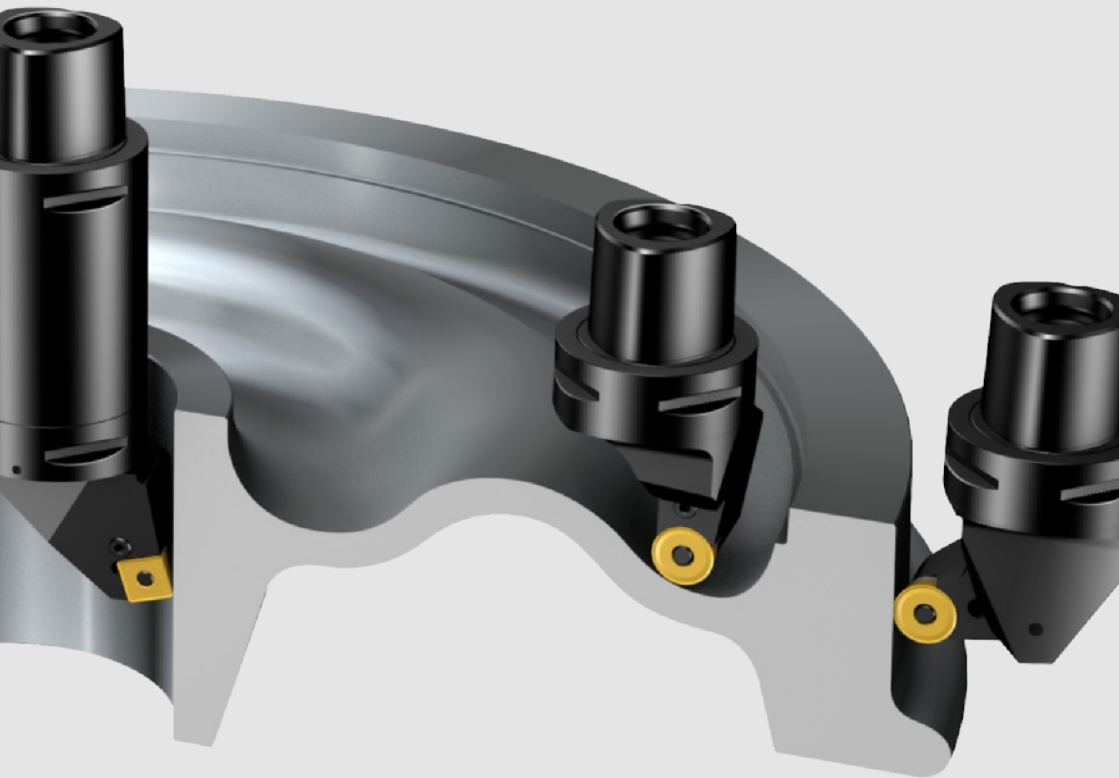


# Obróbka tokarska kół do zestawów kołowych

Przetaczanie i toczenie nowych kół zestawów kołowych





# SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	4
Rodzaje pociągów	5
Materiały do produkcji kół kolejowych	6
Średnice kół	7
Kształty kół	7
Produkcja kół kolejowych	8
TOCZENIE NOWYCH KÓŁ	10
Uwagi wstępne	10
Typy obrabiarek	10
Przegląd produktów i obrabianych powierzchni	12
Analiza sytuacji	15
Najlepsze praktyki	17
Rozwiązywanie problemów	22
PRZETACZANIE ZESTAWÓW KOŁOWYCH	27
Uwagi wstępne	27
Typy obrabiarek	29
Przegląd produktów i obrabianych powierzchni	34
Analiza sytuacji	37
Najlepsze praktyki	41
Rozwiązywanie problemów	48

# WPROWADZENIE

Toczenie kół kolejowych dotyczy dużych przedmiotów, wytwarzanych na dużych obrabiarkach przy zastosowaniu znacznych głębokości skrawania. Koła takie mogą prezentować różne właściwości i szczególne wymagania, w zależności od rodzaju pociągu, do jakiego są przeznaczone. Do toczenia nowych kół kolejowych wykorzystuje się oprawki narzędziowe z możliwością podawania chłodziwa od góry i od dołu oraz niezawodne płytki do kompleksowej obróbki kół dowolnego typu. Do przetaczania używanych zestawów kołowych oferowane są oprawki i płytki, które w bezpieczny sposób przywrócą pierwotny stan przedmiotu.



Chcąc zapewnić optymalne wyniki obróbki, należy wziąć pod uwagę szereg zagadnień. Niniejszy poradnik został podzielony na dwa rozdziały. Jeden z nich omawia różne aspekty związane z toczeniem nowych kół kolejowych, a drugi - z przetaczaniem za pomocą narzędzi Sandvik Coromant. Oba rozdziały zawierają przegląd produktów i poszczególnych powierzchni obrabianych, zalecenia dotyczące najlepszych praktyk i porady w zakresie rozwiązywania najczęstszych problemów.

Przegląd

Analiza  
sytuacji

Najlepsze  
praktyki

Rozwiązywanie  
problemów

## Rodzaje pociągów

Niniejszy poradnik obróbki będzie koncentrować się na trzech najważniejszych rodzajach pociągów: pociągach towarowych, metrze i kolei dużych prędkości. Te trzy kategorie pociągów są zróżnicowane jeśli chodzi o właściwości i wymagania co do wymiarów, profilu, klasy dokładności wykonania i materiałów do produkcji zestawów kołowych.



### POCIĄGI TOWAROWE

Pociągi z tej grupy są ciężkie, dlatego obręcze kół osiągają wysoki stopień zużycia w postaci wgnieceń materiału, odkształceń wieńca, dziur i wypłaszczeń. Dokładność wykonania ma mniejsze znaczenie. Na obrzeżu kół bardzo często są widoczne ślady hamulców wagonów towarowych.



### METRO

W tym przypadku koła mają małą średnicę. Czasem między obręczą a piastą koła są umieszczone warstwy gumy, których zadaniem jest tłumienie hałasu. Pociągi tego typu są lekkie i wyposażone w oddzielne tarcze hamulcowe.



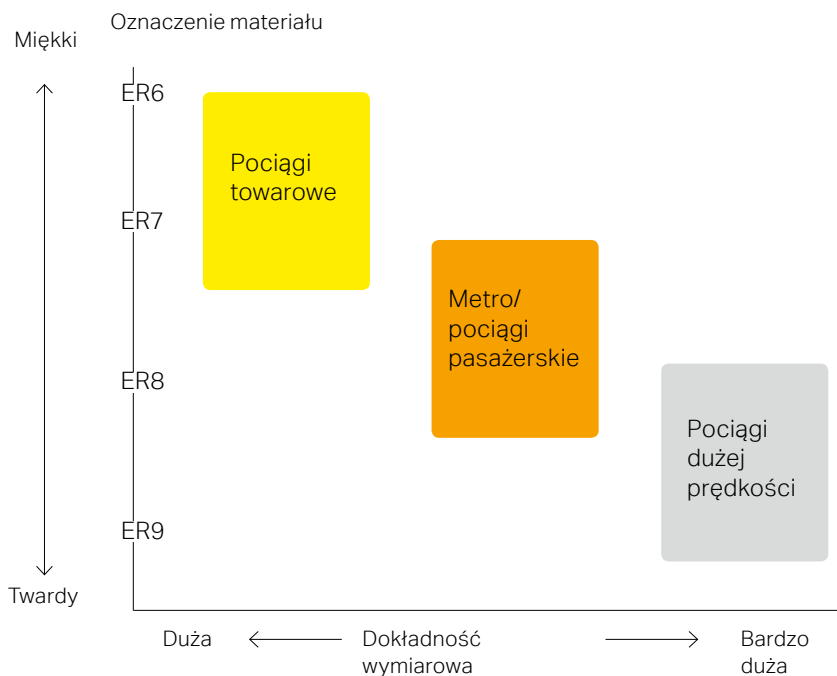
### POCIĄGI DUŻYCH PRĘDKOŚCI

Pociągi dużych prędkości mają największe koła i wymagają najwyższej dokładności wymiarowej wykonania, ponieważ bezpośrednio od niej zależy komfort pasażerów. Ze względu na wyważenie kół oczekuje się dużej dokładności wykonania ich obręczy. Z tego powodu, zestawy kołowe pociągów dużych prędkości są często przetaczane.

## Materiały do produkcji kół kolejowych

Najczęściej wykorzystywanym materiałem jest stal niestopowa i stopowa, natomiast na poszczególnych rynkach obowiązują różne normy i nomenklatura. Większość (95%) kół kolejowych jest wykonywana ze stali walcowanej, niewielka część również ze staliwa.

Istnieją normy określające twardość materiału w zakresie od ER1 do ER9. Zazwyczaj twardość zawiera się w znormalizowanym przedziale ER6-ER9.



## Średnice kół

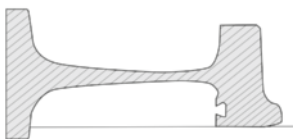
Poszczególne rodzaje pociągów różnią się wielkością kół. Zakres ich średnic wynosi 400-1200 mm:

- Metro: od 400 do 650 mm (15.7-25.6 cala)
- Pociągi towarowe: od 800 do 900 mm (31.5-35.4 cala)
- Pociągi dużych prędkości: od 900 do 1200 mm (35.4-47.2 cala)

Uwaga: obróbka kół o mniejszej średnicy wymaga użycia mniejszych płytek. Mniejsze płytki powodują mniejsze siły skrawania.

## Kształty kół

Profil kół kolejowych może być prosty lub posiadać krzywiznę. Różnice w kształcie kół można zaobserwować we wszystkich rodzajach pociągów i wagonów. Koła o prostym profilu częściej spotyka się w lokomotywach i metrze ze względu na ograniczoną ilość miejsca na koła i układ hamulcowy. Profile z krzywizną są zwykle montowane w wagonach. Kształt kół zależy od ich średnicy oraz sposobu i miejsca ich wykorzystania: wagon, lokomotywa, koła z rowkami tłumiącymi hałas, itp.



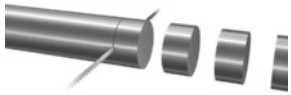
Profil prosty: zwykle stosowany w lokomotywach i metrze.



Profil z krzywizną: zwykle stosowany w wagonach.

# Produkcja kół kolejowych

Ilustracja przedstawia schemat produkcji nowego koła.



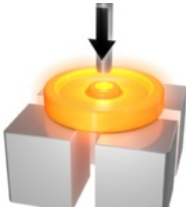
1



2



3



4



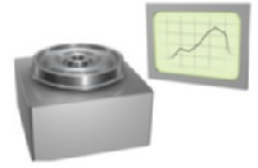
5



6



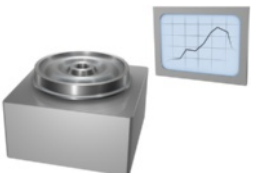
10



9



8

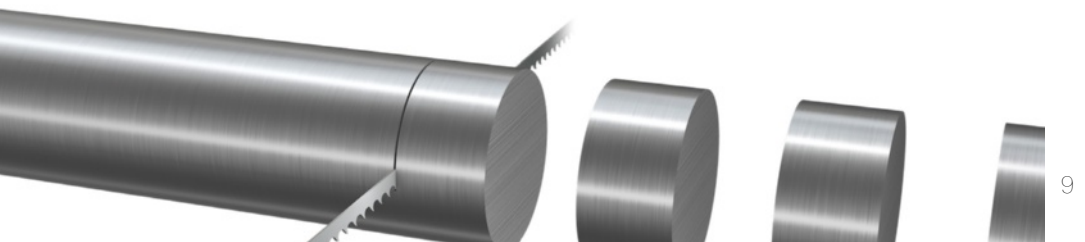


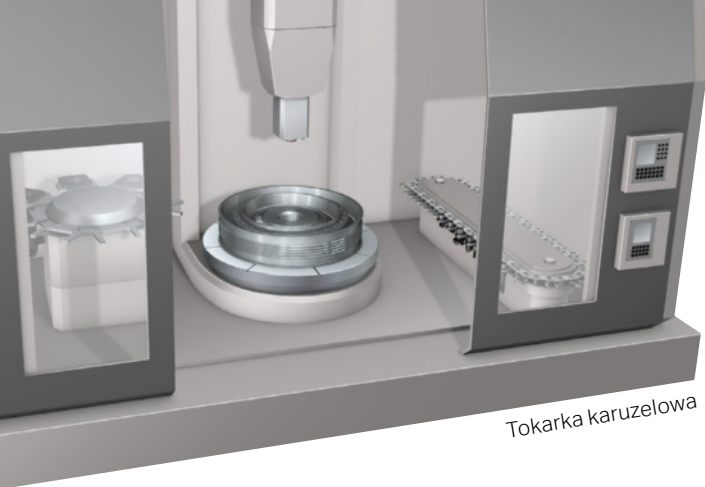
7





1. Odcięcie przygotówki
2. Podgrzanie przygotówki w obrotowym piecu
3. Kucie ze spłaszczaniem
4. Wybijanie otworów
5. Walcowanie
6. Gięcie
7. Hartowanie poprzez chłodzenie wodą
8. Testy mechaniczne
9. Toczenie profilu koła
10. Testy nieniszczące (badanie ultradźwiękowe w celu wykrycia np. ewentualnych pęknięć)





Tokarka karuzelowa

## TOCZENIE NOWYCH KÓŁ

### Uwagi wstępne

Przed rozpoczęciem obróbki koła należy uwzględnić szereg czynników dotyczących obrabianego przedmiotu i obrabiarki:

- Profil obrabianych kół (np. wąski profil wymaga użycia mniejszych płytek niż profil szeroki)
- Twardość i chropowatość powierzchni obrabianego przedmiotu
- Wysięg: długi wysięg wymaga większej stabilności narzędzia
- Obróbka z chłodziwem lub na sucho
- Stabilność, moc obrabiarki, moment obrotowy i mocowanie

### Typy obrabiarek

Nowe koła obrabia się na tokarkach karuzelowych. Mimo różnic w liczbie głowic rewolwerowych (1 lub 2), ustawienie narzędzia pozostaje zwykle bez zmian. Przy obróbce na nowej obrabiarence można rozważyć zastosowanie chłodziwa, natomiast w przypadku starszych modeli zwykle wykonuje się obróbkę na sucho.

### NOWOCZESNE MODELE OBRABIAREK

- Służą do obróbki kół o średnicy do 1200 mm (47.2 cala)
- Moc w związku z zastosowaniem podwójnej głowicy rewolwerowej (RAM) ~150 kW
- Uchwyty narzędziowe: Coromant Capto® C10 lub oprawki trzonkowe z chwytem 50x50 mm
- Płytki: często stosuje się płytki okrągłe wielkości 32
- Przedmiot obrabiany jest umieszczany na obrabiarkę przez robota. Maksymalne obroty wynoszą około 150- 200 obr/min
- Mocowanie: do pierwszego zamocowania nieobrobionego koła używane są zaczepty; po zakończeniu pierwszego etapu obróbki, a przed wykończeniem, dodawany jest drugi zestaw elementów mocujących



### STARSZE MODELE OBRABIAREK

- Służą do obróbki kół o średnicy do 1200 mm (47.2 cala)
- Zwykle posiadają tylko jedną głowicę rewolwerową, a zatem mają mniejszą moc, około 60 kW
- Wykorzystywane narzędzia: obrabiarki są często przystosowywane do złącza Coromant Capto® lub oprawek trzonkowych z chwytem tradycyjnym, często na płytki okrągłe wielkości 32
- W czasie obróbki panuje hałas i wysoka temperatura, unosi się pył
- Obrabiarka jest otwarta, więc podczas pracy dookoła niej rozpryskują się wióry
- Mniejsza moc: obróbka z niskimi prędkościami i posuwami, za pomocą mniejszych płytek



### INNE KONCEPCJE

- Obrabiarki typu „pick-up”
- Nowy rodzaj obrabiarek z jedną lub dwiema głowicami rewolwerowymi
- Koła są zdejmowane z wrzeciona głównego, a narzędzia pracują od dołu

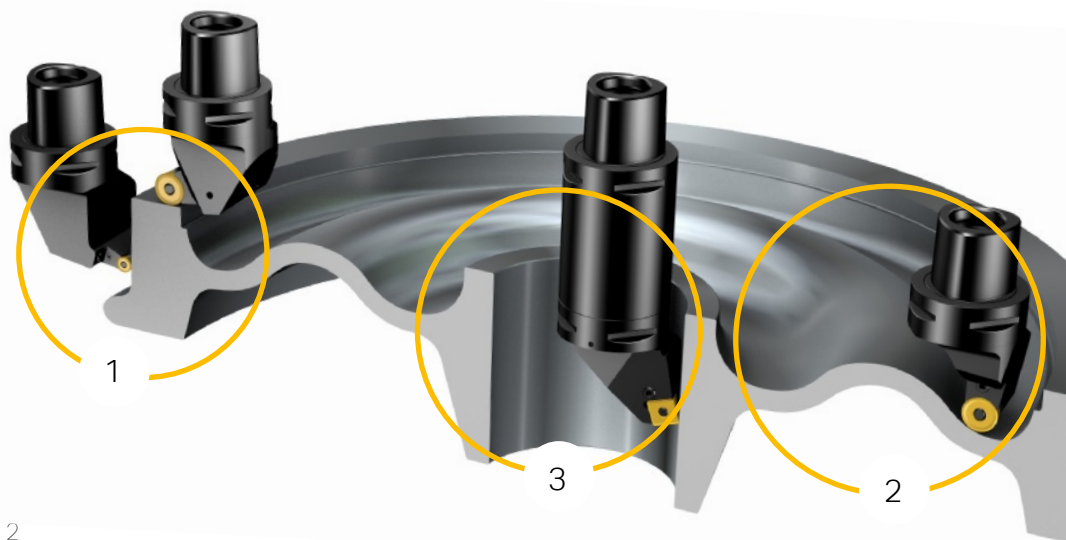
## Przegląd produktów do toczenia kół

Poniżej znajdują Państwo asortyment produktów Sandvik Coromant i zakres ich zastosowania w toczeniu nowych kół kolejowych.

### ELEMENTY KOŁA

W budowie koła można wyróżnić trzy elementy:

1. Obręcz (wieniec): wymaga obróbki powierzchni tocznej i planowania obrzeża koła.
2. Tarcza: część obrabiana między piastą a obręczą.
3. Piasta: wymaga obróbki otworu, a także planowania obrzeża koła.



## PRZEGLĄD PRODUKTÓW

### Oprawki T-Max P

Narzędzia T-Max P zapewniają stabilne mocowanie i są dostępne z systemem precyzyjnego podawania chłodziwa od góry i od dołu oraz ze złączem Coromant Capto®, doskonałym do toczenia nowych kół.

### Płytki

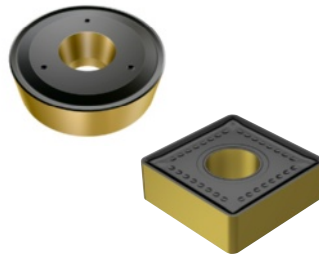
Płytki okrągłe i kwadratowe są dostępne w różnych gatunkach i geometriach. W połączeniu z oprawkami stanowią standardowy asortyment narzędzi do kompleksowej obróbki kół kolejowych.

#### Oprawki




- Coromant Capto, wielkość 10
- Oprawki z chwytem tradycyjnym
- Opcja podawania chłodziwa od góry i od dołu

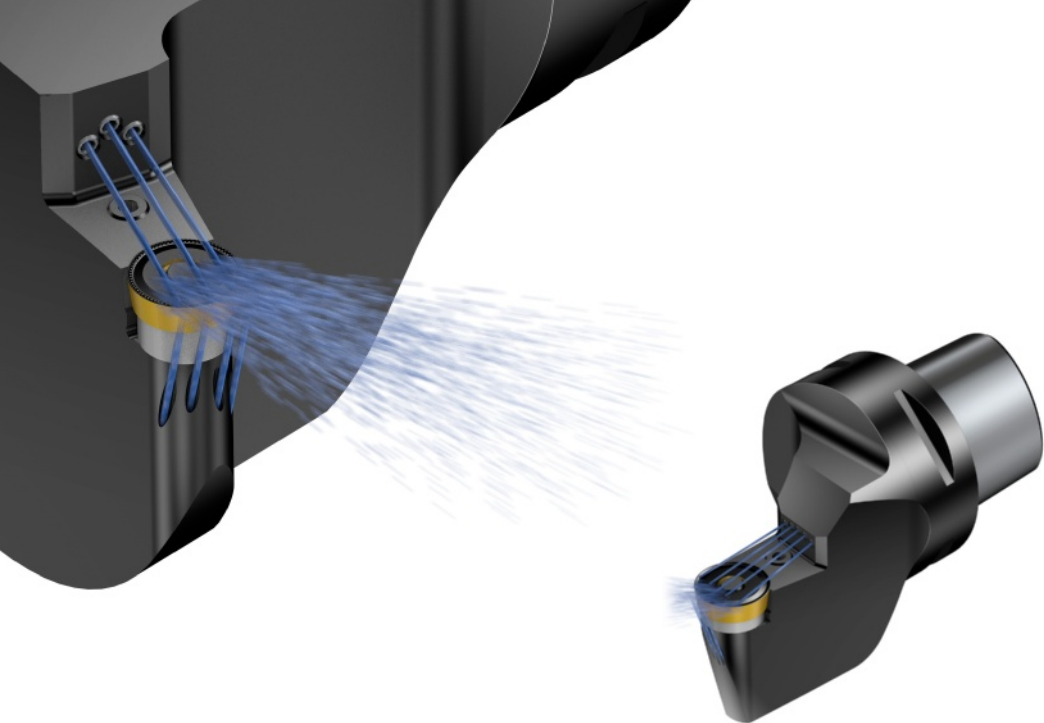
#### Płytki



- Płytki okrągłe wielkości 32
- Płytki kwadratowe wielkości 25
- Geometrie do obróbki zgrubnej i wykończeniowej



Uwaga: Warto pamiętać, by zawsze zapoznawać się z najnowszym asortymentem narzędzi na naszej stronie internetowej [www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com). Dostępna jest również oferta optymalizowanych narzędzi specjalnych. Więcej informacji udzielą lokalni specjaliści Sandvik Coromant.



#### PRECYZYJNE PODAWANIE CHŁODZIWA

Wszystkie nowe oprawki narzędziowe są wyposażone w precyzyjne dysze i umożliwiają podawanie chłodziwa od góry i od dołu.

- Zalety precyzyjnego podawania chłodziwa: chłodziwo podawane we właściwy punkt na ostrzu skrawającym ma duży wpływ na poprawę kontroli wiórów i trwałość, zwiększając bezpieczeństwo obróbki.
- Zalety chłodziwa podawanego od dołu: pozwala poprawić trwałość o 67% i chroni przed niekorzystnymi skutkami pęknięć cieplnych bez zmiany parametrów skrawania.

## Analiza sytuacji

Podstawowym celem analizy sytuacji jest upewnienie się, czy stabilność układu jest wystarczająca, by zagwarantować najwyższe bezpieczeństwo obróbki. Pomocną będzie poniższa lista kontrolna.

Ponadto, zawsze należy wskazać wyzwania i ograniczenia związane z obróbką, a także pamiętać, że wprowadzenie w zakładzie rutynowych procedur konserwacji narzędzi zapobiegnie wielu problemom.

### LISTA KONTROLNA PRZY PRZEPROWADZANIU ANALIZY SYTUACJI

#### 1. Skontrolować mocowanie koła

- Mocowanie jest umiejscowione na obrzeżu koła, co oznacza, że pomiędzy poszczególnymi punktami mocowania pozostaje duży odstęp, co może być przyczyną wystąpienia drgań
- Koła o mniejszych średnicach same z siebie mają większą stabilność. W przypadku kół o dużych średnicach ryzyko drgań jest wysokie
  - Porównać różnicę w podatności na drgania wywołane działaniem siły na koła o średnicy 400 mm i 1200 mm
- Zazwyczaj koła o średnicy od 950 mm (37.4 cala) wymagają podparcia
- Dostosować parametry skrawania (posuw i prędkość) do warunków



## 2. Skontrolować oprawkę narzędziową

- Dla zapewnienia optymalnej stabilności, należy zastosować jak najkrótszy wysięg
- Skontrolować płytkę podporową, mocowanie dźwigniowe, gniazdo płytki i samą płytkę pod kątem oznak zużycia lub uszkodzenia
- W razie potrzeby, zastosować większą oprawkę
- Skontrolować gniazdo płytki pod kątem występowania deformacji plastycznej; w przypadku uszkodzenia tej części, jedynym rozwiązaniem jest nowa oprawka

## 3. Skontrolować układ podawania chłodziwa

- Jeśli obrabiarka ma funkcję podawania chłodziwa, należy upewnić się, że jest ono doprowadzane we właściwy sposób
- Do oprawki wyposażonej w dysze, doprowadzane chłodziwo musi być czyste (przefiltrowane)

## 4. Skontrolować koło

- Sprawdzić jakość materiału
- Jeśli jego twardość jest nierównomierna, wady powstałe przy walcowaniu koła mogą mieć niekorzystny wpływ na trwałość narzędzia skrawającego



## Najlepsze praktyki

W tej części są opisane najlepsze praktyki związane z toczeniem kół o średnicy 900 mm (35.4 cala), wykonanych ze stali walcowanej. Obróbka koła jest realizowana na tej samej obrabiarce, w dwóch zamocowaniach i czterech seriach, z wykorzystaniem standardowych narzędzi Sandvik Coromant.

Typ koła: 900 mm (35.4 cala)

Materiał: stal walcowana

Warunki obróbki: dobre

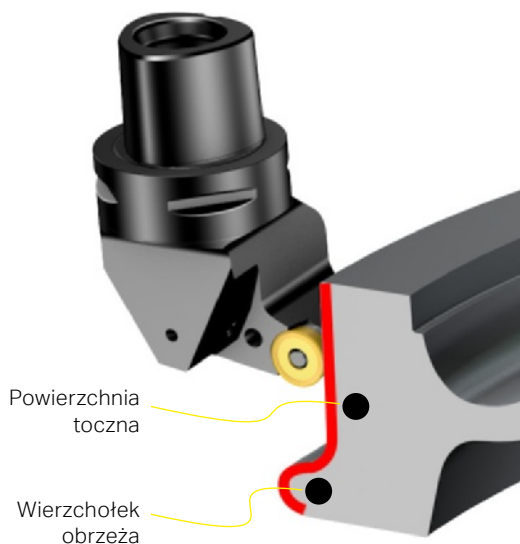
### 1. Obróbka obręczy

#### OBRÓBKA ZGRUBNA

Na etapie obróbki zgrubnej profilu obręczy, wierzchołek obrzeża i powierzchnia toczna są obrabiane w jednym przejściu.

Wykorzystywane narzędzia

- Oprawka: C10-PRDCL-35134-32
- Płytki: RCMX 320900



#### Parametry skrawania

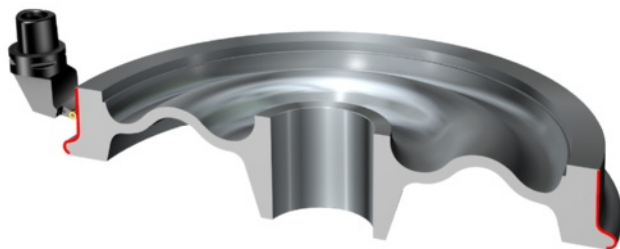
Etap obróbki	$v_c$ m/min (stopy/min)	$f_n$ mm/obr (cale/obr)
Powierzchnia toczna	90 (295)	1.2 (0.047)
Wierzchołek obrzeża	90 (295)	1.4 (0.06)

## OBRÓBKA WYKOŃCZENIOWA

Przed obróceniem koła wykonywana jest obróbka wykończeniowa powierzchni tocznej.

Wykorzystywane narzędzia

- Oprawka: C10-PRDCL-70130-16
- Płytki: RCMX 160900



### Parametry skrawania

Operacja	$v_c$ m/min (stopy/min)	$f_n$ mm/obr (cale/obr)
Powierzchnia toczna	100 (328)	1.25 (0.05)

Uwaga: w tym ustawieniu zaleca się wykonać również obróbkę zgrubną/wykończeniową otworu piasty dla zachowania właściwej dokładności wykonania (umiejscowienia otworu w osi przedmiotu).

## 2. Obróbka tarczy

Podczas obróbki tarczy, etap A trwa dłużej i jest wykonywany przez „narzędzie główne”. Kiedy narzędzie A obrabia tarczę w jej części zewnętrznej (A1), narzędzie B wykonuje równocześnie obróbkę powierzchni czołowej piasty (B2). Kiedy narzędzie A wykonuje drugie przejście (A2), narzędzie B toczy czoło obręczy (B1).

Podczas obróbki tarczy (A) istotne jest uzyskanie wysokiej jakości wykończenia powierzchni, a zarazem usunięcie dostatecznej ilości materiału. Można powiedzieć, że jest to jednocześnie obróbka zgrubna i wykończeniowa.

## OBRÓBKA WYKOŃCZENIOWA

1. Podczas obróbki tarczy A jest narzędziem głównym

Wykorzystywane narzędzia

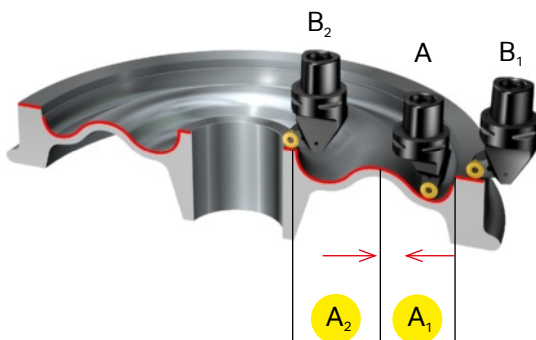
- Oprawka: C10-PRDCL-35134-32
- Płytki: RCMX 320900

2. Takie same oprawki i płytki są używane do obróbki powierzchni czołowych obręczy i tarczy

Wykorzystywane narzędzia

- Oprawka: C10-PRDCL-35134-32
- Płytki: RCMX 320900

Uwaga: na etapie A, przy obrabianiu części położonej najbliższej piasty (A<sub>2</sub>) należy zwiększyć prędkość skrawania, a w zależności od kształtu profilu - zmodyfikować również posuw (zmniejszyć go dla profilu wklęsłego, zwiększyć dla profilu wypukłego).

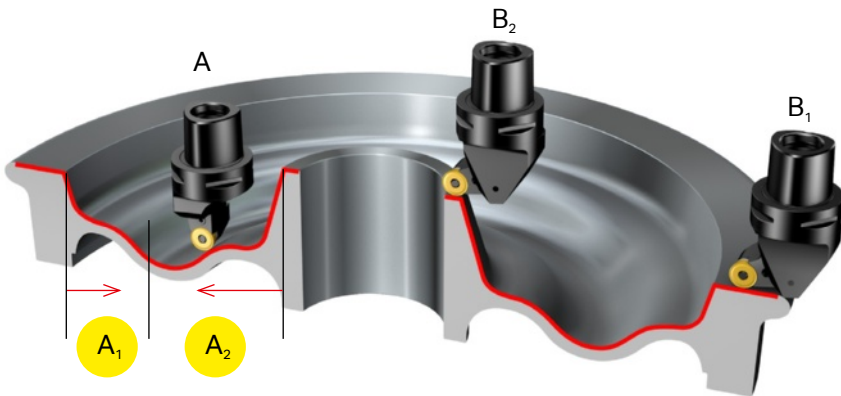


### Parametry skrawania

Rodzaj obróbki	$v_c$ m/min (stopy/min)	$f_n$ mm/obr (cale/obr)
A. Powierzchnia tarczy	100 (328)	0.8-1.4 (0.031-0.055)
B. Planowanie obręczy	100 (328)	1.4 (0.055)
C. Planowanie piasty	35 (115)	1.5 (0.059)

Koło zostaje obrócone w osi pionowej; przy obróbce drugiej strony przedmiotu stosowane są takie same narzędzia i parametry skrawania.

- Ważne jest również uzyskanie właściwej grubości koła, a także wysokiej jakości wykończenia powierzchni
- Oba etapy obróbki przebiegają jeden za drugim, zaczynając od etapu A1, wykonywanego przez narzędzie główne



### 3. Obróbka piasty

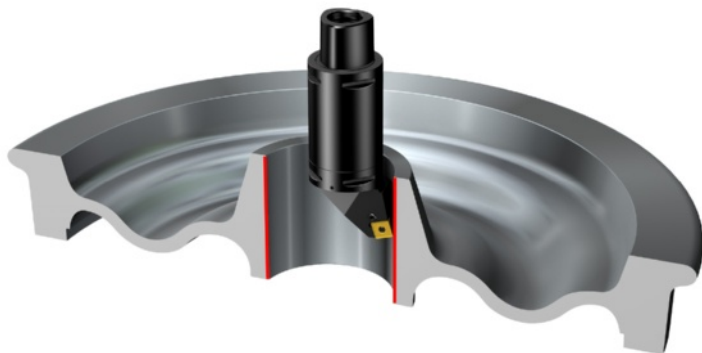
Ostatnim etapem obróbki nowego koła kolejowego jest obróbka piasty.

#### OBRÓBKA ZGRUBNA

W zależności od wielkości nadatku może być konieczne wykonanie dwóch przejść, ale w tym przypadku cała obróbka odbywa się w jednym przejściu.

Wykorzystywane narzędzia

- Oprawka: C10-PSKNR-68110-25
- Adapter: C10-391.01-100 140
- Płytki: SNMM 250724



#### Parametry skrawania

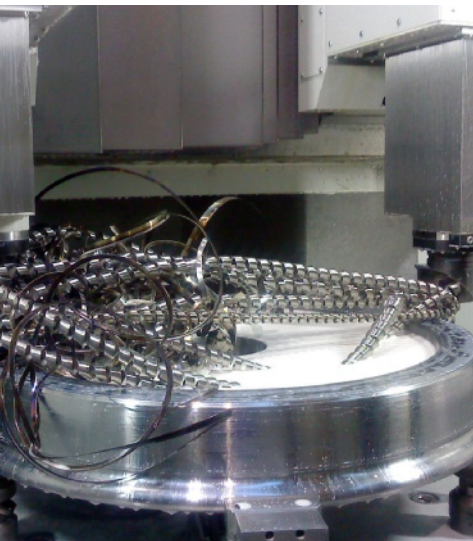
Rodzaj obróbki	$v_c$ m/min (stopy/min)	$f_n$ mm/obr (cale/obr)
A. Obróbka powierzchni otworu piasty	115 (377)	1.2 (0.047)

Uwaga: Po wykonaniu obróbki zgrubnej, w otworze jest wykonywany jeden rowek. Końcowym etapem obróbki piasty jest wykończenie otworu, które w tym przypadku będzie wykonane na innej obrabiarce.

## Rozwiązywanie problemów

W tej części są opisane najczęstsze wyzwania związane z toczeniem kół oraz propozycje rozwiązań. Najczęstsze wyzwania to:

- Kontrola wiórów
- Zużycie płytki
- Zła jakość wykończenia powierzchni spowodowana drganiami
- Złamanie oprawki



### Kontrola wiórów

#### WYZWANIE

Długi czas styku narzędzia z materiałem podczas profilowania tarczy może prowadzić do niekorzystnego przebiegu łamania wiórów (długie wióry).

#### ROZWIĄZANIE: MODYFIKACJA POSUWU

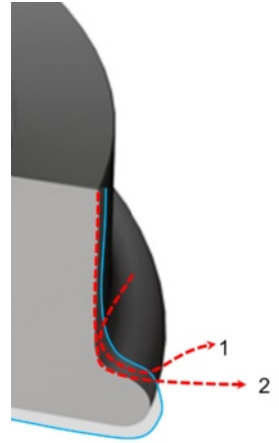
- Dostosować posuw do geometrii używanej płytki

## WYZWANIE

Podczas obróbki obręczy, zbyt duża ilość surowca z dużą siłą naciska na płytkę, której ostrze w dużej części pozostaje zagłębione w materiale. Prowadzi to do powstawania dużych sił skrawania i drgań, czego konsekwencją może być wyłamanie ostrza płytki.

## ROZWIĄZANIE: MODYFIKACJA PROGRAMU OBRÓBKOWEGO

Zmodyfikować program obróbkowy wprowadzając wejście po łuku, które pozwoli usunąć naddatek materiału (1) przed ostatnim przejściem (2).



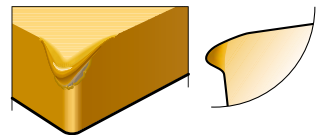
## Zużycie płytki

### WYZWANIE

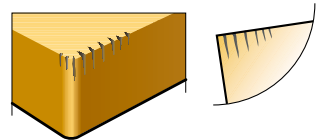
Wyłamanie ostrza płytki często uważa się za osobny problem, gdy tymczasem zwykle jest ono skutkiem deformacji plastycznej lub pęknięć cieplnych płytki.

### ROZWIĄZANIE

- Jeśli przyczyną są pęknięcia cieplne: zwiększyć natężenie przepływu chłodziwa do maksimum i upewnić się, że strumień chłodziwa jest nakierowany we właściwy punkt na ostrzu płytki
- Jeśli przyczyną jest deformacja plastyczna: zmodyfikować posuw i zastosować gatunek o większej odporności na wysokie temperatury (P25 → P15 → K15)
- Zastosować gatunek o większej odporności na wysokie temperatury



Deformacja plastyczna



Pęknięcia cieplne

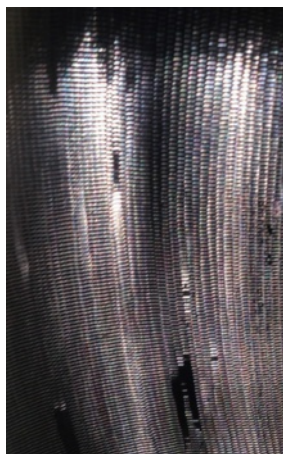
## Zła jakość wykończenia powierzchni spowodowana drganiami

### WYZWANIE

Zła jakość wykończenia powierzchni spowodowana przez drgania występuje zazwyczaj przy obróbce tarczy i piasty.

### ROZWIĄZANIE

- Skontrolować mocowanie płytki
- Podjąć próbę poprawy stabilności narzędzia
- Użyć większej oprawki, skrócić wysięg i zastosować większe złącze Coromant Capto (sprawdzić, czy siła mocująca jest właściwa)
- Zmodyfikować kierunek posuwu w programie obróbkowym tak, by przebiegał w stronę mocowania koła, popychając je w dół
- Zmniejszyć prędkość skrawania i/lub zwiększyć posuw
- Zmienić płytkę na mniejszą lub na model z formowanym narożem





## Złamanie oprawki

### WYZWANIE

Złamanie oprawki może być spowodowane kilkoma przyczynami:

- Wyłamanie ostrza płytki
- Nadmierne obciążenie spowodowane zbyt dużym naddatkiem materiału
- Zbyt duża głębokość skrawania
- Zużycie gniazda płytki

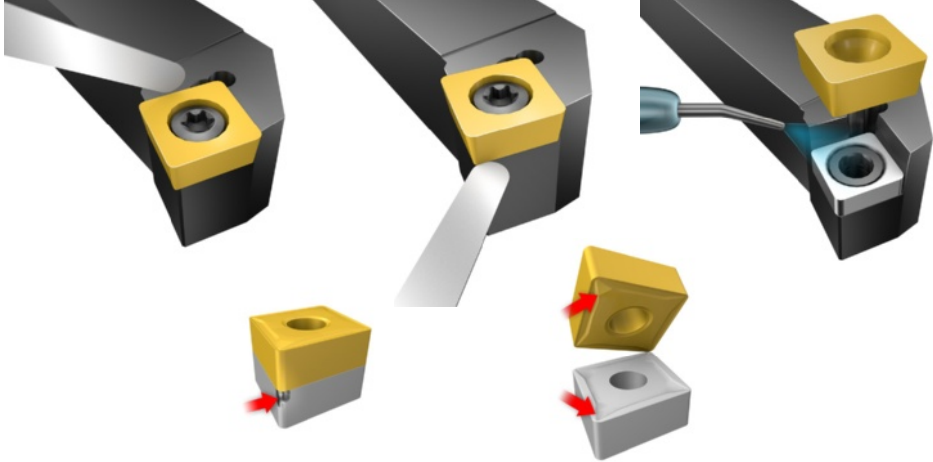
### ROZWIĄZANIE

Jeśli przyczyną jest zużycie gniazda płytki: Wprowadzenie w zakładzie procedur konserwacji narzędzi będzie przeciwdziałać potencjalnym problemom i sprzyjać oszczędnościom.



- Klucz dynamometryczny
- Dla zapewnienia optymalnej skuteczności mocowania płytki, do jej prawidłowego dokręcenia należy użyć klucza dynamometrycznego
- Prawidłowy moment dokręcenia płytki (Nm) należy sprawdzić na oznaczeniu laserowym umieszczonym na każdej oprawce lub w Katalogu głównym/katalogu Narzędzia tokarskie





- Gniazdo płytki
  - Należy upewnić się, że gniazdo płytki nie uległo uszkodzeniu podczas obróbki lub czynności obsługowych

Oczyszczyć gniazdo płytki: dbać o to, by gniazdo płytki było wolne od pyłu lub metalowych wiórów powstających podczas obróbki. W razie potrzeby, oczyścić gniazdo płytki sprężonym powietrzem.

# PRZETACZANIE ZESTAWÓW KOŁOWYCH

## Uwagi wstępne

Przy przetaczaniu zestawów kołowych pożądana jest możliwość zastosowania największej dopuszczalnej głębokości skrawania w celu skrócenia czasu maszynowego. W dużym stopniu zależy ona jednak od stanu zużycia najistotniejszych elementów danego zestawu kołowego.

Przy wyborze narzędzi i płytek, należy wziąć pod uwagę:

- Rodzaj przetaczanego zestawu kołowego
- Stan zużycia najistotniejszych elementów danego zestawu kołowego
- Dostępną moc obrabiarki
- W niektórych przypadkach: możliwość wytoczenia profilu w jednym przejściu.

Inne obrabiarki i warunki skrawania wymuszają podzielenie procesu obróbki na kilka etapów uzyskania odpowiednich wymiarów profilu i średnicy koła

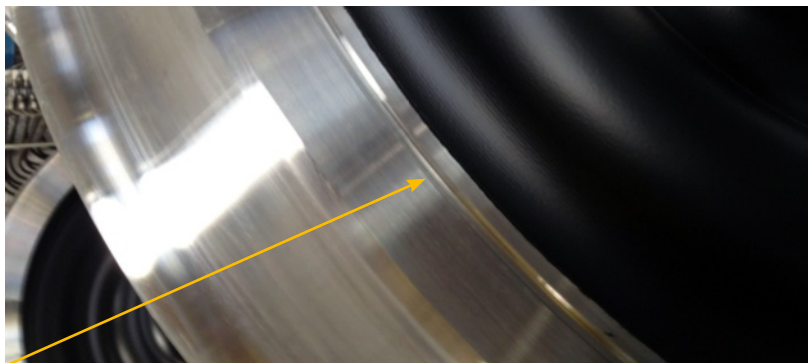
Obróbka w kilku etapach jest typowa dla obrabiarek podtorowych, gdzie koło jest poruszane napędem ciernym.



## Kiedy wykonuje się przetaczanie zestawów kołowych?

Częstotliwość przetaczania zestawów kołowych zależy od ich zastosowania. Ze względów bezpieczeństwa, zestawy kołowe obsługujące pociągi dużych prędkości są przetaczane częściej niż ma to miejsce dla pociągów towarowych. Z drugiej strony, głębokość skrawania towarowych zestawów kołowych jest dużo większa.

- Pociągi towarowe: przetaczanie wykonuje się niezbyt często (co 5–10 lat)
- Pociągi osobowe / metro: przetaczanie wykonuje się przynajmniej raz w roku
- Pociągi dużych prędkości: częste przetaczanie - co 5-8 tygodni (co 90-100 tys. km)



Aby uniknąć ryzyka obróbki poza obszarem utwardzenia, średnica minimalna jest zwykle zaznaczona za pomocą rowka na obrzeżu. W przypadku braku rowkach, należy przeprowadzić pomiar.

## Typy obrabiarek

Przetaczanie zestawów kołowych zawsze wykonuje się na sucho. Wymagania względem obrabiarek różnią się w zależności od rodzaju pociągu i decydują o wyborze obrabiarki podtorowej lub bramowej. Istnieją również inne, mniej popularne typy obrabiarek, które nie zostaną omówione w niniejszym poradniku obróbki.

### OBRABIARKI PODTOROWE

- Metro / pociągi osobowe (połączone kabiny sterowania i przedziały osobowe)
- Lokomotywy
- Pociągi dużych prędkości

### OBRABIARKI BRAMOWE

- Pociągi towarowe
- Wagony osobowe (z możliwością oddzielenia)

### INNE SYSTEMY

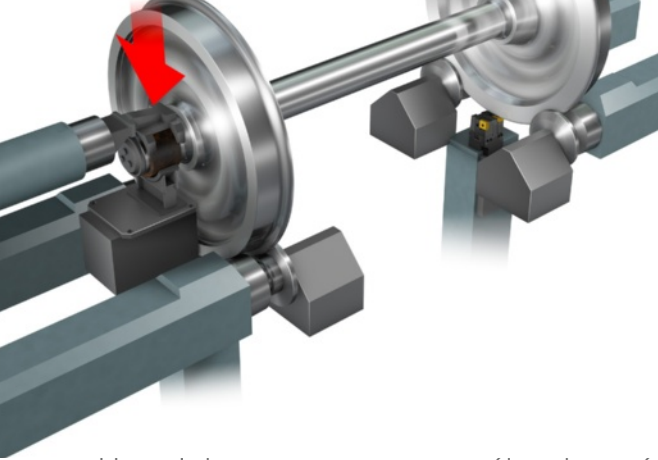
- Obrabiarki przenośne
  - Zwykle są wypożyczane i wykorzystywane w zakładach obsługi taboru
  - Wykorzystywane przez prywatne firmy obsługowe



Wagony



Pociągi



## Uwagi dotyczące poszczególnych typów obrabiarek

### OBRABIARKI PODTOROWE

Obrabiarki tego typu służą do przetaczania profili kół lokomotyw, pociągów dużych prędkości i metra.

#### Specyfika mocowania

- Obciążenie cylindrów hydraulicznych osadzone na łożyskach osi

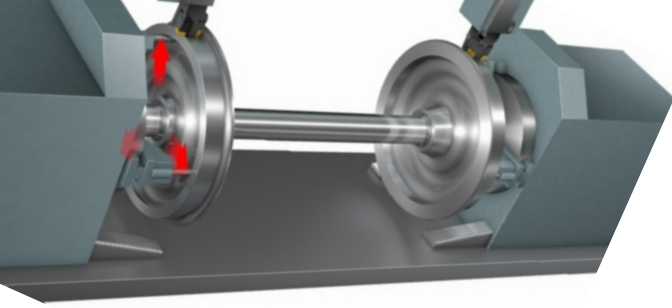
#### Ograniczenia

- Maksymalna głębokość skrawania

#### Sposób mocowania

Zestaw kołowy zostaje uniesiony i wprowadzony w ruch przez cztery rolki stożkowe umieszczone na obręczy. Najnowszym rozwiązaniem stosowanym w celu zwiększenia siły napędu ciernego jest dodanie obciążenia cylindrów hydraulicznych osadzonych na łożyskach osi.





## Obrabiarki bramowe

Obrabiarki tego typu są używane do przetaczania kół pociągów towarowych i wagonów pasażerskich. Stosowane są dwa sposoby mocowania kół: tradycyjny i bardziej nowoczesny.

### TRADYCYJNY SPOSÓB MOCOWANIA

#### Specyfika mocowania

- Zestaw kołowy, tj. oś i tarcze kół, zostają odczepione od pojazdu

#### Ograniczenia

- Deformacja zestawu kołowego (średnicy wewnętrznej)

#### Sposób mocowania

- Zestaw kołowy, tj. oś i tarcze kół, zostają odczepione od pojazdu (wymontowane z lokomotywy lub pociągu)
- Oś zostaje zamocowana za pomocą dwóch tulei centralnych z lewej i prawej strony otworu środkowego. Zestaw kołowy jest poruszany za pomocą uchwyty zaciśniętego na wewnętrznej średnicy obręczy koła. Rozwiązaniem opcjonalnym jest napęd cierny
- Wewnętrzna średnica koła zawsze zostaje uszkodzona (zdeformowana)





## Nowy sposób mocowania

Na obrabiarkach tego typu przetacza się głównie towarowe zestawy kołowe. Są one zwykle bardzo silnie zużyte, dlatego wymagane jest zastosowanie większej głębokości skrawania.

### Specyfika mocowania

- Szttywne mocowanie: aby uzyskać dużą głębokość skrawania (do 12 mm), potrzebne jest sztywne mocowanie, umożliwiające obróbkę z wysokimi siłami skrawania

### Ograniczenia

- Długie wióry mogą powodować problemy z elementami mocowania i przewodami hydraulicznymi



## Obrabiarki przenośne

Obrabiarki tego typu są zwykle wypożyczane i wykorzystywane w zakładach obsługi taboru. Stanowią tanie rozwiązanie alternatywne, dostępne na żądanie.

- Wykorzystywane przez prywatne firmy obsługowe
- Istnieją również obrabiarki przenośne z możliwością zamontowania na torach

### Mocowanie

- Podobne, jak w obrabiarkach podtorowych, choć mniej stabilne / mniejsze tarcie
- Niższe parametry skrawania



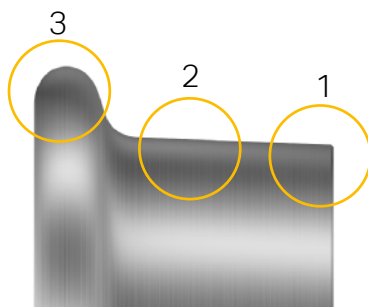
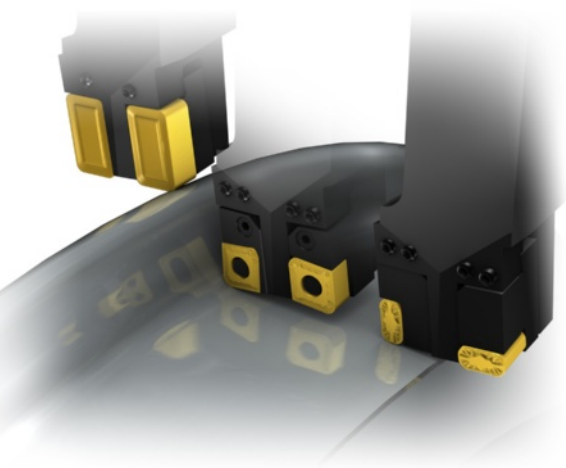
MobiTurn/ Hegenscheidt

# PRZEGLĄD PRODUKTÓW DO ZESTAWÓW KOŁOWYCH

## Przeгляд kół

Obręcz (wieniec) to część kół, która styka się z szyną i z tego względu wymaga przetaczania. W obręczy można wyróżnić trzy strefy:

1. Powierzchnia toczna zewnętrzna
2. Powierzchnia toczna wewnętrzna
3. Obrzeże



## Przegląd produktów

### OPRAWKI I PŁYTKI

Rodzina T-Max P® obejmuje oprawki narzędziowe przeznaczone do przetaczania zestawów kołowych. Płytki do stali są dostępne w różnych gatunkach i geometriach do obróbki od zgrubnej do wykończeniowej.

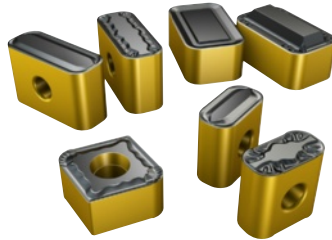
Uwaga: Warto pamiętać, by zawsze zapoznawać się z najnowszym asortymentem narzędzi na naszej stronie internetowej [www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com). Dostępna jest również oferta optymalizowanych narzędzi specjalnych. Więcej informacji udzielą lokalni specjaliści Sandvik Coromant.

#### Oprawki



Oprawki z możliwością zamocowania wkładek

#### Płytki

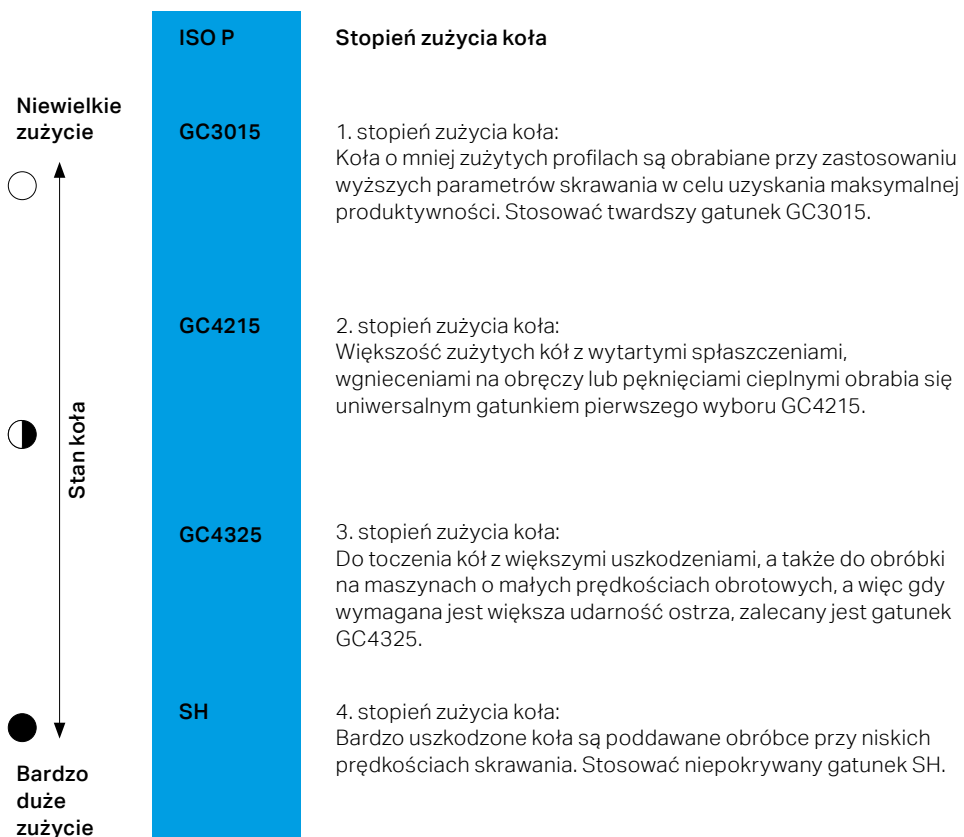


- Wielkości 19, 30 i 32 mm
- Gatunki GC4325 i GC4215
- Geometrie do obróbki od zgrubnej do wykończeniowej (-PR, -PM, -PF)

## GATUNKI DO PRZETACZANIA ZESTAWÓW KOŁOWYCH

Na poniższym wykresie przedstawiono gatunki zalecane do obróbki zestawów kołowych w zależności od stopnia zużycia koła.

Wybór prędkości skrawania zależy zawsze od gatunku używanego do obróbki i stopnia zużycia koła. Zasadniczo, przy toczeniu zestawów kołowych z twardych materiałów, wyposażonych w okładziny hamulcowe itp., zaleca się stosować niższe prędkości skrawania; prędkość skrawania można zwiększyć, jeśli toczone są zestawy kołowe z materiałów miękkich w bardziej korzystnych warunkach.



Uwaga: W asortymencie standardowym dostępne są wszystkie gatunki płytek w najpopularniejszych wielkościach i kształtach. Więcej opcji jest dostępnych w ramach rozwiązań standardowych.

# ANALIZA SYTUACJI

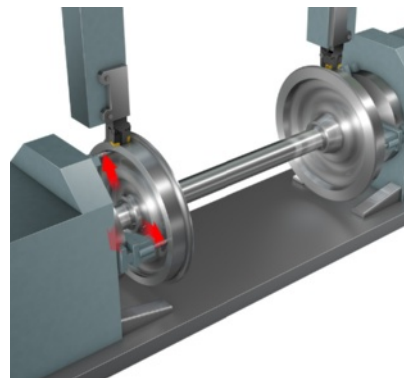
Podstawowym celem analizy sytuacji jest upewnienie się, że układ ma wystarczającą stabilność. W zależności od tego, czy używana jest obrabiarka podtorowa czy bramowa, należy uwzględnić różne kwestie:

- Płytki typu L nie są osadzone na płytkach podporowych. Należy skontrolować płytkę, wkładkę i oprawkę pod kątem oznak zużycia (pod wpływem wysokiej temperatury zmieniają kolor na niebieski)
- Wkładka (osłaniająca oprawkę)
- Płytki złamane lub poddane działaniu zbyt wysokiej temperatury
- Deformacja plastyczna, wyłamanie ostrza płytki
- Oprawka (zwykle niestandardowa)

## Uwagi

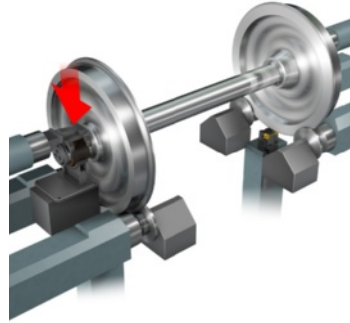
### OBRABIARKI BRAMOWE

- Głębokość skrawania
  - Sztywne mocowanie umożliwia obróbkę z dużą głębokością skrawania
  - Zwykle konieczne jest wykonanie więcej niż jednego przejścia w celu uzyskania odpowiedniej jakości wykończenia powierzchni i dokładności wymiarowej
- Wybór płytek
  - Poszczególne gatunki płytek mogą pracować z różnymi głębokościami skrawania (patrz: wykres na stronie 36)



## OBRABIARKI PODTOROWE

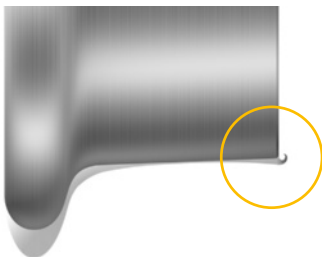
- Łamanie wiórów
  - Od właściwego przebiegu łamania wiórów zależy bezpieczeństwo operatora i obrabiarki
  - Długie wióry owijające się wokół osi mogą uszkodzić okablowanie i przewody hydrauliczne, a ich usunięcie jest trudne i niebezpieczne
- Głębokości skrawania
  - Zaleca się zmniejszenie głębokości skrawania, aby uniknąć zbyt dużych sił skrawania



## Typowe rodzaje zużycia

### 1. Na powierzchni tocznej zewnętrznej

Obróbka rozpoczyna się od tej strefy. Zużycie w postaci wgniecia materiału występuje zazwyczaj tylko w towarowych zestawach kołowych. Narzędzia muszą spełniać wysokie wymagania ze względu na przerywany charakter skrawania i twardość materiału. Twardość może wynosić do 45 HRC, a obróbka musi być wykonywana z niskimi parametrami skrawania.



Wgniecenia materiału występują na powierzchni tocznej zewnętrznej

## 2. Na powierzchni tocznej wewnętrznej

Typowe zużycie objawia się w postaci płaskich miejsc, które powstają na skutek zablokowania kół, najczęściej na jesieni, gdy na szynach leżą wilgotne liście. W miejscach tych materiał ma bardzo dużą twardość, co może dodatkowo wiązać się z koniecznością skrawania przerywanego. Płaskie miejsca, pęknięcia i inkluzje to trzy najczęściej spotykane rodzaje zużycia. W przypadku ich wystąpienia, pierwszym rozwiązaniem jest zmniejszenie głębokości skrawania.

Uwaga: w nowoczesnych pociągach zużycie tego typu występuje rzadziej dzięki elektronicznym systemom hamulcowym (ABS) i systemom EPC.



Płaskie miejsca



Pęknięcia

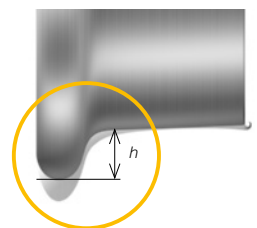


Inkluzje

## 3. Na obrzeżu

Obrzeże ma niewielką szerokość, która może wzrosnąć na skutek zmniejszenia średnicy koła. Wymiar „h” wynosi zwykle 26 mm, ale w bardzo zużytych zestawach kołowych może liczyć nawet ponad 30 mm. Niekiedy konieczne jest przycięcie wierzchołka obrzeża przed przetoczeniem profilu.

Zestawy kołowe wagonów towarowych bardzo często ulegają utwardzeniu, ponieważ hamulce są umiejscowione na zewnętrznej średnicy kół. Przy bardzo częstej pracy hamulców (trasy w górach) koła na przemian nagrzewają się i stygną, co powoduje zwiększenie ich twardości.



Deformacja obrzeża

## TYPOWE RODZAJE ZUŻYCIA I ROZWIĄZANIA

Stan zużycia	1. Powierzchnia toczna zewnętrzna	2. Powierzchnia toczna wewnętrzna	3. Obrzeże
Pociągi towarowe	Wgniecenia.	Utwardzenia materiału (płaskie miejsca) powstające przy hamowaniu.	Deformacja profilu spowodowana tarciami o szyny.
Metro	n.d.	Inkluzje (z kamieni leżących na szynach). Utwardzenia materiału (płaskie miejsca) powstające przy hamowaniu.	Deformacja profilu spowodowana tarciami o szyny.
Pociągi dużych prędkości	n.d.	Utwardzenia materiału (płaskie miejsca) powstające przy hamowaniu. Pęknięcia; z uwagi na częste przetaczanie, występują niezbyt często i są mniejsze.	Otarcia mogą czasem powstawać na skutek zetknięcia obrzeża z szynami.
Rozwiązanie, krok 1.	Zmniejszyć prędkość i posuw.	Wykonać obróbkę z głębokością skrawania ( $a_p$ ) większą od głębokości płaskiego miejsca lub pęknięcia.	Patrz: najlepsze praktyki, strona 42.
Rozwiązanie, krok 2.	Gatunek pierwszego wyboru: SH. Zmniejszyć prędkość skrawania do 10–20 m/min. Zastosować stabilną geometrię (-PM lub -22), która będzie wspomagać pracę ostrza skrawającego. W miarę możliwości, spróbować wykonać podcięcie krytycznego miejsca.		n.d.



# NAJLEPSZE PRAKTYKI

## Obrabiarki podtorowe

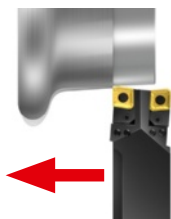
Na kolejnych stronach omówione są najlepsze praktyki w zakresie przetwarzania zestawów kołowych ze stali walcowanej.

### ZWYKŁE WARUNKI OBRÓBKI

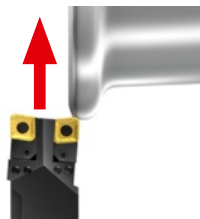
Przy małej głębokości skrawania, rozwiązanie pierwszego wyboru stanowią płytki typu C. Ze względu na kąt przystawienia, płytki te zapewniają korzystny przebieg łamania i kontroli wiórów podczas obróbki obrzeża. GC4215 to gatunek pierwszego wyboru.

Uwaga: te narzędzia można również wykorzystywać w obróbce na obrabiarkach bramowych, jeśli nie ma potrzeby stosowania dużego ap.

### Wykorzystywane narzędzia



Oprawka: R175.33-5050  
Kaseta: R175.32-3223-1911  
Płytki: CNMX 19 11 40 -PF



Oprawka: R175.33-5050  
Kaseta: R177.32-3219-1911  
Płytki: CNMX 19 11 40 -PF

### Parametry skrawania

$v_c$ m/min (stopy/min)	$f_n$ mm/obr (cale/obr)
70-80 (230-300)	0.5-1.5 (0.02-0.059)

## TRUDNE WARUNKI OBRÓBKI - BARDZO ZUŻYTE ZESTAWY KOŁOWE

Przy obróbce bardzo zużytej obręczy konieczne jest zwykle zmniejszenie prędkości skrawania o połowę. Należy również dostosować posuw do warunków skrawania.

### Wykorzystywane narzędzia



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R175.32-3223-19  
Płytki: LNMX 19 19 40 -PM



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R175.32-3223-19  
Płytki: LNMX 19 19 40 -PM



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R177.32-3219-19  
Płytki: LNMX 19 19 40 -PM

### Parametry skrawania

$v_c$ m/min (stopy/min)	$f_n$ mm/obr (cale/obr)
70-80 (230-300)	0.5-1.5 (0.02-0.059)

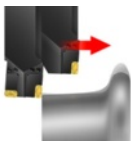
## Obrabiarki bramowe

### TRUDNE WARUNKI OBRÓBKI - BARDZO ZUŻYTE ZESTAWY KOŁOWE

#### Obróbka wydłużonego obrzeża - opcja 1

Jest to przykładowy przebieg przetaczania koła z wytartymi miejscami płaskimi, utwardzzeniami powierzchniowymi i pęknięciami cieplnymi. Przy stabilnym mocowaniu i wystarczającej mocy obrabiarki, można wykonać obróbkę obrzeża i powierzchni toczenia w jednym przejściu.

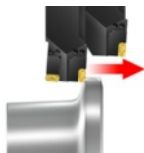
#### Wykorzystywane narzędzia



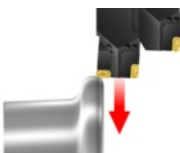
Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R175.32-3223-30  
Płytki: LNMX 30 19 40 -PR



Oprawka: R175.32-5047M  
Kaseta: R175.32-3223-30  
Płytki: LNMX 30 19 40 -PR



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R175.32-3223-30  
Płytki: LNMX 30 19 40 -PR



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R177.32-3219-19  
Płytki: LNMX 19 19 40 -PR

#### Parametry skrawania

Prędkość skrawania $v_c$ m/min (stopy/min)	Posuw $f_n$ mm/obr (cale/obr)
40 (130)	0.3-1.5 (0.012-0.059)

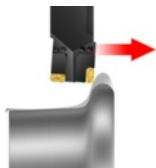
#### OPTYMALIZACJA

- W celu zwiększenia trwałości: zastosować gatunek o większej wytrzymałości na wysokie temperatury (patrz: wykres zalecanych gatunków, strona 36)

## Obróbka wydłużonego obrzeża – opcja 2

Jest to alternatywna metoda obróbki obrzeża przy niestabilnym mocowaniu i zbyt małej mocy obrabiarki. Najpierw wykonać zgrubne skrawanie obrzeża, a w kolejnym etapie - obróbkę powierzchni toczenia i obróbkę wykończeniową obrzeża.

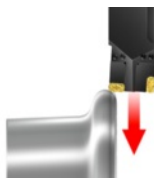
### Wykorzystywane narzędzia



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R175.32-3223-30  
Płytki: LNMX 30 19 40 -PM



Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R175.32-3223-30  
Płytki: LNMX 19 19 40 -PM



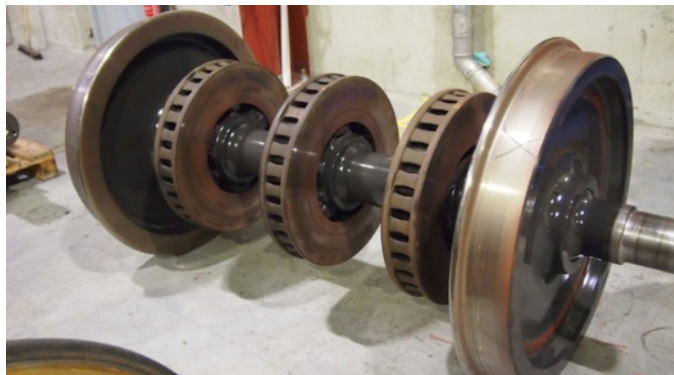
Oprawka: R175.32-5050M  
Kaseta: R177.32-3219-19  
Płytki: LNMX 19 19 40 -PM

### Parametry skrawania

Prędkość skrawania $v_c$ m/min (stopy/min)	Posuw $f_n$ mm/obr (cale/obr)
40 (130)	0.3-1.5 (0.012-0.059)

### OPTYMALIZACJA

Dla usprawnienia łamania wiórow, użyć płytki LNUX –PF, CNMX –PF SH to gatunek alternatywny do obróbki bardzo zużytych kół



## Tarcze hamulcowe

Typowym komponentem zlokalizowanym pod pociągiem są tarcze hamulcowe. Ich obróbka jest wykonywana na życzenie, za pomocą dwóch narzędzi zamontowanych w obrabiarce na osobnym urządzeniu. Do obróbki tarcz hamulcowych zalecamy stosować oprawki narzędziowe Sandvik Coromant z asortymentu specjalnego (długość 130 mm) w połączeniu ze standardowymi płytkami typu D z geometrią wiper (-WMX). Takie połączenie doskonale sprawdza się przy obróbce z małą głębokością i wysoką prędkością skrawania ze względu na dobrą kontrolę wiórów. Płytki typu D są odpowiednie również ze względu na odstęp między tarczami hamulcowymi.

# ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW

Najczęstsze wyzwania związane z przetaczaniem zestawów kołowych to:

- Wyłamanie ostrza płytki
- Krótkie, rozgrzane wióry
- Drgania spowodowane zużyciem kasety

## Wyłamanie płytki

### WYZWANIE

Na skutek wyłamania płytki, węgiel przylega do powierzchni koła.

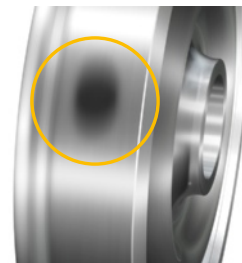
### GŁÓWNA PRZYCZYNA

- Nadmierne obciążenie płytki
- Utwardzenia, pęknięcia lub płaskie miejsca na kole

### ROZWIĄZANIE

- W porę skontrolować płytkę, aby uniknąć jej wyłamania
- Znacznie zmniejszyć posuw i prędkość skrawania, a następnie powoli próbować je zwiększać
- Spróbować delikatnie wyjąć płytkę (lub wyszlifować ją)

Uwaga: wyłamanie płytki zdarza się zarówno na obrabiarkach podtorowych, jak i bramowych.



Płaskie miejsca



Drgania spowodowane zużyciem kasety lub mocowania dźwigniowego

#### WYZWANIE

- Odcisnięcia na kasecie, będące przyczyną drgań

#### GŁÓWNA PRZYCZYNA

- Duże siły działające na geometrię płytki powodują powstawanie odcisnięć
- Ruchy płytki spowodowane zastosowaniem niewłaściwej siły mocującej

#### ROZWIĄZANIE

- Częściej kontrolować i wymieniać kasety
- Skontrolować mocowanie dźwigniowe pod kątem oznak zużycia

## Rozgrzane wióry (podczas obróbki wykończeniowej)



### WYZWANIE

- Rozgrzane wióry spadające na obrabiarkę i obrabiany przedmiot powodują nagrzanie maszyny. Mogą też uderzyć operatora


### ROZWIĄZANIE

- Zadbaj o bezpieczne odprowadzanie wiórów z obrabiarki
- Zmniejszyć posuw, zmniejszyć prędkość lub zastosować geometrię –PM do obróbki ze średnimi siłami skrawania

Uwaga: dotyczy wyłącznie obrabiarek podtorowych.







## Zbyt duże siły skrawania spowodowane zbyt wysokim posuwem

### WYZWANIE

- Zbyt wysoki posuw powoduje powstawanie sił skrawania przewyższających wytworzony napęd cierny. Powoduje to zatrzymanie koła, co często prowadzi do wyłamania płytki, głębokich wcięć na powierzchni koła, a niekiedy utknięcia elementów płytki w kole

### ROZWIĄZANIE

- Zastosować odpowiedni posuw
- Użyć innej płytki i głębokości skrawania umożliwiającej usuwanie dostatecznej ilości materiału, by usunąć pozostałości wyłamanej płytki przy bardzo niskim posuwie
- Czasem może być konieczne użycie bardziej radykalnych środków, w tym narzędzi szlifierskich

Uwaga: dotyczy wyłącznie obrabiarek podtorowych.

