

**Politechnika Poznańska**  
**Instytut Technologii Mechanicznej**

## **Programowanie Obrabiarek CNC**

### **Przewodnik do ćwiczenia**

#### **Nr H0**

#### **Uruchomienie i operowanie programem**

Opracował:

Dr inż. Wojciech Ptaszyński

Poznań, 19 marca 2020

## 1. Instalacja programu iTNC 530 Programming station

Firma Heidenhain na swoich stronach internetowych udostępnia testowe wersje programów Programming station iTNC530, TNC640 oraz innych ale te są najbardziej interesujące. Jedynym ograniczeniem tych wersji testowych jest wielkość programu, który możemy napisać i wynosi 100 linii, co dla testowania i nauki jest wystarczające.

TNC640 jest najnowszą wersją sterowania, ma znacznie poprawioną symulację graficzną, ale nie na każdym komputerze poprawnie pracuje. Obsługa obu programów jest bardzo podobna.

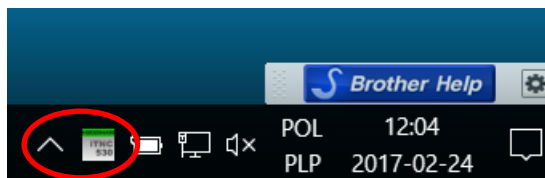
Program iTNC 530 programming station można pobrać ze strony producenta: [http://www.heidenhain.pl/pl\\_PL/software/](http://www.heidenhain.pl/pl_PL/software/) wybierając „PC software” -> „Programming station” – „iTNC 530 Programming Station 606424 003 002” – najnowsza wersja tego programu.

Pobrany plik należy rozpakować a następnie uruchomić instalację. Najlepiej wybrać pełną (domyślną) instalację. Program działa poprawnie we wszystkich wersjach Windows, jednak czasami wymagane są do instalacji i działania prawa administratora.

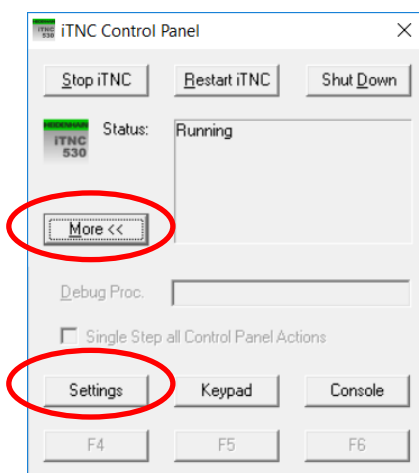
## 2. Pierwsze uruchomienie

Podczas pierwszego uruchomienia programu przygotowywane jest całe środowisko programu oraz program PLC. Do dalszej pracy z programem konieczne jest użycie klawiatury Heidenhain-a. Program można obsługiwać za pomocą klawiatury komputerowej uzyskując dany klawisz klawiatury Heidenhain przez odpowiednią kombinację klawiszy (opis w plikach pgmplat\_z\_tast\_en.pdf) lub za pomocą klawiatury ekranowej zależnie od dostępnej wielkości i rozdzielczości ekranu komputera.

Domyślnie klawiatura ekranowa nie jest dostępna dlatego też należy ją włączyć. Aby włączyć klawiaturę ekranową należy kliknąć na ikonę programu iTNC530 na pasku zadań (może być schowana).

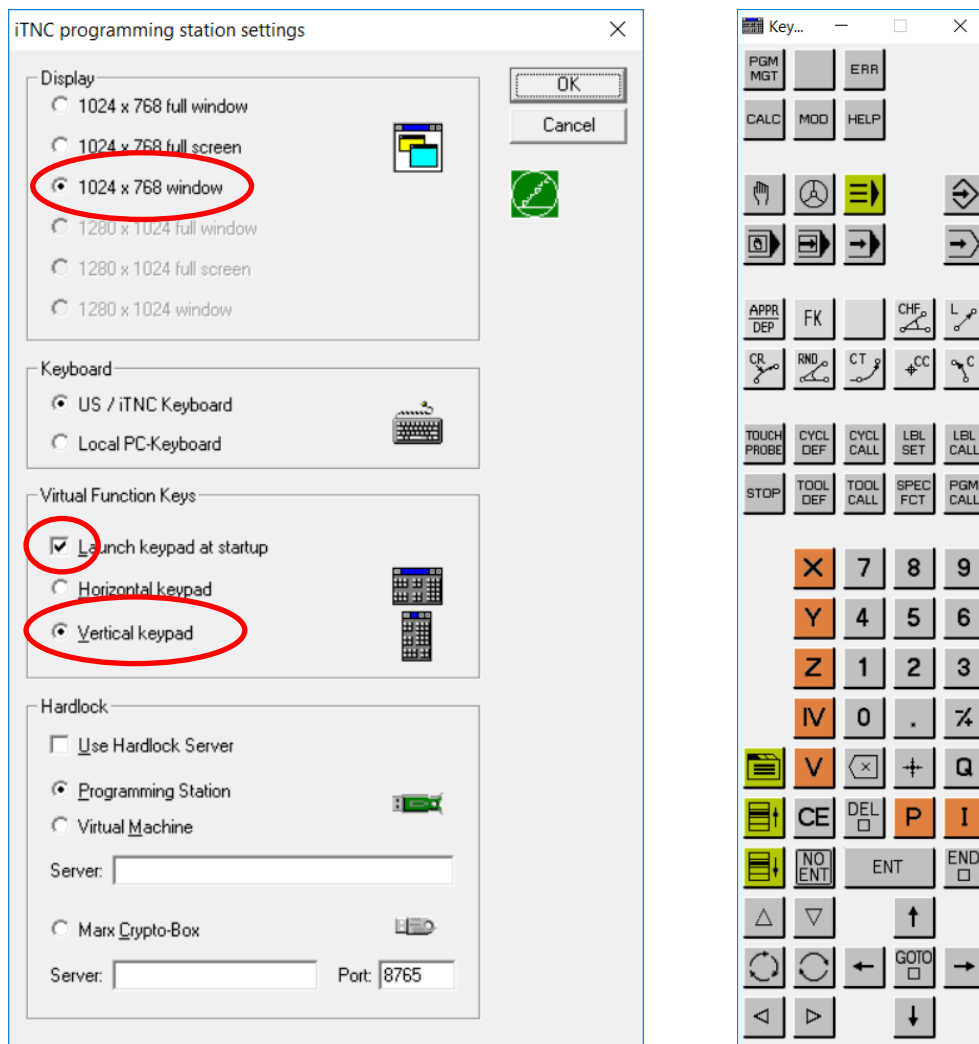


Następnie w oknie „iTNC Control Panel” należy wybrać „More >>” a następnie „Settings”



W oknie „iTNC programming station settings” należy wybrać:

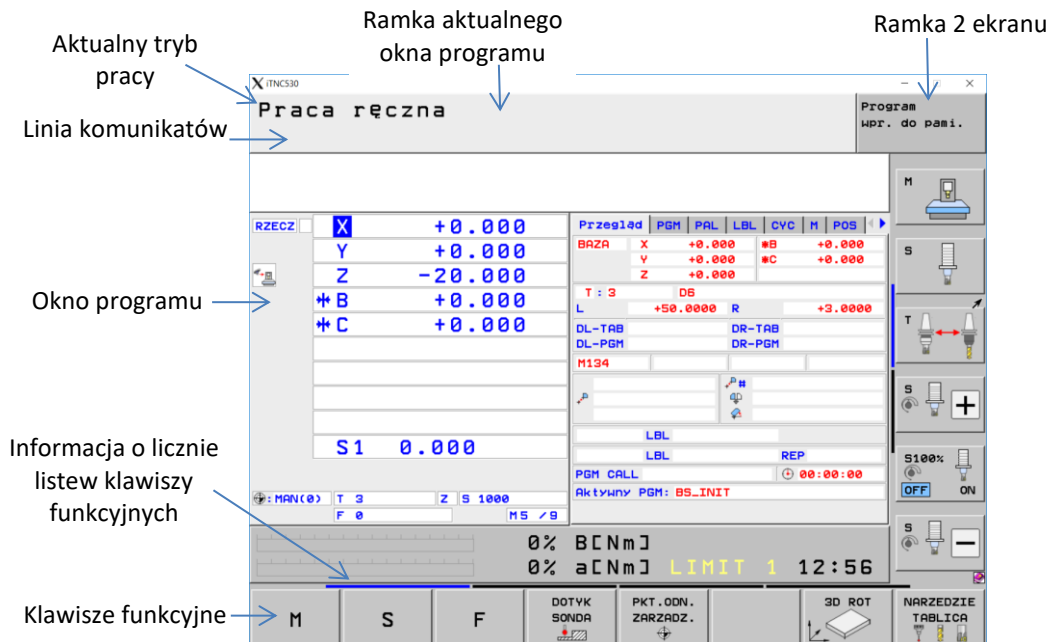
- rozdzielczość okna programu w opcji „Display”, najlepiej 1024x768 windows
- w opcji „Virtual Function Keys” należy wybrać układ klawiatury – pionowa lub pozioma (zależnie od wymiarów monitora) oraz zaznaczyć „Launch keypad at startup” aby klawiatura pojawiała się zawsze po uruchomieniu programu.
- wychodzimy z tego okna wciskając OK,
- w oknie „iTNC Control Panel” wcisnąć klawisz „Keypad”,
- można zamknąć to okno krzyżykiem.



Mając dostępną klawiaturę można dokończyć procedurę uruchamiania programu.

Uruchamiając program pojawiają się różnego rodzaju komunikaty, które musimy skasować klawiszem **CE** aż do usunięcia wszystkich czerwonych komunikatów w górnej ramce okna programu i pojawienia się tam komunikatu „Manual operation” lub „Praca ręczna”.

Po poprawnym uruchomieniu programu powinno być widoczne okno jak poniżej



Najważniejsze klawisze obsługi programu to:

|  |                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Przełącznik ekranów. Program ma dwa ekrany „Praca maszyny” – tryby pracy np. praca ręczna, automatyczna, MDI itp. oraz „Programowanie” – programowanie i edycja, symulacja graficzna. W dowolnym momencie można przełączać widok tych ekranów. |
|  | Zmiana widoku danego ekranu. Każdy ekran może być dostosowany do własnych potrzeb. Opcje wyświetlania dostępne są pod klawiszami funkcyjnymi na dole ekranu                                                                                    |
|  | Klawisze przesuwania listwy klawiszy funkcyjnych na dole ekranu, niebieska linia aktywna listwa, liczba linii = liczba listew. Klawisze funkcyjne wybierane są klawiszami od F1 do F8, lub myszką                                              |
|  | Tryb programowania – przełącza automatycznie na ekran 2 i wybiera tryb programowania.                                                                                                                                                          |
|  | Symulacja graficzna programu – przełącza automatycznie na ekran 2 i wybiera tryb symulacja graficzna.                                                                                                                                          |
|  | Praca ręczna – przełącza automatycznie na ekran 1 i wybiera tryb Praca ręczna.                                                                                                                                                                 |
|  | Wybór programu „Program menadżer”                                                                                                                                                                                                              |
|  | Zmiana niektórych ustawień                                                                                                                                                                                                                     |

### 3. Zmiana języka programu

Program domyślnie działa w języku angielskim jednak można zmienić język dialogu na język polski. Aby zmienić język dialogu na język polski należy:

- przełączyć ekran na tryb edycji – wcisnąć klawisz „tryb programowania” ,
- jeśli ekran jest pusty wybrać dowolny program po naciśnięciu klawisza ,
- po wyświetleniu programu wcisnąć klawisz ,
- wprowadzić hasło 123 i wcisnąć ENTER,
- odszukać parametr maszynowy MP7230.x,
- wprowadzić wartość 11 dla wszystkich parametrów MP7230.x, przemieszczając się kursorami **nie zatwierdzamy klawiszem ENTER**,
- wychodzimy z okna edycji parametrów wciskając klawisz END.

### 4. Praca z plikami (programami) i rozpoczęcie pisania programu

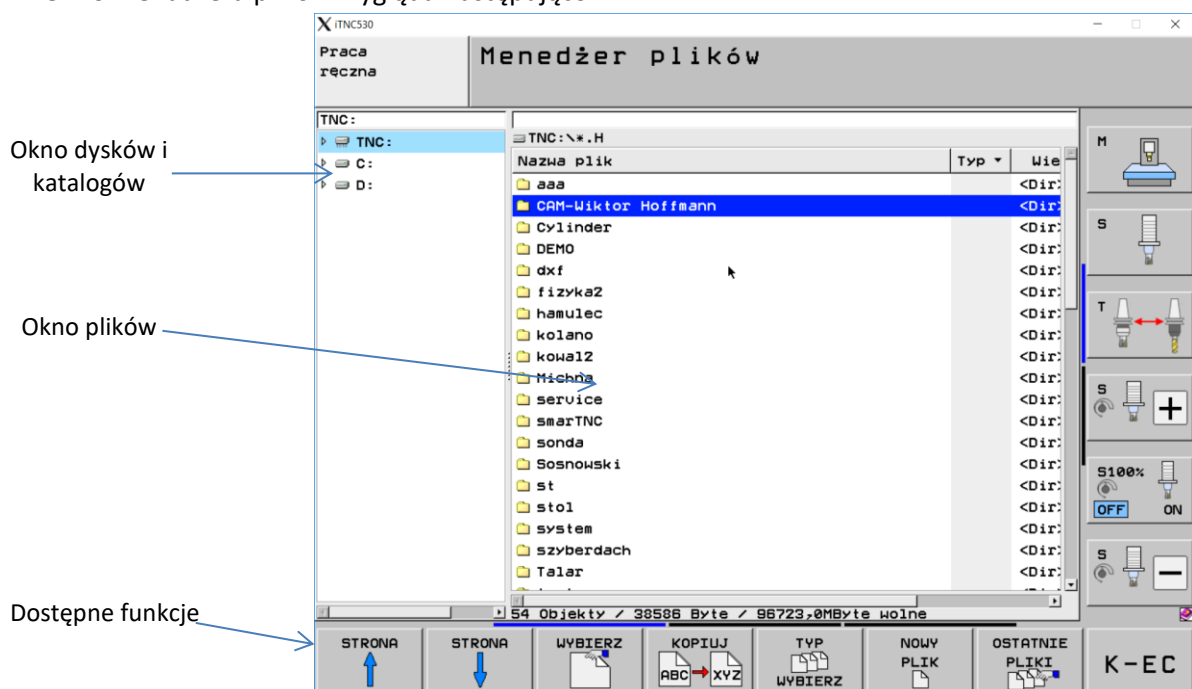
#### 4.1. Menadżer programów

Praca z plikami (zakładanie nowych, edycja, kasowanie kopiowanie itp.) jest możliwa tylko w trybie „Programowanie i edycja”. W pozostałych trybach pracy możliwe jest tylko wybieranie plików, np. do symulacji, do wykonywania itp.

Aby pracować z plikami należy:

- wybrać tryb pracy „Programowanie i edycja” ,
- wywołać menadżer plików ,

Okno menadżera plików wygląda następująco:



Heidenhain pracuje na następujących plikach (z odpowiednim rozszerzeniem) - wybrane:

- \*.h - właściwy program w dialekcie Heidenhain
- \*.i - program w dialekcie ISO (G-kody)
- \*.dxf - możliwość otwarcia plików graficznych do uzyskiwania np. konturów, współrzędnych otworów na podstawie rysunku itp.

Programy (pliki) mogą być tworzone, uruchamiane i symulowane tylko z dysku TNC (wirtualny wewnętrzny dysk programu). Można zakładać własne katalogi.

#### 4.2. Tworzenie katalogów

Aby założyć nowy katalog należy kursor przenieść do okna katalogów klawiszem  i po ustawieniu kursora na właściwym dysku i katalogu, w którym chcemy utworzyć podkatalog, należy wcisnąć klawisz „Nowy Folder” (F6) oraz wprowadzić nazwę nowego katalogu.

#### 4.3. Tworzenie nowych plików

Aby utworzyć nowy plik należy kursor przenieść do okna programów klawiszem , wybrać właściwy katalog, w którym chcemy utworzyć nowy plik i wcisnąć klawisz „Nowy Plik” (F6). Nazwa programu powinna być podana z rozszerzeniem np. „.h” (program dialogowy Heidenhain).

#### 4.4. Kopiowanie plików

Programy zapisywane są na dysku komputerowym ale w formie binarnej i w takiej formie nie można ich otworzyć w żadnym programie. Aby zapisać program do wersji tekstowej w celu np. przeniesienia go na obrabiarkę lub do innego komputera należy go skopiować z dysku TNC na dysk C, D lub inny ale za pomocą Menadżera programów programu iTNC.

Aby skopiować dany plik należy:

- ustawić na nim kursor,
- wcisnąć klawisz funkcyjny „Kopiuj” (F4),
- wprowadzić ścieżkę, gdzie ma być zapisany plik np. „C:/" – główny katalog dysku C lub wybrać drzewo katalogów (klawisz F4) i tam wybrać właściwy dysk i katalog,
- wcisnąć OK.

Aby wczytać program tekstowy do danego systemu TNC należy podobnie:

- w oknie dysków i katalogów odszukać dysk zewnętrzny i katalog gdzie jest zapisany dany program tekstowy,
- w oknie programów ustawić kursor na danym pliku,
- wcisnąć klawisz funkcyjny „Kopiuj”,
- wprowadzić ścieżkę, gdzie ma być zapisany plik np. „TNC:" – główny katalog systemu TNC lub wybrać drzewo katalogów (klawisz F4) i tam wybrać właściwy dysk i katalog,
- wcisnąć OK.

## 5. Edycja tabeli narzędzi

W obrabiarkach z magazynem narzędziowym dane narzędzi wprowadzane są w specjalnej tabeli. Wywołanie tabeli narzędziowej możliwe jest z ekranu trybu pracy – praca ręczna przy pomocy klawisza programowego „Tabela Narzędzi” (F8). Widok ekranu edycji tabeli narzędziowej przedstawia rysunek 3. Aby możliwe było edytowanie tej tabeli należy włączyć edycję klawiszem programowym „EDYCJA ON/OFF” (F5).

| NAZWA | L      | R     | R2 | DL   |
|-------|--------|-------|----|------|
| 1     | C150   | +3    | +0 | +1   |
| 2     | +85.35 | +2    | +0 | +0   |
| 3     | +0     | +3    | +0 | +0   |
| 4     | SCHR   | +47.5 | +3 | +0   |
| 5     | SCHL   | +66.9 | +3 | +0.1 |
| 6     | +0     | +1.5  | +0 | +0   |
| 7     | +0     | +2.5  | +0 | +0   |
| 8     | +25    | +7.5  | +0 | +0   |

0% S-IST 15:58  
30% SCNm] LIMIT 1

X -14.929 Y -222.525 Z +278.291  
C +359.992 B +0.000

RZECZ T 5 Z F 0 M 5/9

POCZATEK KONIEC STRONA STRONA EDYCJA NARZEDZIE STANOWIS. K-EC  
OFF ON NAZWA ZNAJDOZ TABLICA

Widok tabeli narzędzi

Sterowanie iTNC530 nie rozróżnia narzędzi względem typu, programista sam musi pamiętać jakiego typu jest dane narzędzie, najlepiej jeśli będzie to zaznaczone w nazwie („np. Wiertło, Frez itp.). Tabela jest bardzo rozbudowana ale dla każdego narzędzia muszą być wprowadzone tylko następujące dane:

- T – numer narzędzia, przy pomocy którego narzędzie może być wywołane w programie,
  - NAZWA – nazwa narzędzia,
  - L – długość narzędzia (długość od czoła wrzeciona do punktu charakterystycznego) np. 100mm,
  - R – promień narzędzia,
  - R2 – promień naroża ostrza - dla kuli R=R2,
- oraz parametry wymagane przez niektóre cykle:
- LCUTS – długość krawędzi skrawającej narzędzia,
  - ANGLE – maksymalny kąt zagłębiania narzędzia przy posuwisto-zwrotnym lub heliakalnym ruchu zagłębiania.

## 6. Edycja programu Heidenhain

### 6.1. Układ klawiatury układu sterowania Heidenhain

Na rysunku poniżej przedstawiono widok przykładowej klawiatury układu sterującego iTNC530.



Przykładowa klawiatura układu sterującego iTNC530

Występuje tam kilka grupy klawiszy:

- 1 – Klawiatura alfanumeryczna dla wprowadzania tekstów, nazw plików i programowania DIN/ISO.
- 2 – Zarządzanie plikami oraz operacje inne.
- 3 – Tryby programowania (wprowadzanie programu oraz symulacja)
- 4 – Tryby pracy maszyny,
- 5 – Programowanie ruchów narzędzia oraz wywołania narzędzi, cykli i podprogramów
- 6 – Kursory,
- 7 – Klawisze numeryczne, wybór osi (pomarańczowe klawisze) Enter, NoENT, END
- 8 – Touchpad.

W przypadku pracy na komputerze podobna klawiaturę można wyświetlić na ekranie lub dostęp do poszczególnych klawiszy jest możliwy przez wciśnięcie specjalnej kombinacji klawiszy klawiatury komputerowej.

W tabelach poniżej przedstawiono opis podstawowych klawiszy układu sterującego.

**Tabela 1. Tryby pracy obrabiarki**

| Symbol                                                                            | Funkcja                        | Opis                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Praca ręczna                   | Funkcja ta wykorzystywana jest do ręcznej zmiany położenia narzędzia przy pomocy przycisków osi pulpitu obrabiarki                                                  |
|  | Praca z kółkiem elektronicznym | Funkcja ta wykorzystywana jest do ręcznej zmiany położenia narzędzia przy pomocy kółka elektronicznego                                                              |
|  | Programowanie MDI              | Programowanie MDI umożliwia wprowadzanie krótkich programów sterujących w celu zmiany położenia narzędzia w ruchu sterowanym                                        |
|  | Praca programu blokowo         | Wykonywanie programu sterującego blokowo. Po wykonaniu jednego bloku program zostaje zatrzymany. Wykonanie następnego bloku następuje po naciśnięciu klawisza START |
|  | Praca ciągła                   | Wykonywanie programu sterującego w sposób ciągły                                                                                                                    |
|  | Programowanie i edycji         | Umożliwia wprowadzanie nowego programu lub edycję istniejącego programu                                                                                             |
|  | Symulacja programu             | Umożliwia uruchomienie symulacji graficznej działania programu w celu sprawdzenia jego poprawności                                                                  |

**Tabela 2. Klawisze edycyjne**

| Symbol                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Funkcja                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Przesuwanie kursora oraz rozpoczęcie edycji bloku programu (strzałki boczne)         |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Skok kursora do podanej linii programu                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Pominięcie wartości                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Zatwierdzenie wartości                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Zakończenie edycji bloku programu                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Usunięcie bloku programu                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Wykasowanie wartości numerycznej z edytowanego pola, kasowanie komunikatów o błędach |
|  ...                                                                                                                                                                      | Wybór osi współrzędnych                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Wprowadzanie wartości współrzędnych przyrostowo                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Współrzędne biegunowe                                                                |
|  ...                                                                                                                                                                      | Wartości numeryczne                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Przecinek                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Zmiana znaku wartości numerycznej                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Wprowadzenie parametru lub funkcji matematycznej                                     |

**Tabela 3.** Programowanie drogi narzędzia (szare klawisze)

| Symbol                                                                            | Funkcja                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Ruch po linii prostej – interpolacja liniowa                                                  |
|  | Środek okręgu, określenie początku układu współrzędnych biegunowych, płaszczyzna interpolacji |
|  | Ruch po okręgu - interpolacja kołowa o znanym środku zdefiniowanym funkcją CC                 |
|  | Ruch po okręgu - interpolacja kołowa o znanym promieniu                                       |
|  | Ruch po okręgu - interpolacja kołowa po okręgu stycznym do poprzedniego elementu              |
|  | Ścięcie krawędzi                                                                              |
|  | Zaokrąglenie krawędzi                                                                         |
|  | Funkcje dojścia i odejścia narzędzia od materiału                                             |
|  | Programowanie zarysów swobodnych                                                              |

**Tabela 4.** Inne funkcje programowe

| Symbol                                                                              | Funkcja                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Definicja narzędzia oraz wywołanie narzędzia. Definicja narzędzia możliwa jest tylko w przypadku obrabiarek bez magazynu narzędziowego. |
|  | Zdefiniowanie i wywołanie cyklu obróbkowego                                                                                             |
|  | Zdefiniowanie i wywołanie etykiety, podprogramu                                                                                         |
|  | Wywołanie menu funkcji specjalnych                                                                                                      |

## 6.2. Edycja bloków programu

Struktura bloków programu Heidenhain (położenie słów w bloku) jest określona natomiast nie wszystkie słowa w danym bloku muszą występować (słowa modalne).

Poszczególne bloki programu wprowadza się wciskając odpowiedni klawisz programowania na klawiaturze układu sterowania np. wywołanie narzędzia klawisz TOOL CALL, a następnie należy wprowadzić wymagane słowa w danym bloku. Nowy blok wprowadzany jest w linii następnej, po tej w której aktualnie znajduje się kursor.

W czasie edycji poszczególnych słów, w górnej ramce ekranu, wyświetla się informacja dotycząca danego pola oraz czasami są dostępne klawisze funkcyjne wyboru wartości danego słowa (np. rodzaj kompensacji). Zatwierdzenie wartości danego pola (słowa) następuje klawiszem ENT, natomiast jeśli nie chcemy wprowadzać danego pola możemy go pominąć wciskając klawisz NO ENT.

Po zatwierdzeniu danego pola klawiszem ENT albo NO ENT kursor przesuwa się do następnego pola. Możliwe jest również przesuwanie się między polami klawiszami kursora w prawo i lewo.

Po wprowadzeniu ostatniego pola bloku następuje koniec edycji tego bloku i wyjście kursora do przewijania programu. Przerwanie edycji danego bloku możliwe jest również po naciśnięciu klawisza END.

Poprawianie danego bloku możliwe jest po wciśnięciu klawisza kursora prawego lub lewego (←, →). Aby zakończyć edycję takiego bloku należy wcisnąć klawisz END.

Bloki programowania ruchu narzędzia mają specyficzny sposób edycji, np. edycja ruchu po linii prostej wygląda następująco (należy wciskać kolejno następujące klawisze):

|                                                                   |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wybór rodzaju ruchu                                               |                                                                                        | Pojawi się automatycznie adres X i można wprowadzić wartość współrzędnej. Jeśli nie chcemy wprowadzać osi X to wciskamy pomarańczowy klawisz np. Y                                                                                                                              |
| Wybór współrzędnej                                                |                                                                                        | Wprowadzamy wartość numeryczną z klawiatury numerycznej i ewentualnie zmieniamy znak klawiszem                                                                                                 |
| Jeśli chcemy wprowadzić następną współrzędną wciskamy klawisz np. |  lub  | Edycja współrzędnej Z<br>Edycja kolejnej współrzędnej                                                                                                                                                                                                                           |
| Zakończenie wprowadzania współrzędnych                            |                                                                                        | Koniec wprowadzania współrzędnych i przejście kursora do następnych pól                                                                                                                                                                                                         |
| Kompensacja promienia narzędzia (wybór z menu dolnego)            | R0<br>RL<br>RR<br>                                                                     | - wyłączenie kompensacji<br>- kompensacja lewostronna<br>- kompensacja prawostronna<br>- nie wprowadzamy danej o kompensacji                                                                                                                                                    |
| Prędkość posuwowa (wybór z dolnego menu)                          | F500<br>F AUTO<br><br>F MAX<br><br>                                                  | - posuw roboczy o wartości 500 mm/min<br>- posuw roboczy o wartości takiej jak wprowadzono w bloku TOOL CALL... F...<br>- ruch szybki (działa tylko w tym bloku, w którym występuje słowo F MAX),<br>- nie wprowadza się wartości posuwu – posuw roboczy wcześniej zdefiniowany |
| Funkcje maszynowe                                                 | Np. M3                                                                                                                                                                  | Mogą występować dwie funkcje M po sobie                                                                                                                                                                                                                                         |
| Koniec wprowadzania bloku                                         |                                                                                      | Można wcisnąć w dowolnym momencie wprowadzania bloku                                                                                                                                                                                                                            |

### 6.3. Rozpoczęcie pisania programu

Aby rozpocząć pisanie nowego programu należy wybrać tryb programowania klawiszem  a następnie wywołać listę programów klawiszem . Następnie należy odszukać program, który chcemy edytować lub wprowadzić z klawiatury nazwę nowego programu.

Jeśli nie został znaleziony program o podanej nazwie zostanie on utworzony. Należy pamiętać, że aby utworzyć program w języku Heidenhain należy w nazwie wprowadzić rozszerzenie „.h”, chyba że to jest włączone domyślnie.

Po utworzeniu nowego programu najpierw musimy podać jednostki wymiarowania, które możemy wybrać z menu dolnego – mm lub cale (patrz komunikaty w górnym oknie programu). Następnie należy zdefiniować półfabrykat przedmiotu.

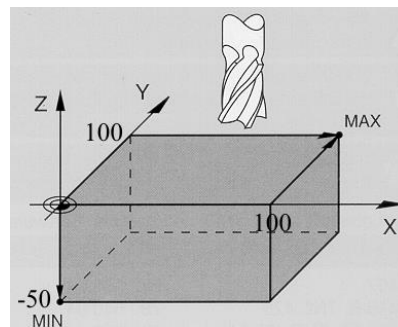
W sterowaniu iTNC530 można zdefiniować półfabrykat tylko jako prostopadłościan. Definicję półfabrykatu wykonuje się w bloku BLK FORM. Przy pisaniu nowego programu blok ten jest automatycznie wstawiany, a użytkownik musi podać kolejno odpowiednie parametry i współrzędne (pytania układu sterowania w oknie komunikatów):

- oś, do której równoległa jest narzędzie – najczęściej „Z” (należy wcisnąć pomarańczowy klawisz Z),
- współrzędne narożnika minimalnego (o najmniejszych współrzędnych),

- oraz w kolejnej linii - współrzędne narożnika maksymalnego (o największych współrzędnych).

Dla przykładu z rysunku obok i takiego przyjęcia układu współrzędnych blok (wieloliniowy) BLK FORM wygląda następująco:

- 1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
- 2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0



Blok BLK FORM jest blokiem wieloliniowym. Jeśli przypadkiem zostanie usunięta jedna linia tego bloku nie ma możliwości jej dopisania. Wówczas należy usunąć pozostałą linię oraz dopisać cały blok

wciskając klawisz **SPEC FCT** a następnie z dolnego menu wybrać klawisz BLK FORM lub (zależnie od wersji) najpierw „Wartości zadane programu” i następnie BLK FORM.

#### 6.4. Wywołanie narzędzia

Wywołanie narzędzia wykonuje się w bloku TOOL CALL. Przykładowy blok wygląda następująco:

TOOL CALL 6 Z S2000 F500 DL+0.1 DR+0.1 DR2+0.2

gdzie: - 1 - numer narzędzia, które chcemy wywołać,

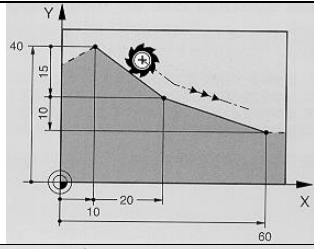
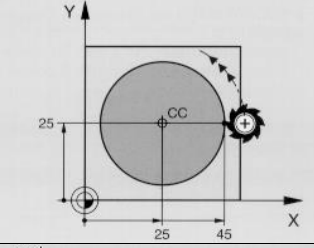
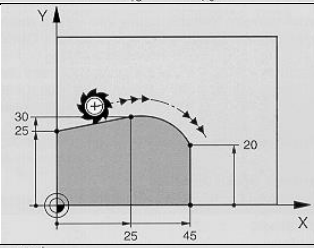
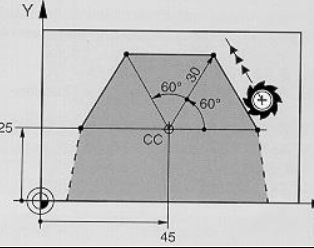
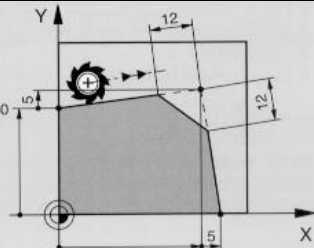
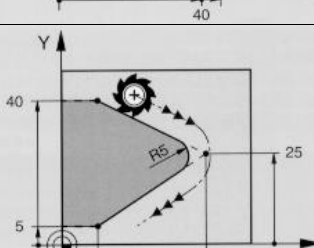
- Z - oznaczenie osi, do której jest równoległe to narzędzie (najczęściej „Z”),
- S - wartość prędkości obrotowej narzędzia, [obr/min]
- F - wartość domyślnej (AUTO) prędkości posuwowej [mm/min],
- DL - poprawka długości narzędzia (można pominąć),
- DR - poprawka promienia narzędzia (można pominąć),
- DR2 - poprawka promienia naroża narzędzia (można pominąć)

#### 6.5. Programowanie ruchów narzędzia

W czasie programowania ruchów narzędzia należy kierować się następującymi wytycznymi:

- przy programowaniu zawsze wyobrażamy sobie, że przemieszczane jest narzędzie, niezależnie od tego co rzeczywiście przemieszczane jest w obrabiarce (przedmiot czy narzędzie),
- punktem charakterystycznym narzędzia frezarskiego (punkt, którego przemieszczanie programujemy) jest punkt przecięcia osi narzędzia z płaszczyzną czołową,
- w każdym bloku ruchu narzędzia podaje się współrzędne końca ruchu,
- współrzędne oraz inne parametry za wyjątkiem F MAX (posuw szybki), które nie zmieniają swoich wartości w danym bloku można pominąć.
- gdy cały ruch odbywa się bez styczności z materiałem wykonujemy go z posuwem szybkim – F MAX
- zawsze przy obróbce konturów należy wykorzystywać kompensację promienia narzędzia RR lub RL (opisane w dalszej części instrukcji),
- przy frezowaniu zarysów zewnętrznych narzędzie zawsze powinno zagłębiać się w materiał powierzchnią walcową freza.

**Tabela 5.** Podstawowe słowa programowania ruchu używane w programie TNC

| Słowo | Opis                                                                                                                                                                                            | Zapis i przykład                                                                                                                    | Szkic                                                                                 |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| L     | Ruch po linii prostej<br>Ruch szybki - F MAX<br>Współrzędna przyrostowe IX<br><br>W czasie edycji współrzędnej | L X... Y... Z... RL/RR/R0 F... M...<br><br>7 L X+10 Y+40 RL F200 M3<br>8 L IX+20 IY-15<br>9 L X+60 IY-10                            |    |
| CC    | Środek okręgu                                                                                                                                                                                   | CC X... Y...                                                                                                                        |    |
| C     | Ruch po linii łukowej o znanym środku<br>DR – kierunek ruchu<br>DR- - zgodnie<br>DR+ - przeciwnie<br>do ruchu wskazówek zegara                                                                  | C X... Y... Z... DR... F... M...<br><br>5 CC X+25 Y+25<br>6 L X+45 Y+25 RR F200 M3<br>7 C X+45 Y+25 DR+                             |                                                                                       |
| CR    | Ruch po linii łukowej o znanym promieniu                                                                                                                                                        | CR X... Y... R... DR... F... M...<br><br>10 L X+40 Y+40 RL F200 M3<br>11 CR X+70 Y+40 R+20 DR-<br>12 CR X+70 Y+40 R+20 DR+          |                                                                                       |
| CT    | Ruch po linii łukowej stycznej do poprzedniego elementu                                                                                                                                         | CT X... Y... F... M...<br><br>5 L X+0 Y+25 RL F250 M3<br>6 L X+25 Y+30<br>7 CT X+45 Y+20<br>8 L Y+0                                 |  |
| LP    | Ruch po linii prostej w układzie biegunowym<br>Wybór: Szary klawisz „L” a następnie pomarańczowy klawisz „P”                                                                                    | LP PR... PA... RL/RR F... M...<br><br>12 CC X+45 Y+25<br>13 LP PR+30 PA+0 RR F300 M3<br>14 LP PA+60<br>15 LP IPA+60<br>16 LP PA+180 |  |
| CHF   | Załamanie krawędzi                                                                                                                                                                              | 7 L X+0 Y+30 RL F300 M3<br>8 L X+40 IY+5<br>9 CHF 12<br>10 L IX+5 Y0                                                                |  |
| RND   | Zaokrąglenie krawędzi                                                                                                                                                                           | 5 L X+10 Y+40 RL F300 M3<br>6 L X+40 Y+25<br>7 RND R5 F100<br>8 L X+10 Y+5                                                          |  |

## 6.6. Konfiguracja wyglądu ekranu

W czasie pisania programu najwygodniej jest aby ekran układu sterowania był podzielony na dwa okna „Program” oraz „Grafikę” – liniowe ścieżki narzędzia. Jeśli tak nie jest można to zmienić na

ekranie edycji wciskając klawisz  a następnie wybrać z dolnego menu opcję „Program + Grafika”.

W czasie pisania programu można wymusić przerysowanie ścieżek narzędzia na ekranie grafiki poprzez wciśnięcie klawisza „Reset + Start”. Aby przerysowywanie grafiki odbywało się to

automatycznie należy w menu dolnym odszukać klawiszami   opcji „Auto Rysowanie” i włączyć ją „On”

## 7. Symulacja graficzna

Opracowany program można symulować z graficznym wycinaniem materiału. Aby wykonać symulację należy:

|                                                                                                                |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| - wybrać tryb symulacji graficznej:                                                                            |   |
| - otworzyć program menadżer (jeśli wcześniej nie był wybrany dany program):                                    |  |
| - wybrać program do symulacji lub wcisnąć klawisz z dolnego menu „Ostatnie pliki” i z stamtąd wybrać dany plik |                                                                                      |
| - po wyświetleniu programu można uruchomić symulację klawiszem „Reset+Start”                                   |                                                                                      |

Prędkość symulacji można zmieniać funkcjami pod klawiszem w dolnym menu  ,  
odszukać klawiszami  

Dla lepszego zobrazowania symulacji można włączyć wyświetlanie narzędzia. W tym celu należy odszukać w dolnym menu klawisz „Wyświetl narzędzie”

## 8. Zamknięcie programu

Aby poprawnie zamknąć program należy:

- wybrać tryb pracy ręcznej ,

- odszukać w dolnych klawiszach funkcyjnych klawiszami   klawisz OFF.  
- potwierdzić zamknięcie programu.