

## NEW BEARING DOCTOR

DIAGNOZOWANIE PROBLEMÓW ŁOŻYSKOWYCH



---

Jako jeden z wiodących światowych producentów łożysk tocznych, komponentów technologii liniowej i układów kierowniczych, jesteśmy obecni prawie na każdym kontynencie – w zakładach produkcyjnych, biurach sprzedaży i centrach technologicznych – ponieważ nasi klienci doceniają krótkie kanały decyzyjne, sprawne dostawy i lokalny dostęp do naszych usług.



### Firma NSK

NSK rozpoczęła swoją działalność w 1916 r. jako pierwszy japoński producent łożysk tocznych. Od tamtego czasu stale rozbudowujemy i ulepszamy nie tylko gamę naszych produktów, lecz również zakres usług dla różnych sektorów przemysłu. Z myślą o nich rozwijamy technologie w dziedzinie łożysk tocznych, systemów liniowych, komponentów dla branży motoryzacyjnej i systemów mechatronicznych. Nasze ośrodki badawcze i produkcyjne w Europie, Ameryce i Azji są ze sobą powiązane w globalnej sieci

technologicznej. Koncentrujemy się nie tylko na rozwoju nowych technologii, ale również na stałej optymalizacji jakości – na każdym etapie procesów.

Nasze działania badawcze obejmują m.in. projektowanie produktu, aplikacje symulacyjne z wykorzystaniem różnorodnych systemów analitycznych, a także opracowywanie nowych typów stali i środków smarnych dla naszych łożysk tocznych.

# Partnerstwo oparte na zaufaniu, zaufanie oparte na jakości

Kompleksowa Jakość NSK: współdzielenie naszej globalnej sieci Centrów Technologicznych NSK. Oto jeden z przykładów na to, jak spełniamy wymagania wysokiej jakości.

NSK jest jedną z czołowych firm szczycących się długą tradycją opatentowanych rozwiązań dla części mechanicznych. W naszych centrach badawczych na całym świecie skupiamy się nie tylko na rozwijaniu nowych technologii, ale także na stałym ulepszaniu jakości w oparciu o zintegrowaną platformę

technologiczną: trybologii, technologii materiałowej, analizy i mechatroniki.

**Więcej o NSK na stronie internetowej**  
**[www.nskeurope.pl](http://www.nskeurope.pl) lub pod numerem telefonu**  
**+48 22 645 15 25**





# New Bearing Doctor





## Spis treści

<b>Wprowadzenie .....</b>	<b>6</b>
<b>Obsługa i konserwacja łożysk .....</b>	<b>7</b>
Środki ostrożności przy obsłudze .....	7
Montaż .....	8
Sprawdzenie działania .....	8
<b>Wskaźniki pracy łożysk .....</b>	<b>10</b>
Szum łożyska .....	10
Drgania łożyska .....	10
Temperatura łożyska .....	10
Efekty smarowania .....	10
Dobór smarowania .....	11
Uzupełnianie i wymiana środka smarnego .....	12
<b>Kontrola łożysk .....</b>	<b>14</b>
<b>Ślady pracy a stosowane obciążenia .....</b>	<b>16</b>
<b>Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze.....</b>	<b>18</b>
Złuszczenie.....	19
Mikrozłuszczenie.....	21
Zarysowania.....	22
Przytarcia smugowe.....	24
Odłamania .....	26
Pęknięcia.....	27
Uszkodzenia koszyka.....	29
Wgniecenia .....	31
Wżery korozyjne .....	32
Ścieranie .....	33
Korozja cierna .....	34
Fałszywe odciski Brinella .....	35
Pełzanie .....	36
Zatarcia.....	37
Korozja elektryczna .....	38
Rdza i korozja .....	39
Odkształcenia montażowe.....	40
Przebarwienia .....	41
<b>Załącznik – Karta diagnostyki łożysk .....</b>	<b>42</b>

# Wprowadzenie

Jeżeli łożysko ulegnie uszkodzeniu podczas pracy maszyny, wewnątrz maszyny lub jej wyposażenie może się zatrzeć lub przestać działać. Ponieważ przyczyną problemów jest przedwczesne lub niespodziewane uszkodzenie łożysk, bardzo ważne jest, o ile to możliwe, określenie i przewidzenie uszkodzenia zanim ono się zdarzy, a więc powinny być zastosowane pomiary profilaktyczne.

Generalnie, kontrola łożyska lub obudowy umożliwia określenie przyczyny problemu. Często przyczynę stanowi niewystarczające smarowanie, nieprawidłowa obsługa, niewłaściwy dobór łożyska lub niewystarczająca kontrola wału czy obudowy. Zwykle przyczyna może być określona, wzięwszy pod uwagę pracę łożyska przed uszkodzeniem, poprzez badanie warunków smarowania oraz warunków montażu, a także poprzez uważne obejrzenie samego łożyska.

Czasami łożyska ulegają uszkodzeniu, zawodzą szybko i nieoczekiwanie. Takie przedwczesne uszkodzenie różni się od normalnego zużycia zmęczeniowego powodowanego złuszczeniem. Żywotność łożyska może być podzielona i określona na dwa rodzaje: przedwczesne uszkodzenie i normalne zmęczenie wskutek kontaktu tocznego.



# Obsługa i konserwacja łożysk

## Środki ostrożności przy obsłudze

Ponieważ łożyska toczne są częściami maszyn o wysokiej precyzji, muszą być obsługiwane bardzo uważnie. Nawet jeżeli stosowane są łożyska o wysokiej jakości, nie uzyskamy ich przewidywanej żywotności i działania jeżeli stosowane są niewłaściwie. Główne środki ostrożności jakie powinny być stosowane to:

**(1) Utrzymywanie łożyska i otaczającej je przestrzeni w czystości:** Kurz i brud, nawet jeżeli jest niewidoczny dla gołego oka posiada szkodliwy wpływ na łożyska. Konieczne jest zabezpieczenie przed dostawaniem się kurzu i brudu poprzez utrzymywanie łożysk i ich otoczenia w możliwie największej czystości.

**(2) Uważne przemieszczanie:** Ciężkie wstrząsy podczas przemieszczania mogą spowodować zarysowania lub inne uszkodzenia łożyska, prowadzące do jego zniszczenia. Silne uderzenia mogą powodować fałszywe odciski Brinella, złamanie lub pęknięcia.

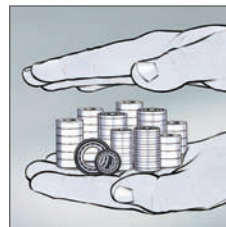
**(3) Stosowanie odpowiednich narzędzi:** W czasie pracy przy łożyskach należy zawsze stosować odpowiednie narzędzia a unikać narzędzi ogólnego stosowania.

### **(4) Zabezpieczanie łożyska przed korozją:**

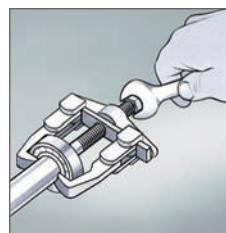
Pot na rękach oraz różne inne zanieczyszczenia mogą spowodować korozję, należy podczas pracy z łożyskami utrzymywać ręce w czystości. Jeżeli to możliwe zakładać rękawiczki.



**Utrzymuj łożyska i ich otoczenie w czystości!**



**Obchodź się z nimi ostrożnie!**



**Używaj właściwych narzędzi!**



**Zabezpiecz łożyska przed korozją!**



# Obsługa i konserwacja łożysk

## Montaż

Zaleca się gruntowną analizę montażu łożyska, ponieważ jakość montażu łożyska wpływa na dokładność obrotu łożyska, żywotność i jego pracę. Zaleca się aby metoda montażu zawierała następujące etapy.

- › Czyszczenie łożyska i współpracujących części.
- › Sprawdzenie wymiarów i ostatecznego stanu współpracujących części.
- › Postępowanie zgodne z procedurą montażu.
- › Sprawdzenie czy łożysko jest właściwie zamontowane.
- › Wprowadzenie właściwego rodzaju i ilości smaru.

Ponieważ większość łożysk obraca się wraz z wałem, generalnie łożysko montuje się z zastosowaniem pasowania z wciśnięciem między pierścieniem wewnętrznym a wałem oraz pasowania z luzem dla pierścienia zewnętrznego i obudowy.

## Sprawdzenie działania

Bardzo ważne jest aby po zamontowaniu łożyska przeprowadzić test działania celem potwierdzenia, że łożysko jest prawidłowo zamontowane.

**Tabela 1** przedstawia metody testowania działania. Jeżeli stwierdzone zostaną nieprawidłowości należy natychmiast zaprzestać testowania i sprawdzić **Tabelę 2**, która przedstawia odpowiednie przeciwdziałania dla specyficznych problemów łożyskowych.

Aby maksymalnie zwiększyć żywotność łożysk konieczna jest ich okresowa kontrola i konserwacja oraz kontrola ich warunków pracy. Generalnie stosowane są następujące metody.

## (1) Kontrola podczas pracy

Celem określenia okresów wymiany łożysk oraz terminów uzupełniania smaru, konieczne jest badanie własności smaru i uwzględnianie takich czynników jak temperatura pracy, drgania czy szum łożysk (patrz rozdział „Wskaźniki pracy łożysk”, gdzie podano więcej szczegółów).

## (2) Kontrola łożyska

Należy zapewnić gruntowne badanie łożysk podczas okresowej kontroli maszyny oraz podczas wymiany części. Należy sprawdzić stan bieżni, sprawdzić czy powstały jakiegokolwiek uszkodzenia. Należy zdecydować czy łożysko może być dalej użytkowane czy powinno być wymienione (patrz rozdział „Kontrola łożysk” gdzie podano więcej szczegółów).





**Tabela 1** Metody sprawdzania działania

Wielkość maszyny	Procedura działania	Sprawdzanie stanu łożyska
Mała maszyna	Praca przy wymuszeniu ręcznym. Obróć łożysko ręcznie. Jeżeli nie stwierdzi się problemów należy kontynuować procedurę badania działania maszyny.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Drgania cierne (zanieczyszczenia, pęknięcia, wgnięcia).</li> <li>▶ Nierównomierny moment obrotowy (wadliwy montaż).</li> <li>▶ Nadmierny moment obrotowy.</li> </ul> (Błąd w montażu lub niewystarczający wewnętrzny luz promieniowy).
	Praca z włączonym napięciem zasilania. Wstępnie należy rozpocząć przy niskiej prędkości obrotowej i bez obciążenia. Stopniowo należy zwiększać prędkość obrotową i obciążenie do uzyskania znamionowego.	Należy sprawdzić szum. Sprawdzić wzrost temperatury łożyska. Sprawdzić wyciek smaru. Sprawdzić przebarwienia.
Duża maszyna	Praca na wybiegu. Należy włączyć maszynę i pozwolić jej obracać się powoli. Należy wyłączyć maszynę i pozwolić aby łożysko obracało się aż do zatrzymania. Jeżeli nie stwierdzono nieprawidłowości w trakcie testu należy kontynuować test obrotów pod obciążeniem.	Drgania, szum itp.
	Praca z włączonym napięciem zasilania. Należy postępować tak samo jak przy testowaniu działania pod obciążeniem dla małych maszyn.	Należy sprawdzić te same punkty jak przy testowaniu małej maszyny.

**Tabela 2** Przyczyny nieprawidłowej pracy i środki zaradcze

Nieprawidłowości	Możliwe przyczyny	Środki zaradcze	
Szum	Głośnie metaliczne dźwięki	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, obciążenie wstępne, pozycję odsadzenia obudowy, itp.
		Nieprawidłowy montaż	Poprawić współosiowość wału i obudowy, dokładność metody montażu
		Niewystarczająca ilość lub niewłaściwy środek smarny	Uzupełnić środek smarny lub wybrać właściwy środek smarny
		Stykanie się obracających się części	Poprawić uszczelkę labiryntową itd.
	Głośnie, regularne dźwięki	Skazy, korozja lub rysy na bieżniach	Wymienić łożysko, wymyć łożysko, poprawić uszczelnienia i użyć czystego środka smarnego
		Odciski Brinella	Wymienić łożysko i ostrożnie je obsługiwać
		Złuszczenie na bieżniach	Wymienić łożysko
	Nieregularne dźwięki	Nadmierny luz wewnętrzny	Poprawić pasowanie i luz wewnętrzny oraz obciążenie wstępne
		Wnikanie obcych cząsteczek do wnętrza łożyska	Wymienić łożysko, wymyć łożysko, poprawić uszczelnienia i użyć czystego środka smarnego
Odkształcenia lub złuszczenia na powierzchniach kulek		Wymienić łożysko	
Nienormalny wzrost temperatury	Nadmierna ilość środka smarnego	Zmniejszyć ilość środka smarnego, wybrać twardszy smar (o wyższej klasie konsystencji)	
	Niewystarczająca ilość środka smarnego lub niewłaściwy środek smarny	Uzupełnić lub wybrać właściwy środek smarny	
	Nienormalne obciążenie	Poprawić pasowanie, luz wewnętrzny, obciążenie wstępne, pozycję odsadzenia obudowy, itp.	
	Nieprawidłowy montaż	Poprawić współosiowość wału i obudowy, dokładność montażu lub metodę montażu	
	Pełzanie pasowanych powierzchni, nadmierne tarcie uszczelki	Poprawić uszczelnienia, wymienić łożysko, poprawić pasowanie lub montaż	
Drgania (osiowe)	Falszywe odciski Brinella	Wymienić łożysko i ostrożnie je obsługiwać	
	Złuszczenie	Wymienić łożysko	
	Nieprawidłowy montaż	Poprawić prostopadłość pomiędzy wałem a odsadzeniem obudowy lub czołem pierścienia dystansowego	
	Wnikanie obcych zanieczyszczeń do wnętrza łożyska	Wymienić łożysko, wymyć łożysko, poprawić uszczelnienia	
Wyciek lub przebarwienie środka smarnego	Nadmierna ilość środka smarnego. Przedostanie się obcych zanieczyszczeń lub startych drobinek metalu do wnętrza łożyska	Zmniejszyć ilość środka smarnego, wybrać twardszy smar Wymienić łożysko lub środek smarny. Wymyć obudowę i sąsiednie części	

# Wskaźniki pracy łożysk

Kluczowymi wskaźnikami działania łożyska podczas jego pracy są szum łożyska, drgania, temperatura oraz stan smaru. Zaleca się wykorzystanie informacji z Tabeli 2, jeżeli stwierdzone zostaną jakiegokolwiek nieprawidłowości podczas pracy.

## Szum łożyska

Celem zbadania wielkości i charakterystyk szumu obrotowego łożyska podczas jego pracy mogą być stosowane urządzenia detekcji dźwięku (stetoskop, monitor łożyskowy NSK itp.). Możliwe jest rozróżnienie takich uszkodzeń łożyska jak niewielkie złuszczenia poprzez stwierdzenie innych niż zwykle parametrów głośności.

## Drgania łożyska

Nieprawidłowości w działaniu łożyska mogą być analizowane poprzez pomiar drgań pracującej maszyny. Do pomiaru amplitudy drgań oraz rozkładu częstotliwości stosowany jest analizator widma częstotliwości. Analiza wyników umożliwia określenie prawdopodobnych przyczyn nieprawidłowości pracy łożyska. Dane pomiarowe różnią się w zależności od warunków pracy łożyska oraz od lokalizacji czujnika drgań. Dlatego też metoda ta wymaga określenia standardów oceny dla każdej badanej maszyny. Dobrze jest mieć możliwość odróżnienia drgań wynikających z nieprawidłowości od drgań podczas normalnego działania. Zaleca się wykorzystanie broszury Nr ref. E410 (Bearing Monitor), aby uzyskać więcej informacji na ten temat.

## Temperatura łożyska

Generalnie temperatura łożyska może być określona na podstawie temperatury zewnętrznej powierzchni obudowy, lecz preferowaną metodą jest uzyskiwanie bezpośredniego pomiaru temperatury pierścienia zewnętrznego łożyska przez zastosowanie czujnika umieszczonego w otworze olejowym. Zwykle temperatura łożyska po rozpoczęciu pracy stopniowo wzrasta do uzyskania stanu ustalonego po jednej lub dwóch godzinach pracy. Ta ustalona temperatura łożyska zależy od obciążenia, prędkości obrotowej oraz właściwości przekazywania ciepła przez maszynę.

Niewystarczające smarowanie lub niewłaściwy montaż mogą być przyczyną szybkiego wzrostu temperatury łożyska. W takim przypadku należy zatrzymać maszynę i zastosować właściwe środki zaradcze.

## Efekty smarowania

Dwoma głównymi celami stosowania smarowania są: minimalizacja tarcia oraz zmniejszenie zużycia wewnątrz łożysk, które prowadziłyby do ich przedwczesnych awarii. Smarowanie zapewnia następujące korzyści:

### › Zmniejszenie tarcia i zużycia

Cienka warstewka filmu oleju zabezpiecza przed bezpośrednim metalicznym kontaktem pierścieni łożyskowych, elementów tocznych oraz koszyka, które są podstawowymi elementami łożyska, co powoduje zmniejszenie tarcia i zużycia na powierzchniach styku.

### › Przedłużenie żywotności zmęczeniowej

Żywotność toczna zmęczeniowa łożysk zależy w dużym stopniu od lepkości smaru i grubości filmu olejowego między powierzchniami kontaktu tocznego. Większa grubość filmu olejowego generalnie przedłuża żywotność zmęczeniową, ale skraca ją jeśli lepkość oleju jest zbyt niska, istotnie wpływając na grubość filmu olejowego.

### › Odprowadzanie ciepła tarcia i chłodzenie

Smarowanie obiegowe może być wykorzystywane do odprowadzania ciepła wynikającego z tarcia jak i ciepła przeniesionego z zewnątrz, aby zabezpieczyć łożysko przed przegrzaniem, a olej przed pogorszeniem jego własności.

### › Uszczelnienie i zabezpieczenie przed korozją

Właściwe smarowanie zabezpiecza również przed wnikaniem do łożysk materiałów obcych oraz zabezpiecza przed korozją i rdzewieniem.

**Tabela 3** Porównanie między smarowaniem smarem i olejem

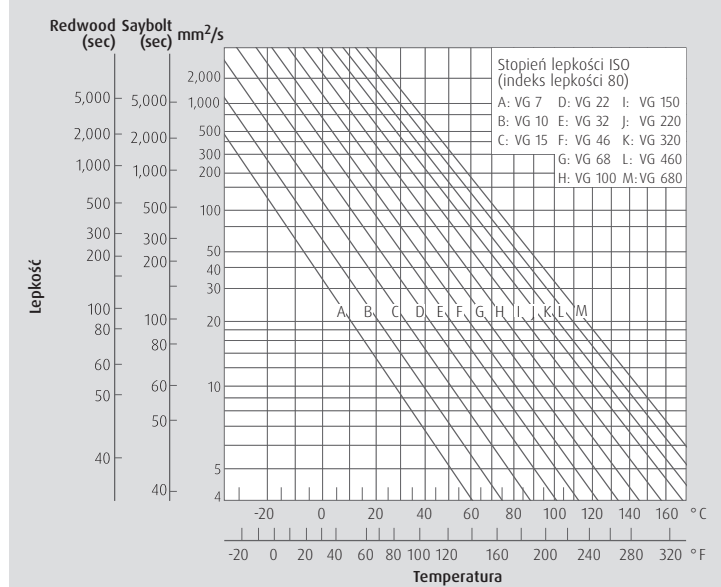
Pozycja	Smarowanie smarem	Smarowanie olejowe
Konstrukcja obudowy i metoda uszczelnienia	Proste	Może być złożone. Wymagana uważna konserwacja i obsługa.
Prędkość obrotowa	Graniczna prędkość obrotowa stanowi 65% ~ 80% prędkości obrotowej przy smarowaniu olejowym.	Wysoka graniczna prędkość obrotowa.
Efekt chłodzenia	Słaby	Przekazywanie ciepła możliwe jest przy zastosowaniu wymuszonego obiegu oleju.
Płynność	Słaba	Dobra
Wymiana środka smarnego	Czasami trudna	Łatwa
Usuwanie ciał obcych	Usunięcie cząstek ze smaru nie jest możliwe	Łatwe
Zanieczyszczenie otoczenia z powodu wycieków	Otoczenie rzadko zanieczyszczone przez wycieki	Częste wycieki, jeżeli nie są podjęte odpowiednie środki zaradcze. Nieodpowiednie, jeżeli konieczne jest uniknięcie zanieczyszczenia otoczenia.

**Tabela 4** Lepkości wymagane przy różnych typach łożysk

Typ łożyska	Lepkość w temperaturze pracy
łożyska kulkowe, łożyska walcowe	13 mm <sup>2</sup> /s lub więcej
łożyska stożkowe, łożyska baryłkowe	20 mm <sup>2</sup> /s lub więcej
łożyska baryłkowe wzdłużne	32 mm <sup>2</sup> /s lub więcej

**Uwaga:** 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt (Centi-Stokes)

**Rys. 1** Zależność między lepkością oleju a temperaturą



### Dobór smarowania

Metody smarowania łożysk dzielą się na dwie główne kategorie: smarowanie smarem i smarowanie olejowe. Rodzaj metody smarowania odpowiada warunkom i celom zastosowania, tak aby uzyskać najlepsze warunki pracy łożyska.

**Tabela 3** pokazuje porównanie między smarowaniem smarem a smarowaniem olejowym.

#### › Smarowanie smarem

Smar jest środkiem smarnym, który jest zrobiony na bazie oleju, środka zagęszczającego i dodatków. Przy doborze smaru, należy kierować się warunkami pracy łożyska. Istnieją duże różnice właściwości smarów nawet tego samego typu, ale różnej marki. Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę przy doborze smaru.

**Tabela 5** (strona 12) podaje przykłady zastosowań smaru i jego konsystencji.

#### › Smarowanie olejowe

Istnieje wiele różnych metod smarowania olejowego: smarowanie w kąpeli olejowej, smarowanie kropłowe, smarowanie rozbryzgowo, smarowanie obiegowe, smarowanie strumieniowe, smarowanie mgłą olejową i smarowanie olejowo-powietrzne. Metody smarowania olejowego są bardziej odpowiednie dla wyższych prędkości obrotowych i wyższych temperatur niż metody smarowania smarem. Smarowanie olejowe jest szczególnie efektywne w przypadkach gdzie konieczne jest odprowadzanie ciepła na zewnątrz. Upewnij się czy wybrany olej ma odpowiednią lepkość dla temperatury pracy łożyska. Generalnie olej o niskiej lepkości jest stosowany przy wysokiej prędkości obrotowej łożysk, podczas gdy olej z wysoką lepkością stosowany jest przy pracy łożysk w warunkach ciężkich obciążeń.

**Tabela 4** podaje właściwy zakres lepkości dla temperatury pracy. **Rysunek 1** podaje zależność między temperaturą, a lepkością dla oleju smarującego (do wykorzystania przy doborze oleju).

**Tabela 6** (strona 13) podaje przykłady jak dobrać olej smarujący dla smarowania łożysk pracujących w różnych warunkach.

# Wskaźniki pracy łożysk

## Uzupełnianie i wymiana środka smarnego

### (1) Okresy uzupełniania smarem

Nawet gdy użyty jest smar wysokiej jakości, z czasem następuje pogorszenie jego właściwości – dlatego wymagane jest jego okresowe uzupełnianie.

**Rysunki 2. (1) i (2)** pokazują przedziały czasu uzupełnień dla różnych typów łożysk pracujących z różnymi prędkościami.

**Rysunki 2. (1) i (2)** mają zastosowanie dla wysokiej jakości smaru z mydłem litowym i olejem mineralnym w łożysku o temperaturze 70°C i standardowym obciążeniu ( $P/C=0.1$ ).

#### › Temperatura

Jeżeli temperatura łożyska przekracza 70°C, to okres uzupełniania smarem musi być zmniejszony o połowę dla każdorazowego przyrostu temperatury łożyska o 15°C.

#### › Smar

Szczególnie w przypadku łożysk kulkowych okres uzupełniania smarem może być wydłużony w zależności od typu użytego smaru. Na przykład wysokiej jakości smar z mydłem litowym i olejem syntetycznym może wydłużyć okres uzupełniania smarem (pokazany na **Rys. 2.(1)**) około 2 razy. Jeżeli temperatura łożyska jest niższa niż 70°C, użycie smaru z mydłem litowym i olejem syntetycznym jest właściwe. Zaleca się konsultacje z NSK.

#### › Obciążenie

Okres uzupełniania smarem zależy od wielkości obciążenia łożyska. Prosimy odnieść się do **Rysunku 2.(3)** i pomnożyć okres uzupełniania przez współczynnik obciążenia. Jeżeli  $P/C$  przekracza 0,16, to zaleca się konsultacje z NSK.

### (2) Okresy wymiany oleju smarującego

Okresy wymiany oleju smarującego zależą od warunków pracy i ilości oleju. Generalnie dla temperatury pracy poniżej 50°C i przy czystym środowisku okres wymiany wynosi 1 rok. Jeżeli temperatura oleju wynosi powyżej 100°C, olej powinien być wymieniany przynajmniej raz na trzy miesiące.

**Tabela 5**

Przykłady zastosowań i konsystencji smaru

Klasa konsystencji	Konsystencja (1/10 mm)	Zastosowanie	
#0	355 do 385	Smarowanie centralne	Tam gdzie łatwo powstaje korozja cierna
#1	310 do 340	Smarowanie centralne, niska temperatura	Tam gdzie łatwo powstaje korozja cierna
#2	265 do 295	Ogólne zastosowanie	łożyska kulkowe uszczelnione
#3	220 do 250	Ogólne zastosowanie, wysoka temperatura	łożyska kulkowe uszczelnione
#4	175 do 205	Wysoka temperatura	Tam gdzie smar stosowany jest jako uszczelnienie



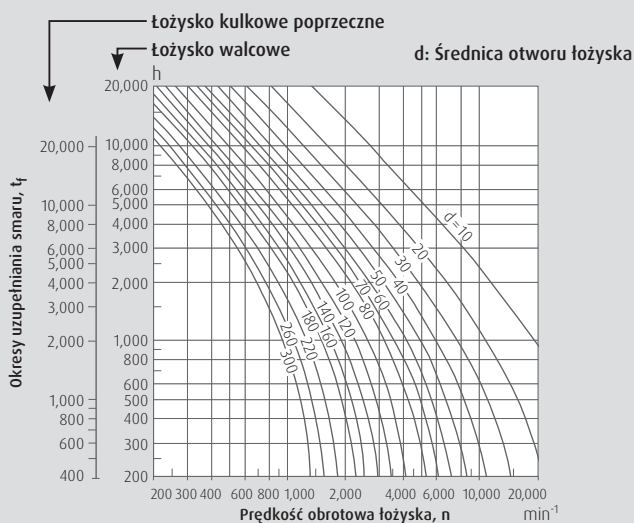
**Tabela 6** Dobór oleju smarującego dla różnych zastosowań łożysk

Temperatura pracy	Prędkość obrotowa	Obciążenie lekkie lub normalne	Obciążenie ciężkie lub udarowe
-30 do 0°C	Poniżej prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (Olej maszyn chłodniczych)	—
0 do 50°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 46, 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Pomiędzy 50% a 100% prędkości granicznej	ISO VG 15, 22, 32 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 22, 32, 46 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 10, 15, 22 (Olej łożyskowy)	—
50 do 80°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 100, 150, 220 (Olej łożyskowy)	ISO VG 150, 220, 320 (Olej łożyskowy)
	Pomiędzy 50% a 100% prędkości granicznej	ISO VG 46, 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	ISO VG 68, 100, 150 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 32, 46, 68 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	—
80 do 110°C	Poniżej 50% prędkości granicznej	ISO VG 320, 460 (Olej łożyskowy)	ISO VG 460, 680 (Olej łożyskowy, olej przekładniowy)
	Pomiędzy 50% a 100% prędkości granicznej	ISO VG 150, 220 (Olej łożyskowy)	ISO VG 220, 320 (Olej łożyskowy)
	Powyżej prędkości granicznej	ISO VG 68, 100 (Olej łożyskowy, olej turbinowy)	—

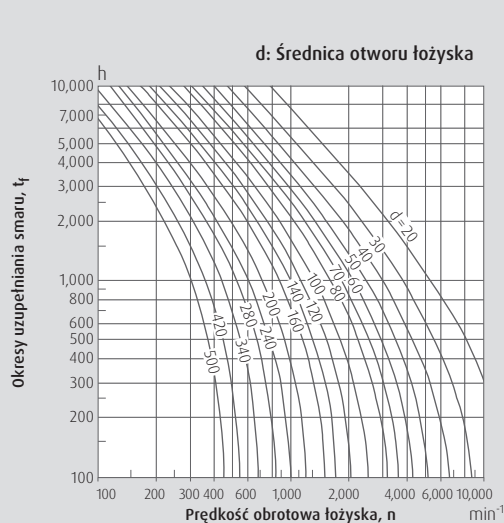
- Uwagi:** 1. Jako prędkości graniczne należy zastosować wartości podane w kolumnie smarowanie olejowe w Tabelach wymiarowych łożysk w katalogu „łożyska toczne” (Nr. E1102).  
 2. Zaleca się stosować olej maszyn chłodniczych (JIS K2211), olej łożyskowy (JIS K2239), olej turbinowy (JIS K2213), olej przekładniowy (JIS K2219).  
 3. Zakresy temperatur podane zostały w lewej kolumnie tabeli powyżej. Dla temperatur pracy wyższych niż podane zaleca się stosować olej smarujący o wyższej lepkości.

**Rys. 2** Okresy uzupełniania smaru

(1) łożyska kulkowe poprzeczne i łożyska walcowe



(2) łożyska stożkowe i łożyska baryłkowe



(3) Współczynnik obciążenia

P/C	≤0.06	0.1	0.13	0.16
Współczynnik obciążenia	1.5	1	0.65	0.45

- Uwagi:**  
 P: Obciążenie równoważne  
 C: Nośność nominalna

## Kontrola łożysk



---

Kiedy dokonujemy kontroli łożyska podczas okresowej kontroli urządzeń, kontroli podczas pracy lub w przypadku wymiany sąsiadujących części należy ocenić stan łożysk oraz to, czy wskazany jest ich dalszy serwis.

Protokoły z kontroli oraz opisy zewnętrznego wyglądu zdemontowanych łożysk powinny być przechowywane. łożysko powinno być wyczyszczone dopiero po pobraniu próbki smaru oraz po zmierzeniu ilości pozostałego w nim smaru. Należy także określić czy występują jakieś nienormalności lub uszkodzenia koszyka, pasowanych powierzchni, powierzchni elementów tocznych oraz powierzchni bieżni. Zalecane jest wykorzystanie rozdziału „Ścieżki pracy a stosowane obciążenia” do porównania obserwacji ścieżek pracy na powierzchniach bieżni.

Przy ocenie czy łożysko może być użyte ponownie lub nie, należy brać pod uwagę następujące punkty: stopień zużycia łożyska, parametry pracy maszyny, czy miejsce zainstalowania łożyska jest punktem krytycznym dla maszyny, warunki pracy, okresy przeglądu. Jeżeli kontrola ujawni uszkodzenie lub jakieś nieprawidłowości należy potwierdzić przyczyny i określić środki zaradcze wykorzystując rozdział „Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze”, a następnie wdrożyć te środki zaradcze. Jeżeli kontrola wykaże jakikolwiek z następujących rodzajów uszkodzenia, który nie pozwala na ponowne zastosowanie łożyska, łożysko powinno być wymienione na nowe.

- (1) Pęknięcia i wykruszenia koszyka, elementów tocznych lub bieżni pierścienia.
- (2) Złuszczenia na elementach tocznych lub bieżni pierścienia.
- (3) Zauważalne zatarcia na elementach tocznych, czołach obrzeży (pierścieni) lub na powierzchni bieżni.
- (4) Zauważalne zużycie koszyka lub luźne nity.
- (5) Skazy lub rdza na elementach tocznych lub na powierzchni bieżni.
- (6) Zauważalne wgniecenia na elementach tocznych lub na powierzchni bieżni.
- (7) Zauważalne ślady pełzania na powierzchni zewnętrznej pierścienia zewnętrznego lub na powierzchni otworu pierścienia wewnętrznego.
- (8) Przebarwienia spowodowane przegrzaniem.
- (9) Poważne uszkodzenia blaszki lub uszczelki ochronnej łożysk wypełnionych smarem.

# Ścieżki pracy a stosowane obciążenia

Kiedy łożysko obraca się bieżni pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego posiadają kontakt z elementami tocznymi. Powoduje to powstanie ścieżki śladów zużycia zarówno na elementach tocznych jak i na bieżniach. Ścieżki pracy są przydatne do wskazania warunków obciążenia i powinny być dokładnie obejrzone po zdemontowaniu łożyska.

Jeżeli ścieżki pracy są wyraźnie określone możliwe jest podanie czy łożysko przenosi obciążenie promieniowe, osiowe lub obciążenie momentem. Może być także określony stan okrągłości łożyska. Należy sprawdzić czy nie pojawiły się nieprzewidywane obciążenia łożyska lub duże błędy montażowe. Należy także określić prawdopodobne przyczyny uszkodzenia łożyska.

**Rys. 3** pokazuje ścieżki pracy powstałe w łożyskach kulkowych poprzecznych w warunkach różnych obciążeń.

**Rys. 3 (a)** pokazuje najczęściej występujące ścieżki pracy powstające kiedy pierścień wewnętrzny obraca się przy obciążeniu tylko promieniowym.

**Rys. 3 (e) do (h)** pokazują kilka różnych ścieżek pracy, przy powstaniu których wystąpiło skrócenie żywotności łożyska wskutek niekorzystnych oddziaływań na łożyska.

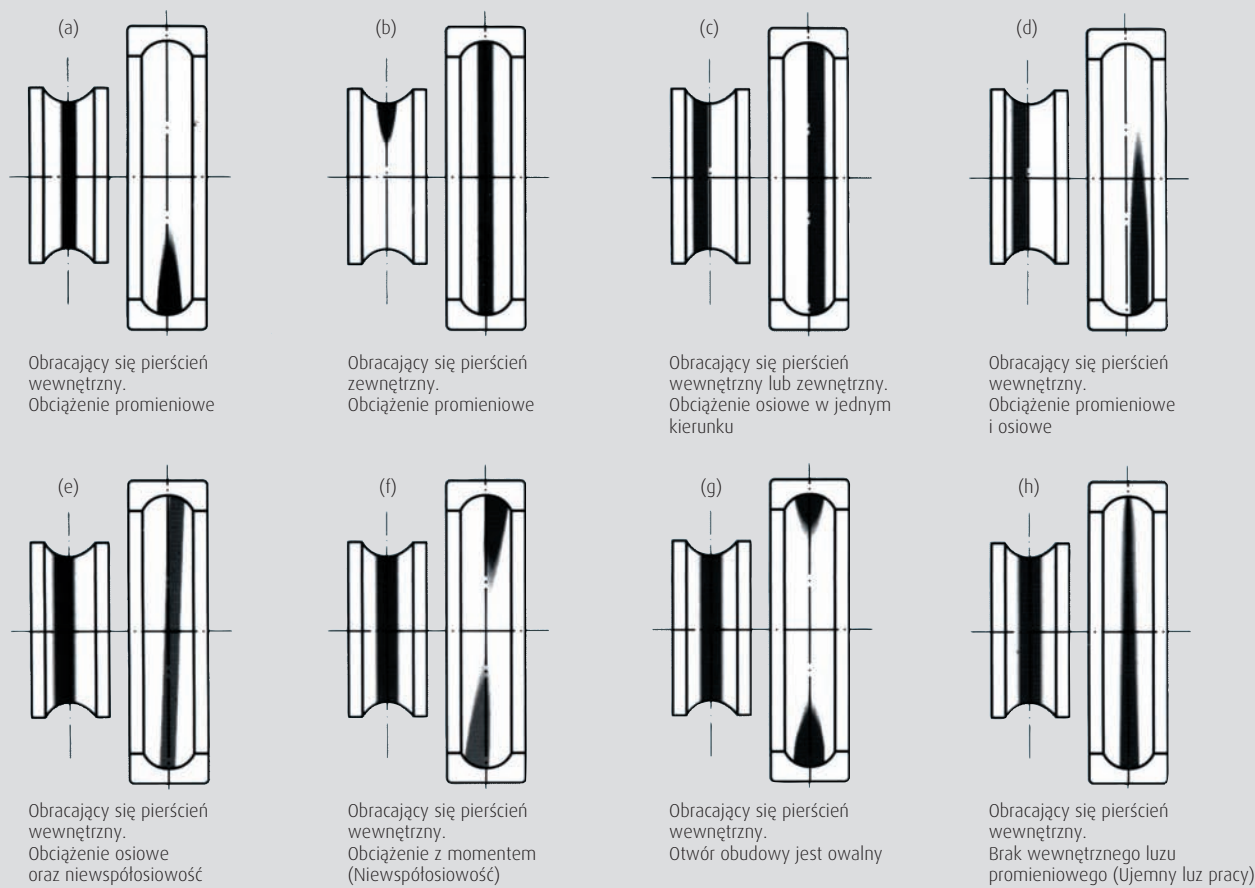
Podobnie **Rys. 4** pokazuje różne ścieżki pracy łożysk wałeczkowych:

**Rys. 4 (i)** pokazuje ścieżki pracy na pierścieniu zewnętrznym dla przypadku kiedy obciążenie promieniowe jest właściwie zastosowane w łożysku walcowym dla którego obciążenie występowało na obracającym się pierścieniu wewnętrznym.

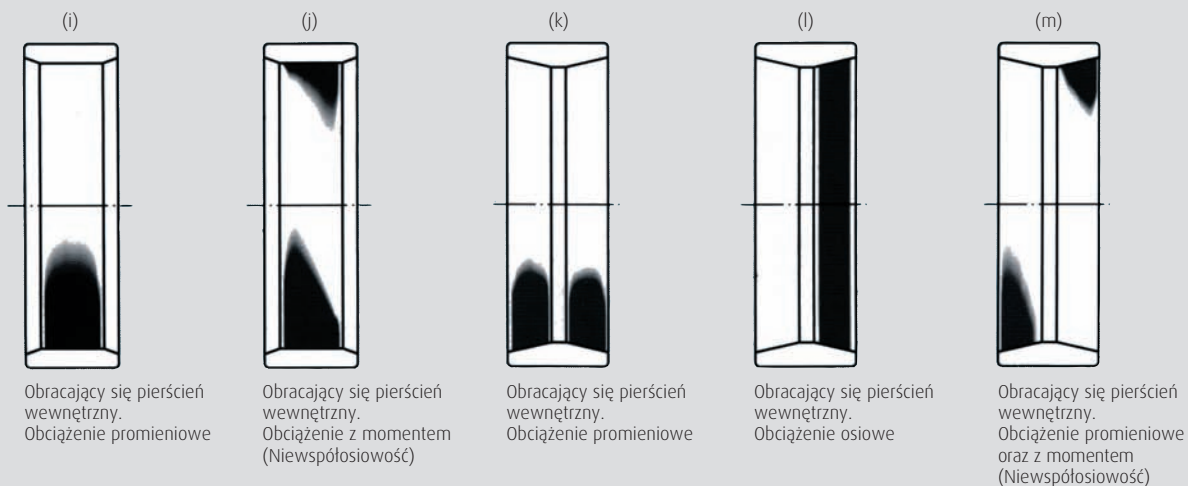
**Rys. 4 (j)** pokazuje ścieżkę pracy dla przypadku kiedy wał jest wygięty lub występuje nachylenie względne między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym. Ta niewspółosiowość prowadzi do generowania słabo zaciętych pasm (zaciemnień) w kierunku szerokości. Ślady są diagonalne (występują po przekątnej) na początku i końcu strefy obciążenia. Dla łożysk stożkowych dwurzędowych dla których zastosowano pojedyncze obciążenie na obracający się pierścień wewnętrzny, **Rys. 4 (k)** pokazuje ścieżkę pracy kiedy pierścień zewnętrzny jest pod obciążeniem promieniowym a **Rys. 4 (l)** ścieżkę pracy gdy pierścień zewnętrzny jest pod obciążeniem osiowym. Kiedy istnieje niewspółosiowość między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym wtedy zastosowanie obciążenia promieniowego powoduje powstanie ścieżki pracy na pierścieniu zewnętrznym, takie jak pokazano na **Rys. 4 (m)**.



**Rys. 3** Typowe ścieżki pracy łożysk kulkowych poprzecznych



**Rys. 4** Typowe ścieżki pracy łożysk wałeczkowych



---

# Uszkodzenia łożysk oraz środki zaradcze

---

Generalnie, jeżeli łożyska toczne używane są w sposób właściwy, powinny one przepracować przewidywany czas pracy wynikający z ich żywotności zmęczeniowej. Jednakże łożyska często ulegają przedwczesnym uszkodzeniom wskutek błędów, których można uniknąć. W przeciwieństwie do żywotności zmęczeniowej te przedwczesne uszkodzenia powodowane są przez niewłaściwy montaż, nieuwagę przy przemieszczaniu, niewystarczające smarowanie, przedostawanie się obcych substancji lub nienormalna generacja ciepła.

Dla przykładu jedną z przyczyn przedwczesnego uszkodzenia jest zatarcie obrzeża, które jest spowodowane niewystarczającym smarowaniem, zastosowaniem niewłaściwego środka smarnego, wadliwym systemem smarowania, przedostaniem się obcych substancji, błędami w montażu łożysk, nadmiernym ugięciem wału lub kombinacjami tych przyczyn. Jeżeli znane są wszystkie warunki przed i po uszkodzeniu włączając rodzaj zastosowania, warunki pracy oraz otoczenia to środki zaradcze mogą być określone po przeanalizowaniu natury uszkodzenia i jego prawdopodobnych przyczyn. Skuteczne środki zaradcze zredukują podobne uszkodzenia oraz zabezpieczą przed ponownym ich wystąpieniem.

Kolejne rozdziały (str. 19–41) podają przykłady uszkodzeń łożysk oraz sposoby przeciwdziałania im. Informacje zawarte w tych rozdziałach należy wykorzystywać podczas określania przyczyn uszkodzenia łożysk. Tabela diagnostyki łożysk umieszczona w Załączniku (str. 42) może być pomocna jako podręczny poradnik.

# Złuszczenie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Złuszczenie pojawia się kiedy małe części materiału łożyska są odrywane z gładkiej powierzchni bieżni lub elementów tocznych z powodu zmęczenia tocznego, tym samym tworząc rejonu posiadające chropowatą i szorstką teksturę.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nadmierne obciążenie</li> <li>› Zły montaż (niewspółosiowość)</li> <li>› Obciążenie z momentem skrętu</li> <li>› Przedostanie się obcych zanieczyszczeń, przenikanie wody</li> <li>› Niewystarczające smarowanie, niewłaściwy środek smarny</li> <li>› Nieodpowiedni luz wewnętrzny łożyska</li> <li>› Niewłaściwa dokładność wału lub obudowy, nierównomierność sztywności obudowy, duże ugięcie wału</li> <li>› Postępująca rdza, wżery korozyjne, przytarcia smugowe, wgniecenia (Brinelling)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Potwierdź zastosowanie łożyska sprawdź warunki obciążenia</li> <li>› Popraw metodę montażu</li> <li>› Popraw mechanizm uszczelnienia, zabezpiecz przed rdzewieniem podczas postoju</li> <li>› Zastosuj środek smarny o właściwej lepkości, popraw metodę smarowania</li> <li>› Sprawdź dokładność wału i obudowy</li> <li>› Sprawdź luz wewnętrzny łożyska</li> </ul>



**Fotografia 1.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego  
**Symptom:** Złuszczenie pojawia się na powierzchni bieżni na połowie obwodu pierścienia  
**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie z powodu przedostania się chłodziwa do wewnątrz łożyska



**Fotografia 1.2**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego  
**Symptom:** Złuszczenie pojawia się diagonalnie wzdłuż bieżni  
**Przyczyna:** Złe ustawienie współosiowości wału i obudowy podczas montażu



**Fotografia 1.3**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego  
**Symptom:** Złuszczenie bieżni w odległości podziałowej kulek  
**Przyczyna:** Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas montażu



**Fotografia 1.4**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego  
**Symptom:** Złuszczenie bieżni w odległości podziałowej kulek  
**Przyczyna:** Wgniecenie z powodu uderowego obciążenia podczas postoju

# Złuszczenie



Fotografia 1.5

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 1.4

**Symptom:** Złuszczenie bieżni w odległości podziałowej kulek

**Przyczyna:** Wgniecenie z powodu udarowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 1.6

**Część:** Kulki łożyska z fotografii 1.4

**Symptom:** Złuszczenie powierzchni kulek

**Przyczyna:** Wgniecenie z powodu udarowego obciążenia podczas postoju



Fotografia 1.7

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Złuszczenie tylko jednej bieżni na całym obwodzie pierścienia

**Przyczyna:** Nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 1.8

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 1.7

**Symptom:** Złuszczenie tylko jednej bieżni na całym obwodzie pierścienia

**Przyczyna:** Nadmierne obciążenie osiowe



Fotografia 1.9

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Złuszczenie tylko jednego rzędu bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



Fotografia 1.10

**Część:** Rolki łożyska walcowego

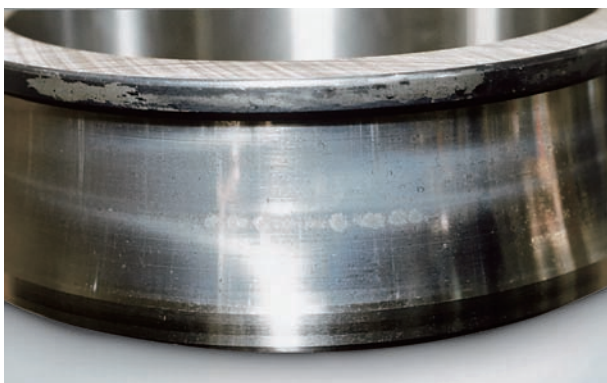
**Symptom:** Przedwczesne złuszczenie pojawia się osiowo na powierzchniach rolek

**Przyczyna:** Rysy powstałe podczas niewłaściwego montażu



# Mikrozłuszczenie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Ciemne lub matowe plamy ukazują się wzdłuż powierzchni lekkiego zużycia. Takie ciemne plamy początkują powstawanie drobnych pęknięć o głębokości 5 – 10 µm. Drobne cząsteczki odrywają się i rozwijają się drobne złuszczenia – mikrozłuszczenia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nieodpowiednie smarowanie</li> <li>› Przedostanie się zanieczyszczeń do środka smarnego</li> <li>› Chropowata powierzchnia z powodu słabego smarowania</li> <li>› Chropowatość powierzchni obracających się części współpracujących</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Dobierz właściwy czynnik smarujący</li> <li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li> <li>› Popraw wykończenie powierzchni obracających się części współpracujących</li> </ul>



**Fotografia 2.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Pojawia się wzór złuszczenia o kształcie okrągłym na środku powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 2.2**

**Część:** Powiększenie wzoru z fotografii 2.1



**Fotografia 2.3**

**Część:** Baryłki łożyska z fotografii 2.1

**Symptom:** Pojawia się wzór złuszczenia o kształcie okrągłym na środku powierzchni baryłki

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 2.4**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Złuszczenia pojawiają się w pobliżu obrzeża bieżni na całym obwodzie pierścienia

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie

# Zarysowania

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Zarysowania są uszkodzeniem powierzchni w wyniku nagromadzenia się małych zatarć spowodowanych poślizgiem przy niewłaściwym smarowaniu lub w surowych warunkach pracy. Liniowe uszkodzenia pojawiają się obwodowo na powierzchniach bieżni i elementów tocznych. Uszkodzenia o cykloidalnym kształcie na czołach wałeczków. Zarysowania na powierzchni obrzeży stykających się z czołami elementów tocznych.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nadmierne obciążenie, nadmierne obciążenie wstępne</li> <li>› Niewystarczające smarowanie</li> <li>› Częsteczki przechwytywane są na powierzchnię</li> <li>› Nachylenie pierścieni wewnętrznych i zewnętrznego</li> <li>› Wygięcie wału</li> <li>› Zbyt mała precyzja wału i obudowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Sprawdź rozmiar obciążenia</li> <li>› Ustaw obciążenie wstępne</li> <li>› Popraw czynnik smarujący i zmień metodę smarowania</li> <li>› Sprawdź dokładność wału i obudowy</li> </ul>



Fotografia 3.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Zarysowania na czole szerokiego obrzeża pierścienia wewnętrznego

**Przyczyna:** Ślizganie się wałeczka z powodu nagłego przyspieszenia lub opóźnienia



Fotografia 3.2

**Część:** Baryłki łożyska z fotografii 3.1

**Symptom:** Zarysowania na czołach baryłek

**Przyczyna:** Ślizganie się baryłek z powodu nagłego przyspieszenia lub opóźnienia



Fotografia 3.3

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego wzdłużnego

**Symptom:** Zarysowania na czole obrzeża pierścienia wewnętrznego

**Przyczyna:** Zużyte cząsteczki zostały zmieszane ze środkiem smarowym i pojawia się przerwanie filmu olejowego wskutek nadmiernego obciążenia.



Fotografia 3.4

**Część:** Wałeczki łożyska walcowego dwurzędowego

**Symptom:** Zarysowania na czołach wałeczków

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie i nadmierne obciążenie osiowe



**Fotografia 3.5**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego wzdłużnego  
**Symptom:** Rysy na czole obrzeża pierścienia wewnętrznego  
**Przyczyna:** Cząstki stałe, które gromadzą się na powierzchni i nadmierne obciążenie osiowe



**Fotografia 3.6**

**Część:** Baryłka łożyska z fotografii 3.5  
**Symptom:** Zarysowania na czołach baryłek  
**Przyczyna:** Cząstki stałe, które gromadzą się na powierzchni i nadmierne obciążenie osiowe



**Fotografia 3.7**

**Część:** Koszyk łożyska kulkowego poprzecznego  
**Symptom:** Zarysowania na kieszeniach koszyka ze stali tłoczonej  
**Przyczyna:** Wnikanie cząstek stałych



# Przytarcia smugowe

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Przytarcie smugowe jest uszkodzeniem powierzchni, które pojawia się w wyniku nagromadzenia się małych zatarć między elementami łożyska z powodu przerwania filmu olejowego i / lub poślizgu. Powierzchnia staje się chropowata równocześnie z topieniem się.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Wysoka prędkość obrotowa i lekkie obciążenie</li> <li>› Nagłe przyspieszania / opóźnienia</li> <li>› Niewłaściwy środek smarny</li> <li>› Wnikanie wody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Skoryguj obciążenie wstępne</li> <li>› Skoryguj luz wewnętrzny łożyska</li> <li>› Zastosuj środek smarny z dobrą zdolnością tworzenia filmu olejowego</li> <li>› Popraw metodę smarowania</li> <li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li> </ul>



**Fotografia 4.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

**Symptom:** Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Poślizg wałeczka z powodu nadmiernego wypełnienia smarem

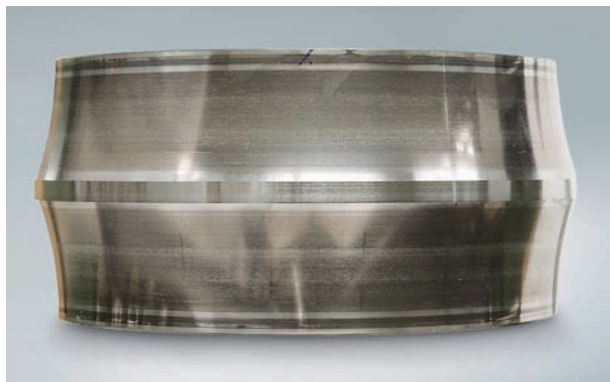


**Fotografia 4.2**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 4.1

**Symptom:** Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Poślizg wałeczka z powodu nadmiernego wypełnienia smarem



**Fotografia 4.3**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 4.4**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 4.3

**Symptom:** Przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



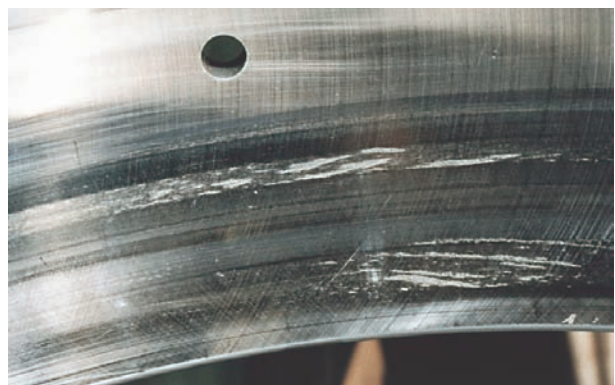


**Fotografia 4.5**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Częściowe przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 4.6**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 4.5

**Symptom:** Częściowe przytarcia smugowe pojawiają się obwodowo na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 4.7**

**Część:** Baryłki łożyska z fotografii 4.5

**Symptom:** Przytarcia smugowe pojawiają się na środkowej powierzchni baryłki

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie

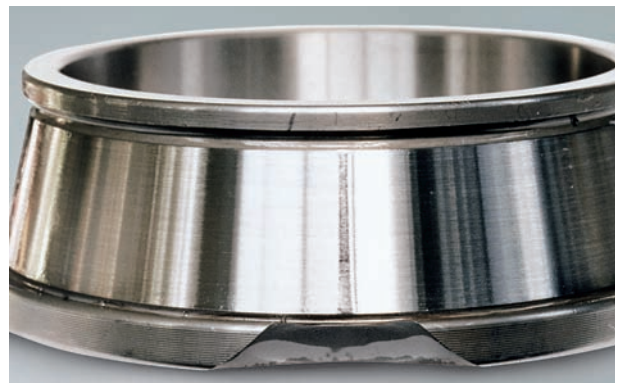
# Odlamania

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Odlamania dotyczą małych kawałków, które wykruszyły się z powodu nadmiernego obciążenia lub obciążenia udarowego, działających miejscowo na część narożną wałeczka lub obrzeża bieżni pierścienia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Uderzenia podczas montażu</li> <li>› Nadmierne obciążenie</li> <li>› Upuszczenie w trakcie nieuważnego przemieszczania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Popraw metodę montażową [zastosuj pasowanie skurczowe (na gorąco), zastosuj właściwe narzędzia]</li> <li>› Przeanalizuj warunki obciążenia</li> <li>› Zapewnij wystarczające podparcie dla obrzeża łożyska</li> </ul>



Fotografia 5.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego  
**Symptom:** Wykruszenia pojawiają się na obrzeżu środkowym  
**Przyczyna:** Nadmierne obciążenie podczas montażu



Fotografia 5.2

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego  
**Symptom:** Odlamania pojawiają się na czole tylnym obrzeża stożka (pierścienia wewnętrznego)  
**Przyczyna:** Duży udar podczas montażu



Fotografia 5.3

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego wzdłużnego  
**Symptom:** Odlamania pojawiają się na większym obrzeżu  
**Przyczyna:** Powtarzalne obciążenie



Fotografia 5.4

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska igielkowego z obrzeżami  
**Symptom:** Odlamania pojawiają się na obrzeżu zewnętrznym pierścienia  
**Przyczyna:** Pochylenie igiełek z powodu nadmiernego obciążenia (wałeczki igielkowe są długie w porównaniu do ich średnicy. Pod wpływem nadmiernego lub nierównomiernego obciążenia igielki są pochylane i popychane w kierunku obrzeży.)

# Pęknięcia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Pęknięcia bieżni pierścienia i elementów tocznych. Stała praca w tych warunkach prowadzi do większych pęknięć lub odlamań.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nadmierny wcisk</li> <li>› Nadmierne obciążenie, udarowe obciążenie</li> <li>› Postępujące zluszczenie</li> <li>› Generowanie ciepła i korozja cieńra spowodowana kontaktem montowanych części i bieżni pierścienia</li> <li>› Generacja ciepła spowodowana pełzaniem</li> <li>› Mało dokładny kąt stożka wału stożkowego</li> <li>› Niedokładna walcowość wału</li> <li>› Nacisk na ścięcie montażowe łożyska z powodu dużego promienia naroża wału</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Skoryguj wcisk</li> <li>› Sprawdź warunki obciążenia</li> <li>› Popraw metody montażu</li> <li>› Zastosuj wał o właściwym kształcie</li> </ul>



Fotografia 6.1

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

**Symptom:** Pęknięcia termiczne pojawiają się na czole pierścienia zewnętrznego

**Przyczyna:** Nienormalna generacja ciepła z powodu kontaktu ślizgowego między współpracującą częścią a czolem pierścienia zewnętrznego



Fotografia 6.2

**Część:** Wałeczek łożyska stożkowego wzdłużnego

**Symptom:** Pęknięcia termiczne pojawiają się na większym czole wałeczka

**Przyczyna:** Ciepło generowane z powodu ślizgania się po obrzeżu pierścienia wewnętrznego przy niewystarczającym smarowaniu



Fotografia 6.3

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

**Symptom:** Pęknięcia powiększające się na zewnątrz w kierunkach osiowym i obwodowym, a rozpoczynające się na zluszczeniach powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Zluszczenie rozpoczynające się od skazy powstałej wskutek uderzenia



Fotografia 6.4

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego pracujący jako pierścień zewnętrzny toczący (obracający się pierścień zewnętrzny)

**Symptom:** Pęknięcia pojawiają się na powierzchni zewnętrznej

**Przyczyna:** Płaskie zużycie i generacja ciepła z powodu nieobracania się pierścienia zewnętrznego

# Pęknięcia



**Fotografia 6.5**

**Część:** Powierzchnia bieżni pierścienia zewnętrznego z fotografii 6.4  
**Symptom:** Pęknięcie powierzchni zewnętrznej rozwijające się na bieżni



**Fotografia 6.6**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego  
**Symptom:** Pęknięcia osiowe pojawiają się na powierzchni bieżni  
**Przyczyna:** Duże naprężenie od pasowania z powodu różnicy temperatury między wałem i pierścieniem wewnętrznym



**Fotografia 6.7**

**Część:** Przekrój wykruszonego pierścienia wewnętrznego z fotografii 6.6  
**Symptom:** Początek uszkodzenia leży bezpośrednio pod powierzchnią bieżni



**Fotografia 6.8**

**Część:** Baryłka łożyska baryłkowego  
**Symptom:** Osiowe pęknięcia pojawiają się na powierzchni tocznej



# Uszkodzenia koszyka

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Uszkodzenie koszyka włączając jego deformacje, wykruszenia i zużycie</li> <li>› Wykruszenia żeberk koszyków</li> <li>› Odształcenia powierzchni bocznych</li> <li>› Zużycie powierzchni gniazda</li> <li>› Zużycie powierzchni prowadzących</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Nieodpowiedni montaż (niewspółosiowość łożyska)</li> <li>› Nieodpowiednie przemieszczanie i obsługa</li> <li>› Duży moment obciążenia</li> <li>› Duże i uderowe drgania</li> <li>› Nadmierna prędkość obrotowa, nagłe przyspieszenia i opóźnienia</li> <li>› Niewystarczające smarowanie</li> <li>› Wzrost temperatury</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Sprawdź metodę montażu</li> <li>› Sprawdź temperaturę, obroty i warunki obciążenia</li> <li>› Zredukuj drgania</li> <li>› Dobierz typ koszyka</li> <li>› Dobierz metodę smarowania i środek smarny</li> </ul>



**Fotografia 7.1**

**Część:** Koszyk łożyska kulkowego poprzecznego

**Symptom:** Pęknięcia kieszeni koszyka stalowego tłoczonego

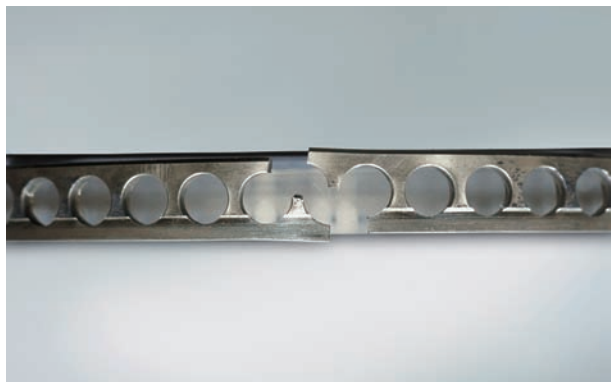


**Fotografia 7.2**

**Część:** Koszyk łożyska kulkowego skośnego

**Symptom:** Wykruszenia żeberk kieszeni koszyka żeliwnego obrabianego maszynowo

**Przyczyna:** Nienormalne obciążenie działające na koszyk z powodu niewspółosiowego montażu między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym



**Fotografia 7.3**

**Część:** Koszyk łożyska kulkowego skośnego

**Symptom:** Pęknięcie koszyka z wysokogatunkowego miedzi obrabianego maszynowo



**Fotografia 7.4**

**Część:** Koszyk łożyska stożkowego

**Symptom:** Wykruszenia żeberk koszyka stalowego tłoczonego

# Uszkodzenia koszyka



Fotografia 7.5

**Część:** Koszyk łożyska kulowego skośnego

**Symptom:** Odkształcenia koszyka stalowego tłoczonego

**Przyczyna:** Obciążenie udarowe z powodu niewłaściwej obsługi



Fotografia 7.6

**Część:** Koszyk łożyska walcowego

**Symptom:** Odkształcenia powierzchni bocznej koszyka mosiężnego obrabianego maszynowo o wysokiej wytrzymałości

**Przyczyna:** Duży uder podczas montażu



Fotografia 7.7

**Część:** Koszyk łożyska walcowego

**Symptom:** Odkształcenia i zużycie koszyka o wysokiej wytrzymałości z mosiądzu obrabianego maszynowo



Fotografia 7.8

**Część:** Koszyk łożyska kulowego skośnego

**Symptom:** Uskokowe zużycie na zewnętrznej powierzchni i powierzchni kieszeni koszyka o wysokiej wytrzymałości z mosiądzu obrabianego maszynowo

# Wgniecenia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Jeżeli zanieczyszczenia, takie jak małe cząstki metaliczne, trafiają do strefy kontaktu tocznego, wtedy na powierzchni bieżni i na powierzchni elementów tocznych pojawiają się wgniecenia. Wgniecenia mogą pojawić się w odstępach elementów tocznych co jest wynikiem uderzenia podczas montażu (Odciski Brinella).	<ul style="list-style-type: none"><li>› Zanieczyszczenia, takie jak cząstki metaliczne, trafiają na powierzchnię</li><li>› Nadmierne obciążenie</li><li>› Wstrząsy i uderzenia podczas transportu lub montażu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Umyj obudowę</li><li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li><li>› Przetnij olej smarujący</li><li>› Popraw metody montażu i obsługi</li></ul>



Fotografia 8.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego

**Symptom:** Zmatowiona powierzchnia bieżni

**Przyczyna:** Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni

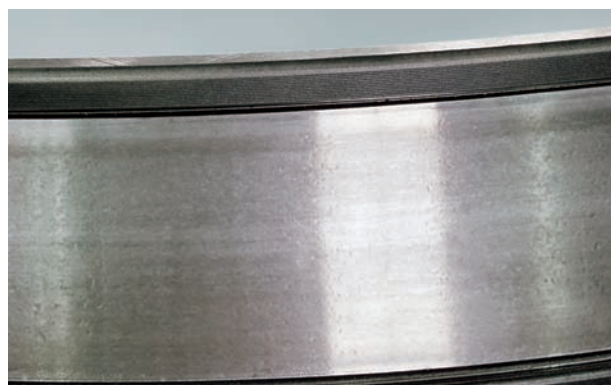


Fotografia 8.2

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego

**Symptom:** Wgniecenia na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



Fotografia 8.3

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego

**Symptom:** Małe i duże wgniecenia pojawiają się na całej powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni



Fotografia 8.4

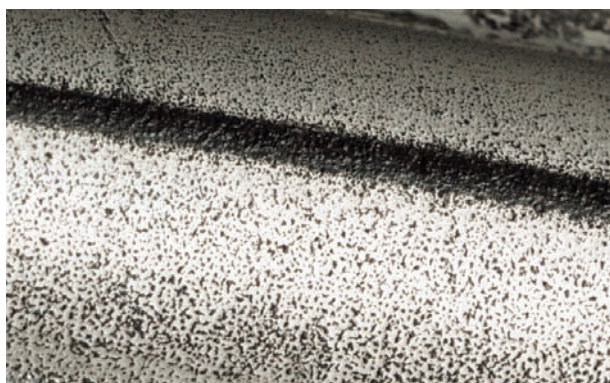
**Część:** Wałeczki stożkowe z fotografii 8.3

**Symptom:** Małe i duże wgniecenia pojawiają się na całej powierzchni tocznej

**Przyczyna:** Zanieczyszczenia przechwytywane na powierzchni

# Wżery korozyjne

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Powierzchnia z wżerami korozyjnymi posiada matowy połysk, który pojawia się na powierzchni elementów tocznych lub na powierzchni bieżni.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Zanieczyszczenia dostały się do środka smarnego</li><li>› Wystawienie na działanie wilgoci z atmosfery</li><li>› Niewystarczające smarowanie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li><li>› Gruntownie przefiltruj olej smarujący</li><li>› Zastosuj właściwy środek smarny</li></ul>



Fotografia 9.1

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska do obrotnic

**Symptom:** Wżery korozyjne pojawiają się na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Rdza na dnie wgnieceń



Fotografia 9.2

**Część:** Kulka łożyska z fotografii 9.1

**Symptom:** Wżery korozyjne pojawiają się na powierzchni elementów tocznych



# Ścieranie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Ścieranie jest pogorszeniem stanu powierzchni z powodu tarcia ślizgowego na powierzchni bieżni, elementów tocznych, powierzchniach czołowych wałeczków, powierzchniach czołowych obrzeży, powierzchni gniazd koszyków itp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Wnikanie zanieczyszczeń</li> <li>› Postępująca rdza i korozja elektryczna</li> <li>› Niewystarczające smarowanie</li> <li>› Ślizganie spowodowane nieregularnym ruchem elementów tocznych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li> <li>› Wyczyść obudowę</li> <li>› Gruntownie przefiltruj olej smarujący</li> <li>› Sprawdź środek smarny i metodę smarowania</li> <li>› Zapobiegaj niewspółosiowości</li> </ul>

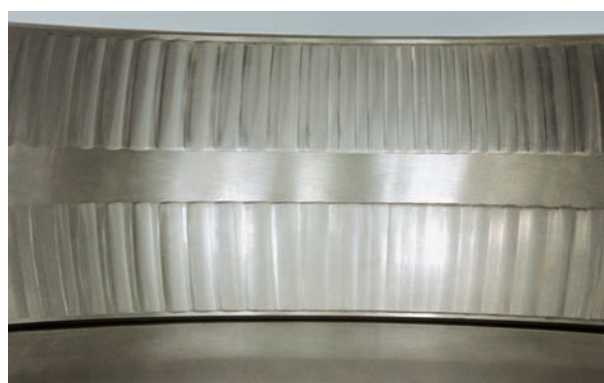


**Fotografia 10.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

**Symptom:** Wiele wżerów występujących z powodu korozji elektrycznej oraz ślady ścierania w kształcie fali na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Korozja elektryczna

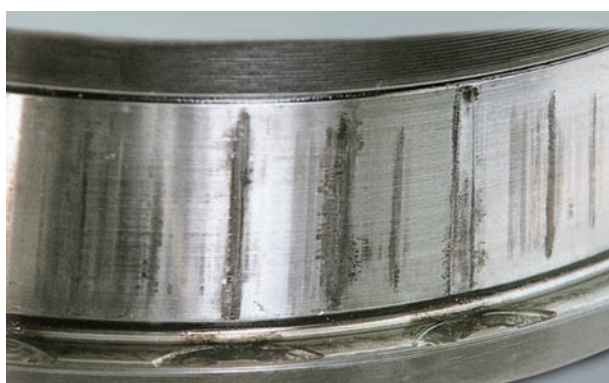


**Fotografia 10.2**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Ślady ścierania posiadają wzór fali lub wklęsło-wypukłą fakturę na obciążonej stronie powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Podostanie się zanieczyszczeń w trakcie powtarzających się wibracji podczas postoju



**Fotografia 10.3**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego dwurzędowego

**Symptom:** Ścieranie w postaci korozji ciennej bieżni i uskokowe zużycie na powierzchni obrzeża

**Przyczyna:** Korozja cienna postępująca wskutek nadmiernego obciążenia podczas postoju



**Fotografia 10.4**

**Część:** Wałeczki stożkowe łożyska z fotografii 10.3

**Symptom:** Uskokowe zużycie na czołowej powierzchni wałeczka

**Przyczyna:** Korozja cienna postępująca wskutek nadmiernego obciążenia podczas postoju

# Korozja cierna

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Zużycie pojawia się na skutek powtarzającego się ślizgania dwóch powierzchni. Korozja cierna pojawia się na powierzchniach pasowanych, a także na powierzchniach styku pomiędzy bieżniami pierścieni i elementów tocznych. Korozja cierna jest też terminem stosowanym do opisania czerwono-brązowych i czerwono-czarnych wytartych cząstek.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Niewystarczające smarowanie</li><li>› Drgania o małej amplitudzie</li><li>› Niedostateczny wcisk</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Zastosuj właściwy środek smarny</li><li>› Zastosuj obciążenie wstępne</li><li>› Sprawdź jakość pasowania z wciskiem</li><li>› Zastosuj warstewkę filmu środka smarnego na powierzchni pasowane</li></ul>



Fotografia 11.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

**Symptom:** Korozja cierna pojawia się na powierzchni otworu

**Przyczyna:** Drgania

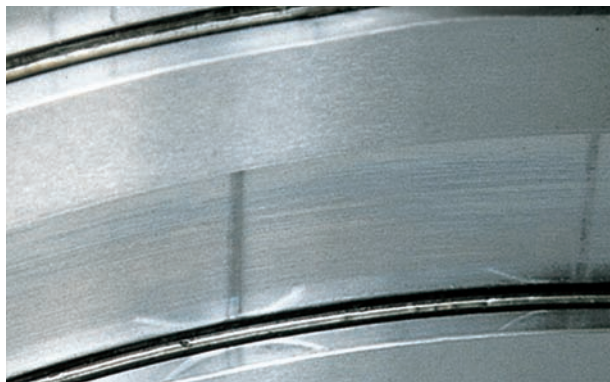


Fotografia 11.2

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego

**Symptom:** Wyraźna korozja cierna pojawia się na całym obwodzie powierzchni otworu

**Przyczyna:** Niedostateczne pasowanie z wciskiem



Fotografia 11.3

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

**Symptom:** Korozja cierna pojawia się na powierzchni bieżni w odstępach elementów tocznych

# Fałszywe odciski Brinella

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Spośród różnych typów korozji cieier, powstają także fałszywe odciski Brinella jako pojawiające się zagłębione miejsca przypominające odciski Brinella powstałe z powodu zużycia spowodowanego drganiami i kołysaniem bocznym w punktach styku między bieżnią a elementami tocznymi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Oscylacje i drgania nie pracującego łożyska w takich momentach jak transport</li> <li>› Ruch oscylacyjny o małej amplitudzie</li> <li>› Niewystarczające smarowanie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Zabezpiecz wał i obudowę podczas transportu</li> <li>› Transportuj oddzielnie zapakowane pierścienie zewnętrzny i wewnętrzny</li> <li>› Zredukuj drgania przez zastosowanie obciążenia wstępnego</li> <li>› Zastosuj właściwy środek smarny</li> </ul>



**Fotografia 12.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

**Symptom:** Fałszywe odciski Brinella pojawiają się na bieżni

**Przyczyna:** Drgania z zewnętrznego źródła działające na niepracujące łożysko



**Fotografia 12.2**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 12.1

**Symptom:** Fałszywe odciski Brinella pojawiają się na bieżni

**Przyczyna:** Drgania z zewnętrznego źródła działające na niepracujące łożysko



**Fotografia 12.3**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska kulkowego wzdłużnego

**Symptom:** Fałszywe odciski Brinella na powierzchni bieżni pojawiają się w odstępach elementów tocznych

**Przyczyna:** Powtarzające się drgania o małej oscylacji



**Fotografia 12.4**

**Część:** Wałeczki łożyska walcowego

**Symptom:** Fałszywe odciski Brinella pojawiają się na powierzchni tocznej

**Przyczyna:** Drgania z zewnętrznego źródła działające na niepracujące łożysko

# Pełzanie

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Pełzanie jest zjawiskiem powstającym w łożyskach kiedy pojawia się względny poślizg pasowanych powierzchni i przez to powstaje luz między pasowanymi powierzchniami. Pełzanie powoduje lśniący wygląd, czasami z zarysowaniem lub zużyciem.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Niewystarczające pasowanie z wciśnięciem lub pasowanie luźne</li><li>› Niewystarczające dokręcenie tulei</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Sprawdź wciśnięcie i zabezpiecz przed obracaniem się</li><li>› Skoryguj dokręcenie tulei</li><li>› Sprawdź dokładność wału i obudowy</li><li>› Obciążenie wstępne w kierunku osiowym</li><li>› Dociśnij czoło pierścienia z bieżnią</li><li>› Zastosuj klej na powierzchniach pasowanych</li><li>› Zastosuj warstwę filmu środka smarnego na powierzchniach pasowanych</li></ul>



Fotografia 13.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska białkowego

**Symptom:** Pełzanie towarzyszące zarysowaniu powierzchni otworu

**Przyczyna:** Niewystarczające wciśnięcie



Fotografia 13.2

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska białkowego

**Symptom:** Pełzanie pojawiające się na całym obwodzie powierzchni zewnętrznej

**Przyczyna:** Pasowanie luźne między pierścieniem zewnętrznym a obudową



# Zatarcia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Kiedy nieoczekiwanie pojawia się przegrzanie podczas obrotów, następuje przebarwienie łożyska. Następnie bieżnie pierścieni, elementy toczne i koszyk stają się miękkie, topią się i deformują w wyniku kumulacji uszkodzeń.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Niewystarczające smarowanie</li> <li>› Nadmierne obciążenie (nadmierne obciążenie wstępne)</li> <li>› Nadmierna prędkość obrotowa</li> <li>› Zbyt mały luz wewnętrzny</li> <li>› Wnikanie wody i zanieczyszczeń</li> <li>› Niezbyt duża precyzja wykonania wału i obudowy, nadmierne ugięcie wału</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Zbadaj środek smarny oraz metodę smarowania</li> <li>› Przeanalizuj czy zostało dobrane właściwe łożysko</li> <li>› Sprawdź obciążenie wstępne, luz wewnętrzny łożyska oraz pasowanie</li> <li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li> <li>› Sprawdź dokładność wykonania wału i obudowy</li> <li>› Popraw metodę montażu</li> </ul>



**Fotografia 14.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego  
**Symptom:** Bieżnia jest przebarwiona i nadtopiona. Starte z koszyka cząsteczki zostały wwalcowane i połączone z bieżnią  
**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 14.2**

**Część:** Baryłki łożyska baryłkowego z fotografii 14.1  
**Symptom:** Przebarwienia i nadtopienia powierzchni tocznej baryłek, przyleganie zużytych cząsteczek koszyka  
**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie



**Fotografia 14.3**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego  
**Symptom:** Przebarwienia bieżni, nadtopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek  
**Przyczyna:** Nadmierne obciążenie wstępne



**Fotografia 14.4**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska z fotografii 14.3  
**Symptom:** Przebarwienia bieżni, nadtopienia pojawiają się w odstępach równych odstępom kulek  
**Przyczyna:** Nadmierne obciążenie wstępne



**Fotografia 14.5**

**Część:** Kulki i koszyk łożyska z fotografii 14.3  
**Symptom:** Uszkodzenie koszyka w wyniku stopienia, kulki zostały przebarwione i nadtopione  
**Przyczyna:** Nadmierne obciążenie wstępne

# Korozja elektryczna

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Kiedy przepływa przez łożysko prąd elektryczny, a pomiędzy cienką warstwą filmu olejowego powstaje łuk elektryczny, w punktach styku bieżni i elementów tocznych pojawiają się przypalenia. Punkty styku są miejscowo wytapiane w formie żłobków lub pofałdowań rowkowych, które widoczne są gołym okiem. Powiększenia tych rowków ukazują obniżenia podobne do kraterów, co wskazuje na wytapianie łukiem.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Różnica potencjału elektrycznego między pierścieniami wewnętrznym i zewnętrznym</li> <li>› Różnica potencjału elektrycznego o wysokiej częstotliwości generowana przez instrumenty lub ich podłoża, używane blisko łożyska</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Zaprojektuj obwód elektryczny, który zabezpieczy przed przepływem prądu przez łożyska</li> <li>› Odizoluj łożysko</li> </ul>



Fotografia 15.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska stożkowego

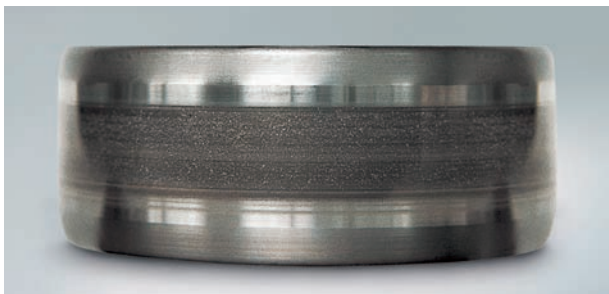
**Symptom:** Na powierzchni bieżni pojawia się korozja o wzorze paskowym



Fotografia 15.2

**Część:** Wałeczki stożkowe łożyska stożkowego z fotografii 15.1

**Symptom:** Na powierzchni tocznej pojawia się korozja o wzorze paskowym



Fotografia 15.3

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

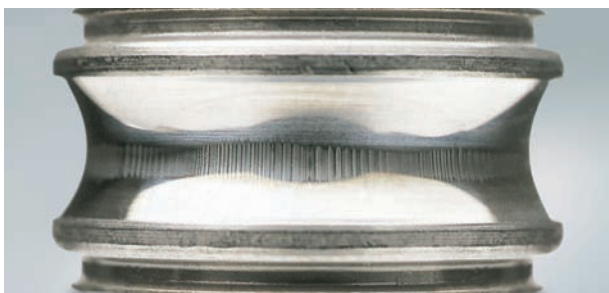
**Symptom:** Na powierzchni bieżni pojawia się korozja w kształcie pasa z towarzyszącą mu korozją punktową



Fotografia 15.4

**Część:** Kulki łożyska kulkowego poprzecznego

**Symptom:** Korozja elektryczna ma ciemny kolor i pokrywa całą powierzchnię kulki



Fotografia 15.5

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

**Symptom:** Żłobienie pojawia się na powierzchni bieżni (wysoka częstotliwość)



Fotografia 15.6

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska kulkowego poprzecznego

**Symptom:** Żłobienie pojawia się na powierzchni bieżni (wysoka częstotliwość)

# Rdza i korozja

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
<p>Na powierzchniach pierścieni i elementów tocznych są wżery rdzy i korozji, które mogą pojawiać się w odstępach elementów tocznych na pierścieniach lub na całych powierzchniach łożyska.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Przedostanie się do środka łożyska gazu korozyjnego lub wody</li> <li>› Niewłaściwe smarowanie</li> <li>› Powstawanie kropli wody z powodu kondensacji wilgoci</li> <li>› Wysoka temperatura i wilgotność podczas postoju</li> <li>› Słabe zabezpieczenie antykorozyjne podczas transportu</li> <li>› Niewłaściwe warunki przechowywania</li> <li>› Niewłaściwe obchodzenie się z łożyskiem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Popraw mechanizm uszczelnienia</li> <li>› Przeanalizuj metodę smarowania</li> <li>› Zastosuj ochronę antykorozyjną podczas okresów postojowych</li> <li>› Popraw warunki przechowywania</li> <li>› Popraw metodę obchodzenia się z łożyskiem</li> </ul>



**Fotografia 16.1**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego

**Symptom:** Rdza na powierzchniach czoł obrzeży i na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Niewystarczające smarowanie spowodowane wnikaniem wody



**Fotografia 16.2**

**Część:** Pierścień zewnętrzny pierścienia obrotowego

**Symptom:** Rdza na powierzchni bieżni w odstępach kulek

**Przyczyna:** Kondensacja wilgoci podczas okresów postojowych



**Fotografia 16.3**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska baryłkowego

**Symptom:** Rdza na powierzchni bieżni w odstępach baryłek

**Przyczyna:** Wnikanie wody do środka smarnego



**Fotografia 16.4**

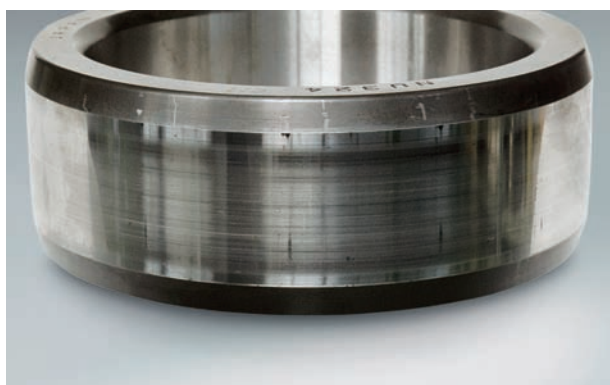
**Część:** Baryłki łożyska baryłkowego

**Symptom:** Wżery rdzy na powierzchni styku tocznego. Miejscami skorodowane

**Przyczyna:** Kondensacja wilgoci podczas magazynowania

# Odształcenia montażowe

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Proste linie zarysowane na powierzchniach bieżni pierścieni lub elementów tocznych powstałe podczas montażu lub demontażu łożyska.	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Pochylenie/skoszenie pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego podczas montażu lub demontażu</li> <li>› Obciążenie udarowe podczas montażu lub demontażu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Zastosuj odpowiednie przyrządy i narzędzia</li> <li>› Unikaj obciążenia udarowego stosując prasy</li> <li>› Podczas montażu centruj odpowiednio sparowane części</li> </ul>

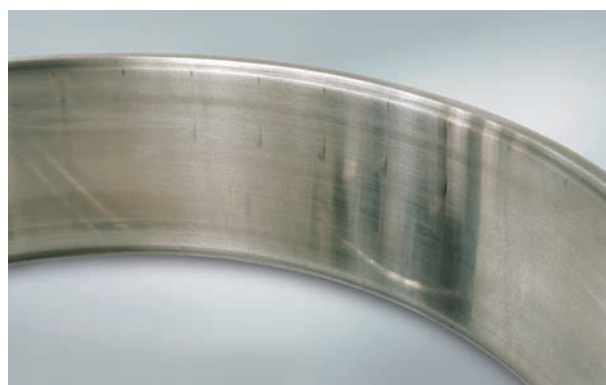


**Fotografia 17.1**

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska walcowego

**Symptom:** Osiowe rysy na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu

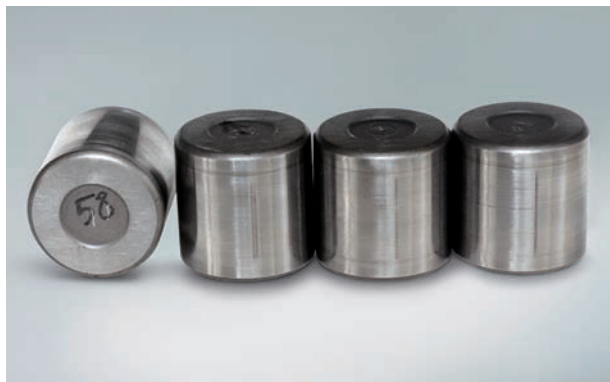


**Fotografia 17.2**

**Część:** Pierścień zewnętrzny łożyska walcowego dwurzędowego

**Symptom:** Osiowe rysy na powierzchni bieżni w odstępach wałeczków

**Przyczyna:** Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu



**Fotografia 17.3**

**Część:** Wałeczki łożyska walcowego

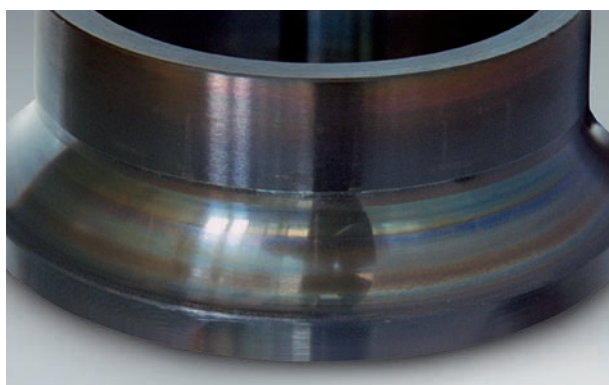
**Symptom:** Osiowe rysy na powierzchni tocznej

**Przyczyna:** Pochylenie między pierścieniem zewnętrznym a wewnętrznym podczas montażu



# Przebarwienia

Opis uszkodzenia	Możliwa przyczyna	Środki zaradcze
Przebarwienia koszyka, elementów tocznych i bieżni pierścieni pojawiają się wskutek reakcji ze środkiem smarnym i wysokiej temperatury.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Niewystarczające smarowanie</li><li>› Plamy olejowe na skutek reakcji ze środkiem smarnym</li><li>› Wysoka temperatura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Poprawienie metody smarowania</li></ul>



Fotografia 18.1

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego skośnego

**Symptom:** Niebieskawe i purpurowe przebarwienia na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Generowanie ciepła z powodu niewystarczającego smarowania



Fotografia 18.2

**Część:** Pierścień wewnętrzny łożyska kulkowego 4-punktowego

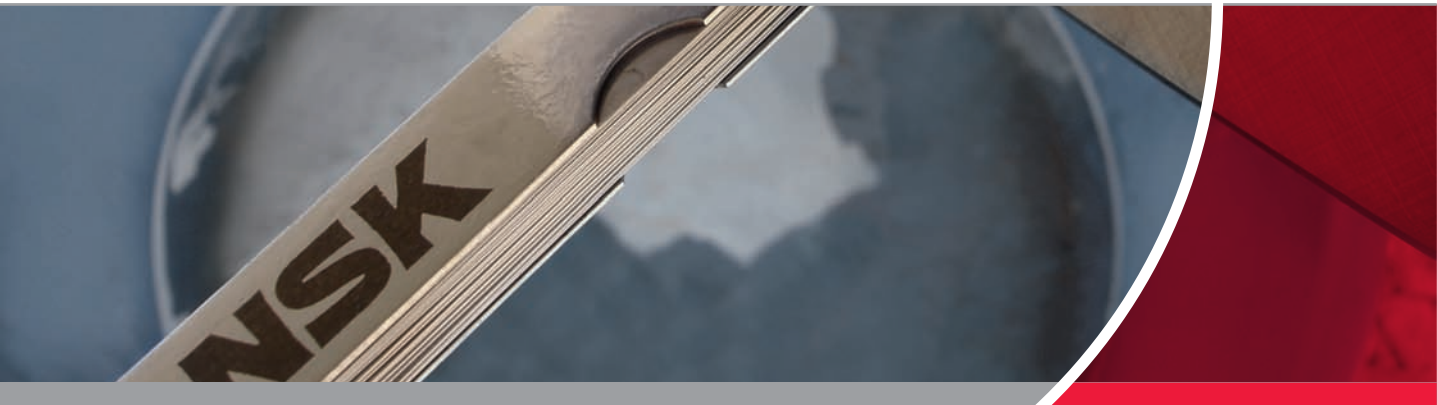
**Symptom:** Niebieskawe i purpurowe przebarwienia na powierzchni bieżni

**Przyczyna:** Generowanie ciepła z powodu niewystarczającego smarowania

# Załącznik – Karta diagnostyki łożysk

Nazwa uszkodzenia	Umiejscowienie (Zjawisko)	Przyczyna											Uwagi		
		Przemieszczenie i obsługa		Otoczenie łożyska			Smarowanie		Obciążenie			Prędkość			
		Magazynewanie – Transport	Montaż	Wał, Obudowa	Uszczelnienie woda – drobiny	Temperatura	Środek smarny	Metoda smarowania	Nadmierne obciążenie Udarowe obciążenie	Obciążenie momentem	Ultra małe obciążenie	Wysoka prędkość Duże przyspieszenie i opóźnienie		Wstrząsy – wibracje łożysko nie obraca się	Dobór łożyska
1. Zluszczanie	Bieżnia, powierzchnia toczna		●	●	●		●	●	●	●				●	
2. Mikrozluszczanie	Bieżnia, powierzchnia toczna				●		●	●			●	●			
	Wewnętrzna powierzchnia łożyska (kontakt toczny)			*	●		●	●							* Współpracujące części toczne
3. Zarysowania	Powierzchnia czołowa wałeczka		●	●	●		●	●	●	●		●			
	Powierzchnia obrzeża		●		●		●	●							
	Powierzchnia prowadząca koszyka		●		●		●	●							
	Powierzchnia kieszeni		●												
4. Przytarcia smugowe	Bieżnia, powierzchnie toczne				●		●	●			●	●			
5. Odłamania	Obrzeża bieżni, wałeczki	●	●	●					●	●					
6. Pęknięcia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne		●	●		●			●	●					
	Pow. obrzeża, pow. czoła wałeczka, powierzchnia prowadząca koszyka (pęknięcia termiczne)			●				●	●	●					
7. Uszkodzenia koszyka	(deformacja), (odłamanie)		●	●					●	●					
	(zużycie)		●		●		●	●	●	●		●			
8. Wgniecenia	Bieżnia, powierzchnie toczne (niezliczone małe wgniecenia)				●			●							
	Bieżnia (drobiny na średnicy podziałowej elementów tocznych)	●	●						●				●		
9. Wżery korozyjne	Bieżnia, powierzchnie toczne				●		●	●							
10. Ścieranie	Bieżnia, powierzchnie toczne pow. obrzeży, pow. czoł wałeczków		●		●		●	●							
11. Korozja cierna	Bieżnia, powierzchnie toczne	●	●	●			●	●	●			●	●		
	Pow. zewnętrzna i otworu łożyska, pow. boczna (kontakt z obudową i wałem)		●	●					●						
12. Fałszywe odciski Brinella	Bieżnia, powierzchnie toczne	●					●	●					●		
13. Pełzanie	Powierzchnie pasowane		●	●		●	●*	●*	●		●				* Pasowanie luźne
14. Zatarcia, zakleszczenia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk		●	●	●		●	●	●	●		●		●	
15. Korozja elektryczna	Bieżnia, powierzchnie toczne		*	*											* Prąd elektryczny przechodzi przez elementy toczne
16. Rdza i korozja	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk	●	●		●	●	●	●							
17. Odształcenia montażowe	Bieżnia, powierzchnie toczne		●	●											
18. Przebarwienia	Bieżnie pierścieni, elementy toczne, koszyk					●	●	●							

**Uwaga:** Karta ta nie jest wyczerpująca. Podaje ona tylko najbardziej powszechnie występujące uszkodzenia, przyczyny i umiejscowienia.



## Europejskie biura sprzedaży NSK

### **Polska i Europa**

#### **Środkowo-Wschodnia**

NSK Polska Sp. z o.o.  
Warsaw Branch  
Ul. Migdałowa 4/73  
02-796 Warszawa  
Tel. +48 22 645 15 25  
Fax +48 22 645 15 29  
info-pl@nsk.com

### **Francja**

NSK France S.A.S.  
Quartier de l'Europe  
2 rue Georges Guynemer  
78283 Guyancourt, Cedex  
Tel. +33 (0) 1 30 57 39 39  
Fax +33 (0) 1 30 57 00 01  
info-fr@nsk.com

### **Hiszpania**

NSK Spain, S.A.  
C/ Tarragona, 161 Cuerdo Bajo  
2ª Planta, 08014 Barcelona  
Tel. +34 932 89 27 63  
Fax +34 934 33 57 76  
info-es@nsk.com

### **Niemcy**

NSK Deutschland GmbH  
Harkortstraße 15  
40880 Ratingen  
Tel. +49 (0) 2102 4810  
Fax +49 (0) 2102 4812290  
info-de@nsk.com

### **Norwegia**

#### **Norweskie Biuro Sprzedaży**

NSK Europe Norwegian Branch NUF  
Østre Kullerød 5  
N-3241 Sandefjord  
Tel. +47 3329 3160  
Fax +47 3342 9002  
info-n@nsk.com

### **Republika Południowej Afryki**

NSK South Africa (Pty) Ltd.  
27 Galaxy Avenue  
Linbro Business Park  
Sandton 2146  
Tel. +27 (011) 458 3600  
Fax +27 (011) 458 3608  
nsk-sa@nsk.com

### **Szwecja**

NSK Sweden Office  
Karolinen Företagscenter  
Växnäsgatan 10  
SE-65340 Karlstad  
Tel. +46 5410 3545  
Fax +46 5410 3544  
info-de@nsk.com

### **Turcja**

NSK Rulmanlari Orta Doğu Tic. Ltd. Şti  
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.  
Ulya Engin İş Merkezi No: 68 Kat. 6  
P.K.: 34734 - Kozyatağı - İstanbul  
Tel. +90 216 3550398  
Fax +90 216 3550399  
turkey@nsk.com

### **Wielka Brytania**

NSK UK LTD.  
Northern Road, Newark  
Nottinghamshire NG24 2JF  
Tel. +44 (0) 1636 605123  
Fax +44 (0) 1636 602775  
info-uk@nsk.com

### **Włochy**

NSK Italia S.p.A.  
Via Garibaldi 215 - C.P. 103  
20024 Garbagnate  
Milanese (MI)  
Tel. +39 02 995191  
Fax +39 02 99025778  
info-it@nsk.com

**Zapraszamy również na naszą stronę internetową:  
[www.nskeurope.pl](http://www.nskeurope.pl) – Global NSK: [www.nsk.com](http://www.nsk.com)**

