
Og = 28.5 - 33,0 [mm]
Qr = 7,5 - 11,0 [mm]
O-O' = 1 [mm]
Az = 1360 - 1362 [mm]

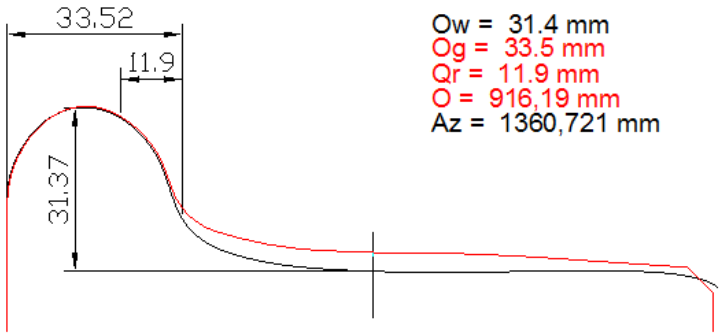
Koło: lewe
Data pomiaru:28.03.2012r.
Godzina pomiaru:9.00.35

Ow = 30.8 mm
Og = 33.5 mm
Qr = 11.6 mm
O = 917,45 mm
Az = 1360,721 mm
Uwagi: zużycie wgłębne 0,36 mm



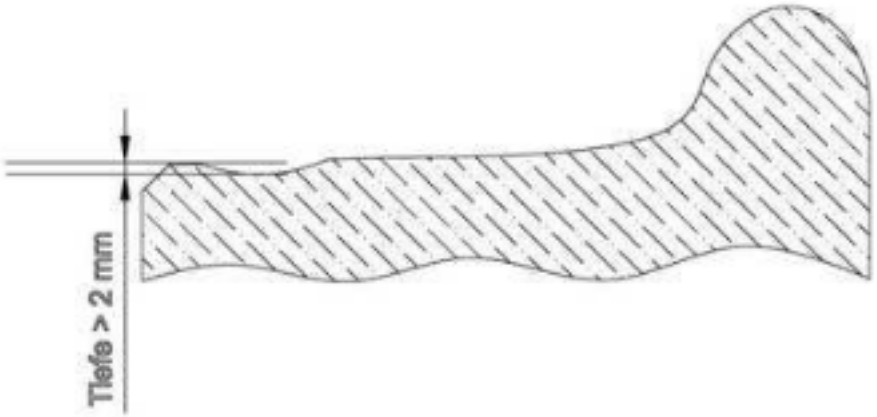
Koło: prawe
Data pomiaru:28.03.2012r.
Godzina pomiaru:9.01.21

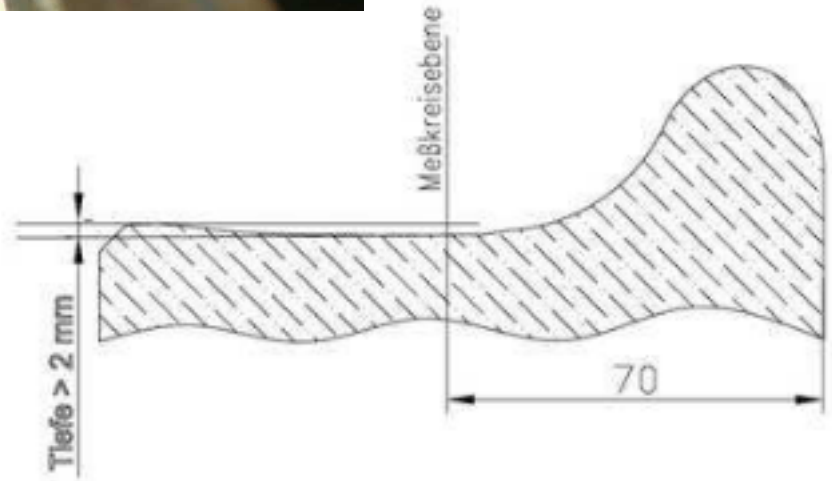
Ow = 31.4 mm
Og = 33.5 mm
Qr = 11.9 mm
O = 916,19 mm
Az = 1360,721 mm



Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Nadmierne i charakterystyczne zużycie współpracującej z wstawką powierzchni tocznej koła,



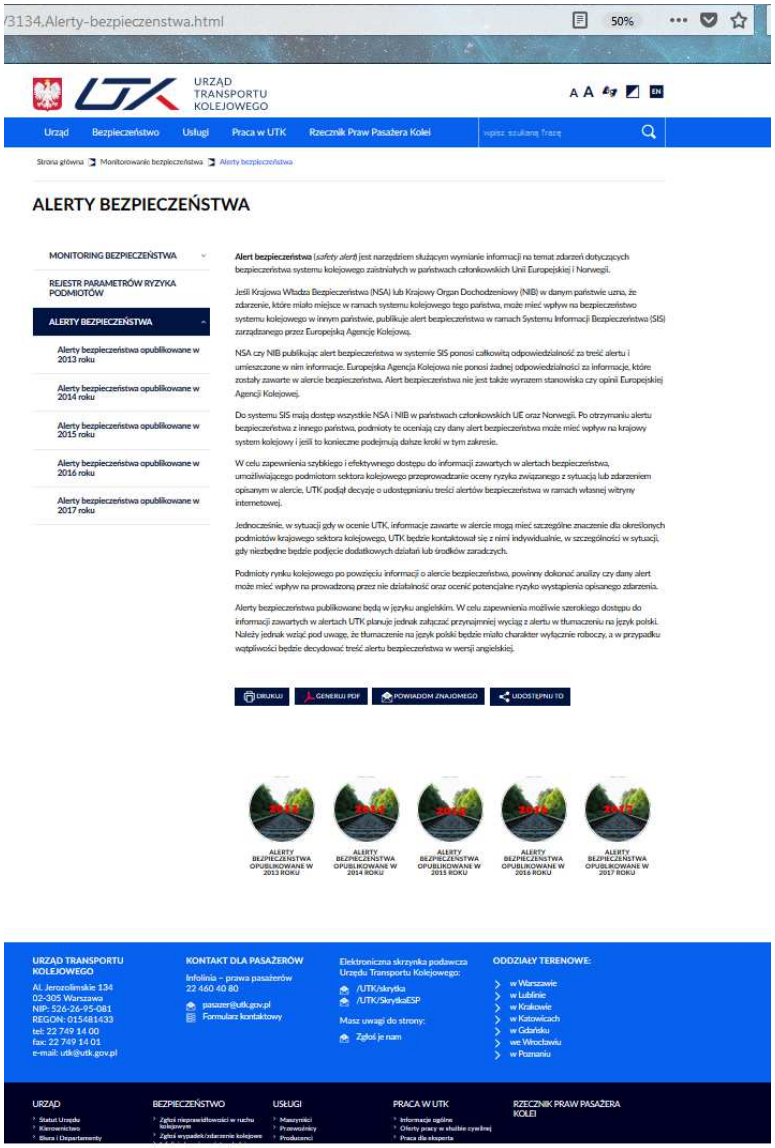


Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych

Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK



Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK

VR GROUP

Kompozytowe wstawki hamulcowe w warunkach zimowych

załącznik

VR Group, Finlandia,

26/04/2016

Tanja Lähdetluoma

Dyrektor ds. Europejskich

1

Getting there together

Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK

VR GROUP

Opis

- Kompozytowe wstawki hamulcowe mają wpływ na bezpieczeństwo, co stwierdzono w Europie Północnej.
- Pojawiające się zdarzenia oraz informacje zwrotne maszynistów wskazują na problem hamowania wagonów do przewozu drewna, zawierających wyłącznie kompozytowe wstawki hamulcowe.
- Zdarzenia spowodowane są wydłużonym czasem hamowania w wyniku nagromadzonego śniegu i lodu.

Podjęte działania

- Analiza raportu o zdarzeniach.
- Analiza warunków pogodowych.
- Analiza informacji z rejestratora danych (”czarna skrzynka”).
- Ankieta wypełniona przez maszynistów.
- Badanie możliwych rozwiązań technicznych.

Nie znaleziono rozwiązania eliminującego problem

Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK

VR GROUP

Raport o zdarzeniach

Data	Warunki pogodowe	Opis zdarzenia	Szczegóły dotyczące hamowania
25.02.2016	Temperatura - 7 °C, niewielkie opady śniegu.	Słaba siła hamowania, brak bezpośredniego zagrożenia	Pociąg poruszał się z niską prędkością. Prędkość nie uległa zmniejszeniu podczas hamowania na łagodnym zboczu.
15.02.2016	Temperatura -2 °C, tor został oczyszczony ze śniegu, umiarkowane opady śniegu.	Dłuższa droga hamowania, brak bezpośredniego zagrożenia	Droga hamowania wyniosła ok. 2 km przy prędkości 60 km/h
02.02.2016	-	Trudność sprzęgania podczas prac manewrowych	Mimo pełnego hamowania, pusty pociąg nie zatrzymał się podczas sprzęgania lokomotywy.
02.02.2016	-	Niedozwolone przekroczenie sygnału STÓJ	Pomimo zainicjowanego hamowania, pociąg przekroczył sygnał STÓJ.
26.01.2016	-	Pociąg zatrzymał się na wzgórzu. Z powodu słabej przyczepności, stoczył się	Pociąg nie zatrzymał się pomimo hamowania. Stoczył się ok. 150 m po hamowaniu awaryjnym.
22.01.2016	Temperatura -15 °C, śnieg	Słabe hamowanie na linii	Hamowanie rozpoczęto 1000 m przed sygnałem STÓJ przy prędkości 40 km/h. Siła hamowania zadziałała 450 m przed sygnałem STÓJ. Pociąg zatrzymał się 130 m przed sygnałem.
19.12.2015	Temperatura 0 °C, śnieg	Pociąg nie zatrzymał się podczas prac manewrowych	Pociąg podczas prac manewrowych stoczył się z nachylenia. Zatrzymał się po 200 m od podjęcia hamowania awaryjnego.
29.01.2015	Śnieg na torach	Pociąg zatrzymał się na wzgórzu; stoczył się	Pociąg stoczył się 200 m pomimo hamowania awaryjnego
20.01.2015	-	Pociąg zatrzymał się na wzgórzu; stoczył się	Pociąg stoczył się 200 m pomimo hamowania awaryjnego
16.01.2015	Temperatura -20 °C, śnieg	Długa droga hamowania podczas prac manewrowych	Droga hamowania 200 m przy prędkości 10 km/h
13.01.2015	Temperatura -22 °C .	Długa droga hamowania podczas prac manewrowych	Droga hamowania 400 m przy prędkości km/h
05.01.2015	-	Niedozwolone przekroczenie sygnału STÓJ	Droga hamowania 300 m przy prędkości 35 km/h

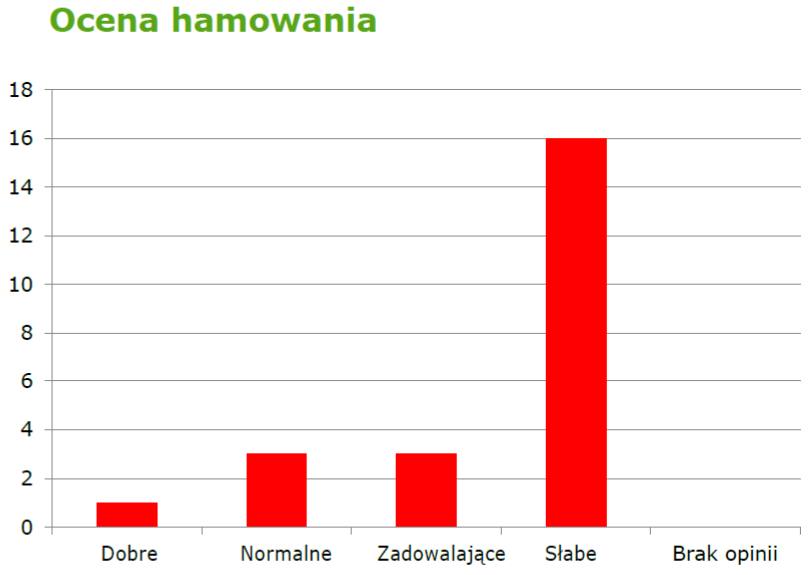
Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK

VR GROUP

Public

Informacja zwrotna maszynistów

- Maszyniści zostali poproszeni o ocenę hamowania pojazdów z wagonami przy kompozytowych wstawkach hamulcowych;
- Wyniki ankiety elektronicznej zebrane zostały między 10 lutym a 6 kwietnia 2016 r.
- Otrzymano 23 odpowiedzi maszynistów, poruszających się pojazdami do przewozu drewna zarówno przy jazdach manewrowych jak i pociągowych.
- 16 z 23 maszynistów określiło hamowanie przy kompozytowych wstawkach hamulcowych, jako słabe.



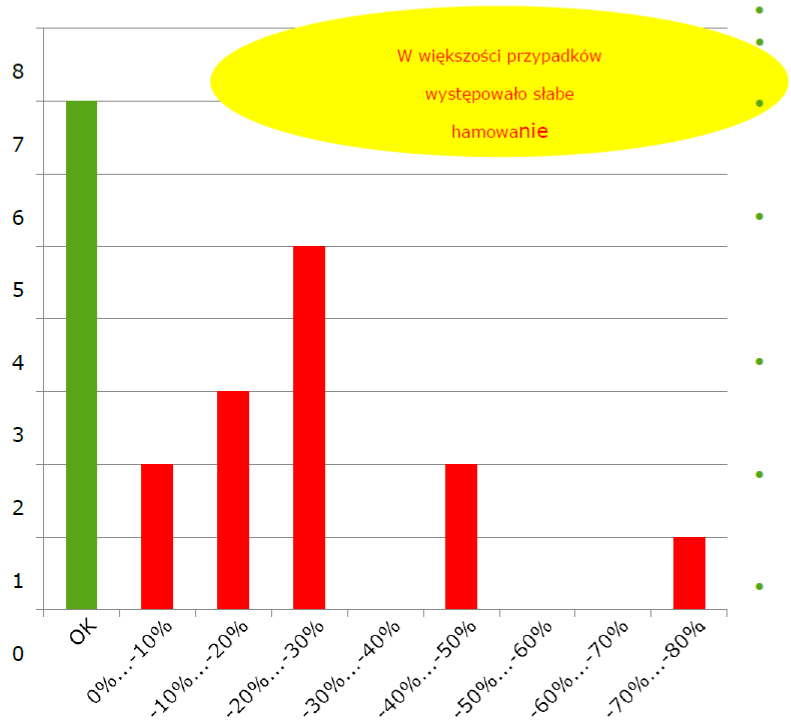
Większość maszynistów uznała hamowanie przy kompozytowych wstawkach hamulcowych, jako słabe

Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK

VR GROUP

Analiza informacji z rejestratora danych

Rzeczywiste opóźnienie w warunkach zimowych vs. nominalne opóźnienie wagonów do przewozu drewna



Rzeczywiste opóźnienie w stosunku do nominalnej wartości minimalnej

- Analiza informacji zebranych w Lutym 2016 r.
- Dane zebrano z pojazdów do przewozu drewna z kompozytowymi wstawkami hamulcowymi. Przedstawiono dane z 20 przypadków, w których nieustanne hamowanie trwało dłużej niż 5 sekund.
- Rzeczywiste opóźnienie pociągu vs. opóźnienie nominalne (zgodnie ze wskaźnikami systemu ATC). Wartości nominalne wskazują maksymalny dopuszczalny dystans hamowania, przy określonej prędkości.
- Gradient toru i ciśnienie przewodu hamulcowego zostały uznane w obliczeniach, jako okoliczności łagodzące. Oznacza to, że faktyczna skuteczność hamowania mogła być niższa, niż wskazana na wykresie.
- Czerwone słupki wskazują przedłużoną drogę hamowania. Mniej niż -40% wskazuje na bardzo niską zdolność hamowania.
- 13 na20 wskazanych przypadków miało wydłużoną drogę hamowania, co oznacza, że skuteczność hamowania była niższa niż dozwolona.
- 7 na 20 wskazanych przypadków miała przepisową drogę hamowania. Skuteczność hamowania nie jest tym samym uzależniona od maszynisty. Istnieje jednocześnie ryzyko nagłej utraty zdolności hamowania.

Właściwości silnie uzależnione od warunków atmosferycznych – alerty bezpieczeństwa UTK

Public

VR GROUP

Badanie możliwych rozwiązań technicznych

- VR Group sp. z o.o. w 2014 r. rozpoczęła działalność przewozu drewna przy pomocy pociągów wyposażonych w wagony wyłącznie z kompozytowymi wstawkami hamulcowymi. Wcześniej eksploatowano pojazdy z wagonami: częściowo wyposażonymi w kompozytowe wstawki hamulcowe, częściowo żeliwne klocki hamulcowe. Problemy skuteczności hamowania nie pojawiał się przy zestawianiu wagonów obydwu rodzajów.

- Na podstawie raportów z zaistniałych zdarzeń stwierdzono, że konkretne typy lokomotyw i wagonów, wiek ani doświadczenie maszynistów, nie miały wpływu na przedmiotowe zdarzenia.

- Wskazując na doświadczenia z zimy 2014/2015, problem starano się rozwiązać technicznie i operacyjnie. Pociąg do przewozu drewna złożony jest z lokomotywy i 22 wagonów towarowych.
  - Typ hamulców w wagonach do przewozu drewna został zmieniony z G na P, zapewniając bardziej impulsywne hamowanie, co ma z kolei wpływ na usuwanie lodu i śniegu z systemu hamulcowego.
  - Podczas zimy 2015/2016 przetestowano skład pociągu, w którym pierwszy i ostatni wagon został zastąpiony wagonami z klockami hamulcowymi żeliwnymi.
  - Wskazane środki okazały się nieskuteczne.

- Rozwiązaniem technicznym, zwiększającym skuteczność hamowania, jest zwiększenie liczby pojazdów z żeliwnymi klockami hamulcowymi lub całkowite zastąpienie kompozytowych wstawek hamulcowych – żeliwnymi klockami hamulcowymi.

Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Nanoszenie materiału metalowego na powierzchnię cierną wstawki (obecnie nazywane wtrąceniami metalicznymi).

1.3 Metal inclusions

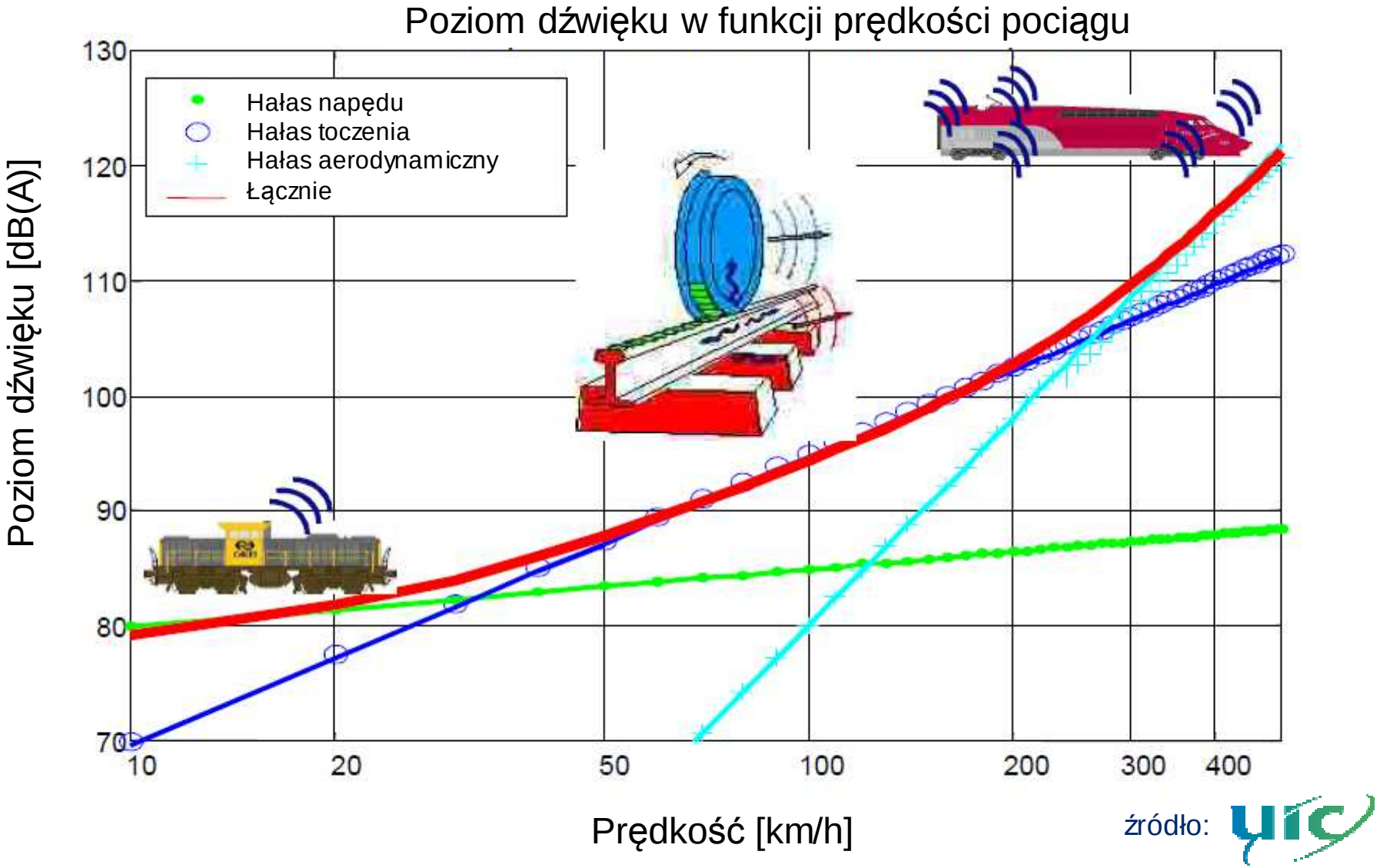
Designation:

Appearance:
Wheel surface usually shows wear marks (e.g. slots) or shiny metallic marks

Actions:

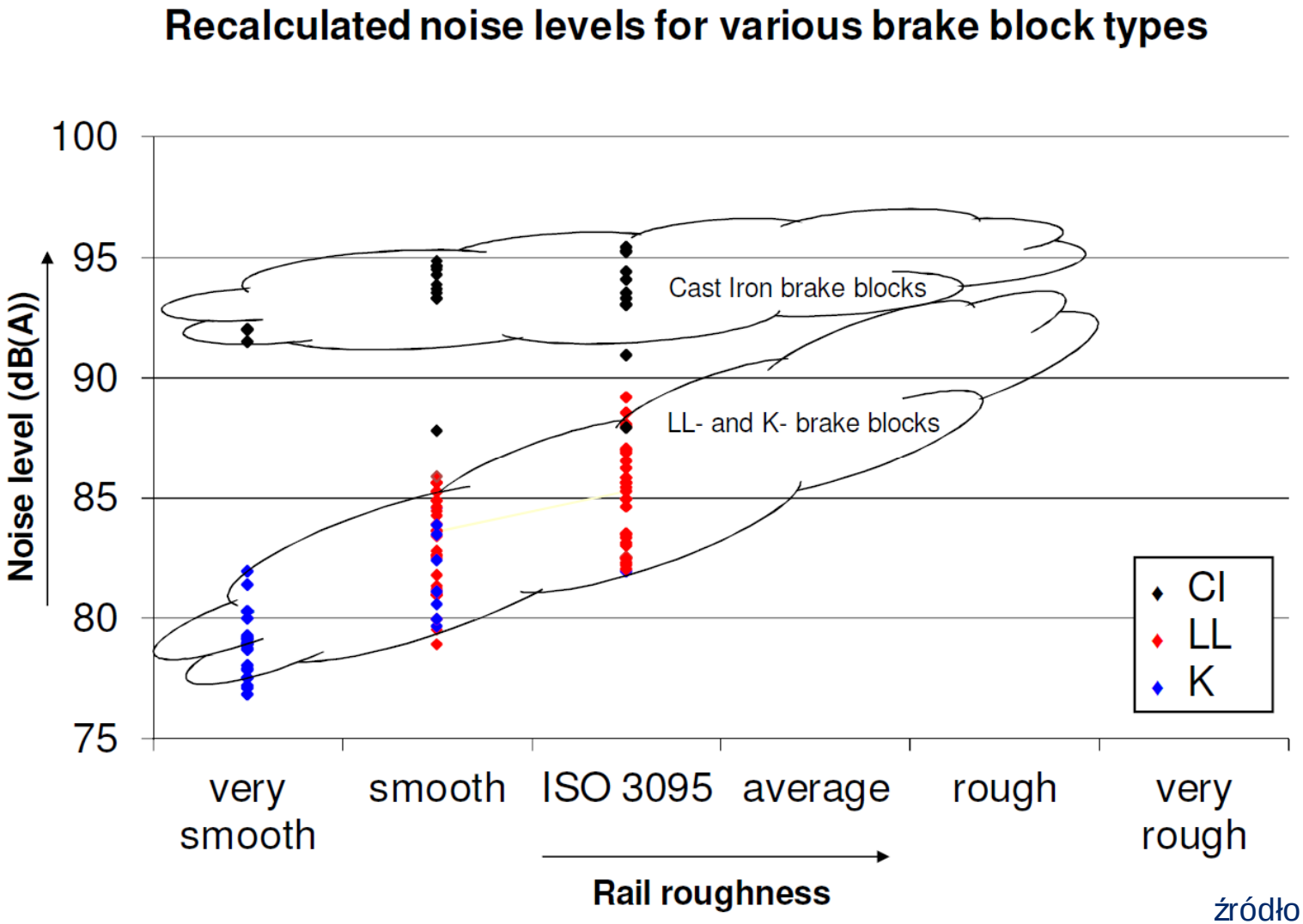
Block replacement necessary

Hałas przejazdu



źródło: UIC

Redukcja hałasu w ruchu towarowym

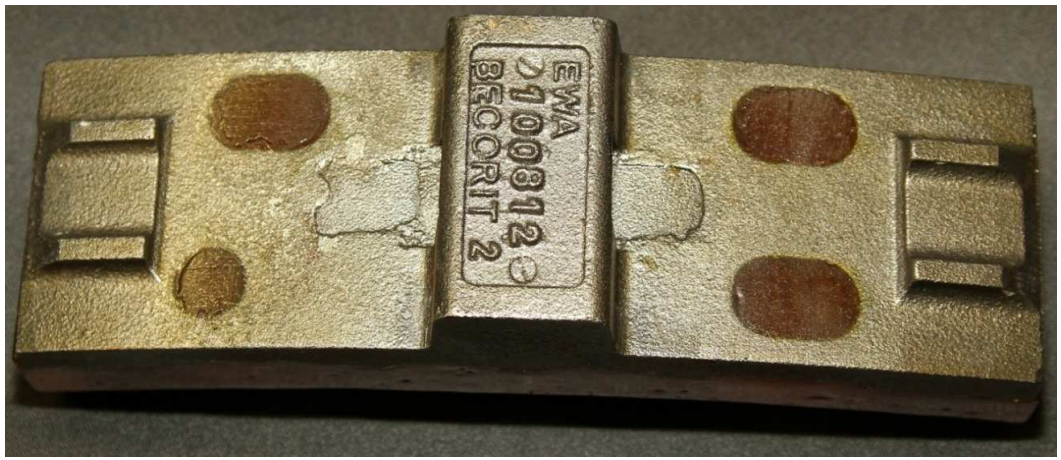


źródło: UIC

Redukcja hałasu w ruchu towarowym

Wstawki żeliwne i wstawki typu LL ($\mu = 0{,}10 \div 0{,}15$)*

Wstawka żeliwna



Wstawka typu LL

* Definicja za: PN-EN 16452:2015

Redukcja hałasu w ruchu towarowym

Wstawki typu L ($\mu = 0{,}15 \div 0{,}25$)*

* Definicja za: PN-EN 16452:2015

Redukcja hałasu w ruchu towarowym

Organiczna wstawka typu K ($\mu = 0{,}25 \div 0{,}3$)*

* Definicja za: PN-EN 16452:2015

Wstawki żeliwne i wstawki kompozytowe

Chropowata powierzchnia toczna koła (koło współpracuje z wstawką żeliwną)

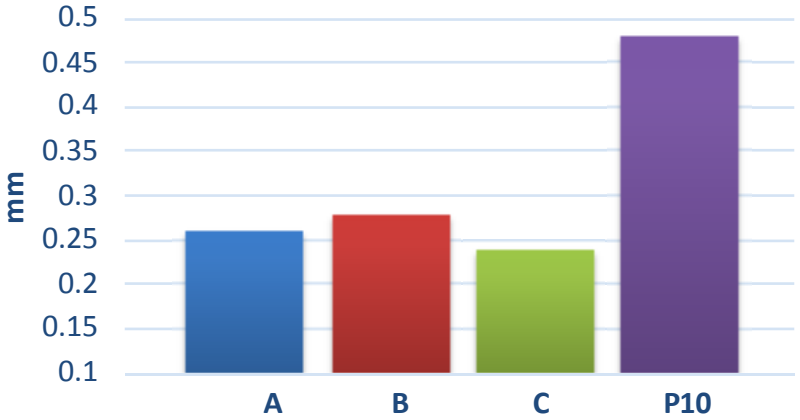
Gładka powierzchnia toczna koła (koło współpracuje z wstawką kompozytową)

Zużycie par ciernych w ruchu towarowym

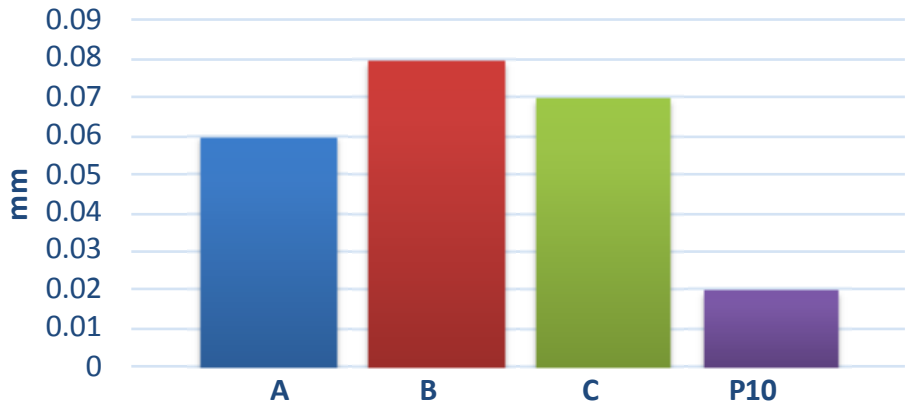
Porównanie zużycia kół oraz wstawek z żeliwa P10, wstawek LL i wstawek typu K

K
K
K

Materiał cierny	A	B	C	P10
Zużycie wstawki hamulcowej na 1 tys. km w mm	0,26	0,27	0,24	0,48
Zużycie kół na 1 tys. km w mm	0,06	0,08	0,07	0,02

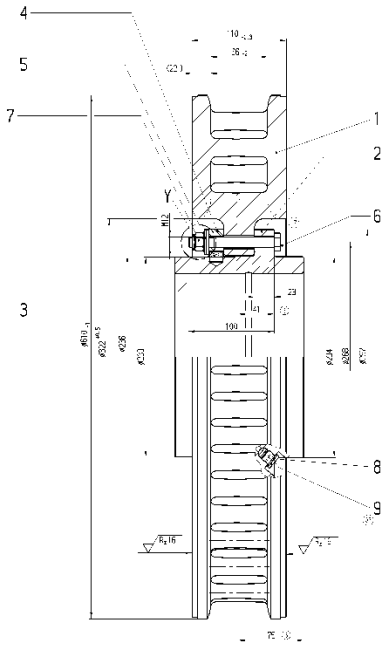


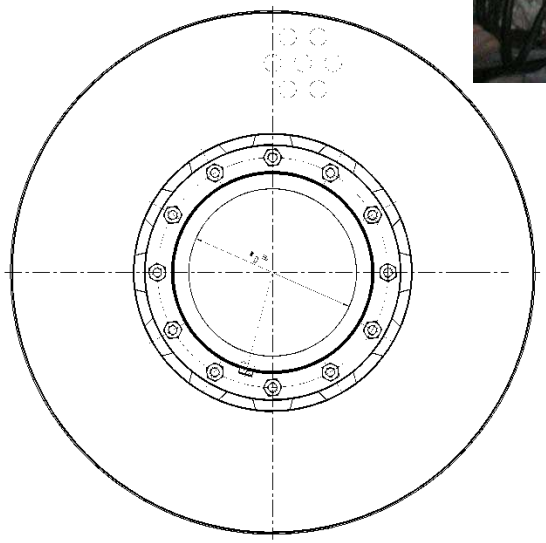
Zużycie wstawek

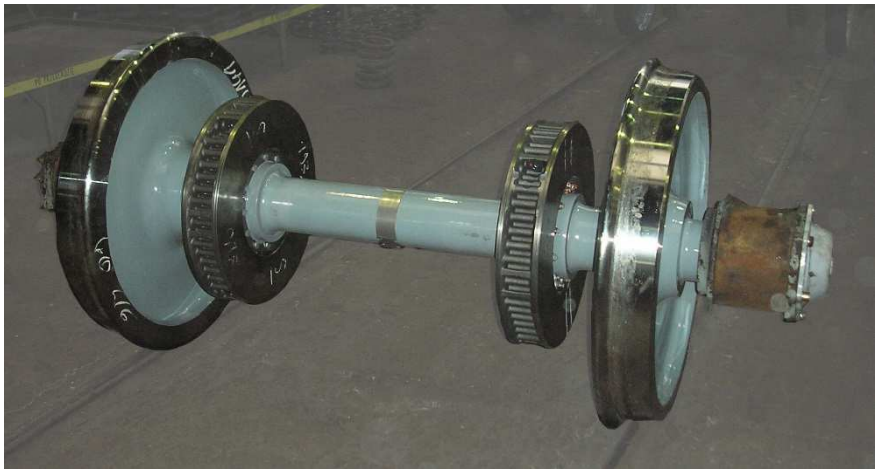


Zużycie kół

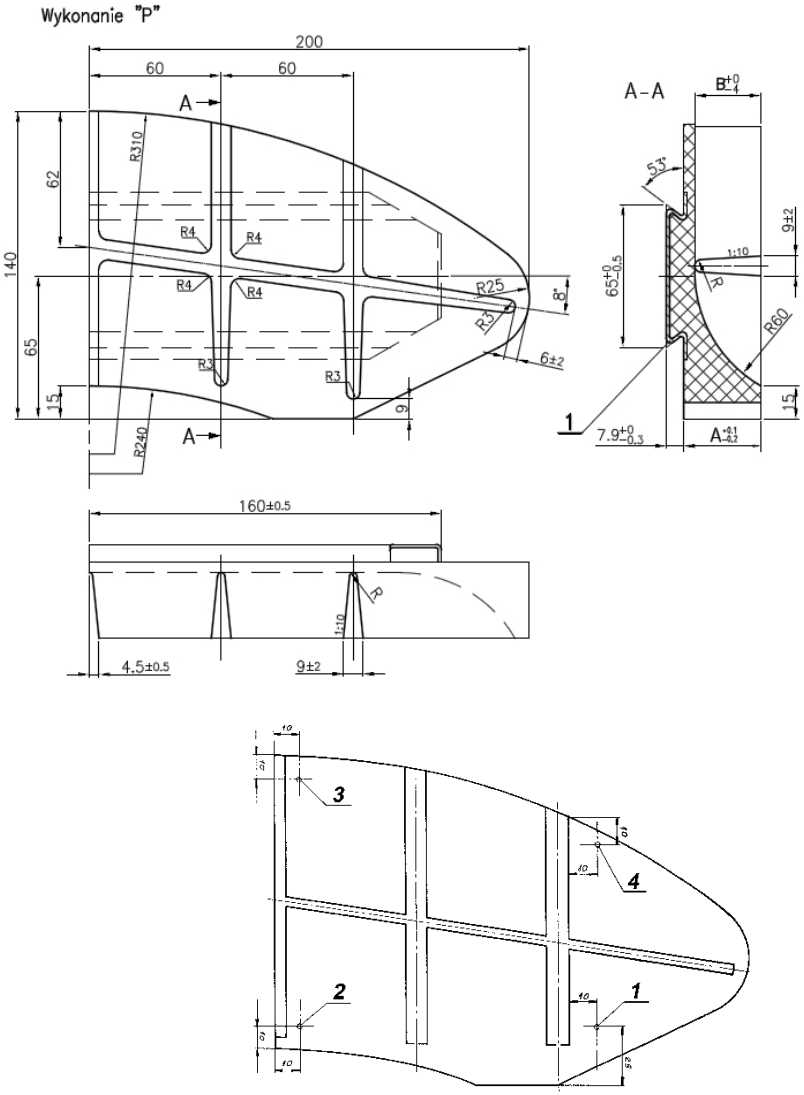
Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim dalekobieżnym

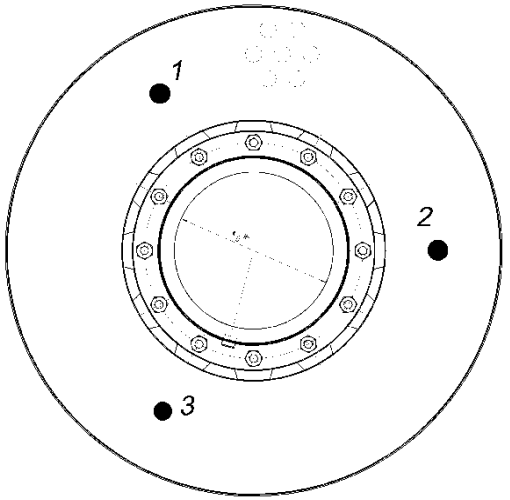


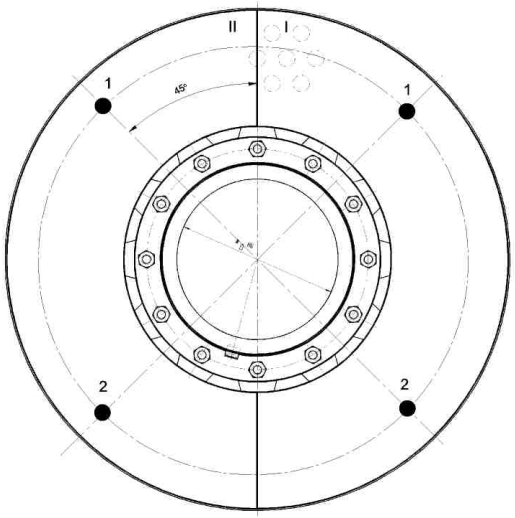




Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim dalekobieżnym

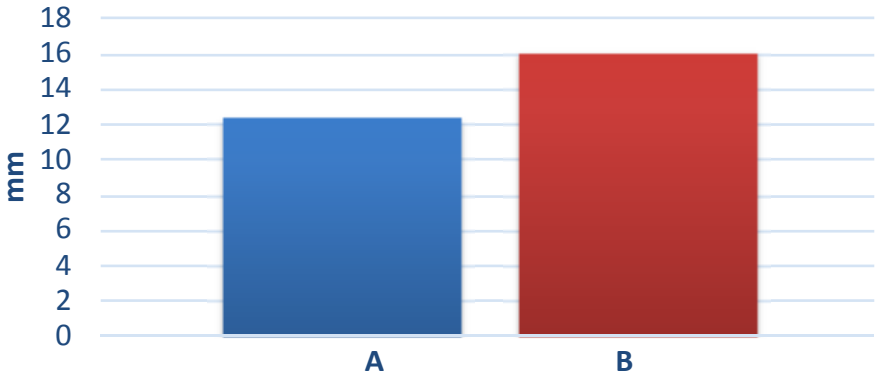




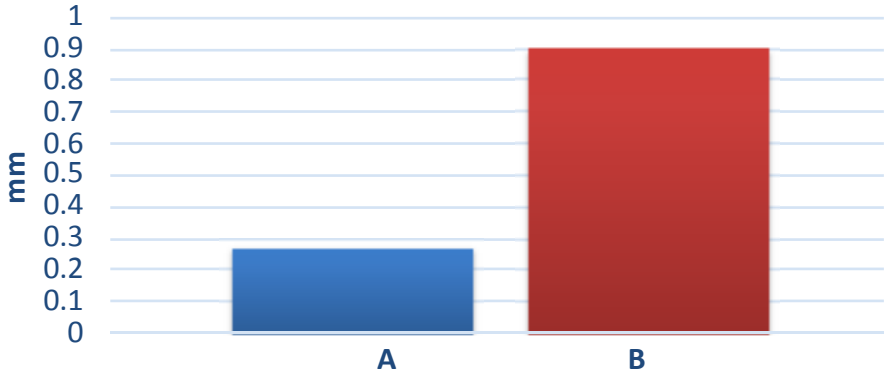


Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim dalekobieżnym

Materiał cierny	A	B
Zużycie okładziny ciernej na 100 tys. km	12,5	16,17
Zużycie tarczy hamulcowej na 100 tys. km	0,274	0,903



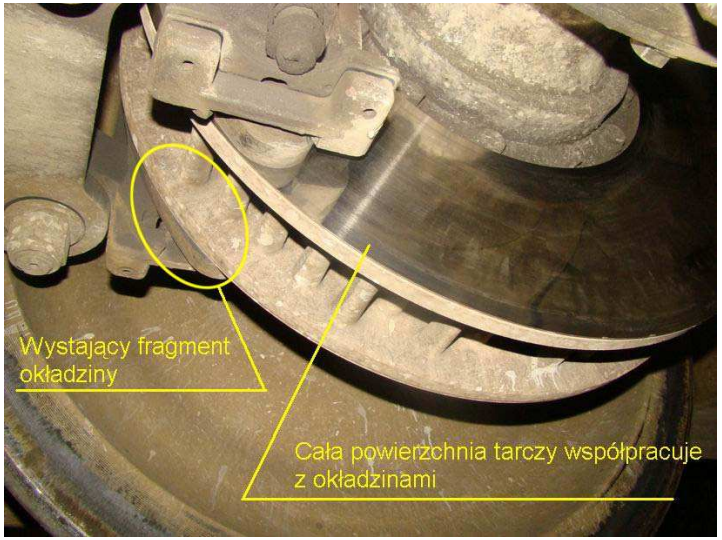
Zużycie okładzin

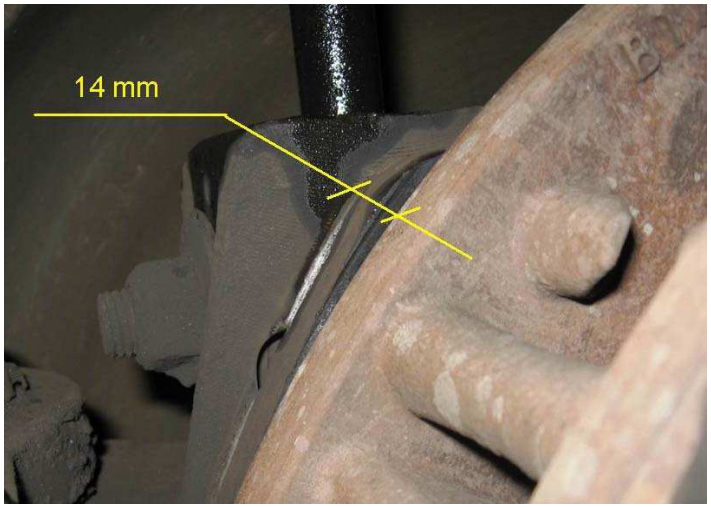


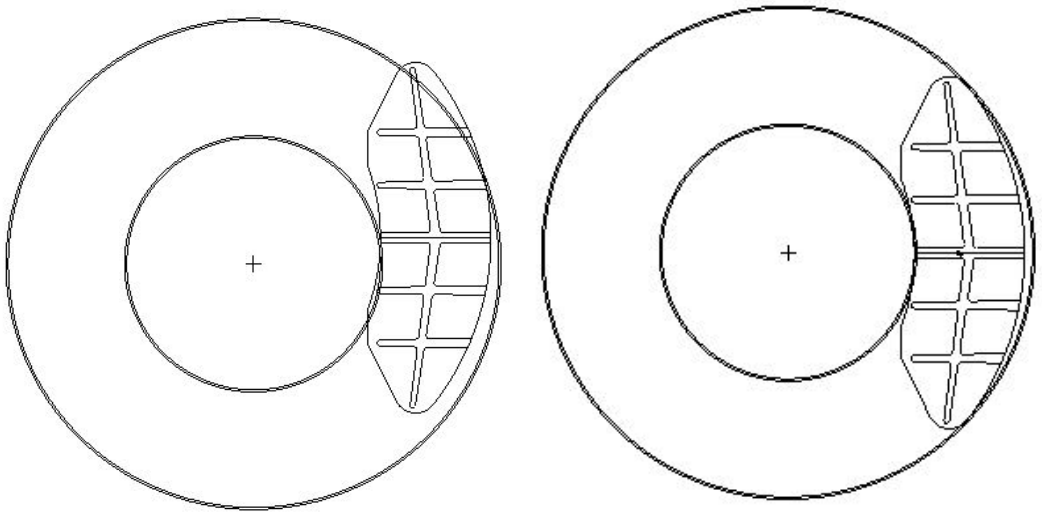
Zużycie tarcz hamulcowych

Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim aglomeracyjnym

Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim aglomeracyjnym

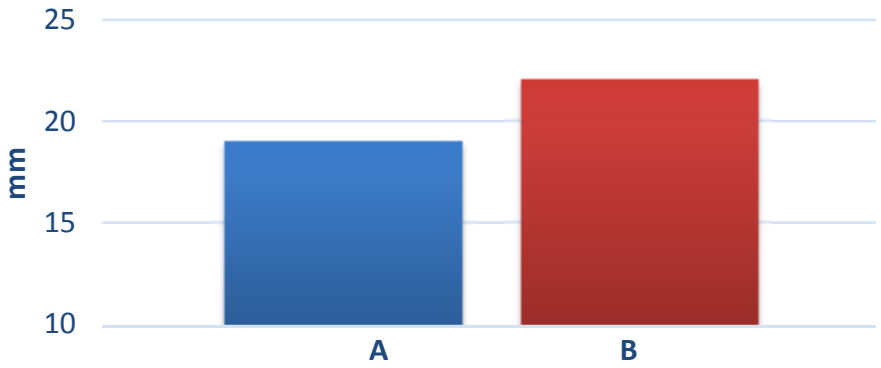




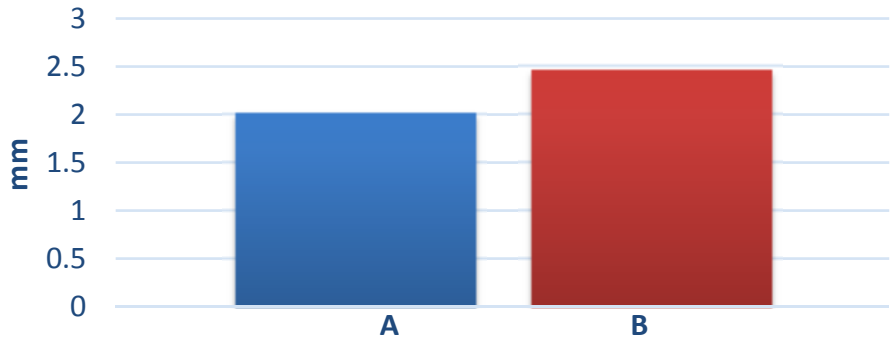


Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim aglomeracyjnym

Materiał cierny	A	B
Zużycie okładziny ciernej na 100 tys. km	19,05	22,06
Zużycie tarczy hamulcowej na 100 tys. km	2,033	2,481

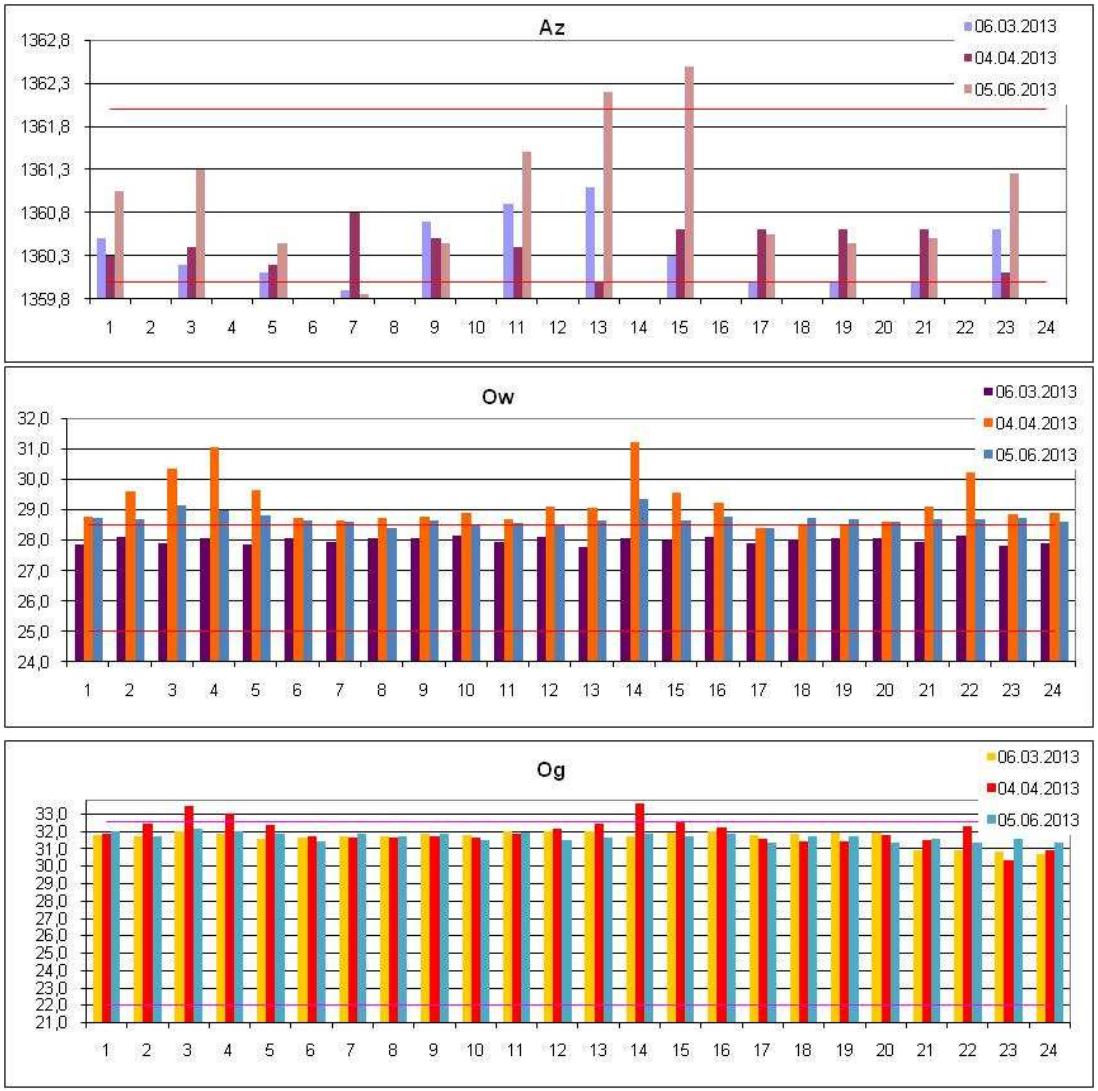


Zużycie okładzin

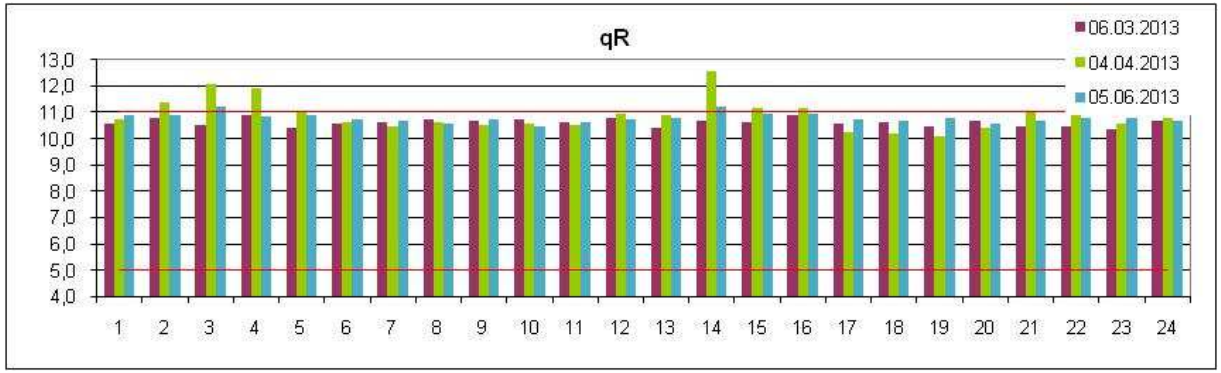


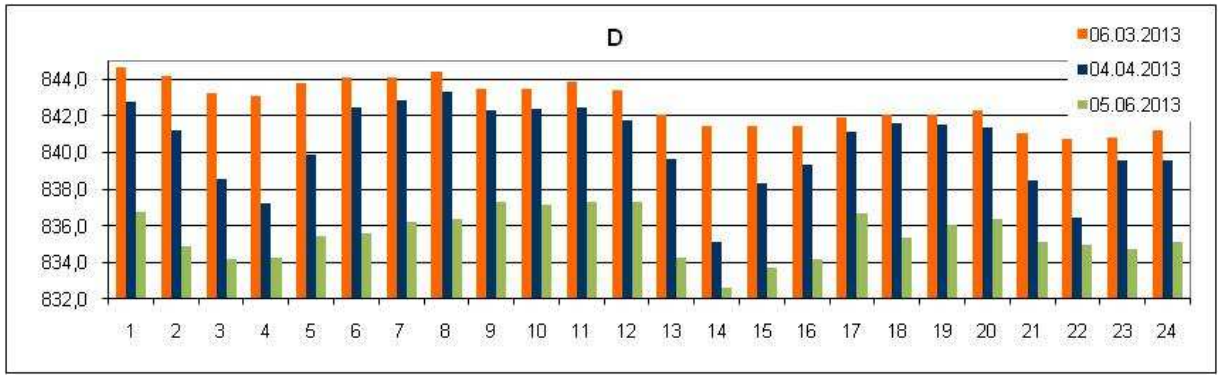
Zużycie tarcz hamulcowych

Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim aglomeracyjnym



Zużycie par ciernych w ruchu pasażerskim aglomeracyjnym





Uszkodzenia par ciernych hamulca klockowego

Uszkodzenia par ciernych hamulca klockowego

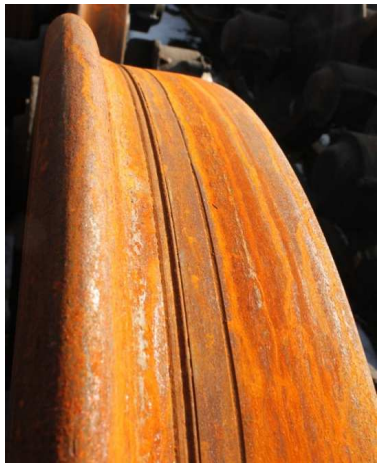
Najczęściej występujące uszkodzenia par ciernych występujących w pojazdach wyposażonych w hamulec klockowy to głównie błędy w obsłudze.

Może to być jazda z zakręconym hamulcem ręcznym/postojowym, niewyluzowanie składu po zmianie lokomotyw oraz brak nadzoru w bieżącym utrzymaniu pojazdów.

Błędów tych można uniknąć przez szkolenia pracowników obsługi w szczególności przy wprowadzaniu do eksploatacji wagonów ze skomplikowanym układem hamulcowym.

Jednym ze sposobów zabezpieczania wagonu przed jazdą z zakręconym hamulcem ręcznym/postojowym jest uzbrojenie go w system ostrzegania za pomocą sygnału dźwiękowego

Nalep powstały podczas jazdy z zahamowanym hamulcem postojowym



Przegrzany zestaw kołwy z wyżłobieniami powstałymi podczas jazdy z zahamowanym hamulcem ręcznym

Uszkodzenia par ciernych hamulca klockowego

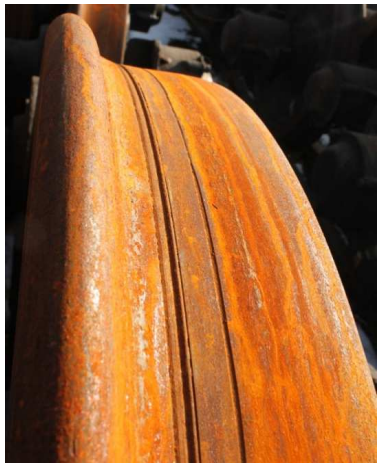
Najczęściej występujące uszkodzenia par ciernych występujących w pojazdach wyposażonych w hamulec klockowy to głównie błędy w obsłudze.

Może to być jazda z zakręconym hamulcem ręcznym/postojowym, niewyluzowanie składu po zmianie lokomotyw oraz brak nadzoru w bieżącym utrzymaniu pojazdów.

Błędów tych można uniknąć przez szkolenia pracowników obsługi w szczególności przy wprowadzaniu do eksploatacji wagonów ze skomplikowanym układem hamulcowym.

Jednym ze sposobów zabezpieczania wagonu przed jazdą z zakręconym hamulcem ręcznym/postojowym jest uzbrojenie go w system ostrzegania za pomocą sygnału dźwiękowego

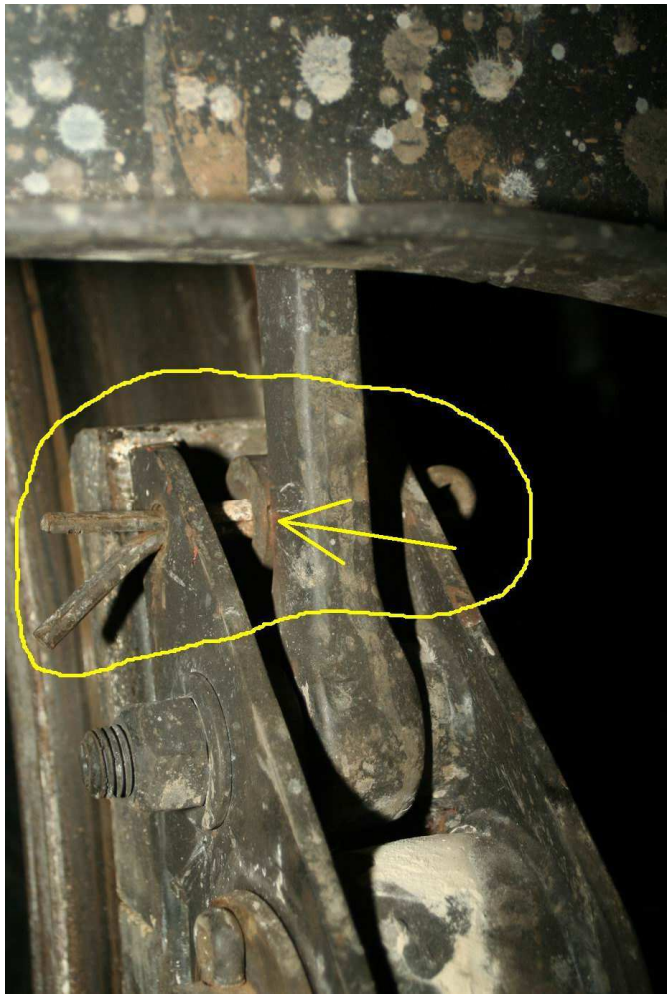
Nalep powstały podczas jazdy z zahamowanym hamulcem postojowym



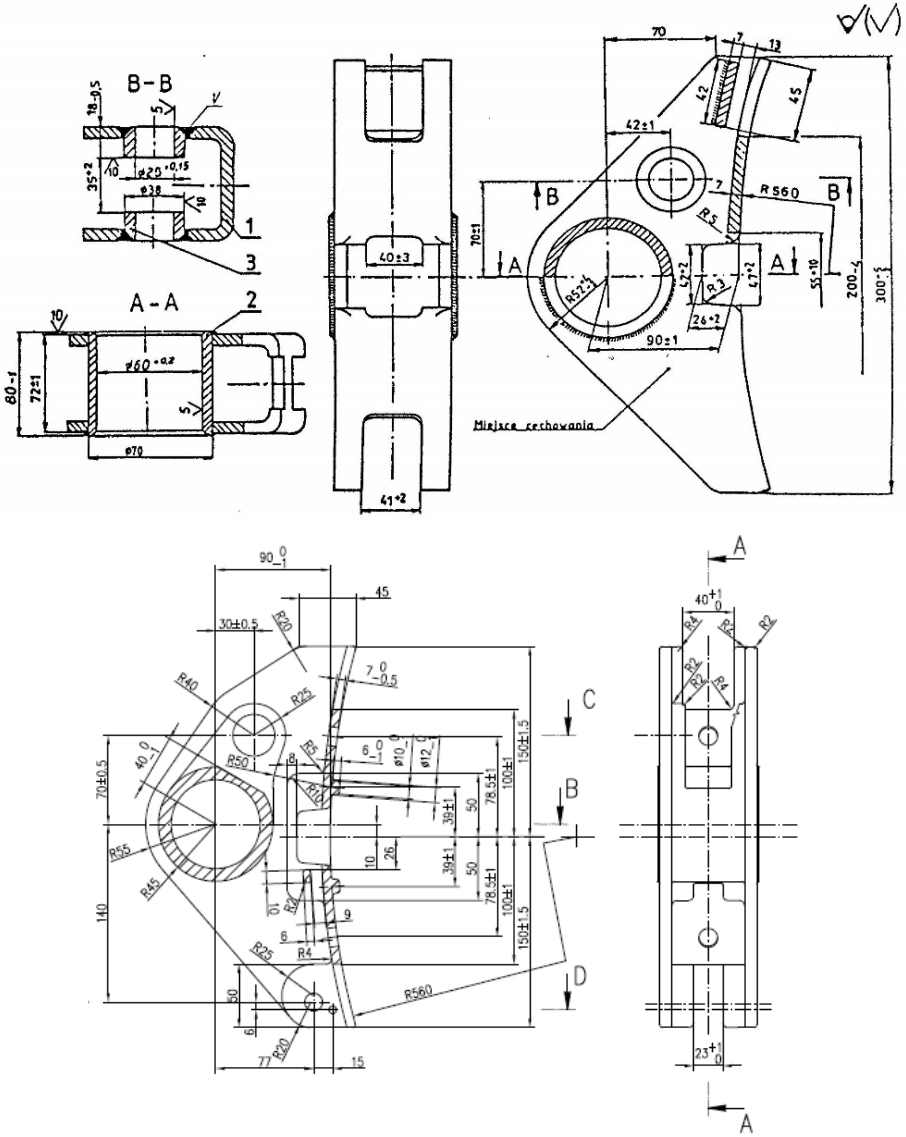
Przegrzany zestaw kołwy z wyżłobieniami powstałymi podczas jazdy z zahamowanym hamulcem ręcznym

Uszkodzenia par ciernych hamulca klockowego

Uszkodzenia par ciernych hamulca klockowego



Uszkodzenia par ciernych hamulca klockowego



Systemy diagnostyczne

System wykrywania zagrożeń w taborze kolejowym - ASDEK

- wykrywanie przegrzanych zestawów kołowych,
- wykrywanie przegrzanych maźnic,
- wykrywanie płaskich miejsc,
- wykrywanie przekroczeń nacisków zestawów kołowych na szyny.

źródło: TENS

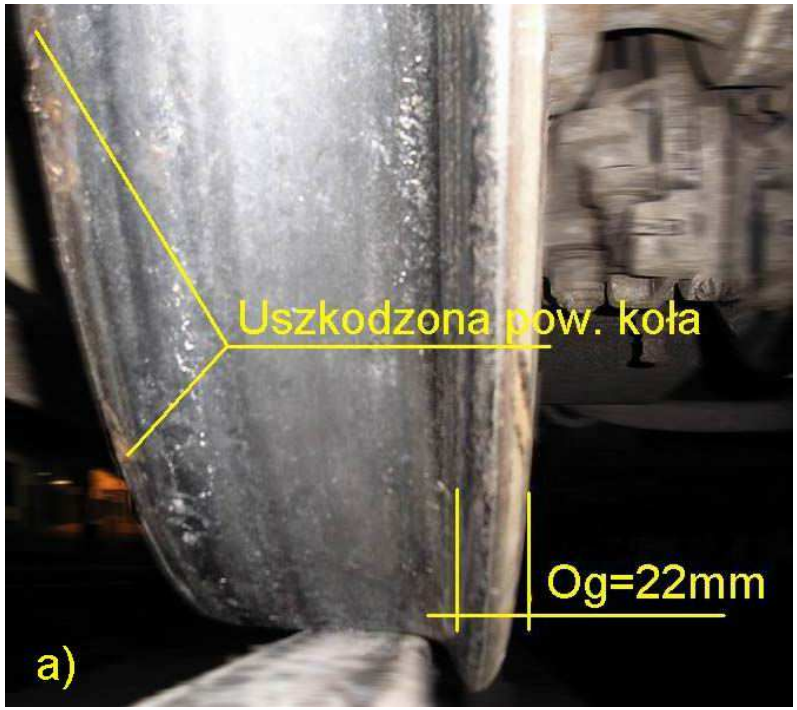
Uszkodzenia par ciernych hamulca tarczowego

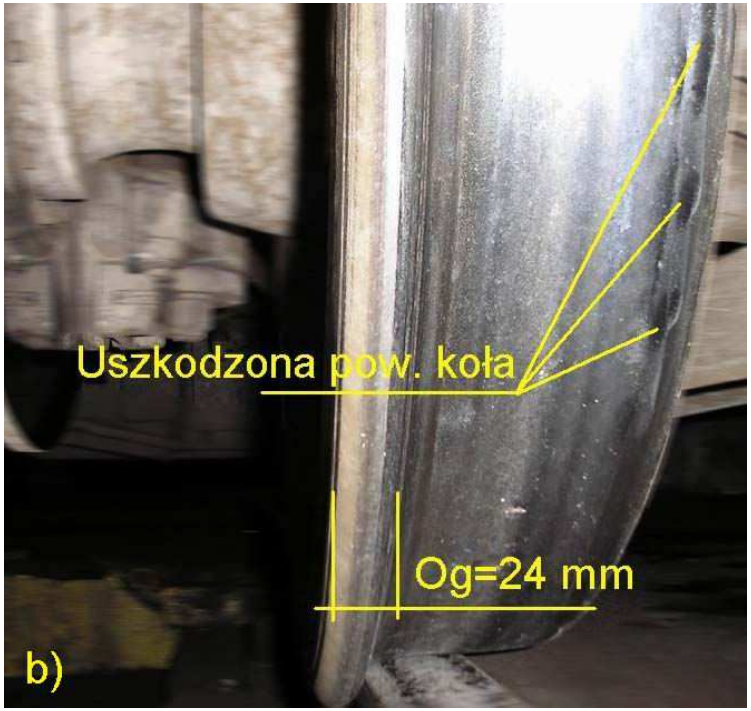
W przypadku hamulca tarczowego często dochodzi do uszkodzeń zamków mocujących okładziny cierne w obsadach hamulcowych, co skutkuje wypadaniem okładzin ciernych i dochodzi do współpracy obsady z tarczą hamulcową. W nowych pojazdach stosuje się specjalne sworznie zabezpieczające samoczynne otwarcie zamka.

Uszkodzenia par ciernych hamulca tarczowego

Uszkodzenia par ciernych hamulca tarczowego

W pojazdach aglomeracyjnych poruszających się w trudnych warunkach zawsze po tej samej trasie (duże pochylenia i ciasne łuki), dochodzi do podcinania obrzeży kół. Problem ten częściowo rozwiązuje obracanie pojazdów na trójkącie torowym oraz smarowanie obrzeży.





Pojazd aglomeracyjny po wykolejeniu. Przyczyną były przekroczone grubości obrzeża.
a) koło lewe, b) koło prawe.

Badania eksploatacyjne par ciernych hamulca kolejowego

Dziękuję za uwagę

ptokaj@ikolej.pl