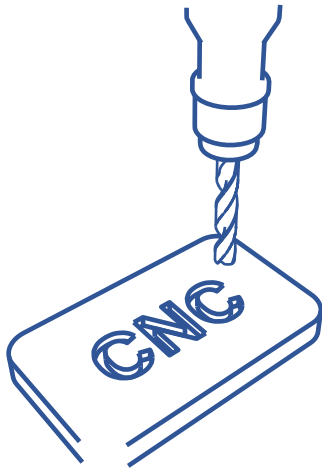


Modelowanie procesów produkcyjnych

Podstawy programowania
Polecenia wykonania ruchu



```
G0 X63 Y0  
G0 Z2 S600 M3 M8  
G1 Z-10 F400  
G1 X-63  
G0 Z100 M5 M9
```

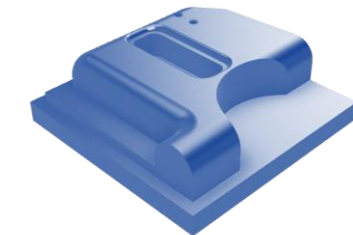
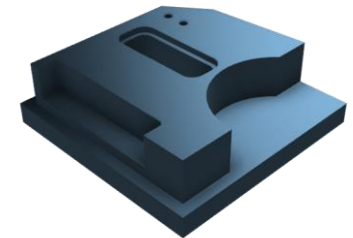
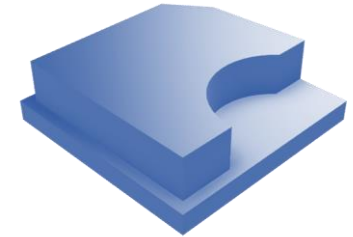
Materiały
<http://staff.uz.zgora.pl/ipajak>

Rodzaj obróbki

obróbka 2, 3, 4, 5 osiowa

Obróbka frezarska

Ilość jednocześnie sterowanych osi			
Liczba osi	Obróbka		Uwagi
2	2D	2-osiowa	narzędzie porusza się w płaszczyźnie XY, na jednym ustawieniu osi Z (jednej głębokości)
2,5	2,5D	2,5-osiowa	narzędzie porusza się po wielu płaszczyznach, ruch realizowany jest w wyniku synchronizacji dwóch osi, przed obróbką ustawiana jest pozycja trzeciej osi (tzw. dosuwowej)
3	3D	3-osiowa	narzędzie porusza się jednocześnie w 3 osiach, ścieżki 3D są niezbędne przy frezowaniu powierzchni obrotowych czy łagodnych przejść zaokrągleń
4 lub 5	4- lub 5-osiowana obróbka płynna		poza ruchami w osiach X, Y, Z, obrabiarka ma 1 lub 2 osie obrotowe pozwalające na jednoczesny obrót przedmiotu
3+1 4+1 3+2	4- lub 5-osiowana obróbka indeksowana		poza ruchami w osiach interpolowanych obrabiarka ma 1 lub 2 osie obrotowe ustawiane (osie te ustawiają przedmiot przed rozpoczęciem obróbki)



Obróbka frezarska 2,5-osiowa

Ścieżki i zastosowania

Typ	Ścieżka	Zastosowanie
Powierzchnia	powierzchnia	wykańczanie powierzchni obrabianego przedmiotu
	powierzchnia z wyspami	wykończenie powierzchni z wyspami (wyspa to obszar wyłączony z obróbki powierzchni – po obróbce wystaje ponad obrabianą powierzchnię)
Kontur	kontur	obróbka krawędzi i kształtów przedmiotów, za pomocą zamkniętych linii, pojedynczych krawędzi; przygotowywanie wpustów, rowków, itp.
	faza	tworzenie fazy przy użyciu frezu stożkowego lub wiertła centrującego
	zaokrąglanie	tworzenie zaokrągleń z użyciem narzędzi do zaokrągleń narożnych (frezy do zaokrągleń)
Kieszon	kieszon	usuwanie nadmiaru materiału
	rowek	tworzenie wąskich kanałów lub rowków w obrabianym przedmiocie
Wiercenie	wiercenie	przygotowywanie otworów, poszerzanie otworów

Dane wymiarowe

Dane wymiarowe – system miar

Składnia

G70

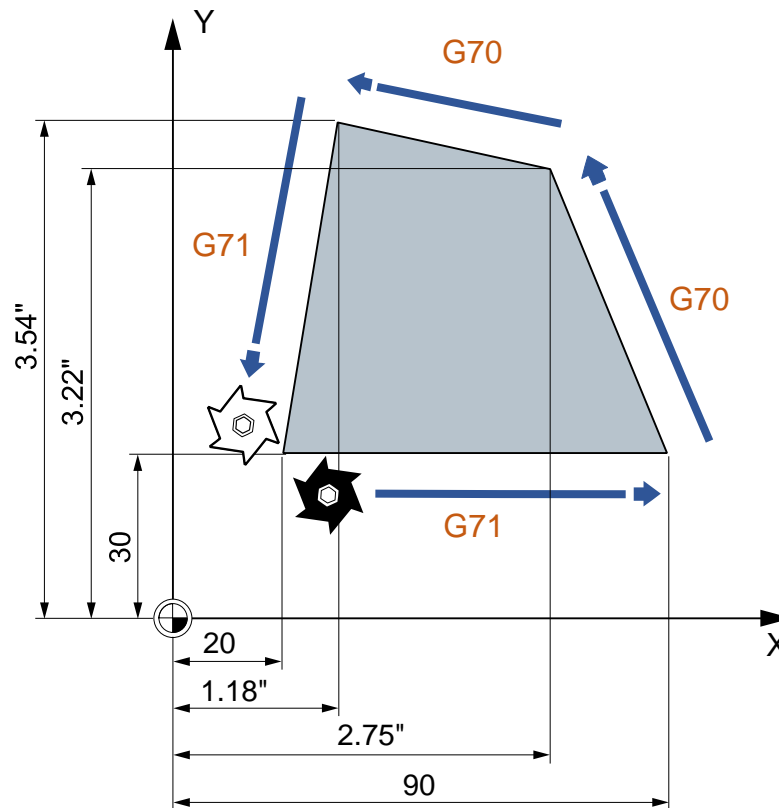
G71

Własności

- polecenia działają modalnie

Znaczenie

G70	dane geometrycznych podawane w calach
G71	dane geometrycznych podawane w milimetrach



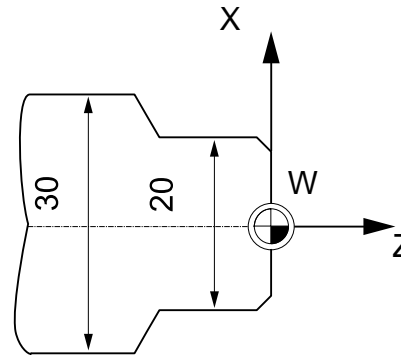
Dane wymiarowe – wymiary średnicowe i promieniowe

Składnia

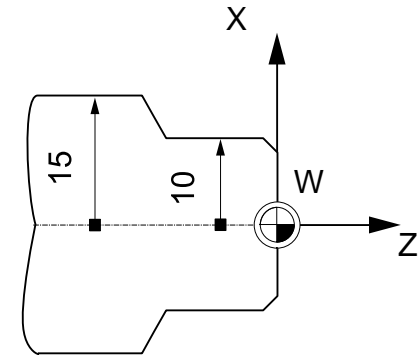
DIAMON

DIAMOFF

DIAM90



DIAMON



DIAMOFF

Własności

- polecenia działają modalnie
- wykorzystywane dla osi poprzecznej przy toczeniu

Znaczenie

DIAMON	wymiarowanie na średnicy
DIAMOFF	wymiarowanie na promieniu
DIAM90	dla G90 wymiarowanie na średnicy dla G91 wymiarowanie na promieniu

Dane wymiarowe – wymiarowanie absolutne

Składnia

G90

<oś>=AC (<wartość>)

Znaczenie

G90	uaktywnienie modalnego podawania wymiarów absolutnych
AC	uaktywnienie podawania wymiarów absolutnych działającego pojedynczymi blokami
<oś>	oś, w której ma zostać wykonany ruch
<wartość>	pozycja osi w wymiarze absolutnym

Dane wymiarowe – wymiarowanie przyrostowe

Składnia

G91

<oś>=IC (<wartość>)

Znaczenie

G91	uaktywnienie modalnego podawania wymiarów przyrostowych
IC	uaktywnienie podawania wymiarów przyrostowych działającego pojedynczymi blokami
<oś>	oś, w której ma zostać wykonany ruch
<wartość>	przesunięcie osi

Polecenia wykonania ruchu

Kontur

Elementy konturu

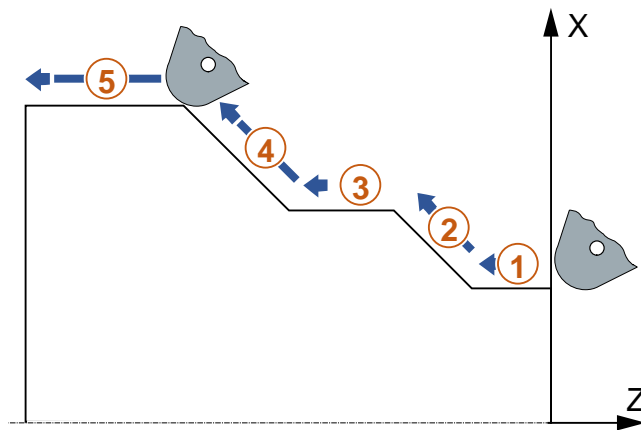
- proste
- łuki koła
- linie śrubowe (złożenie prostych i łuków koła)

Polecenia ruchu

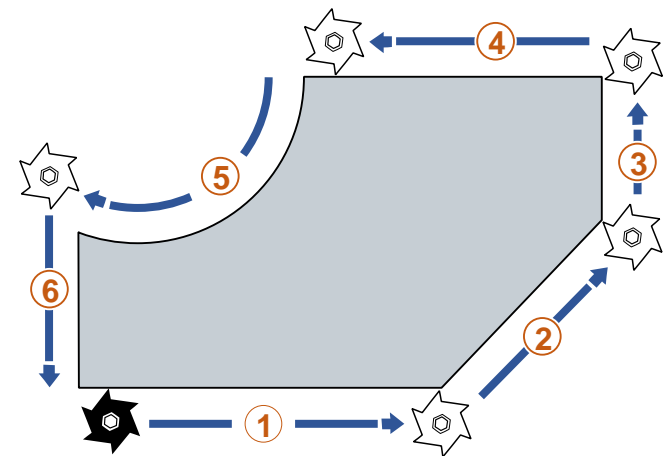
- ruch posuwem szybkim (**G0**)
- interpolacja prostoliniowa (**G1**)
- interpolacja kołowa w kierunku ruchu wskazówek zegara (**G2**)
- interpolacja kołowa przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (**G3**)

Własności

- polecenia wykonania ruchu działają modalnie
- kolejne pozycje docelowe opisują bloki programu NC
- pozycje docelowe mogą być opisywane we współrzędnych kartezjańskich lub we współrzędnych biegunowych
- ruch przebiega od **ostatnio osiągniętej pozycji** do **zaprogramowanej pozycji docelowej**



Bloki ruchu (toczenie)



Bloki ruchu (frezowanie)

Polecenia wykonania ruchu ze współrzędnymi kartezjańskimi

Składnia

G0 X... Y... Z...

G1 X... Y... Z...

G2 X... Y... Z... ... *

G3 X... Y... Z... ... *

Znaczenie

G0	ruch z posuwem szybkim
G1	włączenie interpolacji prostoliniowej
G2	włączenie interpolacji kołowej w kierunku ruchu wskazówek zegara
G3	włączenie interpolacji kołowej przeciwnie do kierunku ruchu wskazówek zegara
X...	współrzędna kartezjańska pozycji docelowej w kierunku X
Y...	współrzędna kartezjańska pozycji docelowej w kierunku Y
Z...	współrzędna kartezjańska pozycji docelowej w kierunku Z

* konieczne dodatkowe dane

Punkt odniesienia współrzędnych biegunowych

Składnia

G110/G111/G112 X... Y... Z...



biegun może być podany:
we współrzędnych kartezjańskich

G110/G111/G112 AP=... RP=...



we współrzędnych biegunowych

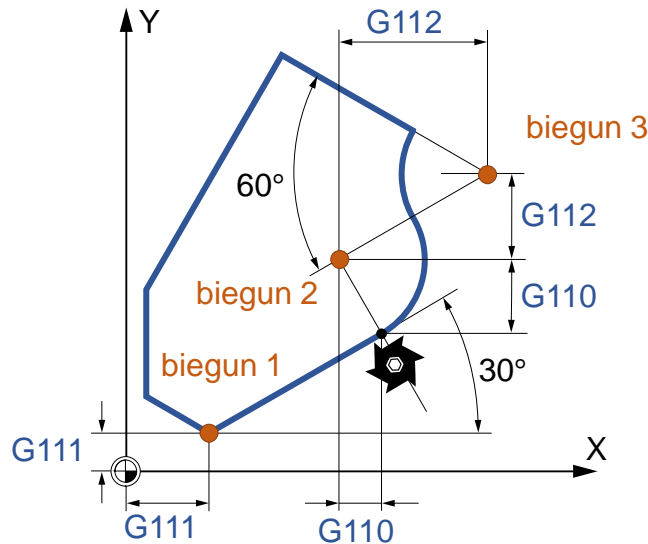
Znaczenie

G110	podanie bieguna względem ostatnio zaprogramowanej pozycji
G111	podanie bieguna względem aktualnego punktu zerowego
G112	podanie bieguna względem aktualnego bieguna
X... Y... Z...	podanie bieguna we współrzędnych kartezjańskich
AP=... RP=...	podanie bieguna we współrzędnych biegunowych AP=... kąt biegunowy, kąt mierzony od poziomej osi płaszczyzny roboczej do promienia biegunowego, zakres wartości $\pm 0...360^\circ$ RP=... promień biegunowy, wartości podawane we współrzędnych absolutnych (mm, cale)

Punkt odniesienia współrzędnych biegunowych

Uwagi

- **G110 – G112** muszą być programowane w oddzielnym bloku NC
- obowiązują w aktywnej płaszczyźnie roboczej (**G17 – G19**)
- w przypadku braku definicji bieguna przyjmowany jest biegun w aktualnym punkcie zerowym
- zdefiniowany biegun jest zachowany aż do wprowadzenia nowego bieguna lub zmiany płaszczyzny roboczej



biegun 1

podany z **G111** (wzg. aktualnego punktu zerowego)

biegun 2

podany z **G110** (wzg. ostatnio zaprogramowanej pozycji)

biegun 3

podany z **G112** (wzg. aktualnego bieguna)

Polecenia wykonania ruchu ze współrzędnymi biegunowymi

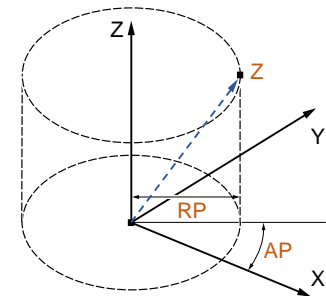
Składnia

G0/G1/G2/G3 AP=... RP=... ...*

Znaczenie

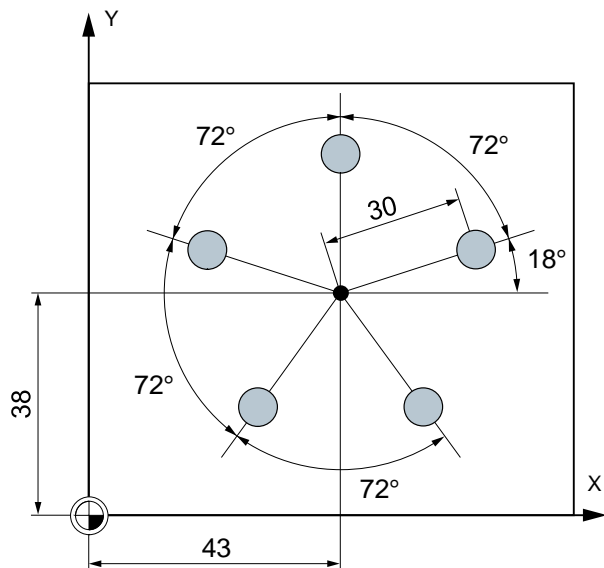
G0/G1/G2/G3	polecenie wykonania ruchu
AP=...	podanie kąta biegunowego, kąt może być podany: <ul style="list-style-type: none">• AP=AC(...) absolutnie• AP=IC(...) przyrostowo (względem ostatnio podanego kąta) domyślnie kąt podawany jest absolutnie
RP=...	promień biegunowy, wartości podawane we współrzędnych absolutnych (mm, cale), obowiązuje aż do wprowadzenia nowej wartości

* polecenie wykonania ruchu może zawierać wartość odpowiadającą ustawieniu osi prostopadłej do płaszczyzny obróbki (umożliwia to programowanie danych przestrzennych we współrzędnych walcowych)



Polecenia wykonania ruchu ze współrzędnymi biegunowymi

Wykonanie układu otworów



Kod programu	Komentarz
N10 G17 G54	; płaszczyzna robocza X/Y ; punkt zerowy obrabianego przedmiotu
N20 G111 X43 Y38	; ustalenie bieguna
N30 G0 RP=30 AP=18 Z5	; dosuw do punktu startowego, ; podanie wsp. walcowych
N40 L10	; wywołanie podprogramu
N50 G91 AP=72	; dosunięcie posuwem szybkim do następnej pozycji, kąt biegunowy w wymiarze przyrostowym, promień biegunowy z bloku N30 pozostaje zapisany i nie musi być podawany
N60 L10	; wywołanie podprogramu
N70 AP=IC(72) N80 L10 N90 AP=IC(72) N100 L10 N110 AP=IC(72) N120 L10	
N130 G0 X300 Y200 Z100	odsunięcie narzędzia
M30	koniec programu

Ruch z posuwem szybkim

Składnia

G0 X... Y... Z...

G0 AP=... RP=...

Znaczenie

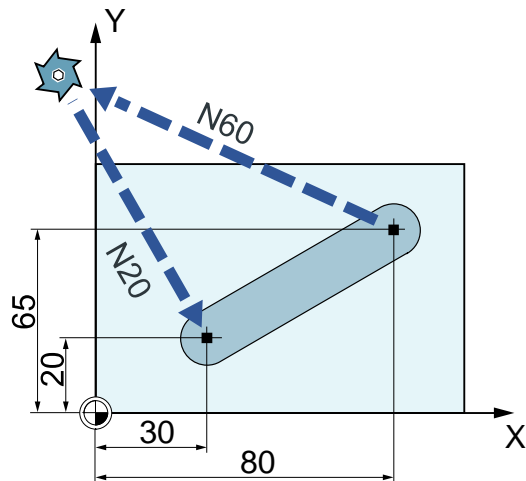
G0	modalne polecenie wykonania ruchu z prędkością posuwu szybkiego
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezyjskich
AP=... RP=...	podanie punktu końcowego we współrzędnych biegunowych

Uwagi

- w ruchu wszystkie osie osiągną swój punkt końcowy niezależnie
- interpolację linową można włączyć poleceniem **RTLION**
- interpolację linową można wyłączyć poleceniem **RTLIOF**
- polecenia **RTLION** i **RTLIOF** działają modalnie

Ruch z posuwem szybkim

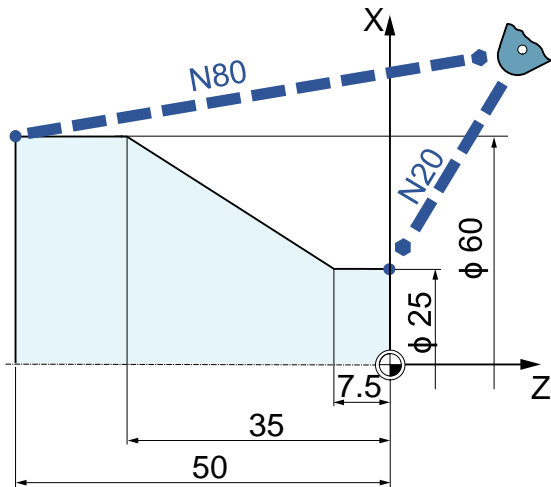
Obróbka frezarska



Kod programu	Komentarz
N10 G90 S400 M3	; wymiarowanie bezwzględne ; obroty wrzeciona w prawo
N20 G0 X30 Y20 Z2	; ruch do pozycji startowej
N30 G1 Z-5 F1000	; dosuw narzędzia
N40 X80 Y65	; ruch po prostej
N50 G0 Z2	
N60 G0 X-20 Y100 Z100	; odsunięcie narzędzia
M30	; koniec programu

Ruch z posuwem szybkim

Obróbka tokarska



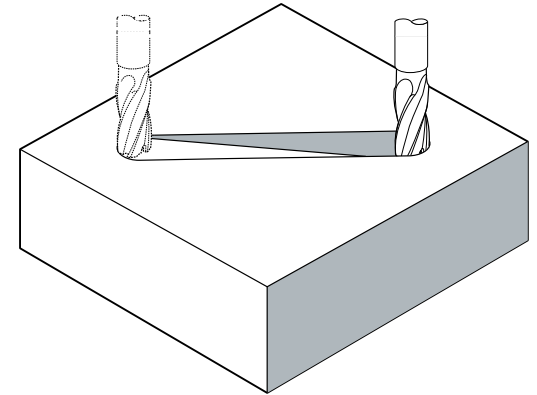
Kod programu	Komentarz
N10 G90 S400 M3	; wymiarowanie bezwzględne ; obroty wrzeciona w prawo
N20 G0 X25 Z5	; ruch do pozycji startowej
N30 G1 G94 Z0 F1000	; dosuw narzędzia
N40 G95 Z-7.5 F0.2	
N50 X60 Z-35	
N60 Z-50	
N70 G0 X62	
N80 G0 X80 Z20	; odsunięcie narzędzia
M30	; koniec programu

Interpolacja prostoliniowa

Składnia

G1 X... Y... Z... F...

G1 AP=... RP=... F...



Znaczenie

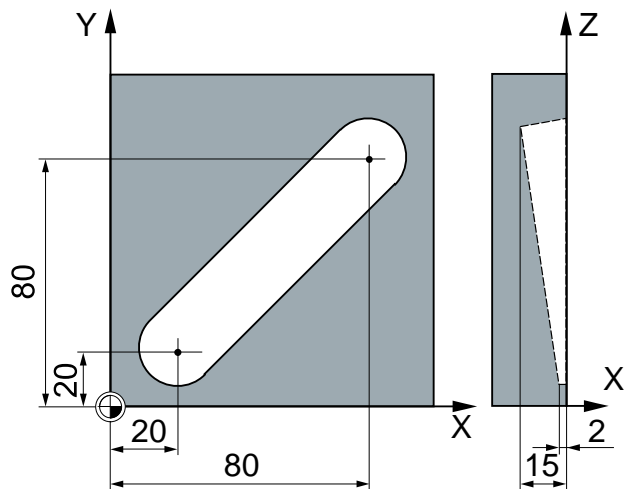
G1	modalne polecenie wykonania ruchu prostoliniowego
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezyjskich
AP=... RP=...	podanie punktu końcowego we współrzędnych biegunowych
F...	prędkość posuwu

Uwagi

- w celu przeprowadzenia obróbki należy podać:
 - prędkość obrotową wrzeciona **S**
 - kierunek obrotów wrzeciona **M3/M4**

Interpolacja prostoliniowa

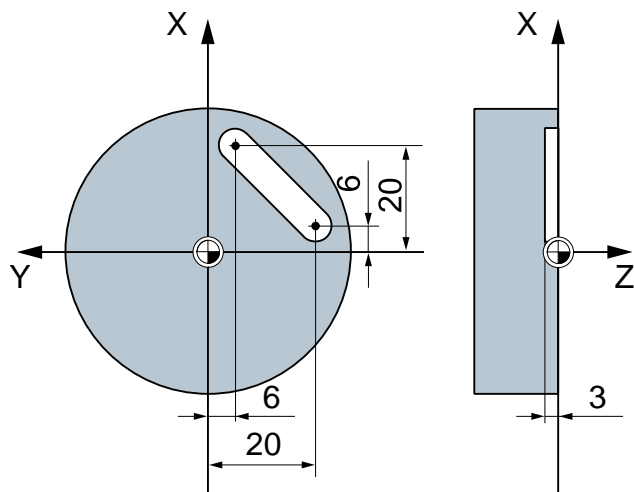
Wykonanie rowka (obróbka frezarska)



Kod programu	Komentarz
N10 G17 S400 M3	; wybór płaszczyzny roboczej ; obroty wrzeciona w prawo
N20 G0 X20 Y20 Z2	; ruch do pozycji startowej
N30 G1 Z-2 F40	; dosuw narzędzia
N40 X80 Y80 Z-15	; ruch po prostej położonej skośnie
N50 G0 Z100	; odsunięcie narzędzia
M30	; koniec programu

Interpolacja prostoliniowa

Wykonanie rowka (obróbka tokarska)

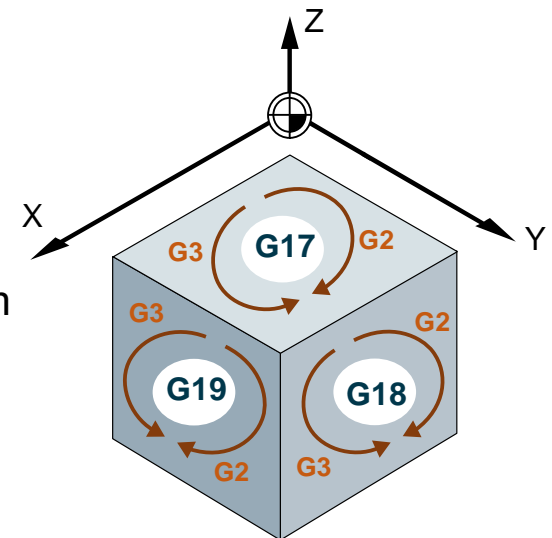
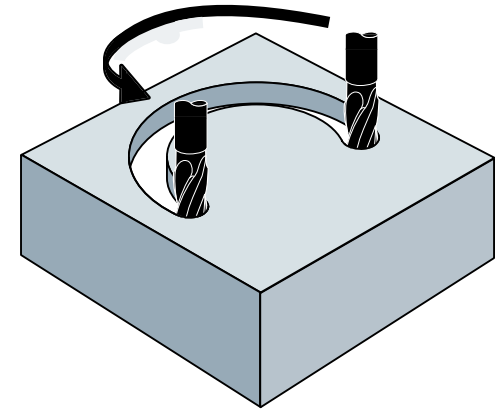


Kod programu	Komentarz
N10 G17 S400 M3	; wybór płaszczyzny roboczej ; obroty wrzeciona w prawo
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; ruch do pozycji startowej
N30 G1 Z-3 F40	; dosuw narzędzia
N40 X12 Y-20	; ruch po prostej położonej skośnie
N50 G0 Z100	; odsunięcie narzędzia
M30	; koniec programu

Interpolacja kołowa

Uwagi

- pozwala na uzyskanie ruchu narzędzia po łuku
- jest przeprowadzana w aktywnej płaszczyźnie roboczej (**G17 – G19**)
- może być wywoływana na kilka sposobów:
 - z punktem środkowym i punktem końcowym
 - z promieniem i punktem końcowym
 - z kątem rozwarcia i punktem końcowym / środkowym
 - ze współrzędnymi biegunowymi
 - z punktem pośrednim i punktem końcowym
 - z przejściem stycznym

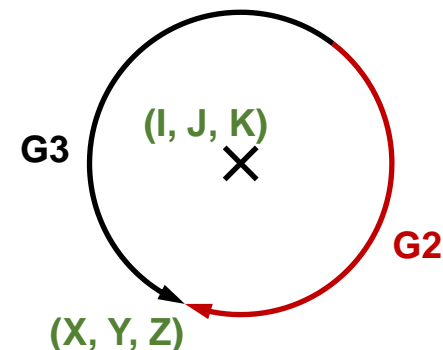


Interpolacja kołowa z punktami środkowym i końcowym

Składnia

G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...

G2/G3 X... Y... Z... I=AC(...) J=AC(...) K=(AC...)

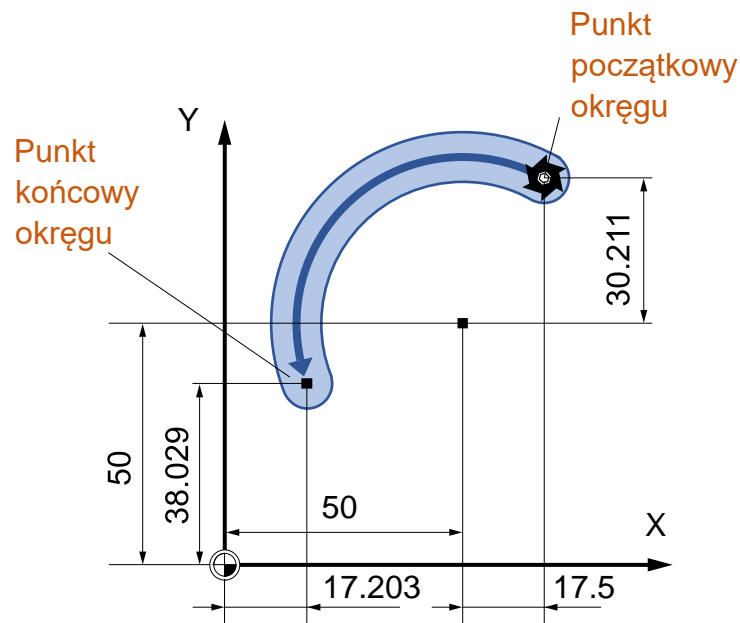


Znaczenie

G2/G3	modalne polecenie wykonania ruchu kołowego
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezyjskich lub biegunowych w zależności od ustawień: G90/G91 lub ...=AC(...) / ...=IC(...)
I... J... K...	podanie punktu środkowego okręgu, domyślnie podawane jako przyrostowe względem punktu początkowego okręgu, dla współrzędnych absolutnych względem punktu zerowego przedmiotu obrabianego należy wykorzystać składnię: I=AC(...) J=AC(...) K=AC(...)

Interpolacja kołowa z punktami środkowym i końcowym

Obróbka frezarska



; Punkt środkowy w wymiarze przyrostowym

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
```

```
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500
```

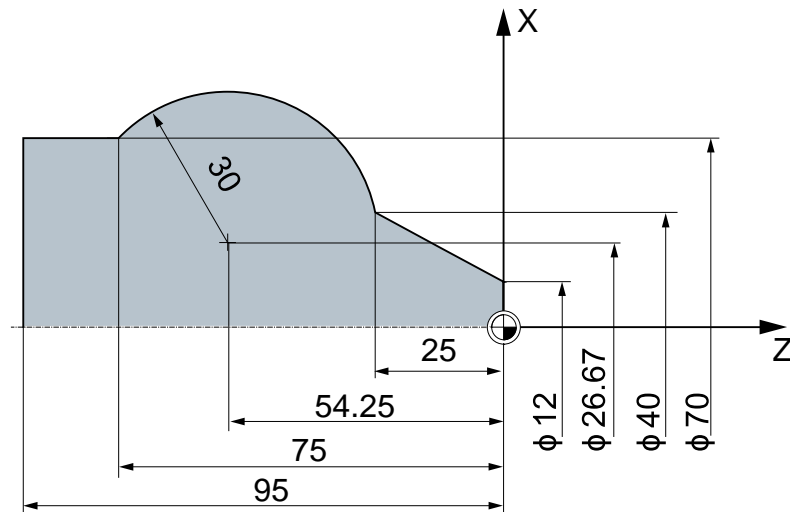
; Punkt środkowy w wymiarze absolutnym

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
```

```
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```

Interpolacja kołowa z punktami środkowym i końcowym

Obróbka tokarska



; Punkt środkowy w wymiarze przyrostowym

N120 G0 X12 Z0

N125 G1 X40 Z-25 F0.2

N130 G3 X70 Z-75 I-6.665 K-29.25

N135 G1 Z-95

; Punkt środkowy w wymiarze absolutnym

N120 G0 X12 Z0

N125 G1 X40 Z-25 F0.2

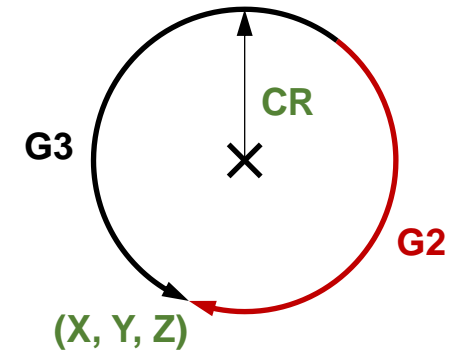
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(26.67) K=AC(-54.25)

N135 G1 Z-95

Interpolacja kołowa z promieniem i punktem końcowym

Składnia

G2/G3 X... Y... Z... CR±...

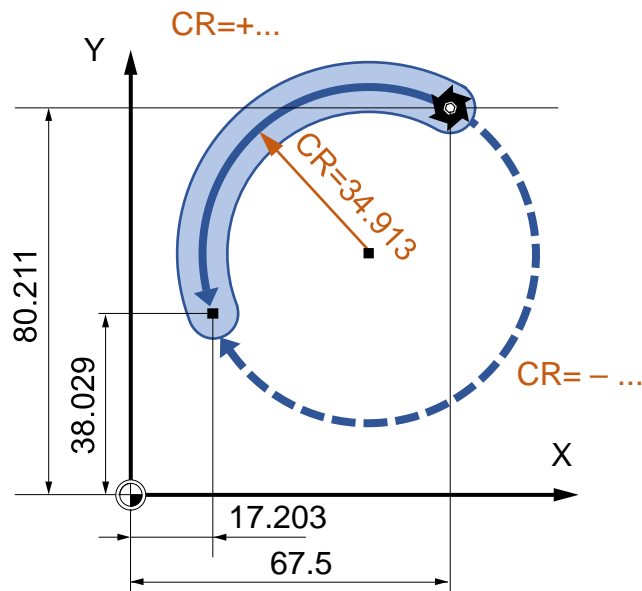


Znaczenie

G2/G3	modalne polecenie wykonania ruchu kołowego
X... Y... Z...	podanie punktu końcowego we współrzędnych kartezyjskich lub biegunowych w zależności od ustawień: G90/G91 lub ...=AC(...) / ...=IC(...)
CR±...	promień okręgu ze znakiem: <ul style="list-style-type: none">• wartość dodatnia dla ruchu po kącie $\leq 180^\circ$• wartość ujemna dla ruchu po kącie $> 180^\circ$

Interpolacja kołowa z promieniem i punktem końcowym

Obróbka frezarska

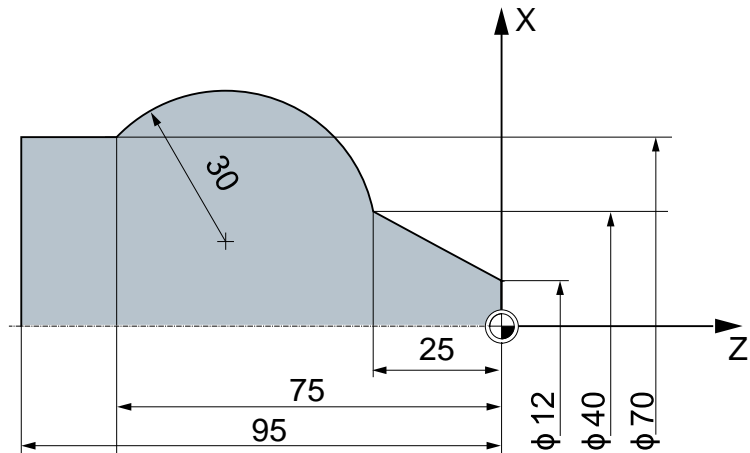


```
N10 G0 X67.5 Y80.211
```

```
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
```

Interpolacja kołowa z promieniem i punktem końcowym

Obróbka tokarska



N120 G0 X12 Z0

N125 G1 X40 Z-25 F0.2

N130 G3 X70 Z-75 CR=30

N135 G1 Z-95