

# PRONUM

## **INSTRUKCJA PROGRAMOWANIA**

UKŁADU STEROWANIA NUMERYCZNEGO

**CNC PRONUM 630 T**

**MDT Obrabiarki s.c.**

05-120 Legionowo  
ul. Daliowa 55

Leszek Kraśniewski: 500-294-980  
Michał Kraśniewski: 514-678-054



[www.mdtobrabiarki.com.pl](http://www.mdtobrabiarki.com.pl)  
[mdt@mdtobrabiarki.com.pl](mailto:mdt@mdtobrabiarki.com.pl)

# **INSTRUKCJA PROGRAMOWANIA**

UKŁADU STEROWANIA NUMERYCZNEGO TOKAREK

**CNC PRONUM 630 T**

LIPIEC 2014

# SPIS TREŚCI.

<b>SPIS TREŚCI.....</b>	<b>1</b>
<b>SPIS RYSUNKÓW.....</b>	<b>3</b>
<b>1. STRUKTURA PROGRAMU OBRÓBK.....</b>	<b>5</b>
1.1. Wprowadzenie.....	5
1.2. Zgodność z normami.....	6
1.3. Format programu.....	7
1.4. Wprowadzanie danych.....	12
1.5. Podprogramy.....	15
1.6. Nazwy, komentarze i komunikaty.....	17
1.7. Programowanie parametryczne.....	19
1.7.1. Wartość liczbowa parametru R.....	19
1.7.2. Operacje arytmetyczne.....	21
1.7.3. Funkcje matematyczne.....	22
1.7.4. Obliczanie wyrażeń złożonych.....	23
1.8. Rozgałęzienia programu (skoki).....	27
<b>2. OSIE STEROWANIA.....</b>	<b>29</b>
<b>3. FUNKCJE PRZYGOTOWAWCZE G.....</b>	<b>31</b>
3.1. Wprowadzenie.....	31
3.2. Funkcje systemu miar – G70/G71.....	32
3.3. Funkcje wymiarowania współrzędnych - G90/G91.....	32
3.4. Funkcje kształtu toru i rodzaju posuwu.....	35
3.4.1. Funkcje ruchu ustawczego - G0/G10.....	36
3.4.2. Funkcje linii prostej - G1/G11.....	40
3.4.3. Funkcje łuku okręgu - G2/G3.....	42
3.4.3.1. Łuk okręgu określony przez promień.....	45
3.4.4. Funkcje gwintowania synchronicznego - G33, G34, G35.....	47
3.4.4.1. Programowanie. Podstawowe parametry. Definicje.....	47
3.4.4.2. Nacinanie gwintu o stałym skoku.....	49
3.4.4.3. Nacinanie gwintu o zmiennym skoku.....	56
3.5. Funkcje prędkości posuwu - G94/G95/G96/G97.....	58
3.5.1. Stała prędkość skrawania.....	59
3.6. Bazy i układy współrzędnych.....	60
3.6.1. Wywołanie bazy pomiarowej - funkcja G54.....	62
3.6.2. Korekcja bazy pomiarowej - funkcja G55.....	64

3.6.3. Programowanie we współrzędnych maszynowych - G53.....	65
3.6.4. Przesunięcie bazy programu - G92.....	66
3.7. Kompensacja długości noża.....	68
3.8. Kompensacja promienia noża - G40/G41/G42.....	72
3.8.1. Wprowadzenie.....	72
3.8.2. Określenia i definicje.....	74
3.8.3. Podstawowe zasady wyznaczania toru noża. ....	77
3.8.4. Programowanie kompensacji promienia noża.....	80
3.8.4.1. Wejście na tor skompensowany. ....	84
3.8.4.2. Zejście z toru skompensowanego.....	87
3.8.5. Przypadki szczególne - zmiana strony i zmiana toru. ....	89
3.8.6. Ograniczenia.....	91
3.9. Funkcje ograniczenia przestrzeni obróbki - G25, G26, G27.....	95
3.10. Funkcje określające sposób zakończenia ruchu.....	96
3.11. Lustrzane odbicia.....	98
3.12. Funkcja czasowego postoju - G4.....	101
3.13. Funkcje specjalne - G9xx.....	101
<b>4. CYKLE STAŁE.....</b>	<b>102</b>
4.1. Cykl toczenia warstwowego - L95.....	102
4.2. Cykl gwintowania - L97. ....	113
4.3. Cykl wiercenia głębokich otworów - L98.....	123
<b>5. PARAMETRY SPECJALNE.....</b>	<b>126</b>
<b>6. POMIAR CZASU.....</b>	<b>129</b>
<b>7. FUNKCJE M, S, T, E.....</b>	<b>130</b>
7.1. Funkcje pomocnicze M.....	130
7.2. Funkcja S.....	132
7.3. Funkcja T. ....	132
7.4. Funkcja pomocnicza E.....	132
<b>DODATEK.....</b>	<b>1</b>

## SPIS RYSUNKÓW.

Rys. 1.1 %MPF174 - Przykład programowania parametrycznego.....	<b>Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.</b>
Rys. 3.1 Przykład programowania G90/G91 .....	34
Rys. 3.2 Odcinek prostej G0 - wymiarowanie przyrostowe .....	37
Rys. 3.3 Odcinek prostej G0 - wymiarowanie absolutne.....	37
Rys. 3.4 Programowanie odcinka prostej G10.....	39
Rys. 3.5 Programowanie odcinka prostej G11.....	41
Rys. 3.6 Kierunek łuku okręgu w przypadku obróbki "za osią" .....	43
Rys. 3.7 Kierunek łuku okręgu w przypadku obróbki "przed osią" . .....	43
Rys. 3.8 Łuk okręgu - określenie parametrów IK i współrzędnych XZ. ....	43
Rys. 3.9 Przykład programowania łuku okręgu.....	44
Rys. 3.10 Łuk okręgu określony przez promień U. ....	46
Rys. 3.11 Przykład programowania łuku za pośrednictwem promienia U.....	46
Rys. 3.12 Nacinanie gwintu metodą wcinania prostopadłego. ....	50
Rys. 3.13 Wcięcie prostopadłe (A) i wcięcie po stycznej (B). ....	50
Rys. 3.14 Nacinanie gwintu metodą wcinania po stycznej.....	50
Rys. 3.15 Nacinanie gwintu wielozwojnego ( trójzwojnego )......	52
Rys. 3.16 Nacinanie gwintu płaskiego.....	54
Rys. 3.17 Nacinanie gwintu na stożku.....	54
Rys. 3.18 Gwint płaski ze skokiem narastającym.....	57
Rys. 3.19 Punkty charakterystyczne tokarki i obrabianego przedmiotu.....	60
Rys. 3.20 Długość noża mierzona do punktu K.....	69
Rys. 3.21 Wykonanie programu bez kompensacji promienia noża.....	72
Rys. 3.22 Wykonanie programu z kompensacją promienia noża. ....	73
Rys. 3.23 Określenie strony toru środka ostrza noża względem konturu.....	75
Rys. 3.24 Obróbka zewnętrzna. ....	78
Rys. 3.25 Obróbka wewnętrzna. ....	79
Rys. 3.26 Kierunek i zwrot wektora SK. ....	82
Rys. 3.27 Wejście na tor skompensowany - Przypadek 1. ....	84
Rys. 3.28 Wejście na tor skompensowany - Przypadek 2. ....	85
Rys. 3.29 Wejście na tor skompensowany - Przypadek 3. ....	86
Rys. 3.30 Zejście z toru skompensowanego - Przypadek obróbki wewnętrznej.....	87
Rys. 3.31 Zejście z toru skompensowanego - Przypadek obróbki zewnętrznej.....	88

Rys. 3.32	Zmiana strony toru.....	89
Rys. 3.33	Zmiana toru.....	90
Rys. 3.34	Ograniczenia kompensacji.....	92
Rys. 3.35	Fragment konturu przedmiotu zawierający "uskok". .....	93
Rys. 3.36	Wykonanie funkcji: G61, G64 i G61.....	97
Rys. 3.37	Lustrzane odbicie.....	100
Rys. 4.1	Cykl toczenia warstwowego. ....	103
Rys. 4.2	Kierunek zbierania warstw. ....	103
Rys. 4.3	Toczenie warstwic. ....	108
Rys. 4.4	Przykład programowania L95.....	110
Rys. 4.5	Gwint wzdłużny.....	113
Rys. 4.6	Gwint stożkowy.....	114
Rys. 4.7	Gwint płaski.....	114
Rys. 4.8	Głębokość gwintu. ....	116
Rys. 4.9	Przyrost głębokości gwintowania. ....	117
Rys. 4.10	Znak kąta dosuwu noża. ....	118
Rys. 4.11	Przykład gwintu zewnętrznego.....	122
Rys. 4.12	Cykl wiercenia głębokich utworów. ....	125

# 1. STRUKTURA PROGRAMU OBRÓBKII.

## 1.1. WPROWADZENIE.

Program obróbki jest uporządkowanym zbiorem instrukcji i danych opisujących pełny proces operacji technologicznych wykonywanych na obrabiarce sterowanej numerycznie. Instrukcje występują w postaci funkcji zgodnie ze standardami określonymi przez normy ISO i PN. Dane określają wielkości i prędkości przesunięć również zgodnie z w/w normami. Program podzielony jest na bloki opisujące kolejne sekwencje procesu. Każdy blok rozpoczyna się od litery adresowej **N** ( lub znaku " : " ) po której następuje liczba określająca numer bloku. Większość bloków stanowią bloki opisujące ruch względny suportu tokarki. Bloki składają się ze **słów**. Każde słowo rozpoczyna się od litery określającej typ i jednocześnie adres słowa. Po literze następuje liczba określająca wartość wyrażoną przez słowo lub numer: funkcji, parametru, narzędzia, podprogramu itp. Program może zawierać również komentarze pisane w nawiasach i wyświetlane łącznie z treścią bloku oraz polecenia specjalne typu: wyświetlenie komunikatu, pomiar czasu i inne.

Treść programu uzupełniona jest o dodatkowe dane, niezbędne dla wykonania procesu obróbki, które zapisane są w pamięci dyskowej jako : **Pamięć Danych i Pamięć Parametrów Maszynowych** ( patrz Instrukcja Obsługi rozdz. 3.2 i Instrukcja Instalacji rozdz. 4 ). Dane te przywoływane są przez instrukcje programu w trakcie jego wykonywania.

W dalszej treści instrukcji programowania zamiast określenia: **Program Obróbki** stosowany będzie skrót:

**POT** - Program Operacji Technologicznych.

Programy zapisane są w pamięci dyskowej. Standardowa pojemność pamięci programów i danych wynosi 1GB. Jednocześnie w pamięci programów może być zapisanych łącznie **800** programów i podprogramów.

Programy mogą być wprowadzane do pamięci układu sterowania:

- za pośrednictwem interfejsu szeregowego RS232,
- bezpośrednio z pulpitu układu sterowania.

Każdemu programowi przyporządkowany jest numer identyfikujący program - liczba maks. 4 cyfrowa. W przypadku wprowadzania programu za pośrednictwem interfejsu numer stanowi część etykiety **%MPF04** - patrz rozdz. 1.3. W przypadku wprowadzania programu z klawiatury pulpitu, wpisywany jest wyłącznie numer programu - na polecenie układu sterowania ( komunikat na ekranie monitora ). **Nie wolno w tym przypadku wpisywać całej w/w etykiety.**

**Uwaga:** Nie należy używać dwóch numerów programów: %MPF998 i %MPF999. Numery te są zastrzeżone dla operacji specjalnych: pakowania zaznaczonych programów %MPFxxxx do pliku %MPF999 oraz rozpakowanie pliku %MPF998 zawierającego grupę programów %MPFxxxx. Patrz Instrukcja Obsługi – punkt 3.1 j.

## 1.2. ZGODNOŚĆ Z NORMAMI.

Struktura znaków, słów, bloków i programów zgodna jest ze standardem określonym przez następujące normy **ISO** i **PN**:

- a) **ISO/IEC 646:1991.** Information technology. ISO 7-bit coded character set for information interchange.

**PN-T-42109-01:1993.** Technika informatyczna - Zestaw znaków w kodzie 7-bitowym ISO przeznaczony do wymiany informacji.

- b) **ISO 6983/1-1982(E).** Numerical control of machines - Program format and definition of address words - Part 1: Data format for positioning, line motion and contouring control systems.

( brak aktualnie odpowiednika w Polskich Normach )

- c) **PN 73/M 55256.** Obrabiarki do metali. Kodowanie funkcji przygotowawczych G i funkcji pomocniczych M dla obrabiarek sterowanych numerycznie.

( Norma ISO 1056 stanowiąca pierwowzór dla PN 73/M55256 została unieważniona. Opracowywana jest nowa norma stanowiąca drugą część normy wymienionej w punkcie b. ISO 6983/2. Do czasu jej zatwierdzenia zachowana będzie wyłącznie zgodność z nadal obowiązującą PN 73/M 55256. )

- d) **ISO 841:2001.** Industrial automation systems and integration - Numerical control of machines – Coordinate system and motion nomenclature.

**PN-M-55251:1993** Maszyny sterowane numerycznie – Osie współrzędnych i zwroty ruchów – Nazwy i oznaczenia.

- e) **ISO 2806:1994** Industrial automation systems – Numerical control of machines - Vocabulary

( brak odpowiednika w Polskich Normach )



### 1.3. FORMAT PROGRAMU.

W tekście POT-u mogą być użyte następujące znaki:

#### Znaki literowe:

A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,X,Y,Z  
a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t,u,v,w,x,y,z

#### Znaki cyfrowe:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

#### Znaki specjalne:

+ , - , ( , ) , = , / , \* , @ , % , :

<b>oraz:</b>	SP	spacja ( odstęp ),
	LF	koniec linii. Jest to znak końca wiersza programu, który jest jednocześnie końcem bloku. Znak umieszczany obowiązkowo na końcu każdego bloku. Znak tego nie wolno umieszczać wewnątrz bloku.
	ETX	znak końca tekstu ( patrz rozdz. 1.4)

W oparciu o standardy **ISO** i **PN** format programu w postaci symbolicznej dla zapisu metrycznego przedstawia się następująco:

```
%MPF04 ( : / DS ) *  
N05 .....*  
N05 G02 G03 X+043 Z+043 I+053 K+053 A035 Q043 U+053  
F05 (F023 dla G95 i G96) S04 T04 E04 M02 R02  
D03 L04 P02 H1 *  
N05 .....*  
N05 M30 *
```

#### **UWAGI:**

1. Znaki: **: / DS** umieszczone w nawiasie w pierwszej linii symbolicznego formatu nie stanowią treści programu. Nie wolno zatem pisać tych znaków pomiędzy etykietą a pierwszym blokiem programu. Zamieszczono je tu zgodnie z normą ISO. Reprezentują one jedynie możliwości redakcyjne przy pisaniu programu.
2. Słowo F łącznie z funkcją G4 ma format: 031
3. Słowo S łącznie z funkcją M19 ma format: 031

Formaty calowe słów wymiarowych są odmienne od wyżej podanych metrycznych. Stosuje się formaty:

- +034 - dla programowania wymiarów geometrycznych,
- 03 - dla programowania prędkości posuwu

**W przedstawionym wyżej formacie poszczególne symbole lub kombinacje symboli oznaczają:**

- %MPF04** Etykieta identyfikująca program obróbki. Należy ją umieszczać **wyłącznie** w przypadku przesyłania programu do układu sterowania za pośrednictwem interfejsu szeregowego RS232 ( patrz rozdz. 1.4). Znak " % " określa początek pliku. Symbol " **MPF** " oznacza, że przesyłany plik jest programem obróbki. Liczba kończąca etykietę określa **numer programu** .
- :** Znak dwukropka oznacza, że w treści programu można definiować bloki główne - patrz UWAGA 1 na końcu rozdziału.
- /** Znak "slash" oznacza, że w treści programu można definiować bloki wykonywane warunkowo - patrz UWAGA 3 na końcu rozdziału.
- DS** Symbol ten oznacza, że przy zapisie liczb stosowana jest "**zasada kropki dziesiętnej**". Pierwsza cyfra znacząca zapisana w symbolicznym formacie słowa oznacza liczbę cyfr dziesiętnych przed kropką, a druga cyfra znacząca oznacza liczbę cyfr dziesiętnych po kropce.
- 0** Jeśli w symbolicznym formacie słowa pierwszą cyfrą jest cyfra " zero " to przy zapisie liczb określających wartość słowa można pominąć zera poprzedzające pierwszą cyfrę znaczącą ( patrz UWAGA 4 na końcu rozdziału ). Zasada pomijania zer przyjęta została dla wszystkich liczb pisanych w treści bloku. Dlatego też w formatach bloków w dalszej części instrukcji symboliczne " **0** " zostanie pominięte.
- +** Znak " plus " w symbolicznym formacie słowa oznacza, że wartość słowa określona jest przez liczbę względną. Przy zapisie liczb dodatnich znak może być pominięty, np. zamiast **X+126** można napisać **X126**. Znak należy pisać tylko w przypadku liczb ujemnych. Jeśli np. dla osi **X** ma być osiągnięty punkt o współrzędnej **-226** to należy napisać w tekście bloku: **X-226**.
- N** Numer bloku. Po literze **N** umieszcza się numer bloku - liczbę maksymalnie pięciocyfrową. Np. **N98765** oznacza blok programu numer 98765. **Każdy blok programu musi rozpoczynać się od numeru bloku poprzedzonego literą adresową N ( lub znakiem " : " w przypadku Bloków Głównych )**. Numeracja bloków - patrz UWAGA 2 na końcu rozdziału.
- R** Słowo określające numer parametru - patrz rozdz. 1.7.
- G** Funkcja przygotowawcza. Po niej następuje dwucyfrowy lub trzycyfrowy numer, np. **G91** oznacza wymiarowanie przyrostowe współrzędnych . Funkcje **Gxx** i **Gxxx** omówione są szczegółowo w rozdz. 3.
- X, Z** Współrzędne programowanego toru dla osi **X** i **Z**.
- I, K** Parametry łuku okręgu określające środek łuku względem punktu początku łuku. W przypadku gwintowania synchronicznego parametry: **I, K** określają skok lub składowe skoku gwintu.
- A** Kąt nachylenia promienia wodzącego - współrzędna biegunowa
- Q** Promień wodzący ( moduł ) - współrzędna biegunowa

- U** Promień łuku okręgu, w przypadku programowania zgodnie z rozdz. 3.4.3.1
- F** Funkcja prędkości posuwu. Po niej pisana jest liczba określająca prędkość w mm/min lub mm/obr.
- W przypadku programowanej przerwy G04 po literze F deklarowany jest czas postoju.
- W przypadku G34/G35 słowo F określa zmianę skoku gwintu.
- S** Funkcja prędkości obrotowej wrzeciona. Prędkość wrzeciona może być określona w postaci numeru lub bezpośrednio w obr./min, np. S600 oznacza 600 obr./min .
- Funkcja może określać również pozycjonowanie kątowe wrzeciona - patrz rozdz..7.2.
- W przypadku G96 - słowo S określa ograniczenie prędkości obrotowej: G92 Sxxxx - patrz rozdz. 3.5
- T** Numer narzędzia. Np. T6 oznacza narzędzie o nr.6 .
- E** Funkcja dodatkowa. Liczba maksymalnie czterocyfrowa, np. numer pozycji drugiej głowicy rewolwerowej.
- M** Funkcja pomocnicza. Dwie cyfry po literze M tworzą numer funkcji. Funkcje M opisano w rozdz. 7.1.
- D** Trzy cyfry po literze tworzą adres Pamięci Danych.
- L** Słowo określające numer podprogramu - patrz rozdz. 1.5.
- P** Słowo określające liczbę powtórzeń podprogramu - patrz rozdz. 1.5
- H** Słowo określające typ skoku - patrz rozdz. 1.8.

- \* Symbol końca bloku. Odpowiada znakowi LF ( w kodzie ISO: 0/10 ). **Znak umieszczany obowiązkowo na końcu każdego bloku. Znaku tego nie wolno umieszczać wewnątrz bloku. Wywoływany jest po naciśnięciu klawisza "LF" lub "ENTER" ( "WPIS" ). Na monitorze USN wyświetlany jest jako znak " < . W przykładach tekstów programów znak będzie pominięty.**

**M30** Koniec programu.

## UWAGI:

1. **BLOKIEM GŁÓWNYM** nazywa się blok, od którego można zawsze bezpiecznie rozpocząć wykonanie programu przy założeniu, że informacje zawarte w blokach poprzedzających ten blok można pominąć. Blok Główny oraz w ogólnym przypadku również bloki następujące bezpośrednio po nim muszą zawierać informacje uwzględniające to założenie. Dotyczy to głównie informacji zawartych w funkcjach modalnych (patrz rozdz. 3.1) zaprogramowanych w blokach poprzednich lub skutków wywołanych przez operacje typu modalnego jak np. wywoływanie i korekcja baz pomiarowych ( funkcje G54 i G55) lub przesunięcia początku układu współrzędnych (funkcja G92). Blok Główny musi opisywać punkt leżący na torze zaprogramowanym. Obowiązuje tu zawsze Funkcja G40. Blok Główny w odróżnieniu od bloków zwykłych poprzedzony jest znakiem " : " pisany w miejsce litery " N ". Bloki Główne mogą być tworzone specjalnie przy pisaniu POT-u lub wynikać w sposób naturalny ze struktury programu.

## PRZYKŁAD PROGRAMOWANIA BLOKU GŁÓWNEGO

```
:330 G0 G90 G53 X.... Z.... D401  
N335 T3 M6  
N340 S300 M3  
N345 G54 X.... Z.... D201  
N350 G92 X.... Z....
```

2. **NUMERACJA BLOKÓW** nie musi być uporządkowana według kolejności występowania bloków w programie. Powinna być jednak jednoznaczna. Zaprogramowanie dwóch lub więcej bloków o tym samym numerze może spowodować wieloznaczność w przypadku operacji " szukanie bloku " lub błędy przy wykonywaniu skoków.
3. **WARUNKOWE WYKONANIE BLOKU.** Znak " / " postawiony przed literą **N** lub przed **dwukropkiem** np. /N lub /: powoduje, że bloki te będą pominięte w trakcie wykonywania programu - jeśli operator przed rozpoczęciem programu wprowadzi polecenie: **pomiń blok** ( patrz Instrukcja Obsługi ).

**4. ZASADA SKRÓCONEGO ZAPISU LICZB polega na:**

- sugerowaniu miejsca przecinka,

Zapis	X2345 (bez kropki dziesiętnej)	oznacza	2345 mm
Zapis	X2.345	oznacza	2.345 mm
Zapis	X.345	oznacza	0.345 mm

- opuszczaniu zer przed pierwszą liczbą znaczącą.

Zamiast	00123.456	można pisać	123.456
Zamiast	0.456	można pisać	.456
Zamiast	0.006	można pisać	.006

Dotyczy to również skracania zapisu numeru funkcji. I tak przykładowo można pisać G0 zamiast G00 lub M3 zamiast M03.

- 5. POWTARZALNOŚĆ LITER ADRESOWYCH.** W jednym bloku programu można zapisać tylko jedną funkcję i tylko jedno słowo wymiarowe o tej samej literze adresowej. Wyjątek stanowią funkcje G i M, które mogą być zapisane kilkakrotnie w jednym bloku. Długość bloku nie może przekroczyć 250 znaków. Zaleca się jednak, aby nie przekraczała ona 120 znaków.

- 6. KOLEJNOŚĆ SŁÓW W BLOKU.** Zaleca się pisanie słów w bloku wg podanej wyżej kolejności. Wpływa to porządkująco na program, zwiększa jego przejrzystość i ułatwia sprawdzanie poprawności.

## 1.4. WPROWADZANIE DANYCH.

Układy Sterowania Numerycznego PRONUM wyposażone są w pamięć dyskową FLASH 1GB zachowującą zawartość po wyłączeniu napięć zasilających. W pamięci tej przechowywane są następujące informacje:

- Programy Obróbki (POT -y),
- Podprogramy,
- Korektory Narzędzi,
- Bazy Pomiarowe,
- Korektory Baz Pomiarowych,
- Położenie punktów określonych we współrzędnych maszynowych, np. Baza Wymiany Narzędzia,
- Program PLC,
- Parametry maszynowe ( sposób wprowadzania parametrów maszynowych opisuje Instrukcja Instalacji ).

Informacje te mogą być wprowadzone do pamięci układu sterowania:

- z pulpitu układu sterowania - patrz Instrukcja Obsługi,
- za pośrednictwem interfejsu szeregowego RS-232.

Źródłem danych przekazywanych poprzez interfejs szeregowy może być dowolne urządzenie zewnętrzne posiadające kanał interfejsu RS232 jak np.:

- komputer klasy IBM PC/AT,
- stacja dysków,
- przystawka z pamięcią RAM.

W przypadku pośrednictwa interfejsu szeregowego muszą być zachowane odpowiednie formaty przesyłania danych. Każdy przesyłany plik lub ciąg przesyłanych plików ( wyjaśnione to zostanie na końcu rozdziału ) **musi być zakończony znakiem ETX ( koniec tekstu )**.

**ETX - znak końca przesyłanych danych.**  
**Kod ISO: 0/3.**

## FORMATY PRZESYŁANIA DANYCH

### PROGRAM OBRÓBK

%MPFxxxx \* N10... \* N20... \* ..... \* N1000 M30 \* ETX

gdzie:        xxxx – numer programu,  
                 \* – symbol końca bloku. Odpowiada znakowi LF.

### PODPROGRAM

%SPFxxxx \* N100... \* N120... \* N130... \* ..... \* N322 M17 \* ETX

### KOREKTORY NARZĘDZI

%TOA \* D1 P0=... P1=... P2=... P3=... P4=... P5=... P6=... \*  
      D2 P0=... P1=... P2=... P3=... P4=... P5=... P6=... \*  
      ..... \* ETX

gdzie:

D1, D2, D3, ....., D98, D99 – adresy korektorów narzędzi określające ich miejsce w pamięci danych

- P0 – numer narzędzia, liczba od 1 do 99,  
( tymczasowo niewykorzystane )
- P1 – typ narzędzia, liczba od 0 do 9,
- P2 – długość narzędzia LOX - składowa w kierunku osi X,  
( format: +03.3 )
- P3 – długość narzędzia LOZ - składowa w kierunku osi Z,  
( format: +03.3 )
- P4 – korekc. Dług. narzędzia LOXz - skład. w kier. osi X,  
( format: +01.3 )
- P5 – korekc. dług. narzędzia LOZz - skład. w kier. osi Z,  
( format: +01.3 )
- P6 – Promień narzędzia ( format: +03.3).

**Wartości w/w parametrów należy oddzielić od siebie spacjami.**

### BAZY POMIAROWE

%ZOA \* D200 X... Z... \* D201 .... \* ..... \* D211... \* ETX

gdzie: D200, D201, ..., D211 – adresy kolejnych baz pomiarowych  
      X... Z... – współrzędne kolejnej bazy pomiarowej w formacie: +4.3

## **KOREKTORY BAZ POMIAROWYCH**

%ZOA \* D300 X... Z... \* D301 .... \* .....\* D311...\* ETX

gdzie: D300, D301, ..., D324                   – adresy korektorów baz pomiarowych  
X... Z...                                       – korygowane współrzędne bazy  
pomiarowej w formacie: +2.3.

## **PUNKTY OKREŚLONE WE WSPÓLRZĘDNYCH MASZYNOWYCH** **np. Baza Wymiany Narzędzia**

%PNT \* D400 X... Z... \* D401... \* .....\* D409...\* ETX

## **PARAMETRY R ( parametry użytkownika )**

%RPA \* R0 +99999.999 \* R1 +99999.999 \* .....\* R99 +99999.999.\* ETX

## **PROGRAM ŹRÓDŁOWY PLC**

%PLC \* ..... treść programu PLC.....\* ETX

## **KASOWANIE PROGRAMÓW i PODPROGRAMÓW**

%CL \* MPF 555 \* ETX

Wykonanie tego polecenia kasuje program MPF 555.

%CL\* SPF 111 \* ETX

Wykonanie tego polecenia kasuje podprogram SPF 111

%CL \* MPF 1,999 \* SPF 1,999 \* ETX

Wykonanie tego polecenia kasuje wszystkie programy i podprogramy.

### **Zasady pisania znaku końca tekstu ETX:**

- Jeśli poprzez interfejs szeregowy przesyłany jest tylko jeden plik, to plik ten powinien być zakończony znakiem ETX .
- Jeśli przesyłanych jest kilka plików np. kilka programów i podprogramów oraz dodatkowo plik określający np. korektory narzędzi to znak ETX powinien kończyć ostatni plik.

**Jeśli Edytor tekstów, przy pomocy, którego pisany jest tekst programu nie daje znaku końca tekstu ETX lub daje inny znak, to znak ten musi być dodany lub zmieniony na znak ETX zgodny z kodem ISO. Program RDWR dostarczony przez PHP PRONUM umieszcza automatycznie znak ETX na końcu przesyłanego tekstu.**



## 1.5. PODPROGRAMY.

W przypadku gdy POT zawiera fragmenty, w których powtarzają się sekwencje tych samych lub podobnych, różniących się jedynie wartościami parametrów, operacji, to celowe jest przeniesienie tych fragmentów do podprogramów. W **programie głównym** umieszcza się tylko wywołania **podprogramów**.

Format podprogramu jest identyczny jak format programu POT. Treść rozdziałów: rozdz. 1.1, rozdz. 1.2 i rozdz. 1.3 odnosi się również się do podprogramów. Różnica polega wyłącznie na:

- zmianie formatu etykiety na **%SPF04**
- zmianie formatu bloku kończącego podprogram na **N05 M17**.

Przykładowy tekst podprogramu:     %SPF4567  
                                  N100 G91 G0 X20 Z-20  
                                  N110 G1 Z15 F60  
                                  N120 M17

**UWAGA:** Nie należy używać następujących numerów dla oznaczania podprogramów: **95, 97 i 98**. Numery te są zarezerwowane dla oznaczenia standardowych podprogramów opisujących cykle stałe. Można jedynie użyć numerów **97 i 98** w przypadku programowania własnych cykli stałych zapisywanych do pamięci, które mają zastąpić cykle standardowe. Cykle zapisane w pamięci mają priorytet - "przykrywają" cykle standardowe.

**Wywołanie podprogramu** wymaga umieszczenia w programie głównym bloku zawierającego numer podprogramu **Lxxxx** i zadeklarowanej liczby wykonań podprogramu **Pxx** zgodnie z poniższym przykładem.

Przykład wywołania podprogramu:

```
.....  
N200 L100 P3  
.....
```

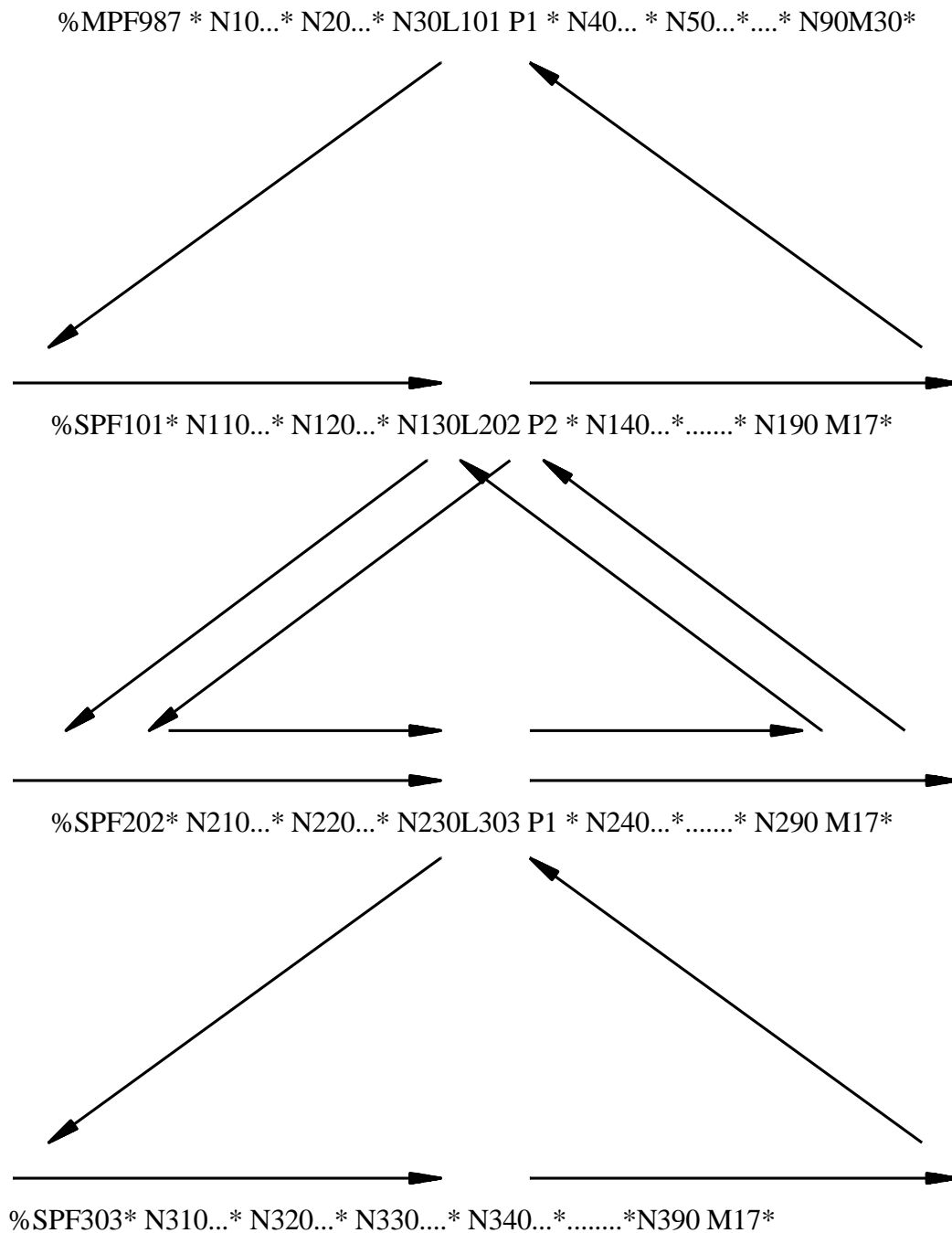
Podprogram L100 wykonywany jest trzy razy

W przypadku gdy podprogram ma być wykonany tylko jeden raz można nie deklorować liczby wykonań **P1**.

Np. zamiast deklaracji: **L100 P1** można zadeklarować: **L100**.

Maksymalna liczba programów i podprogramów, które można jednocześnie zapisać w pamięci PRONUM 630 T:	<b>800</b>
Maksymalna liczba powtórzeń podprogramu:	99
Maksymalna liczba zagłębień:	3

**PRZYKŁAD WYWOŁYWANIA PODPROGRAMÓW**



Znakiem " \* " oznaczono koniec bloku - LF

## 1.6. NAZWY, KOMENTARZE I KOMUNIKATY.

Przyjęty format umożliwia pisanie nazwy programu lub podprogramu bezpośrednio po nagłówku. Tekst nazwy programu lub podprogramu należy umieścić wewnątrz nawiasów:

**Np.    %MPF123  
         (WALEK NR.355)**

Komentarze i uwagi mogą być pisane również w dowolnym miejscu tekstu programu pod warunkiem, że pisane są wewnątrz nawiasów. Wyświetlane są łącznie z tekstem bloku w oknie nr 8 monitora ekranowego (patrz instrukcja obsługi). Długość tych pomocniczych tekstów nie jest w zasadzie ograniczona. Zaleca się jednak pisanie komentarzy w sposób zwięzły ze względu na ograniczone pole okna nr 8 ( 4-ry linie po 40 znaków). Ten sposób pisania komentarzy pokazuje poniższy przykład.

### PRZYKŁAD:

%MPF256  
( WALEK NR 3388 )  
N10 G90 G0 G54 D202 X50 Z10  
N20 S400 M3  
N30 G1 G42 X35 Z0 F.2 ( WPROWADZ. KOMPENSACJI PROM. NOŻA )  
N40 Z-10  
N50 X40 Z-25 ( TOCZENIE STOŻKA )  
N60 Z-35  
N70 G2 X40 Z-73.73 I35 K-19.365  
N80 G1 Z-160 ( TOCZENIE WALCA )  
N90 G0 G40 X50 ( ODWOŁANIE KOMPENSACJI PROMIENIA NOŻA )  
N100 X75 Z-55 M5  
N110 Z0 D0  
N120 M30

PRONUM 630 T umożliwia również inny sposób przekazywania operatorowi poleceń lub komunikatów zapisanych w programie obróbki technologicznej. Sposób ten ułatwia obsługę obrabiarki przez operatora zgodnie z zaleceniami technologa.

Komunikaty programowane w programie obróbki technologicznej mogą być wyświetlane w czterech dolnych wierszach ekranu. Kasowane są przyciskiem "POWRÓT DO WYŻSZEGO MENU" lub instrukcją kasowania umieszczoną w programie obróbki: @940.

Format funkcji wyświetlającej komunikat jest następujący:

**@9xx = treść komunikatu**

Zestaw funkcji:

- @931 – wyświetl komunikat w wierszu informacyjnym  
( 4-ty wiersz od dołu)
- @932 – wyświetl komunikat w wierszu informacyjnym +1  
( 3-ci wiersz od dołu)
- @933 – wyświetl komunikat w wierszu informacyjnym +2  
( 2-gi wiersz od dołu)
- @934 – wyświetl komunikat w wierszu informacyjnym +3  
( 1-szy wiersz od dołu)

Kasowanie wierszy funkcjami:

- @940 – kasuj cztery dolne wiersze
- @941 – kasuj wiersz informacyjny
- @942 – kasuj wiersz informacyjny +1
- @943 – kasuj wiersz informacyjny +2
- @944 – kasuj wiersz informacyjny +3

Wyświetlony komunikat (@933 i @934 ) może zasłonić "menu" wyświetlane na samym dole ekranu. Dostęp do "menu", a także jego treść uzyskuje się po wciśnięciu dowolnego przycisku alfanumerycznego na pulpicie układu sterowania.

Ten sposób pisania komentarzy i poleceń ilustruje poniższy przykład:

### **PRZYKŁAD PISANIA KOMENTARZY z zastosowaniem funkcji @9xx**

```
%MPF890
@931=Przykład użycia funkcji komunikatów
@932=Wciśnij ponownie przycisk START
@933=Przykład kasowania i wyświetlania
@934=komunikatów
N100R10=1.5M0
@942(kasuj wiersz INFO +1)
@943(kasuj wiersz INFO +2)
@944(kasuj wiersz INFO +3)
@931=Tylko wiersz 1
N110G4FR10
@941(kasuj wiersz INFO)
@932=Tylko wiersz 2
N120G4FR10
@942(kasuj wiersz INFO+1)
@933=Tylko wiersz 3
N130G4FR10
@943(kasuj wiersz INFO+2)
@934=Tylko wiersz 4
N140G4FR10
@940(Kasuj wszystko)
N150G4FR10
@931=Koniec przykładu wyświetlania wierszy
@932=Wciśnij przycisk START
N160M0
N200R0=0
N210
@940
N220G4F1
@932= ----- ALARMOWANIE -----
@933=      !!!!!!!!!!!!!
N230G4F1
N240R0=R0+1
N250HL-210=R0=10
@930=Koniec przykładu
N160M30
```

## 1.7. PROGRAMOWANIE PARAMETRYCZNE.

Programowanie parametryczne pozwala na pisanie programów, w których wartości liczbowe określające dane geometryczne, technologiczne i numery funkcji mogą być zastąpione zmiennymi parametrami. Parametr oznacza się literą **R** i wyróżnikiem w postaci dwucyfrowego numeru - Np. **R39**. Można parametryzować wszystkie wyrażenia liczbowe i funkcyjne za wyjątkiem argumentu słowa N - numeru bloku i argumentu słowa H - typu skoku. W jednym programie lub zbiorze programów można wykorzystać do stu parametrów: **od R00 do R99**.

Słowa wymiarowe można pisać w postaci złożonych wyrażeń arytmetycznych i funkcyjnych, których składnikami i argumentami są liczby i zmienne parametry Rxx.

**UWAGA** Jeśli w POT wykorzystywane są Cykle Stałe L95, L97 lub L98 to nie zaleca się używać w programie parametrów o numerach przewidzianych dla tych cykli. Parametry te mieszczą się w zakresie od R20 do R32.

### 1.7.1. WARTOŚĆ LICZBOWA PARAMETRU R.

Każdemu parametrowi można przyporządkować wartość liczbową przy pomocy operacji podstawienia parametru.

**PRZYKŁAD:**        **%MPF987**  
N10 .....  
.....  
N110 **R10=100 R33=-13.13 R51=120 R50=600**  
N120 L222 P1  
.....  
N500 M30  
  
      **%SPF222**  
N300 T200 M6  
N310 **SR50** M3                    ( S - 600 obr/min )  
N320 G0 **X-R10**  
N330 G1 G42 **XR33 Z-R33 FR51**  
.....  
N400 M17

W podanym przykładzie operację podstawienia wykonano w bloku N110 programu %MPF987. Znak „=” umieszczony po numerze parametru, a przed wartością liczbową oznacza wykonanie podstawienia.

W podprogramie %SPF222 w blokach N310, N320 i N330 wykorzystano parametry R do nadania wartości liczbowych słowom: S, X, Z, F.

I tak:	słowu S nadano wartość równą:	600 (obr./min}	blok N310
	słowu X nadano wartość równą:	-100 ( mm )	blok N320
	słowu X nadano wartość równą:	-13.13 ( mm )	blok N330
	słowu Z nadano wartość równą:	13.13 ( mm )	blok N330
	słowu F nadano wartość równą:	120 ( mm/min )	blok N330

### **Zakresy liczb określonych przez parametry R:**

# Zakres liczb określających poszczególne słowa w bloku wyznacza format bloku - patrz rozdz. 1.3.

# Zakres liczb, na których mogą być wykonywane operacje arytmetyczne i funkcyjne wynosi:  
**od -99999999.9 do 99999999.9**

## 1.7.2. OPERACJE ARYTMETYCZNE.

Parametry można określać za pomocą wyrażeń z użyciem operatorów arytmetycznych, których argumentami mogą być liczby i/lub parametry i/lub funkcje matematyczne. Tabela dostępnych funkcji matematycznych - patrz rozdz. 1.7.3.

Można je także określać za pomocą złożonych wyrażeń z użyciem nawiasów okrągłych „( , )” – patrz rozdz. 1.7.4.

Możliwe jest zastosowanie następujących operatorów arytmetycznych:

- DODAWANIE           +       np.  $R3 = R1 + R2$ ,
  - ODEJMOWANIE     -       np.  $R3 = R1 - R2$ ,
  - MNOŻENIE           \*       np.  $R3 = R1 * R2$ ,
  - DZIELENIE          /       np.  $R3 = R2 / R1$ ,
  - PODSTAWIENIE    =       np.  $R5 = R7$  lub  $R1 = 1.23$ ,
  - ZMIANA ZNAKU    -       np.  $R1 = -R1$ ,
- odpowiada operacji: (  $R1 := -R1$  ).

Argumentem może być ten sam parametr, który stanowi wynik wykonywanej operacji (tak jest w przypadku w/w operacji: ZMIANY ZNAKU). Są to przypadki zmiany wartości parametru. I tak np. możliwe są operacje:

$R3 = R3 + R1$	odpowiada operacji:	( $R3 := R3 + R1$ )
$R3 = R3 * R1$	- " -	( $R3 := R3 * R1$ )
$R3 = R3 / 2$	- " -	( $R3 := R3 / 2$ )

Opisane wyżej operacje mogą być pisane w treści bloku, a ich wynik może być wykorzystany w dalszej części programu lub też mogą być pisane bezpośrednio po literze adresowej i w ten sposób określone są bezpośrednio dane geometryczne, technologiczne i numery funkcji.

### PRZYKŁAD 1

.....  
N10 R1=30 R2=R1+50 R3=R1+R2

.....  
N90 G1 XR1 ZR2 F500  
N91 ZR3

.....  
N98 X-R1 Z-R2  
N99 Z-3  
.....

### PRZYKŁAD 2

.....  
N10 R1=30

.....  
N90 G1 XR1 ZR1+50 F500  
N91 Z2\*R1+50

.....  
N98 X-R1 Z-R1-50 F500  
N99 Z-2\*R1-50  
.....

UWAGA: W jednym bloku programu można zdefiniować **maksymalnie pięć parametrów**. Dotyczy to zarówno prostego podstawienia jak również złożonego wyrażenia funkcyjnego. Jeśli zachodzi potrzeba zdefiniowania większej liczby parametrów to należy wykonać tę operację w kilku blokach programu.

**1.7.3. FUNKCJE MATEMATYCZNE.**

Parametry mogą być określone jako wynik działania funkcji matematycznych.

NAZWA FUNKCJI	ZAPIS FUNKCJI	UWAGI
1. PIERWIASTEK KWADRATOWY (ARG.)	@1 R1 lub SQRT R1	R1 >= 0
2. SINUS (ARG.)	@2 R2 lub SIN R2	arg w rad.
3. COSINUS (ARG.)	@3 R2 lub COS R2	- " -
4. TANGENS (ARG.)	@4 R2 lub TAN R2	- " -
5. LOGARYTM DZIESIĘTNY (ARG.)	@5 R3 lub LOG R3	R3 > 0
6. LOGARYTM NATURALNY (ARG.)	@6 R3 lub LN R3	- " -
7. FUNKCJA WYKŁADNICZA e do potęgi (ARG.)	@7 R4 lub EXP R4	
8. ARCUS SINUS (ARG.)	@8 R5 lub ASIN R5	wynik w rad.
9. ARCUS COSINUS (ARG.)	@9 R5 lub ACOS R5	- " -
10. ARCUS TANGENS (ARG.)	@10 R5 lub ATAN R5	- " -
11. SINUS HIPERBOLICZNY (ARG.)	@11 R5 lub SINH R5	
12. COSINUS HIPERBOLICZNY (ARG.)	@12 R5 lub COSH R5	
13. TANGENS HIPERBOLICZNY (ARG.)	@13 R5 lub TANH R5	
14. WARTOŚĆ BEZWZGLĘDNA (ARG.)	@14 R6 lub FABS R6	
15. WARTOŚĆ CAŁKOWITA-WIEKSZA (ARG.) tzn. min. liczba całkowita >=(ARG.)	@15 R7 lub CEIL R7	
16. WARTOŚĆ CAŁKOWITA-MNIEJSZA (ARG.) tzn. maks. liczba całkowita <=(ARG.)	@16 R7 lub FLR R7	
17. LICZBA " PI " ( 3.14159 ..... )	@0 lub PI	

Parametry od R1 do R7, podane w tabeli, to przykładowe Argumenty Funkcji.  
W ogólnym przypadku Argumentami Funkcji mogą być:

**Dowolne wyrażenia zawierające operatory arytmetyczne i funkcje,  
których argumentami są liczby i parametry.**

**UWAGA: Argumenty od symbolu funkcji należy oddzielić spacją lub należy je  
zapisać wewnątrz nawiasów np. R10 = SQRT(1+R5+TAN(PI))**



### 1.7.4. OBLICZANIE WYRAŻEŃ ZŁOŻONYCH.

Obowiązuje powszechnie przyjęta konwencja obliczania wartości wyrażeń złożonych, które zawierają wiele operatorów arytmetycznych, funkcji matematycznych i argumentów. Dotyczy to kolejności wykonywania działań i sposobu stosowania nawiasów.

**Przykład:**  $R99 = R88 - R77 + R66 * R55 / R44 - R33$   
 jest równoważne:  
 $R99 = R88 - R77 + (R66 * R55 / R44) - R33$

W powyższym przykładzie zastosowanie nawiasów nie jest konieczne. Przy bardziej złożonych wyrażeniach są one niezbędne.

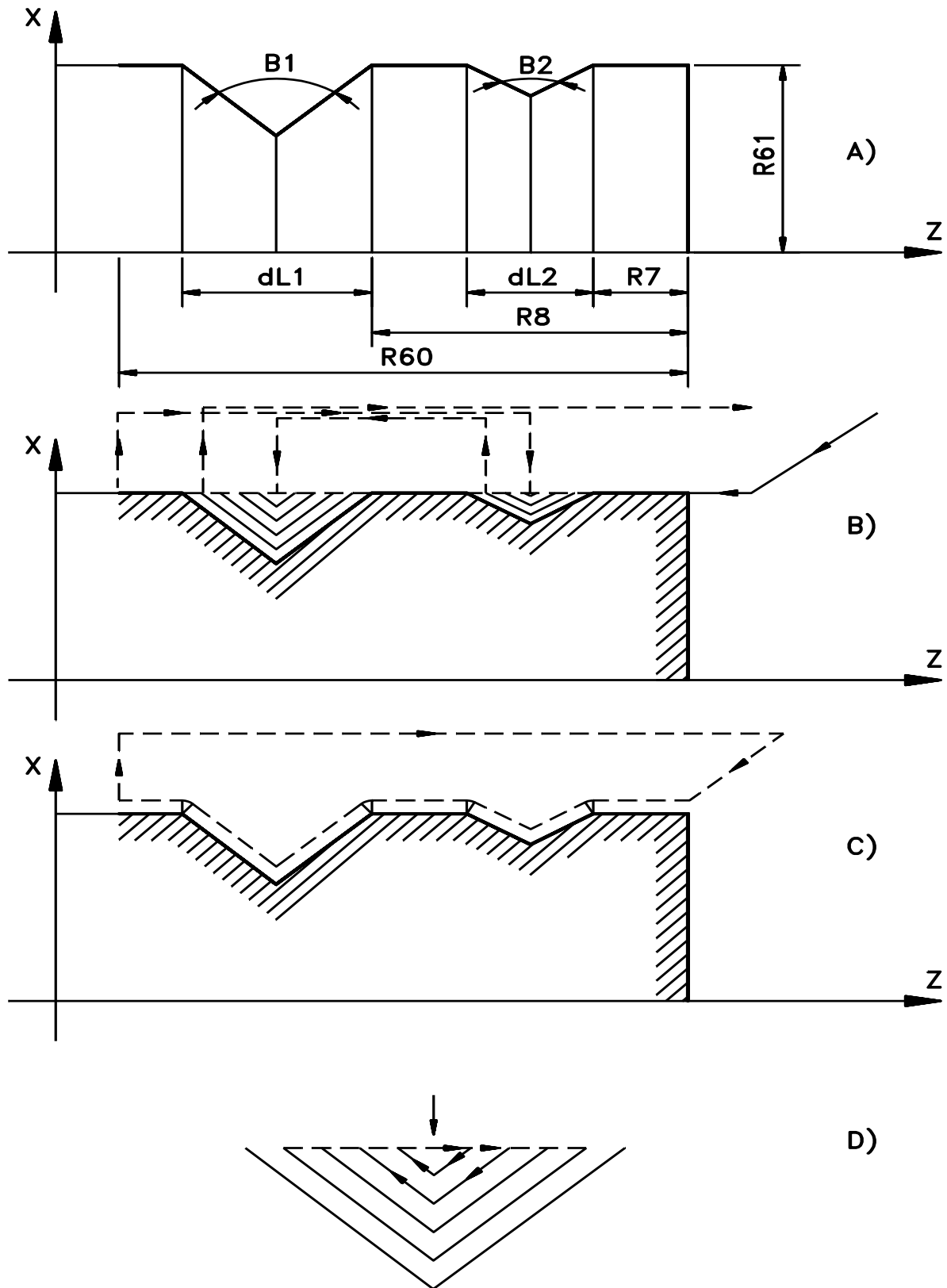
#### PRZYKŁAD SPARAMETRIZOWANEGO PROGRAMU: %MPF174 - Rys. 1.1.

Tekst programu %MPF174 (i wywoływanego podprogramu %SPF222) może być częściowo niezrozumiały. Zawiera, bowiem struktury, które będą opisane w dalszej części instrukcji. W tym przypadku proponuje się aby dokładna analiza tekstu została przeprowadzona po zapoznaniu się z całością instrukcji programowania.

Program %MPF174 opisuje obróbkę wałka o promieniu R61 i długości R60 z wytoczonymi dwoma "wcięciami". Wcięcia te mają przekrój trójkąta równoramiennego o podstawach odpowiednio: dL1 i dL2 oraz kątach przeciwległych podstawom odpowiednio: B1 i B2.

Przyjęte wartości parametrów:

- długość wałka:	$R60 = 90$	
- promień wałka:	$R61 = 35$	
- podstawy dL1/dL2:	$R30 = 20$	( dla dL1 )
	$R30 = 30$	( dla dL2 )
- kąt rozwarcia B1/B2:	$R99 = 2*PI/3$	( dla dL1 )
	$R99 = 98*PI/180$	( dla dL2 )
- odległ. wcięcia "dL1" od czoła wałka:	$R8 = 50$	
- odległ. wcięcia "dL2" od czoła wałka:	$R7 = 15$	
- głębokość zbieranej warstwy:	$R12 = 1.5$	( dla dL1 )
	$R12 = 2$	( dla dL2 )



Rys. 1.1 %MPF174 - Przykład programowania parametrycznego

**TEKST PROGRAMU:**

```
%MPF174
N90 R60=90 R61=35 R7=15 R8=15 R30=20
N100 G90 G0 D201 XR61 ZR20
N105 S500 M3
N110 G95 G0 Z-R60 F5.5
N120 G0 XR61+10
N125 Z-(R7+R30/2)
N126 XR61+2
N130 G1 XR61 F.5
N135 R11=0 R15=0 R99=2*PI/3 R25=TAN(R99/2)
N136 R12=1.5 R20=R12*R25
N140 L222
N145 R30=30
N150 G90 G0 XR61+10
N160 Z-(R8+R30/2)
N161 XR61+2
N170 G1 XR61 F.5
N180 R11=0 R15=0 R99=98*@0/180 R25=TAN(R99/2) (@0 --> PI)
N181 R12=2 R20=R12*R25
N200 L222
N390 R99=2*PI/3 R30=20
N395 R26=1/TAN(R99/2) R19=R26*R30/2
N400 G90 G0 D02 XR61+10
N410 Z20 S500 F.5
N420 G1 G42 XR61 Z1
N430 Z-R7
N450 X(R61-R19) Z-(R7+R30/2)
N460 XR61 Z-(R7+R30)
N500 R99=98*PI/180 R30=30
N505 R26=1/TAN(R99/2) R19=R26*R30/2
N510 G0 Z-R8
N520 G1 XR61-R19 Z-(R8+R30/2)
N530 XR61 Z-(R8+R30)
N540 Z-R60
N550 G0 XR61+10
N560 G40 Z20
N570 M30
```

**TEKST PODPROGRAMU:**

```
%SPF222
N200 R11=R11+R12 R15=R15+R20 R31=R30/2
N220 G91 G1 ZR20 F500
N230 X-R11 Z-R15
N240 XR11 Z-R15
N250 R11=R11+R12 R15=R15+R20
N260 H2+230=R15=R31
N270 G0 Z2*(R15-R20-0.2)
```

## KOMENTARZ.

Po wstępnym wyrównaniu powierzchni wałka (blok N110) następuje doprowadzenie narzędzia do środka symetrii pierwszego wcięcia (bloki: N125 i N130 ). Podstawienie parametrów wykonywane jest w blokach: N135 i N136. Następnie w bloku N135 wywołany jest podprogram SPF222.

Podprogram SPF222 opisuje zbieranie kolejnych warstw - patrz Rys. 1.1 B i Rys. 1.1 D. Przyrost zagłębienia między kolejnymi warstwami jest stały i określony przez parametr R12. W trakcie wykonywania podprogramu sterowane są ruchy robocze narzędzia wzdłuż boków trójkątów równoramiennych, w których współrzędne wierzchołków określone są przez parametry R11 i R15. Po każdorazowym dojściu noża do powierzchni walcowej liczone są nowe pary współrzędnych R11 i R15, wprowadzając kolejne zagłębienia noża o wartość R12 ( blok N250 ). Jeśli policzone wymiary są mniejsze od końcowych - wykonywany jest kolejny cykl toczenia. Jeśli natomiast przekroczony by został wymiar końcowy to następuje wyjście z cyklu - skok do bloku N330 i powrót do programu głównego.

Po zgrubnym toczeniu pierwszego " wcięcia " następuje podstawienie nowych wartości parametrów i doprowadzenie narzędzia do środka symetrii drugiego "wcięcia" (bloki od N145 do N181), a następnie ponowne wywołanie podprogramu SPF222. Po wykonaniu podprogramu następuje ponowny powrót do programu głównego. Następuje teraz toczenie końcowe ( od bloku N390). Włączone zostają odpowiednie obroty wrzeciona S i posuw synchroniczny F, a także zostaje wprowadzona kompensacja promienia ostrza noża G42 (blok N420). Wykonywane jest toczenie końcowe na pożądaną wymiar. Tor środka krzywizny ostrza noża pokazano na Rys. 1.1 C.

## 1.8. ROZGAŁĘZIENIA PROGRAMU (SKOKI).

Rozkazy rozgałęzienia ( skoki ) umożliwiają zmianę kolejności wykonania bloków programu.

Listę instrukcji tworzą:

- jedna instrukcja bezwarunkowa
- sześć instrukcji warunkowych

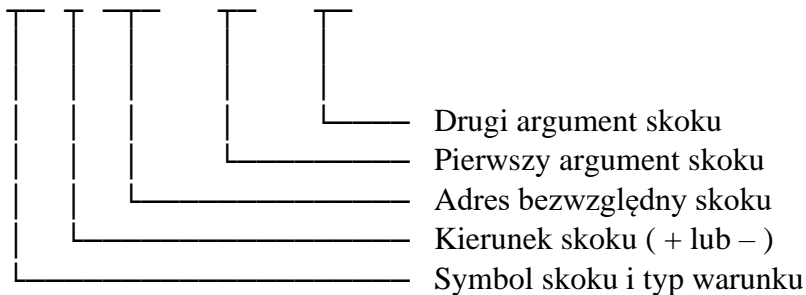
Warunkiem wykonania instrukcji skoku jest wynik porównania dwóch argumentów, którym tu nadano postać parametrów: R1 i R2.

### Wykaz Instrukcji:

- H0 lub HU – skok bezwarunkowy
- H1 lub HE – skok przy spełnionym warunku  $R1=R2$   
tzn. R1 równe R2
- H2 lub HGE – skok przy spełnionym warunku  $R1 \geq R2$   
tzn. R1 większe lub równe R2
- H3 lub HG – skok przy spełnionym warunku  $R1 > R2$   
tzn. R1 większe od R2
- H4 lub HLE – skok przy spełnionym warunku  $R1 \leq R2$   
tzn. R1 mniejsze lub równe R2
- H5 lub HL – skok przy spełnionym warunku  $R1 < R2$   
tzn. R1 mniejsze od R2
- H6 lub HNE – skok przy spełnionym warunku  $R1 \neq R2$   
tzn. R1 różne od R2

### Format Instrukcji

H1 + 120 = R1 = R2



## Opis instrukcji

- **Symbol skoku i typ warunku.** Po literze H stanowiącej symbol skoku należy wpisać cyfrę lub litery zgodnie z **Wykazem Instrukcji** określające typ warunku.
- **Kierunek skoku.** Znak + lub – określa kierunek szukania docelowego bloku.
- Znak + kieruje operację szukania w stronę końca programu, znak – w stronę początku programu.
- **Adres bezwzględny skoku:** maksimum pięć cyfr dziesiętnych.
- **Separator.** Dane należy rozdzielać separatorem, którym jest znak: = .
- **Argumenty.** W powyższych przykładach pierwszym argumentem skoku jest parametr R1, a drugim argumentem skoku parametr R2.  
W ogólnym przypadku argumentami skoku mogą być:  
**dowolne wyrażenia złożone z operatorów arytmetycznych,  
funkcyjnych i argumentów, którymi mogą być liczby i parametry.**
- Instrukcja skoku może być deklarowana jako jedyne słowo w bloku lub jedno ze słów bloku. W tym przypadku instrukcję skoku należy deklarować jako ostatnie słowo bloku.

### **PRZYKŁAD SKOKU BEZWARUNKOWEGO " w przód "**

```
.....  
N100 ..H0+305  
.....  
N305 .....  
.....
```

### **PRZYKŁAD SKOKU BEZWARUNKOWEGO " wstecz "**

```
N20 .....  
.....  
N120.....  
.....  
N300 ..... H0-20  
.....
```

### **PRZYKŁAD SKOKU WARUNKOWEGO " w przód "**

```
N10 .....  
.....  
N100 H2+300 = R1 = R2  
N120.....  
.....  
N290 .....  
N300.....
```

Gdy  $R1 \geq R2$  to  
wykonuje się skok  
do bloku nr 300

## 2. OSIE STEROWANIA.

Układ sterowania PRONUM 630 T pozwala sterować:

- dwie osie liniowe Z i X,
- wrzeciono,

Kierunki i zwroty osi **Z** i **X** określają normy: PN-M-55251 i ISO 841.

**Kierunek osi Z** jest równoległy do osi wrzeciona. Za  **dodatni** przyjmuje się **zwrot osi Z**, dla którego zwiększa się odległość między narzędziem i przedmiotem obrabianym. W przypadku tokarki uchwytovej zwrot dodatni skierowany jest " **od uchwytu** ".

**Kierunek osi X** jest promieniowy w stosunku do przedmiotu. Za  **dodatni** przyjmuje się **zwrot osi X**, dla którego narzędzie zamocowane w głównym imaku nożowym ( lub głowicy rewolwerowej ) wycofuje się od osi obrabianego przedmiotu. Zwrot w osi X zależny jest od konstrukcji tokarki.

**Można tu wyróżnić trzy przypadki:**

### Tokarka umożliwiająca obróbkę " **za osią wrzeciona** "

Kierunki i zwroty osi Z i X dla tego przypadku pokazano na Rys. 3.1 A (rozd.3.3). Zwrot dodatni osi X na rysunku został skierowany do góry. Pojęcie obróbki "**za osią**" i skierowanie osi X do góry na rysunkach będzie stosowane w dalszej części instrukcji. Opis i rysunki dostosowano do tego jak widzi obróbkę operator tokarki patrząc na obrabiany przedmiot.

### Tokarka umożliwiająca obróbkę " **przed osią wrzeciona** "

Kierunki i zwroty osi Z i X dla tego przypadku pokazano na Rys. 3.1 B (rozd. 3.3). Zwrot dodatni osi X na rysunku został skierowany do dołu. Pojęcie obróbki "**przed osią**" i skierowanie osi X do dołu na rysunkach będzie stosowane w dalszej części instrukcji. Podobnie jak w poprzednim przypadku opis i rysunki dostosowano do tego jak widzi obróbkę operator tokarki patrząc na obrabiany przedmiot.

### Tokarka umożliwiająca obróbkę " **zarówno za jak i przed osią wrzeciona** "

W tym przypadku, **jeden ze zwrotów musi być wybrany jako zwrot dodatni**. Zgodnie z normą powinien to być zwrot wyznaczony przez imak nożowy (lub głowicę rewolwerową) przyjęty za główny. Można w tym przypadku mówić, że tokarka ma dodatni zwrot w osi X "tak jak tokarka do obróbki za osią" lub "tak jak tokarka do obróbki przed osią".

Dla obu osi tokarki X i Z dodatni zwrot jest wybierany na stałe. Określają go parametry maszynowe.

Osie współrzędnych X i Z wyznaczają płaszczyznę obróbki ZX. Przy definiowaniu niektórych funkcji układu sterowania istotny jest **zwrot patrzenia na płaszczyznę obróbki**. Można zdefiniować umownie trzecią, nieistniejącą oś współrzędnych, która utworzy z osiami X i Z prawoskrętny układ współrzędnych (patrz norma ISO 841). Pełną zgodność z normami

uzyskamy patrząc na płaszczyznę ZX w ujemnym kierunku tej trzeciej umownie zdefiniowanej osi.

Dla obróbki "**za osią**" zwrot patrzenia na płaszczyznę ZX jest naturalny, tzn. od operatora maszyny w kierunku obrabianego przedmiotu. Dla obróbki "**przed osią**" zwrot ten jest przeciwny.

Zwrot patrzenia na płaszczyznę ZX jest istotny wtedy, gdy pożądana jest zgodna z normami interpretacja następujących funkcji:

- **G2** łuk okręgu w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara **CW**,
- **G3** łuk okręgu w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara **CCW**,
- **G41** tor środka krzywizny ostrza noża **na lewo** od konturu,
- **G42** tor środka krzywizny ostrza noża **na prawo** od konturu,

oraz

- przy określaniu kierunku ostrza noża – parametr P1 korektora narzędzia.

W dalszej części instrukcji pokazano na rysunkach interpretację wyżej wymienionych funkcji dla obu przypadków, tzn. dla obróbki "**za osią**" i dla obróbki "**przed osią**". Dla każdego z tych przypadków rysunki pokazują widok naturalny, tzn. od operatora tokarki w kierunku obrabianego przedmiotu.

- Interpretację funkcji **G2** i **G3** pokazano w rozdz. 3.4.3 na Rys. 3.6 i Rys. 3.7.
- Interpretację funkcji **G41** i **G42** pokazano w rozdz. 3.8.2 na Rys. 3.23.
- Definicję kierunku ostrza noża pokazano w rozdz. 3.8.4 na Rys. 3.26.

Podobnie jak na Rys. 3.1 przyjęto zwrot osi X dla obróbki "**za osią**" do góry, a dla obróbki "**przed osią**" do dołu.



## 3. FUNKCJE PRZYGOTOWAWCZE G.

### 3.1. WPROWADZENIE.

**Funkcje przygotowawcze G** określają istotne cechy geometrii toru obróbki ( poza wymiarami określonymi przez słowa X, Z i D ), oraz pewien wybrany zakres informacji technologicznych ( pozostałe informacje technologiczne określają funkcje M, S, T i E ).

Za ich pośrednictwem można określić między innymi:

- kształt toru,
- sposób wykonania ruchu np. typ posuwu,
- metodę wymiarowania przesunięć,
- rodzaj korekcji toru,
- sposób zmiany układu współrzędnych,

a ponadto:

- wykonać cykle stałe,
- włączyć odmierzone opóźnienie,
- podjąć wiele innych decyzji dotyczących wykonania procesu sterowania.

Układ sterowania PRONUM wyróżnia dwa typy funkcji **G**, a mianowicie:

- Funkcje Gxx (dwucyfrowe) – zgodnie ze standardem ISO,
- Funkcje Gxxx (trzycyfrowe) – funkcje specjalne stanowiące specyfikę układów sterowania PRONUM.

Funkcje G podzielone zostały na grupy (patrz skrócona informacja dla użytkownika - strona D2). Podziałem tym objęto również funkcje pojedyncze nie tworzące grup. Wyróżniono tylko jedną taką funkcję: G4 . Wszystkie pozostałe funkcje tworzą wieloskładnikowe.

Niektóre grupy składają się z tzw. funkcji **modalnych**. Funkcją modalną nazywa się funkcję, która raz zadeklarowana w bloku zachowuje swoją aktywność również w blokach następnym, aż do momentu zadeklarowania innej funkcji modalnej z tej samej grupy. Funkcje modalne nie muszą być zatem deklarowane w każdym bloku, a musi być deklarowana wyłącznie ich zmiana.

W każdej grupie funkcji modalnych wyróżniona jest jedna funkcja, która ustawiana jest w stan aktywny po włączeniu układu sterowania lub po operacji zerowania. Funkcje te wyróżniono dodatkowym znakiem ● umieszczanym po symbolu funkcji.

Wszystkie funkcje niemodalne aktywne są tylko w bloku, w którym zostały zadeklarowane.

### 3.2. FUNKCJE SYSTEMU MIAR – G70/G71.

Grupa ta składa się z dwóch funkcji **modalnych**:

- G71 ●** – wszystkie dane wymiarowe i słowo F określone są odpowiednio w milimetrach lub mm/min ( w systemie metrycznym ).
- G70** – wszystkie dane wymiarowe i słowo F określone są odpowiednio w calach lub cal/min ( w systemie calowym).

Po włączeniu lub zerowaniu układu sterowania aktywna jest Funkcja **G71**. ( Fakt ten wyróżniono symbolem: ● ).

W przypadku użycia w programie wymiarowania calowego należy w pierwszym bloku programu zadeklarować funkcję G70. Należy pamiętać o różnicy formatu informacji dla każdej z w/w funkcji - patrz rozdz. 1.3. W przypadku wymiarowania calowego należy stosować programowanie absolutne **G90** (patrz rozdz. 3.3) Programowanie we współrzędnych przyrostowych G91 dopuszcza się jedynie w szczególnie uzasadnionych przypadkach. **Tę możliwość należy sprowadzić do niezbędnego minimum.**

### 3.3. FUNKCJE WYMIAROWANIA WSPÓLRZĘDNYCH - G90/G91.

W skład tej grupy wchodzi dwie funkcje **modalne** określające sposób wymiarowania współrzędnych odcinka prostej lub łuku okręgu.

- G90 ●** – programowanie absolutne,
- G91** – programowanie przyrostowe.

Po włączeniu lub zerowaniu układu sterowania aktywna jest funkcja **G90**.

Sposoby wymiarowania różnią się od siebie wyborem układu odniesienia, względem którego wymiarowany jest odcinek toru programowany w danym bloku.

#### PROGRAMOWANIE ABSOLUTNE – G90.

W przypadku **programowania absolutnego** odcinki toru, a ściślej, punkty końcowe odcinków toru są określane względem aktualnego układu współrzędnych programu. Początek tego układu współrzędnych nazywany będzie **Bazą lub Zerem Programu** - patrz rozdz. 3.6. Użyto określenia " **aktualnego układu współrzędnych** ", gdyż układ współrzędnych może być przesuwany ( funkcja G92 ) w trakcie programu.

#### **PRZYKŁAD PROGRAMOWANIA ABSOLUTNEGO :**

Przykład odnosi się do fragmentu konturu przedmiotu przedstawionego na Rys. 3.1. Część A odnosi się do przypadku tokarki do obróbki " **za osią wrzeciona** ", natomiast część B do tokarki do obróbki " **przed osią wrzeciona** ".

Na Rys. 3.1 oznaczono:

- O1 ( O2 )                      Początek układu współrzędnych maszynowych.
- ZP (zero programu)        Początek układu współrzędnych programu.
- PP (punkt początkowy)    Punkt, od którego rozpoczyna się ruch.

.....  
N300 G90 G1 Z-30  
N302 X50 Z-60  
N304 Z-120  
N306 X30 Z-150  
N308 Z-180  
.....

### **PROGRAMOWANIE PRZYROSTOWE - G91.**

W przypadku **programowania przyrostowego** odcinki toru, a ściślej punkty końcowe odcinków toru określane są względem układu współrzędnych, którego początek pokrywa się z początkiem tego odcinka. Układ współrzędnych przesuwany jest w trakcie programu tak, że jego początek pokrywa się z początkiem programowanego odcinka.

### **PRZYKŁAD PROGRAMOWANIA PRZYROSTOWEGO:**

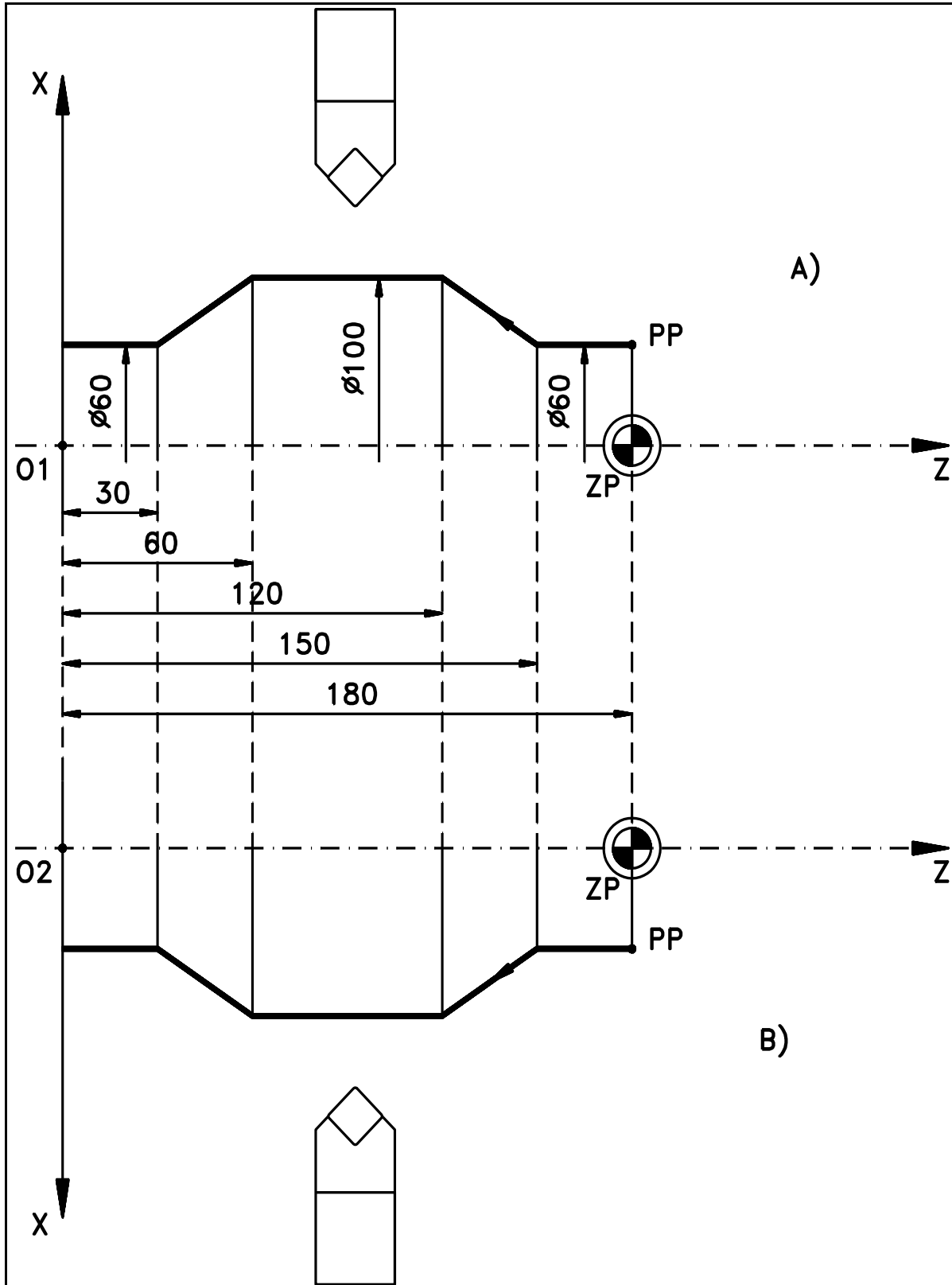
Przykład odnosi się do fragmentu konturu przedmiotu przedstawionego na Rys. 3.1

.....  
N300 G91 G1 Z-30  
N302 X20 Z-30  
N304 Z-60  
N306 X-20 Z-30  
N308 Z-30  
.....

**UWAGA:** Wymiary w osi **X** mogą być określane jako **promień** lub **średnica** obrabianego przedmiotu. **Zalecany jest i częściej stosowany sposób wymiarowania jest wymiarowanie promienia.** Sposób wymiarowania określony jest poprzez Parametry Maszynowe - patrz INSTRUKCJA INSTALACJI PRONUM 630T. Wymiarowanie średnicy dotyczy tylko programowania absolutnego - **G90**. Jeśli nawet w parametrach maszynowych ustawiony zostanie sposób " programowanie średnicy ", to i tak w przypadku programowania przyrostowego **G91** liczba zapisana pod adresem X określać będzie zmianę promienia. W przypadku wymiarowania średnicy **Zero Programu** dla osi **X** musi leżeć na osi wrzeciona.

Przykład programowania średnicy – Rys. 3.1

.....  
N300 G90 G1 Z-30  
N302 X100 Z-60  
N304 Z-120  
N306 X60 Z-150  
N308 Z-180



Rys. 3.1 Przykład programowania G90/G91

### **3.4. FUNKCJE KSZTAŁTU TORU I RODZAJU POSUWU. (G0, G1, G2, G3, G10, G11, G33, G34, G35).**

Funkcje tej grupy określają kształt kolejnych odcinków toru i rodzaj posuwu. Grupę tworzy dziewięć funkcji **modalnych**, które można dodatkowo podzielić na cztery następujące podgrupy:

#### **Funkcje programujące ruch wzdłuż odcinków linii prostej (funkcje interpolacji liniowej)**

- G0 i G10** – szybki ruch ustawczy
- G1 i G11** – ruch roboczy, posuw F5

#### **Funkcje programujące ruch roboczy wzdłuż łuków okręgu (funkcje interpolacji kołowej)**

- G2** – kierunek łuku okręgu zgodny z ruchem wskazówek zegara – **CW**  
Rys. 3.6 i Rys. 3.7,
- G3** – kierunek łuku okręgu przeciwny do ruchu wskazówek zegara – **CCW**  
Rys. 3.6 i Rys. 3.7.

#### **Funkcje gwintowania synchronicznego**

- G33** – gwintowanie ze stałym skokiem
- G34** – gwintowanie ze skokiem narastającym
- G35** – gwintowanie ze skokiem malejącym

Po włączeniu lub zerowaniu układu sterowania aktywna jest funkcja **G1**.

### **ZASADY SKRÓCONEGO ZAPISU WSPÓLRZĘDNYCH.**

W blokach programujących ruch można stosować zapis skrócony zgodnie z następującymi zasadami:

nie wymaga się programowania parametrów IK przyjmujących wartości zerowe (dotyczy to programowania przyrostowego - G91 i absolutnego - G90),

w przypadku programowania przyrostowego współrzędne XZ przyjmujące wartości zerowe mogą być pominięte,

w przypadku programowania absolutnego można pominąć współrzędne XZ, które nie zmieniają wartości w odniesieniu do bloków poprzednich.

Zaprogramowana prędkość F jest pamiętana w kolejnych blokach. Programuje się ją tylko wtedy, gdy wymagana jest zmiana prędkości. Funkcje ruchu ustawczego G0 i G10 nie wpływają na prędkość F. "Blok zawierający G1" programowany po "bloku zawierającym G0" nie wymaga deklaracji prędkości F jeśli została ona już poprzednio zaprogramowana.

### 3.4.1. FUNKCJE RUCHU USTAWCZEGO - G0/G10.

Programowanie tych funkcji wymaga podania współrzędnych wektora przesunięcia (przypadek G0, G91) lub współrzędnych punktu końcowego (przypadek G0, G90 lub G10). Obie funkcje G0 i G10 wywołują ruch wzdłuż odcinka prostej. Prędkość ruchu dobierana jest na podstawie nachylenia odcinka prostej i parametrów maszynowych „prędkość maksymalna” dla zaprogramowanych osi. Prędkość posuwu nie jest programowana w treści bloku.

Ruch ustawczy wykonywany jest z rozpędzaniem na początku i hamowaniem na końcu odcinka ze stałym, zapisanym w parametrach maszynowych przyspieszeniem / opóźnieniem (patrz Instrukcja Instalacji, Karta parametrów maszynowych poz. 30 - Przyspieszenie w AUTO).

**Funkcje G0 i G10** definiowane są w prostokątnym układzie współrzędnych XZ.

#### PROGRAMOWANIE FUNKCJI G0

FORMAT: N5 G0 X+43 Z+43 \*

Zaleca się stosowanie zapisu skróconego - patrz rozdz. 3.4

#### **Przypadek wymiarowania przyrostowego G91**

W bloku podaje się składowe wektora przesunięcia: X Z (patrz Rys. 3.2). Układ współrzędnych związany z początkiem tego wektora .

Przykład bloku programu : N100 G0 G91 X-35 Z-25

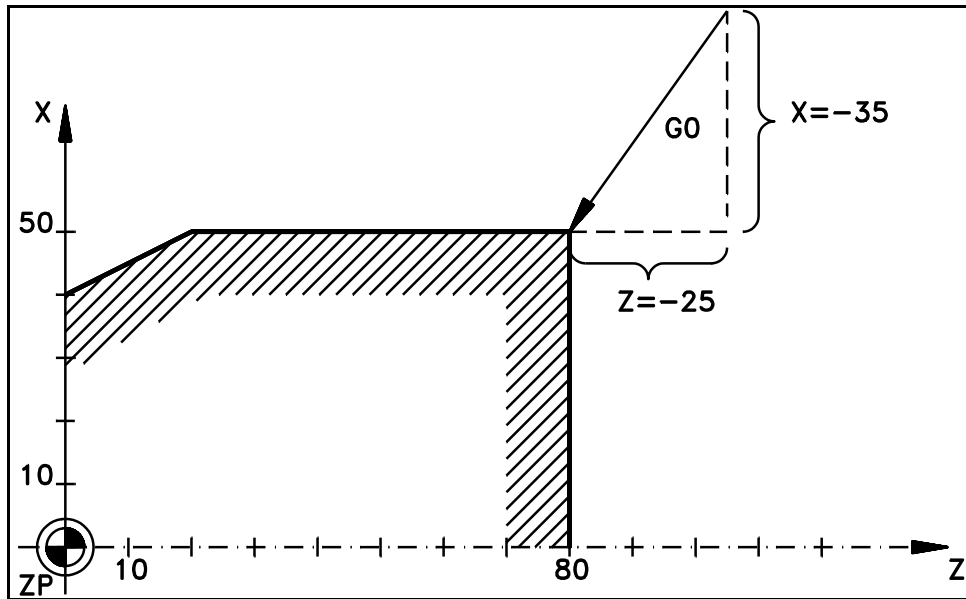
#### **Przypadek wymiarowania absolutnego G90**

W bloku podaje się współrzędne punktu końcowego odcinka linii prostej odniesione do aktualnego układu współrzędnych programu (patrz Rys. 3.3). Początek układu współrzędnych zaznaczono na Rys. 3.3 jako punkt ZP.

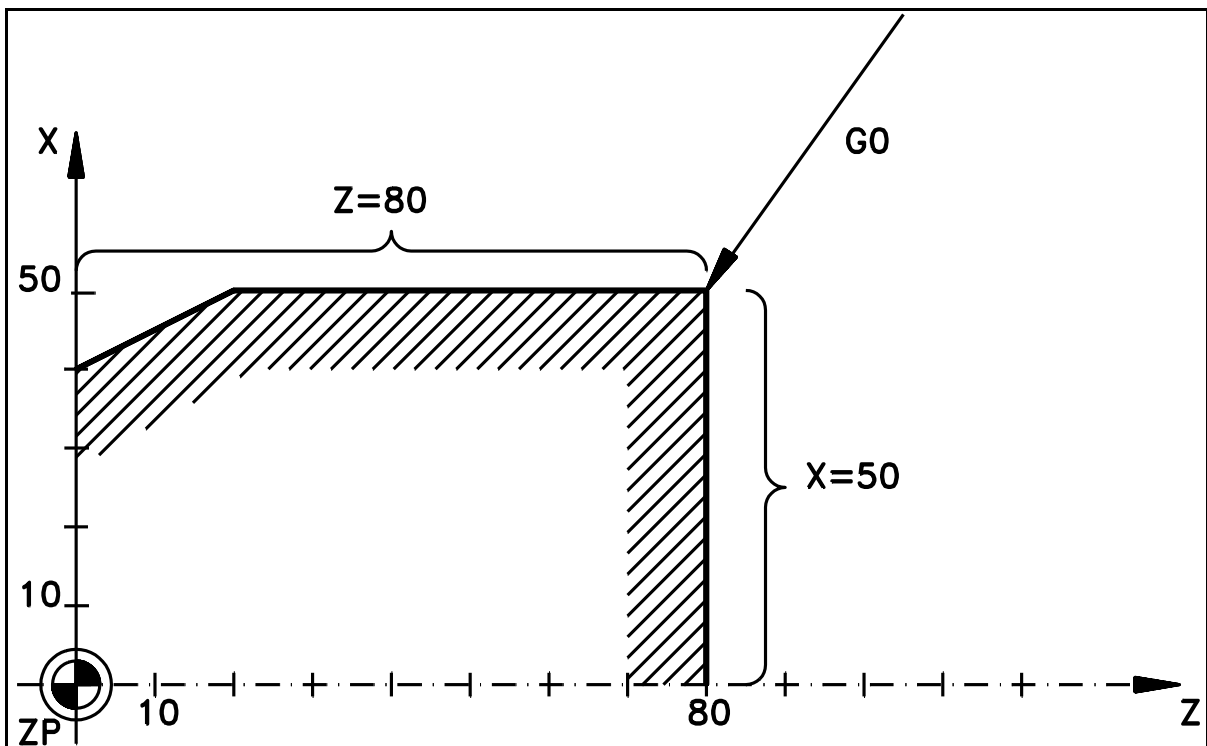
Przykład bloku programu : N110 G0 G90 X50 Z80

W obu omówionych przypadkach współrzędne X, Z mogą być programowane zgodnie z podanym formatem w zakresie:

**od – 9999.999 do 9999.999 mm      lub      od –389.9999 do 389.9999 cala**  
**z rozdzielczością 0.001 mm      z rozdzielczością 0.0001 cala**



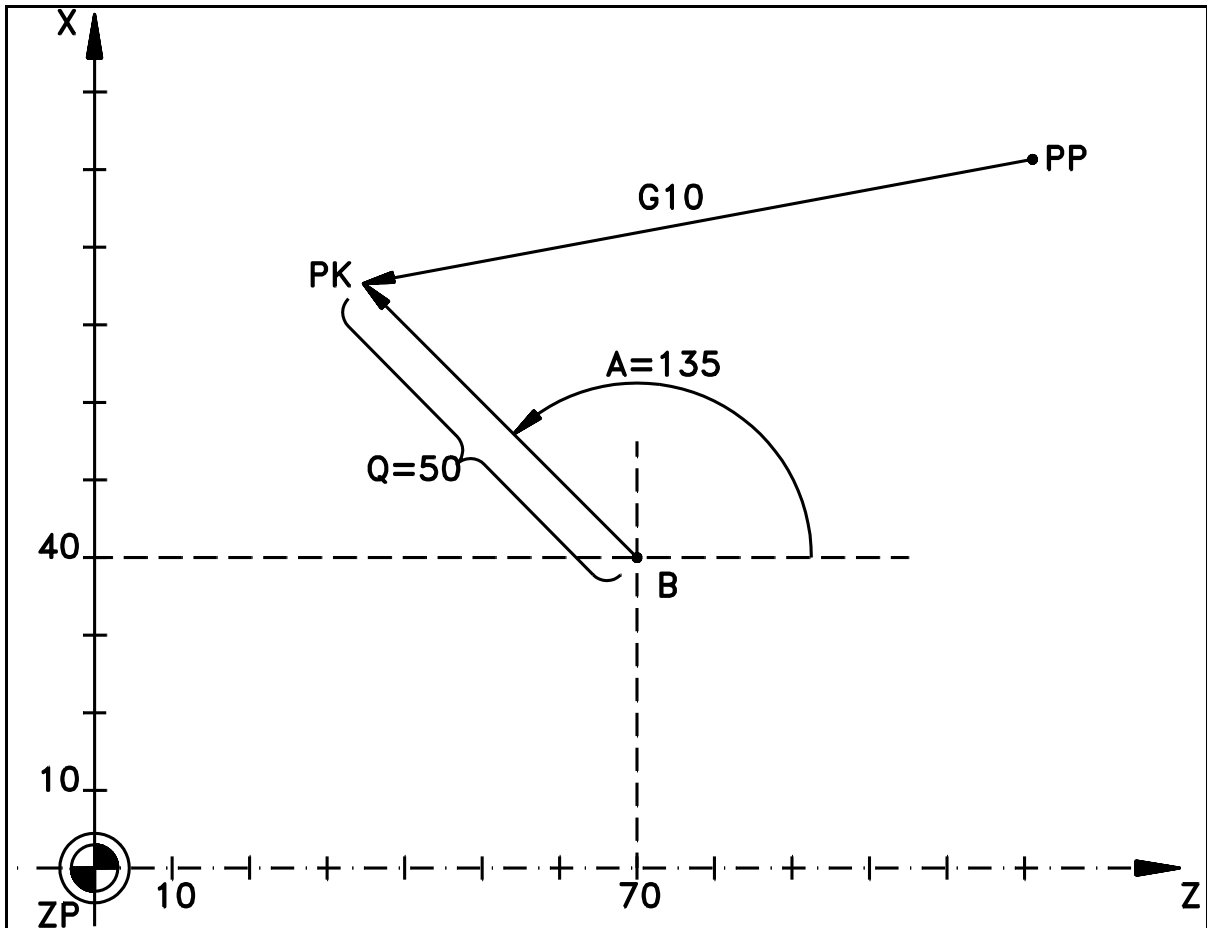
Rys. 3.2 Odcinek prostej G0 - wymiarowanie przyrostowe



Rys. 3.3 Odcinek prostej G0 - wymiarowanie absolutne







Rys. 3.4 Programowanie odcinka prostej G10.

### Przypadek wymiarowania przyrostowego G91

Inaczej interpretuje się tylko dane dotyczące współrzędnych biegun. Podaje się je jako przyrosty w odniesieniu do poprzednio zaprogramowanego biegun.

Pozostałe słowa programuje się jak dla poprzedniego przypadku. Format za wyjątkiem zmiany G90 na G91 pozostaje bez zmiany.

**UWAGA:** Sposób wykonania ruchu i osiągnięcie punktu końcowego w przypadku **G10** jest identyczny jak w przypadku **G0**. Różnica polega jedynie na sposobie definiowania punktu końcowego. Wynika z tego różnica formatów zapisu danych.

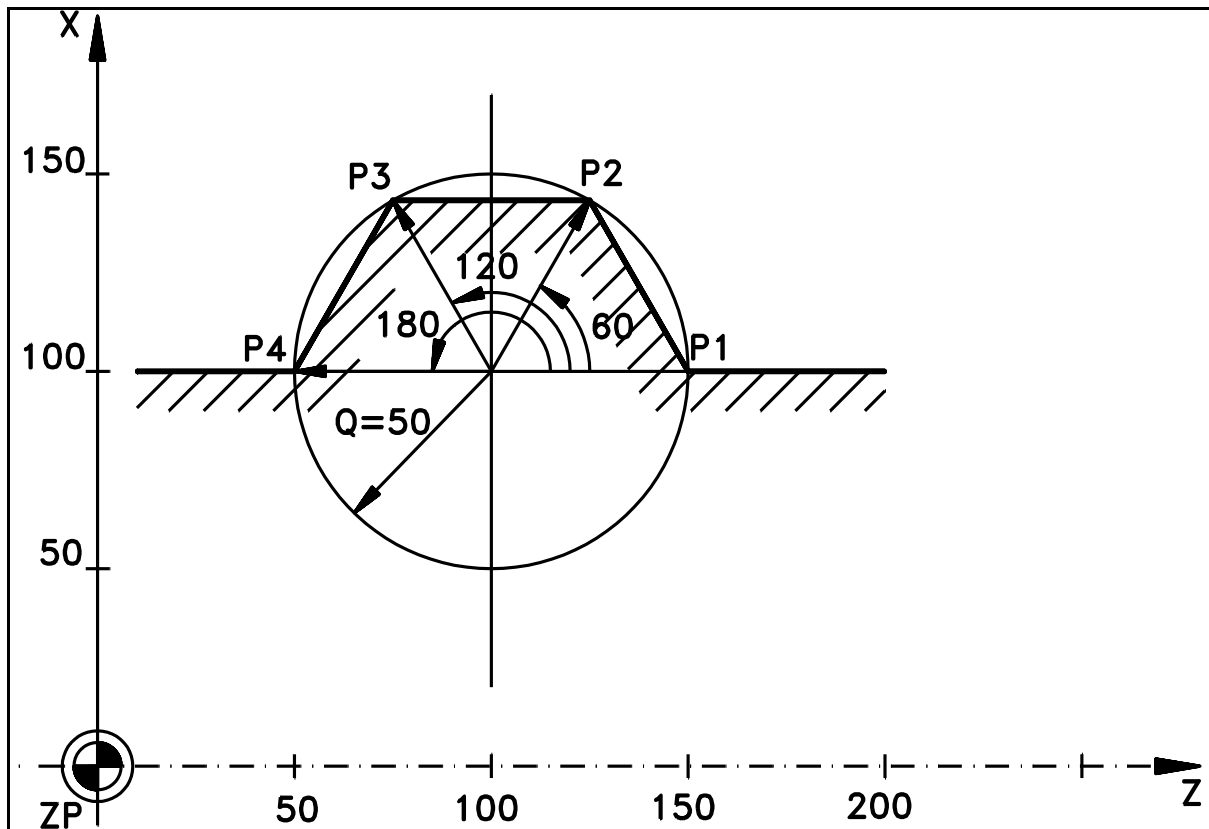


**PRZYKŁAD PROGRAMOWANIA FUNKCJI G11 - Rys. 3.5.**

Na Rys. 3.5 odcinki toru: P1P2, P2P3 i P3P4 są bokami sześciokąta foremnego. W tym przypadku wygodnie napisać ten fragment programu stosując programowanie biegunowe.

**Tekst programu:**

```
%MPF50
.....
.....
N100 G0 Z200 X100
N110 G11 G90 F300 X100 Z100 Q50 A0           ( Punkt P1 )
N120 A60                                       ( Punkt P2 )
N130 A120                                      ( Punkt P3 )
N140 A180                                      ( Punkt P4 )
N150 G1 Z10 X100
N160 M30
```



Rys. 3.5 Programowanie odcinka prostej G11.

### 3.4.3. FUNKCJE ŁUKU OKRĘGU - G2/G3.

FORMATY:

N5 **G2(lub G3)** X+53 Z+53 I+53 K+53 F5 (dla **G94**)  
N5 **G2(lub G3)** X+53 Z+53 I+53 K+53 F23 (dla **G95**)

- G2** – kierunek łuku okręgu zgodny z ruchem wskazówek zegara – **CW**  
patrz Rys. 3.6 i Rys. 3.7,
- G3** – kierunek łuku okręgu przeciwny do ruchu wskazówek zegara – **CCW**  
patrz Rys. 3.6 i Rys. 3.7,
- F5** – **prędkość posuwu (dla G94) w mm/min:**  
**od 1 do 12000 mm/min z rozdzielczością 1 mm/min**  
**lub od 1 do 470 cal/min z rozdzielczością 1 cal/min**
- F23** – **prędkość posuwu (dla G95 i G96) w mm/obr.:**  
**od 0.001 do 40 mm/obr. z rozdzielczością 0.001 mm/obr.**  
**lub od .0001 do 1.55 cala/obr. z rozdzielczością 0001 cal/obr.**

Wartość chwilowa prędkości wypadkowej jest stała i równa prędkości zapisanej w słowie **F**.

**I, K** – parametry interpolacji określające współrzędne środka okręgu w stosunku do początku łuku (punkt PP na Rys. 3.8) niezależnie od sposobu wymiarowania G90/G91. Pokazuje to Rys. 3.8 na przykładzie łuku okręgu G2.

- I – współrzędna środka łuku wzdłuż osi X
- K – współrzędna środka łuku wzdłuż osi Z

**X, Z** – współrzędne końca łuku (punkt PK na Rys. 3.8 odniesione do:  
– początku łuku w przypadku **programowania przyrostowego - funkcja G91** (podobnie jak w przypadku parametrów: I K),  
– aktualnego układu współrzędnych programu w przypadku **programowania absolutnego - funkcja G90**.

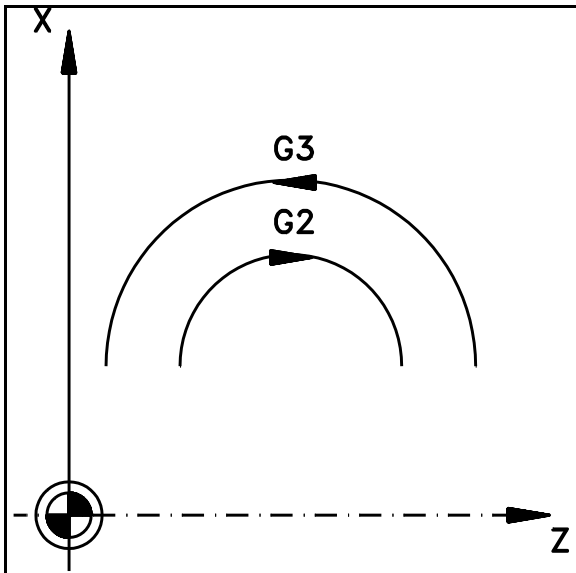
Układ sterowania PRONUM 630 T umożliwia programowanie dowolnych łuków okręgu o promieniu:

**od 0.001 mm do 99999.999 mm      lub      od 0.0001 do 3899.9999 cala**  
**z rozdzielczością 0.001 mm                      z rozdzielczością 0.0001 cala**

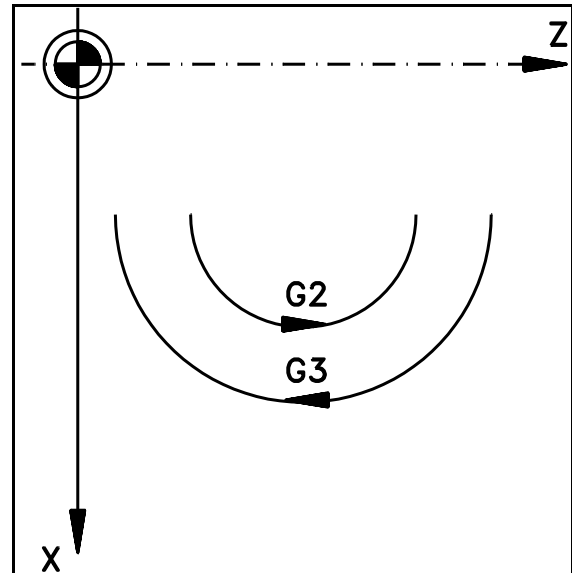
w całym zakresie kąta pełnego.

Współrzędne X Z mogą być programowane zgodnie z podanym formatem w zakresie:  
**od -9999.999 do 9999.999 mm (lub odpowiednio w calach)**  
**z rozdzielczością 0.001 mm**

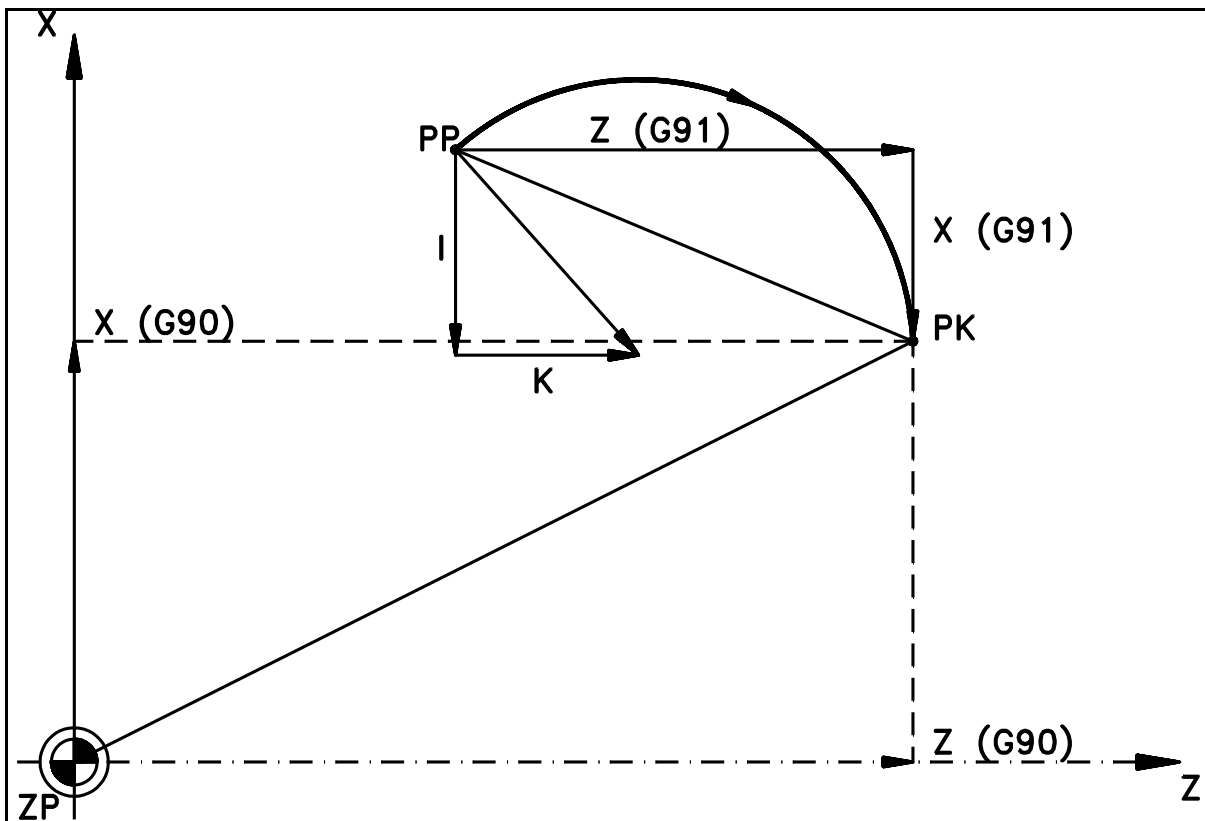
Parametry I K mogą być programowane zgodnie z podanym formatem w zakresie: **od -99999.999 do 99999.999 mm (lub odpowiednio w calach)**  
**z rozdzielczością 0.001 mm**



Rys. 3.6 Kierunek łuku okręgu w przypadku obróbki "za osią".



Rys. 3.7 Kierunek łuku okręgu w przypadku obróbki "przed osią".  
Rys. 3.7 Kierunek łuku okręgu w przypadku obróbki "przed osią".

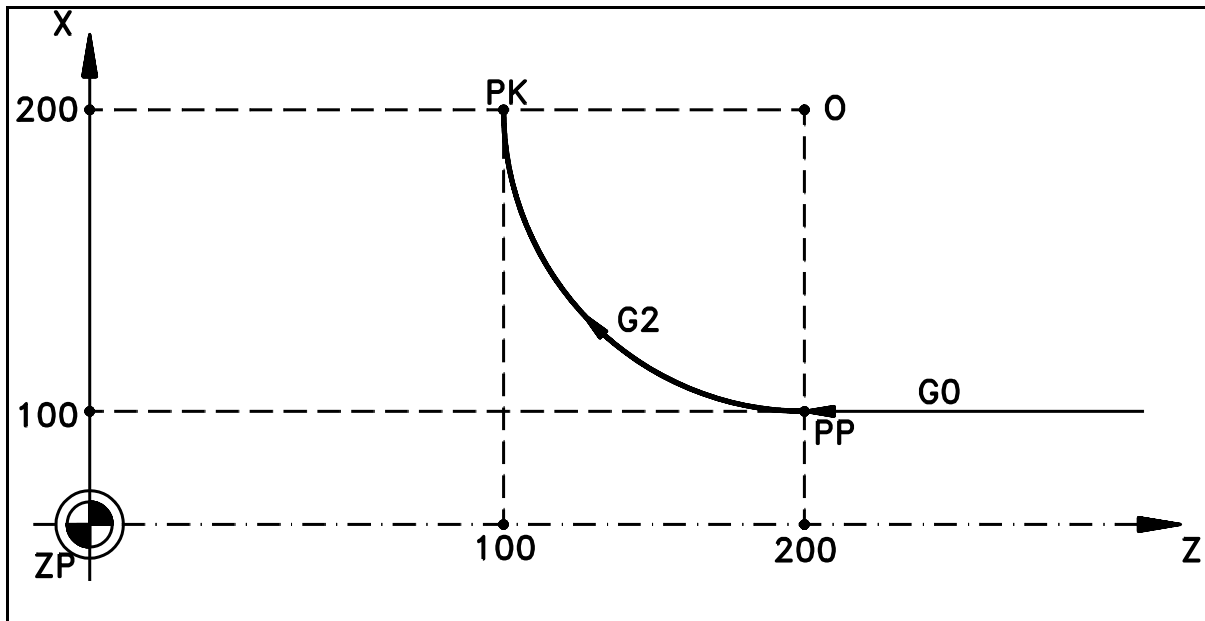


Rys. 3.8 Łuk okręgu - określenie parametrów IK i współrzędnych XZ.

### Przykłady programowania łuku okręgu

#### Przykład 1 ( G91 ) - Rys. 3.9

.....  
N87 G0 G90 X100 Z200  
N88 G2 G91 F1200 X100 Z-100 I100  
.....



Rys. 3.9 Przykład programowania łuku okręgu.

#### Przykład 2 ( G90 ) - Rys. 3.9

.....  
N87 G0 G90 X100 Z200  
N88 G2 F1200 X200 Z100 I100  
.....

### 3.4.3.1. ŁUK OKRĘGU OKREŚLONY PRZEZ PROMIEŃ.

FORMATY:

N5 **G2(lub G3)** X+43 Z+43 U+53 F5 \* (dla **G94**)  
N5 **G2(lub G3)** X+43 Z+43 U+53 F23 \* (dla **G95**)

Zaleca się stosowanie zapisu skróconego - patrz rozdz. 3.4

Różnica w programowaniu łuku okręgu polega na tym, że zamiast parametrów **I K** programowany jest **promień łuku U** poprzedzony znakiem + lub – wg formatu: **U+53**.

Wszystkie pozostałe słowa zawarte w bloku definiujące łuk okręgu programowane są identycznie jak w przypadku opisanym poprzednio (patrz rozdz. 3.4.3).

Dotyczy to: Funkcji przygotowawczych: G2, G3, G90, G91,  
Współrzędnych końca łuku: X+43 Z+43,  
Prędkości posuwu: F5 lub F23

**UWAGA:** Wartość określającą promień łuku **U** należy poprzedzić znakiem + lub – według następującej zasady:

Promień **U** poprzedzony jest znakiem " + " gdy kąt środkowy łuku jest nie większy od 180 ° .

Promień **U** poprzedzony jest znakiem " – " gdy kąt środkowy łuku jest większy od 180 ° , a mniejszy od 360 ° .

Nie można programować pełnego łuku okręgu. Jest to zresztą, w przypadku tokarki problem czysto teoretyczny, trudny do praktycznej realizacji. Trudny do praktycznej realizacji jest również przypadek kąta środkowego większego od 180 ° .

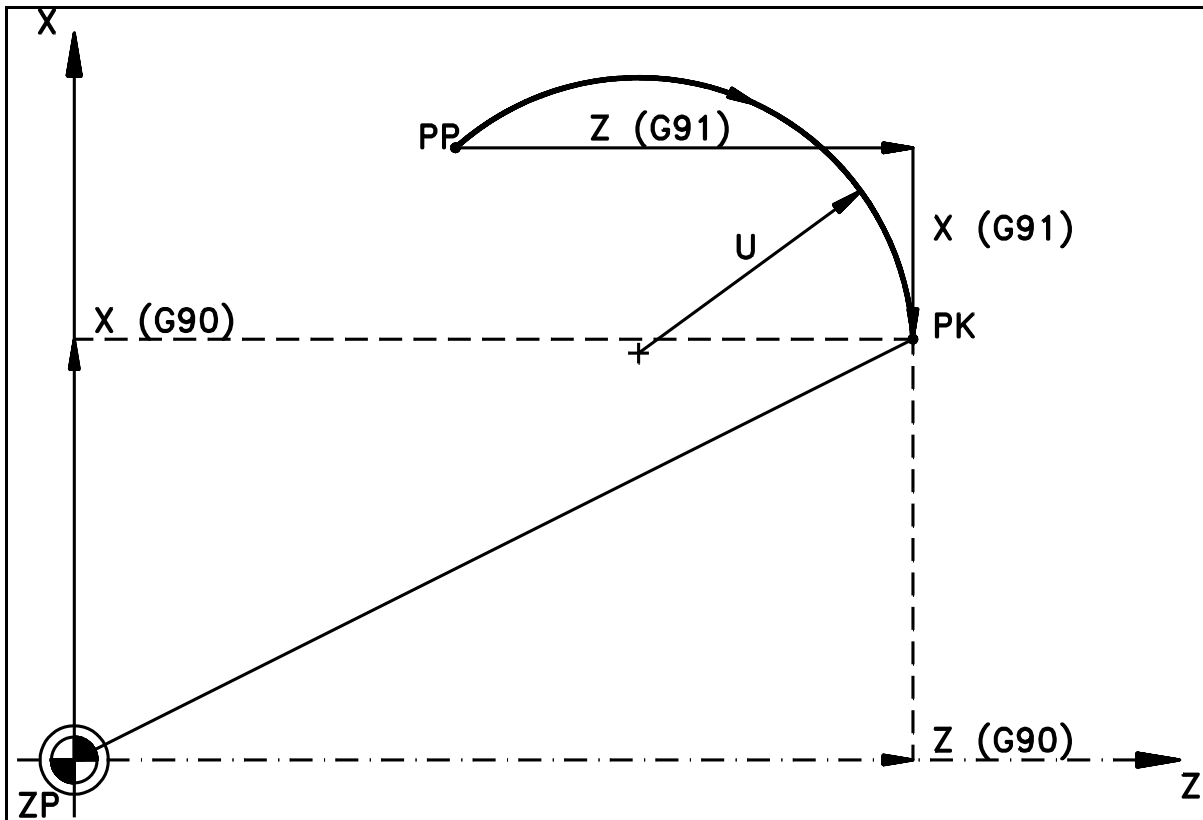
#### Przykłady programowania łuku okręgu

##### Przykład 1 ( G91 ) - Rys. 3.11

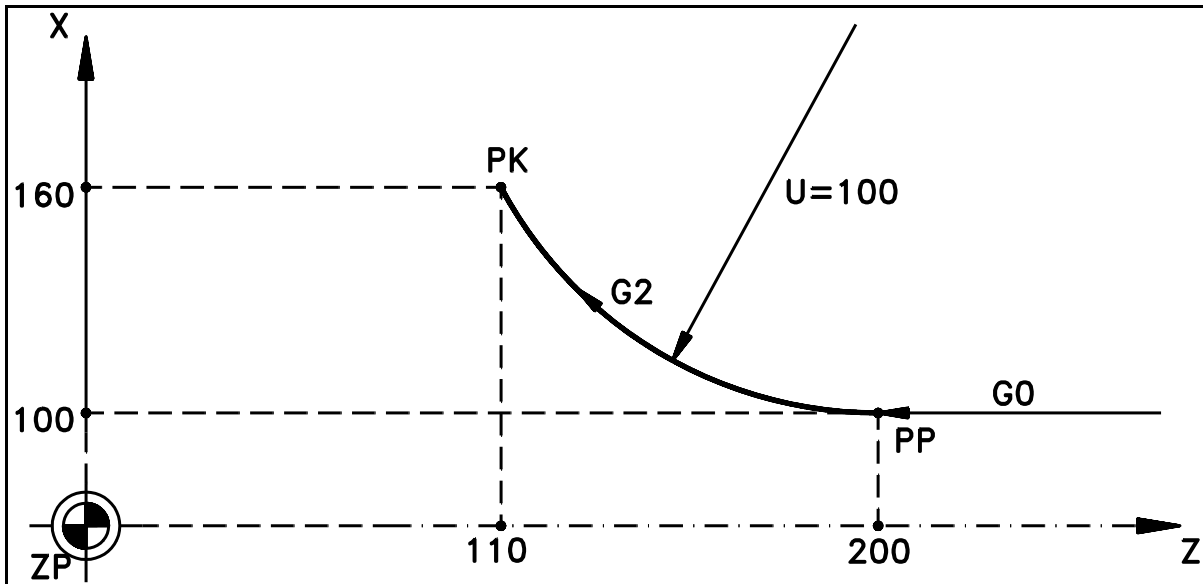
.....  
N87 G0 G90 X100 Z200  
N88 G2 G91 F1200 X60 Z-90 U100  
.....

##### Przykład 2 ( G90 ) - Rys. 3.11

.....  
N87 G0 G90 X100 Z200  
N88 G2 F1200 X160 Z110 U100  
.....



Rys. 3.10 Łuk okręgu określony przez promień U.



Rys. 3.11 Przykład programowania łuku za pośrednictwem promienia U.



### 3.4.4. FUNKCJE GWINTOWANIA SYNCHRONICZNEGO - G33, G34, G35.

Gwintowanie synchroniczne może być wykonane na tokarce wyposażonej w przetwornik obrotowo - impulsowy na wrzecionie. Przyjmuje się standardową rozdzielczość 1024 imp./obrót. Ponadto przetwornik musi generować " znacznik " - jeden impuls na obrót.

Proces gwintowania synchronicznego polega na zachowaniu ścisłej zależności pomiędzy prędkością posuwu w osiach liniowych a obrotami wrzeciona.

W trakcie wykonywania operacji gwintowania zablokowane są w układzie sterowania wszystkie operacje mogące spowodować zmianę obrotów wrzeciona lub prędkości posuwu, a mianowicie:

- procentowa zmiana prędkości obrotowej wrzeciona S,
- procentowa zmiana prędkości posuwu F,
- stop posuwu,
- praca " blok po bloku ".

PRONUM 630 T daje możliwość nacinania następujących rodzajów gwintów:

- wzdłuż osi wrzeciona - gwint wzdłużny ( tj. na powierzchniach cylindrycznych ),
- wzdłuż tworzącej stożka - gwint stożkowy,
- wzdłuż osi prostopadłej do wrzeciona - gwint płaski ( tj. na powierzchniach czołowych wałków lub tarcz ),
- prawoskrętnych i lewoskrętnych,
- jednozwojnych i wielozwojnych,
- ze stałym skokiem – funkcja **G33**,
- ze zmiennym skokiem - narastającym (funkcja **G34**) lub malejącym (funkcja **G35**).

#### 3.4.4.1. PROGRAMOWANIE. PODSTAWOWE PARAMETRY. DEFINICJE.

**Skok gwintu** może być programowany w zakresie:

od 0.001 do 1000 mm z rozdzielczością 0.001 mm,  
od 0.0001 do 40 cali z rozdzielczością 0.0001 cala.

Skok gwintu mierzony w osi Z programowany jest w słowie K.

Skok gwintu mierzony w osi X programowany jest w słowie I.

W przypadku gwintu na stożku programowana jest tylko jedna ( większa ) składowa skoku zgodnie z zasadą:

gdy: **PZ** >= **PX** skok programowany jest w słowie K

**PZ** < **PX** skok programowany jest w słowie I

gdzie: PZ, PX - wartości bezwzględne przesunięć w osiach Z X.

**Zmiana skoku gwintu** programowana jest w słowie F w zakresie:

od 0.001 do 100 mm z rozdzielczością 0.001 mm,  
od 0.0001 do 4 cali z rozdzielczością 0.0001 cala.

**Długość gwintu** programowana jest ( w zależności od kierunku nacinania gwintu ) pod adresami **Z** i/lub **X** tak, jak w przypadku programowania przesunięć liniowych G1. Dotyczy to zarówno zakresu jak i znaków liczb programowanych pod adresami Z i X. Współrzędne Z i X można programować jako wartości absolutne G90 lub przyrostowe G91.

Właściwą **Skretność gwintu** uzyskuje się przez dobór kierunku obrotów wrzeciona i/lub zwrotu przesuwu suportu.

- kierunek obrotów wrzeciona określają funkcje pomocnicze M3 lub M4 programowane łącznie z funkcją S określającą wartość prędkości obrotowej wrzeciona.

M3 – kierunek zgodny z ruchem wskazówek zegara (CW)

M4 – kierunek przeciwny do ruchu wskazówek zegara (CCW)

- zwrot przesuwu suportu określają znaki liczb zaprogramowanych pod adresami Z i/lub X.

**Gwint wielozwojny** uzyskuje się poprzez przesunięcie kolejnych punktów startu operacji nacinania kolejnych nitk gwintu, wzdłuż linii gwintu o stałą wartość, równą ilorazowi skoku gwintu przez liczbę określającą liczbę zwojów ( patrz PRZYKŁAD 3 ).

**Uwaga:** Nacinanie wszystkich nitk gwintu wielozwojnego musi być wykonane z taką samą prędkością obrotową S.

**Przed rozpoczęciem operacji gwintowania** ( wcinania się noża w materiał - w nitkę gwintu ) należy zapewnić warunki, w których osiągnięte zostaną:

- stabilne obroty wrzeciona,
- stabilny uchyb nadążania osi liniowych obrabiarki.

W tym celu należy:

Prędkość obrotową wrzeciona S i odpowiednią funkcję M3/M4 zaprogramować w bloku poprzedzającym ruch szybkiego pozycjonowania do punktu startu gwintowania.

Każdy odcinek toru zawierający funkcję G33/G34/G35 należy zaprogramować z uwzględnieniem **drogi dobiegu i drogi wybiegu** noża do/od materiału tak, aby nóż docierał do materiału po czasie nie krótszym niż 0.25 sekundy, a odejście noża wykonane zostało poza materiałem.

**Droga dobiegu** zależna jest od prędkości obrotowej S i skoku gwintu SK. Można ją wyznaczyć z zależności:

$$\text{droga dobiegu} \geq 0.0042 * S * SK$$

Proces nacinania każdej nitki gwintu wykonywany jest w kilku przejściach. Przy każdym (poza ostatnim) kolejnym przejściu następuje zwiększenie głębokości wcięcia. Stosowane są dwie podstawowe metody zmiany głębokości wcięcia, a mianowicie:

- metoda wcinania prostopadłego do linii gwintu,
- metoda wcinania po stycznej do ścianki nitki gwintu

#### **Nacinanie gwintu metodą wcinania prostopadłego.**

Metoda ta polega na przesuwaniu punktu startu gwintowania PS, w kolejnych przejściach wzdłuż jednej osi: osi X lub osi Z. W przypadku gwintu wzdłużnego punkt startu przesuwany jest wzdłuż osi X (patrz Rys. 3.12), a w przypadku gwintu płaskiego wzdłuż osi Z (patrz Rys. 3.16). Zagłębianie noża w nitkę gwintu, dla dwóch kolejnych przejść pokazuje Rys. 3.13 A. Na rysunku tym  $dX1$  i  $dX2$  są kolejnymi przyrostami zagłębiania noża w kierunku osi X.

#### **Nacinanie gwintu metodą wcinania po stycznej do ścianki nitki gwintu.**

Metoda ta polega na przesuwaniu punktu startu gwintowania PS, w kolejnych przejściach wzdłuż linii równoległej do ścianki nitki gwintu. W tym przypadku punkt startu przesuwany jest w obu osiach jednocześnie (patrz Rys. 3.14). Zagłębianie się noża w nitkę gwintu, dla dwóch kolejnych przejść pokazuje Rys. 3.13 B. Na rysunku tym  $dX1$  i  $dX2$  są kolejnymi składowymi przyrostów zagłębiania się noża w kierunku osi X, a  $dZ1$  i  $dZ2$  kolejnymi składowymi przyrostów zagłębiania się noża w kierunku osi Z.

### **3.4.4.2. NACINANIE GWINTU O STAŁYM SKOKU.**

Gwint o stałym skoku programuje się przy pomocy funkcji przygotowawczej **G33**.

#### **FORMATY:**

GWINT WZDŁUŻNY (nacinany w kierunku osi wrzeciona)

N5 G33 G90 (G91) Z+43 K33

GWINT PŁASKI (nacinany w kierunku prostopadłym do osi wrzeciona)

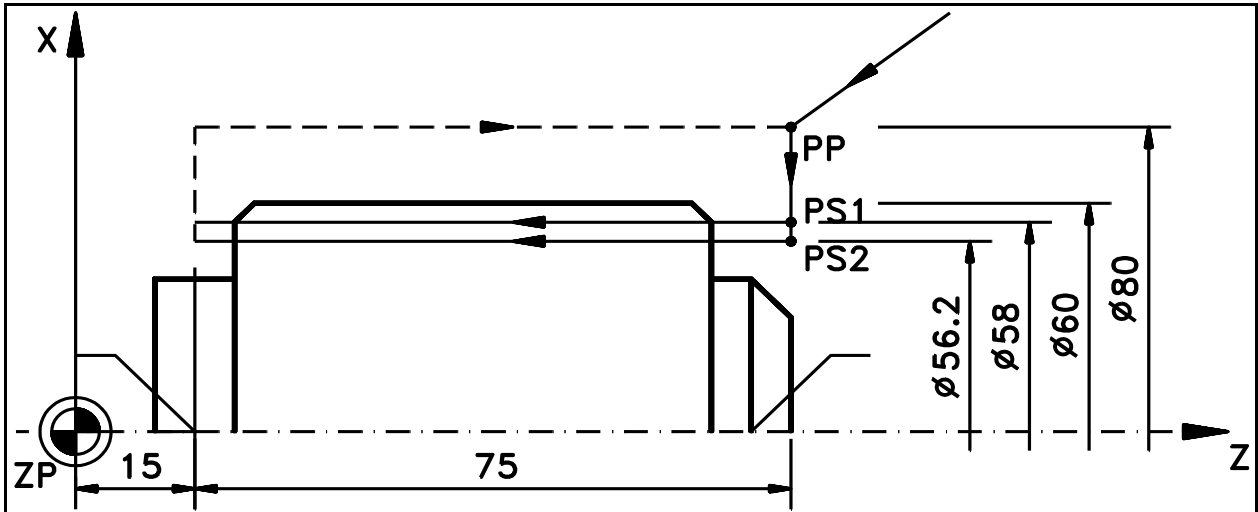
N5 G33 G90 (G91) X+43 I33

GWINTY NA STOŻKU

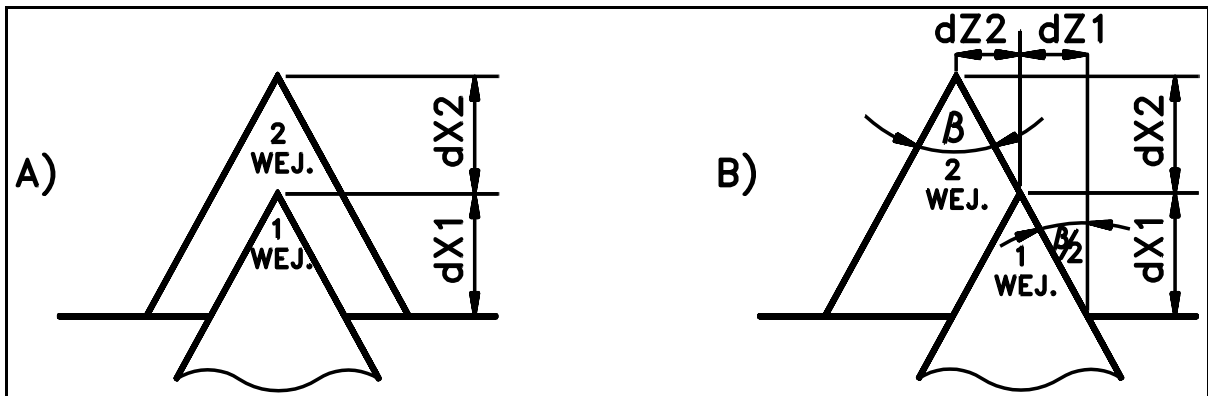
N5 G33 G90 (G91) Z+43 X+43 K33   gdy:  $PZ \geq PX$

N5 G33 G90 (G91) Z+43 X+43 I33   gdy:  $PZ < PX$

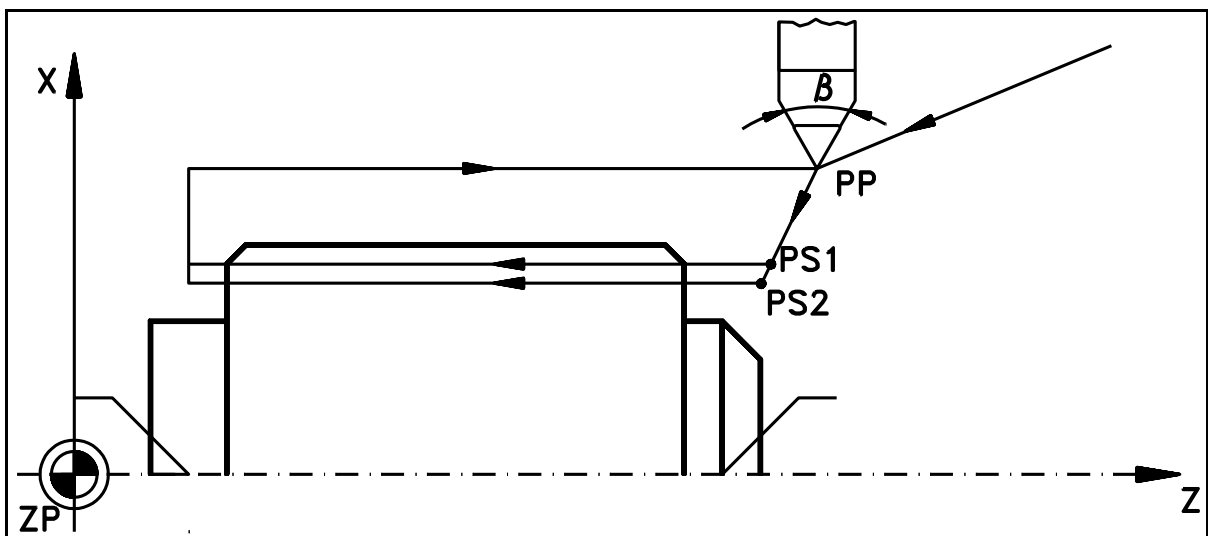
gdzie: PZ, PX - wartości bezwzględne przesunięć w osiach Z X



Rys. 3.12 Nacinanie gwintu metodą wcinania prostopadłego.



Rys. 3.13 Wcięcie prostopadłe (A) i wcięcie po stycznej (B).



Rys. 3.14 Nacinanie gwintu metodą wcinania po stycznej.

**PRZYKŁAD 1. Gwint wzdłużny. Wcinanie prostopadłe. Rys. 3.12.**

- skok gwintu: 3.1 mm
- głębokość gwintu: 1.9 mm
- długość gwintu: 75 mm

Programowanie absolutne (G90). Wymiary w osi X w postaci średnic.

%MPF444  
(PRZYKŁAD GWINT. STAŁY SKOK PROGR. ABS.)

```
.....  
N10 G90 M3 Sxxxx  
N20 G0 X80 Z90          Ruch szybki do PP  
N30 X58                 Ruch szybki do PS1  
N40 G33 Z15 K3.1       Pierwsze przejście  
N50 G0 X80  
N60 Z90  
N70 X56.2              Ruch szybki do PS2  
N80 G33 Z15 K3.1       Drugie przejście  
N90 G0 X80
```

Ten sam przykład napisany w wersji programowania przyrostowego (G91).

%MPF445  
(PRZYKŁAD GWINT. STAŁY SKOK PROGR. PRZYROST.)

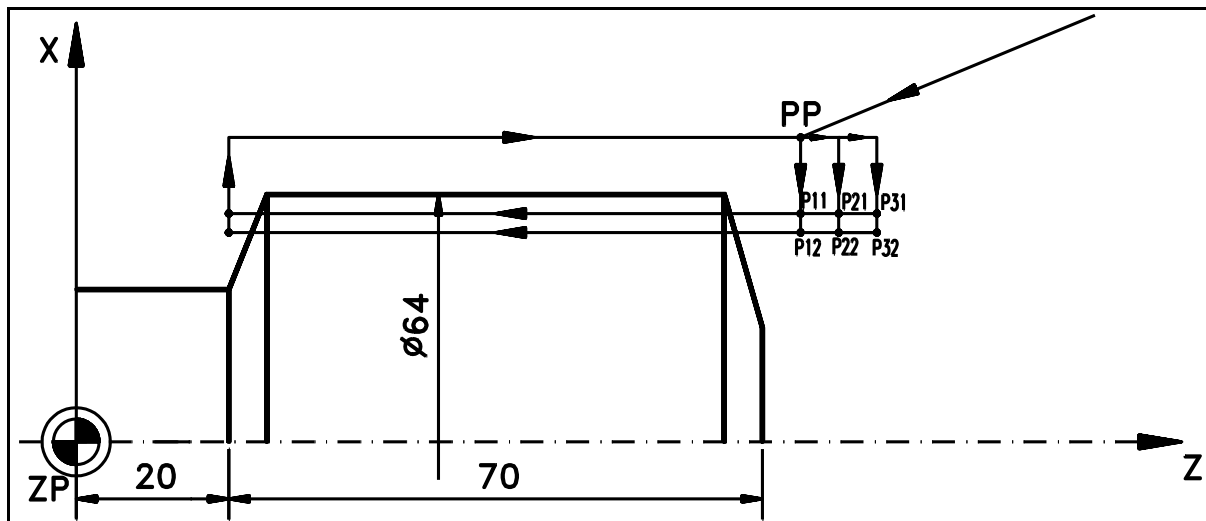
```
.....  
N110 G91 M3 S...  
N120 G0 X... Z...      Ruch szybki do PP  
N130 X-11              Ruch szybki do PS1  
N140 G33 Z-75 K3.1     Pierwsze przejście  
N150 G0 X11  
N160 Z75  
N170 X-11.9           Ruch szybki do PS2  
N180 G33 Z-75 K3.1     Drugie przejście  
N190 G0 X11.9
```

**UWAGA:** Programy napisano przy założeniu, że gwintowanie wykonane jest w dwóch przejściach. Programy te nie uwzględniają przejścia wygładzającego.

**PRZYKŁAD 2. Gwint wzdłużny. Wcinanie po stycznej. Rys. 3.14.**

- skok gwintu: 3.1 mm
- głębokość gwintu: 1.9 mm
- długość gwintu: 75 mm

Programowanie absolutne (G90). Wymiary w osi X w postaci promieni.



Rys. 3.15 Nacinanie gwintu wielozwojnego ( trójzwojnego ).

Rys. 3.15 Nacinanie gwintu wielozwojnego ( trójzwojnego ).

%MPF446

(PRZYKŁAD GWINT. STAŁY SKOK WGINANIE PO STYCZNEJ)

N210 G90 M3 S...

N220 G0 X40 Z96.351 Ruch szybki do PP

N230 X29 Z90 Ruch szybki do PS1

N240 G33 Z15 K3.1 Pierwsze przejście

N250 G0 X40

N260 Z96.351

N270 X28.1 Z89.423 Ruch szybki do PS2

N280 G33 Z15 K3.1 Drugie przejście

N290 G0 X40

#### Komentarz:

- Kąt rozwarcia ścianek gwintu: 60°
- Kąt rozwarcia krawędzi skrawających noża: 60°
- Składowa x wektora (PP, PS1): 11 mm
- Składowa y wektora (PP, PS1):  $11 * \text{tg } 30 = 6.351 \text{ mm}$
- Składowa x przyrostu zagłębienia w drugim przejściu: 0.9 mm
- Składowa y przyrostu zagłębienia w drugim przejściu:  $0.9 * \text{tg } 30 = 60.577 \text{ mm}$

#### PRZYKŁAD 3. Gwint trójzwojny. Wcinanie prostopadle. Rys. 3.15.

- skok gwintu: 6.6 mm
- głębokość gwintu: 2 mm
- średnica wałka: 32 mm
- długość gwintu: 76 mm
- wymiarowanie promieniowe

%MPF448  
 ( PRZYKŁAD NACINANIA GWINTU TRÓJZWOJNEGO )  
 N110 G90 M4 Sxxxx  
 N115 G0 X38 Z96  
 N120 X30.9                    ruch szybki do P11  
 N125 G33 Z20 K6.6        pierwszy zwój, pierwsze przejście.  
 N130 G0 X38  
 N135 Z96  
 N140 X30                    ruch szybki do P12  
 N145 G33 Z20 K6.6        pierwszy zwój, drugie przejście  
 N150 G0 X38  
 N155 Z98.2  
 N160 X30.9                ruch szybki do P21  
 N165 G33 Z20 K6.6        drugi zwój, pierwsze przejście  
 N170 G0 X38  
 N175 Z98.2  
 N180 X30                    ruch szybki do P22  
 N185 G33 Z20 K6.6        drugi zwój, drugie przejście  
 N190 G0 X38  
 N195 Z100.4  
 N200 X30.9                ruch szybki do P31  
 N205 G33 Z20 K6.6        trzeci zwój, pierwsze przejście  
 N210 G0 X38  
 N215 Z100.4  
 N220 X30                    ruch szybki do P32  
 N225 G33 Z20 K6.6        trzeci zwój, drugie przejście  
 N230 G0 X38  
 N235 Z96

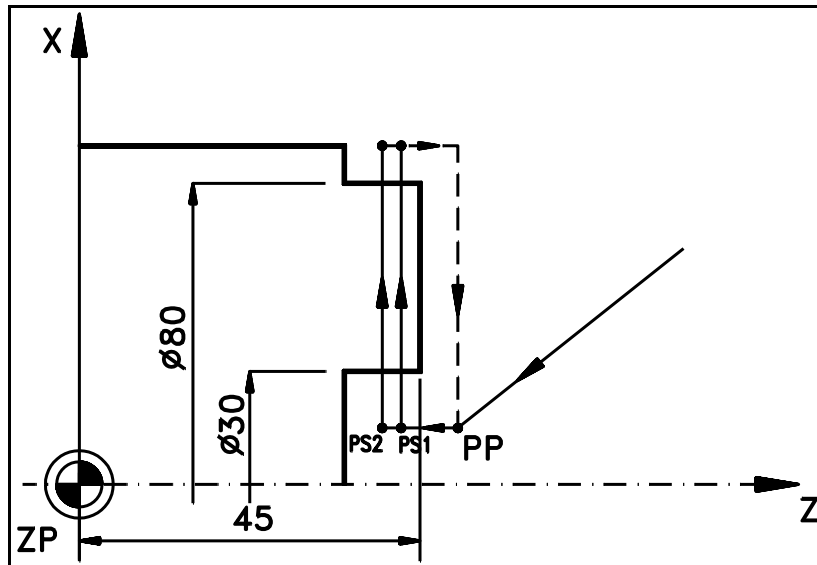
**Komentarz:**

Każdy zwój gwintu nacinany jest oddzielnie, poprzez dwukrotne przejście robocze noża. Punkt startu nacinania każdego kolejnego zwoju przesunięty jest w stosunku do poprzedniego o wartość równą ilorazowi skoku gwintu przez liczbę zwojów:  $DZ = k/nz = 6.6 \text{ mm}/3 = 2.2 \text{ mm}$

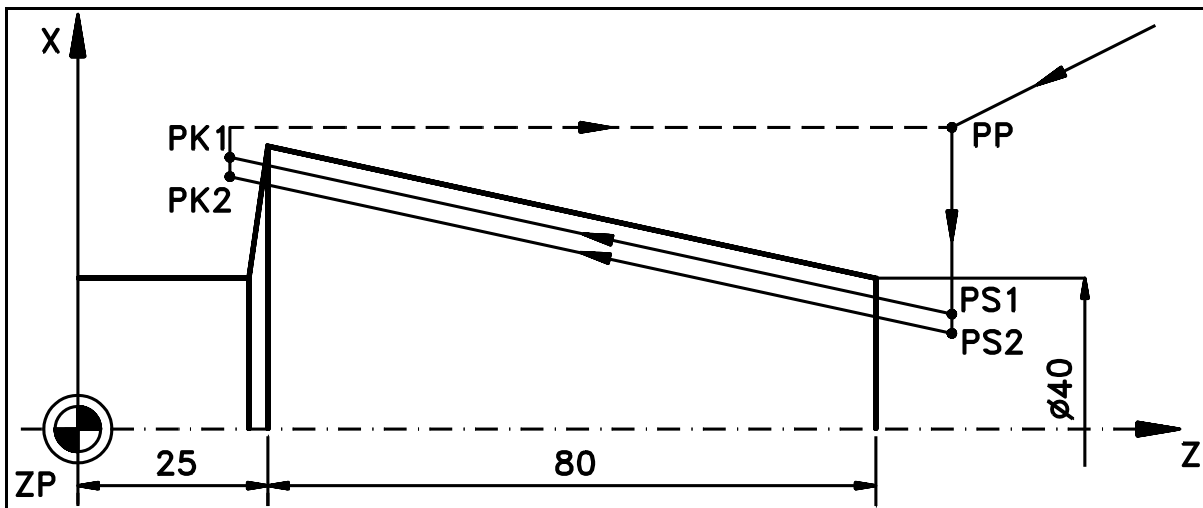
**PRZYKŁAD 4.        Gwint płaski. Wcinanie prostopadle. Rys. 3.16.**

- skok gwintu (I):        3 mm
- głębokość gwintu:    1.5 mm
- długość gwintu:      35 mm

%MPF449  
 ( PRZYKŁAD NACINANIA GWINTU PŁASKIEGO )  
 N110 G90 M3 Sxxxx  
 N120 G0 X10 Z50            Szybki ruch do PP  
 N130 Z44.2                Szybki ruch do PS1  
 N140 G33 X45 I3        Pierwsze przejście robocze  
 N150 G0 Z50              Wycofanie ruchem szybkim  
 N160 X10                Szybki ruch do PP  
 N170 Z43.5              Szybki ruch do PS2  
 N180 G33 X45 I3        Drugie przejście robocze  
 N190 Z500                Wycofanie ruchem szybkim



Rys. 3.16 Nacinanie gwintu płaskiego.



Rys. 3.17 Nacinanie gwintu na stożku.

Rys. 3.17 Nacinanie gwintu na stożku.



**PRZYKŁAD 5. Gwint na stożku. Wcinanie prostopadle do osi Z. Rys. 3.17.**

- gwint na stożku  $PZ \geq PX$ ,
- kąt nachylenia tworzącej stożka  $\beta$ : 12 °
- skok gwintu w kierunku osi Z ( K ): 6 mm
- głębokość gwintu: 2.15 mm
- pozostałe wymiary określono na Rys. 3.17
- głębokość pierwszego wcięcia: 1.175 mm
- odległość punktu startu gwintowania od powierzchni czoła stożka: 10 mm

**Obliczenia pomocnicze:**

$$Z(PS1) = 25 + 80 + 10 = 115 \text{ mm}$$

$$X(PS1) = 20 - 1.175/\cos\beta - 10*\text{tg}\beta = 20 - 1.2 - 2.12 = 16.647 \text{ mm}$$

$$Z(PS2) = Z(PS1) = 115 \text{ mm}$$

$$X(PS2) = X(PS1) - (2.15 - 1.175)/\cos\beta = 16.647 - 0.997 = 15.667 \text{ mm}$$

$$Z(PK1) = 20 \text{ (z założenia)}$$

$$X(PK1) = X(PS1) + (Z(PS1) - Z(PK1)) * \text{tg}\beta = 36.84 \text{ mm}$$

$$Z(PK2) = Z(PK1) = 20$$

$$X(PK2) = X(PK1) - 0.977 = 35.863$$

%MPF450

(PRZYKŁAD NACINANIA GWINTU NA STOŻKU)

.....

N110 G90 M3 Sxxxx

N120 G0 X40 Z115

N130 X16.647 (ruch szybki do PS1)

N140 G33 X36.84 Z20 K6 (pierwsze przejście robocze)

N150 G0 X40

N160 Z115

N170 X15.667 (ruch szybki do PS2)

N180 G33 X35.863 Z20 K6 (drugie przejście robocze)

N190 G0 G40

**Uwaga:**

W przypadku gdy  $PX \geq PZ$  wielkość skoku należy programować przy pomocy litery **I**.

Przykładowy fragment programu:

.....

N150 G91.....

N160 .....

N170 G33 X30 Z9 I2.5

.....

### 3.4.4.3. NACINANIE GWINTU O ZMIENNYM SKOKU.

Gwint o narastającym skoku programuje się przy pomocy funkcji przygotowawczej **G34**. Dla gwintu o malejącym skoku należy programować funkcję przygotowawczą **G35**.

#### FORMATY:

GWINT WZDŁUŻNY (nacinany w kierunku osi wrzeciona)

N5 **G34 (G35)** G90 (G91) Z+43 K33 **F23**

GWINT PŁASKI (nacinany w kier. prostopadłym do osi wrzeciona)

N5 **G34 (G35)** G90 (G91) X+43 I33 **F23**

GWINTY NA STOŻKU

N5 **G34 (G35)** G90 (G91) Z+43 X+43 K33 **F23** gdy: PZ >= PX

N5 **G34 (G35)** G90 (G91) Z+43 X+43 I33 **F23** gdy: PZ < PX

Nacinanie gwintu ze zmiennym skokiem polega na tym, że każdy kolejny zwój nacinany jest ze skokiem, różniącym się od poprzedniego o wartość zapisaną pod adresem **F**.

#### Przykładowo:

Dla funkcji G34 będzie to następujący ciąg wartości:

SKP, SKP+F, SKP + 2\*F, SKP + 3\*F, .....

Dla funkcji G35: SKP, SKP-F, SKP - 2\*F, SKP - 3\*F, .....

Wartość słowa **F** wyznaczana jest z zależności:

$$F = \frac{SKK - SKP}{2 * \text{dł. gw.}}$$

gdzie: SKP – wartość początkowa skoku gwintu,

SKK – wartość końcowa skoku gwintu,

dł. gw. – długość gwintu.

W przypadku nacinania gwintu na stożku zmiana skoku zaprogramowana pod **F** interpretowana jest:

– jako zmiana skoku **K** gdy **PZ >= PX**

– jako zmiana skoku **I** gdy **PZ < PX**

Przykład bloku gwintowania ze zmiennym - narastającym skokiem wykonanym na tworzącej wałka:

```
N210 G91
.....
N230 G34 Z39 K6 F.2
.....
```

Skok początkowy gwintu wynosi 6 mm Ostatni szósty zwój ma skok 7 mm.

**PRZYKŁAD**

- gwint płaski (  $PZ < PX$  ) – patrz Rys. 3.18
- kąt nachylenia tworzącej stożka  $\beta$ :  $78^\circ$
- głębokość rowka gwintu: 0.5 mm
- wartość początkowa skoku ( I ): 2.5 mm
- zmiana skoku gwintu ( F ): -0.28 mm
- pozostałe wymiary określono na Rys. 3.18

**Obliczenia pomocnicze:**

$$\begin{aligned}
 X(A) &= Z(A) = 30 \text{ mm} \quad (\text{z założenia}) \\
 X(PS) &= X(A) - 2 * 0.5 / \sin(90 - \beta) = 25.19 \text{ mm} \\
 Z(PS) &= Z(A) + 0.5 \cos(90 - \beta) = 30.511 \text{ mm} \\
 X(PK) &= 75 \text{ mm} \quad (\text{z założenia}) \\
 Z(PK) &= Z(PS) - ( X(PK) - X(PS) ) * \operatorname{tg}(90 - \beta) = 19.924
 \end{aligned}$$

%MPF451

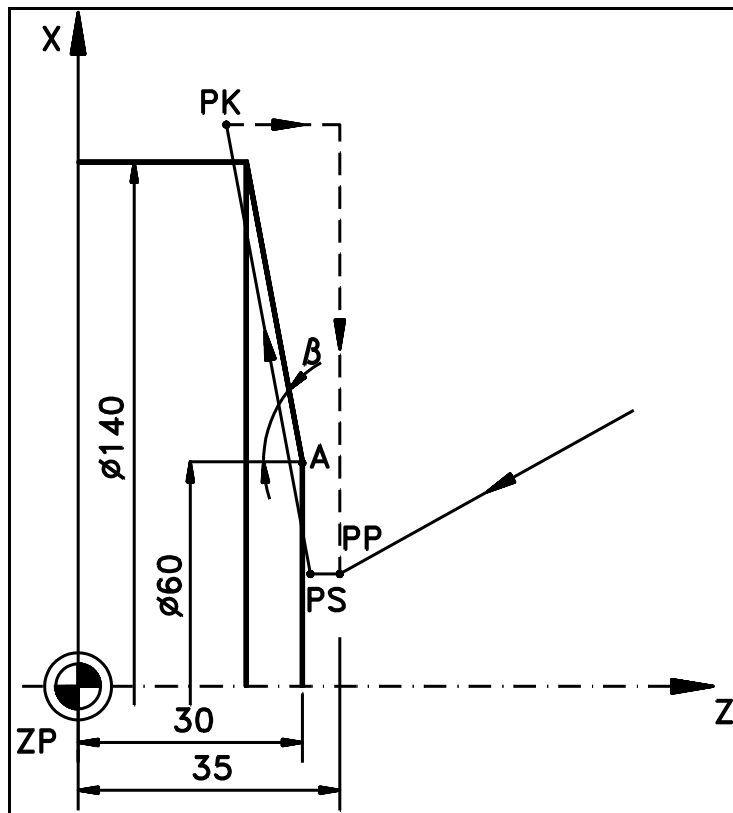
( GWINTOWANIE ZE SKOKIEM NARASTAJĄCYM)

N110 G90 M3 Sxxxx

N120 G0 X25.19 Z35 (ruch szybki do PP)

N130 Z30.511 (ruch szybki do PS)

N140 G34 X75 Z19.924 I2.5 F.28 (nacinanie gwintu)



Rys. 3.18 Gwint płaski ze skokiem narastającym.

### 3.5. FUNKCJE PRĘDKOŚCI POSUWU - G94/G95/G96/G97.

Sposób programowania prędkości posuwu określają cztery funkcje **Gxx** tworzące dwie pary funkcji modalnych:

Para pierwsza – **G94 ● i G95**

Para druga – **G96 i G97 ●,**

przy czym istnieje ścisła współzależność między parą drugą i parą pierwszą:

- wywołanie funkcji **G96** wymusza funkcję **G95**,
- wywołanie funkcji **G97** kasuje funkcję **G96** i przywraca funkcję **G94 lub G95**.

#### FUNKCJA

#### DZIAŁANIE

##### Pierwsza para:

**G94 ●**

Wywołuje programowanie prędkości posuwu w mm/min;  
Prędkość posuwu programowana jest w słowie F w zakresie:  
od 1 do 12000 mm/min  
z rozdzielczością 1 mm/min  
(lub od 1 do 470 cal/min  
z rozdzielczością 1 cal/min)

**G95**

Wywołuje programowanie prędkości posuwu w mm/obrót;  
Prędkość posuwu programowana jest w słowie F w zakresie:  
od 0.001 do 40 mm/obrót  
z rozdzielczością 0.001 mm/min  
(lub od .0001 do 1.55 cal/obr  
z rozdzielczością .0001 cal/obr )

##### Druga para:

**G96**

Programowana łącznie ze słowem S powoduje włączenie trybu pracy:  
**stała prędkość skrawania;**

Prędkość skrawania programowana jest pod adresem S w zakresie:  
od 1 do 1000 m/min  
z rozdzielczością 1 m/min

**UWAGA:** ten tryb pracy może być wykonany na tokarkach z bezstopniowym napędem głównym.

**G97 ●**

Odwołuje G96, z jednoczesnym przywróceniem poprzednio programowanej funkcji G94 lub G95 oraz poprzednio programowanej prędkości posuwu F.

### 3.5.1. STAŁA PRĘDKOŚĆ SKRAWANIA.

**Prędkością skrawania (PS)** nazwano prędkość liniową punktu przedmiotu stykającego się z ostrzem noża mierzona względem ostrza noża. O prędkości tej decyduje prędkość obrotowa wrzeciona i odległość ostrza noża od osi wrzeciona, według zależności:

$$PS(m/min) = 2 * \pi * r(mm) * n(obr/min) / 1000$$

Układ sterowania utrzymuje stałą prędkość skrawania **PS** poprzez zmianę prędkości obrotowej wrzeciona **n** w zależności od aktualnego promienia toczenia **r**.

#### PROGRAMOWANIE FUNKCJI G96.

W kolejnych blokach należy zaprogramować:

- Kierunek obrotów wrzeciona: **M3 lub M4**,  
(jeśli wcześniej nie był zadeklarowany)
- Ograniczenie maksymalnych obrotów wrzeciona: **Nxxxxx G92 Sxxxx**
- Stałą prędkość skrawania: **Nxxxxx G96 Sxxxx**
- Bloki programujące drogę roboczą narzędzia z funkcjami G1/G2/G3 i odpowiednimi słowami wymiarowymi. Słowa programujące prędkość posuwu **F** należy programować w mm/obrót. Można programować bloki zmieniające ograniczenie maksymalnych obrotów wrzeciona i stałą prędkość skrawania zgodnie z podanymi wyżej strukturami takich bloków.
- Kasowanie trybu pracy: **stała prędkość skrawania** następuje od bloku, w którym zaprogramowano funkcję **G97** łącznie ze słowem określającym nową wartość prędkości obrotowej wrzeciona: **Nxxxxx G97 Sxxxx**

Przywracane są ostatnio zaprogramowane funkcje **G94 lub G95** oraz wartość słowa **F**, które obowiązywały przed wywołaniem trybu stałej prędkości skrawania.

**UWAGA:** W przypadku programowania stałej prędkości skrawania **PS** zero programu **ZP** ( patrz rozdz. 3.6) musi leżeć na osi wrzeciona.

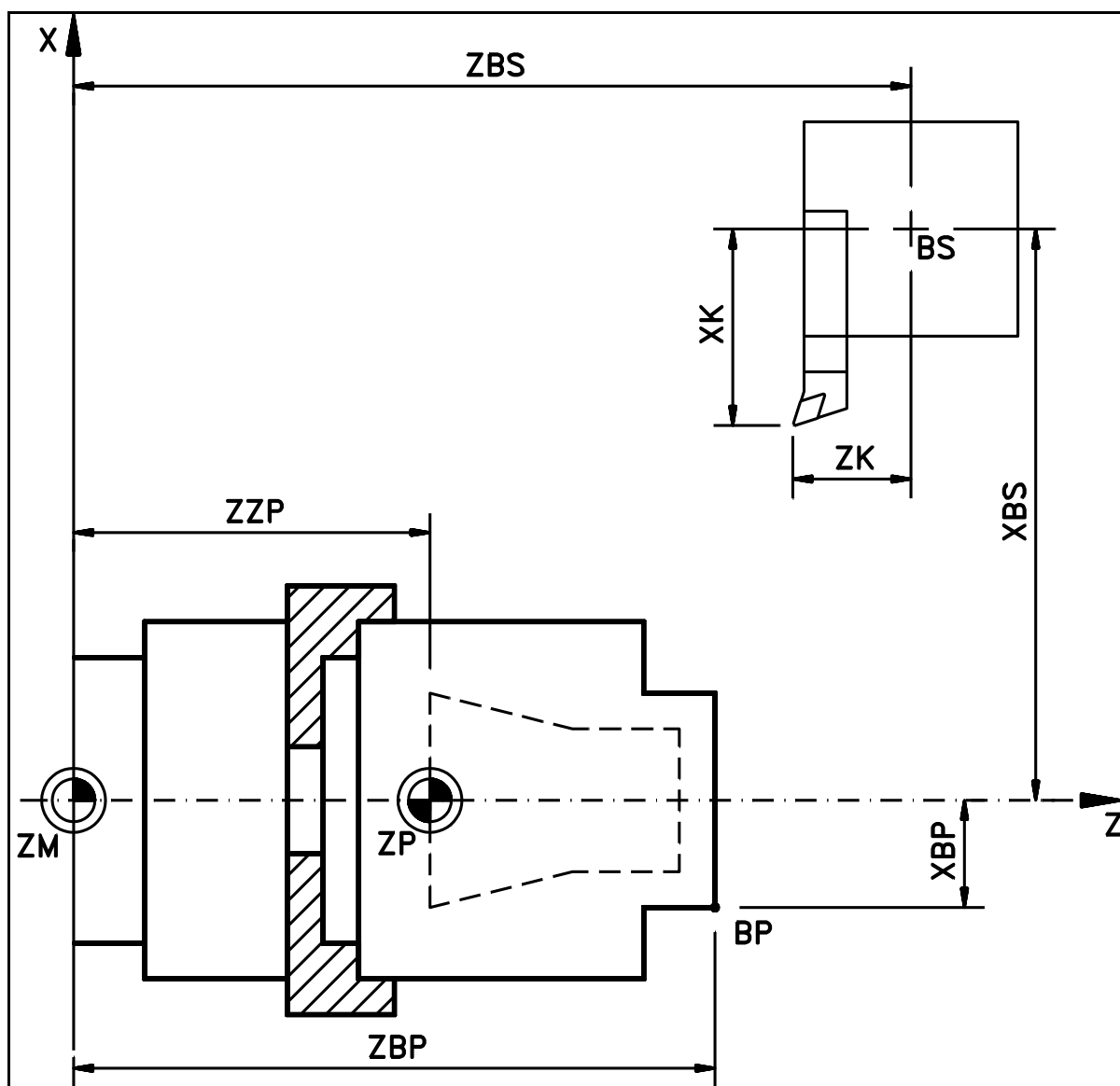
**PRZYKŁAD** wywołania i kasowania trybu **stałej prędkości skrawania:**

```
N102 G1 G91 F2.5 X100
N100 M3
N101 G92 S3600          ( maks. obroty: 3600 obr/min )
N102 G96 S300          ( stała prędkość skrawania: 300 m/min )
.....
N200 G97 S500          (kasowanie stałej prędkości skrawania)
```

### 3.6. BAZY I UKŁADY WSPÓLRZĘDNYCH. (operacje typu "zero offset").

**UWAGA:** Przed przeczytaniem tego rozdziału zaleca się przeczytać Instrukcję Obsługi PRONUM 630 T – rozdz. 2.1 i rozdz. 2.3

Na Rys. 3.19 pokazano schematycznie charakterystyczne punkty tokarki i obrabianego przedmiotu stanowiące podstawę dla wyznaczenia początków i wzajemnych przesunięć układów współrzędnych. Odległości między tymi punktami wynikają z konstrukcji tokarki, sposobu mocowania przedmiotu w uchwycie oraz postaci konstrukcyjnej przedmiotu i określają przesunięcie układu współrzędnych programu w stosunku do współrzędnych maszynowych.



Rys. 3.19 Punkty charakterystyczne tokarki i obrabianego przedmiotu.

- ZM Zero maszyny** - początek układu współrzędnych maszynowych.
- ZP Baza Programu - Zero Programu** - początek układu współrzędnych programu. Układ obowiązuje w całym programie obróbki lub w kolejnych jego fragmentach. Początek układu **ZP** może być przesuwany w trakcie programu przy pomocy funkcji G54, G55 i G92. Terminy: **Baza Programu i Zero Programu** używane będą zamiennie.
- BS Baza Stała Maszyny** - punkt określony we współrzędnych maszynowych, do którego przesuwany jest suport tokarki przed rozpoczęciem programu obróbki. Do punktu tego przesuwany jest środek głowicy rewolwerowej wyznaczony przez oś obrotu lub inny punkt suportu, względem którego określana jest długość noża - patrz rozdz. 3.7. Kompensacja długości noża.
- Współrzędne **BS** względem **ZM** są określane przy pomocy parametrów maszynowych. Przy domyślnych ustawieniach tych parametrów punkt **ZM** pokrywa się z punktem **BS**. Jeśli punkt **ZM** znajduje się w osi obrotu przedmiotu obrabianego to współrzędna X punktu **BS** jest równa odległości punktu **BS** od osi obrotu.
- BP Baza Pomiaru Przedmiotu** - wyróżniony punkt (punkty) przedmiotu, do którego (do których) można doprowadzić narzędzie lub sondę pomiarową zamocowaną w imaku nożowym w celu określenia położenia przedmiotu względem **ZM**.

- XZP, ZZP Współrzędne Bazy Programu (Zera Programu).**  
Współrzędne punktu **ZP** względem punktu **ZM** nazywane będą dalej **Bazą Pomiarową**.  
**Baza Pomiarowa** jest wywoływana funkcją G54 i korygowana funkcją G55.  
Współrzędne te określane są w wyniku operacji pomiaru bazy programu w trybie **USTAW ZERO** - patrz rozdz. 2.3.1 Instrukcji Obsługi PRONUM 630T i zapisywane w pamięci danych pod adresem **D200 do D211**. Inna metoda pomiaru bazy programu polega na użyciu sondy pomiarowej i cykli pomiarowych.
- XBS, ZBS Współrzędne Bazy Stałej.**
- XK, ZK Współrzędne końca ostrza noża.**  
Współrzędne te wyznaczane są np. względem osi obrotu głowicy i określają długość noża.

Zbiór funkcji określających przesunięcia **Bazy Programu** tworzą cztery funkcje:

#### FUNKCJA

#### DZIAŁANIE

- G54** Zaprogramowana łącznie z adresem od D200 do D211 przesuwa układ współrzędnych o wektor określony przez składowe: XZP i ZZP, a zaprogramowana ze słowami adresowymi X, Z, funkcją G0 lub G1 oraz funkcją G90 lub G91 wywołuje ruch do punktu określonego we współrzędnych związanych z bazą programu.
- G55** Zaprogramowana łącznie ze słowami X Z lub dodatkowo z adresem od **D300 do D324** wywołuje korekcję bazy pomiarowej.

- G53** Zaprogramowana łącznie z adresem od **D400 do D409** i \ lub słowami adresowymi X, Z wywołuje ruch do punktu określonego we współrzędnych maszynowych.
- G92** Zaprogramowana łącznie ze słowami adresowymi X, Z powoduje przesunięcie bazy programu. Sposób przesunięcia zależy od sposobu wymiarowania: G91 lub G90.

Wszystkie przesunięcia układu współrzędnych wprowadzone przez funkcje G54, G55 i G92 oraz korekcja długości narzędzia ( patrz rozdz. 3.7) są kumulowane w pamięci układu sterowania i odwoływane w przypadku konieczności korzystania ze współrzędnych maszynowych np. w przypadku zaprogramowania funkcji G53.

### 3.6.1. WYWOŁANIE BAZY POMIAROWEJ - FUNKCJA G54.

**Wywołanie Bazy Pomiarowej** następuje w bloku, w którym zaprogramowano **funkcję G54 łącznie z adresem od D200 do D211**. Pod adresem tym zapisany jest **wektor** o składowych: **XZP, ZZP**. Jest to operacja wykonywana zawsze na początku programu obróbki.

**W wyniku operacji: " Wywołania Bazy Pomiarowej " określona zostaje współrzędna absolutna pozycji suportu tokarki we Współrzędnych Bazy Programu. Od tak określonej pozycji można rozpocząć obróbkę przedmiotu zgodnie z treścią POT.**

Funkcję G54 można programować w bloku łącznie z poleceniem ruchu lub bez polecenia ruchu. Wyjaśniono to na przykładach:

#### PRZYKŁAD 1:

N5 **G54** G0 (lub G1 F5) G90 **D2xx** X+43 Z+43

gdzie: X, Z współrzędne absolutne względem bazy programu.

W wyniku wykonania tak zaprogramowanego bloku nastąpi ruch G0 lub G1 od aktualnej pozycji maszyny określonej we współrzędnych maszynowych do pozycji określonej przez współrzędne X Z względem bazy programu. Tym samym osiągnięta zostanie ściśle określona pozycja w stosunku do obrabianego przedmiotu.



**PRZYKŁAD 2 :**

N4 **G54 D2xx**  
N5 G0 (lub G1 F5) G90 X+43 Z+43

W wyniku wykonania tak zaprogramowanej sekwencji bloków ruch do pozycji określonej przez współrzędne XZ wykonany zostanie dopiero w bloku **N5**, przy czym współrzędna maszyny względem bazy programu określona zostanie w bloku **N4**.

Można stosować również sposób programowania G54 pozwalający na wykonanie ruchu do pozycji XZ określonej jak wyżej w dwóch blokach.

Np.

N4 **G54** G0 (lub G1 F5) G90 **D2xx** X+43  
N5 Z+43

W podanych wyżej przykładach funkcję **G90** można zastąpić funkcją **G91**. W tym przypadku współrzędne XZ będą współrzędnymi przyrostowymi odniesionymi do aktualnej pozycji maszyny. Ten sposób programowania ma ograniczony zakres zastosowań, gdyż w wyniku nie zostanie osiągnięta pozycja w stosunku do obrabianego przedmiotu. Będzie ona natomiast określona przyrostowo w stosunku do położenia początkowego maszyny.

**Baza Pomiarowa może być wywoływana wielokrotnie** w trakcie wykonywania programu zgodnie z opisanymi wyżej zasadami. Każde wywołanie Bazy Pomiarowej kasuje poprzednie przesunięcia układu współrzędnych wprowadzone przez funkcje: G54, G55 i G92.

**Kasowanie bazy pomiarowej** następuje poprzez zaprogramowanie słowa **D0** w bloku zgodnie z następującą strukturą bloku::

**N5 G54 D0**

Tak zaprogramowany blok kasuje również wszystkie przesunięcia układu współrzędnych wprowadzone przez funkcje G55 i G92.

### 3.6.2. KOREKCJA BAZY POMIAROWEJ - FUNKCJA G55.

**Korekcja Bazy Pomiarowej** wykonana zostanie w bloku, w którym zaprogramowano funkcję **G55** łącznie ze słowami adresowymi **X, Z** lub dodatkowo ze słowem adresowym **od D300 do D324**. Korekcja wykonana zostanie tylko dla tych współrzędnych, dla których zaprogramowano adresy X, Z. Możliwe są trzy różne sposoby dokonania korekcji. Każdy z nich programowany jest zgodnie z następującymi strukturami bloku:

#### STRUKTURA 1

N5 G55 X+43 Z+43

W wyniku wykonania tak zaprogramowanego bloku:

- Baza Pomiarowa a tym samym i aktualna Baza Programu zostanie skorygowana o wektor, którego składowe określają słowa X i Z.
- Wyznaczone zostaną współrzędne absolutne aktualnej pozycji maszyny względem skorygowanej bazy programu ( wykonanie bloku nie powoduje ruchu maszyny ).

#### STRUKTURA 2

N5 G55 G90 G0 (lub G1 F5) D3xx X+43 Z+43

W wyniku wykonania tak zaprogramowanego bloku:

- Baza Pomiarowa a tym samym i Baza Programu zostanie skorygowana o wektor, którego składowe określa słowo D3xx. Składowe wektora mają format: **+023**.
- Wykonany zostanie ruch G0 lub G1 do pozycji określonej przez współrzędne X, Z w stosunku do skorygowanej Bazy Programu.

Funkcję G90 można zastąpić funkcją G91 ( uwagi jak dla G54 ).

#### STRUKTURA 3

N5 G55 **G91** G0 D3xx X0 Z0

W wyniku wykonania tak zaprogramowanego bloku:

- Baza Pomiarowa a tym samym i Baza Programu zostanie skorygowana o te składowe wektora określonego przez D3xx, dla których zaprogramowano słowa: X0 i/lub Z0
- Wykonanie bloku nie spowoduje ruchu.

**UWAGA:** Korekcja bazy pomiarowej może być wywoływana wielokrotnie w trakcie wykonywania programu. Wektor określający korekcję odniesiony jest do bazy pomiarowej. W przypadku wywołania korekcji zgodnie ze STRUKTURĄ 1 odniesiony jest do bazy pomiarowej wywołanej funkcją G54 i ewentualnie skorygowanej zgodnie ze STRUKTURAMI 2 lub 3. W przypadku wywołania korekcji zgodnie ze STRUKTURAMI 2 lub 3 odniesiony jest do bazy pomiarowej wywołanej funkcją G54 i ewentualnie skorygowanej zgodnie ze STRUKTURĄ 1.

**Kasowanie korekcji bazy pomiarowej** następuje poprzez zaprogramowanie słowa **D0** w bloku zgodnie z formatem:

**N5 G55 D0**

Tak zaprogramowany blok kasuje wszystkie przesunięcia układu współrzędnych wprowadzone wyłącznie przez funkcje G55.

### **3.6.3. PROGRAMOWANIE WE WSPÓLRZĘDNYCH MASZYNOWYCH - G53.**

W trakcie wykonywania programu może zaistnieć konieczność wykonania ruchu do punktu określonego we współrzędnych maszynowych ( mimo iż cały program wykonywany jest w odniesieniu do ZP ) - np. w przypadku wymiany narzędzia. Operację tę można wykonać programując funkcję **G53** zgodnie z następującymi strukturami:

#### **STRUKTURA 1**

**N5 G53 G0 ( lub G1 F5 ) G90 X+43 Z+43**

W wyniku tak zaprogramowanego bloku wykonany zostanie ruch do pozycji X... , Z... określonej we współrzędnych maszynowych. Wykonanie następnego przesunięcia we współrzędnych maszynowych wymaga ponownej deklaracji funkcji G53.

#### **STRUKTURA 2**

**N5 G53 G0 ( lub G1 F5) G90 D4xx X0 Z0**

W wyniku tak zaprogramowanego bloku wykonany zostanie ruch do pozycji X... , Z... zapisanej pod adresem od **D400** do **409**. Ruch wykonany zostanie dla współrzędnych, dla których zadeklarowano słowa: X0, Z0. Wykonanie następnego przesunięcia we współrzędnych maszynowych wymaga ponownej deklaracji funkcji G53.

### 3.6.4. PRZESUNIĘCIE BAZY PROGRAMU - G92.

**Przesunięcie Bazy Programu** ( zmiana początku układu współrzędnych programu obróbki - ZP) następuje w bloku, w którym zaprogramowano **funkcję G92 łącznie ze słowami: X.... Z....** .

Znaczenie liczb zapisanych pod adresami X Z zależne jest od funkcji **G91 lub G90**. W przypadku G91 liczby te określają bezpośrednio wektor przesunięcia początku układu współrzędnych, natomiast w przypadku G90 określają współrzędne absolutne aktualnego punktu konturu w nowym układzie współrzędnych.

**UWAGA:** Deklaracja G91 lub G90 musi być dokonana w blokach poprzedzających blok zawierający funkcję G92. Funkcji G91 i G90 nie można programować w bloku zawierającym funkcję G92.

Przesuwanie bazy programu umożliwia programowanie różnych fragmentów konturu przedmiotu w różnych, wzajemnie równoległych układach współrzędnych. Operacja ta ułatwia w istotny sposób proces opracowania programu obróbki.

**Funkcja G92 programowana jest** zgodnie z następującymi strukturami:

#### STRUKTURA 1

```
.....  
Nxxxxx G91 .....
```

```
.....  
Nxxxxx G92 X+43 Z+43  
.....
```

W wyniku tak zaprogramowanego bloku:

- Baza Programu zostanie przesunięta o wektor, którego składowe określają słowa X, Z .
- Słowa X, Z zostaną dodane do poprzednio kumulowanych przesunięć układu współrzędnych.
- Wyznaczone zostaną współrzędne absolutne aktualnego punktu konturu względem nowego ( przesuniętego ) układu współrzędnych.
- Wykonanie bloku nie spowoduje ruchu maszyny.

## STRUKTURA 2

Nxxxxx G90 .....

.....

.....

Nxxxxx **G92 X+43 Z+43**

W wyniku tak zaprogramowanego bloku:

- Współrzędne X, Z staną się nowymi współrzędnymi absolutnymi aktualnego punktu konturu względem nowego ( przesuniętego ) układu współrzędnych,
- Wyznaczony będzie wektor, o jaki przesunięty zostanie układ współrzędnych na skutek zmiany współrzędnych absolutnych. Wektor ten dodany zostanie do poprzednio kumulowanych przesunięć układu współrzędnych.
- Wykonanie bloku nie spowoduje ruchu maszyny.

### 3.7. KOMPENSACJA DŁUGOŚCI NOŻA.

**Kompensacją długości noża** nazwano operację przesunięcia bazy programu o długość noża. Jest to operacja typu " zero offset " (patrz rozdz.3.6), w wyniku której ostrze noża doprowadzone zostanie zawsze do tego samego punktu , niezależnie od długości noża.

- W przypadku gdy program wykonywany jest **bez kompensacji promienia noża** (parametry P1 i P6 mają wartości zerowe - patrz następna strona) koniec ostrza noża **K** doprowadzony zostaje do początku konturu - patrz Rys. 3.21.
- W przypadku gdy program wykonywany jest **z kompensacją promienia noża** (parametry P1 i P6 mają wartości różne od zera) środek krzywizny ostrza noża **S** doprowadzony zostaje do punktu początkowego odcinka prostej stanowiącej dobieg do konturu - patrz Rys. 3.22.

Nóż mierzony jest od wybranego punktu odniesienia **PO** na głowicy rewolwerowej, który nie zmienia swojego położenia we współrzędnych maszynowych przy obrocie głowicy. Dwa przykłady wyboru takiego punktu odniesienia pokazują Rys. 3.20 A i B (na następnej stronie).

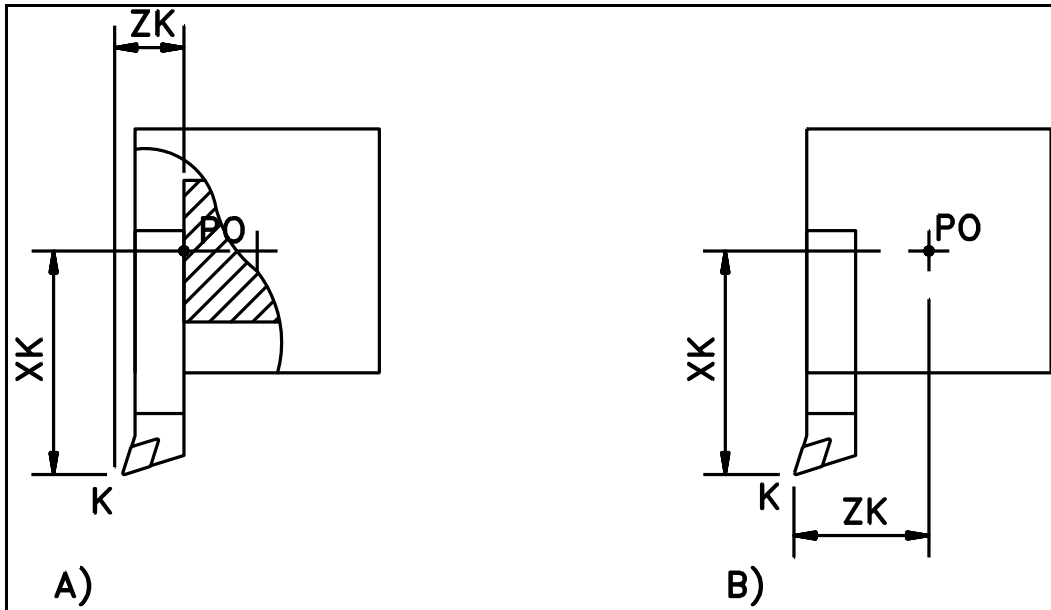
Za **koniec ostrza noża K** dla przypadków od **P1=1 do P1=4** ( patrz tablica korektorów i Rys. 3.26 ) przyjmuje się punkt przecięcia się prostych stycznych do krzywizny ostrza noża i równoległych odpowiednio do osi X i Z, natomiast dla przypadków od **P1=5 do P1=8** za koniec **K** przyjmuje się punkt styku krzywizny ostrza noża z prostą równoległą odpowiednio do osi X lub Z.

Kierunek ostrza noża jest wyznaczony przez wzajemne położenie **środk**a krzywizny **ostrza noża S** i **końca ostrza noża K**. W tablicy korektorów jest on zapisywany jako parametr P1. Na Rys. 3.26 podano sposób określania parametru P1.

**Długość noża** ( jednocześnie wielkość kompensacji promienia ) określona jest przez parametry zapisane w tablicy korektorów narzędzi w pamięci danych pod adresami od **D1 do D99** w **polach: P1 do P6** . Parametry te określają wielkości składowych długości noża w kierunku osi X i w kierunku osi Z oraz kierunek ostrza noża i promień krzywizny ostrza noża.

Tablica korektorów – wykaz pól:

P1	– kierunek ostrza noża - liczba od 0 do 9	( patrz Rys. 3.26 )
P2	– długość noża LOX - składowa w kierunku osi X	( format: +03. 3 )
P3	– długość noża LOZ - składowa w kierunku osi Z	( format: +03. 3 )
P4	– korekcja długości noża LOXz - skład. w kier. osi X	( format: +01. 3 )
P5	– korekcja długości noża LOZz - skład. w kier. osi Z	( format: +01. 3 )
P6	– Promień krzywizny ostrza noża	( format: +03. 3 )



Rys. 3.20 Długość noża mierzona do punktu K.

**Kompensacja długości noża** w kierunku **X** i **Z** wykonana zostanie w bloku zawierającym słowo **Dxx** określające nową wartość kompensacji oraz słowa definiujące ruch **G0/G1** w kierunku osi **X** i/lub **Z**. Słowo **Dxx** może być również umieszczone w jednym z bloków poprzedzających blok definiujący ruch **G0/G1**. Kompensacja zostanie wykonana dla obu osi w bloku, w którym jeden z kierunków ruchu został zadeklarowany po raz pierwszy.

Kompensacja długości noża wprowadzana jest addytywnie. Wielkość przesunięcia w kierunku **X** określa suma liczb zapisanych w polach **P2** i **P4**. Podobnie wielkość przesunięcia w kierunku **Z** określa suma liczb zapisanych w polach **P3** i **P5**.

**Programowanie kompensacji długości noża polega na:**

- zadeklarowaniu w wybranym bloku programu słowa Dxx,
- zaprogramowaniu w wybranym bloku ( lub blokach ) funkcji ruchu G0/G1 w kierunku X i/lub Z,
- wpisaniu do tablicy korektorów narzędzi odpowiednich liczb w pola **od P1 do P6**.

Zakres liczb, które mogą być wpisane:

w pole P2 i P3:     $\pm 999.999$

w pole P4 i P5:     $\pm 9.999$

Znaki liczb wpisywanych w pola **P2** i **P3** zależne są od kierunku i zwrotu wektora (**PO,K**). Przyjęto, że składowe te są  **dodatnie**, gdy ich zwrot jest przeciwny do zwrotu odpowiednich osi X i Z maszyny – patrz Rys. 3.19 i rozdz. 2 – Osie sterowania. Zasada ta obowiązuje również przy określaniu znaków liczb wpisywanych w pola **P4** i **P5**.

W pole P1 wpisywana jest liczba od 1 do 9 określająca kierunek ostrza noża ( patrz Rys. 3.26 ).

W pole P6 wpisywana jest liczba określająca promień ostrza noża.

**UWAGA:**    W przypadku gdy program ma być wykonany bez kompensacji promienia noża (założono zerowy promień ostrza noża) w pola P1 i P6 należy wpisać wartości:

**P1 = 0**

**P6 = 0**

**Kasowanie kompensacji długości noża**

**Kasowanie kompensacji długości noża w kierunku X i Z następuje w bloku zawierającym słowo D0 ( deklaracja adresów X i/lub Z nie jest konieczna). Operacja nie wywołuje ruchu.**



**Przykłady programowania kompensacji długości noża.**

**PRZYKŁAD 1**

.....  
N20 G0.....  
N30 Z-250 X100 D9 .... (wprowadzenie kompensacji zgodnie z D9)  
.....

**PRZYKŁAD 2**

.....  
.....  
N20 G0 D9 ..... (kompensacja w kierunku Z i X zgodnie z D9)  
N30 Z-250.....  
N35 X100.....  
.....  
.....  
N180 G0 .....  
N190 D0 ..... (kasowanie kompensacji)

**PRZYKŁAD 3**

.....  
.....  
N20 G0 D9 .....  
N30 Z-250 ..... (wprowadzenie kompensacji zgodnie z D9;  
P2=200, P3=100)  
.....  
.....  
N100 RD9.2=20 RD9.3=10  
N110 Z-300 D9..... (wprowadzenie kompensacji zgodnie z D9 po  
dokonanym podstawieniu w bloku N100;  
patrz rozdz. 5 - parametry specjalne)  
.....

**Sposób pomiaru długości noża i wprowadzanie kompensacji długości do pamięci danych o adresach od D1 do D99 omówiono w Instrukcji Obsługi PRONUM 630 T w rozdziale. 2.3.2 - Pomiar długości narzędzia.**

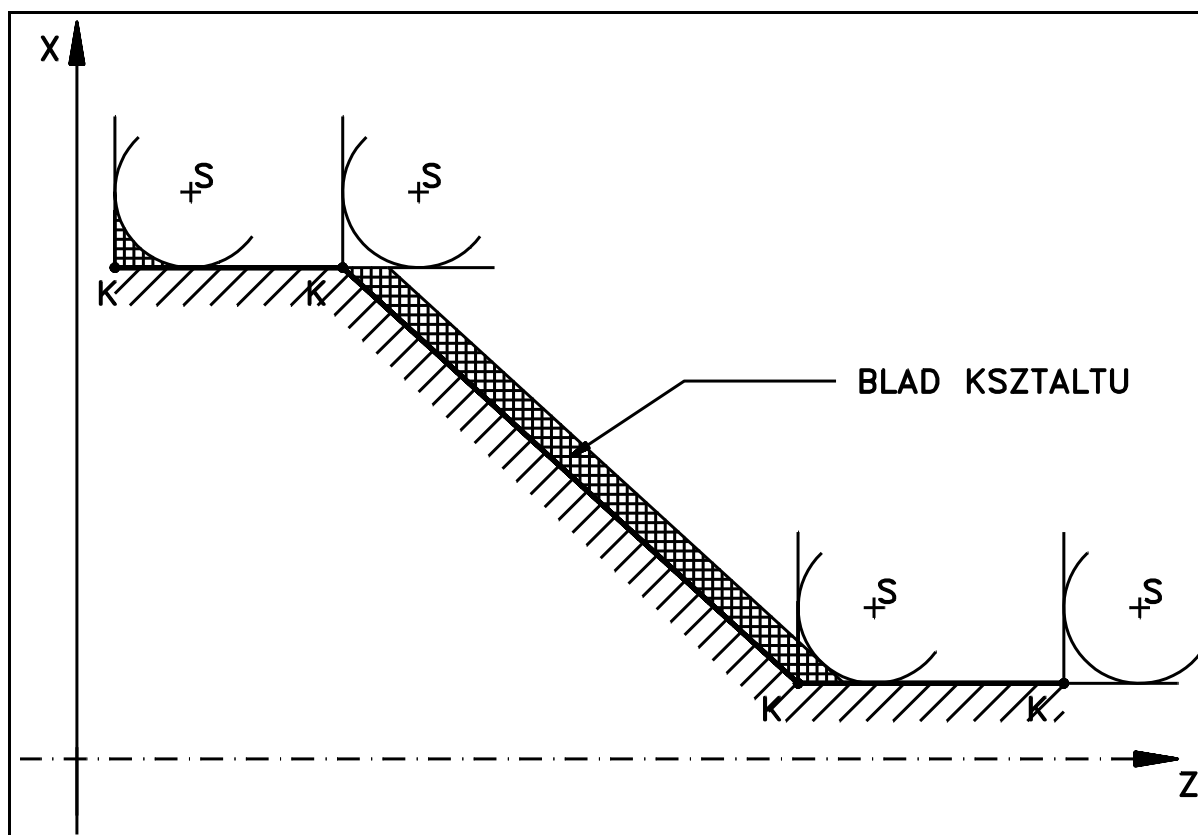
## 3.8. KOMPENSACJA PROMIENIA NOŻA - G40/G41/G42.

### 3.8.1. WPROWADZENIE.

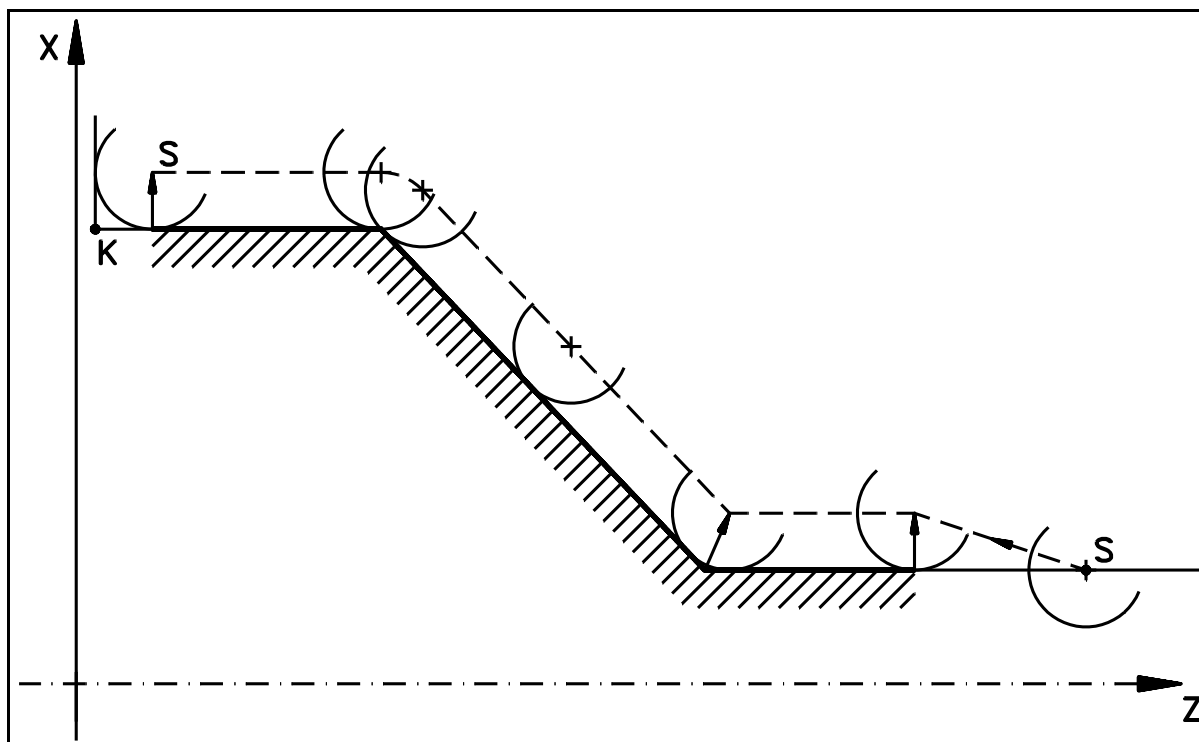
Dosunięcie noża do materiału wykonane tak, że koniec ostrza noża **K** zostaje doprowadzony do początku konturu i program wykonany jest **bez kompensacji promienia noża** może spowodować powstanie błędów kształtu - patrz Rys. 3.21. Wielkość powstałego błędu zależy od promienia ostrza noża i kąta nachylenia stycznej do konturu. Poprawnie wykonane zostaną tylko odcinki konturu równoległe do osi układu współrzędnych: **X** lub **Z**.

**Uwaga:** Na rysunkach ostrze noża będzie przedstawiane w postaci części łuku okręgu - wyjaśnia to Rys. 3.26 A.

Eliminację błędu kształtu można uzyskać w przypadku, gdy środek krzywizny ostrza noża porusza się wzdłuż krzywej oddalonej od konturu o promień krzywizny ostrza – patrz Rys. 3.22. Spełnienie tego warunku wymaga wykonania operacji **kompensacji promienia noża**. ( Jest to pełna analogia do kompensacji promienia freza stosowanej w układach sterowania frezarek ).



Rys. 3.21 Wykonanie programu bez kompensacji promienia noża.



Rys. 3.22 Wykonanie programu z kompensacją promienia noża.

**Kompensacją promienia noża** nazwano operację wyznaczania toru, po którym porusza się środek krzywizny ostrza noża (punkt **S**) w trakcie wykonywania programu obróbki. Tor ten nazywany będzie w dalszej części rozdziału w skrócie : **Torem noża**. Program obróbki określa w tym przypadku **kontur przedmiotu** - zarys przedmiotu po obróbce. Tor noża odległy jest natomiast od konturu o promień noża i stanowi jego **ekwidystantę** ( termin " **ekwidystanta** " używany będzie w dalszej części rozdziału ). Ten sposób programowania geometrii obróbki jest najprostszy, najczęściej stosowany i zalecany w większości przypadków. Nie wymaga on od programisty wykonywania obliczeń współrzędnych toru noża. Obliczenia te wykonuje automatycznie układ sterowania.

Przesunięcie toru noża względem konturu przedmiotu wyznaczane jest na podstawie:

- Funkcji przygotowawczych G41 i G42 zadeklarowanych w treści POT tworzących łącznie z funkcją G40 grupę funkcji modalnych, określających stronę, po której usytuowany jest tor względem konturu – patrz rozdz. 3.8.2,
- Wielkości kompensacji określonej przez liczbę względną zapisaną w tablicy korektorów narzędzi w pamięci danych pod adresami od D1 do D99 w polu P6 (patrz rozdz. 1.4). Wartość bezwzględna liczby zapisanej w polu P6 równa jest promieniowi krzywizny ostrza noża.

### 3.8.2. OKREŚLENIA I DEFINICJE.

**STRONA TORU:** Tor środka ostrza noża może być usytuowany po **LEWEJ** lub po **PRAWYJ** stronie konturu patrząc zgodnie ze zwrotem ruchu narzędzia. Stronę toru względem konturu określają funkcje **G41** i **G42**. Przy określaniu strony toru należy zachować zasadę patrzenia na płaszczyznę ZX opisaną w rozdz. 2.

#### FUNKCJA

#### DZIAŁANIE

**G41**

Aktywność funkcji oznacza, że tor noża znajduje się po lewej stronie konturu.

Obróbka typu: " **za osią** "

Rys. 3.23 A

Obróbka typu: " **przed osią** "

Rys. 3.23 D

**G42**

Aktywność funkcji oznacza, że tor noża znajduje się po prawej stronie konturu.

Obróbka typu: " **za osią** "

Rys. 3.23 B

Obróbka typu: " **przed osią** "

Rys. 3.23 C

**G40 •**

Aktywna po włączeniu lub zerowaniu układu sterowania; Aktywność funkcji oznacza, że sterowanie wykonywane jest wzdłuż toru określonego w treści programu (toru zaprogramowanego); G40 użyta po G41 lub G42 powoduje kasowanie kompensacji promienia noża.

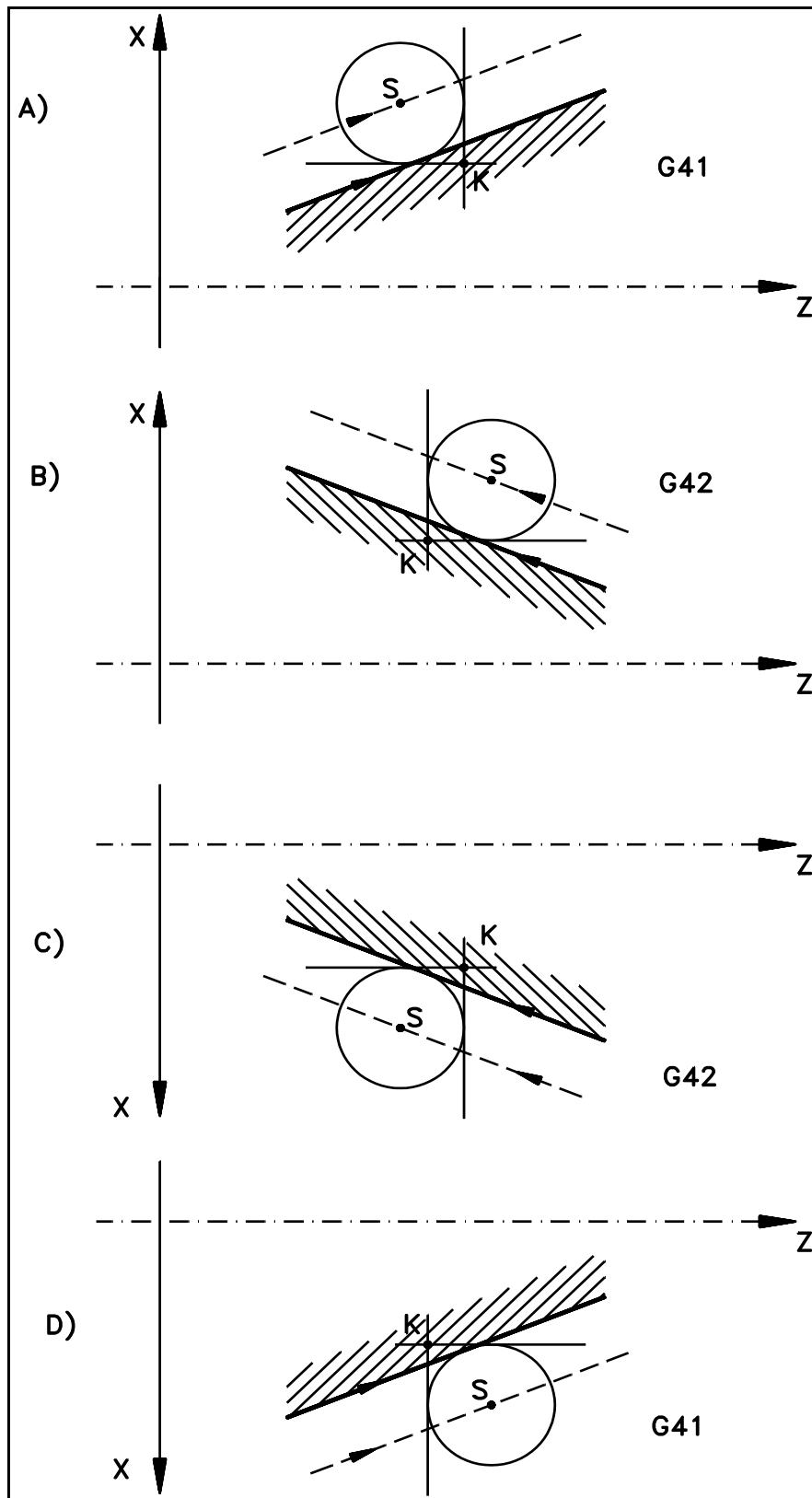
Podana wyżej definicja strony słuszna jest w przypadku gdy :  $( P6 ) > 0$ .

W przypadku gdy :  $( P6 ) < 0$  następuje zmiana strony zgodnie z następującą zasadą:

gdy: G41 i  $(P6) < 0 \rightarrow$  G42 i  $(P6) > 0$

gdy: G42 i  $(P6) < 0 \rightarrow$  G41 i  $(P6) > 0$

**UWAGA:** Przypadek:  $(P6) > 0$  jest przypadkiem typowym i najczęściej stosowanym. Strona wykonywana w wyniku kompensacji jest zgodna ze stroną deklarowaną w POT. Zaleca się programowanie dodatniej kompensacji promienia noża



Rys. 3.23 Określenie strony toru środka ostrza noża względem konturu.

## WEKTOR KOMPENSACJI

Wektor określający przesunięcie toru środka krzywizny ostrza noża względem zaprogramowanego konturu przedmiotu. Oznaczany będzie symbolem: **WK**.

Wektor kompensacji określają :

- Kierunek: Kierunek WK określa prosta prostopadła do konturu.
- Długość: Długość WK równa jest promieniowi ostrza noża.
- Zwrot: Zwrot WK określają funkcje G41/G42 oraz znak liczby zapisanej w polu P6.

## OBRÓBKA ZEWNĘTRZNA i WEWNĘTRZNA:

Rozróżnienie tych pojęć ma znaczenie dla obróbki na styku dwóch kolejnych odcinków konturu. W przypadku, gdy długość dwóch kolejnych odcinków konturu jest mniejsza od długości odpowiadającego im toru używa się określenia **obróbka zewnętrzna** - patrz Rys. 3.24. W przeciwnym przypadku używa się określenia **obróbka wewnętrzna** - patrz Rys. 3.25.

## PUNKT SKRÓTU:

Punkt w którym w przypadku obróbki wewnętrznej przecinają się dwa kolejne odcinki ekwidystanty konturu. Oznaczony będzie symbolem **PS** - patrz Rys. 3.25 A, B, D. W punkcie tym następuje skrócenie toru.

## WEKTOR SKRÓTU:

Wektor łączący punkt przecięcia się odcinków konturu i punkt skrótu. Oznaczony będzie na rysunkach symbolem **WS**.

### 3.8.3. PODSTAWOWE ZASADY WYZNACZANIA TORU NOŻA.

Dla każdego odcinka konturu wyznaczone są wektory kompensacji, przy czym dla odcinka prostej wyznaczany jest jeden, a dla łuku okręgu dwa wektory związane z początkiem i końcem łuku.

Każdy zaprogramowany odcinek konturu jest odwzorowywany na odpowiadający mu odcinek toru. Odwzorowanie to polega na dokonaniu równoległego przesunięcia o wektor kompensacji ( przypadek odcinka prostej ) lub o wektory kompensacji (przypadek łuku okręgu ).

#### **Przypadek obróbki zewnętrznej - Rys. 3.24**

Każdy odcinek linii prostej toru odpowiada dokładnie pod względem wymiarów geometrycznych odcinkowi konturu.

Każdy łuk okręgu ma powiększony promień krzywizny o długość WK z jednoczesnym zachowaniem kąta środkowego łuku.

Tak powstałe odcinki toru łączone są z zasady **łukiem korekcyjnym** zataczanym pomiędzy dwoma WK związanymi z początkiem i końcem dwóch kolejnych odcinków konturu.

#### **Przypadek obróbki wewnętrznej –Rys. 3.25**

Dla każdej pary kolejnych odcinków konturu wyznaczany jest **punkt skrót**, który kończy i rozpoczyna odcinki toru. Jedyne odstępstwo od tej zasady ma miejsce w przypadku, gdy odcinki konturu są do siebie styczne - patrz Rys. 3.25 C.

Wyznaczenie punktu skrót w miejsce wykonania łuku korekcyjnego stanowi podstawową różnicę w stosunku do przypadku kompensacji zewnętrznej.

Każdy łuk okręgu toru ma zmniejszony promień krzywizny o długość WK w stosunku do łuku konturu. Kąt środkowy zachowany jest jedynie w przypadku, gdy łuk okręgu jest styczny do obu łączących się z nim odcinków konturu.

Na Rys. 3.24 i Rys. 3.25 pokazano typowe, wybrane przypadki styków odcinków konturu.

#### **obróbka zewnętrzna**

Rys. 3.24 A - styk dwóch odcinków prostej,

Rys. 3.24 B - styk odcinka prostej i łuku okręgu ( lub łuku okręgu i odcinka prostej),

Rys. 3.24 C - styk dwóch łuków okręgu,

Rys. 3.24 D - przejście styczne odcinka prostej i łuku okręgu.

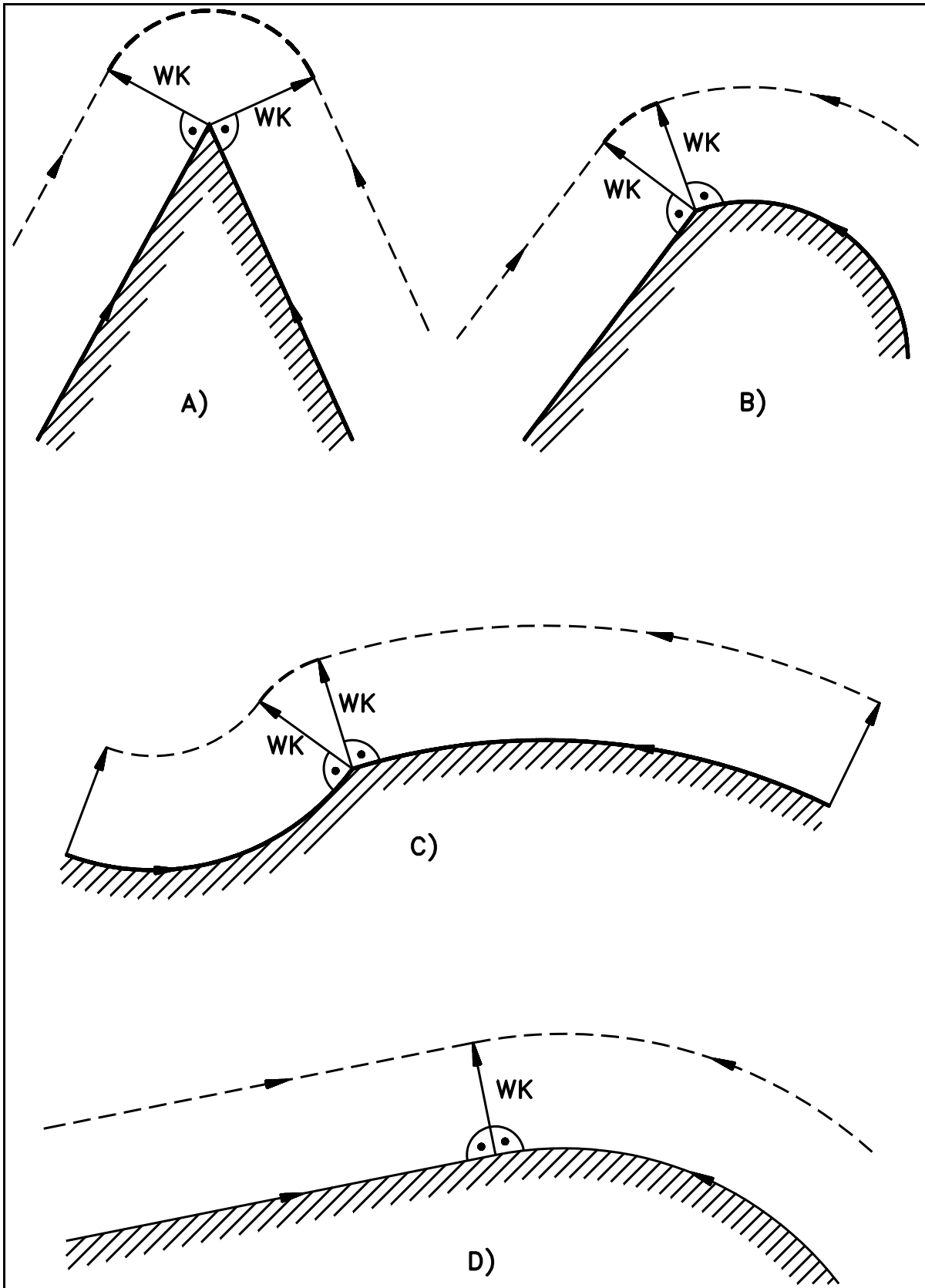
#### **obróbka wewnętrzna**

Rys. 3.25 A - styk dwóch odcinków prostej,

Rys. 3.25 B - styk odcinka prostej i łuku okręgu,

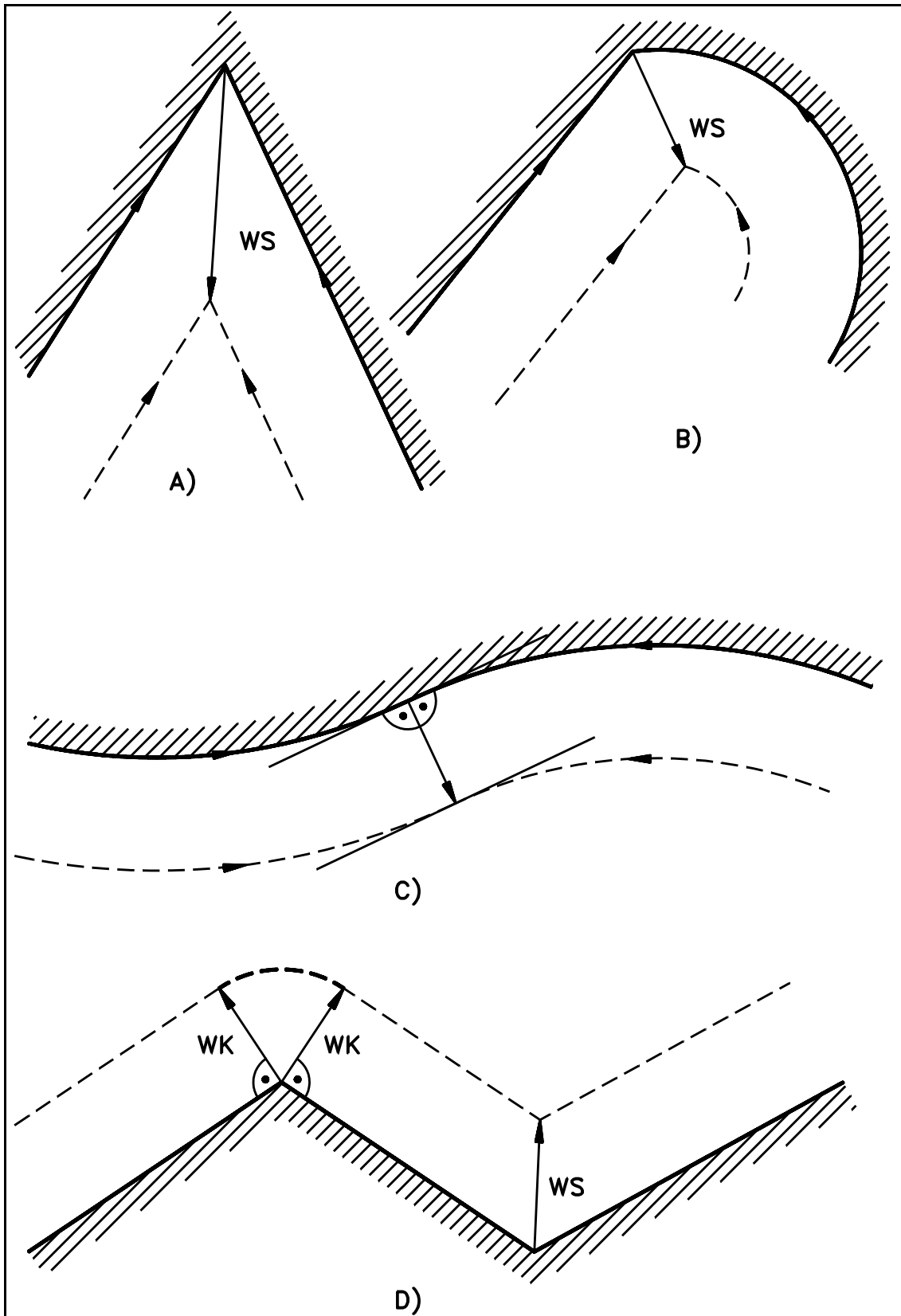
Rys. 3.25 C - styk dwóch stycznych do siebie łuków okręgu,

Rys. 3.25 D - trzy kolejne odcinki prostej – przypadek kompensacji zewnętrznej i wewnętrznej.



Rys. 3.24 Obróbka zewnętrzna.  
Rys. 3.24 Obróbka zewnętrzna.





Rys. 3.25 Obróbka wewnętrzna.  
Rys. 3.25 Obróbka wewnętrzna.

### 3.8.4. PROGRAMOWANIE KOMPENSACJI PROMIENIA NOŻA.

**Kompensację promienia noża rozpoczyna się** w bloku, w którym zaprogramowano funkcję **G41** lub **G42** łącznie z ruchem wzdłuż odcinka prostej lub w bloku zawierającym ruch wzdłuż odcinka prostej zaprogramowanym bezpośrednio po bloku bez posuwu zawierającym funkcje **G41** lub **G42** . W bloku tym wykonywana jest operacja przejścia z **toru zaprogramowanego w POT na ekwidystantę konturu (na tor środka krzywizny noża)** zgodnie z uprzednio lub w tym bloku zadeklarowaną wartością kompensacji pod adresem **Dxx**. Operację tę nazwano " **Wejściem na tor skompensowany** " (patrz. rozdz. 3.8.4.1). Wykonywana jest zawsze wzdłuż odcinka prostej.

**Wejście na tor skompensowany** ( patrz Rys. 3.27, Rys. 3.28, i Rys. 3.29 ) wykonywane jest wzdłuż wektora **KW**, którego początek pokrywa się z początkiem odcinka nazwanego tu odcinkiem " dobiegu do konturu ", a koniec wyznacza wektor kompensacji lub skrót.

**Uwaga:** Wejście na tor skorygowany poprzedza zawsze ( za wyjątkiem przypadku gdy parametr  $P1=9$  ) operacja przesunięcia suportu o wektor **SK** - patrz Rys. 3.26. Jest operacją typu " zero offset " wykonywaną w ramach kompensacji długości noża, w wyniku której środek krzywizny ostrza noża zostaje przesunięty do punktu położonego na torze zaprogramowanym.

**Kompensacja kończy się** w bloku, w którym zaprogramowano funkcję **G40** łącznie z **ruchem wzdłuż odcinka linii prostej**. W bloku tym wykonywana jest operacja przejścia z toru skompensowanego na tor zaprogramowany. Operację tę nazwano : " **Zejściem z toru skompensowanego** "( patrz rozdz. 3.8.4.2 ). Wykonywana jest wzdłuż wektora , którego początek wyznacza wektor kompensacji lub skrót związany z początkiem odcinka prostej zaprogramowanego łącznie z G40, a koniec z końcem tego odcinka. Patrz: Rys. 3.30 i Rys. 3.31.

### PROGRAMOWANIE KOMPENSACJI PROMIENIA NOŻA wymaga:

- zadeklarowania w wybranych blokach programu funkcji z grupy : **G41, G42, G40**
  - ♦ **Funkcja G41 lub G42** wywołuje kompensację promienia noża - przejście z toru zaprogramowanego na tor skompensowany.  
Sposób deklaracji G41 lub G42 oraz wykonanie operacji wejścia na tor skompensowany opisano szczegółowo w rozdz. 3.8.4.1.
  - ♦ **Funkcja G40** wywołuje kasowanie kompensacji promienia noża - przejście z toru skompensowanego na tor zaprogramowany.  
Sposób deklaracji G40 oraz wykonanie operacji zejścia z toru skompensowanego opisano szczegółowo w rozdz. 3.8.4.2.
- zadeklarowania w jednym z bloków poprzedzających blok z funkcją G41 lub G42 adresu **Dxx** ( od D1 do D99 ) określającego KOREKTOR NARZĘDZIA ( zwykle deklaracja ta dokonywana jest w blokach wywołujących kompensację długości ),
- wpisania do tablicy korektorów narzędzi odpowiednich liczb w pola **P6 i P1** (patrz rozdz. 3.7 – opis pól tablicy korektorów narzędzi). Kompensacja wywoływana jest i kasowana zgodnie z zawartością tablicy korektorów narzędzi umieszczonej w Pamięci Danych pod ostatnio zadeklarowanym w POT adresem od D1 do D99.

W pole **P6** należy wpisać liczbę określającą promień noża. (Znak liczby może dodatkowo zmienić stronę toru - patrz rozdz. 3.8.2).

Zakres liczb wpisywanych w pole P6:                    **± 999.999 mm**

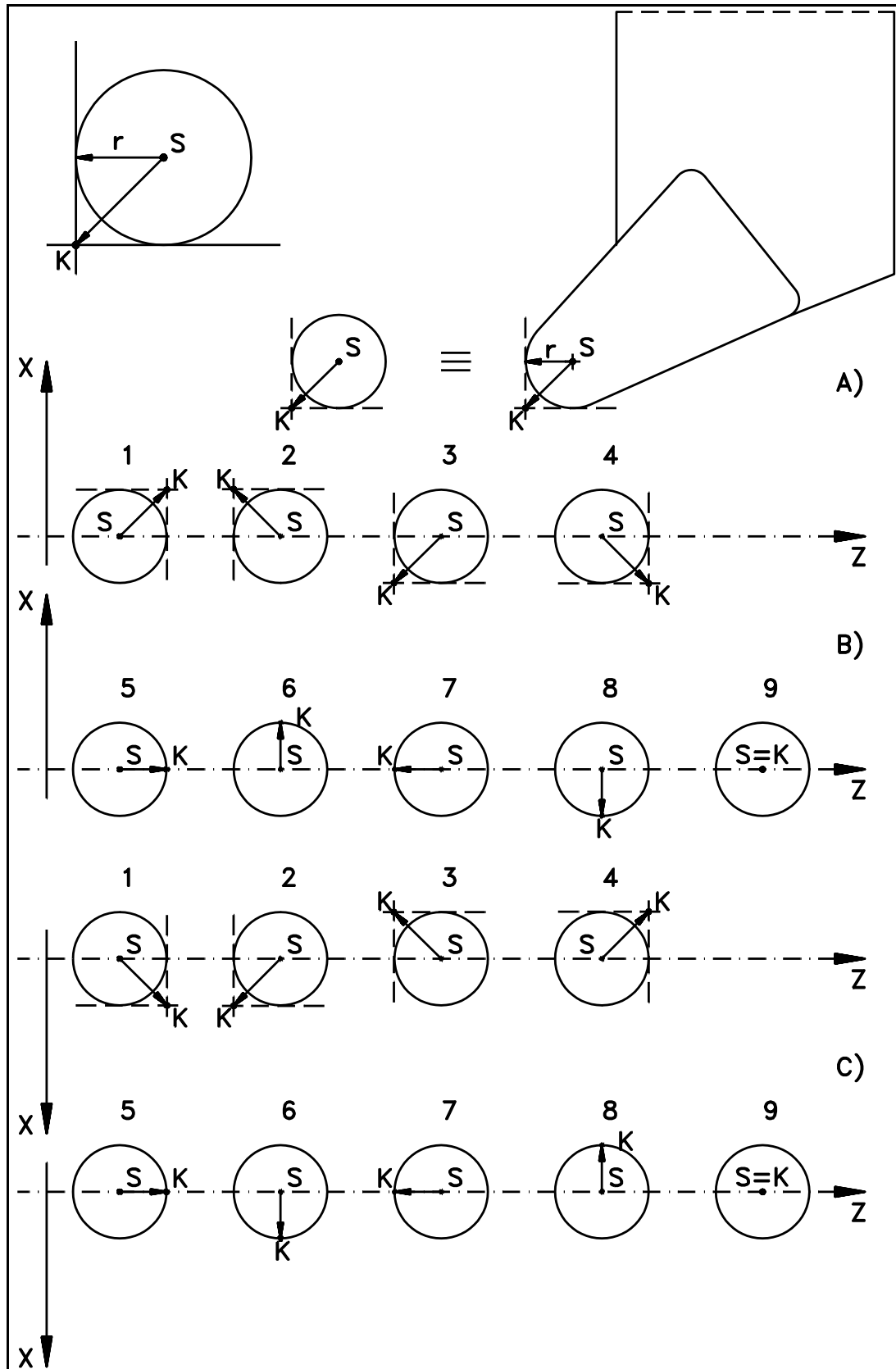
W pole **P1** należy wpisać cyfrę **od 1 do 8** określającą kierunek i zwrot wektora **SK**. Sposób przyporządkowania w/w cyfr określono na Rys. 3.26 .

Przypadek obróbki " **za osią wrzeciona** "           określa    Rys. 3.26 B.  
Przypadek obróbki " **przed osią wrzeciona** "       określa    Rys. 3.26 C.

W przypadku gdy długość noża mierzona jest do środka promienia krzywizny, w pole **P1** należy wpisać cyfrę **9**.

### ZALECENIA:

1. Zaleca się, aby na torze skompensowanym wszystkie operacje na parametrach **R** oraz instrukcje skoków programowane były wyłącznie w blokach zawierających ruch, przy czym instrukcję skoku należy programować zawsze jako ostatnie słowo w bloku. Odstępstwo od tego założenia może powodować błędne wykonanie programu.
2. Zaleca się, aby przy wykonywaniu wszystkich operacji zmiany toru linia wyznaczająca ruch krawędzi tnącej noża nie przecinała konturu przedmiotu. Odstępstwo od tego zalecenia prowadzi do uszkodzenia przedmiotu.
3. Zaleca się, aby dojście/odejście krawędzi tnącej noża do/od konturu przedmiotu odbywały się po stycznej, przy czym zalecenie to nie jest obligatoryjne. Decyzję podejmuje technolog.



Rys. 3.26 Kierunek i zwrot wektora SK.

**W przypadkach szczególnych** dopuszcza się możliwość programowania funkcji **G41** lub **G42**, gdy jedna z tych funkcji jest już aktywna.

- Zaprogramowanie funkcji **G41** gdy aktywna jest **G42** lub **G42** gdy aktywna jest **G41** powoduje zmianę strony, tzn. przejście na drugą stronę zaprogramowanego konturu. Przypadek zmiany strony omówiono w rozdz. 3.8.5.
- Powtórzenie funkcji **G41** lub **G42** łącznie z ruchem wzdłuż odcinka linii prostej i jednoczesną deklaracją w tym samym bloku nowego adresu **Dxx** powoduje zmianę toru z jednoczesnym zachowaniem strony ( zmianę dystansu oddzielającego tor od konturu. ). Przypadek zmiany toru omówiono w rozdz. 3.8.5.

Prędkość posuwu po torze skorygowanym określa dodatkowo grupa dwóch funkcji modalnych: **G45** i **G46**.

#### FUNKCJA

#### DZIAŁANIE

- |              |   |
|--------------|---|
| <b>G45</b> • | Aktywna po włączeniu lub zerowaniu układu sterowania; Programowana łącznie z funkcjami <b>G41</b> lub <b>G42</b> powoduje, że prędkość posuwu krawędzi tnącej noża wzdłuż konturu detalu będzie równa prędkości założonej przez programistę i zapisanej w słowie <b>F</b> .   |
| <b>G46</b>   | Programowana łącznie z funkcjami <b>G41</b> lub <b>G42</b> powoduje, że prędkość posuwu środka krzywizny ostrza noża będzie równa prędkości zaprogramowanej w słowie <b>F</b> . Prędkość krawędzi tnącej noża na łukach okręgów będzie zatem od niej różna i zależna od stosunku promienia ostrza noża do promienia łuku. |

### 3.8.4.1. WEJŚCIE NA TOR SKOMPENSOWANY.

Wyróżnia się trzy przypadki wejścia na tor skompensowany w zależności od:

- sposobu programowania (funkcje G41 lub G42 mogą być programowane w bloku łącznie z ruchem wzdłuż odcinka prostej G1/G0 lub w bloku poprzednim),
- konfiguracji konturu,
- strony toru

#### PRZYPADEK 1 - Rys. 3.27

Przypadek ten występuje dla **obróbki zewnętrznej**, niezależnie od sposobu programowania funkcji G41/G42. Spełnienie **Zalecenia 2** (patrz rozdz. 3.8.4) wymaga zaprogramowania dodatkowego odcinka konturu (**ekstra konturu**) poprzedzającego rzeczywisty kontur przedmiotu - patrz **blok N12** na Rys. 3.27. Odcinek ten powinien być styczny do konturu przedmiotu, a jego długość powinna być dobrana tak, aby przy przejściu z toru zaprogramowanego na ekwidystantę konturu krawędź tnąca noża nie przecinała konturu przedmiotu. W skrajnym przypadku długość tego dodatkowego odcinka konturu powinna być nie mniejsza od promienia ostrza noża.

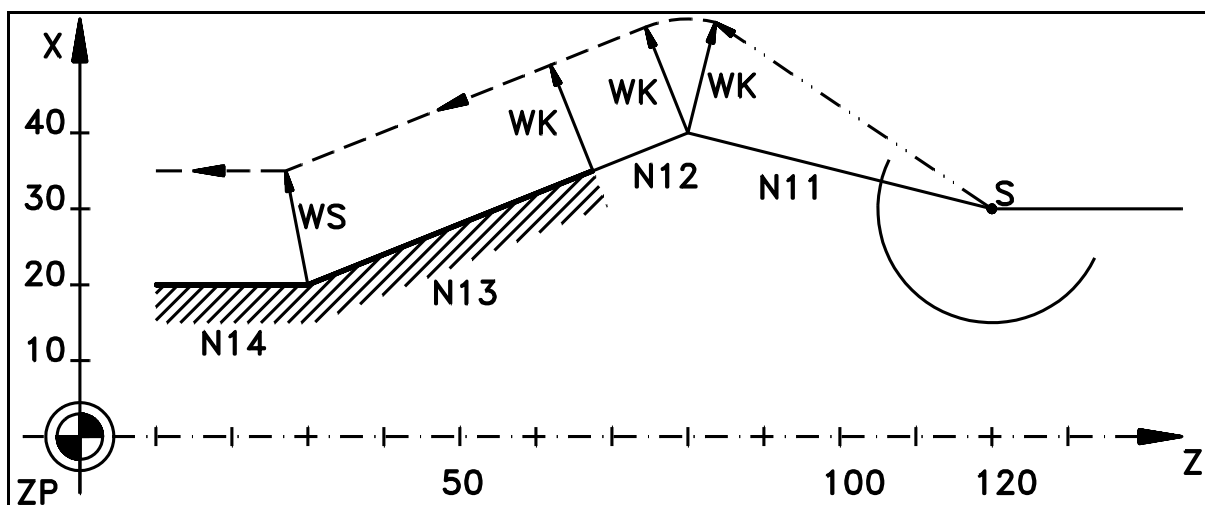
Wejście wykonywane jest wzdłuż wektora (zgodnie z rozdz. 3.8.4), którego punkt końcowy wyznacza **Wektor Kompensacji** związany z końcem odcinka stanowiącego "dobieg do konturu". Następnie wykonywany jest łuk korekcyjny zgodnie z poprzednio opisanymi zasadami i kolejny, już skompensowany odcinek toru (G0, G1, G10, G11, G2 lub G3).

#### STRUKTURA BLOKU :

N10 .....D1 .....  
**N20 G1 (lub G0) G41(lub G42) F5 X+43 Z+43**

#### PRZYKŁAD

N10 G0 G90 X30 Z120 D1  
**N11 G1 G42 G91 F1000 X10 Z-40 (wejście na tor skompensowany)**  
 N12 X-5 Z-12.5  
 N13 X-15 Z-37.5  
 N14 Z-80



Rys. 3.27 Wejście na tor skompensowany - Przypadek 1.

**PRZYPADK 2 - Rys. 3.28**

Przypadek ten występuje dla **obróbki wewnętrznej**, gdy funkcje G41/G42 są programowane w bloku łącznie z ruchem wzdłuż odcinka prostej G1/G0. Wejście wykonywane jest wzdłuż wektora (zgodnie z rozdz. 3.8.4) którego koniec wyznacza **Wektor Kompensacji** związany z początkiem pierwszego kompensowanego odcinka konturu. Może to być odcinek prostej lub łuk okręgu.

**Jest to przypadek zalecany przy programowaniu wejścia na tor skompensowany. Jest on bezpieczny, gdyż eliminuje możliwość uszkodzenia przedmiotu (bez konieczności programowania dodatkowego odcinka konturu).**

**STRUKTURA BLOKU :**

N10 .....D1 .....

N20 G1 (lub G0) G41(lub G42) F5 X+43 Z+43

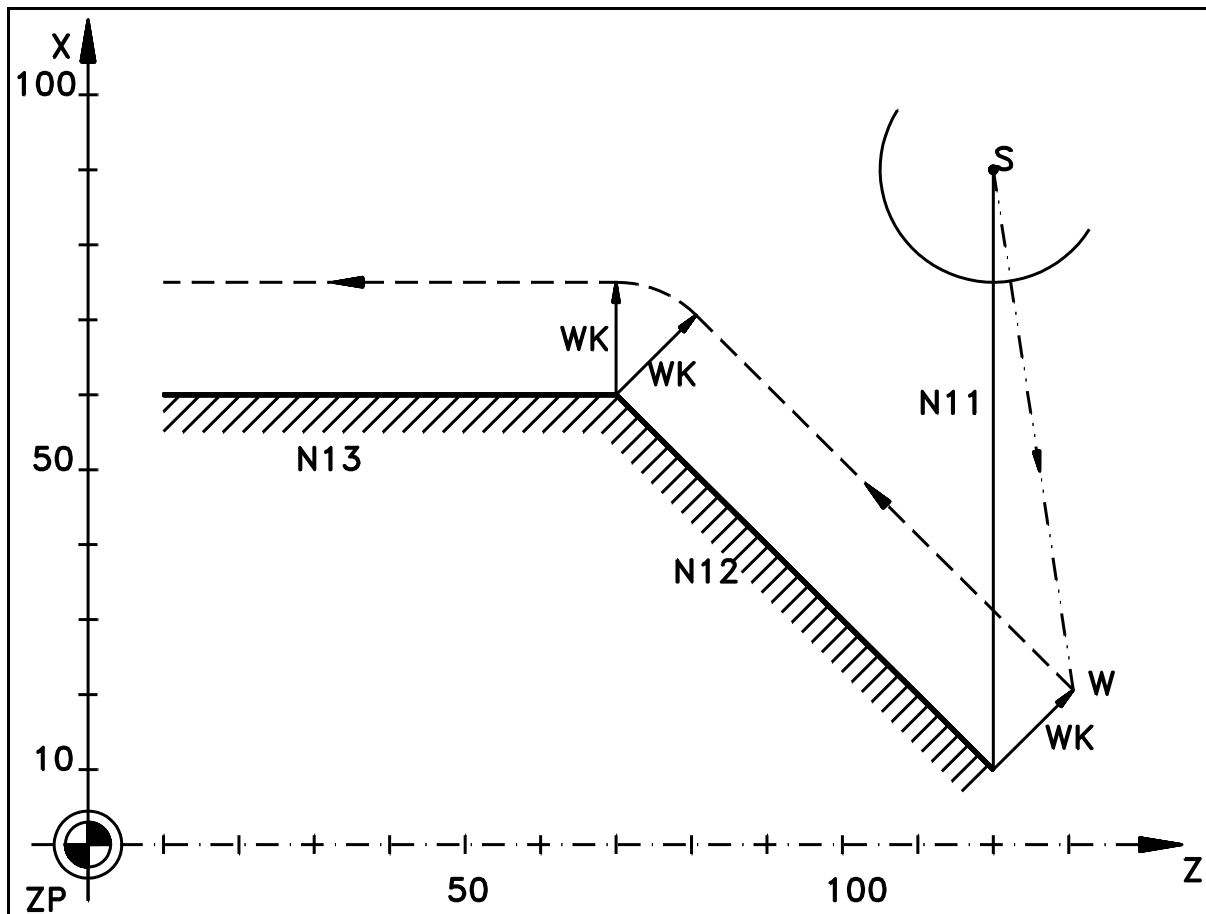
**PRZYKŁAD**

N10 G0 G90 X90 Z120 D1

N11 G1 G42 G91 F1000 X-80 (wejście na tor skompensowany)

N12 X50 Z-50

N13 Z-80



Rys. 3.28 Wejście na tor skompensowany - Przypadek 2.





### 3.8.4.2. ZEJŚCIE Z TORU SKOMPENSOWANEGO.

Wyróżnia się dwa przypadki zejścia z toru skompensowanego:

- przypadek obróbki wewnętrznej,
- przypadek obróbki zewnętrznej.

#### PRZYPADEK OBRÓBKII WEWNĘTRZNEJ - Rys. 3.30

Zejście wykonywane jest wzdłuż wektora (zgodnie z rozdz. 3.8.4), którego początek wyznacza **Wektor Kompensacji** związany z końcem ostatniego kompensowanego odcinka toru, a koniec z końcem odcinka prostej zaprogramowanego łącznie z funkcją G40. Następnie wykonywany jest kolejny odcinek toru zgodnie z POT (G0, G1, G10, G11, G2, G3).

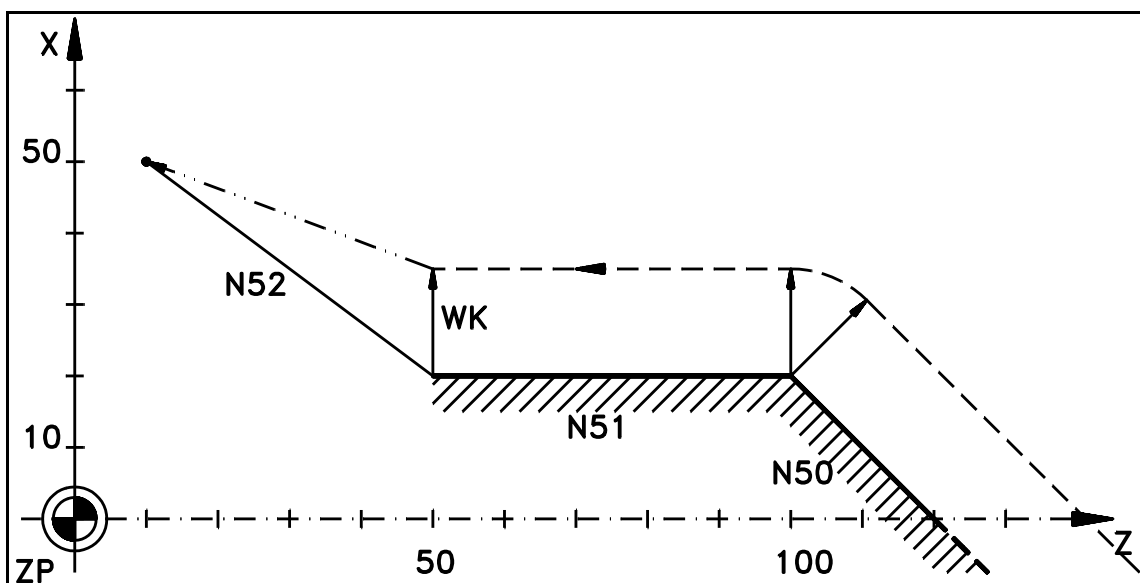
**Jest to przypadek zalecany przy programowaniu zejścia z toru skompensowanego. Jest on bezpieczny, gdyż eliminuje możliwość uszkodzenia przedmiotu (bez konieczności programowania dodatkowego odcinka konturu).**

#### STRUKTURA BLOKU :

```
N20 ..... D1 .....
.....
N50 ..... G41 .....
.....
N100 G1 (lub G0) G40 X+43 Z+43 F5
```

#### PRZYKŁAD

```
Nxx .....
Nxx ..... G42 G91.....
N50 G1 X40 Z-40
N51 Z-50
N52 G40 X30 Z-40      ( zejście z toru skompensowanego )
.....
```



Rys. 3.30 Zejście z toru skompensowanego - Przypadek obróbki wewnętrznej.

**PRZYPADEK OBRÓBKI ZEWNĘTRZNEJ - Rys. 3.31**

Zejście wykonywane jest wzdłuż wektora (zgodnie z rozdz. 3.8.4), którego początek wyznacza **Wektor Kompensacji** związany z początkiem odcinka konturu zaprogramowanego łącznie z funkcją **G40**, a koniec z końcem tego odcinka. Spełnienie **Zalecenia 2** (patrz rozdz. 3.8.4) wymaga (podobnie jak w rozdz. 3.8.4.1 – przypadek 1) zaprogramowania dodatkowego odcinka konturu (**ekstra konturu**) następującego po ostatnim rzeczywistym odcinku konturu – patrz **blok N52** na Rys. 3.31. Następnie wykonywany będzie kolejny odcinek toru zgodnie z POT (G0, G1, G10, G11, G2, G3).

**STRUKTURA BLOKU :**

N20 .....D1 .....

.....

N50 G41 .....

.....

**N100 G1 (lub G0) G40 X+43 Z+43 F5**

**PRZYKŁAD**

Nxx .....

Nxx ..... G42 G91.....

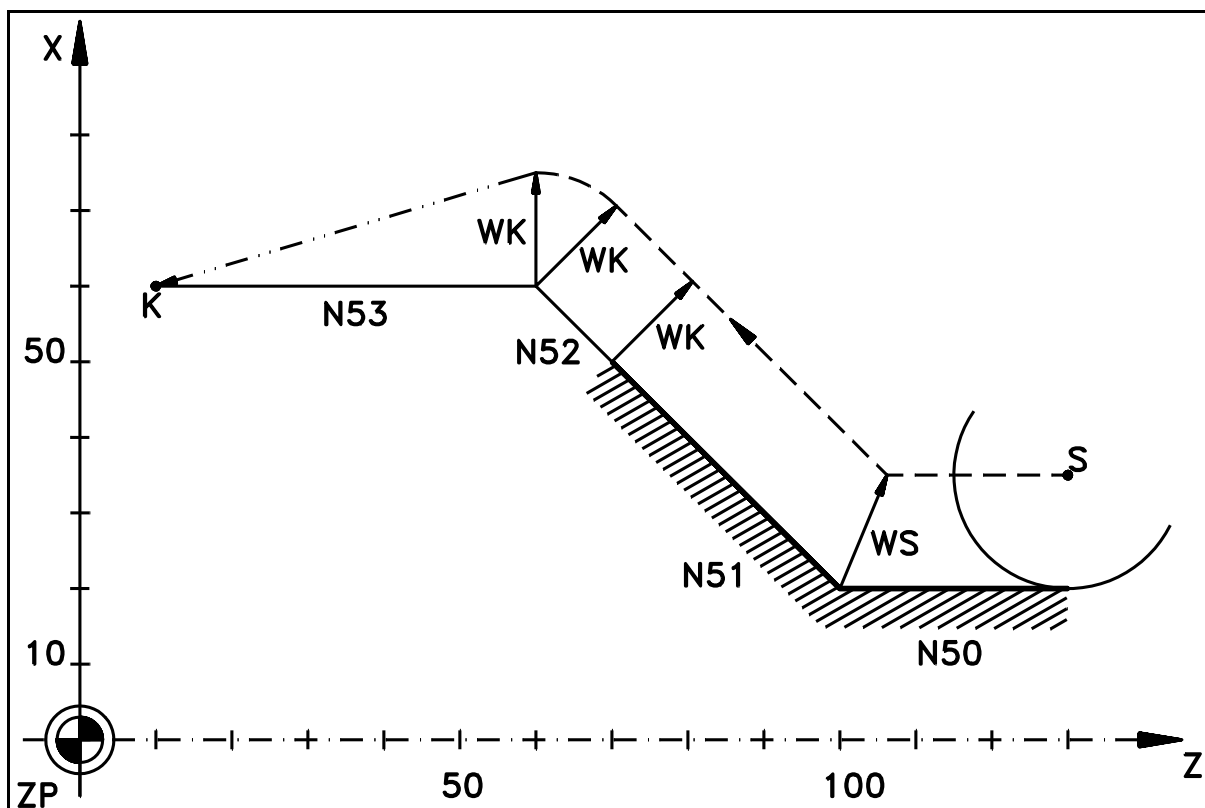
N50 G1 Z-30

N51 X30 Z-30

N52 X10 Z-10

**N53 G40 Z-50 (zejście z toru skompensowanego)**

.....



Rys. 3.31 Zejście z toru skompensowanego - Przypadek obróbki zewnętrznej.

### 3.8.5. PRZYPADKI SZCZEGÓLNE - ZMIANA STRONY I ZMIANA TORU.

#### ZMIANA STRONY

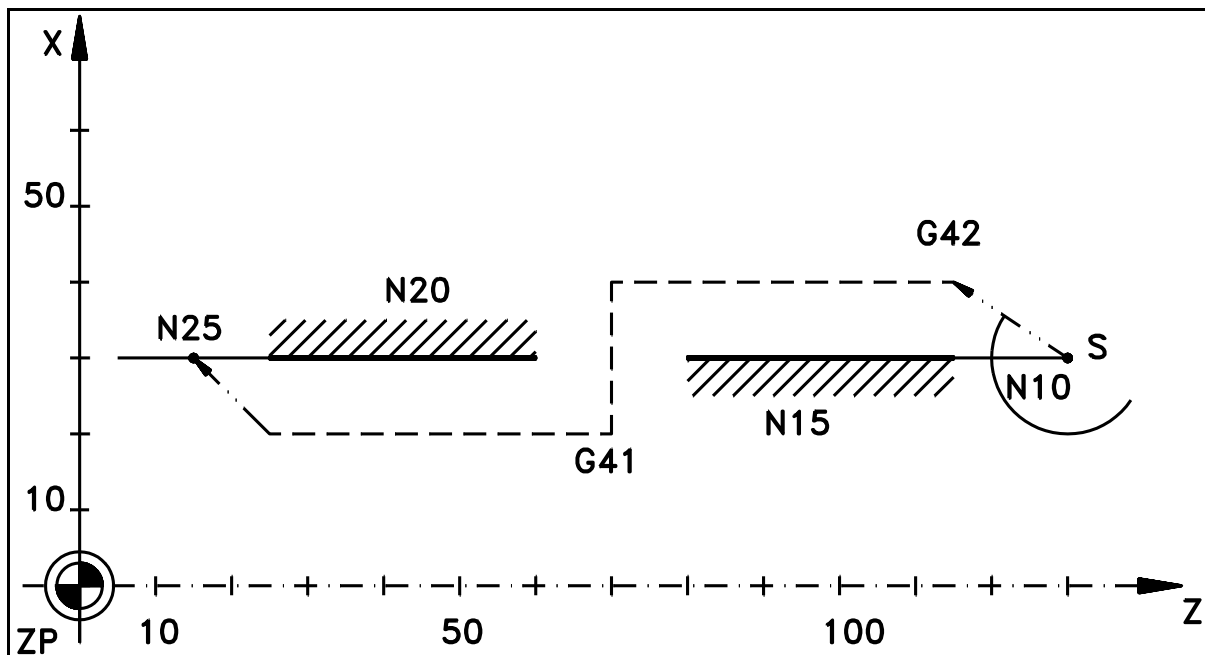
W trakcie wykonywania kompensacji można dokonać zmiany strony poprzez zadeklarowanie funkcji **G41**, gdy aktywna jest **G42** lub **G42** gdy aktywna jest **G41**. Zmiana strony nastąpi w bloku, w którym jedna z tych funkcji została zadeklarowana. W bloku tym oraz w bloku poprzednim należy zaprogramować ruch wzdłuż odcinków linii prostej lub łuków okręgu, przy czym na styku bloków należy zachować warunek styczności. Zmiana toru wykonana zostanie wzdłuż odcinka prostej łączącego końce Wektorów Kompensacji związanych z początkiem i końcem obu odcinków konturu.

Programowanie i wykonanie operacji zmiany strony toru pokazano na przykładzie.

**PRZYKŁAD** programowania zmiany strony pomiędzy odcinkami linii prostej:

```
%MPF55
N5 .....D1 .....
N10 G1 G42 G91 F1000 Z-15
N15 Z-35
N20 G41 Z-35           (Zmiana strony)
N25 G40 Z-10
.....
```

Wykonanie programu pokazano na Rys. 3.32



Rys. 3.32 Zmiana strony toru.

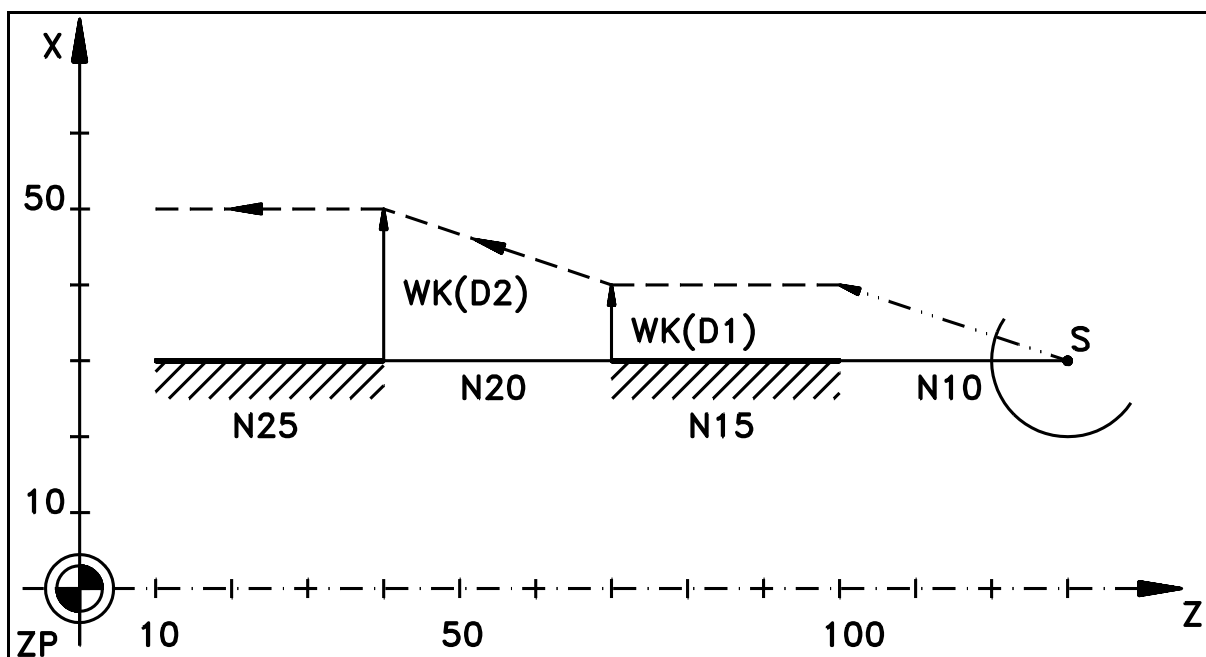
Rys. 3.32 Zmiana strony toru.

**ZMIANA TORU**

W trakcie wykonywania kompensacji można dokonać zmiany toru skompensowanego poprzez ponowne zadeklarowanie funkcji **G41** lub **G42** łącznie z ruchem wzdłuż odcinka linii prostej i jednoczesną deklaracją w tym samym bloku nowego adresu **Dxx**. W wyniku tej operacji tor będzie oddalony od zaprogramowanego konturu o wartość zapisaną pod nowym adresem **Dxx**.

Sposób programowania podaje następujący przykład:

```
%MPF57
N5 .....D1 .....
N10 G1 G42 G91 F1000 Z-30
N15 Z-30
N20 D2 G42 Z-30      (Zmiana toru)
N25 Z-30
N30 G40 Z-20
.....
```



Rys. 3.33 Zmiana toru.

Rys. 3.33 Zmiana toru.

### 3.8.6. OGRANICZENIA.

Zastosowana w układzie sterowania PRONUM 630 T metoda kompensacji promienia noża gwarantuje, że zdecydowana większość spotykanych w praktyce kształtów przedmiotów jest korygowalna ze względu na promień noża w sposób prosty i bezpieczny. Ograniczenia, z którymi można się spotkać w praktyce, należy rozpatrywać w kategoriach fizycznej nierealizowalności obróbki danego fragmentu konturu przedmiotu ze względu na zbyt duży promień noża jak np. wcięcia lub uskoki konturu o wymiarach mniejszych od średnicy krzywizny ostrza noża lub obróbka wewnętrzna konturu, gdy promień noża jest większy od promienia krzywizny konturu. Ten przypadek powoduje zatrzymanie wykonywania programu i wyświetlenie komunikatu:

**obl. korekcji toru ? (błędne dane).**

Podstawowe jednak ograniczenie, które wymaga dokładnego omówienia, może wystąpić w przypadku obróbki wewnętrznej, gdy średnica krzywizny ostrza noża staje się porównywalna z długością odcinka prostej lub cięciwą łuku okręgu.

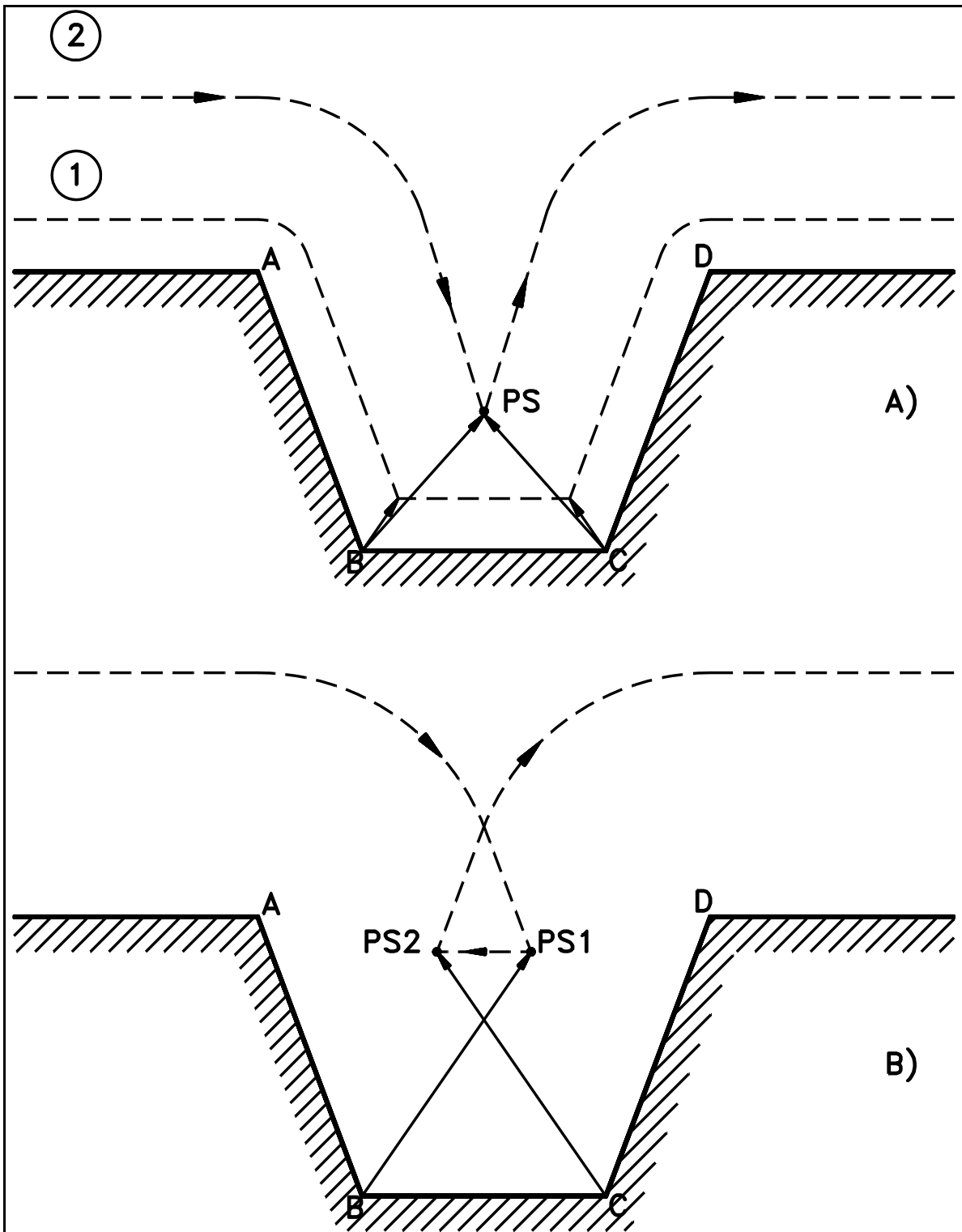
Ograniczenie to wystąpi, gdy:

**Suma długości rzutów Wektorów Skrótu lub długość rzutu Wektora Skrótu na prostą wyznaczoną przez punkt początkowy i końcowy zaprogramowanego odcinka konturu jest większa od długości tego odcinka prostej lub cięciwy zaprogramowanego łuku okręgu - patrz Rys. 3.34**

Tak określone kryterium wyjaśniają: Rys. 3.34 A i Rys. 3.34 B. Na rysunkach tych odcinek prostej BC może być zastąpiony łukiem okręgu (bez zmiany ogólności rozważań). Rys. 3.34 A przedstawia dwa realizowalne przypadki kompensacji, w tym przypadek graniczny. Rys. 3.34 B przedstawia przypadek nierealizowalny, stanowiący ograniczenie kompensacji. Przekroczony został warunek określony przez wyżej zdefiniowane kryterium.

Przypadek poprawny zachodzi wtedy, gdy zwrot posuwu noża wzdłuż konturu zgodny jest ze zwrotem określonym przez program obróbki (przypadek 1 - Rys. 3.34 A ). Przypadek graniczny gdy odcinek toru skorygowanego w wyniku operacji skrótu ulega likwidacji (przypadek 2 - Rys. 3.34 B) uznany jest również za poprawny.

Dalsze powiększanie wektora kompensacji (patrz Rys. 3.34 B) powoduje zmianę zwrotu posuwu noża względem konturu. Występuje tu ( w pewnym sensie ) zjawisko "wyprzedzania" i " wycofywania " położenia noża względem konturu. Przypadek ten uznać należy za błędny, gdyż może spowodować uszkodzenie przedmiotu obrabianego.

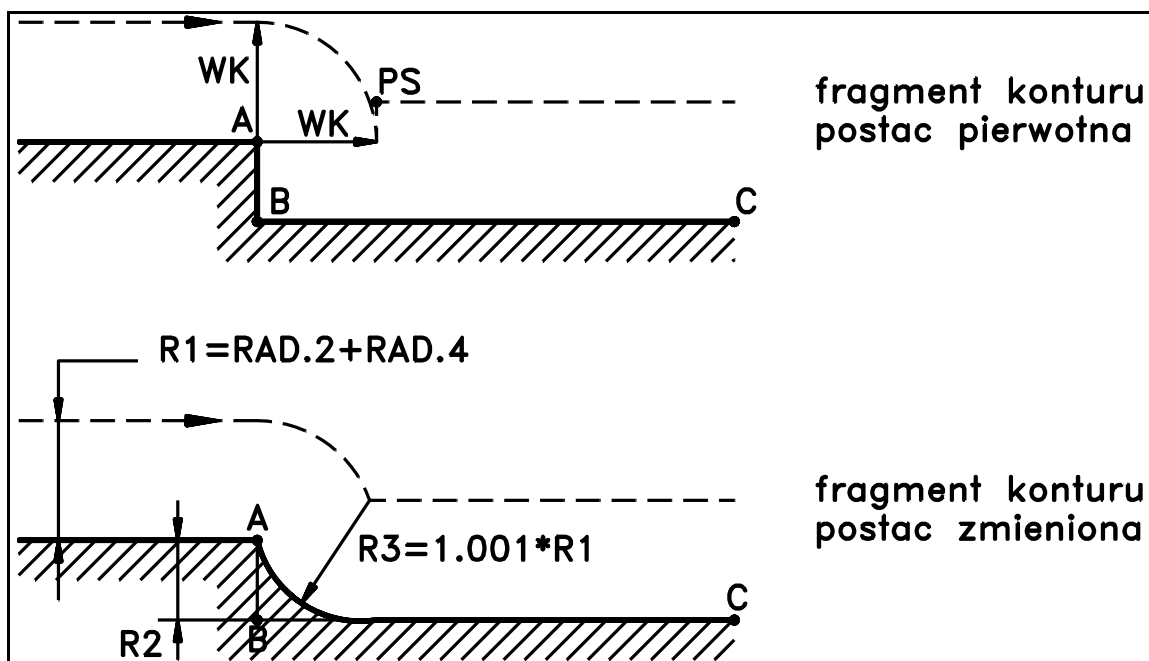


Rys. 3.34 Ograniczenia kompensacji.  
Rys. 3.34 Ograniczenia kompensacji.

**W przypadku, gdy dla fragmentów programu przy pewnych wielkościach kompensacji może wystąpić opisanie wyżej ograniczenie program należy zmodyfikować tak, aby zlikwidować możliwość wystąpienia ograniczenia.**

Zaleca się w tym przypadku przeprowadzenie dokładnej analizy wykonania programu z wykorzystaniem trybu **Symulacji Graficznej**. Każdy zidentyfikowany przypadek należy zweryfikować tak, aby cały program opisujący kontur stał się w pełni korygowalny. Weryfikacja ta powinna polegać na uzupełnieniu konturu dodatkowymi odcinkami linii prostych lub łukami okręgów. Odcinki te wygładzają kontur lub zasłaniają te jego fragmenty, które ze względu na wymiary geometryczne w odniesieniu do wymiarów noża nie mogą być obrobione. Wyjaśnia to następujący przykład:

**PRZYKŁAD :** Krawędź przedmiotu zawiera prostokątny uskok o wysokości mniejszej od promienia noża. Na Rys. 3.35 pokazano fragment konturu przedmiotu zawierający taki "uskok".



Rys. 3.35 Fragment konturu przedmiotu zawierający "uskok".

Rys. 3.35 Fragment konturu przedmiotu zawierający "uskok".

**Tekst programu - postać pierwotna:**

```
%MPF9  
N1 G90 G0 Z20 X20  
N2 G1 G41 Z40 F500 D1  
N3 Z140  
N4 X10  
N5 Z260  
N6 Z280 G40  
N7 M30
```

**Tekst programu - postać zmieniona:**

Uskok AB zamieniono łukiem okręgu stycznym do odcinka BC i promieniu większym od promienia noża - promień noża pomnożono przez 1.001.

```
%MPF90  
N1 G90 G0 Z20 X20  
N2 G1 G41 Z40 F500 D1  
N3 Z140  
N30 R1=RAD.2+RAD.4 R2=10 R3=1.001*R1 (podstawienie korektora - p. rozdz. 5)  
N31 G3 G91 ZSQRT(2*R2*R3-R2*R2) X-R2 ISQRT(2*R2*R3-R2*R2) JR3-R2  
N5 G1 G90 Z260  
N6 Z280 G40  
N7 M30
```

Blok N4 zastąpiono blokami N30 i N31 opisującymi dodatkowy łuk okręgu styczny do odcinka BC o promieniu  $R3 = 1.001 * (RAD.2 + RAD.4)$ .

Bloki N30 i N31 można zastąpić jednym blokiem N4:

```
N4 G3 G91 ZSQRT(20.02*(RAD.2+RAD.4)-100) X-10  
ISQRT(20.02*(RAD.2+RAD.4)-100) J1.001*(RAD.2+RAD.4)-10
```



### 3.9. FUNKCJE OGRANICZENIA PRZESTRZENI OBRÓBKII - G25, G26, G27.

Funkcje te powinny być programowane jako jedyne w bloku. W bloku, w którym została zaprogramowana jedna z tych funkcji nie wolno programować innej funkcji G, w tym również funkcji z tej grupy.

Działanie funkcji, G25/G26 polega na włączeniu w układzie sterowania dodatkowej czynności - ciągłego dozoru, polegającego na ostrzeganiu przed przekroczeniem dozwolonej przestrzeni obróbki.

Układ sterowania zatrzymuje wykonywanie programu przed rozpoczęciem bloku, w którym mogłoby nastąpić przekroczenie przestrzeni obróbki. Jednocześnie wyświetlany jest numer błędu informujący operatora o przyczynie zatrzymania wykonywania programu. Funkcje G25/G26 absorbują dodatkowo czas systemu i należy je stosować tylko w uzasadnionych przypadkach.

**Funkcja G25** pozwala ograniczyć od dołu obszar roboczy przez podanie wektora ograniczenia o składowych:

( **Xmin, Zmin** )

Składowymi wektora są najmniejsze dopuszczalne wartości współrzędnych, odniesione do zera maszyny (ZM).

**PRZYKŁAD:** Nxxxxx G25 Xmin ..... Zmin .....

**Funkcja G26** pozwala ograniczyć od góry obszar roboczy przez podanie wektora ograniczenia o składowych:

( **Xmax, Zmax** )

Składowymi wektora są największe dopuszczalne wartości współrzędnych, odniesione do zera maszyny (ZM).

**PRZYKŁAD:** Nxxxxx G25 Xmax.....Zmax ....

W wyniku zadeklarowania w programie dwóch oddzielnych bloków z funkcjami G25 i G26 powstaje prostokąt, wewnątrz którego może być wykonywany program.

**Funkcja G27** powoduje kasowanie - w dalszej części programu - ograniczenia wprowadzonego przez funkcje G25/G26.

**PRZYKŁAD:** Nxxxxx G27

### 3.10. FUNKCJE OKREŚLAJĄCE SPOSÓB ZAKOŃCZENIA RUCHU.

Zbiór tworzą cztery funkcje: **G61 G64 G60 G09**

**Funkcja G61** włącza sterowanie posuwami z pozycjonowaniem na końcu bloku ( "in position " ). Start wykonania następnego bloku następuje dopiero po osiągnięciu przez obrabiarkę położenia zaprogramowanego w danym bloku z dokładnością określoną przez parametry maszynowe: " strefa zerowa " . Stanie się to wtedy gdy skasowany zostanie uchyb nadążania serwo mechanizmów sterujących posuwami obrabiarki. Pokazano to poglądowo na Rys. 3.36 A. Gdy suport tokarki osiągnie pozycję toru zaznaczoną tu jako "punkt S", włączone zostanie sterowanie zgodnie z treścią następnego bloku.

**Funkcja G61** może być programowana dla ruchu wzdłuż odcinków linii prostej lub łuku okręgu.

Ten sposób sterowania powinien być wybrany w przypadku, gdy pożądane jest dokładne osiągnięcie pozycji lub dokładna obróbka naroży. Funkcja G61 wywoływana jest automatycznie dla **G00**.

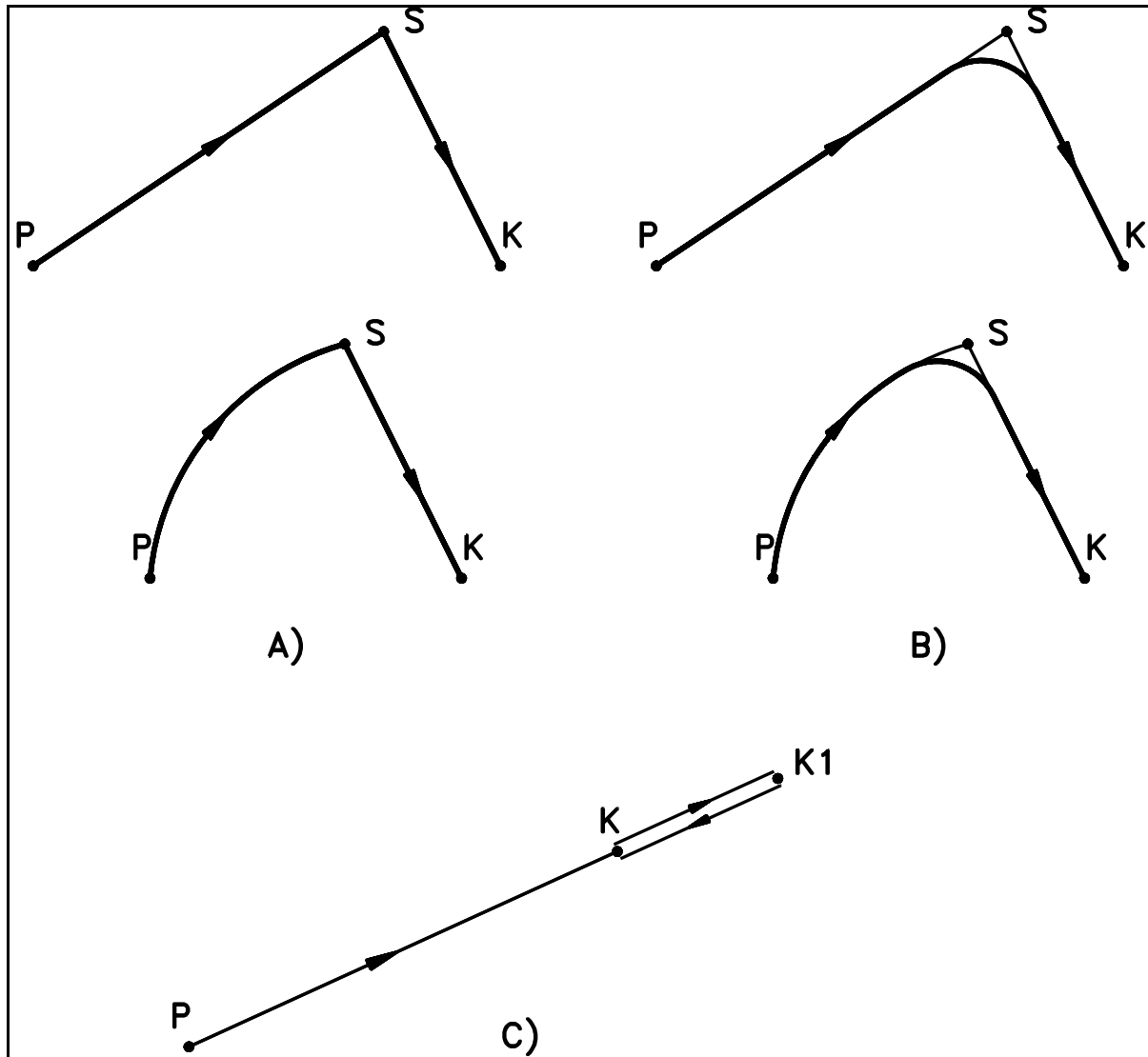
**Funkcja G64** kasuje działanie funkcji G61. Funkcje G64 i G61 tworzą parę funkcji modalnych. Po włączeniu układu sterowania i po zerowaniu aktywna jest funkcja G64. Wykonanie każdego bloku rozpoczyna się z uchybem nadążania, zależnym od prędkości posuwu stanowiącym pozostałość z wykonania bloku poprzedniego. Uzyskuje się ciągłość sterowania kosztem zaokrążeń na narożach. Pokazuje to Rys. 3.36 B.

**Funkcja G60** wywołuje dojazd jednokierunkowy w bloku, w którym została zaprogramowana. **Programowana musi być łącznie z G0 lub gdy aktywna jest G0.** Ruch do zaprogramowanego punktu kończy się zawsze w tym samym kierunku. Kierunek i wielkość dojazdu określają parametry maszynowe obrabiarki. Na końcu bloku następuje kasowanie uchybu nadążania ( jak dla G61 ). Działanie funkcji pokazuje Rys. 3.36 C.

**FUNKCJA G09** modyfikuje sposób wykonania ruchu w przypadku funkcji G01. Prędkość posuwu roboczego jest zmniejszana przed końcem odcinka toru z opóźnieniem określonym w danych maszynowych ( podobnie jak dla funkcji G00 ).

**PRZYKŁAD:** N111 G1 G9 X..... Z ..... F6000

Funkcję G09 należy programować dla większych prędkości posuwu roboczego zwłaszcza przed narożami.



Rys. 3.36 Wykonanie funkcji: G61, G64 i G61.  
Rys. 3.36 Wykonanie funkcji: G61, G64 i G61.

### 3.11. LUSTRZANE ODBICIA.

Lustrzane odbicie w kierunku osi Z lub X powoduje powstanie nowego toru, który jest osiowo symetryczny w stosunku do toru zaprogramowanego - tj. stanowi jego lustrzane odbicie. Wywoływane jest przez funkcje G7x tworzące dwie pary funkcji modalnych. Funkcje te mogą być programowane tylko jako jedyne w bloku. Są to:

**G74** – wprowadza lustrzane odbicie w kierunku osi **X**

**G75** – odwołuje lustrzane odbicie w kierunku osi **X**

**G78** – wprowadza lustrzane odbicie w kierunku osi **Z**

**G79** – odwołuje lustrzane odbicie w kierunku osi **Z**

Lustrzane odbicie może być również wywołane i odwołane sygnałem z PLC w polach komunikacyjnych PLC ⇒ NC: O26.7 i O28.7 (Patrz. PROGRAMOWALNY INTERFEJS PRONUM 630 T – rozdz. 4.2.3). Wymaga to specjalnie opracowanego programu interfejsowego.

#### **Wykonywane są następujące operacje:**

- zmiana znaku programowanych przesunięć w osi dla której dokonano lustrzanego odbicia. Np. dla osi Z zmiana znaku współrzędnej Z, a dla G2/G3 dodatkowo zmiana znaku parametru K,
- zmiana kierunku ruchu po okręgu: G2 na G3 lub G3 na G2,
- zmiana strony korekcji: G41 na G42 lub G42 na G41.

#### **Bez zmian pozostają:**

- współrzędne bazy programu i jej korekcje.

Jeśli lustrzane odbicie włączone jest jednocześnie w obu osiach ( osi X i osi Z ) to kierunek ruchu po okręgu i strona korekcji pozostają bez zmiany.

**Uwaga:** Technologia obróbki metodą toczenia, określająca kształt noża tokarskiego i symetrię przedmiotu w odniesieniu do osi wrzeciona powoduje, że odbicie lustrzane w kierunku osi X jest praktycznie nieprzydatne. Może być ewentualnie wykorzystane w tokarkach uchwytych, w których ruch suportu umożliwi obróbkę zarówno nad jak i przed osią wrzeciona. Pewną możliwość w stosowaniu lustrzanego odbicia w kierunku osi X daje tokarka wyposażona w oś C umożliwiającą użycie narzędzia typu frez.

Przykład lustrzanego odbicia w kierunku osi Z podano na Rys. 3.37. Fragment konturu przedmiotu napisany jest w postaci podprogramu %SPF 346. Podprogram ten wywoływany jest dwukrotnie przez program główny %MPF 346.

Wywołanie pierwsze: Podprogram %SPF 346 wykonany jest zgodnie z jego treścią.

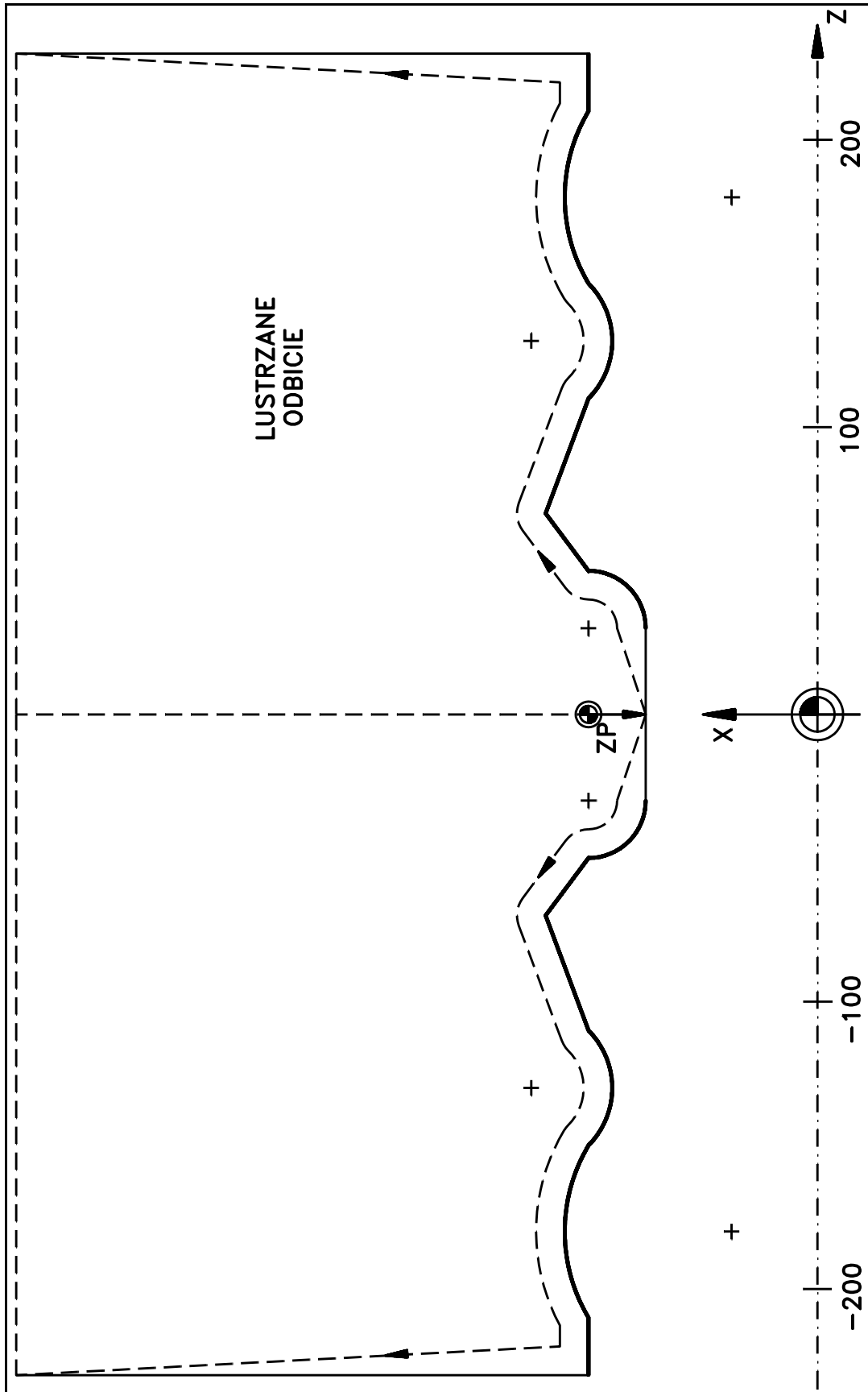
Wywołanie drugie: Wywołanie %SPF 346 poprzedza blok zawierający funkcję G78. Podprogram wykonany jest z lustrzanym odbiciem w osi Z.

**Treść podprogramu:**

```
%SPF346
N100 G91 G0 X-20
N110 G42 Z-30 F100 D3
N120 G2 X20 Z-20 I20
N130 G1 X25 Z-20
N140 X-25 Z-40
N150 G2 Z-40 I20 K-20
N160 G3 Z-60 I-60 K-30
N170 G1 Z-10
N180 G0 G40 X100
N190 G90 Z0
N200 X200
N210 M17
```

**Treść programu głównego:**

```
%MPF346
N10 G0 G90 G54 X250 Z0 D201
N20 X200
N30 L346 ( pierwsze wywołanie - lewa strona Rys. 3.37)
N40 G78
N50 L346 ( lustrzane odbicie - prawa strona Rys. 3.37)
N60 G79
N70 G0 G90 X200
N80 G54 D0
N90 M30
```



Rys. 3.37 Lustrzane odbicie.  
Rys. 3.37 Lustrzane odbicie.

### **3.12. FUNKCJA CZASOWEGO POSTOJU - G4.**

Funkcję **G4** należy programować w oddzielnym bloku. Działa tylko w bloku, w którym została zaprogramowana. Powoduje zatrzymanie procesu sterowania na czas określony w słowie F programowanym łącznie z funkcją G4.

**FORMAT: N5 G4 F31**

Zakres programowania czasu wynosi: **od 0.1 do 999.9 s**  
**z rozdzielczością 0.1 s**

Np. N555 G4 F12.3 ( programowana przerwa 12.3 sekundy )

### **3.13. FUNKCJE SPECJALNE - G9XX.**

**FUNKCJA G900 - zapamiętanie posuwu i modalnych funkcji G.**

Funkcja G900 przydatna jest szczególnie przy projektowaniu cykli stałych użytkownika. Pozwala zapamiętać wartości słów F oraz obowiązujących funkcji modalnych grup: G1, G11, GX i GXI. Po wykonaniu cyklu, w którym funkcje te mogą być zmieniane, stan początkowy może być przywrócony funkcją G901.

**FUNKCJA G901.**

Funkcja G901 przywraca funkcje zapamiętane przez zaprogramowanie funkcji **G900**.

**FUNKCJA G910 - zapamiętanie parametrów użytkownika.**

Funkcja G910 umożliwia zapamiętanie zestawu parametrów użytkownika od R00 do R99. Przywrócenie wartości tych parametrów możliwe jest za pomocą funkcji G911.

**FUNKCJA G911.**

Funkcja G911 przywraca wartości parametrów zapamiętanych przez funkcję G910.

## 4. CYKLE STAŁE.

Cykle stałe stanowią zestaw sparametryzowanych podprogramów, wpisanych na stałe do układu sterowania, które umożliwiają:

- toczenie warstwowe; zgrubne i wykańczające,
- gwintowanie wzdłużne i płaskie,
- wiercenie głębokich otworów.

### WYKAZ CYKLI STAŁYCH.

- L95** Cykl obróbki zgrubnej i/lub wykańczającej wykonany metodą toczenia warstwowego równoległe do osi maszyny i/lub konturu przedmiotu zadanego w postaci podprogramu.
- L97** Cykl nacinania gwintów wzdłużnych, stożkowych i płaskich (tj. na powierzchniach cylindrycznych, stożkowych oraz na czole wałka.
- L98** Cykl wiercenia głębokich otworów.

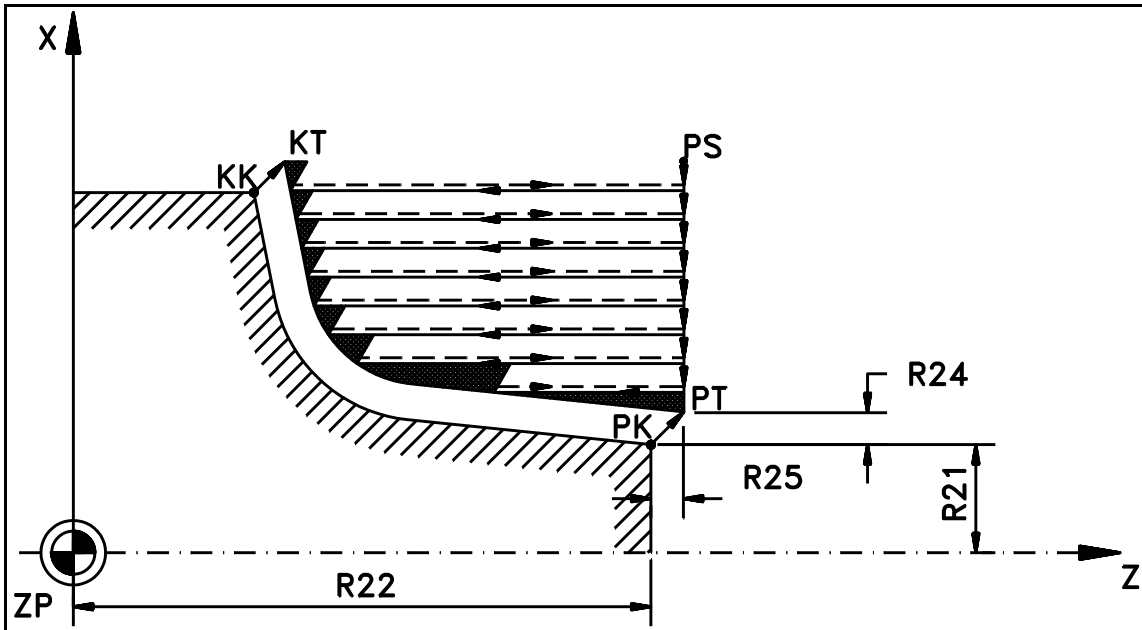
### 4.1. CYKL TOCZENIA WARSTWOWEGO - L95.

Cykl umożliwia wykonanie obróbki **zgrubnej, wygładzającej i wykańczającej**. Kontur obrabianego przedmiotu zadany jest w postaci podprogramu. Obróbka zgrubna wykonywana jest metodą zbierania kolejnych warstw wzdłuż wybranej osi: **X** lub **Z** lub **toczenia wzdłuż warstw**, stanowiących kolejne przybliżenie konturu. W obu przypadkach pozostawiany jest naddatek na obróbkę wygładzającą lub wykańczającą. Obróbka wygładzająca i wykańczająca wykonywana jest przez toczenie równoległe do konturu z możliwością kompensacji promienia noża. Obróbka wygładzająca może być wykonana w kilku przejściach. Po każdym przejściu następuje zmniejszenie naddatku. Przy ostatnim przejściu zwanym **wykańczającym** programowany jest zerowy naddatek.

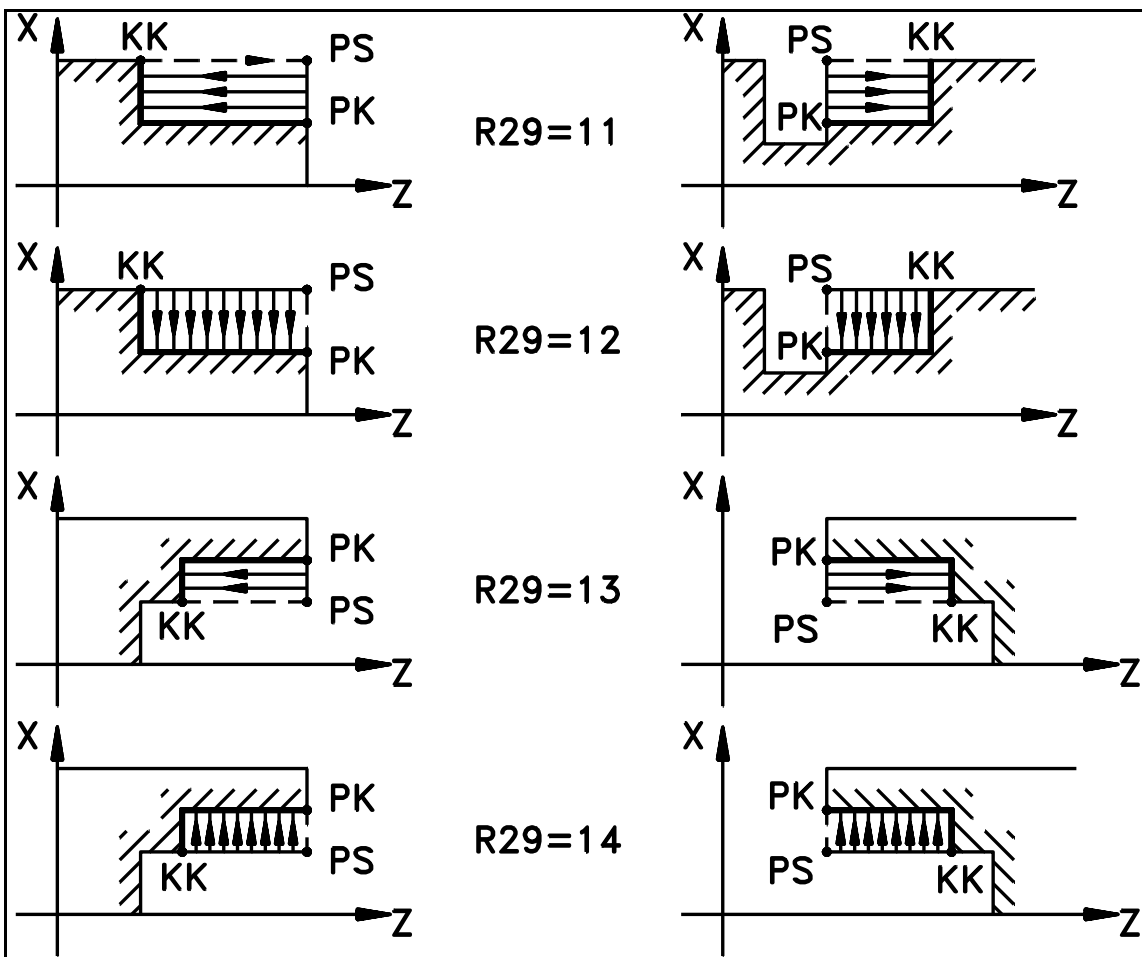
#### PARAMETRY CYKLU ( patrz Rys. 4.1)

- R20** – Numer podprogramu opisującego kontur obrabianego przedmiotu,
- R21** – Współrzędna absolutna X punktu określającego początek konturu przedmiotu,
- R22** – Współrzędna absolutna Z punktu określającego początek konturu przedmiotu,
- R24** – Naddatek na obróbkę wygładzającą lub wykańczającą w kierunku osi X - wartość przyrostowa bez znaku,
- R25** – Naddatek na obróbkę wygładzającą lub wykańczającą w kierunku osi Z - wartość przyrostowa bez znaku,
- R26** – Szerokość zbieranej warstwy materiału w każdym przejściu narzędzia dla obróbki zgrubnej - wartość przyrostowa bez znaku,
- R27** – Strona toru: R27=40 (odp.G40), R27=41 (odp. G41) lub R27=42 (odp. G42) - jak w przypadku kompensacji promienia noża,
- R29** – Identyfikator rodzaju obróbki.





Rys. 4.1 Cykl toczenia warstwowego.



Rys. 4.2 Kierunek zbierania warstw.

## WARTOŚĆ PARAMETRU R29

**Obróbka zgrubna wzdłuż osi X lub Z** (patrz Rys. 4.2).

- R29 = 11** Obróbka wzdłuż osi Z na zewnątrz konturu.
- R29 = 12** Obróbka wzdłuż osi X na zewnątrz konturu.
- R29 = 13** Obróbka wzdłuż osi Z wewnątrz konturu.
- R29 = 14** Obróbka wzdłuż osi X wewnątrz konturu.

**Obróbka zgrubna wzdłuż warstwicy** (patrz Rys. 4.3).

- R29 = 22** Obróbka na zewnątrz konturu.
- R29 = 24** Obróbka wewnątrz konturu.

**Obróbka zgrubna i wykańczająca** (patrz Rys. 4.1).

- R29 = 21** Obróbka wygładzająca lub wykańczająca równoległa do konturu wykonywana na zewnątrz przedmiotu (do zaprogramowanego naddatku).
- R29 = 23** Obróbka wygładzająca lub wykańczająca równoległa do konturu wykonywana wewnątrz konturu przedmiotu (do programowanego naddatku).
  
- R29 = 31** Obróbka zgrubna wzdłuż osi Z na zewnątrz konturu przedmiotu. Po niej następuje jedno przejście równoległe do konturu, aż do zaprogramowanego naddatku.
- R29 = 32** Obróbka zgrubna wzdłuż osi X na zewnątrz konturu przedmiotu. Po niej następuje jedno przejście równoległe do konturu, aż do zaprogramowanego naddatku.
- R29 = 33** Obróbka zgrubna wzdłuż osi Z wewnątrz konturu przedmiotu. Po niej następuje jedno przejście równoległe do konturu, aż do zaprogramowanego naddatku.
- R29 = 34** Obróbka zgrubna wzdłuż osi X wewnątrz konturu przedmiotu. Po niej następuje jedno przejście równoległe do konturu, aż do zaprogramowanego naddatku.
  
- R29 = 41** Jak 31 + jedno przejście wykańczające, równoległe do konturu - bez pozostawienia naddatku.
- R29 = 42** Jak 32 + jedno przejście wykańczające, równoległe do konturu - bez pozostawienia naddatku.
- R29 = 43** Jak 33 + jedno przejście wykańczające, równoległe do konturu - bez pozostawienia naddatku.
- R29 = 44** Jak 34 + jedno przejście wykańczające, równoległe do konturu - bez pozostawienia naddatku.

Przykładowe wykonanie cyklu pokazano na Rys. 4.1. Na rysunku tym zaznaczono charakterystyczne punkty toru, w których rozpoczyna się i kończy ruch noża w trakcie wykonywania cyklu.

Są to:

**PS Punkt Startu Cyklu** - zbierania warstw w kierunku **X** lub **Z**. Od tego punktu rozpoczyna się ruch w przypadku obróbki zgrubnej wykonywanej metodą zbierania warstw wzdłuż osi **X** lub **Z** oraz w przypadku zbierania warstw. Położenie punktu **PS** wyznaczone jest automatycznie na podstawie treści podprogramu opisującego kontur i parametrów **R21 do R26**.

**PK Punkt Początku Konturu.**  
Od tego punktu rozpoczyna się ruch roboczy w przypadku obróbki wykańczającej i zerowego naddatku. Położenie punktu określają parametry **R21 i R22**.

**KK Punkt Końca Konturu.**  
W punkcie tym kończy się ruch roboczy w przypadku obróbki wykańczającej i zerowego naddatku. Położenie punktu określa treść podprogramu oraz parametry **R21 i R22**.

**PT Punkt Początku Toru** (w przypadku toczenia równoległe do konturu).  
Od tego punktu rozpoczyna się ruch roboczy w przypadku toczenia równoległego do konturu i naddatku różnego od zera. Punkt ten przesunięty jest względem **PK** o wektor, którego składowe ( wartości bezwzględne składowych wektora ) określają parametry: **R24 i R25**.

**KT Punkt Końca Toru** (w przypadku toczenia równoległe do konturu).  
W punkcie tym kończy się ruch roboczy w przypadku toczenia równoległego do konturu i naddatku różnego od zera. Punkt ten przesunięty jest względem **KK** o wektor, którego składowe ( wartości bezwzględne składowych wektora ) określają parametry: **R24 i R25**.

**Uwagi:**

- położenie punktu **PS** zmienia się wraz ze zmianą parametrów **R24 i R25**,
- położenia punktów **PT i KT** zmieniają się wraz ze zmianą parametrów **R24 i R25**,
- w przypadku zerowego naddatku punkty **PT i KT** pokrywają się odpowiednio z punktami **PK i KK**.

**OPIS WYKONANIA CYKLU** (patrz Rys. 4.1, Rys. 4.2 i Rys. 4.3)

1. Start wykonania cyklu - po odczytaniu bloku z **L95**.  
**Jeśli R29 równa się: 11, 12, 13, 14,**  
**31, 32, 33, 34,**  
**41, 42, 43, 44,**  
to wykonany jest ruch szybki do punktu **PS**, a następnie wykonane są operacje zgodnie z punktem **2**.

**Jeśli R29 równa się: 21 lub 23,**  
to wykonany jest ruch szybki do punktu **PT** lub **PK**, a następnie wykonane są operacje zgodnie z punktem **4**.

**Jeśli R29 równa się: 22 lub 24,**  
to wykonany jest ruch szybki do punktu **PS** a następnie wykonane są operacje zgodnie z punktem **8**.

2. Zbieranie kolejnych warstw wzdłuż osi: **Z** lub **X**.

**Jeśli R29 równa się: 11, 13, 31, 33, 41 lub 43,**  
to zbierane są warstwy w kierunku osi **Z** (patrz Rys. 4.1).

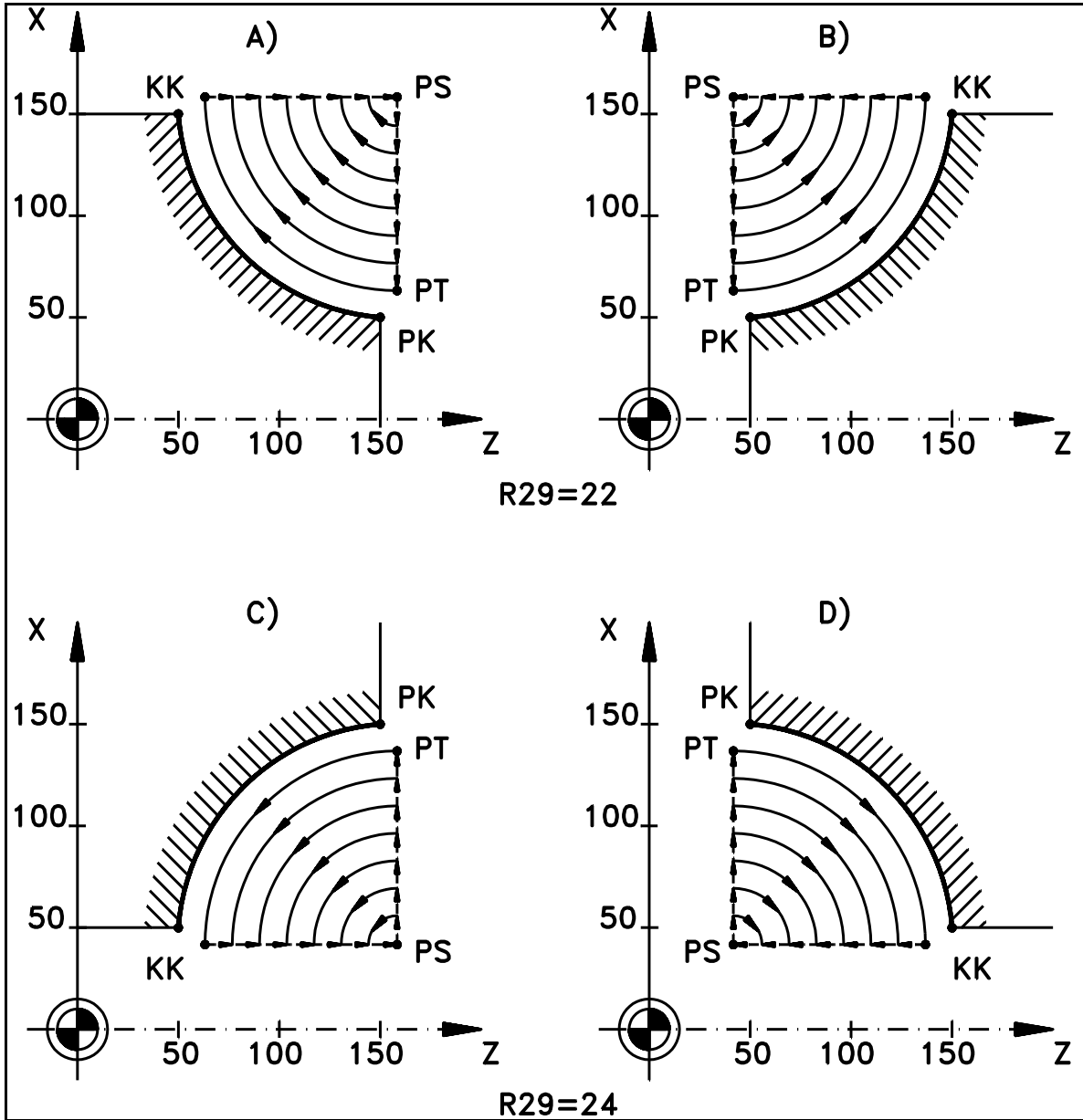
- 2.1. Ruch roboczy noża w kierunku osi **Z** aż do linii określającej zarys naddatku,  
2.2. Odsunięcie noża od obrobionej powierzchni o **1 mm**,  
2.3. Wycofanie noża ruchem szybkim do punktu o współrzędnej **Z** określającej położenie punktu **PS**,  
2.4. Dosunięcie noża do materiału ruchem szybkim w kierunku osi **Z** o wielkość : **(R26 + 1) mm**,  
2.5. Zbieranie kolejnych warstw wykonywane jest zgodnie z operacjami określonymi w punktach. od 2.1 do 2.4. Po zebraniu ostatniej warstwy i po wycofaniu zgodnie z punktem 2.3 ruch szybki do punktu **PT**.

**Jeśli R29 równa się: 12, 14, 32, 34, 42 lub 44,**  
to zbierane są warstwy w kierunku osi **X**.

Zbieranie warstw w kierunku osi **X** wykonywane jest zgodnie z operacjami określonymi w punktach. od 2.1 do 2.5, przy czym: literę **Z** należy zastąpić literą **X**,  
punkt **PT** należy zastąpić przez punkt **KT**.

Ponadto po zebraniu ostatniej warstwy i po wycofaniu do punktu **KT** wykonywany jest dodatkowo ruch szybki do **PS**.

3. Koniec cyklu - przypadek 1.  
**Jeśli R29 równa się: 11, 12, 13 lub 14,**  
to następuje zakończenie cyklu.
4. Obróbka wygładzająca lub wykańczająca.
  - 4.1. Ruch szybki do punktu **PT** ( lub w przypadku zerowego naddatku do punktu **PK** ),
  - 4.2. Ruch roboczy wzdłuż linii wyznaczającej naddatek od punktu **PT** do punktu **KT** ( lub wzdłuż konturu w przypadku zerowego naddatku od punktu **PK** do punktu **KK** ),
  - 4.3. Ruch szybki do punktu **PS**.
5. Koniec cyklu - przypadek 2.  
**Jeśli R29 równa się: 31, 32, 33 lub 34,**  
to następuje zakończenie cyklu.
6. Obróbka wygładzająca lub wykańczająca.
  - 6.1. Ruch szybki do punktu **PK**,
  - 6.2. Ruch roboczy wzdłuż konturu od punktu **PK** do **KK**,
  - 6.3. Ruch szybki do punktu **PS**.
7. Koniec cyklu - przypadek 3.  
**Jeśli R29 równa się: 41, 42, 43 lub 44,**  
to następuje zakończenie cyklu.
8. Toczenie wzdłuż warstwicy stanowiących kolejne przybliżenie konturu (patrz Rys. 4.3).
  - 8.1. Ruch szybki w kierunku punktu **PT** o wielkość określoną przez parametr **R26**,
  - 8.2. Ruch roboczy wzdłuż pierwszej warstwicy,
  - 8.3. Wycofanie ruchem szybkim do punktu **PS**,
  - 8.4. Toczenie wzdłuż kolejnych warstwicy wykonywane jest zgodnie z operacjami określonymi w punktach od 8.1 do 8.4, przy czym ruch szybki zgodnie z 8.1 wykonywany jest dla n-tej warstwicy o wielkość równą  $n * R26$ . Ostatnie toczenie wykonywane jest wzdłuż linii naddatku.
9. Koniec cyklu - przypadek 4.



Rys. 4.3 Toczenie warstwicy.

### **ZALECENIA dotyczące PROGRAMOWANIA KONTURU**

1. Położenie punktów **PK** i **KK** należy wybrać tak, jak pokazano to na rysunkach Rys. 4.2 i Rys. 4.3.
2. Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu cyklu L95 należy ocenić, czy wartość bezwzględna różnicy współrzędnych punktów PK i KK dla jednej z osi ( X lub Z ) nie jest zbyt mała w odniesieniu do sumy odpowiednio : R26 + R24 lub R26 + R25. Ograniczenie takie powinien postawić technolog/programista. Pewnym minimum są następujące ograniczenia:

$$| PK(x) - KK(x) | > 2 * ( R26 + R24 )$$

$$| PK(z) - KK(z) | > 2 * ( R26 + R25 )$$

3. Prosta równoległa do osi **X** lub **Z** może przecinać kontur tylko w jednym punkcie.
4. Nie można stosować lustrzanych odbić.
5. W przypadku obróbki wzdłuż warstwicy ( **R29 = 22 lub R29 = 24** ) nie wolno wprowadzać kompensacji promienia noża. Warunkiem koniecznym jest, aby: **R27 = 40**.
6. W przypadku obróbki wygładzającej lub wykańczającej można wprowadzać kompensację promienia noża programując **R27 = 41 lub R27 = 42**. Ponadto w programie głównym wywołującym L95 należy zadeklarować odpowiedni adres **Dxx**.
7. Przy programowaniu konturu należy zwrócić uwagę na ograniczenia opisane w rozdz. 3.8.6.
8. Przed wywołaniem cyklu **L95** należy położenie suportu zaprogramować tak, aby w trakcie ruchu do punktu **PS** ostrze noża nie zawadziło o obrabiany przedmiot ( przed obróbką ).

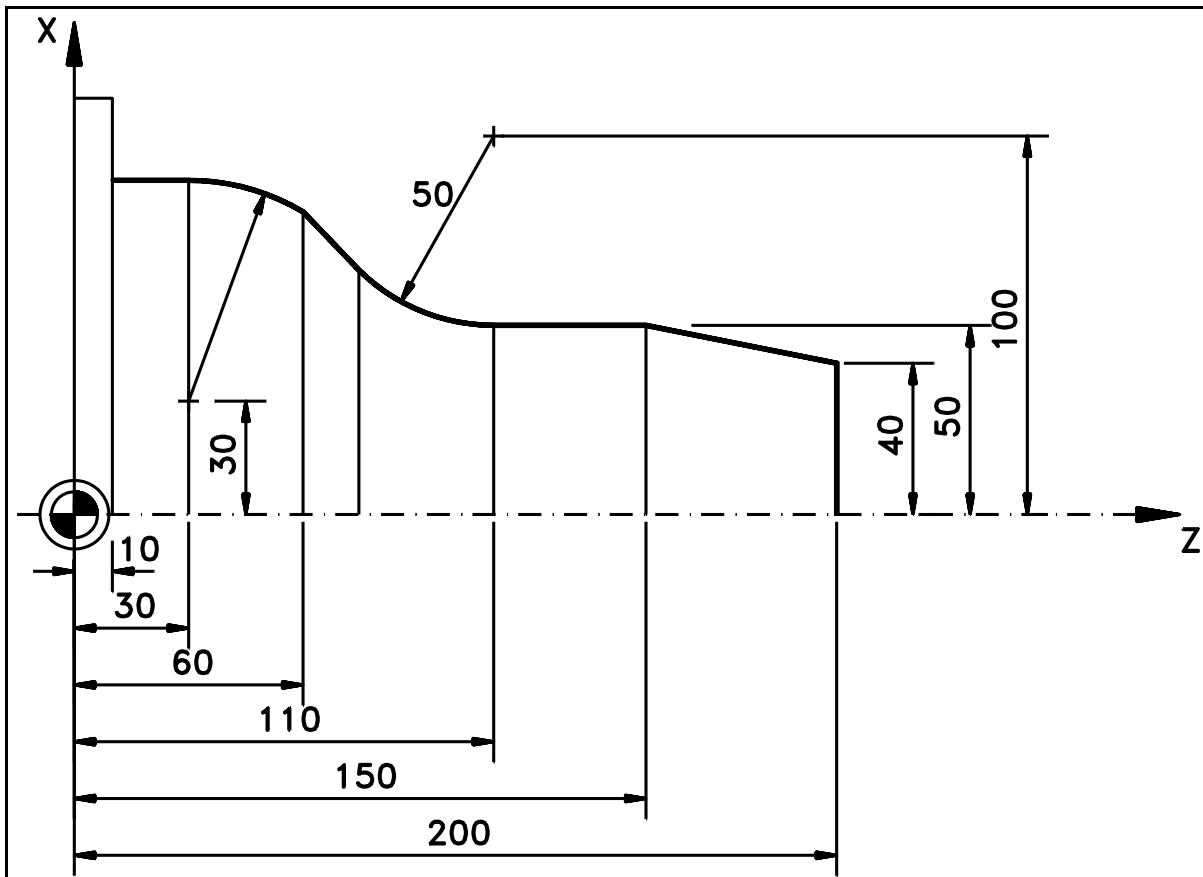
**U W A G A:** Zaleca się sprawdzenie każdego zaprogramowanego cyklu **L95** w trybie symulacji graficznej ( przed wykonaniem obróbki )

## PRZYKŁADY PROGRAMOWANIA - L95

### PRZYKŁAD 1

Przedmiot obróbki pokazano na Rys. 4.4. Kontur przedmiotu (po obróbce) określa podprogram **%SPF 234**. Pełny proces obróbki określa program główny **%MPF 200**. Podprogram wywoływany jest czterokrotnie.

Pierwsze wywołanie:	obróbka zgrubna	<b>R29 = 11</b>
Drugie wywołanie:	obróbka wygładzająca	<b>R29 = 21</b>
Trzecie wywołanie:	obróbka wygładzająca	<b>R29 = 21</b>
Czwarte wywołanie:	obróbka wykańczająca	<b>R29 = 21, R24 = R25 = 0</b>



Rys. 4.4 Przykład programowania L95.

<b>Tekst podprogramu:</b>	%SPF234
	N10 G90 G1 X40 Z200
	N20 X50 Z150
	N30 Z110
	N40 G2 X64.645 Z74.645 I50
	N50 G1 X80 Z60
	N60 G3 X92.426 Z30 I-30 K-30
	N70 G1 Z10
	N80 X120



**Tekst programu głównego:**

%MPF200	
N80 T4 M6	wybór noża
N90 S600 M3	wybór obrotów
N100 G90 G0 X150 Z250	
N110 R20=234 R21=40 R22=200	
N120 R24=2 R25=2 R26=3	podstawienie parametrów
N130 R27=42 R29=11 D1 F1200	
<b>N140 L95</b>	<b>obróbka zgrubna</b>
N150 R24=1 R25=1 R29=21	zmiana parametrów
<b>N160 L95</b>	<b>obróbka wygładzająca</b>
N170 R24=.2 R25=.2	zmiana parametrów
<b>N180 L95</b>	<b>obróbka wygładzająca</b>
N190 R24=0 R25=0	zmiana parametrów
<b>N200 L95</b>	<b>obróbka wykańczająca</b>
N210 G0 X140 Z240	
N220 M30	

**PRZYKŁAD 2**

Proces obróbki, podany w Przykładzie 1, może być zaprogramowany i wykonany w inny sposób, np. poprzez zmianę parametru **R29** w programie **%MPF 200**. Jeśli zadeklaruje się **R29 = 41**, to:

- skrócony zostanie tekst **%MPF 200**,
- **%SPF 234** wywołany zostanie trzy razy:
  - Pierwsze wywołanie - obróbka zgrubna
  - Drugie wywołanie - obróbka wygładzająca
  - Trzecie wywołanie - obróbka wykańczająca

**Tekst programu ( modyfikacja %MPF 200 ):**

```
%MPF210
N100 G90 G0 X150 Z250
N110 R20=234 R21=40 R22=200
N120 R24=5 R25=5 R26=10
N130 R27=42 R29=41 D1 F1200
N140 L95
N210 G0 X140 Z240
N220 M30
```

**UWAGA:**           **Celowe jest** wykonanie programu %MPF 210 w trybie symulacyjnym dla następujących wartości parametru R29: 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41 i 42.  
**Zaleca się** zmieniać wartość parametru **R27**.  
**W przypadku R29=22** należy podstawić: **R27=40**.

Tekst programu można uzupełnić blokami:   N135 LR20  
   N136 G0 X150 Z250  
 wstawiając je pomiędzy N130 i N140. W ten sposób narysowany zostanie kontur przedmiotu przed wywołaniem podprogramu %SPF 234.

**PRZYKŁAD 3.** Cztery pary programów i podprogramów - patrz Rys. 4.3 Toczenie warstwic. Wykonanie tych programów w trybie symulacji graficznej, z jednoczesną odpowiednią zmianą parametrów **R27** i **R29** pozwoli na lepsze poznanie cyklu **L95**.

**%SPF10** ( Rys. 4.3 a )

N1 G2 G90 X150 Z50 I100

N2 M17

**%MPF10**

N1 G0 G90 X50 Z150

N2 R20=10 R21=50 R22=150 R24=5 R25=5

N3 R26=5 R27=40 R29=22 F4000 D1

N4 LR20

N5 G0 X100 Z200

N6 L95

N7 M30

**%SPF20** ( Rys. 4.3 b )

N1 G3 G90 X150 Z150 I100

N2 M17

**%MPF20**

N1 G0 G90 X50 Z50

N2 R20=20 R21=50 R22=50 R24=5 R25=5

N3 R26=5 R27=40 R29=22 F4000 D1

N4 LR20

N5 G0 X100 Z0

N6 L95

N7 M30

**%SPF30** ( Rys. 4.3c )

N1 G3 G90 X50 Z50 I-100

N2 M17

**%MPF30**

N1 G0 G90 X150 Z150

N2 R20=30 R21=150 R22=150 R24=5 R25=5

N3 R26=5 R27=40 R29=24 F4000 D1

N4 LR20

N5 G0 X100 Z200

N6 L95

N7 M30

**%SPF40** ( Rys. 4.3d )

N1 G2 G90 X50 Z150 I-100

N2 M17

**%MPF40**

N1 G0 G90 X150 Z50

N2 R20=40 R21=150 R22=50 R24=5 R25=5

N3 R26=5 R27=40 R29=24 F4000 D1

N4 LR20

N5 G0 X100 Z0

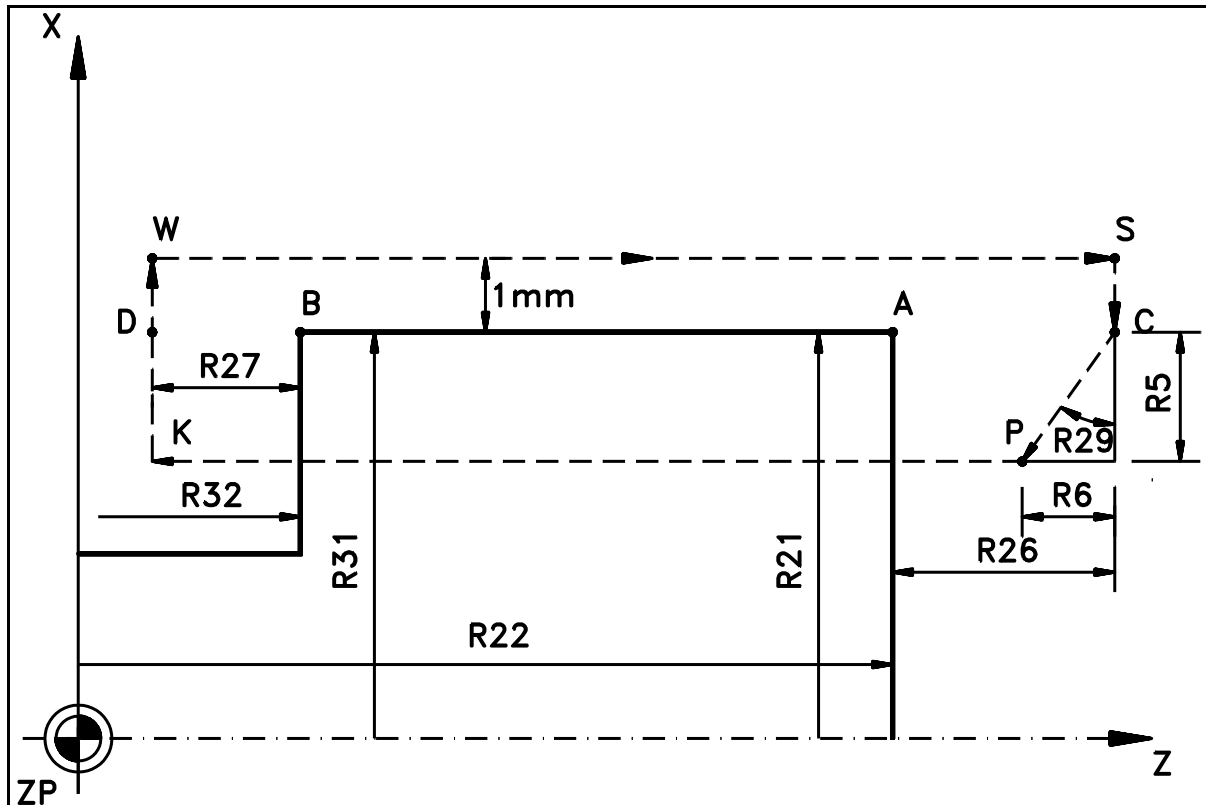
N6 L95

N7 M30

## 4.2. CYKL GWINTOWANIA - L97.

Cykl L97 umożliwia nacinanie następujących rodzajów gwintów jednozwojnych ze stałym skokiem:

- **gwint wzdłużny** w kierunku osi Z ( na powierzchniach cylindrycznych ), Rys. 4.5
- **gwint stożkowy** wzdłuż tworzącej stożka, Rys. 4.6
- **gwint płaski** w kierunku osi X ( na powierzchniach czołowych wałków lub tarcz ). Rys. 4.7

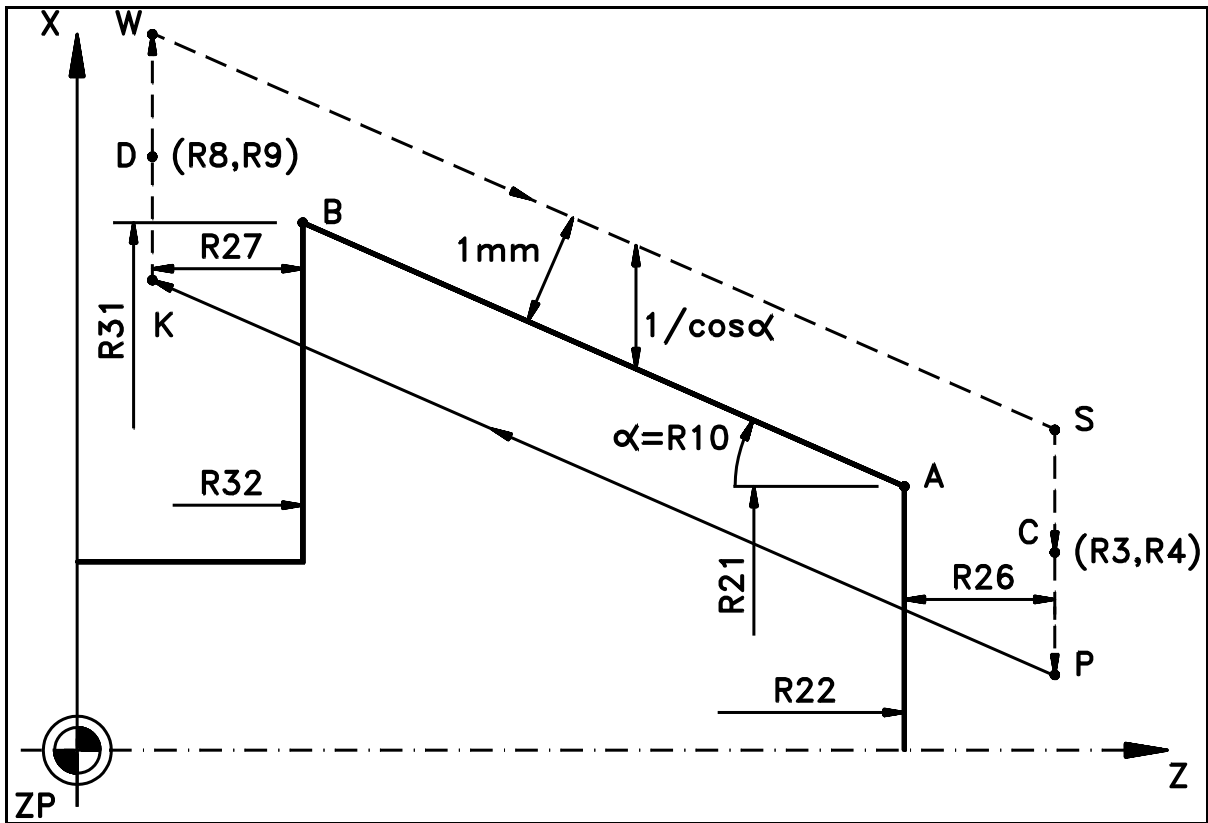


Rys. 4.5 Gwint wzdłużny.

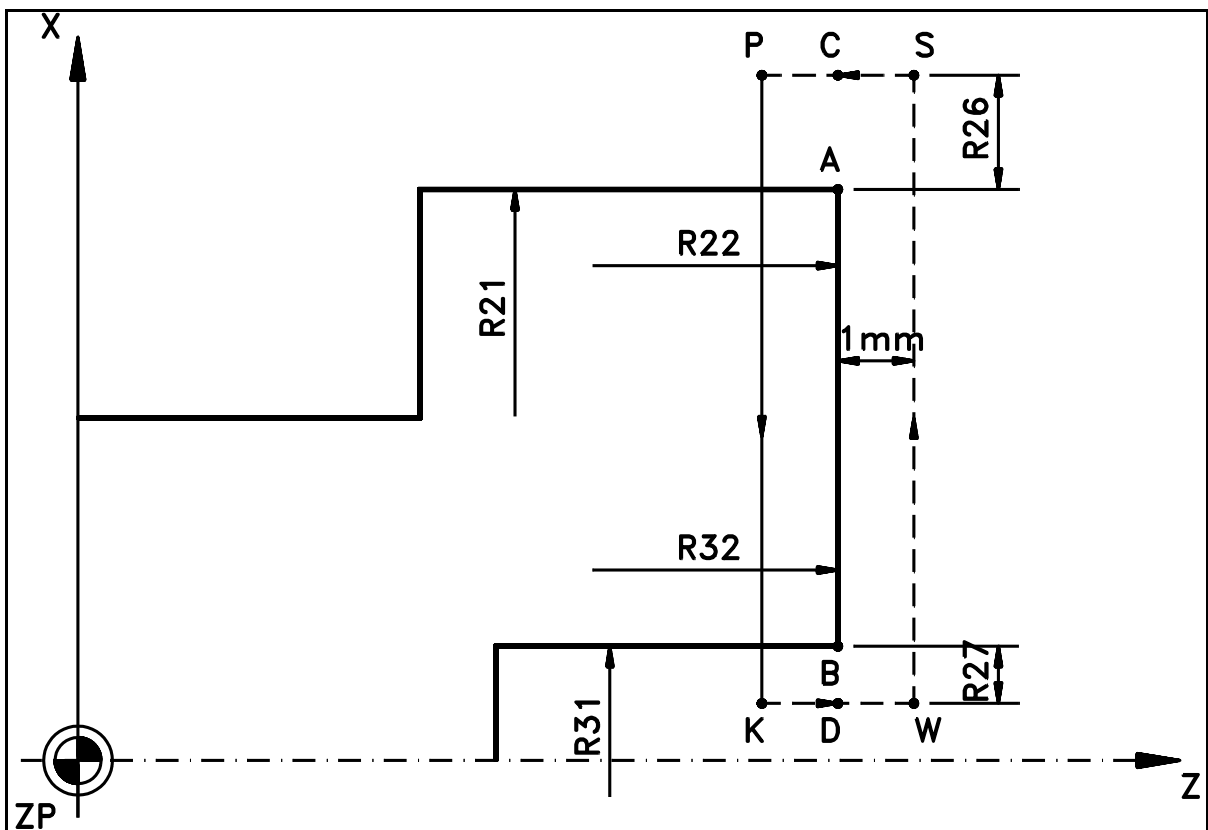
Rys. 4.5 Gwint wzdłużny.

Wykaz punktów zaznaczonych na rysunkach: Rys. 4.5, Rys. 4.6 i Rys. 4.7.

- A – początek gwintu
- B – koniec gwintu
- C – programowany początek dobiegu (patrz rozdz. 3.4.4.1)
- D – programowany koniec wybiegu ( analogia do dobiegu )
- S – punkt startowy ( w punkcie tym rozpoczynają się i kończą wszystkie operacje nacinania kolejnej nitki gwintu
- P – początek ruchu roboczego nacinania gwintu
- K – koniec ruchu roboczego nacinania gwintu
- W – odsunięcie noża po nacięciu kolejnej nitki gwintu



Rys. 4.6 Gwint stożkowy.



Rys. 4.7 Gwint płaski.

**PARAMETRY PODSTAWOWE** – deklarowane przed wywołaniem cyklu.

- R20** – skok gwintu - wartość przyrostowa bez znaku,
- R21** – współrzędna X początku gwintu - wartość absolutna,
- R22** – współrzędna Z początku gwintu - wartość absolutna,
- R23** – liczba nacięć jałowych ( na końcu głębokości gwintu ),
- R24** – głębokość gwintowania - wartość przyrostowa ze znakiem  
 $R24 < 0$  - gwint zewnętrzny  
 $R24 > 0$  - gwint wewnętrzny,
- R25** – naddatek na obróbkę wygładzającą - wartość przyrostowa bez znaku,
- R26** – droga dobiegu - wartość przyrostowa bez znaku,
- R27** – droga wybiegu - wartość przyrostowa bez znaku,
- R28** – liczba nacięć zgrubnych,
- R29** – kąt dosuwu w stopniach ( dla gwintów wzdłużnych i płaskich ) - w przypadku nacinania gwintu metodą wcinania po stycznej do ścianki nitki gwintu. W przypadku gwintu na stożku należy zadeklarować **R29 = 0**,
- R31** – współrzędna X końca gwintu - wartość absolutna,
- R32** – współrzędna Z końca gwintu - wartość absolutna.

**PARAMETRY POMOCNICZE** – obliczane przez program w trakcie wykonywania cyklu.

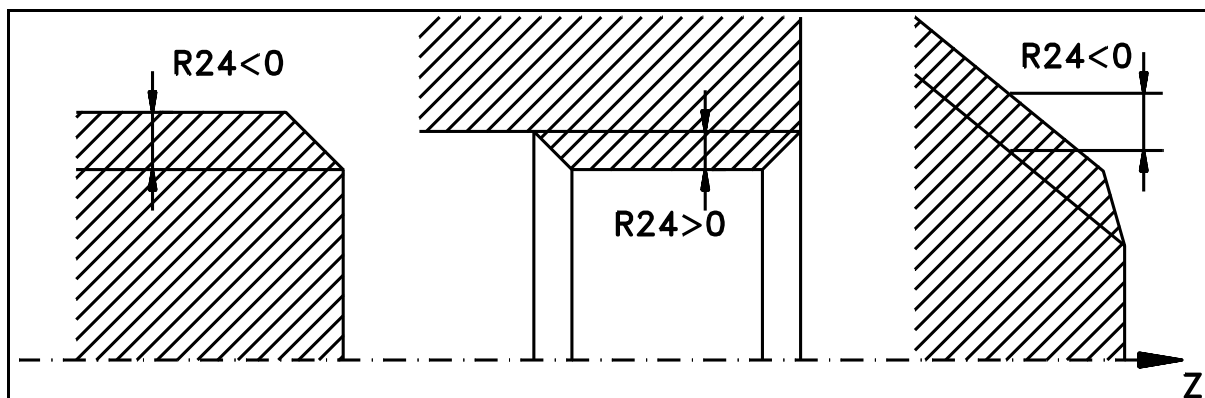
- R1** – wielkość odsunięcia przy powrocie:  $R1 = + 1 \text{ mm}$  - gwint zewnętrzny,  
 $R1 = - 1 \text{ mm}$  - gwint wewnętrzny,
- R2** – kąt dosuwu w radianach:  $R2 = 2 * \text{PI} * R29 / 360$ ,
- R3** – współrzędna Z punktu P,
- R4** – współrzędna X punktu P,
- R5** – kolejna głębokość gwintowania  $R5 = \frac{R24 - R25}{\text{SQRT}(R28)} * \text{SQRT}(R7)$ ,
- R6** – druga składowa głębokości gwintu:  $R6 = \text{FABS}(R5) * \text{TAN}(R2)$  Z – wzdłużny  
X – płaski,
- R7** – wskaźnik obiegu cyklu ( numer kolejnego gwintowania ),
- R8** – współrzędna Z punktu K,
- R9** – współrzędna X punktu K,
- R10** – kąt nachylenia stożka  $R10 = \text{ATAN} \frac{R31 - R21}{R32 - R22}$ ,
- R11** – współrzędna X skoku gwintu,
- R12** – współrzędna Z skoku gwintu.

**WYJAŚNIENIA** dotyczące deklarowanych parametrów **R20 do R32**.

- ad. R20** – Skok gwintu określany jest jako wartość przyrostowa bez znaku mierzona w kierunku nacinania gwintu. Wyznaczenie większej składowej ( w przypadku gwintu na stożku ) oraz podstawienie pod właściwy adres I lub K wykonywane jest automatycznie przez program.
- ad. R21** – Współrzędne początku gwintu określają punkt konturu przedmiotu, od którego ma być nacięty gwint. Współrzędne podawane są jako wartości absolutne.
- R22**
- ad. R23** – Skrawanie jałowe wykonywane jest po obróbce wygładzającej lub zgrubnej, gdy  $R25 > 0$ . Liczba przejść jałowych może być dowolna - dodatkowe wyjaśnienia patrz: ad. R25.
- ad. R24** – Głębokość gwintu określana jest jako wartość przyrostowa ze znakiem. Mierzona jest w kierunku osi X lub Z ( patrz Rys. 4.8). Znak określa kierunek dosuwu suportu.

$R24 < 0$  - gwint zewnętrzny

$R24 > 0$  - gwint wewnętrzny



Rys. 4.8 Głębokość gwintu.

Rys. 4.8 Głębokość gwintu.

- ad. R25** – Naddatek wygładzania definiowany jest jako wartość przyrostowa bez znaku ( znak określany jest przez program na podstawie znaku R24 ). Naddatek odejmowany jest od głębokości gwintowania R24. W ten sposób powstaje głębokość gwintowania dla obróbki zgrubnej - patrz: ad. R28.  
Po zakończeniu gwintowania zgrubnego wykonywane jest wygładzające - zbierany jest naddatek a następnie skrawanie jałowe zgodnie z R23.
- ad. R26** – Droga dobiegu określana jest jako wartość przyrostowa bez znaku. Konieczność programowania drogi dobiegu wyjaśniono w rozdz. 3.4.4.1. W przypadku gwintu na stożku programowana jest składowa Z drogi dobiegu jak pokazano to na Rys. 4.7.

- ad. R27** – Droga wybiegu określana jest jako wartość przyrostowa bez znaku. Konieczność programowania drogi wybiegu wyjaśniono w rozdz. 3.4.4.1. W przypadku gwintu na stożku programowana jest składowa Z drogi wybiegu jak pokazano to na Rys. 4.7.
- ad. R28** – Wartość parametru R28 określa liczbę nacięć zgrubnych. System sterowania oblicza automatycznie kolejne głębokości dosuwu, tak, aby uzyskać jednakowy przekrój wióra. W ten sposób uzyskuje się jednakową siłę skrawania od pierwszego nacięcia zgrubnego do ostatniego. Kolejna głębokość gwintowania R5 ( patrz tekst podprogramu blok N20 ) wyznaczana jest według następującej zależności:

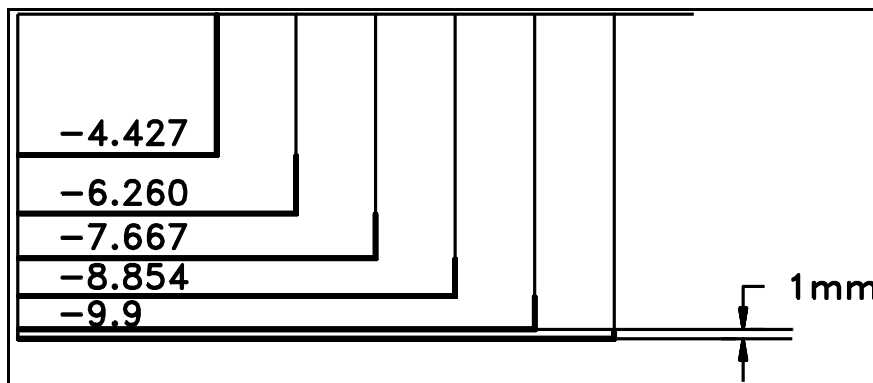
$$R5 = \frac{R24 - R5}{\text{SQRT}(R28)} * \text{SQRT}(R7),$$

gdzie: **SQRT** – operator pierwiastkowania,  
**R7** – numer kolejnego gwintowania.

Uwaga:  $\text{sgn } R25 = \text{sgn } R24$  (operacja wykonywana automatycznie przez program).

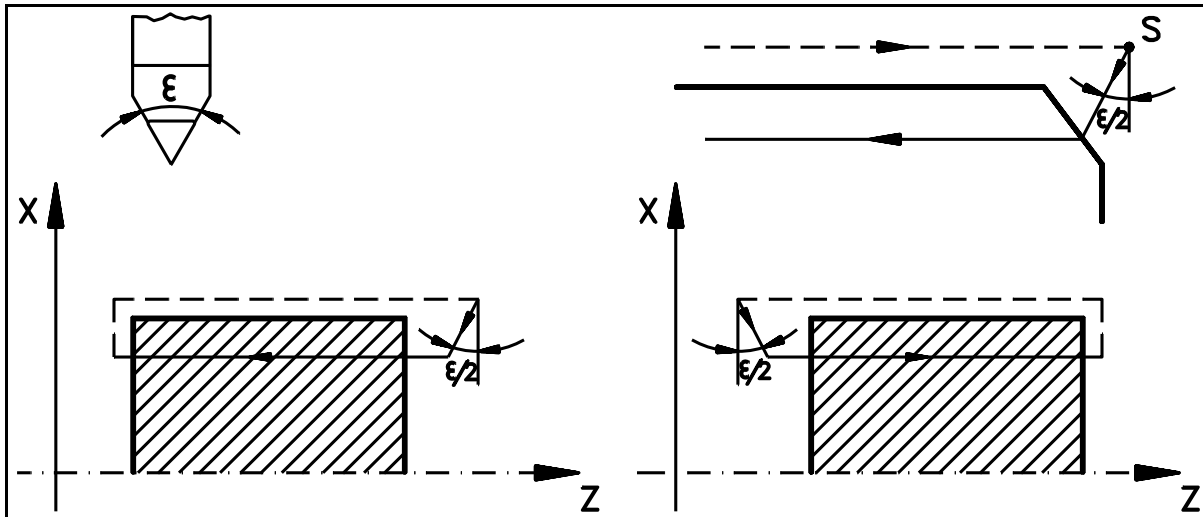
#### PRZYKŁAD.

- głębokość gwintu:  $R24 = -10$
  - liczba nacięć zgrubnych:  $R28 = 5$
  - deklarowany naddatek wygładzania:  $R25 = 0.1$
- Uwaga:** program nadaje parametrowi R25 znak " - ", w efekcie:  $R25 = -0.1$



Rys. 4.9 Przyrost głębokości gwintowania.

- ad. R29** – Dosuw noża jest możliwy pod dowolnym kątem dla gwintów wzdłużnych i płaskich - wyjaśniono to dokładnie w rozdz. 3.4.4. Dla gwintów stożkowych należy deklarować:  $R29 = 0$ . Wartość kąta deklarowana jest bez znaku. W cyklu kąt jest skierowany odpowiednio do kierunku obróbki. Pokazuje to Rys. 4.10.



Rys. 4.10 Znak kąta dosuwu noża.

Rys. 4.10 Znak kąta dosuwu noża.

- ad. R31** – Współrzędne początku gwintu określają punkt konturu przedmiotu, do  
**R32** którego ma być nacięty gwint. Współrzędne podawane są jako wartości  
absolutne.



**TEKST PODPROGRAMU i OPIS WYKONANIA CYKLU - L97.****%SPF97**

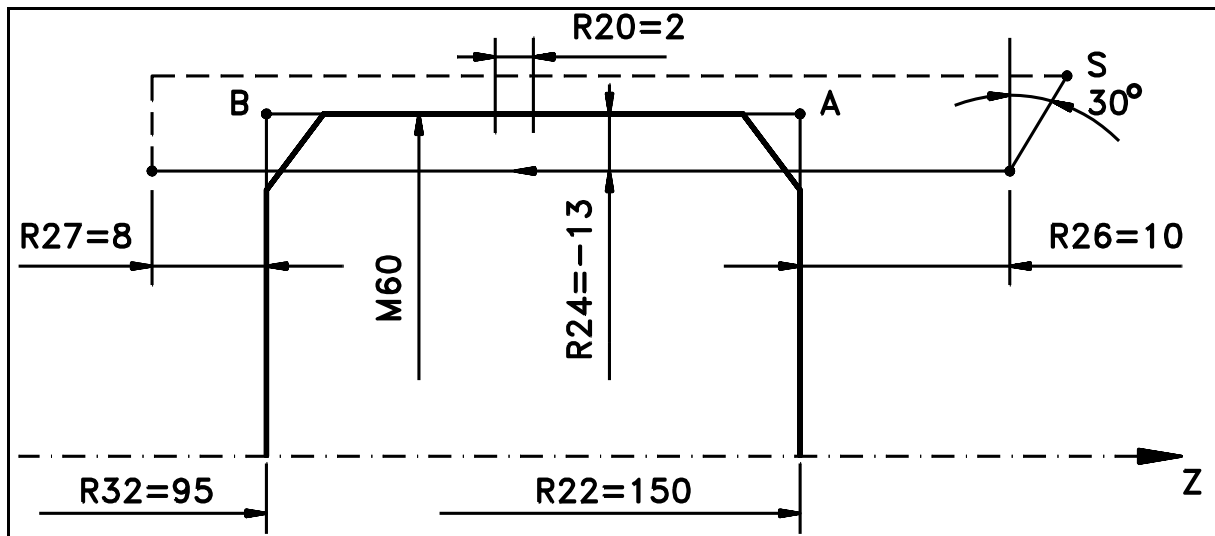
N1	G900 G910	Zapamiętanie parametrów R
N2	$R2=2*PI*R29/360$ R7=1 R1=-1	
N3	$H3+5=R24=0$	Gwint wewnętrzny; R25 i R1 bez zmiany znaku
N4	$R25=-R25$ R1=-R1	Zmiana znaku R1 i R25 dla gwintu zewnętrznego
N5	$H1+7=R25=0$	Brak wygładzania
N6	$R23=R23+1$	
N7	$H1+35=R22=R32$	Skok do gwintu płaskiego
N8	$R10=ATAN((R31-R21)/(R32-R22))$ R1=R1/COSR10	Obliczenie kąta nachylenia stożka Obliczenie odsunięcia przy nawrocie
N9	$H2+12=PI/4=FABSR10$	Badanie nachylenia stożka
N10	R11=R20 R12=0	Podstawienie parametrów określających skok gwintu
N11	H0+13	
N12	R11=0 R12=R20	Podstawienie parametrów określających skok gwintu
N13	$H3+15=R22=R32$	Kierunek posuwu "do zera ukł. współrzędnych"
N14	H0+17	
N15	$R3=R22+R26$ R4=R21+R26*TANR10 R8=R32-R27 R9=R31-R27*TANR10 R2=-R2	Obliczenie wsp. punktów krańcowych dla kierunku "do zera układu wsp."
N16	H0+18	Skok do gwintu wzdłużnego lub na stożku
N17	$R3=R22-R26$ R4=R21-R26*TANR10 R8=R32+R27 R9=R31+R27*TANR10	Obliczenie wsp. punktów krańcowych dla kierunku "od zera układu wsp."
N18	G0 G90 XR4+R1 ZR3	Ruch szybki do punktu S
N19	$H3+27=R7=R28$	Badanie końca gwintowania zgrubnego
N20	$R5=(R24-R25)*SQRTTR7/SQRTTR28$ R6=FABSR5*TANR2	Obliczenie kolejnej głębokości gwint. Obliczenie drugiej składowej

4. Cykle stale.

N21 XR4+R5 ZR3+R6	Ruch szybki do punktu P
N22 G33 XR9+R5 ZR8+R6 IR11 KR12	Nacinanie kolejnej nitki gwintu
N23 G0 XR9+R1	Odsunięcie ruchem szybkim
N24 XR4+R1 ZR3	Wycofanie ruchem szybkim
N25 R7=R7+1	Powiększenie wskaźnika obiegu
N26 H0-19	Skok do następnego obiegu
N27 R7=1 R5=R24 R6=FABSR5*TANR2	Podstawienie końcowej głęb. gwintowania Obliczanie drugiej składowej
N28 H3+57=R7=R23	Badanie końca cyklu gwintowania
N29 XR4+R5 ZR3+R6	Ruch szybki do punktu S
N30 G33 XR9+R5 ZR8+R6 IR11 KR12	Gwintowanie wygładzające
N31 G0 XR9+R1	Odsunięcie ruchem szybkim
N32 XR4+R1 ZR3	Wycofanie ruchem szybkim
N33 R7=R7+1	Powiększenie wskaźnika obiegu
N34 H0-28	Skok do następnego obiegu
N35 H3+37=R21=R31 (gwint płaski)	Kier. posuwu "do zera układu wsp."
N36 H0+39	
N37 R4=R21+R26 R9=R31+R27 R2=-R2	Obliczanie wsp. punktów krańcow. dla kierunku "do zera układu wsp."
N38 H0+40	
N39 R4=R21-R26 R9=R31+R27	Obliczanie wsp. punktów krańcowych dla kierunku "do zera układu wsp."
N40 G0 G90 XR4 ZR22+R1	Ruch szybki do punktu S
N41 H3+49=R7=R28	Badanie końca gwintowania zgrubn.
N42 R5=(R24-R25)*SQRTTR7/SQRTTR28 R6=FABSR5*TANR2	Obliczanie kolejnej głęb. gwintowania Obliczanie drugiej składowej
N43 ZR22+R5 XR4+R6	Ruch szybki do punktu P
N44 G33 XR9+R6 IR20	Nacinanie kolejnej nitki gwintu

#### 4. Cykle stałe.

N45 G0 ZR22+R1	Odsunięcie ruchem szybkim
N46 XR4	Wycofanie ruchem szybkim
N47 R7=R7+1	Powiększenie wskaźnika obiegu
N48 H0-41	Skok do następnego obiegu
N49 R7=1 R5=R24 R6=FABSR5*TANR2	Podstaw. końcowej głębokości gwintowania Obliczenie drugiej składowej
N50 H3+57=R7=R23	Badanie końca cyklu gwintowania
N51 ZR22+R5 XR4+R6	Ruch do punktu P
N52 G33 XR9+R6 IR20	Gwintowanie wygładzające
N53 G0 ZR22+R1	Odsunięcie ruchem szybkim
N54 XR4	Wycofanie ruchem szybkim
N55 R7=R7+1	Powiększenie wskaźnika obiegu
N56 H0-50	Skok do następnego obiegu
N57 G901 G911	Odtworzenie parametrów R
N58 M17	Koniec cyklu gwintowania

**PRZYKŁAD PROGRAMOWANIA CYKLU - L97** (patrz Rys. 4.11)

Rys. 4.11 Przykład gwintu zewnętrznego.

Rys. 4.11 Przykład gwintu zewnętrznego.

Skok gwintu:	R20 =	2mm
Punkt początkowy X:	R21 =	60 mm
Punkt początkowy Z:	R22 =	150 mm
Liczba nacięć jałowych:	R23 =	3
Głębokość gwintowania:	R24 =	-13 mm
Naddatek wygładzania:	R25 =	0.1 mm
Droga dobiegu:	R26 =	10 mm
Droga wybiegu:	R27 =	8 mm
Liczba nacięć zgrubnych:	R28 =	7
Kąt dosuwu:	R29 =	30 °
Punkt końcowy X:	R31 =	60 mm
Punkt końcowy Z:	R32 =	95 mm

**Tekst programu:**

```

%MPF 10
.....
N25 Sxxxx M03
N30 T3 M06
N35 R20=2 R21=60 R22=150 R23=3 R24=-13
N40 R25=.1 R26=10 R27=8 R28=7 R29=30
N45 R31=60 R32=95 L97
.....
N60 M30

```

### 4.3. CYKL WIERCENIA GŁĘBOKICH OTWORÓW - L98.

**PARAMETRY PODSTAWOWE** - deklarowane przed wywołaniem cyklu.

- R22 Współrzędna absolutna punktu odniesienia (punkt początkowy).
- R24 Zmniejszenie przyrostu głębokości wiercenia - wielkość przyrostowa bez znaku.
- R25 Pierwsza głębokość wiercenia - wielkość przyrostowa bez znaku liczona od punktu odniesienia R22.
- R26 Końcowa głębokość wiercenia - współrzędna absolutna.
- R27 Czas postoju przed otworem (po kolejnym wycofaniu).
- R28 Czas postoju w dnie otworu.

**PARAMETRY POMOCNICZE** - podstawiane i obliczane w trakcie wykonywania cyklu.

- R11 Kolejna głębokość wiercenia - współrzędna absolutna.
- R12 Grubość warstwy, która pozostała do wiercenia:
- R14 Kolejny przyrost głębokości wiercenia - wielkość przyrostowa bez znaku.
- R51 "Mnożnik" określający znak przyrostów głębokości wiercenia.

#### **TEKST PODPROGRAMU - L98**

```
%SPF98
N0 G900 G910
N0 R24=FABS R24 R25=FABS R25 R51=1
N0 H3+1=R22=R26
N0 R51=-1
N1 G0 G90 ZR22
N2 H2+30=R25=FABS(R22-R26)
N3 R11=R22-R25*R51 R14=R25
N4 G1 ZR11
N5 G4 FR28
N6 G0 ZR22
N7 G4 FR27
N8 G0 ZR11+R51 R12=FABS(R11-R26) R14=R14-R24
N9 H2+30=R24=R12
N11 H2+13=R14=R24
N12 H3+15=R24=R14
N13 R11=R11-R14*R51 H3+30=0=(R11-R26)*R51
N134 H1+30=FABS(R11-R26)=0
N14 H0-4
N15 R14=R24 H0-13
N30 G1 ZR26
N31 G4 FR28
N32 G0 ZR22
N33 G4 FR27
N34 G901 G911
N35 M17
```

**Opis wykonania cyklu:**

Wiercenie zgodnie z cyklem L98 wykonywane jest w kilku przejściach o zmniejszającym się przyroście głębokości wiercenia. Liczba wierceń zależna jest od:

- głębokości pierwszego wiercenia – R25,
- przyrostu głębokości wiercenia – R24,
- końcowej głębokości wiercenia – R26.

Kolejne przyrosty głębokości wiercenia i w konsekwencji kolejne głębokości wiercenia wyznaczone są automatycznie (nie wymagają deklaracji w POT). Określają je parametry pomocnicze (patrz treść cyklu).

**R51 "Mnożnik" określający znak przyrostów głębokości wiercenia**

R51 = 1                                    **gdy**    **R22 > R26**

R51 = -1                                   **gdy**    **R22 < R26**

**R14 – kolejny przyrost głębokości wiercenia:**

R14 = R25                                **pierwsze wiercenie**

R14 = R14 – R24                       **kolejne wiercenie gdy** **R14 >= R24**

R14 = R24                                **kolejne wiercenie gdy** **R14 < R24**

**R11 – kolejna głębokość wiercenia:**

R11 = R22 – R25\*R51                 **pierwsze wiercenie**

R11 = R11 – R14\*R51                 **kolejne wiercenie**

R11 = R26                                 **ostatnie wiercenie**

**R12 – grubość warstwy, która pozostała do wiercenia:**

R12 = FABS(R11 – R26)

Pierwsze wiercenie wykonywane jest na głębokość: **R22 - R25**. Po pierwszym i po każdym następnym wierceniu wykonywana jest następująca sekwencja operacji:

- postój: **G4 FR28**,
- ruch szybki do punktu odniesienia **R22**,
- postój przed otworem: **G4 FR27**,
- ruch szybki do pozycji uzyskanej w poprzednim wierceniu ( nie dotyczy ostatniego wiercenia).

Po wykonaniu tych operacji określana jest grubość warstwy, która pozostała do wiercenia: **R12**. Jeśli **R12 <= R24** to wykonywane jest ostatnie wiercenie.

Jeśli **R12 > R24** to wyznaczany jest kolejny zmniejszający się przyrost głębokości wiercenia - patrz parametr pomocniczy **R14** i wykonywane jest kolejne wiercenie z posuwem roboczym na głębokość określoną przez **R11**. Zmniejszanie przyrostu głębokości wiercenia wykonywane jest do momentu gdy przyrost ten staje się mniejszy od **R24**. Od tego momentu kolejne głębokości zwiększane są o wartość stałą równą **R24** ( w przypadku ostatniego wiercenia przyrost głębokości wiercenia może być mniejszy od R24 ).

- Uwaga:
1. Jeśli parametr R24 = 0 to wykonywane jest wiercenie ze stałym przyrostem równym R25.
  2. Jeśli parametr R25 przekroczy zadeklarowaną w programie głębokość wiercenia to wykonywane jest tylko jedno wiercenie na głębokość R26.

**Wykonanie cyklu pokazano na Rys. 4.12.**

**PRZYKŁAD:**

Punkt początkowy	Z = 157 mm	<b>R22 = 157</b>
Przyrost głębokości wiercenia	20 mm	<b>R24 = 20</b>
Pierwsza głębokość wiercenia	50 mm	<b>R25 = 50</b>
Głębokość końcowa	5 mm	<b>R26 = 5</b>
Czas postoju przed otworem	2 sek	<b>R27 = 2</b>
Czas postoju w gł. otworu	1 sek	<b>R28 = 1</b>

**Tekst programu**

```
%MPF 100
```

```
.....
```

```
N25 Fxxxx Mxx Sxxx
```

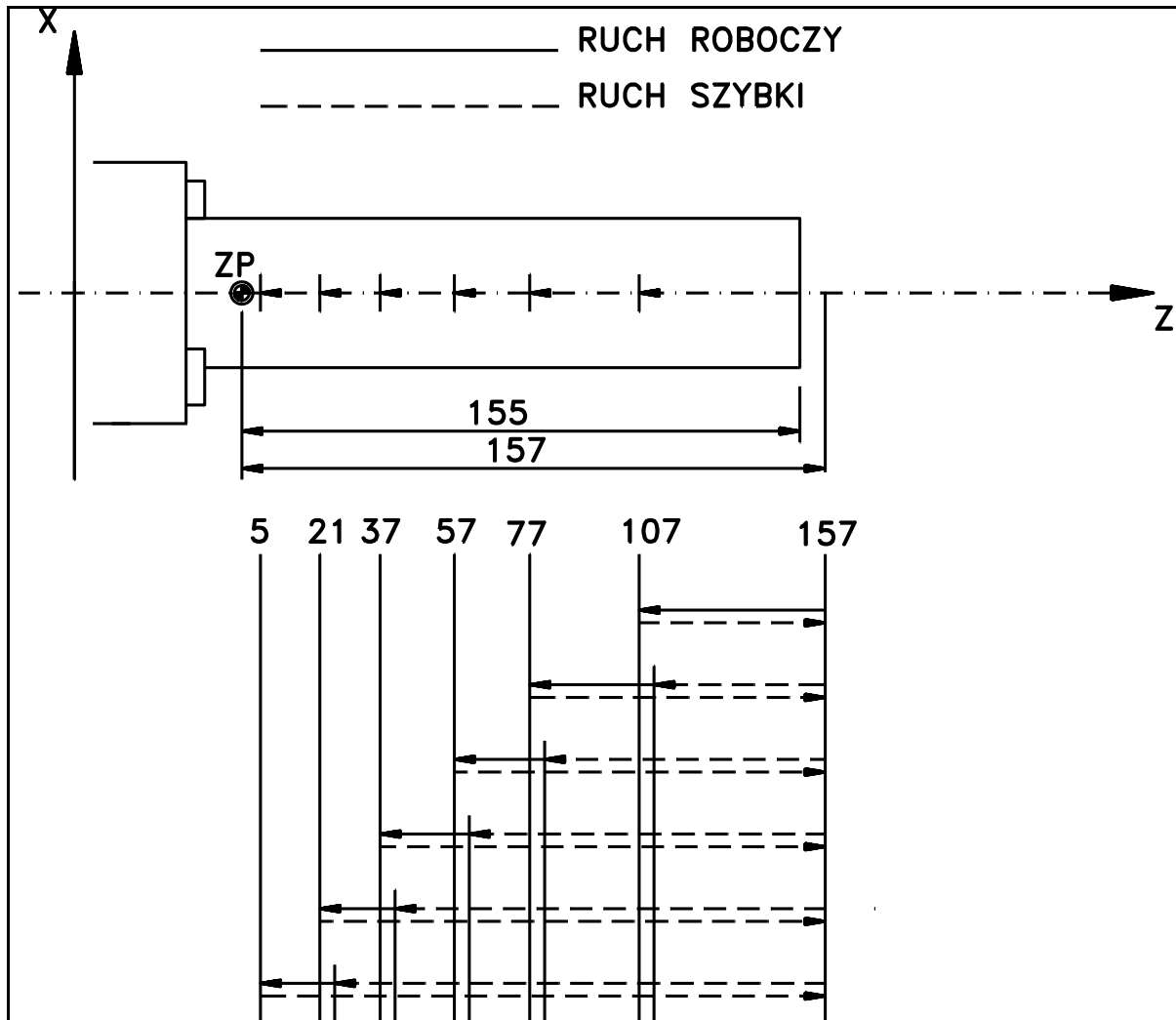
```
N30 R22=157 R24=20 R25=50 R26=5
```

```
N35 R27=2 R28=1
```

```
N40 L98
```

```
.....
```

```
N50 M30
```



Rys. 4.12 Cykl wiercenia głębokich utworów.

## 5. PARAMETRY SPECJALNE.

### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA.

PRONUM 630 T umożliwia programowanie obróbki z użyciem w wyrażeniach arytmetycznych takich parametrów jak zawartości korektorów narzędzi, rejestrów baz pomiarowych, korekcji baz pomiarowych, a także punktów wymiany narzędzia.

Cecha ta upraszcza programowanie obróbki dając np. możliwość obróbki poprzez wywoływanie podprogramu zawierającego opis konturu przy zmieniającej się dynamicznie wartości promienia narzędzia (zbieranie kolejnymi warstwami do właściwego konturu).

Wartości parametrów specjalnych są odczytywane i zapisywane w analogiczny sposób jak parametry użytkownika R, tzn. mogą być argumentami złożonych wyrażeń oraz funkcji.

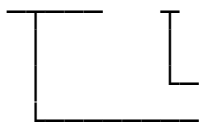
**UWAGA:** W przypadku wstawiania nowych wartości do rejestrów korektorów, baz pomiarowych, korekcji baz i punktów wymiany przetwarzanie kolejnego bloku może być nieznacznie opóźnione o czas konieczny na przeliczenie zadawanych współrzędnych osi jak i toru narzędzia w nowym środowisku danych.

### OPIS PARAMETRÓW SPECJALNYCH

#### WARTOŚĆ KOREKTORA NARZĘDZIA

##### FORMAT :

R D 2 1 . 3



numer pola (cyfra od 1 do 6)  
numer korektora (od 1 do 99)

##### PRZYKŁADY:

Użycie w programie obróbki technologicznej zapisu:

N100 RD15.6=10.987

oznacza wpisanie do pola promienia narzędzia korektora numer 15 wartości: 10.987.

Powiększenie wartości wskazanego promienia korektora narzędzia można uzyskać poprzez zapis:

N110 RD15.6=RD15.6+0.10 (zwiększenie promienia o 0.100 mm)



Cyfra określająca numer pola od 0 do 6 odpowiada oznaczeniu symbolicznemu poszczególnych pól na planszy edycji korektorów narzędzi. Programowana jest po separatorze, którym jest znak kropki. Znaczenie kolejnych pól rejestru korektora narzędzia jest następujące:

- P0 – numer narzędzia, liczba od 0 do 99  
( tymczasowo nie wykorzystane )
- P1 – typ narzędzia, liczba od 0 do 9,
- P2 – długość narzędzia LOX - składowa w kierunku osi X  
( format: +03.3 )
- P3 – długość narzędzia LOZ - składowa w kierunku osi Z  
( format: +03.3 )
- P4 – korekcja długości narzędzia LOXz - składowa w kierunku osi X  
( format: +01.3 )
- P5 – korekcja długości narzędzia LOZz - składowa w kierunku osi Z  
( format: +01.3 )
- P6 – promień narzędzia ( format: +03.3)

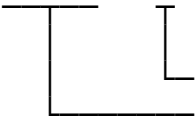
**UWAGA:** Zmiana wartości korektora może być dokonana tylko po zejściu z toru skorygowanego tzn. przy obowiązującym G40 lub przed wprowadzeniem korekcji promienia narzędzia.

### WARTOŚCI REJESTRÓW:

- BAZY POMIAROWEJ,
- KOREKCJI BAZY POMIAROWEJ,
- PUNKTU WYMIANY NARZĘDZIA.

### FORMAT :

R D 200 . 3



oznaczenie osi  
numer rejestru

gdzie numer rejestru przyjmuje wartości:

- |                              |               |
|------------------------------|---------------|
| dla baz pomiarowych          | od 200 do 211 |
| dla korekcji baz pomiarowych | od 300 do 324 |
| dla punktów wymiany narzędzi | od 400 do 409 |

Oznaczenie osi programowane jest po kropce. Dopuszcza się oznaczanie osi w sposób tradycyjny, tzn. literami : X, Z lub cyframi 1 lub 2. Dotyczy to również dalszej części opisu.

### WARTOŚCI REJESTRÓW WEWNĘTRZNYCH

### POŁOŻENIE OSI WZGLĘDEM ZERA MASZYNY:

R A X . oś

## **SUMARYCZNE PRZESUNIĘCIE ZERA UKŁADU WSPÓLRZĘDNYCH:**

R A Z . oś

## **PRZESUNIĘCIE UKŁADU WSPÓLRZĘDNYCH WPROWADZONE FUNKCJĄ G54:**

R A B . oś

Po wywołaniu bazy pomiarowej funkcją G54 wszystkie inne składniki przesunięcia zera układu współrzędnych są kasowane. W kolejnych blokach programu obróbki przesunięcie może być modyfikowane funkcjami G55 oraz G92, jednakże początkowa wartość przesunięcia zera jest pamiętana w układzie sterowania i może być odczytana jako parametr specjalny RAB.x.

## **PRZESUNIĘCIE UKŁADU WSPÓLRZĘDNYCH WPROWADZONE FUNKCJĄ G55:**

R A K . oś

Składowa wektora przesunięcia zera układu współrzędnych wynikająca z programowania funkcji G55 jest każdorazowo rejestrowana. Jej wartość jest dostępna poprzez parametr specjalny RAK.oś.

## **DŁUGOŚĆ NARZĘDZIA:**

R A L . oś

RAL.oś pozwala odczytać aktualnie obowiązującą długość narzędzia wprowadzoną po zaprogramowaniu korektora narzędzia Dxx wraz z przesuwem wzdłuż osi narzędzia.

## **PROMIEŃ NARZĘDZIA:**

R A R

Rejestr RAR pozwala odczytać aktualnie obowiązujący promień narzędzia wprowadzony funkcjami G41/G42 zaprogramowanymi wraz z rejestrem korektora narzędzia Dxx.

## **ZAWARTOŚĆ WYWOŁANEGO KOREKTORA NARZĘDZIA:**

R A D . numer pola (jak dla RD)

Parametr ten umożliwia odczyt poszczególnych pól wywołanego aktualnie korektora narzędzia.

## **REJESTR INFORMACYJNY:**

R R

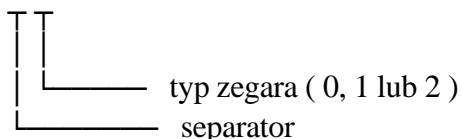
Rejestr RR służy do przekazywania danych lub informacji o wykonaniu funkcji specjalnych @9xx. Jego zawartość testowana funkcjami skoków warunkowych pozwala sterować programem obróbki.

## 6. POMIAR CZASU.

W niektórych przypadkach technologia interesuje czas wykonania programu przez obrabiarkę. Funkcje @920 i @921 umożliwiają odczytanie ilości taktów zegara od momentu jego wyzerowania. Pomiar czasu może być dokonywany z 3-ch niezależnych zegarów, z których każdy pracuje z inną częstotliwością.

### START POMIARU CZASU - ZEROWANIE

@ 9 2 0 = 1



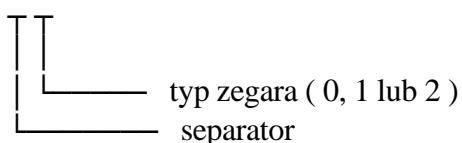
Funkcja @920 inicjuje działanie zegara. Zegar oznaczony typem 0 zlicza kolejne impulsy co 4 ms, zegar 1 co 100 ms, a zegar 2 co 1 sekundę. Ilość zliczonych impulsów od momentu wyzerowania zegara odczytana jest do rejestru informacyjnego RR -funkcją @921 ( rejestr informacyjny RR - patrz. rozdz. 5 ).

Zakres zliczania mieści się pomiędzy 0, a 32767.

Typ zegara	Takt zliczany co
0	4 ms
1	100 ms
2	1 s

### ODCZYT POMIARU CZASU - ZEGARA

@ 9 2 1 = 1



Funkcja @921 odczytuje ilość taktów zegara zliczonych od momentu jego wyzerowania.

### **PRZYKŁAD:**

N100 R0=0

@920=2

zerowanie zegara typu 2 (co 1 s)

N110 R0=R0+1

N120 H3-110 = 10000 = R0

@921=2

odczyt czasu w sekundach

N130 R1=RR

wstaw wynik pomiaru czasu do R1

N140 M30

## 7. FUNKCJE M, S, T, E.

Operacje pomocnicze obrabiarki programuje się przy pomocy funkcji M, S, T i E. Funkcje te można programować w tym samym bloku programu, co inne słowa programu, np. wywołujące ruch maszyny.

Jeśli funkcja pomocnicza jest wykonywana po ruchu zaprogramowanym w bloku - nazywa się funkcją poblokową. Jeśli natomiast funkcja pomocniczą wysyłana jest do PLC przed wykonaniem ruchu w bloku - to jest to funkcja przedblokowa. Wysłanie funkcji przedblokowej może spowodować wstrzymanie ruchu w bloku aż do wykonania operacji związanych z tą funkcją. Podobnie wykonanie następnego bloku może być wstrzymane do zakończenia wykonywania funkcji poblokowych zapisanych w bloku.

Dokładny opis działania każdej funkcji znajduje się w dokumentacji techniczno - ruchowej maszyny. Funkcje S, T i E są zawsze przedblokowe. Funkcje M mogą być przedblokowe lub poblokowe odpowiednio do definicji w programie interfejsowym ( patrz instrukcja programowania PLC ).

Funkcje pomocnicze w bloku są wykonywane w następującej kolejności: przedblokowe funkcje M, funkcja S, funkcja T, funkcja E i poblokowe funkcje M. W jednym bloku można zaprogramować jedną funkcję S, jedną funkcję T, jedną funkcję E, pięć funkcji przedblokowych M i pięć funkcji poblokowych M.

### 7.1. FUNKCJE POMOCNICZE M.

#### **STOP PROGRAMU**

**M0** – bezwarunkowe zatrzymanie programu.

Jest to funkcja poblokowa. Powoduje:

- zatrzymanie programu po wykonaniu funkcji zapisanych w bloku,
- przekazanie do programu interfejsowego sygnału M0, który może powodować np.: wyłączenie obrotów wrzeciona, chłodziwa, wyświetlenie stosownego komunikatu na ekranie. Działanie tej funkcji opisuje dokumentacja techniczno - ruchowa maszyny.

**M1** – warunkowe zatrzymanie programu.

Jest wykonywana tylko przy ustawionym na pulpicie warunku wykonania tej funkcji. Działa identycznie jak funkcja M0.

## **KONIEC PROGRAMU**

**M2** – koniec programu.

Jest to funkcja poblokowa. Umieszcza się ją w ostatnim bloku programu. Powoduje:

- zakończenie wykonywania programu (również wtedy, gdy po bloku z funkcją M2 zapisano kolejne bloki programu),
- wyzerowanie numeru programu,
- przekazanie do programu interfejsowego sygnału M2/M30. Sygnał ten może wyłączać obroty wrzeciona i chłodziwo oraz zeruje interfejs. Szczegóły zawiera dokumentacja techniczno - ruchowa obrabiarki.

**M30** – koniec programu bez wyzerowania numeru programu.

Umieszcza się ją w ostatnim bloku programu. Działa podobnie jak M2, ale nie zeruje numeru programu. Umożliwia to powtórzenie programu po wciśnięciu przycisku START.

## **KONIEC PODPROGRAMU**

**M17** – koniec podprogramu.

Funkcja programowana w ostatnim bloku podprogramu. Nie należy jej umieszczać w tym samym bloku, w którym wywołuje się podprogram.

## **STOP WRZECIONA Z POZYCJONOWANIEM KĄTOWYM.**

**M19 S....** – zorientowane zatrzymanie wrzeciona.

Jest to funkcja poblokowa. W słowie S programowane jest położenie kątowe wrzeciona z rozdzielczością 0.1 °. Do programu interfejsowego przekazywany jest sygnał wywołujący cykl pozycjonowania kąтового wrzeciona.

## **INNE FUNKCJE POMOCNICZE M**

Inne standardowe funkcje M, a mianowicie:

- M3** – załączenie obrotów wrzeciona w kierunku CW,
- M4** – załączenie obrotów wrzeciona w kierunku CCW,
- M5** – zatrzymanie obrotów wrzeciona,
- M13** – załączenie obrotów CW i chłodziwa,
- M14** – załączenie obrotów CCW i chłodziwa,
- M8** – załączenie chłodziwa,
- M9** – wyłączenie chłodziwa,
- M6** – zmiana narzędzia

są przekazywane do interfejsu PLC. Ich działanie opisuje dokumentacja techniczno - ruchowa obrabiarki. W szczególności: ruchy robocze obrabiarki są blokowane przy zatrzymanym wrzecionie (z możliwością wykonywania ruchów ustawczych), funkcje M3, M4, M13, M14 i M8 są przedblokowe, a funkcje M5 i M9 – poblokowe.

Funkcja M6 może być funkcją przedblokową lub po blokową. Może powodować zatrzymanie obrotów wrzeciona. Zaprogramowanie funkcji zmiany narzędzia M6 nie powoduje zmiany korekcji długości i promienia narzędzia. Zmianę korekcji narzędzia można wywołać wyłącznie przy pomocy słowa Dxx i funkcji przygotowawczych G41/G42/G40.

## 7.2. FUNKCJA S.

Funkcja prędkości obrotowej wrzeciona jest programowana w słowie S w postaci:

- litera adresowa S,
- liczba czterocyfrowa dziesiętna bez znaku.

Programowana liczba może określać:

- numer kodu prędkości obrotowej,
- prędkość obrotową wrzeciona w obr/min. (np. słowo S1230 oznacza prędkość obrotową = 1230 obr/min.),
- położenie kątowe wrzeciona (programowane łącznie z M19),
- ograniczenie obrotów wrzeciona dla G96; G92 Sxxxx,
- prędkość skrawania dla G96.

Jest to funkcja przedblokowa. Parametry maszynowe określają czy wrzeciono jest sterowane z NC (analogowe sterowanie prędkością obrotową w maksymalnie ośmiu zakresach) oraz czy zainstalowany jest przetwornik do pomiaru położenia kąowego wrzeciona (niezbędny przy pozycjonowaniu kątowym wrzeciona funkcją M19 S....). Gdy wrzeciono nie jest sterowane z NC i nie wyposażono obrabiarki w przetwornik pomiarowy położenia kąowego działanie funkcji S jest w całości określone przez program interfejsowy (patrz dokumentacja techniczno - ruchowa obrabiarki). Funkcja S wybiera w takim przypadku numer kodu prędkości obrotowej. Gdy wrzeciono sterowane jest z NC, prędkość obrotową wrzeciona w ramach zakresu określa wartość napięcia analogowego na wyjściu układu sterowania. Przy zmianie zakresu do PLC przekazywany jest sygnał zmiany zakresu. Zmianą zakresu steruje program interfejsowy PLC. Przetwornik pomiarowy pozwala nadzorować rzeczywistą prędkość obrotową wrzeciona oraz pozwala na pozycjonowanie kątowe wrzeciona. Funkcje wrzeciona opisano dokładniej w instrukcji programowania PLC.

## 7.3. FUNKCJA T.

Funkcja wyboru numeru narzędzia jest programowana w słowie T w postaci:

- litera adresowa T,
- czterocyfrowy numer narzędzia.

Działanie funkcji T określa program interfejsowy PLC, do którego przekazywana jest wartość funkcji T i sygnał zmiany T.

## 7.4. FUNKCJA POMOCNICZA E.

Zaprogramowanie słowa E w postaci:

- litera adresowa E,
- czterocyfrowy numer funkcji

określa dodatkową funkcję pomocniczą do dowolnego wykorzystania w interfejsie obrabiarki.

Jest funkcją przedblokową. Działanie funkcji E określa program interfejsowy PLC, do którego przekazywana jest wartość funkcji E i sygnał zmiany E.

## **DODATEK.**

### **Skrócona informacja dla Użytkownika CNC PRONUM 630 T**

Tablica funkcji przygotowawczych G .....	D 2
Tablica Standardowych funkcji M.....	D 4
Tablica liter adresowych .....	D 5
Tablica adresów pamięci danych .....	D 7
Tablica znaków pomocniczych .....	D 8

## TABLICA FUNKCJI PRZYGOTOWAWCZYCH G

Grupa Funkcji	Kod ISO	Działanie Funkcji
G I	G00 G10 <b>G01 •</b> G11 G02  G03  G33 G34 G35	Ruch ustawczy, współrzędne prostokątne Ruch ustawczy, współrzędne biegunowe Odcinek linii prostej, współrzędne prostokątne Odcinek linii prostej, współrzędne biegunowe Łuk okręgu - kierunek <b>CW</b> - Rys. 3.6 i Rys. 3.7. Łuk okręgu - kierunek <b>CCW</b> - Rys. 3.6 i Rys. 3.7. Gwintowanie ze stałym skokiem Gwintowanie ze skokiem narastającym Gwintowanie ze skokiem malejącym
G II	G04	Programowana przerwa programu
G III	<b>G94 •</b> G95	Programowanie posuwu w mm/min Programowanie posuwu w mm/obr.
G IV	<b>G96 •</b> G97	Stała prędkość skrawania Odwołanie G96 z jednoczesnym przywróceniem funkcji: G94 i G95
G V	G25 G26 <b>G27 •</b>	Ograniczenie obszaru obróbki od dołu Ograniczenie obszaru obróbki od góry Kasowanie ograniczeń: G25 i G26
G VI	<b>G40 •</b> G41  G42	Kasowanie kompensacji promienia ostrza noża Tor środka krzywizny ostrza noża po lewej stronie konturu - Rys. 3.23 Tor środka krzywizny ostrza noża po prawej stronie konturu - Rys. 3.23
G VII	<b>G45 •</b> G46	Słowo S programuje prędkość wzdłuż konturu przedmiotu Słowo S programuje prędkość wzdłuż toru środka ostrza noża
G VIII	G53 G54 G55 G92 G92 Sxxxx	Programowanie we współrzędnych maszynowych Wywołanie bazy pomiarowej Korekcja bazy pomiarowej Przesunięcie układu współrzędnych programu Ograniczenie obrotów wrzeciona dla G96



### Tablica Funkcji Przygotowawczych G - c.d.

G IX	G61 <b>G64 •</b>	Pozycjonowanie na końcu bloku z kasowaniem uchybu nadążania Kasowanie działania funkcji G61
	G60	Dojazd jednokierunkowy dla funkcji G00
	G09	Ruch z wyhamowaniem na końcu odcinka linii prostej G01 lub G10
G X	<b>G71 •</b> G70	Programowanie w jednostkach metrycznych Programowanie w jednostkach calowych
G XI	<b>G90 •</b> G91	Programowanie we współrzędnych absolutnych Programowanie we współrzędnych przyrostowych
G XII	G74 <b>G75 •</b>	Lustrzane odbicie w osi X Kasowanie lustrzanego odbicia w osi X
	G78 <b>G79 •</b>	Lustrzane odbicie w osi Z Kasowanie lustrzanego odbicia w osi Z
G XIII	G900 <b>G901 •</b>	Pamiętanie funkcji modalnych G, posuwu F i obrotów S Przywrócenie funkcji zapamiętanych poprzez funkcję G900
G XIV	G910 <b>G911 •</b>	Pamiętanie parametrów R Przywrócenie wartości parametrów R zapamiętanych poprzez funkcję G910

### Tablica Funkcji Przygotowawczych G – dla tokarek 2 lub 3 suportowych

GXV	<b>G65 •</b>	Aktywacja pierwszego suportu
	G66	Aktywacja drugiego suportu
	G67	Aktywacja trzeciego suportu

- 
- - Funkcja aktywna po włączeniu lub zerowaniu układu sterowania

**TABLICA STANDARDOWYCH FUNKCJI M**

<b>Grupa Funkcji</b>	<b>Kod ISO</b>	<b>Działanie Funkcji</b>
M I	M00 M01	Zatrzymanie programu Warunkowe zatrzymanie programu
M II	M02 M30 M17	Koniec programu Koniec programu ( bez wyzerowania numeru programu ) Koniec podprogramu
M III	M03 M04 M05 M19	Kierunek obrotów wrzeciona: <b>CW</b> Kierunek obrotów wrzeciona: <b>CCW</b> Zatrzymanie obrotów wrzeciona Zorientowane zatrzymanie wrzeciona
M IV	M08 M13 M14 M09	Włączenie chłodziwa Włączenie chłodziwa oraz M03 Włączenie chłodziwa oraz M04 Wyłączenie chłodziwa

## TABLICA LITER ADRESOWYCH

Litera	Zakres liczb	Komentarz
X	od -9999.999 mm do 9999.999 mm	Współrzędna punktu końcowego lub przyrost położenia w osi X
Z	od -9999.999 mm do 9999.999 mm	Współrzędna punktu końcowego lub przyrost położenia w osi Z
I	od -99999.999 mm do 99999.999 mm	Współrzędna środka łuku okręgu w stosunku do początku łuku w osi X lub skok gwintu w kierunku osi X
K	od -99999.999 mm do 99999.999 mm	Współrzędna środka łuku okręgu w stosunku do początku łuku w osi Z lub skok gwintu w kierunku osi Z
A	od 0.00000 ° do 359.99999 °	Kąt nachylenia promienia wodzącego ( współrzędna biegunowa )
Q	od 0.001 mm do 9999.999 mm	Promień wodzący (współrzędna biegunowa)
U	od - 99999.999 mm do 99999.999 mm	Promień okręgu ( w przypadku programowania łuku okręgu zgodnie z rozdz. 3.4.3.1 )
F	1 do 12000 mm/min 0.001 do 40 mm/obr	Prędkość posuwu roboczego
	0.1 do 999,9 s	Programowany czas postoju
	0.001 do 100 mm	Zmiana skoku gwintu dla G34 i G35
S	od 6 obr/min do 6000 obr/min	Prędkość obrotowa wrzeciona
	od 0.1 ° do 359.999 °	Pozycja wrzeciona w przypadku zaprogramowania funkcji M19
	od 1 do 100 m/min	Stała prędkość skrawania w przypadku G96
	od 6 do 6000 obr/min	Maksymalne obroty dla G96 ( G92 Sxxxx )

### Tablica Liter Adresowych - c.d.

G	od 0 do 999	Funkcja przygotowawcza G
M	od 0 do 99	Funkcja pomocnicza M
T	od 0 do 9999	Numer narzędzia
E	od 0 do 9999	Funkcja dodatkowa E
L	od 1 do 9999	Numer podprogramu
P	od 1 do 99	Liczba powtórzeń podprogramu
R	od 0 do 99	Parametr użytkownika
H	od 0 do 6	Numer instrukcji skoku

## TABLICA ADRESÓW PAMIĘCI DANYCH

<b>Litera</b>	<b>Adresy</b>	<b>Komentarz</b>
D	od 0 do 99	Adresy korektorów narzędzi
D	od 100 do 199	Adresy zarezerwowane dla pamięci magazynu narzędzi
D	od 200 do 211	Adresy współrzędnych baz pomiarowych
D	od 300 do 324	Adresy korektorów baz pomiarowych
D	od 400 do 409	Adresy wybranych punktów we współrzędnych maszynowych. Np. baza wymiany narzędzia.

## TABLICA ZNAKÓW POMOCNICZYCH

Znak	Opis Działania
+	Operator dodawania wyrażeń parametrycznych
-	Operator odejmowania wyrażeń parametrycznych ----- Znak określający liczbę ujemną
*	Operator mnożenia wyrażeń parametrycznych ( lub znak końca bloku w symbolicznym zapisie formatu )
/	Operator dzielenia wyrażeń parametrycznych ----- Znak " slash " określający warunkowe wykonanie bloku
=	Operator równości lub podstawienia w wyrażeniach parametrycznych ----- Separator w deklaracji skoku warunkowego
( ..... )	Nawias w wyrażeniach parametrycznych ----- Nawias przy pisaniu komentarzy w tekście bloku
:	Znak oznaczający Blok Główny
%	Znak początku pliku ( przy szeregowej transmisji danych )