



WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA

Katedra Zarządzania Produkcją



## INSTRUKCJA DO ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH

Laboratorium z przedmiotu:

**Programowanie obrabiarek CNC**

Kod przedmiotu:  
**IMS05878**

Temat:

**Obróbka frezarska z wykorzystaniem interpolacji  
kołowej i kompensacji promienia narzędzia**

Nr ćwiczenia:  
**3**

Kierunek:  
**Inżynieria Meblarstwa**

### CEL ĆWICZENIA

Zapoznanie studentów z bezpośrednim otoczeniem frezarki CNC Skolar X3. Zdobywanie umiejętności stosowania języka programowania SINUMERIK 808D do tworzenia programów obróbkowych z wykorzystaniem interpolacji kołowej oraz kompensacji promienia narzędzia implementowanych w maszynach CNC wraz z wizualizacją obróbki na panelu sterowania obrabiarki.

### WYPOSAŻENIE STANOWISKA

Frezarka CNC Skolar X3, komputer, suwmiarka, mikrometr.

### ZAKRES ĆWICZENIA

Wykorzystanie języka programowania SINUMERIK 808D do modelowania pojedynczych elementów, uwzględniając interpolację kołową wraz z kompensacją promienia narzędzia. Planowanie obróbki części wraz z napisaniem kodu maszynowego akceptowanego przez obrabiarkę CNC Skolar X3.

### ZALICZENIE ĆWICZENIA

Zaliczenie ćwiczenia odbywa się na podstawie sprawdzianu wstępnego, obserwacji pracy studenta w czasie zajęć i wykonanego sprawozdania sporządzonego zgodnie z protokołem dołączonym do niniejszej instrukcji.

### BIBLIOGRAFIA

1. W. Zębała, G. Struzikiewicz, *Obróbka na obrabiarkach CNC. Programowanie warsztatowe. Przykłady*, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Kraków 2014.
2. K. Jemieliński, *Obróbka skrawaniem*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
3. Poradnik Inżyniera, *Obróbka skrawaniem*, t. 1, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1991.
4. *Poradnik Obróbki Skrawaniem*, SANDVIK Coromant, 2009.
5. W. Grzesik, P. Niesłony, M. Bartoszek, *Programowanie obrabiarek NC/CNC*, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 2006.
6. W. Habrat, *Obsługa i programowanie obrabiarek CNC. Podręcznik operatora*, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2007.
7. Zaawansowane systemy pomiarowe i narzędziowe, strona internetowa [dokument elektroniczny] tryb dostępu: [www.ita-polska.com.pl](http://www.ita-polska.com.pl).
8. SINUMERIK 808D Frezowanie, część 2: Programowanie (instrukcje Siemens), strona internetowa [dokument elektroniczny] tryb dostępu: <https://cache.industry.siemens.com>.

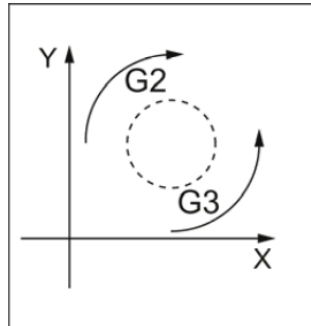
Opracował:

dr inż. Łukasz Dragun

Politechnika Białostocka 2022

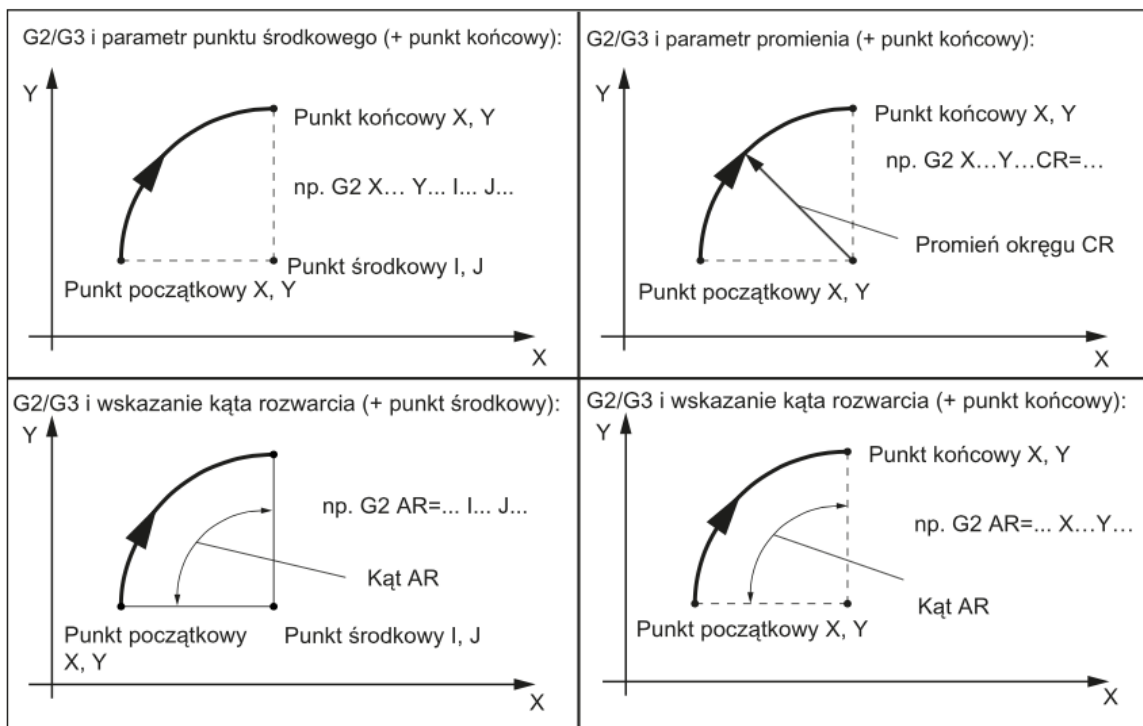
## 1. WPROWADZENIE DO INTERPOLACJI KOŁOWEJ: G2/G3

Narzędzie porusza się pomiędzy punktem początkowym i końcowym po trajektorii kołowej. Kierunek wyznacza funkcja G: G2: w prawo, G3: w lewo.



Rys. 1. Kierunek ruchu narzędzia w interpolacji kołowej G2/G3 [8]

Możliwości programowania okręgu za pomocą G2/G3 na przykładzie osi X/Y i G2 przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Przykłady programowania okręgu za pomocą G2/G3 na przykładzie osi X/Y i G2 [8]

### Przykłady programowania kodu:

G2/G3 X... Y... I... J... (punkt środkowy i końcowy)

G2/G3 CR = ... X... Y... (promień okręgu i punkt końcowy)

G2/G3 AR = ... I... J... (kąt rozwarcia i punkt środkowy)

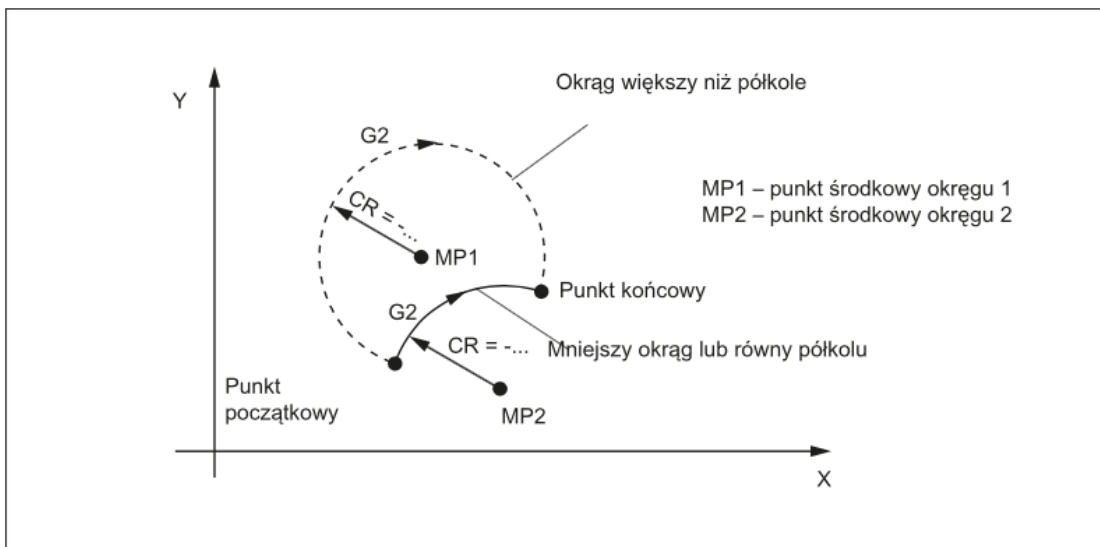
G2/G3 AR = ... X... Y... (kąt rozwarcia i punkt końcowy)

G2/G3 AP = ... RP = ... (współrzędne biegunowe, okrąg wokół bieguna)

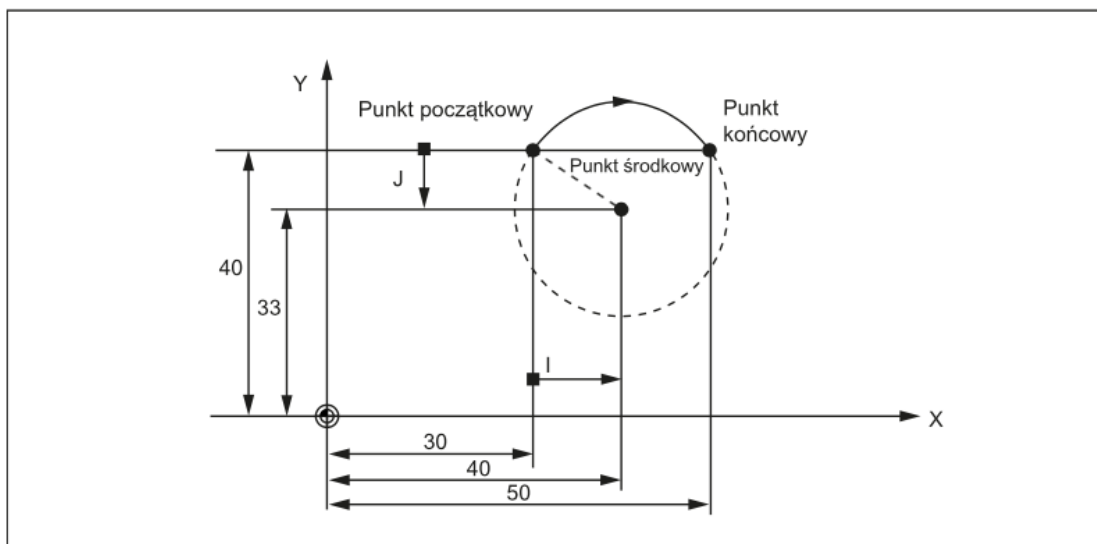
### Wprowadzenie tolerancji dla okręgu

Okręgi są akceptowane przez system sterowania z pewną tolerancją wymiarową. Porównane są promienie okręgu w punkcie początkowym oraz końcowym. Jeżeli różnica mieści się w granicy tolerancji, punkt środkowy jest wyznaczany wewnętrznie.

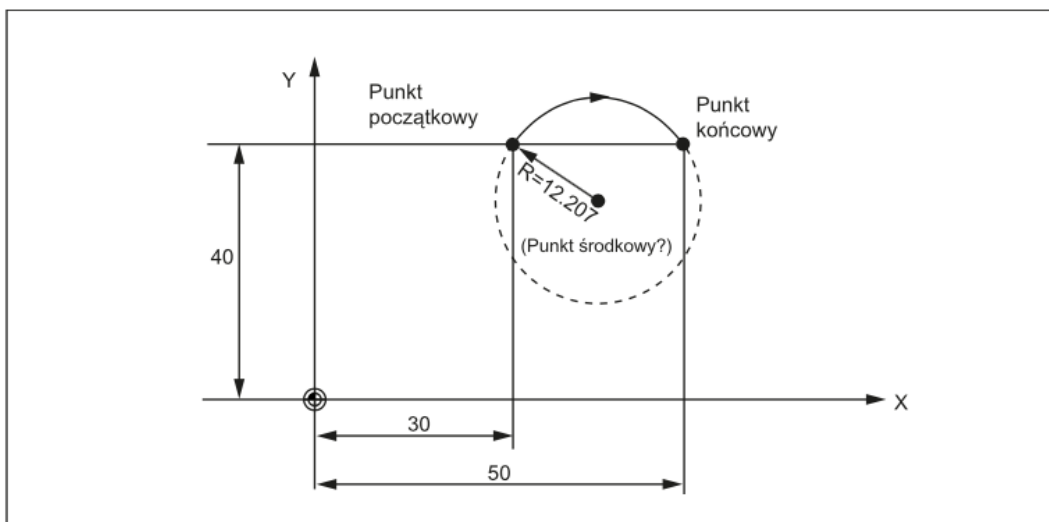
Pełne okręgi w bloku są możliwe, gdy zdefiniowany został punkt środkowy i końcowy. Dla przypadku okręgów, które posiadają zdefiniowany promień wykorzystywany jest znak arytmetyczny  $CR = \dots$ . Istnieje możliwość zaprogramowania dwóch okręgów o takich samych punktach początkowych oraz końcowych, a także o tym samym promieniu i kierunku. Użycie znaku ujemnego przed  $CR = - \dots$  wyznacza okrąg, którego wycinek jest większy od półokręgu. W innym przypadku okrąg z wycinkiem jest mniejszy lub równy półokręgowi. Wybór okręgu spośród dwóch możliwych okręgów dzięki wskazaniu promienia przedstawia rys. 3.



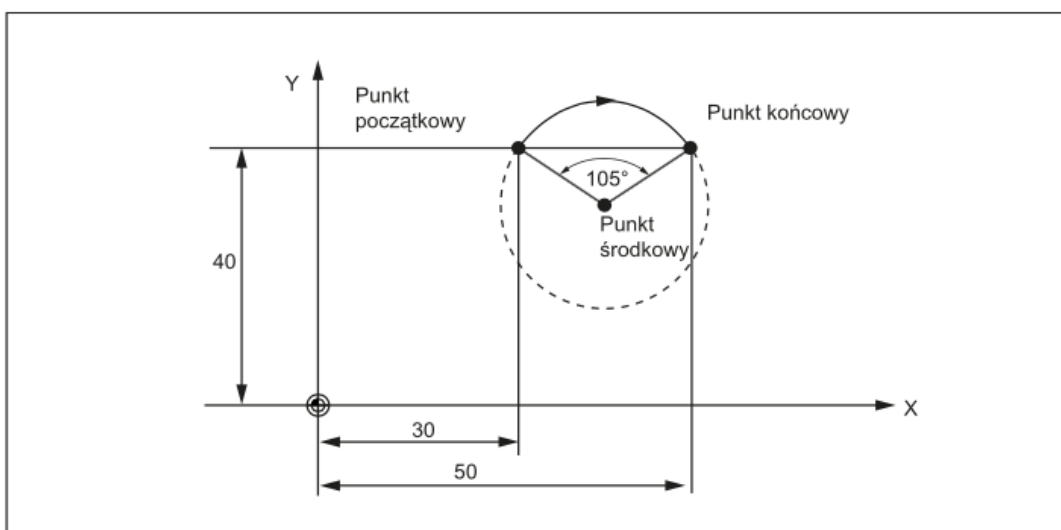
**Rys. 3.** Przykład wyboru okręgu spośród dwóch możliwych okręgów dzięki wskazaniu promienia [8]



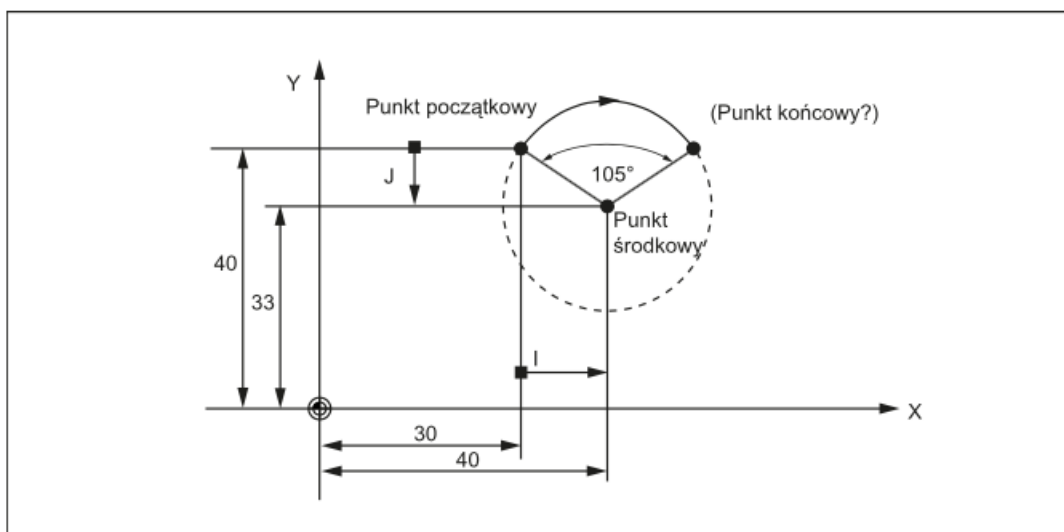
**Rys. 4.** Przykład programowania dla punktu środkowego i końcowego: N5 G90 X30 Y40 – punkt początkowy okręgu dla N10; N10 G2 X50 Y40 I10 J-7 – punkt końcowy i punkt środkowy [8]



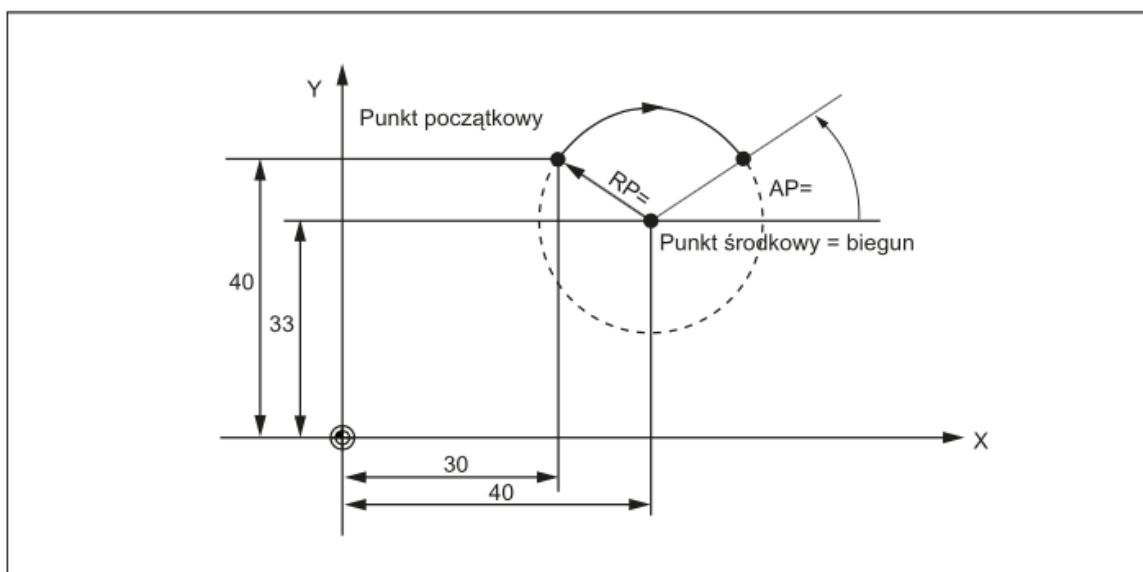
**Rys. 5.** Przykład programowania dla wskazania punktu końcowego oraz promienia: N5 G90 X30 Y40 – punkt początkowy okręgu dla N10; N10 G2 X50 Y40 CR=12.207 – punkt końcowy i promień [8]



**Rys. 6.** Przykład programowania dla punktu końcowego i kąta otworu: N5 G90 X30Y40 – punkt początkowy okręgu dla N10; N10 G2 X50 Y40 AR=105 – punkt końcowy i kąt otworu [8]



**Rys. 7.** Przykład programowania dla punktu środkowego i kąta otworu: N5 G90 X30 Y40 – punkt początkowy okręgu dla N10; N10 G2 I10 J-7 AR=105 – punkt środkowy i kąt otworu [8]



**Rys. 8.** Przykład programowania dla współrzędnych biegunowych: N1 G17; N5 G90 G0 X30 Y40 – punkt początkowy okręgu dla N10; N10 G111 X40 Y33 – biegun = środek okręgu; N20 G2 RP=12.207 AP=21 – specyfikacje bieguna [8]

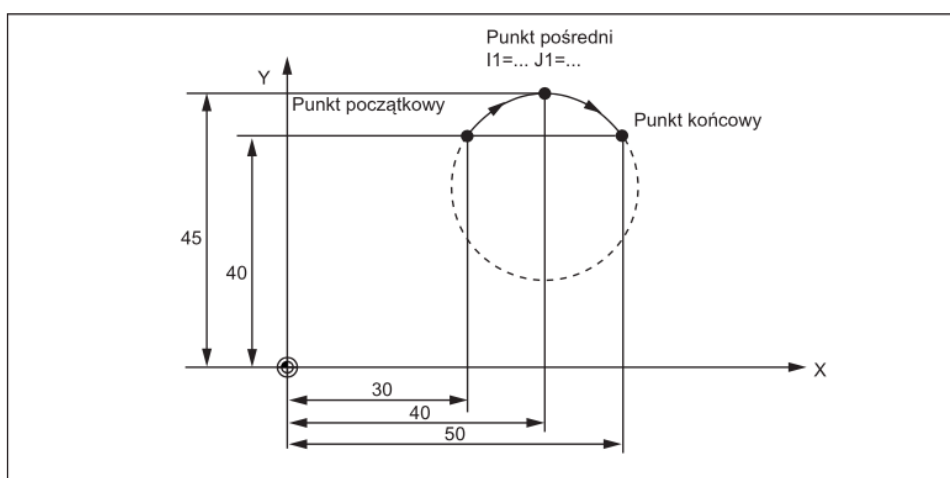
### Interpolacja kołowa przez punkt pośredni: CIP

Jeżeli znane są trzy punkty konturu okręgu zamiast punktu środkowego, promienia oraz kąta otworu, korzystnym jest wykorzystanie funkcji CIP.

Kierunek okręgu wynika z położenia punktu pośredniego. Punkt pośredni wpisywany jest zgodnie z następującym przydziałem osi:

- I1=... (dla osi X),
- J1=... (dla osi Y),
- K1=... (dla osi Z).

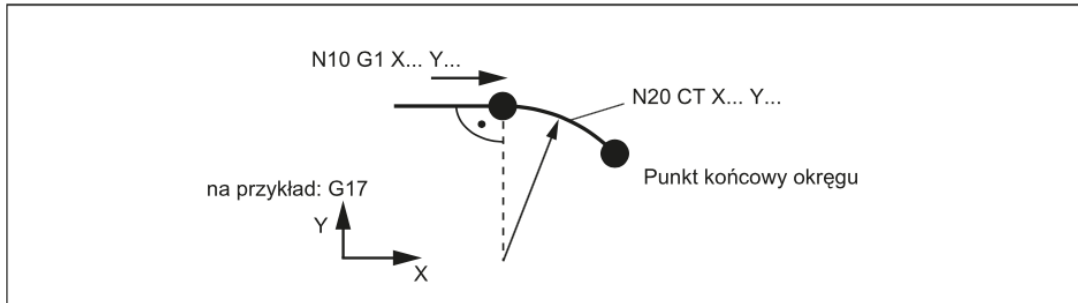
CIP – pozostaje aktywne do momentu skasowania inną instrukcją z danej grupy G (G0, G1, G2, ...).



**Rys. 9.** Przykład programowania okręgu o punkcie początkowym i pośrednim zdefiniowanym za pomocą G90: N5 G90 X30 Y40 – punkt początkowy okręgu dla N10; N10 CIP X50 Y40 I1=40 J1=45 – punkt końcowy i punkt pośredni [8]

## Okrąg z przejściem stycznym: CT

Zaprogramowanie CT oraz punktu końcowego na aktywnej płaszczyźnie G17 – G19 powstaje okrąg połączony stycznie z poprzednim segmentem trajektorii (kołowym lub prostoliniowym) na przedmiotowej płaszczyźnie.



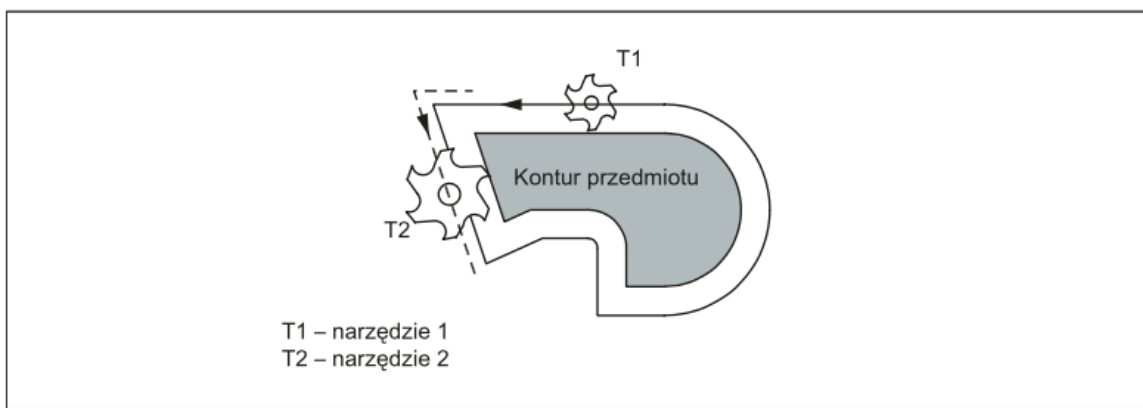
**Rys. 10.** Przykład programowania dla okręgu z przejściem stycznym do poprzedniego wycinka trajektorii: N10 G1 X20 F300 – linia prosta; N20 CT X... Y... - okrąg z połączeniem stycznym [8]

## 2. WPROWADZENIE DO PARAMETRÓW NARZĘDZI ORAZ ICH PRZESUNIĘCIA

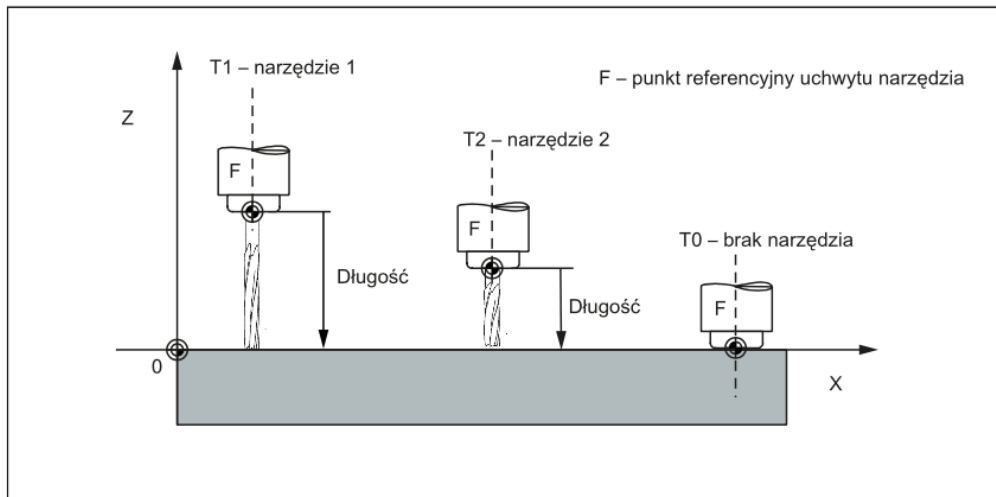
Podczas tworzenia programu do obróbki skrawaniem nie jest wymagane uwzględnianie długości lub promienia narzędzia. Wymiary przedmiotu programowane są bezpośrednio zgodnie z rysunkiem wykonawczym.

Dane narzędzia wprowadzane są odrębnie w specjalnym obszarze roboczym.

Aby uruchomić kompensację narzędzia należy wywołać w programie wymagane narzędzie ze zdefiniowanymi danymi przesunięcia. System sterowania wykonuje potrzebne kompensacje trajektorii w oparciu o te dane w celu stworzenia opisanego przedmiotu.



**Rys. 11.** Obróbka przedmiotu narzędziami o różnych średnicach [8]



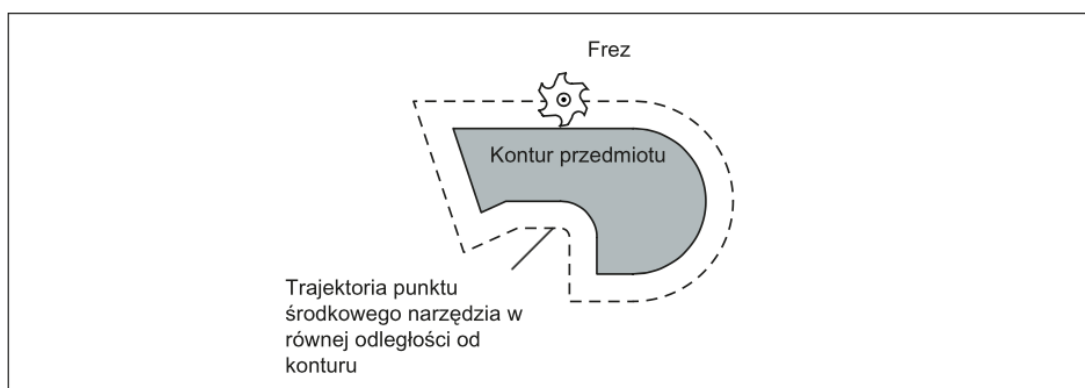
Rys. 12. Podejście do położenia Z0 narzędzia (kompensacja różnych długości) [8]

**Kompensacje długości narzędzia** stają się skuteczne natychmiast, gdy narzędzie jest aktywne – jeśli żaden numer D nie został zaprogramowany – z wartościami D1. Przesunięcie jest stosowane pierwszym zaprogramowanym przesunięciem odpowiedniej osi kompensacji długości.

**Kompensacja promienia narzędzia** musi również zostać aktywowana za pomocą G41/G42.

### Wybieranie kompensacji promienia narzędzia: G41/G42

Kompensację promienia narzędzia aktywuje G41/G42. System sterowania automatycznie wylicza wymagane równoległe trajektorie narzędzia dla zaprogramowanego konturu dla odpowiedniego aktualnego promienia narzędzia.



Rys. 13. Kompensacja promienia narzędzia [8]

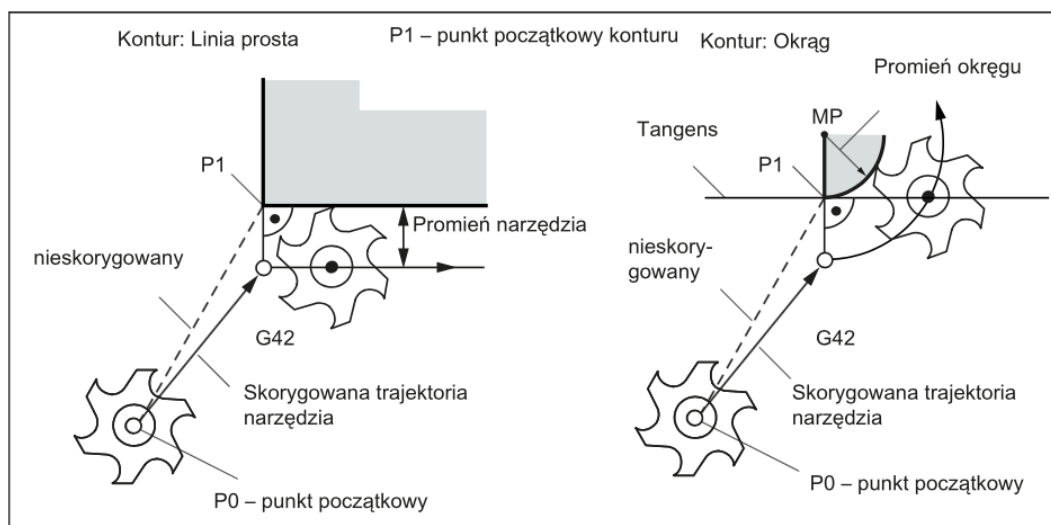
### Przykład programowania

G41 X... Y... (kompensacja promienia narzędzia z lewej strony konturu)

G 42 X... Y... (kompensacja promienia narzędzia z prawej strony konturu)

G40 X... Y... (kompensacja promienia narzędzia wyłączona)

## Uruchamianie kompensacji promienia narzędzia



Rys. 14. Uruchomienie kompensacji promienia narzędzia na przykładzie G42 [8]

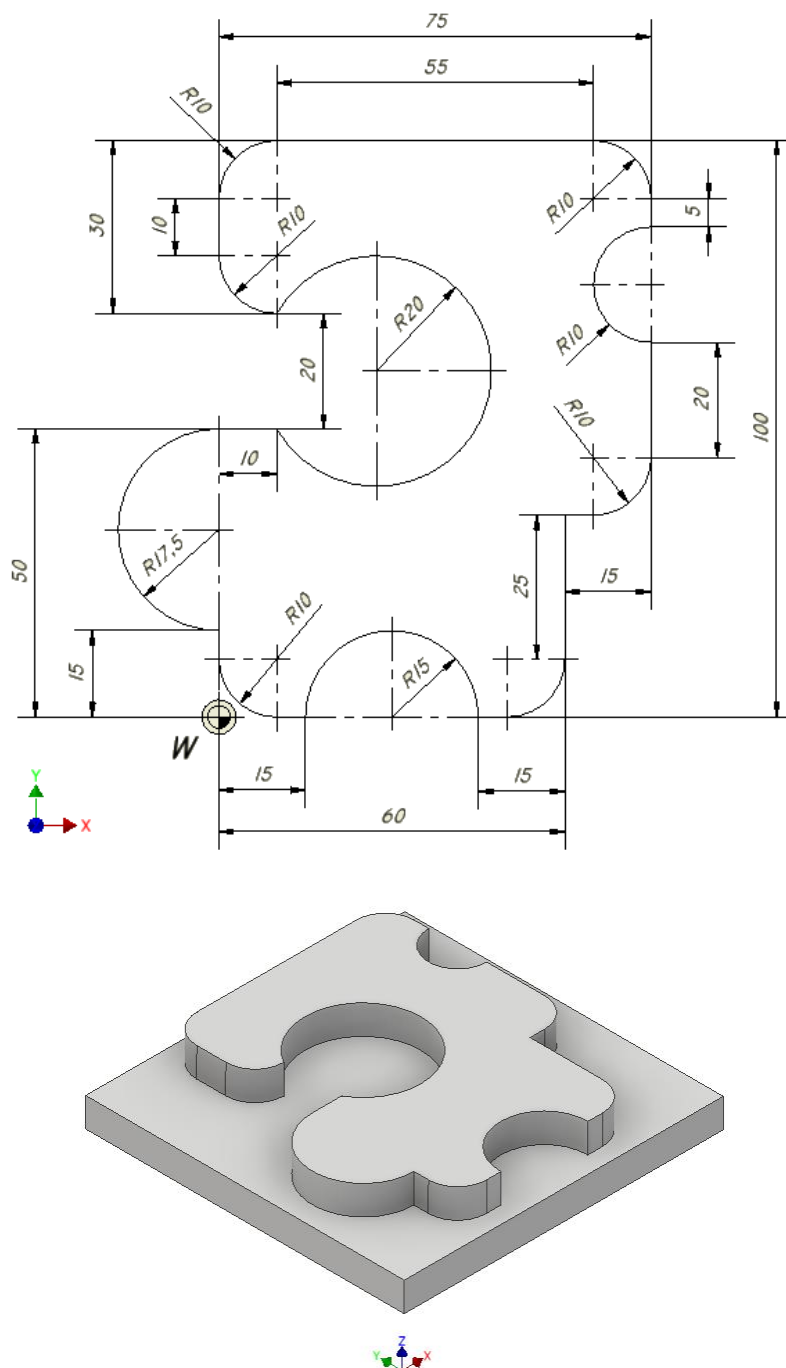
### Przykład programowania

```
N10 T1  
N20 G17 D2 F300  
N25 X0 Y0  
N30 G1 G42 X11 Y11  
N31 X20 Y20  
M30
```



#### 4. ZADANIE DO WYKONANIA

Proszę zaprogramować ruch narzędzia po konturze przedstawionym na rys. 15 w przyjętym układzie współrzędnych przedmiotu (WKS) o początku w punkcie W. Ruch rozpocząć od punktu (0,0) w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Przyjąć poziom materiału Z=0, głębokość obróbki Z=-3. Obróbkę wykonać frezem palcowym o średnicy 10 mm.



Rys. 15. Szkic przedmiotu oraz jego widok aksonometryczny

- Ogólna dyskusja w grupie nad otrzymanymi wynikami i zapis plików.

## **5. SPRAWOZDANIE**

Sprawozdanie winno zawierać:

- stronę tytułową,
- cel i zakres ćwiczenia laboratoryjnego,
- wypełniony protokół laboratoryjny,
- wnioski.

## **6. BHP**

W celu minimalizacji zagrożeń podczas testów pracownicy i studenci zobowiązani są do przestrzegania ogólnych zasad BHP oraz do przestrzegania przepisów porządkowych i organizacyjnych obowiązujących w laboratoriach POCNC. O przepisach tych studenci poinformowani zostali na zajęciach wstępnych.



Białystok, dn.....

WYDZIAŁ INŻYNIERII ZARZĄDZANIA  
Katedra Zarządzania Produkcją

## PROTOKÓŁ LABORATORYJNY

### Obróbka frezarska z wykorzystaniem interpolacji kołowej i kompensacji promienia narzędzia

<b>Szkic konturu z wymiarami</b>	
<b>Uzyskane wyniki pomiarów kontrolnych elementu</b>	<b>Fotografia wykonanego elementu</b>

Strona 1 z 2

**Listing programu NC**

--	--

.....  
data wykonania ćwiczenia

.....  
podpis prowadzącego