

Inhaltverzeichnis

Vorwort	0
Kapitel I Warunki licencji	5
Kapitel II Podstawy	6
1 Co potrafi cncGraF 8?	7
2 Czego jeszcze potrzebujesz?	8
3 Uruchamianie cncGraF 8	9
4 Licencja	10
5 Ustawienia	11
6 Układ interfejsu użytkownika	12
Kapitel III Parametry maszyny	12
1 Pierwszy przegląd	14
2 Połączenie	15
3 Połączenie – Slave	17
4 Drivery (Sterowniki)	18
5 Osie	19
Droga przesuwu i nadzór drogi przesuwu	19
Podwójny napęd	20
Rozdzielczość osi	22
Jazda referencyjna	24
Oś tangencjalna	25
Oś obrotowa	28
Z2	28
Luz zwrotny	29
6 Przypisanie pinów	29
Wyłączniki referencyjne	29
Ustawianie wejść i wyjść	32
Osłona i wyłącznik awaryjny	32
Wyjścia	33
7 Prędkości	34
Prędkość jałowa	34
Prędkość start/stop	34
Prędkość referencyjna i przyspieszenie	35
Prędkości pomiarowe	37
8 Sonda 3D / Sonda do powierzchni	37
9 Automatyczny zmieniacz narzędzi	38
Konfiguracja zmieniacza narzędzi	39
Ustawienia bezpieczeństwa	40
10 Ramię obrotowe	41
11 Stół podciśnieniowy	41

12 Końcowa kontrola	42
Sprawdzenie taktowania sterowników	42
Test silników	43
Sprawdzenie rozdzielczości osi	43
Sprawdzenie utraty kroków	44

Kapitel IV Wprowadzenie do obróbki plików 46

1 G-Code i postprocesor	48
G00 / G01 – szybki przejazd i przejazd z prędkością posuwu	50
G02 / G03 – łuki kołowe	51
G04 – czas postoju (pauza)	52
G25 / G26 – pętla	52
G40 / G41 / G42 – Korekcja promienia narzędzia	53
G53–G60 – Punkty zerowe	54
G70/71 – Jednostki wymiarowe	55
Cykle wiercenia G73, G80 – G84	56
Cykl wiercenia G84 (stara wersja)	58
G87 – Kieszkań okrągła	58
G90/G91 – Wymiary absolutne i przyrostowe	59
M99 – Podprogramy	60
M995 do M998 – Makro	61
M48/M49 – Nadpisanie (override) posuwu i prędkości obrotowej	61
Parametry R	61
Instrukcja IF	63
2 DXF	65
3 HPGL	65
4 GRF5	66
5 Postscript i Adobe Illustrator	67
6 Dane wiertnicze	67

Kapitel V Ustawienia 68

1 Pozycje	69
Punkty zerowe	71
Punkty pomiarowe	72
2 Parametry detalu i przesunięcie detalu (Offset)	73
3 Zmiana numeru narzędzia	74
4 Magazyn narzędzi	74
5 Strefy bezpieczeństwa	77
6 Opcje	77
Ustawienia G-Code	80
DXF, HPGL, PostScript, Sieb & Mayer, SVG	83
7 Urządzenia wejściowe	83
Klawiatura	84
Zewnętrzny panel sterujący	84
Xbox Gamepad	85
Panel ręczny	86
Joystick przemysłowy (nieдоступny w ofercie)	90
8 Polecenia	92

9	Edytor makr	92
	Programowanie makr	95
10	Menedżer wtyczek	97
11	Jednostka i skalowanie	97
12	Narzędzia do wyznaczania punktu zerowego	97
13	Łączenie ustawień	98
14	Pozycjonowanie wideo	98
	Tworzenie szablonu kalibracyjnego w Corel Draw	99
	Kalibracja systemu pozycjonowania wideo	104
	Tworzenie danych do druku i do cięcia/frezowania w Corel Draw	106
	Używanie pozycjonowania wideo	107
Kapitel VI Jazda		108
1	Emulator	108
2	Frezowanie/Wiercenie	110
	Frezowanie/Wiercenie danych 2D	111
	Frezowanie/Wiercenie danych G-Code (DIN66025)	114
	Prędkość	116
3	Sondy	117
4	Ręczne przesuwanie	118
	Dostosowywanie okna „Ręczne przesuwanie”	122
5	Wykonanie przejazdu referencyjnego i dojazd do pozycji	123
6	Pauza i przerwanie	124
7	Sprawdzenie pozycji	124
8	Skanowanie przedmiotu obrabianego	124
9	Kalibracja czujnika długości narzędzia	126
10	Pomiar narzędzia	128
11	Zmiana narzędzia	129
12	Automatyczny pomiar punktu zerowego za pomocą bloku pomiarowego	130
Kapitel VII Edycja		131
1	Prostokąt wyboru	135
2	Korekcja noża obrotowego	136
3	Rozmieszczanie	138
4	TeachIn	138
Kapitel VIII Komunikacja TCP-Server/Client i Modbus-TCP-Client		139
Kapitel IX Zintegrowany edytor tekstu		139
Kapitel X Model 3D		142
Kapitel XI Ustawienia systemowe		143

Kapitel XII	Rozwiązywanie problemów	144
	Index	145

1 Warunki licencji

Zabrania się powielania programu oraz materiałów pisemnych w całości lub w części, w oryginalnej lub zmienionej formie.

Wszystkie nasze nośniki danych są sprawdzane przed wysyłką pod kątem wirusów i błędów. BOENIGK-electronics nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z tego faktu (np. utratę danych, uszkodzenia maszyn, uszkodzenia materiałów, obrażenia osób, dodatkowe koszty lub błędne wyniki) powstałe w wyniku działania naszych programów. BOENIGK-electronics w żadnym przypadku nie ponosi odpowiedzialności wobec licencjobiorcy ani osób trzecich za jakiegokolwiek szkody oraz szkody pośrednie, w tym m.in. w formie kar administracyjnych lub grzywien, ani za odszkodowania z tytułu utraty zysków, przerwy w działalności, utraty informacji handlowych lub inne straty finansowe wynikające z używania lub próby używania oprogramowania i sprzętu.

ELEKTRONICZNA REJESTRACJA LICENCJI nie może być usuwana ani modyfikowana. Wszystkie kopie muszą być identyczne z dostarczonymi oryginałami.

Microsoft, Windows, Autodesk, AutoCAD, Adobe, Hewlett Packard oraz inne nazwy produktów i firm wymienione w tej książce są zastrzeżonymi znakami towarowymi ich odpowiednich właścicieli.

2 Podstawy

Oprogramowanie **cncGraF 8** steruje maszynami CNC z maksymalnie 6 osiami.

Sterowanie odbywa się za pomocą sterownika smc5d. Sterownik ten pełni między innymi funkcje timera oraz dostarcza sygnały taktujące i kierunkowe do sterowania maksymalnie 7 silnikami krokowymi/serwosilnikami (do 6 osi plus podwójny napęd dla X/Y). Za pomocą wyjść i wejść można sterować różnymi urządzeniami zewnętrznymi, takimi jak wrzeciona, pompy czy systemy pneumatyczne. Wejścia są używane między innymi do podłączenia wyłączników referencyjnych, wyłączników awaryjnych oraz innych zadań automatyzacyjnych.

Dostępne są różne warianty Sterowników – począwszy od wersji podstawowej smc5d-p32 aż po przemysłową wersję sieciową przeznaczoną do szaf sterowniczych. Więcej informacji można znaleźć na naszej stronie internetowej cncgraf.com.

cncGraF 8 występuje w 2 wersjach. cncGraF 8 Standard stanowi niedrogą alternatywę dla bardziej zaawansowanej wersji cncGraF 8 Professional. Aktualizacja z Standard do Professional może zostać przeprowadzona w dowolnym momencie. Aby uzyskać tabelaryczne zestawienie różnic między wersjami, proszę kliknąć w menu głównym „Pomoc -> Różnice między wersjami”.

O tym podręczniku

Oprogramowanie cncGraF 8 posiada wiele ustawień oraz wiele złożonych funkcji. Podczas opracowywania oprogramowania dokładaliśmy wszelkich starań i zachowaliśmy najwyższą staranność, aby udostępnić naszym klientom jak najszerszy zakres możliwych funkcji. W niektórych przypadkach może się zdarzyć, że niniejsza dokumentacja nie obejmuje wszystkich funkcji i szczegółów. Jeżeli mają Państwo sugestie dotyczące tej dokumentacji, prosimy o przesłanie ich pocztą elektroniczną na adres info@boenigk-electronics.com. Dziękujemy!

Teksty oznaczone symbolem ostrzegawczym  wskazują na możliwe zagrożenia. Z kolei symbolem informacyjnym  oznaczone są ważne informacje tekstowe.



Niniejsza dokumentacja została przetłumaczona automatycznie. Może zawierać błędy lub nieścisłości. Oficjalną wersją jest oryginalny tekst niemiecki.

2.1 Co potrafi cncGraF 8?

cncGraF 8 posiada nowoczesny, przejrzysty i prosty w obsłudze interfejs graficzny, w którym wszystkie najważniejsze funkcje są dostępne zarówno poprzez ikony, jak i skróty klawiaturowe. Graficzny interfejs, przypominający systemy CAD, przedstawia obszar roboczy maszyny. W tym obszarze wyświetlane są wszystkie elementy, takie jak: dane rysunkowe, przedmiot obrabiany, punkt zerowy, pozycja parkowania czy pozycja pomiarowa.

cncGraF 8 może być wykorzystywany między innymi do następujących zadań:

- Frezowanie
- Wiercenie
- Cięcie folii
- Grawerowanie
- Skanowanie / sondowanie
- Plotowanie
- Digitalizacja
- Automatyzacja
- Cięcie laserowe

2.2 Czego jeszcze potrzebujesz?

Oprócz oprogramowania cncGraF 8 potrzebne są następujące komponenty sprzętowe i programowe:

- System operacyjny: Microsoft Windows 10/11 (wersja 64-bitowa)
- Microsoft .NET Framework V4.8
- Procesor: i3 lub wyższy
- Karta graficzna z obsługą OpenGL
- Pamięć RAM: 8 GB
- Dysk twardy: 500 MB wolnego miejsca
- Sterownik smc5d lub smc5d-m4

cncGraF 8 zostało opracowane w oparciu o technologię Microsoft .NET i wymaga środowiska Microsoft .NET Framework V4.8. Microsoft .NET Framework jest dostępny bezpłatnie i można go pobrać ze strony pobierania Microsoft.

2.3 Uruchamianie cncGraF 8

cncGraF 8 można uruchomić, klikając ikonę na pulpicie lub wybierając program z menu Start. Wielokrotne uruchomienie cncGraF 8 jest możliwe tylko w połączeniu z kilkoma sterownikami. Przy uruchamianiu można przekazać nazwę pliku i katalog jako parametry w wierszu poleceń.

Przykład:

```
cncp7.exe c:\katalog\plik.plt
```

„Okno „Witamy”

Przy pierwszym uruchomieniu programu pojawia się okno „Witamy”.

Okno to informuje użytkownika, że nie są dostępne ustawienia maszyny, które są wymagane do prawidłowego działania sterowania CNC. Plik maszyny (plik kopii zapasowej systemu z rozszerzeniem *.SBF*) można wskazać już w tym oknie. Ustawienia można również później przywrócić z menu „Ustawienia -> Ustawienia systemowe -> Przywróć”. Więcej informacji na ten temat znajduje się w rozdziale „Podstawy -> Ustawienia”.



Szczegółowy opis wszystkich parametrów maszyny znajduje się w rozdziale „Parametry maszyny”.

2.4 Licencja

Jeśli licencja nie jest dostępna, w głównym oknie w prawym górnym rogu pojawi się informacja o licencji.

Licencja posiada 30-dniowy okres testowy i po jego upływie może zostać przedłużona lub odblokowana za pomocą klucza licencyjnego. Można to zrobić również przed zakończeniem okresu próbnego.

Aby odblokować sterownik smc5d lub smc5d-m4, potrzebny jest plik licencyjny otrzymany od producenta maszyny.

Po otrzymaniu klucza licencyjnego postępuj w następujący sposób:

1. Uruchom cncGraF 8.
2. Kliknij lewym przyciskiem myszy komunikat w prawym górnym rogu „Licencja wygaśnie za x dni! Proszę wprowadzić tutaj plik licencyjny.”
3. Wybierz odpowiedni plik licencyjny z rozszerzeniem *.lic i kliknij „Otwórz”.

Sterownik został odblokowany.



Licencja zapisywana jest w sterowniku, dlatego przy zmianie komputera lub ponownej instalacji systemu nie ma potrzeby ponownego wprowadzania licencji.

2.5 Ustawienia

Program cncGraF 8 ze względu na swoją złożoność posiada wiele ustawień programu oraz parametrów maszyny. Wszystkie te ustawienia są centralnie zapisywane w pliku *config.xml*. Ustawienia narzędzi są przechowywane w plikach *vectors.xml* oraz *drilltools.xml*. Wszystkie pliki konfiguracyjne znajdują się w katalogu „...\\Users\\[BENUTZERNAME]\\AppData\\Roaming\\cncGraF8\\”.

Kopia zapasowa ustawień



Ważne: Aby uniknąć utraty ustawień, zaleca się ich regularne zapisywanie na innym nośniku danych. Zapis wszystkich ustawień odbywa się z menu „Ustawienia > Ustawienia systemowe > Zapisz...”.

Przywracanie ustawień

W menu „Ustawienia > Ustawienia systemowe > Przywróć...” można odtworzyć wcześniej zapisane ustawienia.

2.6 Układ interfejsu użytkownika

cncGraF 8 oferuje interfejs użytkownika oraz strukturę menu wzorowaną na standardowych aplikacjach systemu Windows. Interfejs składa się z menu głównego, pasków narzędzi oraz różnych okien. Jego struktura wygląda następująco:

- W menu głównym dostępne są wszystkie funkcje programu. Najważniejsze funkcje można dodatkowo wywoływać za pomocą pasków narzędzi. Paski narzędzi zawierają funkcje związane wyłącznie ze sterowaniem CNC. Funkcje dotyczące obróbki danych (edycji rysunków) są również przedstawione w postaci ikon i znajdują się w oknie „Paleta narzędzi”.
- Wszystkie okna można przesuwac, ukrywać lub wyświetlać. Aby wyświetlić okno, należy w menu głównym w zakładce „Okno” zaznaczyć odpowiednie pole wyboru.
- W oknie 2D obszar roboczy maszyny jest domyślnie przedstawiany jako białokąt. Wyświetlana jest również aktualna pozycja maszyny CNC, załadowany plik obróbczy – np. plik G-Code – oraz inne elementy CNC, takie jak punkt zerowy, punkt parkowania, punkt pomiarowy czy zmieniacz narzędzi.
- Interfejs użytkownika można przywrócić do widoku domyślnego, wybierając w menu głównym „Widok -> Przywróć paski narzędzi”.

3 Parametry maszyny



Ostrzeżenie: Aby maszyna CNC działała poprawnie, muszą zostać ustawione odpowiednie parametry maszyny. Brak lub nieprawidłowe parametry mogą prowadzić do nieprawidłowego działania maszyny, a nawet do jej uszkodzenia.

Dostępne są następujące sposoby konfiguracji parametrów maszyny:

Wczytanie ustawień:

Jeśli plik konfiguracyjny SBF2 lub SBF8 (od producenta maszyny lub kopia zapasowa) jest już dostępny, ustawienia można przywrócić, podając ten plik w menu „Ustawienia -> Ustawienia systemowe -> Przywróć”. Dotyczy to również pliku *config.xml*. Więcej informacji na ten temat znajduje się w rozdziale „Ustawienia”.

Asystent konfiguracji parametrów maszyny:

Parametry maszyny można skonfigurować za pomocą tego asystenta. Należy pamiętać, że asystent umożliwia jedynie konfigurację podstawową. Parametry mogą wymagać późniejszej ręcznej korekty lub uzupełnienia o dodatkowe ustawienia. Asystenta można uruchomić w menu „Ustawienia -> Parametry maszyny -> Asystent konfiguracji parametrów maszyny”.

Ręczna konfiguracja parametrów maszyny:

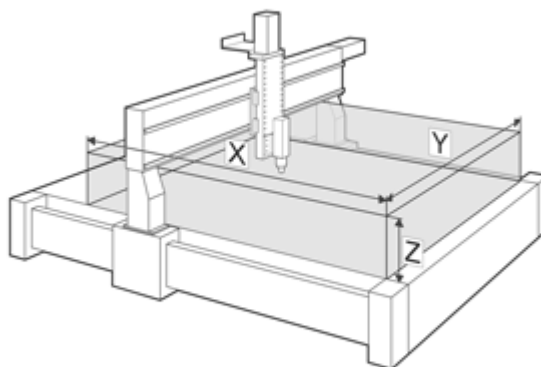
Szczegółowe, krok po kroku, objaśnienia poszczególnych parametrów znajdują się w tym rozdziale. Dodatkowo na naszym kanale YouTube <https://www.youtube.com/@cncgraf> dostępne są filmy wyjaśniające ręczną konfigurację maszyny CNC.

Przełączanie się między różnymi typami maszyn:

Aby umożliwić szybkie przełączanie się pomiędzy różnymi typami maszyn, parametry mogą być zapisywane lub wczytywane oddzielnie. Wszystkie parametry maszyny są zapisywane w podkatalogu cncGraF 8 „machine” w formacie XML. Parametry te można otwierać lub zapisywać w menu „Ustawienia -> Parametry maszyny -> Otwórz/Zapisz”.

Import parametrów maszyny:

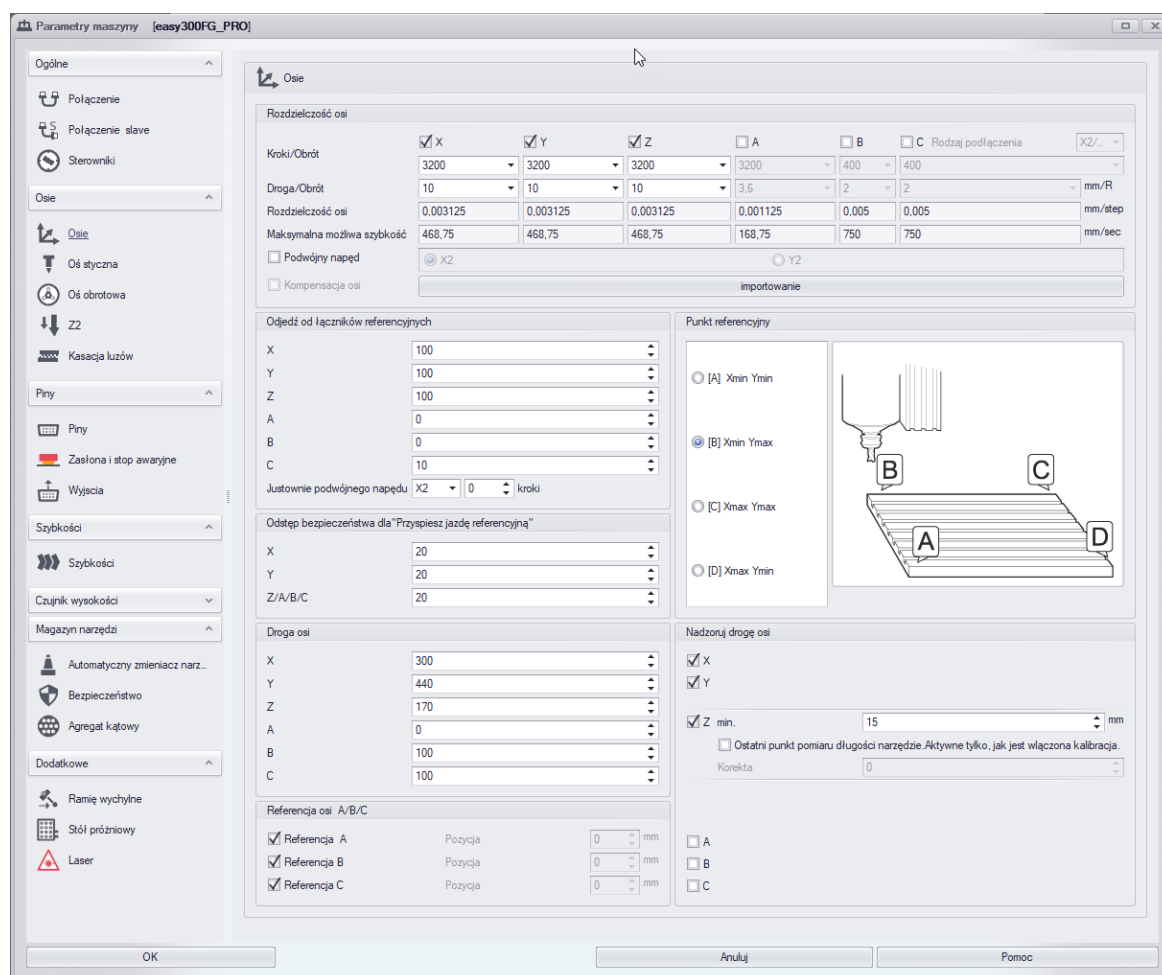
W menu „Ustawienia -> Parametry maszyny -> Otwórz” można importować lub eksportować pojedyncze parametry maszyny.



Ilustracja: Frezarka CNC i przyporządkowanie osi.

3.1 Pierwszy przegląd

Okno dialogowe „Parametry maszyny” zawiera wszystkie ustawienia związane z funkcjonalnością maszyny CNC. Parametry maszyny można otworzyć z menu głównego „Ustawienia > Parametry maszyny > Dostosuj...” lub za pomocą klawisza funkcyjnego [F8]. Po lewej stronie znajduje się pasek nawigacyjny. Parametry konfiguracyjne są logicznie podzielone na obszary: *Ogólne*, *Oś*, *Przypisanie pinów*, *Prędkość*, *Czujniki*, *Zmieniacz narzędzi* oraz *Dodatki*.



Ochrona parametrów maszyny hasłem

Parametry maszyny, a także inne ważne ustawienia, mogą być chronione przed nieautoryzowanymi zmianami. Odbywa się to poprzez hasło, które ustawia się w menu „Ustawienia -> Parametry maszyny -> Hasło”.



Zaleca się podanie wskazówki do hasła (zdanie lub słowo). W przypadku zapomnienia hasła podana wskazówka może posłużyć jako pomoc w jego przypomnieniu.

3.2 Połączenie

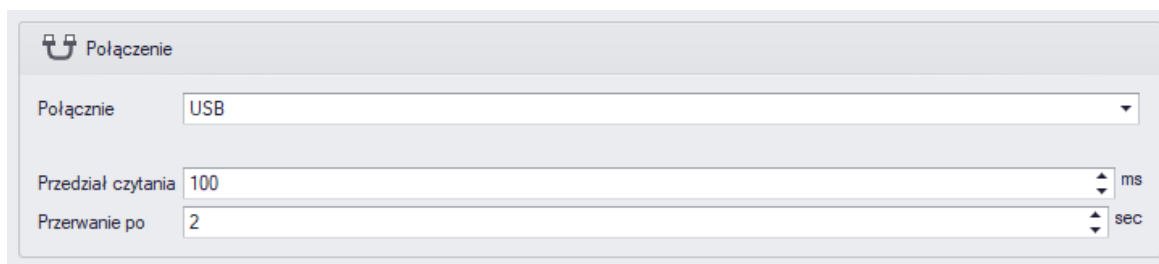
Aby skonfigurować maszynę CNC, należy najpierw nawiązać połączenie USB z sterownikiem. W tym celu wymagana jest instalacja sterownika USB. Szczegółowa instrukcja instalacji sterownika USB znajduje się w rozdziale „Instalacja”. Następnie należy wybrać opcję *USB* jako typ połączenia.

Interwał odczytu

Oprogramowanie cncGraF 8 odczytuje status maszyny (pozycję osi, status wyjść itd.) z sterownika smc5d w określonych odstępach czasu, podawanych w milisekundach. Zwiększenie wartości interwału odczytu powoduje wydłużenie tych odstępów, co obciąża system.

Przerwanie po

W przypadku zakłóceń oprogramowanie cncGraF 8 próbuje utrzymać połączenie z sterownikiem smc5d. Jeśli w ustawionym czasie (np. 2 sekundy – patrz ilustracja) program nie otrzyma odpowiedzi od sterownika, proces zostaje przerwany i wyświetlany jest komunikat o błędzie połączenia.



Przy silnych zakłóceniach może się zdarzyć, że zakłócenie zakłóci połączenie tak bardzo, że cncGraF 8 się zawiesi. W takich przypadkach pomaga odłączenie połączenia USB (wyjęcie wtyczki).

Częstotliwość

Niektóre układy sterujące wymagają sygnału taktującego do aktywacji. Aby go włączyć, należy zaznaczyć odpowiednie wyjście. Sygnał taktujący można ustawić w zakresie od 1 do 25 kHz.

Wiele instancji

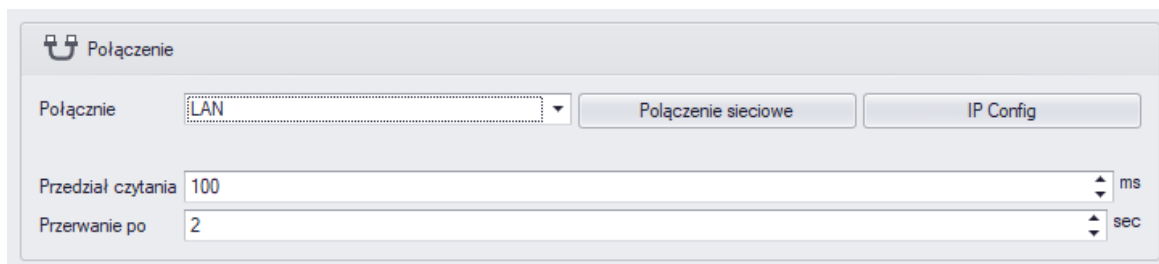
Instancje umożliwiają podłączenie kilku sterowników przez USB do jednego komputera, co pozwala sterować wieloma maszynami CNC z jednego PC. Jednocześnie można obsługiwać do czterech sterowników. Aby rozpoznać poszczególne sterowniki, należy wprowadzić ich numery seryjne. Kilka instancji wraz z przypisanymi numerami seryjnymi umożliwia wielokrotne uruchomienie oprogramowania cncGraF 8.



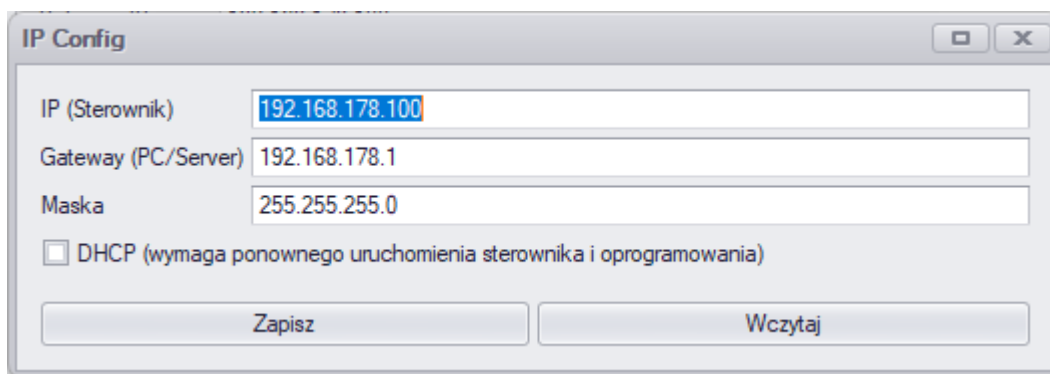
Numer seryjny można znaleźć, otwierając cncGraF 8 i wybierając w menu „Pomoc” opcję „O programie...”.

Połączenie LAN

Po nawiązaniu połączenia USB sterownik smc5d-m4 można przełączyć na Ethernet. W tym celu należy wybrać typ połączenia *LAN*.



W oknie dialogowym *IP Config* (przycisk *IP Config*) można skonfigurować adres IP, bramę, maskę oraz DHCP.



Parametry w oknie *IP Config* muszą najpierw zostać przesłane do sterownika przez połączenie USB!

Dostępne są dwie metody podłączenia sterownika przez LAN:

- **Połączenie przez serwer:** automatyczne połączenie przez nazwę hosta (DHCP) lub za pomocą przypisanego adresu IP.
- **Bezpośrednie połączenie z PC (zalecane):** na komputerze (Windows) należy skonfigurować stały adres TCP. Kliknij przycisk *Połączenia sieciowe*, aby przejść bezpośrednio do ustawień sieciowych Windows. Wybierz tam ikonę Ethernet swojej karty sieciowej. Otwórz menu kontekstowe prawym przyciskiem myszy i wybierz „Właściwości”. Następnie wybierz „Protokół internetowy w wersji 4 (TCP/IPv4)” i wprowadź tam stały adres IP komputera.

Film instruktażowy dotyczący konfiguracji LAN można znaleźć na naszym kanale YouTube:

<https://youtu.be/bKFt-ieSk5c>

3.3 Połączenie – Slave

Rozszerzenie poprzez dodatkowe sterowniki

Ta opcja umożliwia podłączenie dodatkowych sterowników, które mogą być sterowane za pomocą makr. Makra można wywoływać w różnych miejscach procesu obróbki, dzięki czemu maszyna CNC może być zintegrowana z procesami automatyzacji, a także można włączyć dodatkowe urządzenia zewnętrzne do przebiegu obróbki.

W polu *Master S/N* wprowadza się numer seryjny (S/N) maszyny CNC. Lista sterowników podrzędnych zawiera natomiast dodatkowe sterowniki, zwane tutaj *Slave-Controller*. Sterowniki podrzędne są sterowane za pomocą makr.

Przykład makra

```
string theSN = "01-1015-8164615";
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent);

De.Boenigk.SMC5D.Basics.Connector
theConnector = theMacro.GetSlave(theSN);

if(theConnector == null) {
    theMacro.MessageBox("Sterownik " + theSN + " nie został znaleziony!");
    return;
}

De.Boenigk.SMC5D.Basics.Switch theSwitch =
new De.Boenigk.SMC5D.Basics.Switch(theConnector);

theSwitch.SetPin(Output.Con2Pin1, true); // Włączenie wyjścia 1 na sterowniku podrzędnym

if(theConnector.IsInputOn(Input.Con2Pin7, true)) { // Sprawdzenie wejścia 7 na sterowniku podrzędnym
    theMacro.MessageBox("Wejście 7 jest aktywne");
    return;
}
```



Więcej informacji na temat makr znajduje się w rozdziale „Makra”.

3.4 Drivery (Sterowniki)

W menu *Drivery* dostępnych jest kilka parametrów, które mają zapewnić, aby jak najwięcej driverów/serw poprawnie interpretowało sygnały taktujące ze **sterownika** smc5d. Niektóre drivery oferują gotowe zestawy parametrów do wyboru. Jeśli Twój driver nie ma gotowych ustawień, należy wprowadzić je ręcznie.

- **Drivery:** wybierz gotowy zestaw parametrów dla swojego drivera.
- **Nazwa:** oznaczenie drivera/serwa.
- **Częstotliwość: sterownik** smc5d może generować częstotliwości krokowe do 300 kHz (w zależności od typu sterownika) dla ruchów interpolowanych w 6 osiach + podwójny napęd X/Y. Przy 150 kHz długość impulsu wynosi 3,333 μ s. Zbyt krótki impuls może powodować nieprawidłowe działanie drivera — w takim przypadku zmniejsz częstotliwość, aby uzyskać odpowiednią długość impulsu.
- **Odwrócenie taktu:** w zależności od drivera sygnał taktujący może zaczynać się od 0 albo od 1. Błędne ustawienie powoduje utratę kroków.



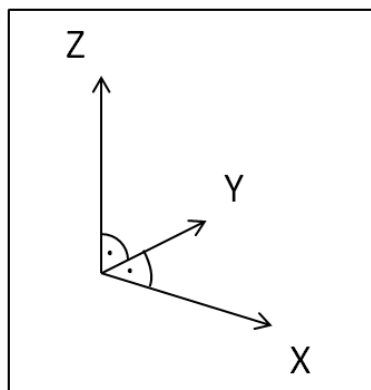
- **Opóźnienie krok–kierunek:** część driverów wymaga krótkiego czasu oczekiwania po zmianie kierunku. Nieprawidłowe ustawienie może również prowadzić do utraty kroków.



Sprawdź w dokumentacji swojego drivera, jaka maksymalna częstotliwość oraz jakie opóźnienie krok–kierunek są dozwolone.

3.5 Osie

Oprogramowanie cncGraF 8 oraz **sterownik** smc5d umożliwiają sterowanie 6 osiami (X, Y, Z, A, B, C) przy użyciu układu współrzędnych kartezjańskich. Początek osi X, Y i Z znajduje się w lewym dolnym rogu. Po przeprowadzeniu jazdy referencyjnej liczniki X i Y dla absolutnych współrzędnych maszynowych są ustawiane na zero/długość osi (zobacz punkt referencyjny), a licznik Z zostaje ustawiony na zdefiniowaną długość osi Z (*Uwaga: gdy oś Z przesuwa się w dół, wartość licznika Z maleje*).



Ilustracja: układ współrzędnych kartezjańskich



Zanim rozpoczniesz konfigurację osi i dalszych parametrów, upewnij się, że Twoja maszyna jest odpowiednio ustawiona względem Twojej pozycji. Ułatwi to proces konfiguracji. W sekcji *Osie* znajdują się instrukcje dotyczące ustawienia osi Twojej maszyny.

3.5.1 Droga przesuwu i nadzór drogi przesuwu

Droga przesuwu

W sekcji *Droga przesuwu* określany jest obszar roboczy maszyny. Wprowadzone tutaj dane odpowiadają maksymalnemu zakresowi, w którym maszyna może pracować. Odpowiednie wartości można znaleźć w dokumentacji maszyny lub ustalić poprzez pomiary.



Jeżeli musisz samodzielnie zmierzyć drogi przesuwu, pamiętaj, że nie wystarczy tylko zmierzyć długość osi. Należy również uwzględnić uchwyt wrzeciona – jego wymiary muszą zostać odjęte od całkowitej długości osi.

Droga osi		Nadzoruj drogę osi	
X	300	☒ X	
Y	440	☒ Y	
Z	170	☒ Z min.	15 mm
A	0	☐ Ostatni punkt pomiaru długości narzędzia. Aktywne tylko, jak jest włączona kalibracja.	
B	100	Korekta	0
C	100		

Nadzór drogi przesuwu

Nadzór drogi przesuwu umożliwia programową kontrolę poszczególnych osi. Funkcja ta zapobiega przekroczeniu maksymalnego zakresu ruchu, co mogłoby spowodować uszkodzenie maszyny.

Na przykład:

- dla osi X i Y monitorowany zakres wynosi od min. 0 mm do maks. 300 mm dla osi X oraz 440 mm dla osi Y,
- dla osi Z należy ustawić wartość minimalną (*Z min.*), aby zapobiec wjechaniu głowicy frezarskiej w stół roboczy (np. min. 15 mm).

Dodatkowo do nadzoru wykorzystywane są także wyłączniki referencyjne. Podając aktualną długość narzędzia, aktywowana zostaje zmienna kontrola minimalnej wartości osi Z (opcja „Ostatni punkt pomiaru długości narzędzia”). Każda nowa długość narzędzia jest odejmowana od wartości wpisanej w polu wprowadzania, aby obliczyć nową minimalną wysokość Z.



Nadzór drogi przesuwu działa jednak bezbłędnie tylko wtedy, gdy pozycjonowanie maszyny jest dokładne (brak utraty kroków). Więcej informacji na temat nadzoru znajduje się w rozdziałach: *Opcje > Komunikaty*, *Ustawienia bezpieczeństwa dla zmieniaacza narzędzi* oraz *Strefy bezpieczeństwa*.

3.5.2 Podwójny napęd

Podwójny napęd umożliwia pracę osi X lub Y z dwoma silnikami. Oba silniki otrzymują te same sygnały taktujące i kierunkowe. Aktywacja odbywa się w menu *Parametry maszyny* → *Osie* dla X/X2 lub Y/Y2.

	X	Y	Z	A	B	C
Kroki/Obrót	3200	3200	3200	3200	400	400
Droga/Obrót	10	10	10	3,6	2	2
Rozdzielczość osi	0,003125	0,003125	0,003125	0,001125	0,005	0,005
Maksymalna możliwa szybkość	468,75	468,75	468,75	168,75	750	750

☒ Podwójny napęd

☐ Kompensacja osi

☒ X2 ☐ Y2

importowanie

Jazda referencyjna

Dla X/X2 wymagane są dwa oddzielne wyłączniki referencyjne. Wyłączniki konfiguruje się w *Parametry maszyny* → *Przypisanie pinów*.

Przebieg

Oba silniki poruszają się jednocześnie, aż zadziała pierwszy wyłącznik. Następnie druga oś kontynuuje ruch, aż zadziała również drugi wyłącznik.



Uwaga: Wyłączniki referencyjne powinny być zamontowane możliwie blisko siebie.

Wyrównanie mostu

Ponieważ mosty maszynowe często nie są idealnie proste, można wprowadzić niewielką wartość korekcyjną. Dzięki temu most można precyzyjnie wyregulować.

Odjeżdż od łączników referencyjnych	
X	100
Y	100
Z	100
A	0
B	0
C	10

Justownie podwójnego napędu: X2 0 kroki

3.5.3 Rozdzielczość osi

Pierwszym krokiem konfiguracji jest określenie rozdzielczości osi. Wartość ta różni się w zależności od maszyny, ponieważ stosowane są różne rodzaje napędów osi (np. śruba pociągowa, pasek zębaty, przekładnia) oraz drivery.

Aby obliczyć rozdzielczość osi, potrzebna jest liczba kroków na obrót oraz droga przebyta na jeden obrót. Informacje te znajdują się w instrukcji obsługi maszyny.



Liczba kroków na obrót ustawiana jest na driverze silnika krokowego (serwo), np. 1600 kroków/obrot. Ta wartość musi zostać wpisana również do odpowiedniego pola w programie. Droga na obrót to odcinek w milimetrach, jaki pokonuje śruba pociągowa, pasek zębaty lub przekładnia osi przy pełnym obrocie.

	X	Y	Z	A	B	C	Rodzaj podłączenia
Kroki/Obrót	3200	3200	3200	3200	400	400	X2/_
Droga/Obrót	10	10	10	3,6	2	2	mm/R
Rozdzielczość osi	0,003125	0,003125	0,003125	0,001125	0,005	0,005	mm/step
Maksymalna możliwa szybkość	468,75	468,75	468,75	168,75	750	750	mm/sec

☒ Podwójny napęd
☐ Kompensacja osi

☒ X2 ☐ Y2

importowanie

Po wprowadzeniu wartości cncGraF 8 oblicza rozdzielczość osi (mm/krok) oraz maksymalną możliwą prędkość maszyny (mm/s) i wyświetla je pod odpowiednimi polami. Za pomocą pól wyboru obok oznaczeń osi można włączać lub wyłączać poszczególne osie. W standardowej konfiguracji 3-osiowej aktywne są jedynie X, Y i Z. Osie A, B, C mogą być używane do zadań specjalnych, takich jak ruchy obrotowe czy wychyłne.



Aby zapewnić optymalną interpolację osi (równoczesny ruch wielu osi), wszystkie osie powinny mieć tę samą rozdzielczość. Poprawia to płynność pracy maszyny.



Nawet jeśli maszyna CNC mechanicznie nie jest w stanie uzyskać bardzo wysokiej rozdzielczości, zaleca się ustawienie rozdzielczości możliwie najwyższej, np. 6400 kroków na obrót przy drodze 10 mm na obrót. Daje to rozdzielczość 0,0015625 mm/krok. Taka wysoka rozdzielczość umożliwia wybór dokładniejszej [rozdzielczości łuków w rysunku](#)^[46].

Podwójny napęd

Oś X lub Y może być napędzana dwoma silnikami. Włącz podwójny napęd i wybierz oś, która ma być sterowana dwoma silnikami. Dalsze ustawienia dla pracy osi z dwoma silnikami znajdują się w rozdziale *Przypisanie pinów*.

Kompensacja osi

Funkcja kompensacji osi służy do wyrównywania niedokładności śruby pociągowej, paska zębatego lub przekładni. Najpierw należy zmierzyć niedokładność na osi X i Y. W tym celu na

osi X przejeżdża się określony odcinek, np. co 200 mm. Następnie obliczana jest faktyczna odchyłka (faktyczny odcinek – odcinek nominalny, tutaj 200 mm) i zapisywana wiersz po wierszu w pliku ASCII.

Przykład pliku ASCII:

0,005

0,00425

-0,00025

-0,004875

-0,009

Zarówno oś X, jak i Y muszą być zmierzone w ten sposób. Każdy plik ASCII zawiera wartości tylko dla jednej osi, dlatego wymagane są dwa oddzielne pliki. Pliki te muszą zostać przekazane razem z wartością rzeczywistego odcinka, np. 200 mm.



Ostrzeżenie: funkcja kompensacji osi znajduje się nadal w fazie testów!

3.5.4 Jazda referencyjna

Punkt referencyjny

Najpierw należy określić, gdzie znajdują się wyłączniki referencyjne oraz w jakim kierunku osie muszą się poruszać, aby osiągnąć punkt referencyjny. Istnieją (patrz ilustracja) punkty referencyjne A, B, C i D, które odpowiadają rogom obszaru roboczego.

Przykład: jeśli punkt referencyjny znajduje się w lewym dolnym rogu przy współrzędnych $X=0$ i $Y=0$, należy wybrać punkt referencyjny A.

Zwolnienie wyłącznika referencyjnego

Ustawienia *Zwolnienie wyłącznika referencyjnego* są konieczne, aby upewnić się, że po dojechaniu do punktu referencyjnego wyłącznik zostanie całkowicie zwolniony (nieaktywny). Wartości, które należy wprowadzić, można znaleźć w danych technicznych albo ustalić poprzez testy (droga od punktu przełączenia do pełnego zwolnienia wyłącznika).

Odległość bezpieczeństwa dla „Przyspieszonej jazdy referencyjnej”

W następnym kroku definiuje się odległość bezpieczeństwa dla przyspieszonej jazdy referencyjnej. Maszyna porusza się wtedy z prędkością szybką (maksymalną) w kierunku punktów referencyjnych. Wprowadzona wartość określa pozycję, do której odbywa się szybki przejazd, oraz punkt, od którego zaczyna się powolne zbliżanie do punktu referencyjnego. W przedstawionym przykładzie maszyna porusza się w osiach X i Y do 20 mm przed pozycją zerową, a w osi Z do 20 mm przed Z-max.



Po pierwszym uruchomieniu cncGraF 8 należy najpierw przeprowadzić zwykłą jazdę referencyjną (bez przyspieszenia), ponieważ program nie zna jeszcze pozycji osi. Przyspieszoną jazdę referencyjną można następnie włączyć w oknie dialogowym *Jazda referencyjna* (klawisz F12).

Dezaktywacja jazdy referencyjnej dla osi A/B/C

Referencję dla osi A/B/C można dezaktywować. Na poniższej ilustracji jazda referencyjna dla osi A została wyłączona. Zamiast tego pozycja osi A jest ustawiana na 100 mm.

Referencja osi A/B/C		
☒ Referencja A	Pozycja	0 mm
☒ Referencja B	Pozycja	0 mm
☒ Referencja C	Pozycja	0 mm

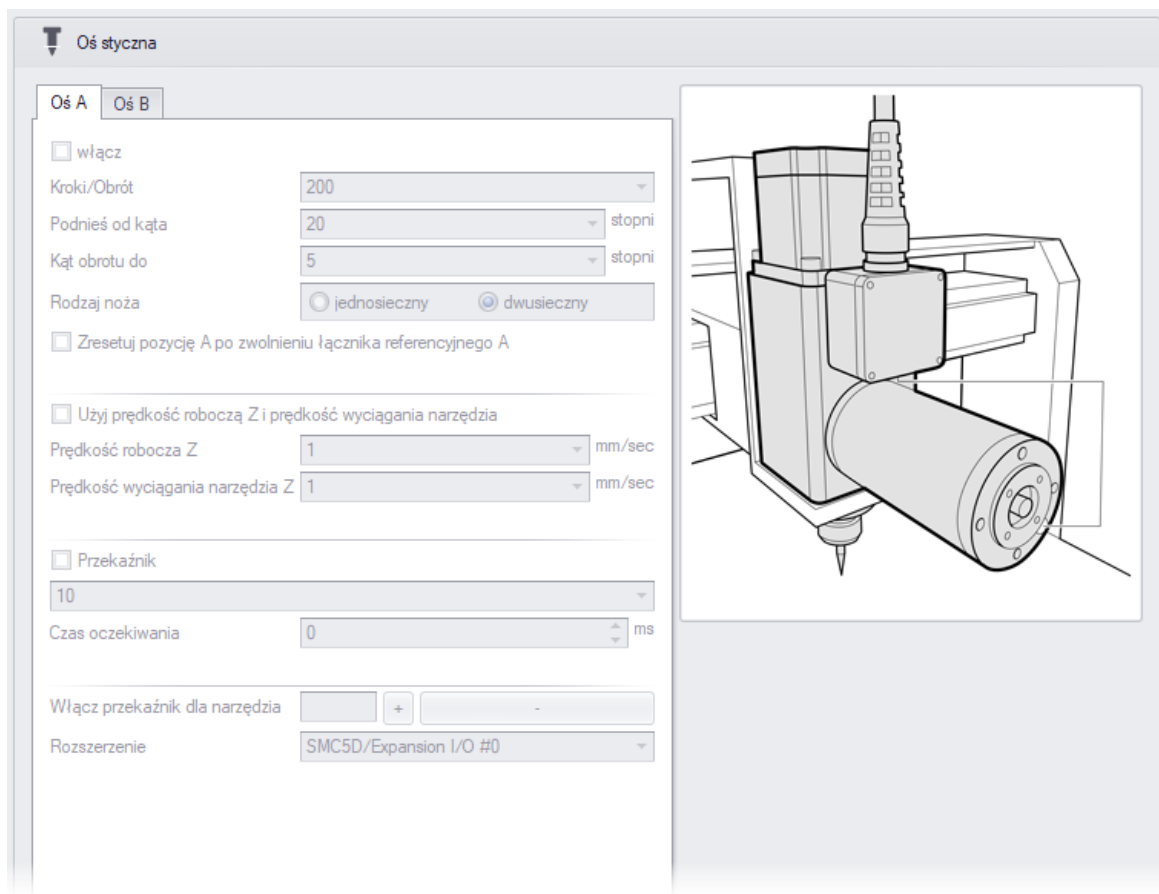
Po zdefiniowaniu tych wartości należy określić wejścia dla wyłączników referencyjnych oraz kierunki jazdy. Odbywa się to w menu *Przypisanie pinów*.

3.5.5 Oś tangencjalna

Do cięcia materiałów takich jak skóra czy karton stosuje się nóż tangencjalny. Nóż ten ustawia się automatycznie w kierunku cięcia materiału za pomocą silnika krokowego lub serwosilnika. Mogą być używane zarówno noże jedno-, jak i dwustronne, przy czym zaleca się stosowanie noży dwustronnych.



Do korzystania z noży tangencjalnych wymagana jest sterowanie 4-osiowe. Oprócz osi X, Y i Z potrzebny jest dodatkowy silnik krokowy do sterowania nożem. Zanim oś tangencjalna zostanie aktywowana, należy w menu *Parametry maszyny* -> *Osie* aktywować oś A.



Oś A / Oś B

cncGraF 8 może sterować maksymalnie dwiema osiami tangencjalnymi. Ustawienia dla każdej osi tangencjalnej znajdują się w zakładkach *Oś A* oraz *Oś B*.

Kroki/obrót

Określa liczbę kroków silnika krokowego potrzebnych do wykonania pełnego obrotu. Więcej informacji znajduje się w rozdziale *Rozdzielczość osi*.

Podniesienie od

Wartość ta definiuje kąt w stopniach, który powstaje pomiędzy wektorami i przy którym nóż tangencjalny może pozostawać w materiale podczas obrotu. Po przekroczeniu tego kąta nóż zostaje podniesiony, ustawiony w kierunku cięcia, a następnie ponownie opuszczony w materiał.



Aby nie uszkodzić materiału, nie należy przekraczać kąta 45°. Jednak ustawienie zbyt małego kąta może znacznie wydłużyć proces pracy. Należy więc wybrać kompromisową wartość.

Kąt obrotu do

Jeśli kąt jest mniejszy lub równy wartości *Kąt obrotu do*, nóż obraca się podczas ruchu, aż osiągnie żądany kierunek. Jeśli kąt wektora przekracza tę wartość, nóż zatrzymuje się i zostaje odpowiednio ustawiony, a następnie ruch jest kontynuowany (nóż pozostaje jednak w materiale). Aby nie uszkodzić materiału, zaleca się podanie małego kąta, do ok. 10°.

Prędkość posuwu i podnoszenia

Funkcja ta nadpisuje prędkość szybką osi Z i pozwala ustawić osobne prędkości dla posuwu i podnoszenia. *Prędkość posuwu Z* określa prędkość zanurzania noża, natomiast *prędkość podnoszenia* – prędkość wyciągania noża z materiału.

Reset pozycji A/B po jeździe referencyjnej

Aby nóż działał prawidłowo, po jeździe referencyjnej musi być możliwie dokładnie ustawiony równoległe do osi X. Wyrównanie może być wykonane ręcznie lub programowo. Wyrównanie programowe ma tę zaletę, że jest dokładniejsze.

Do wyrównania noża wykorzystuje się funkcję *Zwolnienie wyłącznika referencyjnego A/B*. Określa się w niej odcinek w krokach, dzięki czemu nóż zostaje ustawiony dokładnie równoległe do osi X.



Im dokładniejsze wyrównanie, tym lepsze wyniki cięcia. Aby sprawdzić wyrównanie, należy przejechać prosty rysunek składający się z dwóch poziomych linii.

Funkcja *Reset pozycji A/B po jeździe referencyjnej* musi być aktywna, aby oś A/B po zwolnieniu wyłącznika była ponownie ustawiana na zero (odpowiada to jeździe referencyjnej bez późniejszego zwolnienia).

Przełączanie wyjść

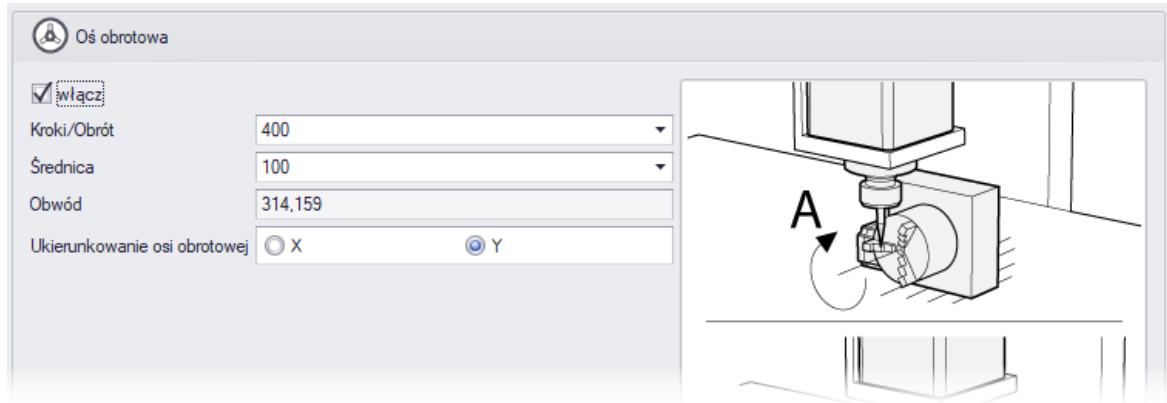
Tutaj można przełączać wyjścia globalnie dla wszystkich narzędzi lub zależnie od narzędzia. Jest to wymagane w przypadku osi Z bez silnika krokowego lub serwosilnika, które są podnoszone i opuszczane za pomocą wyjścia.

3.5.6 Oś obrotowa

W zależności od liczby osi w sterowaniu, oś obrotowa może być używana w dwóch różnych trybach pracy:

Sterowanie 4-osiowe

Po aktywowaniu 4. osi można ją zdefiniować jako oś obrotową. Oś obrotowa może być zamontowana na stole roboczym w kierunku X lub Y.



Jeśli plik G-Code (DIN66025) zawiera współrzędne dla wszystkich 4 osi (obróbka w 4D), wybór kierunku służy jedynie do wizualizacji osi obrotowej na ekranie.

Sterowanie 3-osiowe

Przy sterowaniu 3-osiowym 4. oś musi być wyłączona. Oś obrotowa jest podłączana do wyjść X i Y poprzez zamianę wtyczek.

Symboliczne przedstawienie osi obrotowej

Po włączeniu osi obrotowej w menu *Parametry maszyny* -> *Osie* -> *Oś obrotowa* pojawia się linia o długości $U = D \times P$, gdzie D oznacza średnicę materiału. Od punktu początkowego tej linii poprowadzona jest pod kątem prostym druga linia, która symbolizuje oś obrotową. Trzecia, linia przerywana, oznacza obwód materiału.

3.5.7 Z2

Za pomocą funkcji Z2 można obsługiwać maszyny CNC z podwójną osią Z.

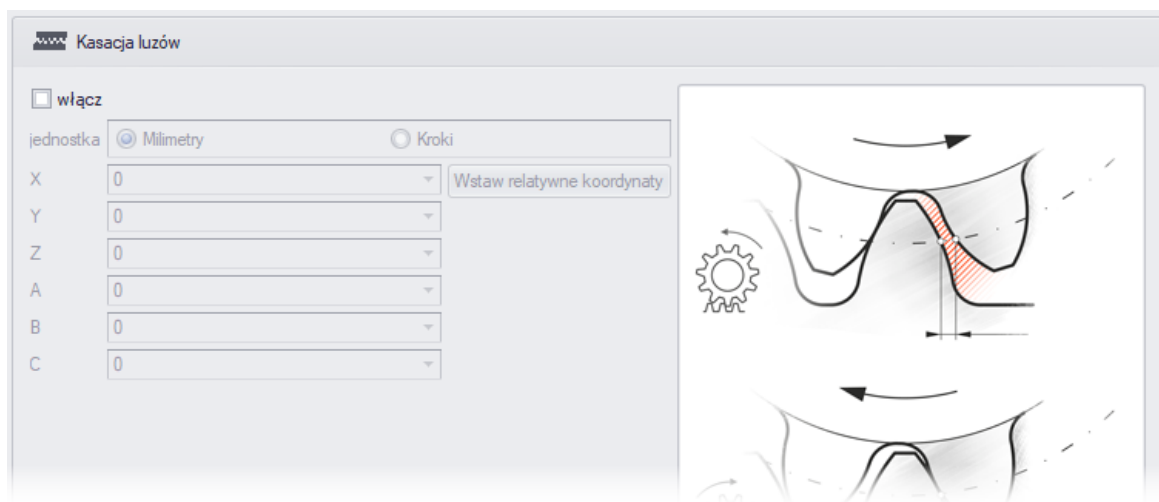
Najpierw należy aktywować oś dla trybu Z2 w menu *Osie*. Następnie wybiera się odpowiedni tryb pracy dla osi, która ma być określona jako Z2. Kolejnym krokiem jest podanie odległości między osią Z a osią Z2 w kierunku X lub Y.

Oś Z2 może być również używana razem z osią tangencjalną.

3.5.8 Luz zwrotny

Luz zwrotny oznacza niepożądany luz pomiędzy śrubą a nakrętką lub pomiędzy kołem zębatym a listwą zębatą w napędzie mechanicznym. Może on występować podczas zmiany kierunku ruchu.

Aby skompensować możliwy luz zwrotny maszyny, w tym oknie można wprowadzić odpowiednie wartości luzu. Ustawienia mogą być podawane w milimetrach lub w krokach.



3.6 Przypisanie pinów

W sekcji *Przypisanie pinów* konfiguruje się funkcje takie jak wrzeciono, uchwyt narzędziowy, wyłączniki referencyjne, przyciski, kierunek ruchu oraz wiele innych funkcji sterowanych za pomocą wejść i wyjść.

Ustawienia przypisania pinów znajdują się w menu: *Ustawienia -> Parametry maszyny -> Dostosuj -> Przypisanie pinów*.



Jeżeli maszyna CNC nie jest jeszcze w pełni skonfigurowana, należy w tym rozdziale rozpocząć od konfiguracji *wyłączników referencyjnych*.

Wykonanie jazdy referencyjnej jest obowiązkowe przy każdym uruchomieniu, ponieważ w przeciwnym razie pozycja maszyny CNC pozostaje nieznana dla oprogramowania cncGraF 8

3.6.1 Wyłączniki referencyjne

W sekcji *Przypisanie pinów* ustawia się m.in. konfigurację wyłączników referencyjnych oraz kierunki ruchu.

1. Przygotowania do pierwszej jazdy referencyjnej

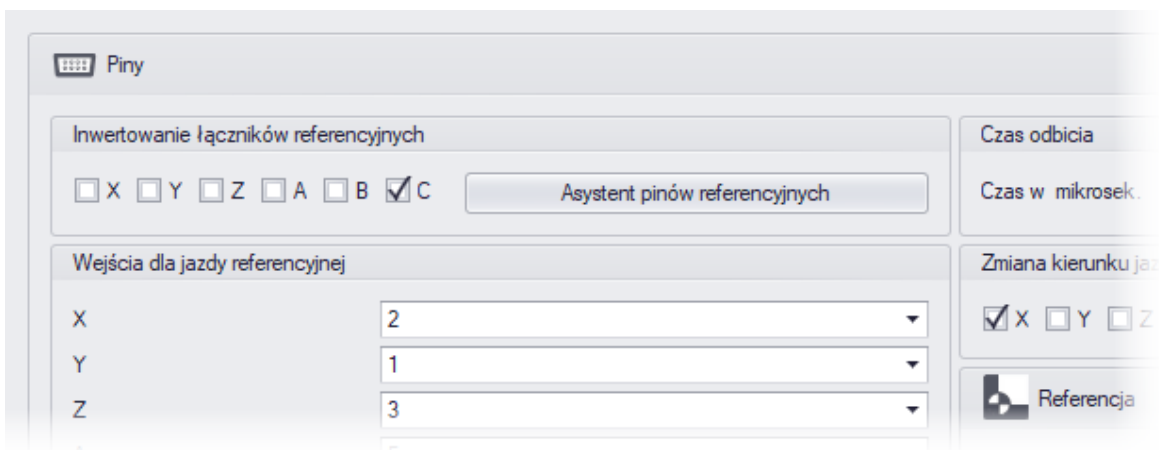
Najpierw należy sprawdzić wejścia wyłączników referencyjnych. Wybierz w menu głównym funkcję *Widok -> Ustaw punkt referencyjny*, aby ustawić punkt referencyjny. Jest to konieczne, aby móc poruszać osiami.

Wyłączniki referencyjne muszą być w stanie *NIEWCISNIĘTYM* – tzn. powinny być zwolnione. Jeżeli któraś z osi stoi na wyłączniku referencyjnym, można ją odsunąć za pomocą przycisków sterujących w oknie *Ręczne przesuwanie* (należy pamiętać, że kierunek ruchu osi może jeszcze nie być poprawnie ustawiony).

Aby sprawdzić wejścia wyłączników referencyjnych, kliknij zielono/niebieską ikonę USB/Ethernet na pasku stanu u dołu (patrz ilustracja).



Otworzy się okno kontroli wejść i wyjść. Należy kolejno naciskać wyłączniki referencyjne. Jeśli status wejścia zmieni się z „szarego” na „zielony” lub odwrotnie, oznacza to, że dany pin został zidentyfikowany. Numer pinu dla każdej osi należy wpisać w menu *Parametry maszyny -> Przypisanie pinów* w sekcji *Wejścia dla wyłączników referencyjnych*.



2. Wyłączniki referencyjne jako „normalnie otwarte” czy „normalnie zamknięte”?

Kolejnym krokiem jest sprawdzenie, czy wyłączniki referencyjne są skonfigurowane jako *normalnie otwarte (NO)* czy *normalnie zamknięte (NC)* (wyłączniki nadal powinny być w stanie *NIEWCISNIĘTYM*).

Do tego celu można uruchomić *Asystenta wyłączników referencyjnych*. Rozpoznaje on automatycznie, czy dany wyłącznik jest „otwierający” czy „zamykający” i zaznacza odpowiednie pole.

Przykład: na poniższym rysunku asystent zaznaczył pole wyboru dla osi Z.

- „Otwierający (NO)” – przerywa obwód przy wciśnięciu.
- „Zamykający (NC)” – zamyka obwód przy wciśnięciu

3. Kolejność jazdy referencyjnej

Następnie należy ustawić *kolejność jazdy referencyjnej*, czyli kolejność, w jakiej osie będą dojeżdżać do swoich punktów referencyjnych.

Zalecane są kolejności **ZXYAB** lub **ZYXAB**.

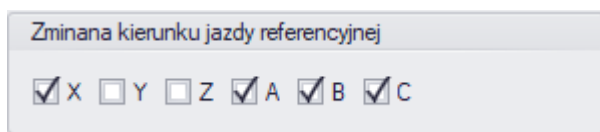
Niezalecane są warianty **XZYAB** lub **YZXAB**, ponieważ w takim przypadku oś Z nie jest najpierw odsuwana, co grozi wjechaniem frezu w przedmiot obrabiany.

4. Pierwsza jazda referencyjna

Jazdę referencyjną można uruchomić w menu głównym Ruch -> Referencja... lub naciskając klawisz F12.



Uwaga: zwróć uwagę na kierunek ruchu podczas jazdy referencyjnej! W przypadku nieprawidłowego kierunku należy natychmiast przerwać proces, odwrócić kierunek w menu Parametry maszyny -> Przypisanie pinów (patrz ilustracja), a następnie ponownie uruchomić jazdę referencyjną.



5. Końcowa kontrola ustawień jazdy referencyjnej

Jazda referencyjna składa się z dwóch etapów:

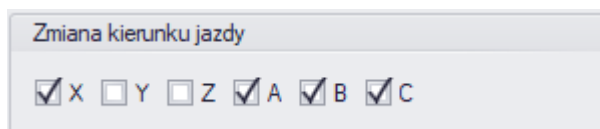
1. Maszyna dojeżdża do wyłącznika referencyjnego z prędkością referencyjną.
 - Prędkość i przyspieszenie referencyjne muszą być ustawione tak, aby maszyna mogła zatrzymać się za wyłącznikiem, ponieważ droga hamowania jest ograniczona.
2. Po naciśnięciu wyłącznika oś zatrzymuje się i odsuwa od wyłącznika z prędkością start/stop, aż wyłącznik zostanie zwolniony.

6. Sprawdzenie kierunku ruchu

Na koniec należy sprawdzić kierunek ruchu osi X, Y i Z.

W tym celu przesunąć poszczególne osie w oknie *Ręczne przesuwanie*.

Jeśli któraś oś porusza się w złym kierunku, można to zmienić w menu *Parametry maszyny* -> *Przypisanie pinów* w sekcji *Kierunek ruchu*, zaznaczając lub odznaczając odpowiednie pole przy danej osi.



3.6.2 Ustawianie wejść i wyjść

Jeżeli ustawienia wyłączników referencyjnych zostały już dokonane, można teraz skonfigurować wyjścia dla wrzeciona, pompy i uchwytu narzędziowego. Dodatkowo można przypisać wejścia dla czujnika długości narzędzia, czujnika punktu zerowego (osie X, Y i Z) oraz sondy głębokości.

Odwracanie wejść

Czasami konieczne jest odwrócenie wejść, ponieważ stan przełącznika działa odwrotnie.

Dobrym przykładem jest czujnik długości narzędzia. Powinien on wyłączać się po naciśnięciu, czyli w stanie nienaciśniętym wejście jest aktywne (wejście świeci).

Zaletą takiej konfiguracji jest to, że maszyna nie będzie dalej zjeżdżać na czujnik w przypadku jego uszkodzenia i nie spowoduje jego zniszczenia. Oprogramowanie zakłada wówczas, że przełącznik jest już wciśnięty. W takim przypadku oś Z powoli przesuwana się do góry, aż osiągnie wyłącznik referencyjny, i wtedy zatrzymuje się.

Czas przeciwdrgań (Entprellzeit)

Czas przeciwdrgań odnosi się do opóźnienia czasowego ustawionego w celu zignorowania błędnych sygnałów powstających w wyniku drgań mechanicznych przełącznika.

Po naciśnięciu przełącznika może się zdarzyć, że styk wskutek wibracji mechanicznych kilkakrotnie szybko zamknie się i otworzy, zanim ustabilizuje się. To zjawisko nazywa się *drganiami styków* (niem. „Prellen”). Czas przeciwdrgań sprawia, że jako stany przełącznika rozpoznawane są tylko stabilne sygnały.

Czas przeciwdrgań podawany jest w mikrosekundach i definiuje najkrótszy czas przełączenia, który zostanie uznany za ważny. Dzięki temu zakłócenia są skutecznie filtrowane.



Uwaga: Im dłuższy czas przeciwdrgań, tym mniej dokładny punkt przełączenia. Dlatego czas ten powinien być możliwie krótki.

Odwracanie Con2/3/4

Sterownik smc5d posiada kilka wyjść na złączach Con2, Con3 i Con4. Po włączeniu sterownika wyjścia te ustawiane są w stan domyślny.

Przykład: jeżeli pompa podłączona do wyjścia 2 uruchamia się natychmiast po włączeniu sterownika lub całej elektroniki, należy to wyjście odwrócić w sekcji *Odwracanie Con*. Dzięki temu pompa nie będzie uruchamiała się automatycznie przy włączaniu.

3.6.3 Osłona i wyłącznik awaryjny

W menu *Parametry maszyny* -> *Przypisanie pinów* -> *Osłona i wyłącznik awaryjny* definiowane są funkcje bezpieczeństwa. Dostępne są dwa obszary: *Osłona/Drzwi/Bariera świetlna* oraz *Wyłącznik awaryjny (Not-Aus)*. Wszystkie funkcje są wywoływane i sterowane za pomocą wejść.

Osłona / Drzwi / Bariera świetlna

W tej sekcji monitorowane są osłony maszyny, drzwi oraz bariery świetlne poprzez odpowiednie wejścia. Przykład: osłona może być zabezpieczona przez przypisanie jej do jednego wejścia. Opcja *Tryb ustawczy* umożliwia powolne, ręczne przesuwanie maszyny CNC przy otwartej osłonie.

Wyłącznik awaryjny (Not-Aus)

Tutaj można zdefiniować dowolną liczbę wejść jako komunikaty błędu. Okno dialogowe *Ustawienia wyłącznika awaryjnego* podzielone jest na trzy sekcje:

1. **Ustawienia wejścia:** tutaj określa się wejście dla komunikatu błędu. Aby zignorować błędne sygnały wejściowe, można ustawić liczbę odczytów wymaganych do uznania wejścia za aktywne, a także opóźnienie startowe (w sekundach od rozpoczęcia procesu frezowania).
2. **Filtr w trybie automatycznym:** określa, kiedy błąd zostanie uznany za ważny. Dostępne są różne opcje, np. *błąd tylko przy określonym numerze narzędzia* lub *błąd tylko przy dodatkowo aktywnym wyjściu*. Przykład: jeśli wejście 21 zostanie wyłączone (odwrócone), a używane jest narzędzie nr 1 (proces frezowania), podczas gdy wyjście 14 jest aktywne – proces zostaje przerwany, a na ekranie wyświetlany jest komunikat o błędzie.
3. **Akcja:** w tej sekcji definiuje się, jaka akcja zostanie wywołana, gdy warunek błędu (wejście + filtr) zostanie spełniony. Proces zostaje przerwany, a na ekranie wyświetlany jest zdefiniowany komunikat o błędzie. Dodatkowo można aktywować wyjście, np. dla zewnętrznej czerwonej lampy ostrzegawczej (migającej), albo zmniejszyć prędkość pracy.



Ostrzeżenie: Funkcja *Osłona i wyłącznik awaryjny* jest rozwiązaniem czysto programowym i nie zapewnia takiego samego poziomu bezpieczeństwa jak rozwiązanie sprzętowe. Dlatego zawsze należy preferować zabezpieczenia sprzętowe.

3.6.4 Wyjścia

W menu *Wyjścia* można określić, czy dane wyjście ma zostać aktywowane na końcu jazdy referencyjnej, czy dopiero po dojechaniu do punktu parkowania. Na poniższym rysunku aktywna jest opcja „*po jeździe referencyjnej*”.

Status	Nazwa	Wyjście
☒	Po referencji	4
☐	Po jeździe na punkt parkowy	5

3.7 Prędkości

W tej sekcji określone są m.in. prędkości dla przejazdu szybkiego (*Eilfahrt*), jazdy referencyjnej oraz prędkość start/stop. Ustawienia prędkości znajdują się w menu: *Ustawienia - > Parametry maszyny -> Dostosuj -> Prędkości*.



Zaleca się najpierw ustawić prędkość szybką, następnie prędkość start/stop, a dopiero potem prędkość referencyjną.

3.7.1 Prędkość jałowa

Prędkość jałowa to maksymalna prędkość, z jaką maszyna może się poruszać.

Jeżeli maszyna pochodzi od zewnętrznego producenta, maksymalną prędkość można zazwyczaj znaleźć w instrukcji obsługi producenta. Jeśli taka informacja nie jest dostępna, maksymalną prędkość szybką należy ustalić metodą prób.

Kiedy osiągnięta jest najwyższa możliwa prędkość?

Maksymalna prędkość zostaje osiągnięta wtedy, gdy maszyna zaczyna tracić kroki poza dopuszczalnym zakresem mniejszym niż 0,1 mm (zobacz także rozdział „Sprawdzanie utraty kroków”).

3.7.2 Prędkość start/stop

Prędkość start/stop definiuje szybkość, z jaką maszyna rozpoczyna ruch oraz się zatrzymuje.

Wartość ta powinna być ustawiona w zależności od możliwości maszyny.

Parametr ten nie powinien być ustawiany zbyt wysoko, ponieważ może to prowadzić do utraty kroków. Istnieją maszyny, które osiągają prędkość startową 8 mm/s, jednak są to wyjątki.

Dlatego zaleca się wybór niższej wartości. Możliwa prędkość zależy od stabilności i sztywności maszyny.



Po wprowadzeniu odpowiednich wartości można przejść do ustawienia *prędkości referencyjnej*.

3.7.3 Prędkość referencyjna i przyspieszenie



Prędkość referencyjna nie powinna być ustawiana zbyt wysoko, ponieważ oś musi zatrzymać się na czas za wyłącznikiem referencyjnym. Zaleca się rozpoczęcie od niskiej prędkości referencyjnej.

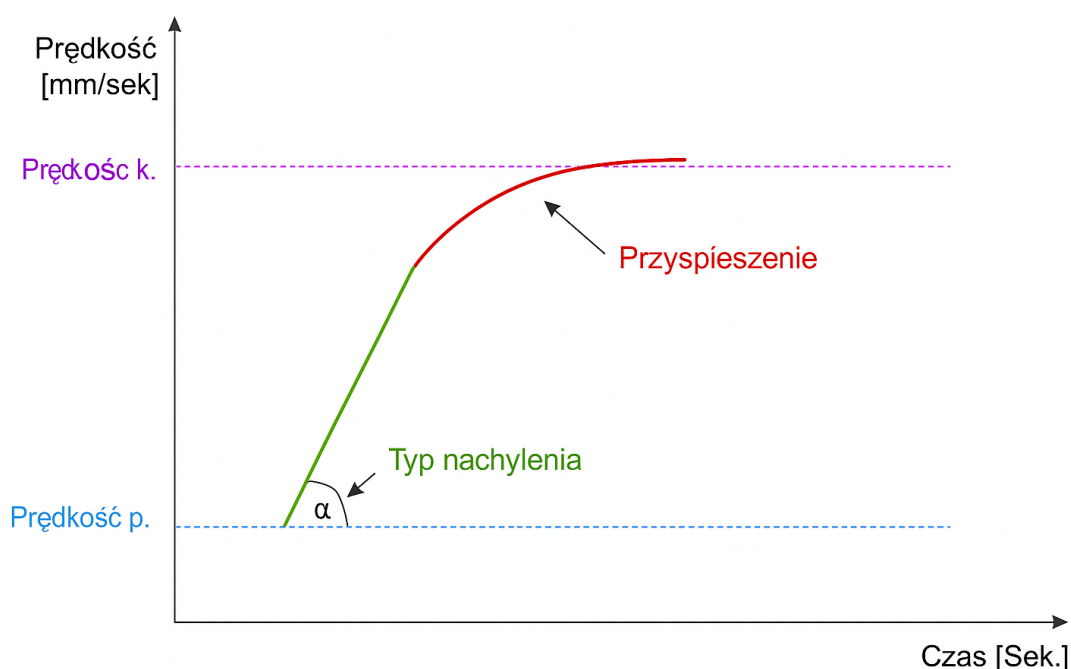
Wprowadź wartości w pokazanym poniżej polu:

Prędkość referencyjna	
XY	28 mm/sek
Z	28 mm/sek
A	28 mm/sek
B	30 mm/sek
C	15 mm/sek

Przyspieszenie

Po wprowadzeniu odpowiednich wartości należy ustawić rampę dla jazdy referencyjnej. Zaleca się wybór możliwie wysokiego ustawienia rampy, aby droga hamowania za wyłącznikiem referencyjnym była jak najkrótsza, co umożliwia zastosowanie wyższej prędkości referencyjnej (krótszy czas oczekiwania).

Przyspieszenia można ustawiać za pomocą suwaka. Im wyższa wartość procentowa, tym bardziej stroma rampa przyspieszenia, co skutkuje szybszym przebiegiem procesu. Dodatkowo na rampę wpływa ustawienie *typu nachylenia*. Zmiana typu modyfikuje drogę przyspieszenia i hamowania. Domyślnie ustawiony jest typ 1 (w skali od 1 do 6). Im wyższa wartość, tym bardziej stroma rampa. Zmiana typu ma sens tylko w przypadku bardzo stabilnych maszyn, które osiągają stosunkowo wysoką prędkość maksymalną (np. 500 mm/s). Zaleca się stosowanie typu 1.



Jak sprawdzić, czy rampa startowa jest ustawiona prawidłowo?

Aby to sprawdzić, wykonaj jazdę referencyjną. Jeśli maszyna uderza w mechaniczną granicę (wyraźnie słyszalne), należy zwiększyć wartość suwaka i/lub zmniejszyć prędkość referencyjną. Powtarzaj ten proces, aż zostanie osiągnięta prędkość optymalna.

Następnie można osobno ustawić wartość przyspieszenia dla frezowania, wiercenia lub przesuwania. Parametr ten może różnić się od wartości używanej przy jeździe referencyjnej i zależy od sztywności maszyny.

Redukcja szarpania

Przy „złych” danych, np. przy kołach o niskiej rozdzielczości, w połączeniu z wysokimi prędkościami frezowania, może zdarzyć się, że maszyna wielokrotnie przyspiesza i natychmiast hamuje. Takie zachowanie może prowadzić do szarpania.

Aktywuj opcję *Redukcja szarpania*, aby uzyskać płynniejszą pracę.



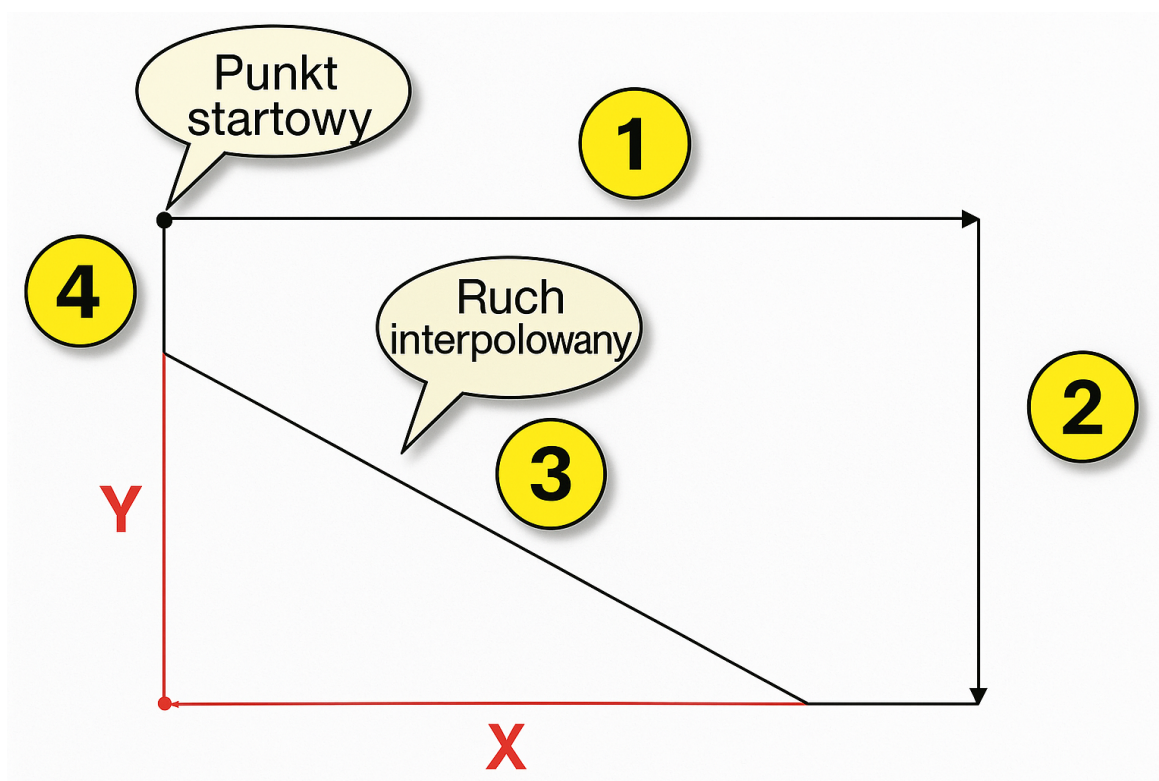
Opcja *Redukcja szarpania* poprawia płynność pracy, ale wydłuża czas procesu frezowania.

Stała prędkość posuwu

Opcja ta wpływa na zachowanie maszyny podczas ruchów ukośnych (interpolowanych) lub ruchów kołowych, w których zawsze sterowane są jednocześnie dwa silniki. Przy ruchach

ukośnych droga przejazdu jest dłuższa niż przy ruchach tylko w osi X lub Y. Jeśli prędkość osi zostanie ustawiona np. na 20 mm/s, maszyna stara się utrzymać tę wartość.

- **Funkcja aktywna:** po włączeniu opcji sterownik dostosowuje prędkości silników tak, aby prędkość również przy interpolowanych odcinkach (wektor 3) była stała i wynosiła 20 mm/s.
- **Funkcja nieaktywna:** przy wyłączonej opcji *stała prędkość posuwu* dłuższa droga interpolowana (wektor 3) zostanie pokonana w tym samym czasie co krótsze odcinki, co skutkuje wyższą rzeczywistą prędkością przejazdu.



3.7.4 Prędkości pomiarowe

Prędkości pomiarowe określają, z jaką szybkością maszyna dojeżdża do sondy 3D, czujnika długości narzędzia oraz sensora do skanowania obiektów trójwymiarowych. Aby uniknąć uszkodzeń, prędkości dla sondy 3D i czujnika długości narzędzia powinny być ustawione nisko, ponieważ droga hamowania jest krótka.

3.8 Sonda 3D / Sonda do powierzchni

W sekcji *Sonda 3D / Sonda do powierzchni* wyświetlane są wartości kalibracyjne uzyskane podczas automatycznej kalibracji sondy 3D. Wartości te nie powinny być zmieniane, chyba że występują odchylenia – np. w średnicy kulki sondy 3D – które można skorygować ręcznie.



Ostrzeżenie: podczas sondowania powierzchni nie wolno używać sondy 3D z końcówką kulkową, ponieważ może to prowadzić do niedokładności. W takim przypadku należy bezwzględnie używać końcówki stożkowej/ostrej.

3.9 Automatyczny zmieniacz narzędzi

Automatyczny zmieniacz narzędzi to urządzenie do pobierania i odkładania narzędzi.

Oprogramowanie cncGraF 8 rozróżnia dwie wersje: *zmieniacz narzędzi w osi Z* oraz *zmieniacz narzędzi w osi X/Y*, które różnią się drogami przejazdu. Dodatkowo obsługiwane mogą być również obrotowe zmieniacze narzędzi, sterowane za pomocą dodatkowego silnika krokowego.

Ustawienia zmieniacza narzędzi znajdują się w menu: *Ustawienia -> Parametry maszyny -> Dostosuj -> Zmieniacz narzędzi*.



Oprócz tych dwóch wariantów istnieją także inne typy zmieniaczy narzędzi. Obsługiwane są one w cncGraF 8 za pomocą funkcji *Makro*. Więcej informacji znajduje się w rozdziale *Edytor makr*.

3.9.1 Konfiguracja zmieniacza narzędzi

1. Konfiguracja zmieniacza narzędzi w osi Z

Właściwości

W sekcji *Właściwości* definiuje się parametry takie jak: czas oczekiwania, prędkość, prędkość podnoszenia, droga w osi Z oraz wysokość Z. Dodatkowo można ustawić, czy po każdym pobraniu lub odłożeniu narzędzia ma być wykonywana jazda referencyjna. Można również zdefiniować, aby numeracja narzędzi rozpoczynała się od T0.

Czas oczekiwania

Określa, jak długo wrzeciono ma pozostać nad pozycją narzędzia, zanim zostanie wykonana kolejna akcja. Ten czas odpowiada okresowi, którego potrzebuje uchwyt narzędziowy, aby chwycić lub zwolnić narzędzie. Wartość ta zależy od producenta, a jeśli nie jest podana, należy ją określić doświadczalnie.

Prędkość

Parametr określa prędkość, z jaką narzędzie wjeżdża do zmieniacza. Wartość powinna być ustawiona możliwie nisko, aby uniknąć uszkodzenia narzędzia lub zmieniacza oraz zapewnić maszynie wystarczający czas na wyhamowanie.

Prędkość podnoszenia

Określa, jak szybko narzędzie może zostać wyjęte ze zmieniacza. Może być wyższa niż prędkość wjazdu.

Droga Z

Parametr ten określa odcinek, w którym narzędzie zjeżdża do zmieniacza z niską prędkością aż do zatrzymania. Można go ustalić, przesuwając maszynę do pozycji startowej powolnego ruchu w osi Z, a następnie zerując wartość względną w oknie głównym. Oś Z przesuwana jest dalej do momentu osiągnięcia końcowej pozycji narzędzia w uchwycie. Wartość odczytana w polu „RZ” odpowiada parametrowi *Droga Z*.

Wysokość Z

Określa bezpieczną wysokość w osi Z, z którą maszyna podjeżdża do narzędzia. Nie może być niższa niż wartość Z wprowadzona w polu „Pozycja pierwszego narzędzia”. Jeśli zostanie wprowadzona niższa, cncGraF 8 automatycznie ustawi minimalną wysokość na wartość „Pozycja pierwszego narzędzia”.

W sekcji *Właściwości* można również ustawić kolor wskazujący, czy dana pozycja w zmieniaczu jest zajęta, oraz zdecydować, czy przed odłożeniem narzędzia ma być wykonywana jazda referencyjna. Jest to szczególnie przydatne, jeśli w trakcie obróbki maszyna zgubiła kroki i nie jest już w stanie poprawnie dojechać do zmieniacza.

Opcja T0 pozwala rozpocząć numerację narzędzi od T0 (standardowo w plikach DIN-ISO narzędzia numerowane są od T1).

Dostępna jest także funkcja *Zamykanie uchwytu narzędziowego*, która powoduje zamykanie uchwytu po każdym pobraniu lub odłożeniu narzędzia, co zapobiega ciągłemu wydmuchiowaniu sprężonego powietrza.

Zmienne miejsca narzędziowe

Opcja ta umożliwia przypisanie dowolnych numerów narzędzi do pozycji zmieniacza. Numer narzędzia wpisuje się w polu „T/P” w tabeli *Odległość*.

Przedmuchiwanie

Tutaj można zdefiniować, przez które wyjście wykonywana jest funkcja *przedmuchiwania*. Można ustawić jej działanie jako ciągłe lub ograniczone czasowo. Przedmuchiwanie służy do usuwania resztek materiału z uchwytu narzędziowego, ale może też sterować np. kłapką ochronną zmieniacza.

Pozycja pierwszego narzędzia

W tym miejscu wprowadza się pozycję pierwszego narzędzia w uchwycie. Można to zrobić, przesuając maszynę do dokładnej pozycji pierwszego gniazda (w osi Z do pozycji początkowej powolnego ruchu), a następnie klikając lewym przyciskiem *Ustaw aktualną pozycję*. Wartości X, Y i Z zostaną automatycznie wpisane do pól.

Odległość

Kliknięcie przycisku *Dodaj* dodaje pierwsze narzędzie do listy (wartości X, Y, Z = 0). Następnie w podobny sposób dodaje się kolejną pozycję, podając odległość (promieniowy odstęp od narzędzia 1 do następnego) w osi X lub Y, zależnie od rozmieszczenia zmieniacza. Można również wprowadzić korektę w osi Z. Proces powtarza się aż do osiągnięcia maksymalnej liczby miejsc na narzędzia.

Po wprowadzeniu parametrów zmieniacz narzędzi wyświetlany jest w obszarze roboczym. Pozycje narzędzi mogą być edytowane jako pozycje absolutne po aktywowaniu opcji *Wyświetlaj jako pozycje absolutne*.

2. Konfiguracja zmieniacza narzędzi w osi X/Y

Konfiguracja zmieniacza w osi X/Y jest identyczna jak w osi Z, z tą różnicą, że nie ustawia się *Drogi Z*. Zamiast tego należy wprowadzić *Drogę X/Y* w polu *Strecke X/Y*, ponieważ zmiana narzędzia odbywa się z boku, a nie od góry w osi Z.

3.9.2 Ustawienia bezpieczeństwa

Nadzór narzędzia

Parametry nadzoru narzędzia służą do kontroli, czy narzędzie zostało prawidłowo pobrane lub odłożone.

Jeżeli wrzeciono posiada automatyczny uchwyt narzędziowy z kontaktem kontrolnym, można go podłączyć do **sterownika** smc5d i przypisać odpowiednie wejście. Nadzór odbywa się poprzez opcję „*Sprawdź, czy narzędzie jest zamocowane*” lub „*Sprawdź, czy narzędzie zostało odłożone*”.

Dodatkową możliwość kontroli zapewnia opcja „*Sprawdź, czy narzędzie zostało odłożone za pomocą czujnika długości narzędzia*”. W tym przypadku maszyna zjeżdża na czujnik długości narzędzia do określonej *minimalnej wysokości Z*. Jeśli czujnik długości narzędzia zostanie wciśnięty, oznacza to, że narzędzie nie zostało odłożone – wyświetlany jest komunikat o błędzie.

Ruch względny

Wartości w sekcji „*Ruch względny do i od zmieniaacza narzędzi*” definiują bezpieczne przesunięcia w osiach X i Y, jakie maszyna powinna wykonać przed i po pobraniu lub odłożeniu narzędzia. Analogicznie obowiązuje to dla sekcji „*Ruch względny do i od pomiaru narzędzia*”.

Wrzeczono zatrzymane

Wrzeczono, które po zatrzymaniu przełącza kontakt, może być monitorowane przez cncGraF 8. W takim przypadku wyświetlane jest okno oczekiwania, aż odpowiednie wejście zostanie aktywowane.

Zmieniacze narzędzi i pomiar narzędzia poza obszarem roboczym

Parametry „*Zezwalaj na pomiar długości narzędzia poza obszarem roboczym*” oraz „*Pozycja dojazdu po zakończeniu operacji*” umożliwiają umieszczenie zmieniaacza narzędzi i czujnika długości narzędzia poza obszarem roboczym maszyny.

Wartość w polu „*Pozycja dojazdu po zakończeniu operacji*” określa pozycję, do której maszyna ma dojechać po zakończonym procesie wymiany lub pomiaru narzędzia. Dzięki temu maszyna CNC wraca po operacji do obszaru roboczego.

3.10 Ramię obrotowe

Za pomocą ramienia obrotowego można automatycznie opuszczać lub podnosić sondę powierzchniową.

Ustawienia ramienia obrotowego znajdują się w menu: *Ustawienia -> Parametry maszyny -> Dostosuj -> Dodatki*. Ramię sterowane jest przez wyjście. Parametr *czas oczekiwania* określa, ile czasu zajmuje całkowite opuszczenie lub podniesienie ramienia. Za pomocą wejścia można sprawdzić, czy ramię znajduje się w dolnej, czy w górnej pozycji.

Ramię obrotowe może być używane zarówno do funkcji „*Skanowanie powierzchni*”, jak i „*Ustalanie punktu zerowego*”.

3.11 Stół podciśnieniowy

Obszary stołu podciśnieniowego mogą być automatycznie włączane lub wyłączane podczas procesu frezowania. Odpowiednie ustawienia znajdują się w menu: *Ustawienia -> Parametry maszyny -> Dostosuj -> Dodatki*. W tabeli można zdefiniować kilka obszarów stołu podciśnieniowego wraz z przypisanymi do nich wyjściami. Obszary stołu podciśnieniowego mogą być wyświetlane w widoku 2D w celu weryfikacji (*Menu -> Widok -> Stół podciśnieniowy*).

Rodzaje sterowania

Stół podciśnieniowy może być sterowany na różne sposoby:

- Tryb stały – wszystkie wyjścia stołu podciśnieniowego włączane są na początku procesu frezowania i wyłączane dopiero po jego zakończeniu.
- Aktywacja obszarowa – kiedy frez znajduje się w danym obszarze stołu podciśnieniowego, obszar ten zostaje włączony (aktywowane wyjście) i pozostaje włączony do końca procesu.
- Sterowanie obszarami zmienne – obszar włącza się, gdy frez znajdzie się w jego granicach, i wyłącza się, gdy frez go opuści.
- Stały tryb tylko dla używanych obszarów – wszystkie potrzebne (zgodnie z danymi rysunkowymi) wyjścia stołu podciśnieniowego są włączane na początku procesu frezowania i wyłączane dopiero po jego zakończeniu.

3.12 Końcowa kontrola

W tym rozdziale opisano kilka końcowych testów maszyny i ustawień.

Jeśli wszystkie parametry maszyny zostały poprawnie skonfigurowane, a mimo to pojawiają się utraty kroków lub niedokładne wyniki obróbki, przyczyną może być niewłaściwe ustawienie taktowania sterowników (Endstufen) lub niewystarczające zasilanie silników.

Oto kilka wskazówek, jak postępować w takich przypadkach:

- Sprawdzenie taktowania sterowników
- Test silników
- Kontrola rozdzielczości osi
- Sprawdzenie utraty kroków

3.12.1 Sprawdzenie taktowania sterowników

Sterowniki silników krokowych wykorzystują przy taktowaniu sygnałów *Step* (krok) i *Dir* (kierunek) zazwyczaj konfigurację „**Active Lo**”. Istnieją jednak także sterowniki pracujące w trybie „**Active Hi**”. Oprogramowanie cncGraF 8 jest domyślnie ustawione na „**Active Lo**”. Impulsy krokowe przedstawiają się graficznie w następujący sposób:



W zależności od użytego sterownika należy w menu: *Ustawienia -> Parametry maszyny -> Dostosuj -> Sterowniki* zaznaczyć opcję „**Odwróć taktowanie**” (*Taktung invertieren*).

- Jeśli opcja nie jest zaznaczona → aktywny jest tryb **Active Lo** (rysunek z 0).
- Jeśli opcja jest zaznaczona → taktowanie zmienia się na **Active Hi** (rysunek z 1).



Ostrzeżenie: Wszystkie sterowniki muszą pracować w tym samym trybie taktowania. Różne ustawienia mogą prowadzić do błędnej interpretacji sygnałów.

Nowoczesne sterowniki często umożliwiają również zmianę taktowania bezpośrednio za pomocą przełącznika (*Switch*) znajdującego się na samym sterowniku.

3.12.2 Test silników

Funkcja *obniżenia prądu silników* zapobiega przegrzewaniu się silników krokowych w stanie spoczynku. Można ją włączyć w menu: *Ustawienia -> Parametry maszyny -> Dostosuj -> Przypisanie pinów (Pinbelegung)*, gdzie ustawia się również czas wyłączenia.

Aby sprawdzić, czy obniżenie prądu działa prawidłowo, należy po pewnym czasie bezruchu silników sprawdzić ich temperaturę:

- jeśli silniki są zimne → funkcja działa poprawnie,
- jeśli silniki pozostają ciepłe/gorące → należy odwrócić ustawienie, zaznaczając w menu Con2 opcję „Obniż prąd silników (Pin 8)”.

W poprzednim rozdziale „*Sprawdzenie taktowania sterowników*” jako przyczynę utraty kroków wskazano błędne taktowanie. Jeżeli jednak taktowanie zostało ustawione prawidłowo, kolejną możliwą przyczyną strat kroków jest zbyt niskie napięcie zasilające silniki. W takim przypadku należy sprawdzić, czy sterowniki dostarczają właściwe napięcie zgodne z wymaganiami silników.

3.12.3 Sprawdzenie rozdzielczości osi

Aby sprawdzić rozdzielczość osi, wykonaj następujące kroki:

Oś X i Y:

1. Połóż kartkę papieru na stole roboczym maszyny i zaznacz punkt startowy frezu.
2. Przesuń maszynę za pomocą sterowania ręcznego (*Manuell Bewegen*) w oknie głównym cncGraF 8. Włącz funkcję *Ruch względny (Relative Fahrt)* i wprowadź w jednym z pól odcinek 100 mm (lub inną wybraną wartość). Następnie kliknij ikonę sterującą dla osi, którą chcesz sprawdzić.
3. Maszyna przejedzie wskazany odcinek 100 mm.
4. Zaznacz punkt końcowy frezu na papierze i zmierz odległość między dwoma punktami.
 - Jeśli odległość wynosi dokładnie 100 mm → rozdzielczość osi jest ustawiona prawidłowo.
 - Jeśli wynik jest inny → należy skorygować ustawienie rozdzielczości osi.

Oś Z:

1. Ustaw oś Z na *Zmax* i zmierz odległość od stołu maszyny do uchwytu wrzeciona.
2. Przesuń maszynę za pomocą sterowania ręcznego (*Manuell Bewegen*) w oknie głównym cncGraF 8. Włącz funkcję *Ruch względny (Relative Fahrt)*, wprowadź odcinek 100 mm (lub inną wartość) i kliknij ikonę Z, aby rozpocząć ruch.
3. Po zakończeniu ruchu zmierz ponownie odległość od stołu do uchwytu wrzeciona.
 - Jeśli różnica między pomiarem początkowym i końcowym odpowiada ustawionej wartości → oś Z jest poprawnie skalibrowana.

- Jeśli wynik się nie zgadza → należy odpowiednio skorygować rozdzielczość osi Z.

Um die Achsenauflösung zu prüfen, gehen Sie wie folgt vor:

X- und Y-Achse:

1. Legen Sie ein Blatt Papier auf den Werk Tisch Ihrer Maschine und markieren Sie den Startpunkt des Fräasers.
2. Verfahren Sie die Maschine mithilfe der manuellen Maschinensteuerung (Manuell Bewegen) im Hauptfenster von cncGraF 8, indem Sie „**Relative Fahrt**“ einschalten und in einem der Felder eine Strecke von 100 mm (oder einen anderen gewünschten Wert) eingeben. Klicken Sie nun auf das entsprechende Steuerungssymbol der Achse, die Sie überprüfen möchten.
3. Die Maschine fährt die angegebene Strecke von 100 mm.
4. Markieren Sie nun die Endposition des Fräasers auf dem Papier und messen Sie den Abstand zwischen den beiden Punkten.
5. Entspricht dieser Abstand den gewünschten 100 mm, ist die Achsenauflösung korrekt eingestellt. Stimmt der Abstand nicht, müssen Sie die Achsenauflösung anpassen.

Z-Achse:

1. Fahren Sie die Z-Achse auf Zmax und messen Sie den Abstand vom Maschinentisch Ihrer Maschine bis zur Z-Spindelhalterung.
2. Verfahren Sie die Maschine mithilfe der manuellen Maschinensteuerung (Manuell Bewegen) im Hauptfenster von cncGraF 8, indem Sie „**Relative Fahrt**“ einschalten und eine Strecke von 100 mm (oder einen anderen Wert) eingeben. Klicken Sie dann auf das Symbol Z, um die Maschinenfahrt zu starten.
3. Sobald die Maschine an der Endposition angekommen ist, messen Sie erneut den Abstand vom Maschinentisch bis zur Z-Spindelhalterung.
4. Entspricht die Differenz zwischen Anfangs- und Endposition der eingestellten Strecke, ist die Z-Achse korrekt justiert. Stimmt der gemessene Streckenwert nicht mit der Einstellung überein, müssen Sie die Achsenauflösung der Z-Achse entsprechend anpassen.

3.12.4 Sprawdzenie utraty kroków

Jak sprawdzić, czy występują utraty kroków?

1. Załaduj plik do obróbki. Powinien on być na tyle duży, aby czas pracy maszyny CNC wyniósł około 30 minut.
2. Ustaw punkt zerowy osi Z wystarczająco wysoko, aby maszyna pracowała „w powietrzu”.
3. Wykonaj jazdę referencyjną.
4. Kliknij ikonę *Frezowanie/Wiercenie*  i pozwól maszynie przejechać cały plik.
5. Po zakończeniu przejazdu uruchom funkcję *Sprawdź pozycję...* (Menu > Jazda > Sprawdź pozycję...). Zostanie wykonana jazda referencyjna, a wyniki zostaną wyświetlone.
6. Jeśli dane pozycji poszczególnych osi zostaną wyświetlone na **czerwono** (poza tolerancją > 0,1 mm), oznacza to, że wystąpiły utraty kroków.



Utrata kroków może mieć różne przyczyny:

- problemy mechaniczne,
- nieprawidłowo ustawione sterowniki,
- zbyt duże prędkości,
- zakłócenia elektryczne.

Wszystkie te czynniki należy dokładnie sprawdzić.

4 Wprowadzenie do obróbki plików

Oprogramowanie cncGraF 8 obsługuje różne formaty plików, w tym DIN66025 (G-Code), Isel NCP oraz formaty 2D, takie jak HPGL, DXF, Postscript, Adobe Illustrator, Excellon, Sieb & Maier 1000 i Sieb & Maier 3000.

Obróbka plików G-Code

Pliki G-Code są typowymi plikami maszynowymi dla profesjonalnych obrabiarek CNC i zazwyczaj są wielowymiarowe (najczęściej 3D, ale możliwe są także 4D do 6D). Pliki te są zwykle generowane przez oprogramowanie CAD/CAM, jednak mogą być również programowane ręcznie w zintegrowanym edytorze tekstowym. Takie podejście umożliwia produkcję złożonych części praktycznie bez ograniczeń, jednak dla początkujących może być stosunkowo trudne.

Obróbka plików 2D

Formaty takie jak DXF i HPGL to pliki 2D, które można łatwo utworzyć w dowolnym oprogramowaniu CAD. Ponieważ nie są one bezpośrednio przeznaczone do obróbki CNC, wymagają dodatkowej obróbki. cncGraF 8 oferuje w tym celu paletę narzędzi, która umożliwia prostą edycję, w tym:

- korekcję narzędzia,
- ustalanie kolejności frezowania,
- tworzenie kieszeni z wyspami,
- oraz inne proste funkcje.

Takie rozwiązanie stanowi łatwą metodę do szybkiej produkcji prostych części 2,5D. Zaletą jest prostota, natomiast ograniczeniem – przydatność jedynie do prostych elementów 2,5D.

Rozdzielczość łuków

Większość formatów plików, takich jak G-Code, DXF czy HPGL, zawiera polecenia rysowania łuków i okręgów.

Ponieważ sterownik smc5d ze względów technicznych nie obsługuje bezpośrednio poleceń łuków (ich przeliczanie byłoby zbyt obciążające i znacznie zmniejszyłoby częstotliwość oraz prędkość pracy sterownika), polecenia te są konwertowane na polilinie.

Rozdzielczość łuków można ustawić:

- w oknie dialogowym pojawiającym się przy otwieraniu pliku,
- lub później w menu *Ustawienia -> Opcje -> Plik*.



Rozdzielczość łuków nie powinna być ani zbyt wysoka, ani zbyt niska.

- Nie powinna być wyższa niż rozdzielczość osi maszyny CNC.
 - Zaleca się ustawienie rozdzielczości około 2–3 razy mniejszej niż rozdzielczość osi.
- Dlatego najlepiej wybrać ustawienie *średnie* lub *wysokie*.



Nawet jeśli maszyna CNC nie jest w stanie mechanicznie osiągnąć bardzo wysokiej rozdzielczości, warto ustawić możliwie dużą [rozdzielczość osi](#)^[22], np. **6400 kroków na obrót przy przesuwie 10 mm/obróć**.

Daje to rozdzielczość **0,0015625 mm na krok**. Tak wysoka rozdzielczość pozwala ustawić dokładniejszą rozdzielczość łuków.

Okno „Otwórz plik”

W menu Plik -> Otwórz można otworzyć pliki. Typ pliku . wyświetla wszystkie pliki – w takim przypadku cncGraF 8 automatycznie rozpoznaje typ pliku. Jeśli jednak typ pliku nie zostanie poprawnie wykryty, należy ręcznie wybrać właściwy, np. dla plików G-Code: DIN66025; ISEL NCP (.nc; .ncp).



Dostępne są dwa rodzaje okien otwierania plików:

- standardowe okno Windows „Otwórz plik”,
- oraz okno cncGraF 8 „Otwórz plik” z podglądem pliku.

W menu *Ustawienia -> Opcje -> Plik -> Właściwości* można wybrać preferowane okno. Okno standardowe Windows ma tę zaletę, że działa szybciej, ponieważ jest zintegrowane z systemem.

4.1 G-Code i postprocesor

Znormalizowany G-Code według normy **DIN66025** jest standardowym formatem dla profesjonalnych obrabiarek w zakresie 2½D i 3D. cncGraF 8 obsługuje tę normę w maksymalnym możliwym stopniu i jest dzięki temu kompatybilny ze wszystkimi popularnymi programami CAD/CAM.

Postprozessor (PP)

Postprocesor (PP) określa, w jaki sposób G-Code jest generowany dla danej maszyny CNC. Chociaż G-Code oparty jest na normie DIN66025, istnieją różnice w interpretacji poleceń w zależności od producenta maszyny. Różnice te opisuje właśnie postprocesor. W programach CAD/CAM można dostosować postprocesory tak, aby G-Code był dokładnie dopasowany do wymagań konkretnej maszyny.

Przegląd poleceń G

- **G00**⁵⁰: szybki przejazd (ruch jałowy)
- **G01**⁵⁰: przejazd z prędkością roboczą (posuwem)
- **G02**⁵¹: łuk w prawo (zgodnie z ruchem wskazówek zegara)
- **G03**⁵¹: łuk w lewo (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara)
- **G04**⁵²: czas postoju
- **G28**: przejazd do punktu referencyjnego Z
- **G28P**: przejazd do punktu referencyjnego Z i punktu parkowania XY
- **G40**⁵³: kasowanie korekcji toru
- **G41**⁵³: korekcja toru (narzędzie po lewej stronie konturu)
- **G42**⁵³: korekcja toru (narzędzie po prawej stronie konturu)
- **G53**⁵⁴: anulowanie punktów zerowych
- **G54-G59**⁵⁴: wybór punktu zerowego
- **G60**⁵⁴: ponowne wybranie ostatniego punktu zerowego
- **G70**⁵⁵: jednostki w calach
- **G71**⁵⁵: jednostki w milimetrach
- **G80**⁵⁶: anulowanie cyklu wiercenia
- **G81**⁵⁶: wiercenie proste
- **G82**⁵⁶: wiercenie proste z czasem postoju na dnie
- **G73/83**⁵⁶: wiercenie głębokich otworów (szybkie lub z wycofaniem wiórów)
- **G84**⁵⁸: gwintowanie prawe i lewe
- **G87**⁵⁸: kieszeń okrągła
- **G90**⁵⁹: współrzędne absolutne
- **G91**⁵⁹: współrzędne przyrostowe (inkrementalne)
- **G98**⁵⁶: powrót do poziomu pozycjonowania w cyklu wiercenia
- **G99**⁵⁶: powrót do poziomu referencyjnego w cyklu wiercenia

Przegląd poleceń M

- **M00**: zatrzymanie programu (kontynuacja po naciśnięciu klawisza)
- **M03**: wrzeciono w prawo (prawy obrót)
- **M04**: wrzeciono w lewo (lewy obrót)
Uwaga: lewy obrót przełączany jest przez przełącznik w oknie dialogowym „Właściwości DIN66025”.
- **M05**: wrzeciono wyłączone
- **M08**: chłodzenie włączone
- **M09**: chłodzenie wyłączone
- **M20**: palnik plazmowy wyłączony
- **M21**: palnik plazmowy włączony
- **M30**: koniec programu
- **M48/M49**^[61]: aktywacja/deaktywacja nadpisania posuwu i obrotów wrzeciona
- **M995-M998**^[61]: wywołanie makra wewnątrz pliku G-Code (DIN66025)

Komentarze

- **(...)** komentarze w nawiasach okrągłych
Np.: N01 G00 Z10 (Position Z10 anfahren)
- **[...]** komentarze w nawiasach kwadratowych.
Np.: N01 G00 Z10 [Position Z10 anfahren]
- **;** komentarze po średniku.
Np.: N01 G00 Z10 ;Position Z10 anfahren

Inne polecenia

- **F**: posuw w mm/min
- **N**: numer bloku (wiersza)
- **T**: numer narzędzia
- **S**: prędkość obrotowa wrzeciona
- **D**: średnica narzędzia w mm (musi być podana razem z numerem narzędzia)
Np.: T1 D2.5

Polecenia specjalne

- **M99 P**^[60]: podprogramy (zmodyfikowane!)
- **G25-G26**^[52]: pętla
- **R-Parameter**^[61]: zmienna
- **IF-Anweisung**^[63]: instrukcja warunkowa

Struktura bloku wg DIN66025

Nr.	Warunek ruchu	Współrzedne	Obroty	Posuw	Narzędzie	Inne
N	G	X Y Z A	S	F	T	M

Wszystkie polecenia można pisać dowolnym edytorem, małymi literami i bez spacji. Numer bloku **Nxx** nie jest obowiązkowy i można go pominąć.

4.1.1 G00 / G01 – szybki przejazd i przejazd z prędkością posuwu

Polecenie **G00** powoduje szybki przejazd maszyny (tzw. *ruch jałowy*) z maksymalną prędkością. Narzędzie znajduje się wtedy poza materiałem. Polecenie **G01** wykonuje przejazd po zaprogramowanej ścieżce z określoną prędkością posuwu.

Parametry dla G00 i G01

X - pozycja w os X

Y - pozycja w os Y

Z - pozycja w os Z

A - pozycja 4. osi (litera dla 4. osi ustawiana jest w oknie [Właściwości DIN66025](#)⁷⁷⁾)

B - pozycja 5. osi (litera dla 5. osi ustawiana jest w oknie [Właściwości DIN66025](#)⁷⁷⁾)

F - prędkość posuwu

S - prędkość obrotowa wrzeciona

Przykład programu

N01 **G00** Z10 (przejazd do pozycji Z10)

N02 **G00** X100 Y10 (przejazd do pozycji X100 Y10)

N03 **M3 M8** (uruchomienie wrzeciona poleceniem M3 i pompy chłodziwa poleceniem M8)

N04 **G01** Z-2 F50 (zanurzenie w materiał na głębokość 2 mm z posuwem 50 mm/min)

N05 **G01** X100 Y100 F100

N06 **G01** X20 Y20

N07 **G01** X100 Y10

N08 **G00** Z10 **M5 M9** (przejazd do pozycji Z10, wyłączenie wrzeciona poleceniem M5 i pompy chłodziwa poleceniem M9)

N09 **M30** (zakończenie programu poleceniem M30)

4.1.2 G02 / G03 – łuki kołowe

- **G02** – przejazd po łuku zgodnie z ruchem wskazówek zegara.
- **G03** – przejazd po łuku przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

Punktem początkowym łuku jest aktualna pozycja. Punkt końcowy określa się za pomocą polecenia **G02/G03** wraz ze współrzędnymi **X, Y i Z**. Środek okręgu definiowany jest za pomocą parametrów **I, J i K**.

Parametry dla G02 i G03

- **X** – końcowa współrzędna w osi X
- **Y** – końcowa współrzędna w osi Y
- **I** – środek okręgu w osi X
- **J** – środek okręgu w osi Y
- **K** – środek okręgu w osi Z

Przykład 1

N01 **G00** X0 Y0 Z10 (przejazd do pozycji X0, Y0, Z10)

N02 **M3** (uruchomienie wrzeciona poleceniem M3)

; Posuw 100 mm/min na pozycję X10, Y10

N03 **G01** X10 Y10 F100

; Posuw 50 mm/min, zanurzenie 2 mm w materiał

N04 **G01** Z-2 F50

; Łuk od X10, Y10 do X30, Y10

; środek: I20, J10

N05 **G02** I20 J10 X30 Y10

; Wycofanie narzędzia o 10 mm

N07 **G00** Z10

N08 **M30** (zakończenie programu poleceniem M30)

W ten sposób można np. frezować gwint o skoku **2 mm** i długości **6 mm** (3 zwoje). Przy pełnych okręgach punkt początkowy = punkt końcowy.

Przykład 2

N01 **G0** X500 Y500

N02 **G0** Z-5

N03 **G2** I550 J500 Z-7 F60

N04 **G2** I550 J500 Z-9

N05 **G2** I550 J500 Z-11

N06 **G0** Z0

M07 **M30**

4.1.3 G04 – czas postoju (pauza)

Polecenie **G04** służy do zaprogramowania czasu postoju. Przykład: **G04 H2** oznacza pauzę trwającą 2 sekundy. Funkcja ta wykorzystywana jest m.in. do dania wrzecionu czasu na rozpędzenie się do zadanych obrotów.

Parametry dla G04

H - czas w sekundach

Przykład

; Narzędzie pozostaje w pozycji przez 2,5 sekundy (wrzeciono wciąż się obraca)
N10 **G04** H2.5

4.1.4 G25 / G26 – pętla

Polecenia **G25** i **G26** służą do programowania pętli.

- **G25** definiuje początek pętli,
- **G26** zamyka pętlę.

Parametr **Q** określa liczbę powtórzeń.

Przykład: **Q5** → zawartość pętli zostanie wykonana 5 razy.



Uwaga: liczba powtórzeń została zmieniona w nowszej wersji programu.

- **Q2** oznacza teraz **2 przebiegi**,
- w starszej wersji oznaczało to **3 przebiegi**.

Parametry dla G25 / G26

Q - liczba powtórzeń

Dozwolone jest dowolne zagnieżdżanie pętli (patrz przykład poniżej). Pętla nie może być definiowana wewnątrz podprogramu.

Przykład

N10 T1 **M3** S2501
N20 **G0** X10 Y10
N30 Z-5 **M8**
N31 **G04** H6
N40 **G91**

N42 **G25** Q2 (pętla 2-krotna)

N44 **G25** Q4 (pętla 4-krotna zagnieżdżona)
N50 P1 (wywołanie podprogramu 1)
N51 **G26** (koniec pętli wewnętrznej)

N60 **G0** X-65 Y10
N62 **G26**

N44 **G25** Q4
N50 P1 (wywołanie podprogramu 1)
N51 **G26** (koniec pętli wewnętrznej)

N120 **G90**
N130 **G0** Z0 **M9**
N140 **M5**
N150 **M30** (koniec programu)

N160 **M99** P1 (definicja podprogramu 1)
N170 **G2** I3.5 J0 Z-2 F360
N180 I3.5 J0 Z-2
N190 I3.5 J0 Z-2
N200 I3.5 J0 Z-2
N210 I3.5 J0 Z-2
N220 I3.5 J0 Z-2
N230 I3.5 J0
N240 **G1** X3
N250 **G2** I0.5 J0 Z-2 F180
N260 I0.5 J0 Z-2
N270 I0.5 J0 Z-2
N280 I0.5 J0 Z-2
N290 **G0** Z20
N290 **G0** X10
N300 **M00**
N310 **M99** P0 (koniec podprogramu)

4.1.5 **G40 / G41 / G42 – Korekcja promienia narzędzia**

Oprogramowanie cncGraF 8 obsługuje polecenia **G40**, **G41** i **G42**. Po wczytaniu pliku G-Code, który zawiera polecenia **G41** lub **G42**, pojawi się okno dialogowe korekcji promienia.

- **G40** – wyłączenie korekcji promienia
- **G41** – korekcja promienia (narzędzie prowadzone po lewej stronie konturu)
- **G42** – korekcja promienia (narzędzie prowadzone po prawej stronie konturu)

Przykład

N10 T06 M03 S2000
N11 M08
N12 G00 X1.700 Y0
N13 Z10.000
N14 Z-3.000
N15 G01 **G41** X4.558 Y-1.650 Z-3.488 F250
N16 G03 X5.000 Y0 Z-3.743 I1.700 J0
N17 X-5.000 Y0 Z-4.671 I0 J0 F500
N18 X5.000 Y0 Z-5.600 I0 J0
N19 X-5.000 Y0 Z-5.900 I0 J0
N20 X5.000 Y0 Z-6.200 I0 J0
N21 X-5.000 Y0 Z-6.500 I0 J0
N22 X5.000 Y0 Z-6.800 I0 J0
N23 X-5.000 Y0 Z-7.100 I0 J0
N24 X5.000 Y0 Z-7.400 I0 J0
N25 X-5.000 Y0 Z-7.700 I0 J0
N26 X5.000 Y0 Z-8.000 I0 J0
N27 X-5.000 Y0 Z-8.300 I0 J0
N28 X5.000 Y0 Z-8.600 I0 J0
N29 X-5.000 Y0 Z-8.900 I0 J0
N30 X5.000 Y0 Z-9.200 I0 J0
N31 X-5.000 Y0 Z-9.500 I0 J0
N32 X5.000 Y0 Z-9.800 I0 J0
N33 X-2.500 Y4.330 Z-10.000 I0 J0
N34 X-2.500 Y4.330 I0 J0
N35 X-3.708 Y3.122 I-.850 J1.472
N36 G01 **G40** X-.850 Y1.472
N37 G00 Z-3.000
N38 G90 Z10.000
N39 M09
N40 M05
N41 M30



Uwaga: Obliczoną korekcję toru należy koniecznie **zweryfikować wizualnie w widoku 2D/3D**, aby upewnić się, że narzędzie porusza się po właściwej stronie konturu.

4.1.6 G53–G60 – Punkty zerowe

Za pomocą poleceń **G54 do G59** można wybrać różne punkty zerowe.

Przykład: G55 X20 Y10

Aktywuje punkt zerowy **G55** z przesunięciem X=20 i Y=10.

- **G53** – usuwa aktualnie aktywny punkt zerowy.
- **G60** – ponownie wybiera ostatnio odznaczony punkt zerowy.

Parametry dla G54–G59

- **X** – przesunięcie w osi X
- **Y** – przesunięcie w osi Y
- **Z** – przesunięcie w osi Z

Przykładowy program

```
N10 G0 T01 Z5
N20 G0 X10 Y10
N30 G1 Z-1 F10
N40 G1 X10 Y20 F20
N50 G1 X20 Y20
N60 G1 X20 Y10
N70 G1 X10 Y10
N80 G0 Z5
N90 G54 X30 (Polecenie G54 aktywuje przesunięcie punktu zerowego o X=30)
N100 G0 X10 Y10
N110 G1 Z-1 F10
N120 G1 X10 Y20 F20
N130 G1 X20 Y20
N140 G1 X20 Y10
N150 G1 X10 Y10
N160 G0 Z5
N170 G53 (Polecenie G53 usuwa przesunięcie punktu zerowego)
N180 M30
```

4.1.7 G70/71 – Jednostki wymiarowe

Za pomocą poleceń **G70** i **G71** ustala się jednostki, w których podawane są współrzędne:

- **G70** – współrzędne w **calach (Inch)**
- **G71** – współrzędne w **milimetrach (mm)**

4.1.8 Cykle wiercenia G73, G80 – G84

W tym rozdziale opisane są cykle wiercenia **G81**, **G82**, **G83** oraz **G84**.

Zmiana w G84

Polecenie **G84** zostało zmienione. Jeśli chcesz używać starej wersji, należy w menu: „Ustawienia -> Opcje -> DIN66025” aktywować opcję „Używaj starego G84”. Więcej informacji o starym poleceniu G84 znajdziesz w rozdziale „[Cykl wiercenia G84 \(przestarzały\)](#)”⁵⁸.

Powrót narzędzia – G98 i G99

Polecenia **G98** i **G99** określają, na jaką wysokość wraca narzędzie po wykonaniu cyklu wiercenia:

- **G98** – narzędzie wraca na pozycję początkową (wysokość startową).
- **G99** – narzędzie wraca na wysokość powrotu zdefiniowaną w parametrze **R**.

G80

Cykl wiercenia jest kasowany poleceniem **G80** lub innym poleceniem, np. **G00** albo **G01**.

G81 i G82 – proste wiercenie / wiercenie z czasem postoju

Format: G98(G99) G81(G82) X Y Z R F (P)

Parametry G81

- **X** – pozycja X
- **Y** – pozycja Y
- **Z** – głębokość Z (wartość absolutna)
- **R** – inkrementalna wysokość powrotu względem punktu startowego osi Z
- **F** – prędkość posuwu

Parametry G82

- **P** – czas postoju w milisekundach (1000 ms = 1 s) na dnie otworu

Przykład: G98 G82 X10 Y10 Z-10 F300 P100

G83 – wiercenie głębokich otworów z odciąganiem wiórów

Cykl ten ma dodatkowy parametr **Q**, który określa głębokość wiercenia na jeden przebieg.

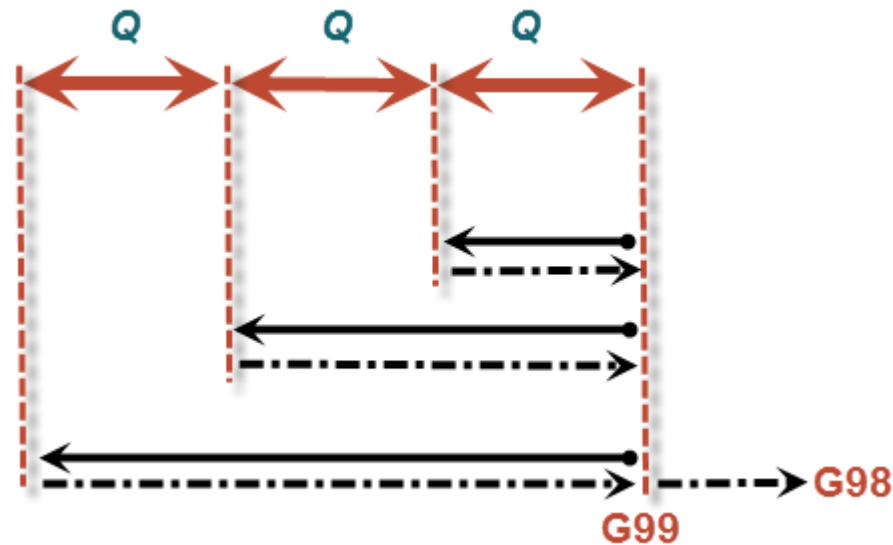


Abbildung 1: Entspänen mit Q Parameter

Format: G98(G99) G83 X Y Z R F P Q

Parametry G83

- **X** – pozycja X
- **Y** – pozycja Y
- **Z** – głębokość Z (wartość absolutna)
- **R** – inkrementalna wysokość powrotu względem punktu startowego osi Z
- **F** – prędkość posuwu
- **P** – czas postoju w milisekundach na dnie otworu
- **Q** – głębokość na jeden krok (mm)

Przykład: G98 G83 X10 Y10 Z-10 F300 P100 Q2

G73 – szybkie wiercenie głębokie

Ten cykl działa podobnie jak **G83**, ale po każdym kroku **Q** wykonywany jest krótki ruch powrotny. Odległość tego ruchu ustawia się w: „[Opcje -> DIN66025](#)”⁷⁷”.

G84 – cykl gwintowania

Może być użyty do gwintów prawych i lewych.

Format: G98(G99) G84 X Y Z R P F M

Parametry G84

- **X** – pozycja X
- **Y** – pozycja Y
- **Z** – głębokość Z (wartość absolutna)
- **R** – inkrementalna wysokość powrotu względem punktu startowego osi Z

- **P** – czas postoju w milisekundach (1000 ms = 1 s) na dnie otworu
- **F** – prędkość posuwu
- **M** – **M03** dla gwintu prawego, **M04** dla lewego

Przykład: G98 G84 X10 Y10 Z-10 F300 P100 M03

4.1.9 Cykl wiercenia G84 (stara wersja)

Za pomocą polecenia **G84** wykonywane są otwory z odcinaniem wiórów (*wiercenie stopniowe*). Narzędzie wierci z ustawioną prędkością **F** aż do osiągnięcia zadanej głębokości końcowej **Z**. Głębokość ta osiągana jest poprzez wielokrotne wiercenie krokowe – kolejne pogłębianie otworu na ustaloną wartość.

Parametry G84 (stara wersja)

- **X** – pozycja X
- **Y** – pozycja Y
- **Z** – głębokość końcowa wiercenia
- **D** – głębokość jednego kroku (jeśli brak parametru **D** lub **D0**, narzędzie jedzie od razu na pełną głębokość **Z**)
- **F** – prędkość posuwu
- **H** – bezpieczna wysokość (odległość cofnięcia)
- **E** – czas postoju (w sekundach) na dnie otworu

Przykład

...

...

N110 **G00 G90 M03**

N120 **G00** X10 Y10

N130 **G00** Z3

N140 **G84** Z-10 D5 H3 E2 F50 (Wykonanie otworu na głębokość Z=-10 mm w krokach po 5 mm)

N150 **G84** X100 (Drugi otwór z tymi samymi parametrami w pozycji X=100, Y=10)

...

...

4.1.10 G87 – Kieszeń okrągła

Za pomocą polecenia **G87** wykonywana jest kieszeń okrągła. Pozycje **X**, **Y** określają **środek** kieszeni.

Aby kieszeń została wykonana zgodnie z wymaganym wymiarem, należy – oprócz numeru narzędzia – podać także **średnicę D** narzędzia (patrz przykład w tabeli poniżej, linia N100). Jeśli średnica narzędzia nie zostanie podana, program pobierze wartość z **magazynu narzędzi**.

Obróbka kieszeni odbywa się **od środka na zewnątrz**, ruchem **zgodnym z ruchem wskazówek zegara**, z posuwem **F** i krokiem w osi **X/Y (K)**. Zagłębianie narzędzia odbywa się na kolejną głębokość roboczą z posuwem w osi **Z (E)**. Na końcu ostatniej głębokości roboczej narzędzie odjeżdża na **wysokość bezpieczeństwa H**, a cykl zostaje zakończony.

Parametry G87

- **X** – pozycja w osi X (środek kieszeni)
- **Y** – pozycja w osi Y (środek kieszeni)
- **Z** – głębokość końcowa (absolutna)
- **R** – promień kieszeni
- **K** – krok w osi X/Y
- **D** – krok w osi Z
- **F** – posuw w osi X/Y
- **E** – posuw w osi Z
- **H** – wysokość bezpieczeństwa

Przykład

```
...  
...  
N100 T1 D1 M6 S500 ; Narzędzie 1 o średnicy 1 mm (D1) zostaje pobrane  
N110 G00 G17 G90 M3  
N120 G00 X50 Y50  
N130 G00 Z3  
N140 G87 Z-5 K1 D2 R4 F150 E50 H3  
...  
...
```

4.1.11 G90/G91 – Wymiary absolutne i przyrostowe

- **G90** – ustawia tryb **wymiarów absolutnych**, tzn. wszystkie kolejne wartości współrzędnych podawane są względem **punktu odniesienia (zera programu)**.
- **G91** – ustawia tryb **wymiarów przyrostowych (łańcuchowych)**, czyli kolejne wartości współrzędnych odnoszą się do **aktualnej pozycji narzędzia**.

Przykład

```
N08 G90 (Ustawienie trybu wymiarów absolutnych)  
N09 G01 X100 Y100 (Przejazd do pozycji X100, Y100)
```

; Tryb wymiarów przyrostowych (łańcuchowych) – aktywacja G91

N10 **G91**

N11 **G01** X10 (Nowa pozycja: X110, Y100)

N12 **G01** X5 Y-5 (Nowa pozycja: X115, Y95)

4.1.12 M99 – Podprogramy

Za pomocą polecenia **M99** można zdefiniować do 99 podprogramów umieszczonych na końcu programu głównego (po poleceniu **M30**). Definicja podprogramu rozpoczyna się od **M99 P..** i kończy poleceniem **M99**. Wywołanie podprogramu następuje za pomocą polecenia **P...**



Uwaga: składnia wywoływania podprogramów została zmieniona!

Przykład

```
N10 T1 M3 S2500
N20 G0 X21.5 Y25
N30 Z-5 M8
N40 G91
N50 P1 (Wywołanie podprogramu 1)
N60 G90
N70 G0 Z0 M9
N80 X21.5 Y75
N90 Z-5 M8
N100 G91
N110 P1 (Ponowne wywołanie podprogramu 1)
N120 G90
N130 G0 Z0 M9
N140 M5
N150 M30 (Koniec programu głównego)

N160 M99 P1 (Definicja podprogramu 1)
N170 G2 I3.5 J0 Z-2 F360
N180 I3.5 J0 Z-2
N190 I3.5 J0 Z-2
N200 I3.5 J0 Z-2
N210 I3.5 J0 Z-2
N220 I3.5 J0 Z-2
N230 I3.5 J0
N240 G1 X3
N250 G2 I0.5 J0 Z-2 F180
N260 I0.5 J0 Z-2
N270 I0.5 J0 Z-2
N280 I0.5 J0 Z-2
N290 G0 Z20
N300 M00
N310 M99 (Koniec podprogramu)
```

Zarządzanie podprogramami

Podprogramy mogą być edytowane i zarządzane w zintegrowanym edytorze tekstowym. Aby to zrobić, należy wybrać w menu edytora: Edycja -> Podprogramy.

4.1.13 M995 do M998 – Makro

Polecenia pomocnicze (funkcje M) od M995 do M998 służą do uruchamiania makr wewnątrz pliku DIN66025.

Przykład

N10 G90 (Ustawienie wymiarów absolutnych)

N20 G01 X100 Y100 (Przejazd do pozycji X100, Y100)

N30 M995 (Uruchomienie makra)

M30 (Koniec programu)

Powiązanie makra

W oknie dialogowym: Ustawienia -> Powiąż makro można przypisać wybrane makro do jednego z poleceń M995–M998. Dodatkowo, w zintegrowanym edytorze tekstowym, makra mogą być bezpośrednio dodawane do pliku DIN66025. Więcej informacji znajduje się w rozdziale „Zintegrowany edytor tekstowy”.

4.1.14 M48/M49 – Nadpisanie (override) posuwu i prędkości obrotowej

M48 – Nadpisanie aktywne

Po wywołaniu M48 operator ma możliwość zmiany bieżącej wartości posuwu (F) oraz prędkości obrotowej / prędkości skrawania (S) za pomocą potencjometru lub klawiatury.

M49 – Nadpisanie nieaktywne

Polecenie M49 blokuje możliwość zmiany bieżących wartości posuwu (F) i prędkości obrotowej / prędkości skrawania (S) za pomocą potencjometru lub klawiatury.

4.1.15 Parametry R

Czym jest parametr R?

Parametr R to zmienna w zakresie R1 do R999, która przechowuje określoną wartość. Na przykład: R10 = 99.567

definiuje parametr R10, który przechowuje wartość 99.567. Do tego parametru można się odwoływać w kodzie G, wpisując R10.

Zastosowanie parametrów R

1. Operacje matematyczne

Można stosować podstawowe działania: dodawanie, odejmowanie, mnożenie i dzielenie. Obowiązuje zasada „najpierw mnożenie/dzielenie, potem dodawanie/odejmowanie”. Nawiasy nie są obsługiwane.

Przykład:

R56 = 10/2 - 2*2

Wynik: 1

2. Użycie parametrów R w obliczeniach

Parametry R mogą być wykorzystywane w kolejnych obliczeniach.

Wynik:

R55 = 10

R56 = R55/2 - 2*2

Wynik: 1

3. Użycie parametrów R w kodzie G

Parametry R mogą być stosowane w wielu funkcjach:

- **G00:** G00 X=R10
- **G01:** G01 X=R10 Y=R11 + 6 / 2
- **G02/G03 (łuki):** G02 I20 J20 X=R10 Y=R10
- **G25 (pętla):** G25 Q=R4
- **G53-G60 (punkty zerowe):** G54 X=R20
- **Instrukcja IF:** \$IF R100==1

4. Globalna dostępność

Parametry R są globalne – jeśli zostaną zdefiniowane w pliku G-kodu, są dostępne w całym programie.

5. Użycie w podprogramach

Parametry R mogą być także wykorzystywane w podprogramach.

6. Podgląd parametrów R

Wartości aktualnych parametrów R wyświetlane są w pasku stanu edytora tekstowego.

Przykład z pętlą i parametrami

- R4 = 4 ; R4 definiuje liczbę powtórzeń
- R5 = 110 ; R5 definiuje pozycję X dla podprogramu

G-Code Przykład:

R4 = 4

R5 = 110

G25 Q=R4 ; *Pętla z 4 powtórzeniami*

P1 ; *Wywołanie podprogramu*

G00 X=R5 ; *Przejazd do pozycji zdefiniowanej w parametrze R5*

G26

4.1.16 Instrukcja IF

Czym jest instrukcja IF?

Instrukcja IF służy do sprawdzania warunku. Jeśli warunek jest spełniony – wykonywane są odpowiednie polecenia G-kodu.

Dostępne są następujące operatory porównania:

- == → równe
- != → różne
- >= → większe lub równe
- <= → mniejsze lub równe

Instrukcja IF składa się z poleceń:

- **\$IF** – początek warunku
- **\$ENDIF** – zakończenie bloku warunkowego
- **\$ELSE** – alternatywne polecenia, jeśli warunek nie jest spełniony
- **\$ELSEIF** – sprawdzenie alternatywnego warunku



Instrukcja **IF** musi znajdować się **samodzielnie w jednej linii**. Może być stosowana zarówno w programie głównym, jak i w podprogramach.

Składnia instrukcji IF

\$IF <warunek>

... (kod G, gdy warunek spełniony)

\$ELSEIF <warunek>

... (kod G, gdy inny warunek spełniony)

\$ELSE

... (kod G, gdy żaden warunek nie jest spełniony)

\$ENDIF

Przykłady

Przykład 1 – proste IF

```
R57 = 10 ; Parametr R57 przyjmuje wartość 10
$IF R57 == 10
; Ten fragment G-kodu zostanie wykonany, bo warunek R57 == 10 jest spełniony
$ENDIF
```

Przykład 2 – IF-ELSEIF150

```
R57 = 9
$IF R57 <= 9
; Ten fragment G-kodu zostanie wykonany, bo R57 = 9 spełnia warunek <= 9
$ELSEIF R57 >= 10
; Ten fragment NIE zostanie wykonany, bo R57 ma wartość 9
; Jeśli R57 zostanie ustawiony na 10 lub więcej, wtedy ten kod się wykona
$ENDIF
```

Ważne uwagi

- Instrukcje IF nie mogą być zagnieżdżane (Instrukcja IF wewnątrz innej IF spowoduje błąd).



Instrukcja IF nie może znajdować się wewnątrz innej instrukcji IF. Zagnieżdżone instrukcje IF prowadzą do błędu.

Błędne użycie: Poprawne użycie (oddzielne instrukcje IF):

<pre>\$IF R200 == 0 ; G-Code- Inhalt \$IF R1 == 1 ; G-Code- Inhalt \$ENDIF \$ENDIF</pre>	<pre>\$IF R200 == 0 ; G-Code-Inhalt \$ENDIF \$IF R1 == 1 ; G-Code-Inhalt \$ENDIF</pre>
--	--

4.2 DXF

Format **DXF (Drawing Exchange Format)** został opracowany przez firmę **Autodesk** dla programu **AutoCAD** i służy do wymiany danych pomiędzy programami CAD. Program cncGraF 8 obsługuje obecnie następujące polecenia DXF:

- 3DFACE
- ARC
- CIRCLE
- LINE
- LWPOLYLINE
- POINT
- POLYLINE
- SPLINE
- VERTEX
- LAYER
- ELLIPSE



Obsługa plików 3D-DXF:

- Pliki 3D-DXF nie nadają się do frezowania, dlatego są ładowane jako pliki 2D.
- Głębokości Z pobierane są z magazynu narzędzi.

Warstwy (Layer)

Oprogramowanie cncGraF 8 może automatycznie przypisać dane z warstwy do konkretnego narzędzia.

Aby było to możliwe:

- Nazwa warstwy musi być wpisana w polu „Nazwa” narzędzia w magazynie narzędzi.
- W oknie dialogowym „DXF Layer”, które pojawia się po otwarciu pliku DXF, można ręcznie przypisać warstwy do dowolnych narzędzi.

4.3 HPGL

Hewlett Packard Graphics Language (w skrócie **HPGL**) jest językiem grafiki generowanym lub eksportowanym przez wiele programów CAD. Program cncGraF 8 obsługuje następujące polecenia **HPGL**:

Funkcje HPGL

- **PU** – podnieść narzędzie
- **PD** – opuścić narzędzie
- **PA** – ruch do pozycji absolutnej (z zachowaniem stanu narzędzia)

- **PR** – ruch do pozycji względnej
- **SPx** – wybór narzędzia o numerze x
- **AA** – łuk koła (pozycja absolutna)
- **AR** – łuk koła (pozycja względna)
- **CI** – okrąg

Przykład	
Kod HPGL	Opis
PU; PA100, 50; PR100, 50; PD; CI100;	Podnieść narzędzie Przejść do pozycji absolutnej X=100, Y=50 Przejść do pozycji względnej X=+100, Y=+50 → nowa pozycja X=200, Y=100 Opuścić narzędzie Narysować okrąg o promieniu 100 przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (<i>wartość ujemna → zgodnie z ruchem wskazówek zegara</i>)
AA300, 200, 50;	Narysować łuk o 50° ze środkiem w X=300, Y=200 , początek w 100,50
SP1;	Wybrać narzędzie nr 1

4.4 GRF5

Interpreter GRF5 jest formatem plików programu cncGraF 8, który przechowuje następujące informacje:

- wektory i punkty wiercenia (wszystkie elementy rysunku),
- magazyn narzędzi dla wektorów i punktów wiercenia,
- korekcję narzędzia (korekcję promienia),
- jednostkę i skalowanie,
- offset materiału oraz punkt zerowy przedmiotu obrabianego,
- kolejności obróbki narzędzi z korekcją dosuwu,
- właściwości pliku.

Podczas otwierania plików **GRF5** oprogramowanie cncGraF 8 sprawdza, czy punkt zerowy przedmiotu zapisany w formacie GRF5 jest aktywny. Jeśli punkt zerowy nie zostanie znaleziony, wyświetlany jest komunikat z prośbą o sprawdzenie offsetu przedmiotu obrabianego.

4.5 Postscript i Adobe Illustrator

cncGraF 8 może wczytywać pliki Postscript 3 (rozszerzenie *.eps) oraz Adobe Illustrator (rozszerzenie *.ai). Postscript jest językiem opisu stron, opracowanym przez firmę Adobe. Format Adobe Illustrator bazuje na Postscript, lecz posiada ograniczony zestaw poleceń.



Aby zaimportować dane (np. z programu Corel Draw), należy używać formatu Postscript lub Adobe Illustrator. Aby czcionki z Corel Draw zostały poprawnie przeniesione, funkcja „Eksportuj tekst jako krzywe” musi być włączona.

4.6 Dane wiertnicze

cncGraF 8 może odczytywać dane wiertnicze w formatach **Excellon**, **Sieb&Maier 1000** oraz **Sieb&Maier 3000**. Poniżej przedstawiono dwa przykłady:

Sieb & Maier		Opis
Przykład 1	Przykład 2	
% T01 X001Y0001	% T01 X100Y10	T01 – wybór narzędzia 1 X100, Y10 – pozycja, do której narzędzie zjeżdża w materiał
M30	M30	
		M30 – zakończenie programu

Dwa typy plików wiertniczych:

1. **Pierwszy format:** W tym formacie współrzędne podawane są jako liczby 5-cyfrowe, ale często z pominięciem końcowych zer (patrz przykład 1).
 - Przykład: **X001** oznacza właściwie **X00100**, a **Y0001** oznacza **Y00010**.
2. **Drugi format:** W tym formacie długość współrzędnych jest zmienna, ponieważ po oznaczeniu osi nie ma zer wiodących (patrz przykład 2).
 - Oznacza to, że współrzędne mogą mieć różną długość.

Mimo że oba formaty różnią się zapisem, opisują one tę samą konfigurację maszyny. W oknie dialogowym „**Opcje**” można przełączać się między tymi dwoma formatami.

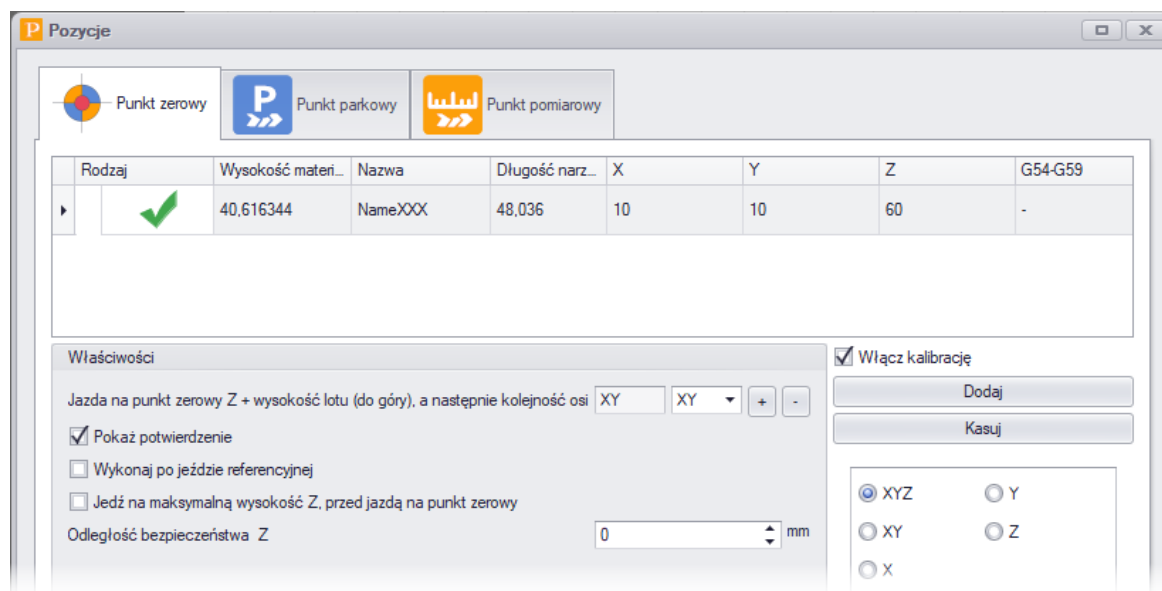
5 Ustawienia

W tym rozdziale opisano wszystkie istotne ustawienia, które muszą zostać wprowadzone do prawidłowej pracy maszyny. Menu główne „**Ustawienia**” zawiera następujące funkcje:

- **Pozycje**^[69]: Punkty zerowe, punkty parkowania oraz punkty pomiarowe potrzebne do procesu frezowania.
- **Parametry detalu i offset detalu**^[73]: Definicja materiału oraz jego wizualizacja w widoku 2D.
- **Magazyn narzędzi**: Definicja narzędzi wraz z parametrami – prędkościami, głębokościami Z, posuwami i innymi wartościami dla plików 2D.
- **Strefy bezpieczeństwa**: Programowy nadzór nad pozycją maszyny CNC.
- **Opcje**: Zawierają m.in. ustawienia dotyczące dostosowania interfejsu użytkownika. Można tu także określić ustawienia dla plików.
- **Urządzenia wejściowe**: Konfiguracja dla pokręta ręcznego, kontrolera X-Box, klawiatury, panelu sterowania itp.
- **Edytor makr i powiązania makr**: Służy do rozszerzania funkcjonalności. Utworzone makra mogą być automatycznie wywoływane w różnych miejscach poprzez ich powiązanie.
- **Menedżer wtyczek**: Umożliwia rozszerzenie cncGraF 8 o oprogramowanie zewnętrzne.
- **Jednostka i skalowanie**
- **Narzędzia pomocnicze do ustalania punktu zerowego**: Oferują liczne metody określania punktu zerowego.
- **Łączenie ustawień**: Umożliwia powiązanie różnych konfiguracji. W ten sposób można utworzyć skrót na pulpicie systemu Windows, za pomocą którego cncGraF 8 uruchomi się z wybraną konfiguracją.
- **Pozycjonowanie video**: Umożliwia dopasowanie rysunku do rzeczywistej pozycji materiału na maszynie przy użyciu znaczników odniesienia.

5.1 Pozycje

Aby można było dojechać do pozycji parkowania, punktu zerowego lub punktu pomiarowego, należy je najpierw zdefiniować w oknie dialogowym „Edytuj pozycje”. Okno to można otworzyć w menu głównym: **Ustawienia > Pozycje**.



 Można zdefiniować dowolną liczbę punktów zerowych, pozycji parkowania czy punktów pomiarowych, jednak w danym momencie tylko jeden punkt z każdej kategorii może mieć status „aktywny”. Dlatego w widoku graficznym zawsze będzie wyświetlany maksymalnie jeden punkt zerowy, jedna pozycja parkowania i jeden punkt pomiarowy.

Dodawanie pozycji

Po kliknięciu przycisku „Dodaj” pojawia się okno dialogowe „Dodaj pozycję”. Tutaj można wprowadzić parametry punktu: współrzędne X, Y, Z, A, B, status oraz nazwę punktu. Wysokość Z można także zdefiniować poprzez podanie grubości materiału. Aby było to możliwe, należy wcześniej wykonać jednorazową kalibrację czujnika długości narzędzia (więcej informacji o dwóch rodzajach punktów zerowych znajdziesz w rozdziale „Ustawienia > Pozycje > Punkty zerowe”).

Zmiana właściwości punktów zerowych, parkowania i pomiarowych W sekcji „Właściwości” można określić sposób dojazdu do punktu:

- bezpośrednio,
- lub według wybranej kolejności osi.

Opcja „Pokaż okno potwierdzenia” umożliwia włączenie/wyłączenie okna dialogowego wyświetlanego przed dojazdem. Dodatkowo można określić, czy po zakończeniu jazdy referencyjnej maszyna ma automatycznie dojechać do punktu zerowego. Wartość w polu

„**Bezpieczny odstęp Z**” określa dodatkowe podniesienie osi Z (relatywnie w górę) po ustaleniu punktu zerowego.

Punkt pomiarowy: wielokrotne pomiary

Ta opcja pozwala na wykonywanie wielokrotnych pomiarów – np. długości narzędzi albo sondowania krawędzi przy użyciu sondy 3D. Powtarzanie pomiarów i uśrednianie wyników zwiększa dokładność. Dodatkowo system posiada funkcję wykrywania błędów: jeśli zmierzona wartość odbiega zbyt mocno od pozostałych, program automatycznie zgłasza błąd i przerywa procedurę.

Pozycja maszyny

Aktualną pozycję maszyny CNC można przypisać do punktu poprzez kliknięcie przycisku „**Pozycja maszyny -> Ustaw**” (patrz ilustracja poniżej).

Aktywacja lub dezaktywacja kalibracji

Można przełączać się między dwoma typami punktów zerowych:

- prostym punktem zerowym **XYZ**,
- punktem zerowym z uwzględnieniem długości narzędzia i wysokości detalu.

Więcej informacji o tych dwóch typach punktów zerowych znajdziesz w osobnym podrozdziale.

5.1.1 Punkty zerowe

Istnieją dwa rodzaje punktów zerowych:

1. Proste punkty zerowe, bez długości narzędzia i bez wysokości przedmiotu obrabianego

Te punkty zerowe można stosować tylko wtedy, gdy kalibracja jest wyłączona lub nie istnieje. Nie mają one korekcji osi Z i nadają się do prostych plików, w których używane jest tylko jedno narzędzie.

2. Punkty zerowe z długością narzędzia i wysokością przedmiotu obrabianego

Punkty te są mierzone podczas ich zakładania i zapisują dane dotyczące długości narzędzia oraz wysokości przedmiotu. W tym celu czujnik długości narzędzia musi zostać wcześniej skalibrowany. Jeśli czujnik nie jest skalibrowany, przycisk „Kalibracja” jest nieaktywny i punkty zerowe z długością narzędzia nie są dostępne.

Punkty zerowe z długością narzędzia można stosować w plikach z wieloma narzędziami. Aby umożliwić ręczną wymianę narzędzia, należy zdefiniować **punkt parkowania**. Przy automatycznym zmieniaczu narzędzi punkt parkowania nie jest wymagany, o ile numer wymienianego narzędzia znajduje się w zmieniaczu.

Zalety punktów zerowych z pomiarem długości narzędzia:

- Gdy narzędzie musi zostać wymienione, ale wysokość przedmiotu pozostaje taka sama, nie trzeba ręcznie ustawiać wysokości Z dla punktu zerowego. Długość nowego narzędzia zostaje porównana z długością poprzedniego i nowa wysokość Z dla istniejącego punktu zerowego zostaje wyznaczona automatycznie.
- Gdy zmienił się przedmiot obrabiany, ale znana jest jego nowa wysokość, a długość narzędzia pozostaje taka sama, nie trzeba ręcznie ustawiać nowej wysokości Z. Nową wysokość przedmiotu można bezpośrednio wpisać w tabeli. cncGraF 8 porównuje ją ze starą wartością, oblicza nową wysokość Z dla punktu zerowego i zapisuje ją w tabeli.

Wady punktów zerowych z pomiarem długości narzędzia:

- Na początku punkt zerowy musi zawsze zostać ustawiony ręcznie, ponieważ długość narzędzia i wysokość przedmiotu nie są jeszcze znane. Do automatycznego wyznaczania wysokości Z punktu zerowego przydatny jest czujnik 3D.

Odstęp bezpieczeństwa Z:

Po zdefiniowaniu nowej wysokości Z dla bieżącego punktu zerowego można wykonać względny przejazd od punktu zerowego Z. Taki przejazd nazywany jest „odstępem bezpieczeństwa Z”.

5.1.2 Punkty pomiarowe

W oknie dialogowym „**Pozycje**” można zarządzać wieloma punktami pomiarowymi, jednak aktywnie używany może być zawsze tylko jeden punkt (analogicznie do punktu zerowego i punktu parkowania).



Ważne: Punkt pomiarowy składa się z trzech współrzędnych **X, Y i Z** oraz „**najdłuższej długości korpusu**”. Przed rozpoczęciem pomiaru punkt pomiarowy jest najpierw dojeżdżany w osiach X, Y, Z oraz na wysokość „najdłuższej długości korpusu”. Dopiero potem rozpoczyna się właściwy pomiar!



Uwaga: Wartość **Z punktu pomiarowego + najdłuższa długość korpusu** musi być zdefiniowana na tyle wysoko, aby najdłuższe narzędzie zmieściło się między pozycją startową Z (start pomiaru) a czujnikiem długości narzędzia!

Po dokonaniu pomiaru długości narzędzia wykonywany jest przejazd do wysokości bezpieczeństwa Z. Zasady są następujące:

- **Z automatycznym zmieniaczem narzędzi:** porównywane są wysokości Z „Pozycja Z pierwszego narzędzia”, „Punkt zerowy Z” i „Punkt pomiarowy Z”. Następnie wybierana jest najwyższa wartość Z powiększona o wysokość przelotową.
- **Bez automatycznego zmieniacza narzędzi:** porównywane są wysokości Z „Punkt zerowy Z” i „Punkt pomiarowy Z”. Następnie wybierana jest najwyższa wartość Z powiększona o wysokość przelotową.



Uwaga: Jeśli punkt zerowy zostanie ustawiony na spodniej stronie materiału, ze względu na jego grubość oraz zbyt niską pozycję pomiarową w osi Z może dojść do kolizji narzędzia z materiałem podczas przejazdu do punktu pomiarowego. Aby tego uniknąć, należy włączyć opcję „**Najpierw przejechać długość osi Z, zanim zostanie dojechany punkt pomiarowy**” w menu „**Ustawienia -> Pozycje -> Punkt pomiarowy**”.

5.2 Parametry detalu i przesunięcie detalu (Offset)

Parametry detalu

Dla wizualnej kontroli można graficznie wyświetlić rozmiar i pozycję detalu. Opcja „**Parametry detalu**” dostępna jest w menu: **Ustawienia** → **Parametry detalu**.

Detal może zostać ustawiony względem punktu zerowego w dwóch wariantach:

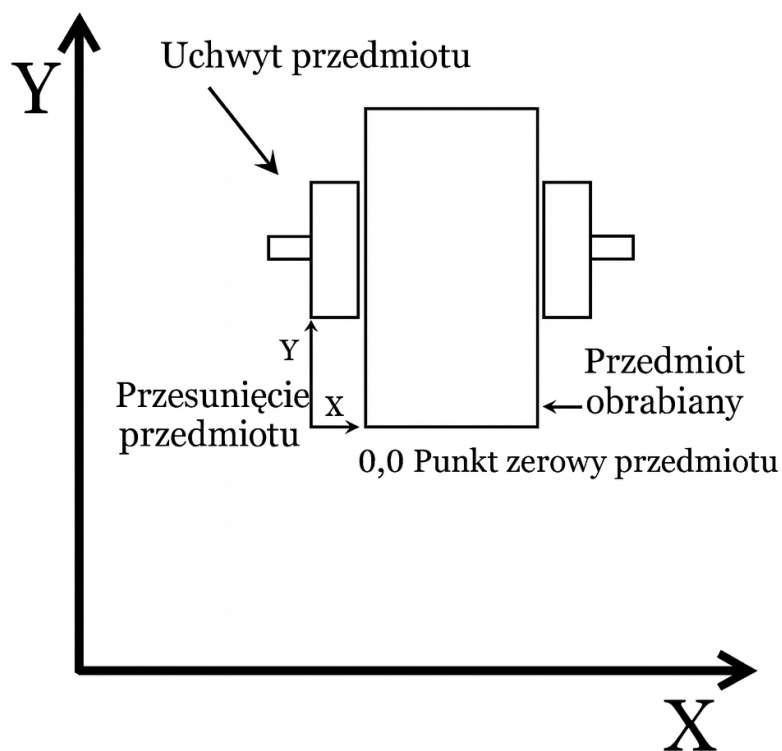
- **lewym dolnym narożnikiem,**
- **środkiem detalu.**

Zdefiniowany w kierunku osi X i Y rozmiar detalu wyświetlany jest w wybranym kolorze.

Przesunięcie detalu (Offset)

Przesunięcie detalu określa odległość pomiędzy oznaczonym uchwytem detalu a punktem zerowym detalu (zobacz ilustrację). W formacie **GRF** zapisywane są zarówno przesunięcie detalu (offset), jak i punkt zerowy detalu.

Przy otwieraniu pliku GRF zapisany w nim punkt zerowy jest używany wyłącznie do sprawdzenia poprawności. Jeśli punkt zerowy wczytanego rysunku nie zgadza się z aktywnym punktem zerowym, pojawi się komunikat: „cncGraF 8 nie zawiera punktu zerowego rysunku! Proszę sprawdzić przesunięcie detalu (offset).”





Zmiana punktu zerowego **nie wymaga modyfikacji wszystkich plików GRF**. Wystarczy skorygować wartość przesunięcia detalu (offset) w aktualnie otwartym pliku GRF.

5.3 Zmiana numeru narzędzia

Numery narzędzi w załadowanym pliku można zmienić na dwa sposoby:

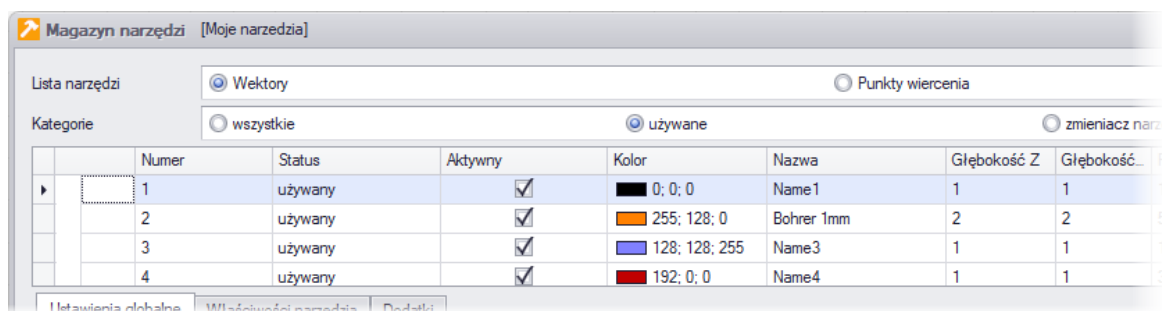
- **Bezpośrednio w rysunku:** Za pomocą prostokąta zaznaczenia i palety narzędzi → Narzędzia → Właściwości narzędzi (tylko dla plików 2D).
- **Za pomocą okna dialogowego:** W menu Ustawienia → Zmień numer narzędzia można również dostosować numery narzędzi.

5.4 Magazyn narzędzi

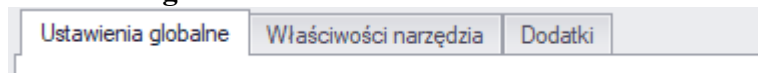
Okno dialogowe „Magazyn narzędzi” (Menu: „Ustawienia -> Magazyn narzędzi”) zarządza dwiema listami narzędzi:

- Wektory: dla formatów DXF, HPGL oraz opcjonalnie dla G-Code (DIN66025, patrz „Ustawienia -> Opcje -> Plik -> G-Code”).
- Punkty wiercenia: tylko dla plików typu Sieb & Maier.

W ramce okna magazynu narzędzi można wpisać nazwę magazynu (np. „[Mój magazyn narzędzi]”). Kliknięcie ikony z trzema poziomymi kreskami po prawej stronie ramki otwiera zarządzanie magazynami narzędzi.



Ustawienia globalne



- Użyj prędkości obrotowej wrzeciona

Prędkość obrotowa wrzeciona może być regulowana w 255 krokach. Najpierw należy aktywować opcję „Użyj prędkości obrotowej wrzeciona”. Klikając ikonę „Ustaw prędkość obrotową wrzeciona”, można określić zakresy dla poszczególnych kroków. Jeśli używany jest interfejs DAC-INT-10V v.02, należy zaznaczyć odpowiednie pole.

- **Pobieranie długości narzędzi z magazynu narzędzi**

Funkcja ta zmniejsza liczbę wymaganych pomiarów.

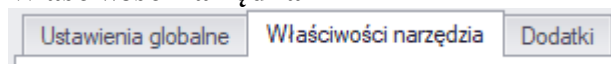
- **Odstęp tulei zaciskowej**

Podany tutaj parametr jest odejmowany w oknie „Pozycje” od długości narzędzia. W „Pozycje - > Punkty zerowe” wyświetlana jest rzeczywista wysokość przedmiotu obrabianego. Parametr ten nie ma funkcjonalnego znaczenia i służy wyłącznie wizualizacji.

- **Użyj długości korpusu z magazynu narzędzi**

Po włączeniu tej opcji każdemu narzędziu przypisywana jest indywidualna wysokość Z za pomocą sondy pomiarowej. Jeśli w zakładce „Właściwości narzędzia” długość korpusu = 0, używana jest największa długość korpusu z okna „Pozycje -> Punkt pomiarowy”.

Właściwości narzędzia



- **Typ narzędzia, średnica i długość korpusu**

W sekcji „Narzędzie” można wpisać typ narzędzia, średnicę oraz długość korpusu. Średnica jest wykorzystywana do obliczania korekcji narzędzia w oknie „Korekcja narzędzia”. Długość korpusu jest używana w sekcji „Ustawienia globalne”. Dane takie jak typ narzędzia i inne parametry są wymagane do generowania modeli 3D.

- **Prędkości, głębokość zanurzenia Z i prędkość obrotowa wrzeciona**

Parametry pracy, takie jak prędkość posuwu, głębokość zanurzenia i prędkość wrzeciona, można przypisać w tej sekcji. W kolumnie „Aktywne” w tabeli narzędzia mogą być aktywowane lub dezaktywowane. Poliline narzędzi nieaktywnych są w rysunku wyświetlane na szaro i nie są używane do frezowania.

- **Głębokość Z**

Ponieważ pliki 2D, takie jak DXF lub HPGL, nie zawierają głębokości frezowania Z, należy ją wprowadzić ręcznie w „Właściwościach narzędzia”. Całkowita głębokość frezowania składa się z:

- Głębokości frezowania Z
- Odstępu Z
- Powtórzeń obróbki
- Korekcji dosuwu

Przykład:

Narzędzie najpierw wchodzi w materiał na 3 mm. Następnie dosuw jest powtarzany dwa razy (powtórzenia obróbki), każdorazowo o 1 mm. Daje to całkowitą głębokość frezowania 5 mm. Odstęp Z przesuwa oś Z o podaną wartość (podobnie jak odstęp X/Y).

Głębokość Z	
Głębokość frezowania Z	3 mm
Odstęp Z	0 mm
Powtarzanie obróbki	2 razy
Korektura zagłębienia	1 mm
Głębokość całkowita Z	5 mm

- **Sterowanie wyjściami**

Każdemu narzędziu można przypisać wyjścia w celu włączania lub wyłączania urządzeń zewnętrznych.

- **Prędkości**

Ponieważ pliki 2D (DXF, HPGL) nie zawierają informacji o prędkościach, należy je przypisać ręcznie dla każdego narzędzia.



Dla plików G-Code (DIN66025) można także użyć prędkości zapisanych w magazynie narzędzi. W tym celu należy aktywować opcję „Użyj prędkości z magazynu narzędzi dla wektorów” w oknie dialogowym „Ustawienia -> Opcje -> Plik -> G-Code”.

Dodatki narzędziowe

- **Z2**

Umożliwia przekierowanie narzędzia na drugą oś Z. Wymagane jest podanie przesunięcia X/Y dla osi Z2. Funkcja ta jest stosowana wyłącznie dla plików 2D, takich jak HPGL lub DXF. W przypadku DIN66025 dane dla czwartej osi (Z2) muszą być już zawarte w pliku.

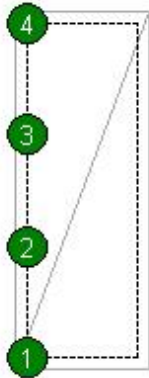
- **Tangencjalne**

Umożliwia przypisanie osi A lub B jako osi tangencjalnej dla narzędzia.

5.5 Strefy bezpieczeństwa

Strefa bezpieczeństwa (Menu: „Ustawienia -> Strefy bezpieczeństwa”) chroni przed niedozwolonymi działaniami. Można zdefiniować dowolną liczbę stref bezpieczeństwa.

Dobrym przykładem zastosowania strefy bezpieczeństwa jest automatyczny zmieniacz narzędzi. W obszarze zmieniacza narzędzi powinny być wykonywane wyłącznie operacje wymiany narzędzi. Wszystkie inne działania, takie jak np. „Ręczne przesuwanie” czy „Oscylacja/Jazda do”, są dla automatycznego zmieniacza narzędzi niebezpieczne.



Ilustracja po lewej stronie pokazuje, że zmieniacz narzędzi (4 narzędzia) jest chroniony funkcją „Strefy bezpieczeństwa”.

Strefa bezpieczeństwa jest przedstawiana jako szary prostokąt z linią ukośną.

Dla stref bezpieczeństwa można zezwolić na następujące działania:

- Ręczne przesuwanie
- Frezowanie/Wiercenie
- Zmiana narzędzia
- Pomiar narzędzia
- Najazd na pozycję



Ważne: Strefy bezpieczeństwa są wyłącznie rozwiązaniem programowym i nie mogą zagwarantować pełnej ochrony, jeśli cncGraF 8 nie zna pozycji maszyny CNC.

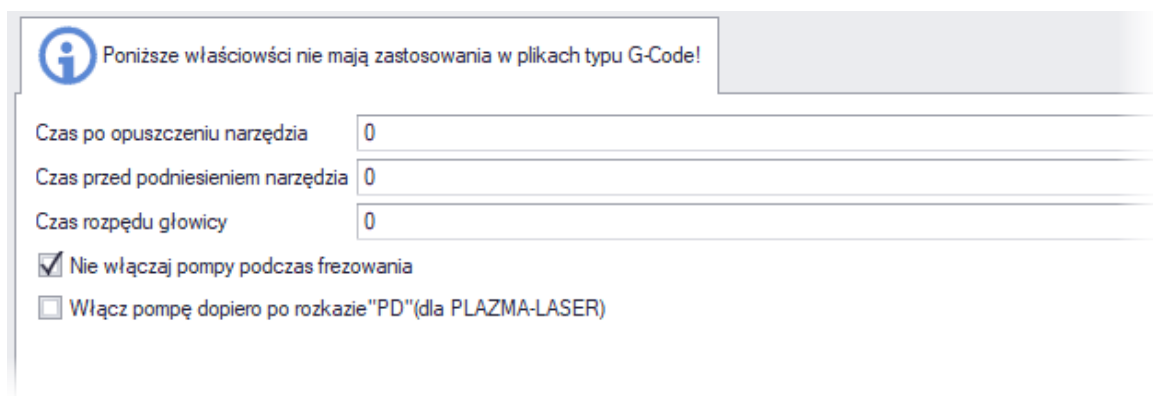
5.6 Opcje

Okno dialogowe „Opcje” (Menu: Ustawienia → Opcje) zawiera wszystkie ustawienia programu, podzielone na różne obszary.

Plik -> Właściwości

W obszarze Plik (pozycja menu Plik) definiowane są ustawienia dotyczące ładowania plików. W „Właściwościach pliku” można np. określić, czy plik po otwarciu ma być automatycznie ustawiony w punkcie zerowym.

Dolna część zawiera opcje odnoszące się wyłącznie do plików 2D, takich jak DXF lub HPGL (nie dotyczy plików DIN-66025).



W niektórych przypadkach korzystne jest, aby narzędzie po zagłębieniu się w materiał nie rozpoczynało od razu frezowania, lecz najpierw zatrzymało się na określony czas. W tym celu można zdefiniować **czas oczekiwania po opuszczeniu narzędzia** w milisekundach. Jeśli narzędzie przed podniesieniem ma również chwilę pozostać w materiale, można dodatkowo ustawić **czas oczekiwania przed podniesieniem narzędzia** w milisekundach.

Ponadto można ustawić **czas rozruchu wrzeciona w milisekundach**, aby upewnić się, że wrzeciono osiągnie pełną prędkość obrotową przed rozpoczęciem obróbki.

Włącz pompę dopiero po komendzie „PD” (Plazma/Laser)

Wyjście pompy ([Parametry maszyny -> Przypisanie pinów](#)^[73]) może być używane w jednostkach plazmowych lub laserowych. Aktywacja następuje dopiero po poleceniu HPGL „PD” (opuszczenie osi Z). Szczególnie przy cięciu plazmowym funkcja ta jest ważna, ponieważ łuk plazmowy pozostaje stabilny tylko przy prawidłowej odległości od materiału.

Dalsze opcje związane z plikami dla G-Code (DIN 66025) znajdują się w sekcjach: [Ustawienia G-Code](#)^[80] G-Code oraz [DXF, HPGL, PostScript, Sieb & Mayer, SVG](#)^[83].

Opcje – Przegląd

W opcjach dostępne są różne zakładki, które umożliwiają dostosowanie interfejsu oprogramowania i obsługi do indywidualnych potrzeb. Dostępne są następujące obszary:

Ogólne & Paleta narzędzi

- Ustawienie wyglądu programu (motyw, kolory)
- Definiowanie katalogu roboczego
- Odwrócenie kierunku zoomu w widoku 2D
- Włączanie lub wyłączanie funkcji w palecie narzędzi

Kolory & Siatka

- Definiowanie kolorów elementów w widoku 2D (np. kolor wektorów ruchu jałowego)
- Konfiguracja siatki
- Definiowanie grubości linii korekcji narzędzia w pikselach

Czcionki, ikony & ekran dotykowy

- Ustawienie czcionki i rozmiaru tekstu w menu
- Ustawienie rozmiaru ikon
- Szczególnie ważne przy wyświetlaczach o wysokiej rozdzielczości
- Dostosowanie kolorów współrzędnych absolutnych i względnych

3D

- Definiowanie ustawień widoku 3D
- Włączanie/wyłączanie wyświetlania obszaru maszyny i przedmiotu obrabianego
- Regulacja przezroczystości kolorów za pomocą suwaka

Komunikaty

W tym obszarze można zdefiniować komunikaty, które będą wyświetlane przy określonych akcjach. Warunki komunikatu są sprawdzane i – jeśli zostaną spełnione – pojawia się stosowna informacja dla użytkownika.

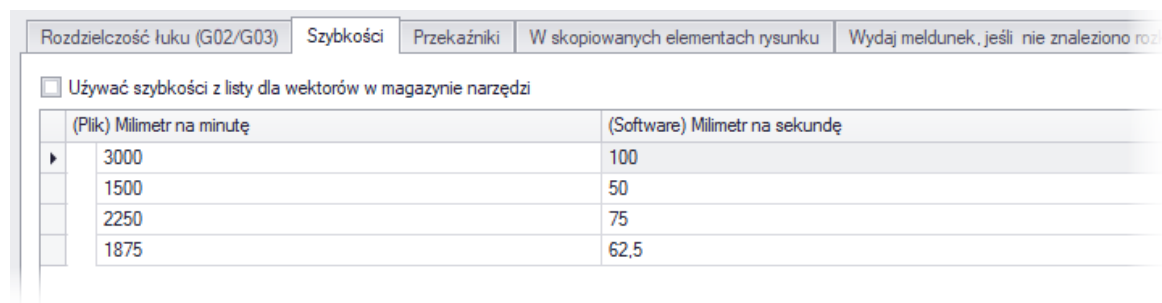
Typowe przypadki użycia to komunikaty bezpieczeństwa, np.:

- „Sprawdź pozycję rysunku przed frezowaniem”
- „Uwaga: Otworzyć tuleję zaciskową?”
- „Uwaga: Włączyć wrzeciono?”
- „Długość narzędzia została pomyślnie zmierzona.”

5.6.1 Ustawienia G-Code

W plikach G-Code (DIN66025) prędkości są zawsze podawane w milimetrach na minutę za pomocą komendy „F”. Ponieważ cncGraF 8 wewnętrznie używa wszystkich prędkości w milimetrach na sekundę, konwersja następuje automatycznie. Dodatkowo prędkości mogą być dostosowane za pomocą współczynnika lub przejęte z magazynu narzędzi.

Współczynnik mnoży prędkości podane w pliku. Wartość **1** pozostawia je bez zmian. Aby prędkości z pliku G-Code zostały wykorzystane, opcja „**Użyj prędkości z magazynu narzędzi dla wektorów**” musi być dezaktywowana.



Prędkości z pliku G-Code (jeśli występują) są wyświetlane w tabeli dopiero po załadowaniu.

DIN66025 – Możliwości ustawień

- **Polecenie G02/G03: łuk (zgodnie/przeciwnie do ruchu wskazówek zegara)** – interpretacja względna lub absolutna.



Uwaga: błędne ustawienie może prowadzić do nieprawidłowej interpretacji łuku

- **Odwrócenie wektorów Z** – zmienia kierunek osi Z.
- **Czas rozruchu wrzeciona (ms)** – przy starcie maszyna włącza wrzeciono i czeka podaną liczbę milisekund, aż osiągnie ono prędkość nominalną.



Opcja potrzebna tylko wtedy, gdy w pliku G-Code brak polecenia **G04H**.

- **M20/M21 (palnik plazmowy)** – dla polecenia M21 można ustawić czas rozruchu (ms).
- **Punkty wiercenia** – przedstawiane jako krzyżyki.
- **Liczba miejsc po przecinku** – określa, z ilu miejscami dziesiętnymi plik zostanie załadowany.
- **Stara wersja G84** – aktywacja w celu zapewnienia kompatybilności ze starszymi wersjami cncGraF 8.
- **Definicja osi** – przypisanie liter dla osi.
- **Odstęp podnoszenia dla G73.**

Rozdzielczość łuków (G02/G03)

Polecenia G02/G03 (łuki) są podczas ładowania przekształcane na wektory. Jest to konieczne, ponieważ kontrolery pracują wektorowo (Step/Dir).

Ponieważ maszyny CNC mają własną rozdzielczość osi (definiowaną w *Parametry maszyny* → *Osie* → *Kroki/obrót i droga na obrót*), ustawiona rozdzielczość rysunku nie powinna być mniejsza niż rozdzielczość maszyny.

Jak dokładnie łuki są podzielone, można sprawdzić w widoku 2D: należy aktywować opcję **Widok** → **Punkty początkowe i końcowe wektorów**.



Zalecana jest **rozdzielczość łuków: średnia lub wysoka**, ponieważ zapewnia dobry balans między dokładnością a ilością danych.

Polecenia M

W zakładce **Wyjścia (Polecenia M)** można zdefiniować komendy do włączania i wyłączania wyjść. Polecenie **M04** przełącza kierunek obrotów wrzeciona na lewy. Należy wtedy podać odpowiednie wyjście dla lewego obrotu. Ponieważ cncGraF 8 może sterować do 3 kanałów analogowych (AD0 do AD3), można je również przełączać za pomocą poleceń M.

Przykład sterowania wyjściem:

Dla wyjścia 10 przypisano polecenia **M70 (włącz)** i **M71 (wyłącz)**. Jeśli w G-Code pojawi się **M70**, wyjście 10 zostaje włączone. Polecenie **M71** ponownie wyłącza to samo wyjście.

W skopiowanych elementach rysunku

Tutaj definiuje się sposób kopiowania pliku G-Code.



Uwaga: należy pamiętać, że plik G-Code jest już gotowym trójwymiarowym opisem dla maszyny CNC i zwykle nie jest dalej modyfikowany. Dodatkowo pliki G-Code są trudne do ręcznej edycji. cncGraF 8 oferuje jednak – na życzenie klienta – możliwość kopiowania plików G-Code.

Aby proces przebiegał możliwie bezbłędnie, dostępne są różne opcje:

1. suwanie określonych poleceń, np.:

- **G04** (czas postoju)
- **M05** (wrzeczono wyłączone)

2. Automatyczne wstawianie komendy **G00 Z...** (wysokość początkowa, wartość określona w polu wejściowym).

Komunikat, gdy polecenie nie zostanie znalezione

Opcja ta umożliwia zdefiniowanie komunikatu, który automatycznie pojawi się przy otwieraniu pliku G-Code, jeśli nie zostanie odnalezione określone polecenie (znak).

- W polu **Polecenie** podaje się znak do sprawdzenia.
- W polu poniżej wpisuje się treść komunikatu, który ma zostać wyświetlony.

5.6.2 DXF, HPGL, PostScript, Sieb & Mayer, SVG

Wszystkie te formaty plików korzystają z tego samego okna importu. W tym oknie można ustawić następujące parametry:

1. **Rozdzielczość łuków** – określa, na jak drobne segmenty liniowe podzielone zostaną okręgi i łuki. Zaleca się ustawienie **Średnia** lub **Wysoka**, ponieważ zapewnia to dobry kompromis między dokładnością a ilością danych.
2. **Jednostka** – określa jednostkę miary dla współrzędnych.



Pliki **DXF** są zazwyczaj tworzone w milimetrach, dlatego najczęściej stosowaną jednostką jest **1 (mm)**.

5.7 Urządzenia wejściowe

Jako urządzenia wejściowe (Menu: „Ustawienia -> Urządzenia wejściowe”) mogą być używane następujące komponenty:

- [Klawiatura \(Keypad\)](#)^[84]
- [Zewnętrzny panel sterujący](#)^[84]
- [Microsoft Xbox Gamepad](#)^[85]
- [Pokrętło ręczne \(Handrad\)](#)^[86]
- [Joystick przemysłowy](#)^[90] (nieдоступny w ofercie)

Ustawienia dla klawiatury, zewnętrznego panelu sterującego oraz Xbox Gamepad wykonuje się w menu „Ustawienia → Urządzenia wejściowe”. Dostępne funkcje są podzielone na grupy: „Ręczne przesuwanie”, „Przesuwanie”, „Włączanie/wyłączanie przełączników”, „Inne funkcje” oraz „[Makro](#)”^[92].

Klawiatura, panel zewnętrzny i gamepad Xbox			
Funkcje	Klawiatura	Panel zewnętrzny	Gamepad Xbox
Posuw ręczny			
Jechać			
Startuj jazdę referencyjną.	-	Default	0
Praca maszyny została zerwana. Pr...	-	Default	0
Przerwa, maszyna została zatrzyma...	-	Default	0
Startuj pracę maszyny.	-	Default	0
Jedź na punkt zerowy	-	Default	0
Postaw nowy punkt zerowy	-	Default	0
Jedź na punkt parkowy	-	Default	0

Ilustracja: Menu konfiguracji dla klawiatury numerycznej, zewnętrznego panelu sterującego i Xbox Gamepad.

5.7.1 Klawiatura

W oknie dialogowym „**Konfiguracja klawiatury, zewnętrznego panelu sterującego i Xbox Gamepad**” (Menu: „Ustawienia -> Urządzenia wejściowe”) można aktywować klawiaturę i przypisać określone funkcje do klawiszy klawiatury PC lub zewnętrznego keypada.

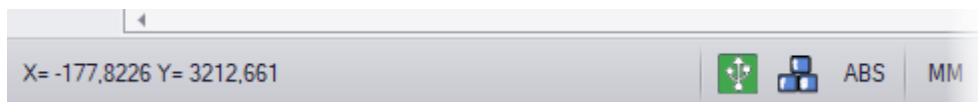


Ważne: Ponieważ przypisane funkcje są wykonywane natychmiast, zaleca się staranne przypisanie klawiszy.

Klawiaturę można włączyć lub wyłączyć za pomocą przełącznika. Aby zmienić przypisanie, należy kliknąć w wybraną komórkę na liście i następnie przypisać klawisz.

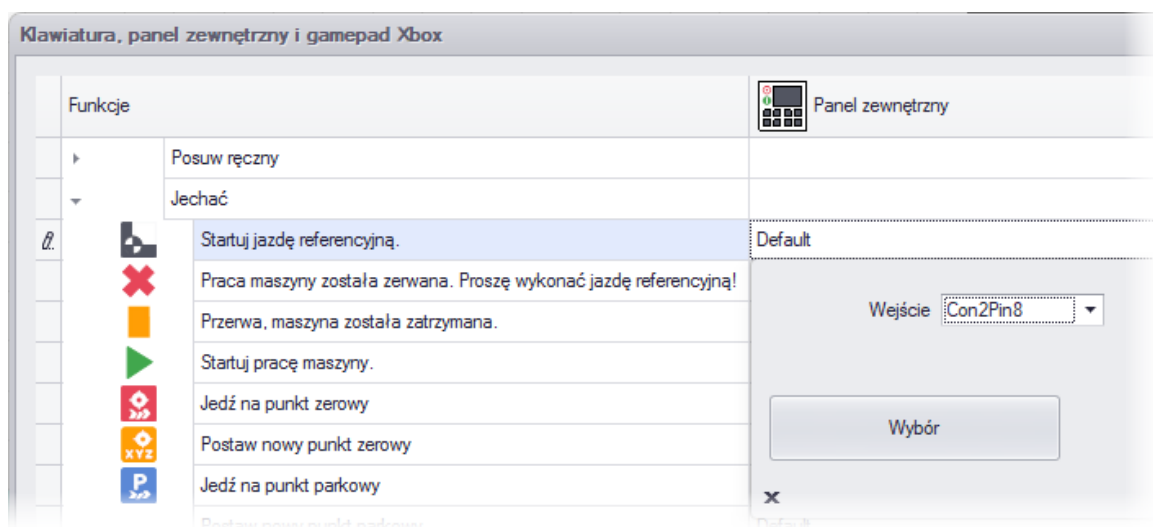


Klawiatura nie jest aktywna na stałe. W niektórych oknach dialogowych, np. w edytorze tekstu lub przy **ręcznym przesuwaniu**, klawisze są automatycznie dezaktywowane, aby zapobiec przypadkowemu wywołaniu funkcji. Klawisze są aktywne tylko wtedy, gdy odpowiednia ikona na pasku stanu jest wyświetlana na niebiesko.

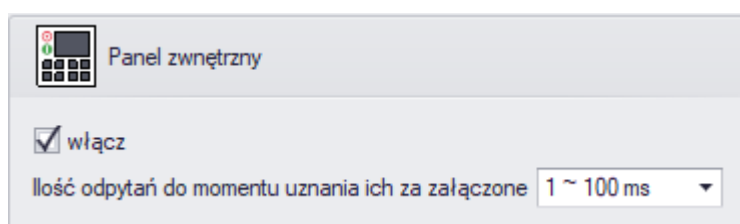


5.7.2 Zewnętrzny panel sterujący

Do sterowania maszyną można używać również zewnętrznego panelu sterującego. Jest to uproszczony, przewodowy pilot, który podłącza się np. przez interfejs Con2. Każdy przełącznik lub przycisk panelu jest przypisany do określonego pinu (wejścia) interfejsu. Panel można skonfigurować w menu „Ustawienia -> Urządzenia wejściowe -> **Klawiatura, zewnętrzny panel sterujący i Xbox Gamepad**”. W kolumnie „Zewnętrzny panel sterujący” tabeli każdemu pinowi (= klawisz/przełącznik) można przypisać określoną funkcję.



Uwaga: W przypadku korzystania ze zewnętrznego panelu sterującego istnieje szczególna cecha – sygnały są przekazywane do kontrolera za pomocą przekaźników przełączających. Może to powodować niepożądane załączanie wejścia wskutek impulsów zakłóceńowych. Aby temu zapobiec, można dostosować liczbę odczytów wymaganych do uznania przełączenia za prawidłowe.



Ilustracja: Odczyt trwa co najmniej 100 ms, zanim przekaźnik zostanie uznany za załączony.

5.7.3 Xbox Gamepad

Oprogramowanie cncGraF 8 może do sterowania maszyną wykorzystywać również kontroler **Xbox Gamepad**. Funkcję tę można włączyć lub wyłączyć w menu „Ustawienia -> Urządzenia wejściowe -> Klawiatura, zewnętrzny panel sterujący i Xbox Gamepad”.

W oknie dialogowym można przypisać przyciski i joysticki pada do funkcji takich jak: „Zmiana prędkości ręcznych”, „Jazda referencyjna”, „Jazda do punktu zerowego” i innych. Wartość „-1” dezaktywuje przypisaną funkcję.

5.7.4 Panel ręczny

Za pomocą cncGraF 8 maszyną można sterować również panelem ręcznym (Menu: „Ustawienia -> Urządzenia wejściowe -> Panel ręczny”). Funkcja ta umożliwia wygodną obsługę manualną i może być włączana lub wyłączana w menu. Do przycisków sterujących można przypisać określone funkcje.

W polach „0,1” lub „0,01” ustala się wielkość pojedynczego kroku w milimetrach. Obrót pokrętła o jeden „ząbek” przesuwa maszynę o wybrany krok; o dwa „ząbki” – o dwa kroki itd. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne dojechanie do żądanej pozycji oraz komfortowa wizualna kontrola położenia. Minimalna wartość kroku jest ograniczona rozdzielczością maszyny.

Szybki przesuw

Przy jednoczesnym obracaniu pokrętła i naciśnięciu jednego z przycisków „-” lub „+” następuje przesuw w lewo lub w prawo. Prędkość przesuwu jest sterowana pokrętłem. Po zwolnieniu przycisku „-” lub „+” maszyna zatrzymuje się automatycznie.

Funkcje specjalne panelu (wymaga firmware 0.26 lub wyższego)

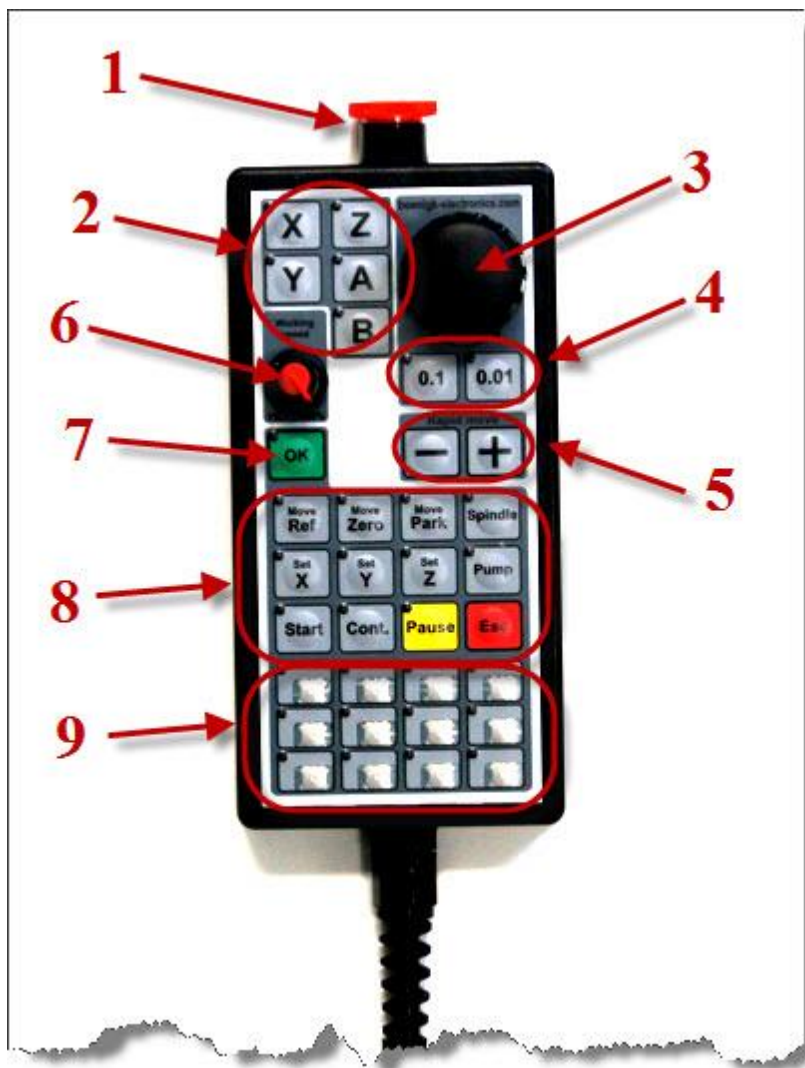
Panel obsługuje dodatkowe funkcje wywoływane kombinacjami klawiszy:

- **F2 + F3** – zmiana kierunku w trybie szybkiego przesuwu (Rapid-Move) bez użycia klawiszy „+/-”.
- **F10 + F11** – zmiana kierunku jazdy dla osi X/Y.
- **F6 + F7** – sygnał akustyczny (buzzer) włącz/wyłącz.
- **F3 + F4** – wybór pomiędzy enkoderem a potencjometrem (zależne od sprzętu panelu, zmieniać tylko w razie potrzeby).



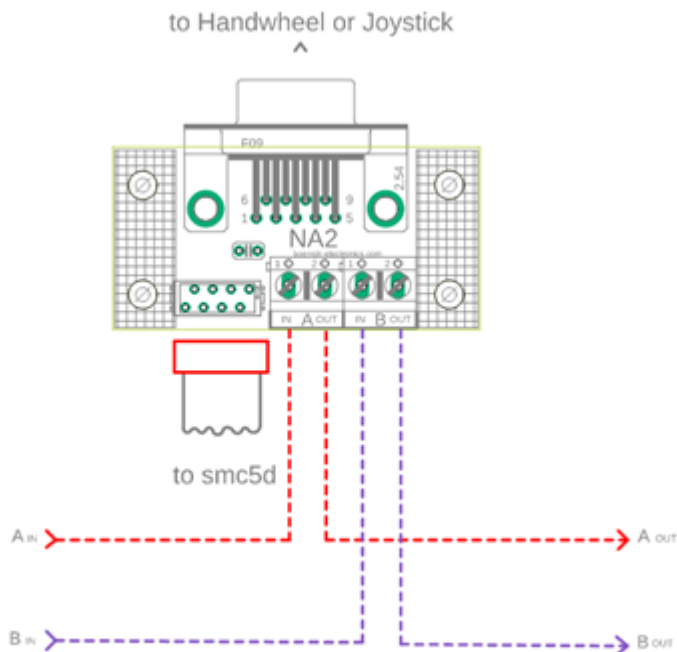
Uwaga: Aby aktywować lub zmienić funkcję, należy przytrzymać dane przyciski przez ok. 2 sekundy.

Ustawienia – przegląd



1. **Wyłącznik awaryjny (NOT-AUS)** zatrzymuje pracę maszyny natychmiast i jednocześnie odłącza zasilanie elektroniki.

 **Ostrzeżenie:** Aby elektronika została całkowicie odłączona od zasilania, konieczne jest prawidłowe podłączenie do złącza NA2 (patrz schemat poniżej).

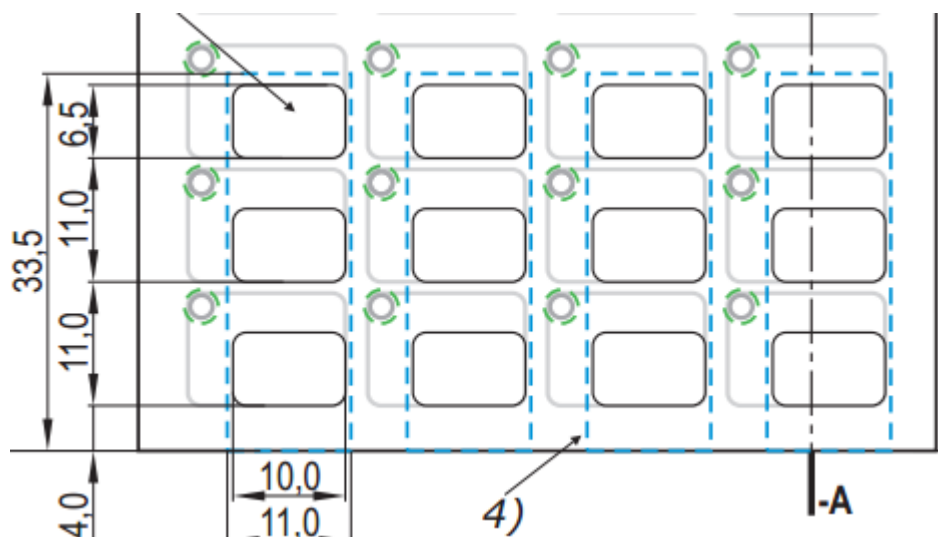


WSKAZÓWKA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA!!!

Jeśli podłączenie nie zostanie wykonane zgodnie z powyższym schematem, przycisk awaryjny **NOT-AUS** nie odłączy zasilania. Spowoduje jedynie przerwanie programu.

2. Przyciski wyboru osi – ostatnio wybrana oś zostaje zapamiętana.
3. Sterowanie wszystkimi 5 osiami za pomocą panelu (enkoder optyczny).
4. Przyciski ruchu krokowego.
5. Przyciski szybkiego przesuwu – przy obrocie panelem musi być wciśnięty przycisk „-” lub „+”.
6. Prędkość frezowania w procentach (1% – 100%).
7. Przycisk potwierdzania funkcji.
8. Przyciski funkcyjne:
 - Jazda referencyjna
 - Jazda do punktu zerowego
 - Jazda do punktu parkowania
 - Wrzeczono włącz/wyłącz
 - Ustawienie punktu zerowego X/Y/Z
 - Pompa włącz/wyłącz
 - Start pracy
 - Wznowienie pracy
 - Pauza
 - Przerwanie

9. Prędkość obrotowa wrzeciona może być zmieniana panelem (enkoderem) podczas frezowania. Aby zmienić obroty wrzeciona, należy wybrać oś **B** (patrz punkt 2) i obracać enkoderem (patrz punkt 3)
10. Programowalne przyciski funkcyjne **F1–F12** – można je dowolnie opisywać.



11. Po naciśnięciu przycisku **NOT-AUS** zapalają się wszystkie diody LED (od wersji firmware V1.01 dla panelu).
12. Za pomocą jednoczesnego wciśnięcia przycisków **F6 i F7** można włączyć lub wyłączyć sygnał dźwiękowy panelu.

Okna dialogowe – sterowanie

Wiele okien dialogowych można obsługiwać również za pomocą przycisków panelu: **OK, Pauza i ESC**.

5.7.5 Joystick przemysłowy (nieдоступny w ofercie)

Elektroniczny joystick podłącza się bezpośrednio do kontrolera smc5d za pomocą kabla. Ponieważ ruch maszyny odbywa się bezpośrednio przez kontroler, nie występują opóźnienia w pozycjonowaniu maszyny CNC. Joystick posiada trzy dowolnie programowalne przyciski, które można zdefiniować w polach wejściowych „Przyciski F1–F3”. Joystick można włączyć lub wyłączyć w menu „Ustawienia > Urządzenia wejściowe > Joystick przemysłowy”.

Szybki przesuw

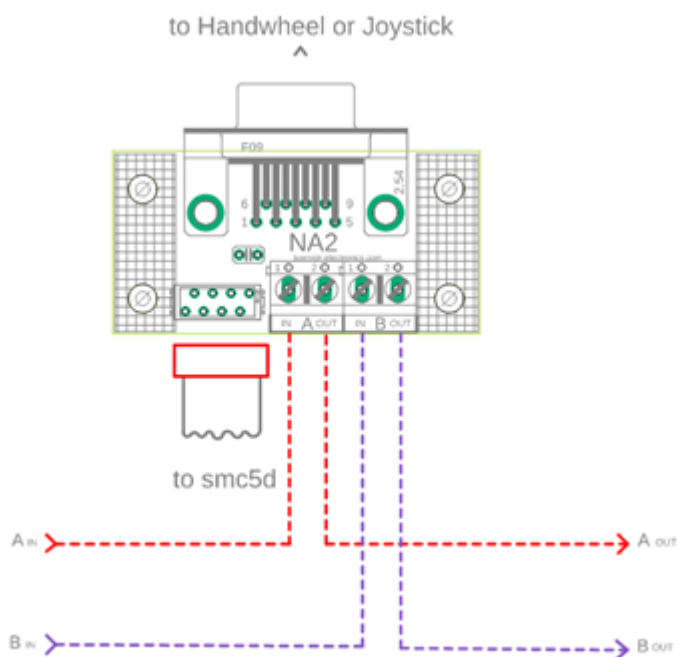
Szybkie przemieszczanie odbywa się przez naciśnięcie przycisku X/Y lub Z (wybór osi) oraz przycisku Fire. Prędkość ruchu jest sterowana wychyleniem drążka.

Ustawienia – przegląd

1. **Wyłącznik awaryjny (NOT-AUS)** zatrzymuje pracę maszyny natychmiast. Zasilanie elektroniki zostaje odłączone.



Ostrzeżenie: Aby elektronika została całkowicie odłączona od zasilania, konieczne jest prawidłowe podłączenie do złącza NA2 (patrz rysunek 1 poniżej).



WSKAZÓWKA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA!!!

Jeśli podłączenie nie zostanie wykonane zgodnie z powyższym schematem, przycisk awaryjny NOT-AUS nie odłączy zasilania. Spowoduje jedynie przerwanie programu.

2. Naciśnięcie przycisku **X/Y** lub **Z** oraz przycisku **Fire** powoduje ruch osi XYZ za pomocą analogowego joysticka. Prędkość jest sterowana wychyleniem drążka. Dla osi X/Y i Z można ustawić maksymalną dopuszczalną prędkość.
3. Trzy dowolnie programowalne przyciski mogą być przypisane do funkcji. Po naciśnięciu przycisku **F1–F3** oraz przycisku **OK** wywoływana jest przypisana funkcja.
4. Joystick można skalibrować. W tym celu należy przytrzymać przyciski **X-Y** i **Z** przez ok. 10 sekund, aż do momentu, gdy rozlegnie się sygnał potwierdzający.
5. Czułość ruchu po przekątnej można zmienić za pomocą suwaka. W razie potrzeby ruch po przekątnej oraz przycisk **Fire** można wyłączyć.

5.8 Polecenia

Funkcja „**Polecenia**” stanowi prostą alternatywę dla edytora makr. Umożliwia definiowanie nieskomplikowanych sekwencji roboczych, które mogą być wykonywane w dowolnym momencie trwania procesu obróbki. Powiązanie sekwencji roboczych odbywa się w oknie dialogowym „**Powiąz makro/polecenie...**” (Menu główne: „**Ustawienia → Makro/Powiąz makro...**”).

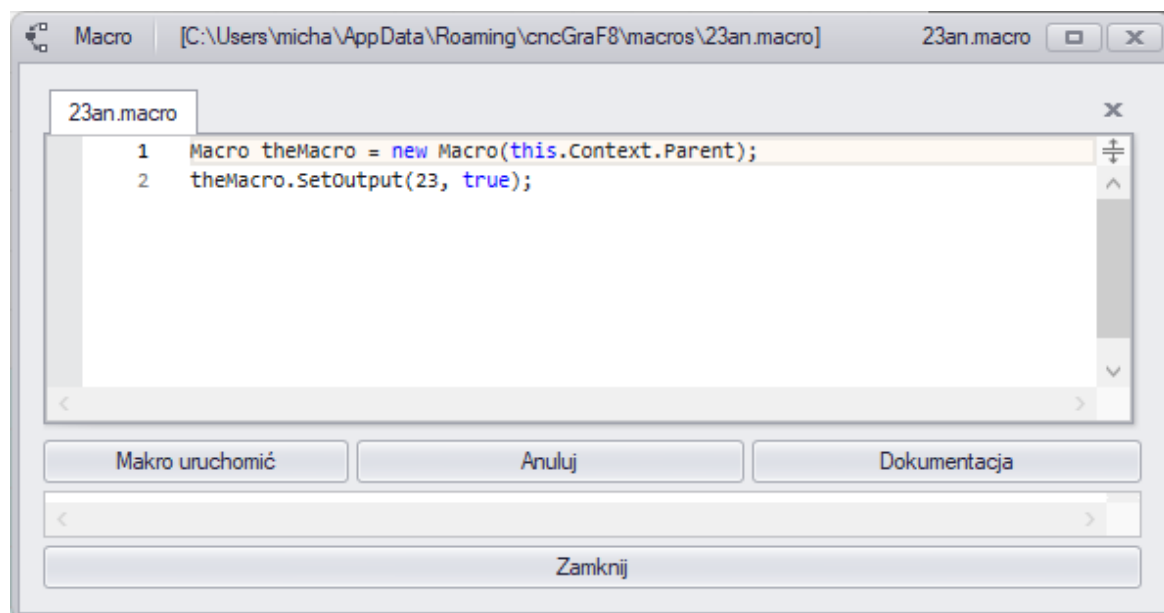
5.9 Edytor makr

Za pomocą funkcji „**Edytor makr**” (Menu: „**Ustawienia > Edytor makr...**”) można definiować sekwencje robocze, które wykonywane są w dowolnym momencie trwania procesu obróbki.

Tworzenie i używanie makr w cncGraF 8 jest ważnym narzędziem, które pozwala rozszerzyć oprogramowanie o indywidualnie dopasowane funkcje. Można na przykład stworzyć makro sterujące specjalnym zmieniaczem narzędzi albo wykorzystać makro do obsługi maszyn z automatycznymi uchwytami narzędzi, które muszą być otwierane lub zamykane. W ten sposób można zrealizować wiele funkcji dodatkowych, które nie zostały przewidziane w oryginalnym programie, ale mogą być uzupełnione za pomocą makr.

Tworzenie lub otwieranie pliku makra

Aby utworzyć lub otworzyć plik makra, należy uruchomić edytor makr z menu głównego: „**Ustawienia > Edytor makr...**”. Następnie otwiera się okno:



Rysunek 1: Edytor makr z otwartym plikiem makra

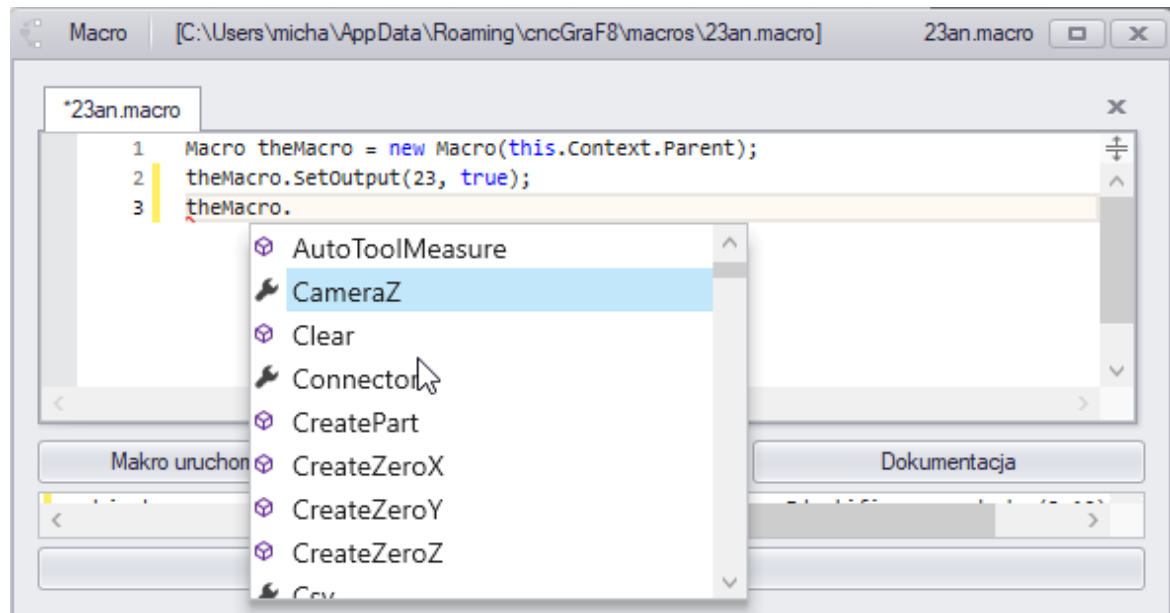
Tworzenie własnego makra

Własne makro (= program) można napisać w zakładce pliku. Wymagana jest podstawowa znajomość programowania w C#.

W edytorze tekstowym dostępne są:

- autouzupełnianie,
- automatyczne wykrywanie błędów,
- podświetlanie składni.

Autouzupełnianie wyświetla listę funkcji podczas wpisywania i ułatwia tworzenie makr.



Rysunek 2: Po wpisaniu kropki „.” otwiera się okno autouzupełniania.

Otwieranie istniejącego makra

Alternatywnie można otworzyć już istniejące makro. W tym celu należy w menu **Makro** wybrać **Otwórz...**, a następnie wskazać plik makra.

Testowanie makra

Przed włączeniem makra do procesu (jobu) należy je przetestować. Test uruchamia się w oknie dialogowym edytora makr za pomocą przycisku **Uruchom makro**. Kolejne linie kodu są wtedy wykonywane i sprawdzane pod kątem poprawności logicznej. Jeśli składnia jest prawidłowa, na końcu testu pojawia się komunikat „**Execution succeeded**”.

Włączanie makr/poleceń do jobu

Makra lub polecenia można przypisać do jobu w oknie **Powiąz makra/polecenia...** (Menu: „Ustawienia > Makro/Powiąz makro...”).

Przykłady powiązań:

- start/zakończenie jobu,
- po zakończeniu obróbki,
- jazda referencyjna początek/koniec (makro zastępuje funkcje standardowe),
- pobranie/odłożenie narzędzia (zastępuje polecenia z parametrów maszyny).

Makra jako przyciski w obszarze „Ręczne przesuwanie”

Makra można przypisać do tzw. **przycisków wolnych**. Są one dostępne jako opcja powiązania w oknie **Makro/Polecenia powiąż...** Przyciski te można dodać w oknie **Ręczne przesuwanie** poprzez menu kontekstowe „Dostosuj układ” metodą „plug-and-play”. Więcej informacji znajduje się w rozdziale [Dostosowanie ręcznego przesuwania](#)¹²².



Ważne: Jeśli makra zostaną powiązane z wymienionymi funkcjami, niektóre standardowe funkcje (wcześniej określone w parametrach maszyny, np. odkładanie narzędzia) zostaną zastąpione poleceniami z makra. W takim przypadku makra mają **wyższy priorytet**.

5.9.1 Programowanie makr

W tej sekcji przedstawiono podstawy programowania makr. Każde makro zawsze rozpoczyna się od następującej linii:

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent, "Nazwa makra wyświetlana
na pasku stanu podczas uruchamiania");
```

Powyższa linia tworzy obiekt **Macro** o nazwie *theMacro*. Parametr `this.Context.Parent` łączy makro z cncGraF 8. Ten parametr musi być zawsze podany. Drugi parametr to tekst, który pojawia się na pasku stanu programu podczas wykonywania makra.

Za pomocą obiektu **theMacro** wywoływane są różne funkcje. Poniższe makro wykonuje polecenia **DIN66025**. Polecenia te dodaje się linia po linii za pomocą komendy `theMacro.AddNxx("...")`. Polecenie `theMacro.Start()`; uruchamia wcześniej zdefiniowane instrukcje DIN66025, a `theMacro.Clear()`; usuwa je.

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent, "Wykonaj polecenia
DIN66025");

// Dodawanie poleceń DIN66025 linia po linii
theMacro.AddNxx("G90");
theMacro.AddNxx("G0 Z1 M03");
theMacro.AddNxx("G0 X50 Y150");
theMacro.AddNxx("G0 Z5 M05");

theMacro.Start(); // Polecenia DIN66025 zostaną wykonane
```

Za pomocą makr można sterować wyjściami lub odczytywać ich status. Poniższe makro włącza wyjście 1 i sprawdza jego stan:

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent, "Wykonaj polecenia
DIN66025");

// Włącza wyjście 1 (wartość 'true'; wartość 'false' wyłącza wyjście)
theMacro.SetOutput(1, true);

// Sprawdzenie statusu wyjścia 1
if(theMacro.IsOutputOn(1)) {

    // Wyjście 1 jest włączone!
    theMacro.MessageBox("Wyjście 1 jest włączone!");

} else {
```

```
// Wyjście 1 NIE jest włączone!  
theMacro.MessageBox("Wyjście 1 nie jest włączone!");  
}
```

Podobnie jak wyjścia, można odczytywać również wejścia. Poniższe makro sprawdza wejście 9:

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)  
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent);  
  
// Sprawdzenie statusu wejścia 9. Parametr 'true' lub 'false' umożliwia  
// odwrócenie logiki.  
if(theMacro.IsInputOn(9, true)) {  
  
    // Instrukcja if otrzymała true (wartość 1),  
    // co oznacza, że wejście 9 jest włączone.  
    theMacro.MessageBox("Wejście 9 na Con3 jest aktywne!");  
}
```

Za pomocą makr można odkładać lub pobierać narzędzia. Aby to działało, musi być podłączony zmieniacz narzędzi:

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)  
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent, "Odkładanie ostatniego  
narzędzia i pobranie narzędzia 1");  
  
theMacro.ToolPutOff();  
theMacro.ToolFetch(1);
```

Makro może również odczytać absolutne współrzędne maszyny i wyświetlić je w oknie dialogowym:

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)  
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent);  
  
var theZ = theMacro.GetAbsPosZ(); // Odczyt pozycji maszyny w osi Z  
  
// Wyświetlenie w oknie dialogowym  
theMacro.MessageBox("Position der Maschine in Z beträgt: " + theZ);
```

Makro wykonujące jazdę referencyjną:

```
// Makro jest tworzone (ta linia musi zawsze znajdować się na początku)  
Macro theMacro = new Macro(this.Context.Parent);  
theMacro.Reference();
```

Dokumentacja obiektu Macro znajduje się w pliku **macro.chm**. Plik ten znajduje się w katalogu cncGraF 8 i można go otworzyć z poziomu edytora makr.

5.10 Menedżer wtyczek

Wtyczka to program podłączony do innego programu głównego – w tym przypadku do cncGraF 8. Wtyczka rozszerza cncGraF 8 o nowe funkcje. W oknie dialogowym „**Menedżer wtyczek**” można wtyczki włączać i wyłączać. Po aktywowaniu wtyczki pojawia się ona w menu głównym „**Plugins**”. Dalsze informacje (przykładowe projekty w **Visual Studio C#**, dokumentacja) dotyczące tworzenia własnych wtyczek znajdują się w katalogu roboczym: ... \Users\[BENUTZERNAME]\AppData\Roaming\cncGraF8\code\csharp.

5.11 Jednostka i skalowanie

Bez prawidłowo ustawionej jednostki rysunku wymiary nie będą się zgadzać. Dla ułatwienia wyboru dostępnych jest kilka predefiniowanych jednostek (**1 mil, 1/40 mm, 1/100 mm, 1/1000 mm**). Jeśli żadna z tych opcji nie pasuje, w polu edycyjnym można swobodnie zdefiniować własną jednostkę.



W przypadku plików typu **G-Code (DIN66025)** określenie jednostki nie jest możliwe, ponieważ zawsze używana jest oryginalna wielkość pliku. W takim przypadku okno dialogowe **Skalowanie** pojawia się bez możliwości wyboru jednostki.

5.12 Narzędzia do wyznaczania punktu zerowego

Do określania punktu zerowego w osiach **X/Y** można używać kamery lub lasera krzyżowego. Funkcję tę aktywuje się w menu „**Ustawienia > Wyznaczanie punktu zerowego**”. Po kliknięciu odpowiednich ikon punkty zerowe w osiach **X/Y** są automatycznie korygowane z uwzględnieniem ustawionej odległości między frezem a kamerą lub laserem.



Ikony „**Ustaw punkt zerowy z uwzględnieniem odległości lasera/kamery**” można włączyć lub wyłączyć na standardowym pasku narzędzi. Odbywa się to za pomocą strzałki na końcu paska narzędzi.

5.13 Łączenie ustawień

Aby nie trzeba było ciągle przełączać się między konfiguracjami, ustawienie można skopiować przez menu „**Ustawienia > Ustawienia systemowe > Połącz**” i umieścić jako skrót na pulpicie. Podczas łączenia tworzona jest kopia konfiguracji, która zostaje powiązana ze skrótem na pulpicie. W ten sposób cncGraF 8 można uruchamiać z różnymi konfiguracjami.

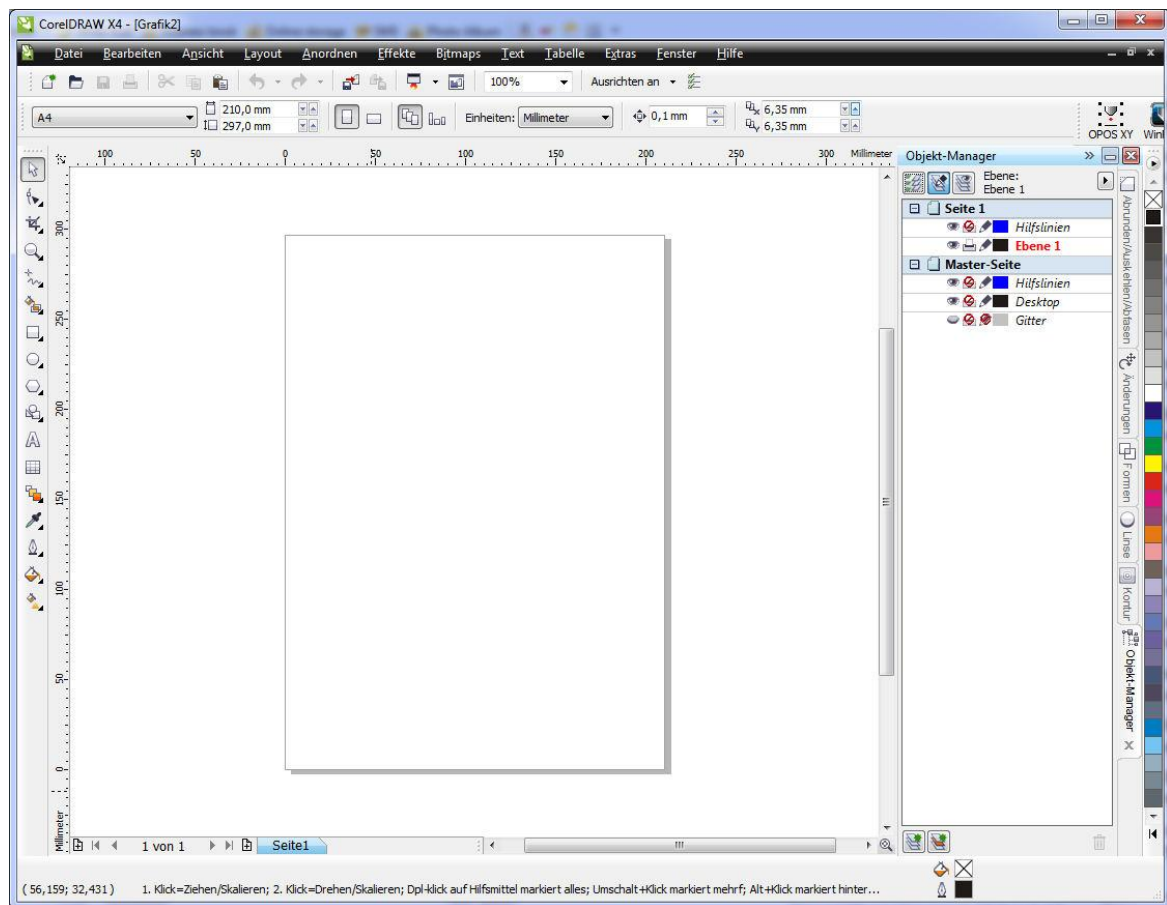
5.14 Pozycjonowanie wideo

Zanim system pozycjonowania wideo w cncGraF 8 będzie mógł zostać użyty, należy go skonfigurować do pracy z maszyną. Rozdział „**Pozycjonowanie wideo**” podzielony jest na następujące części:

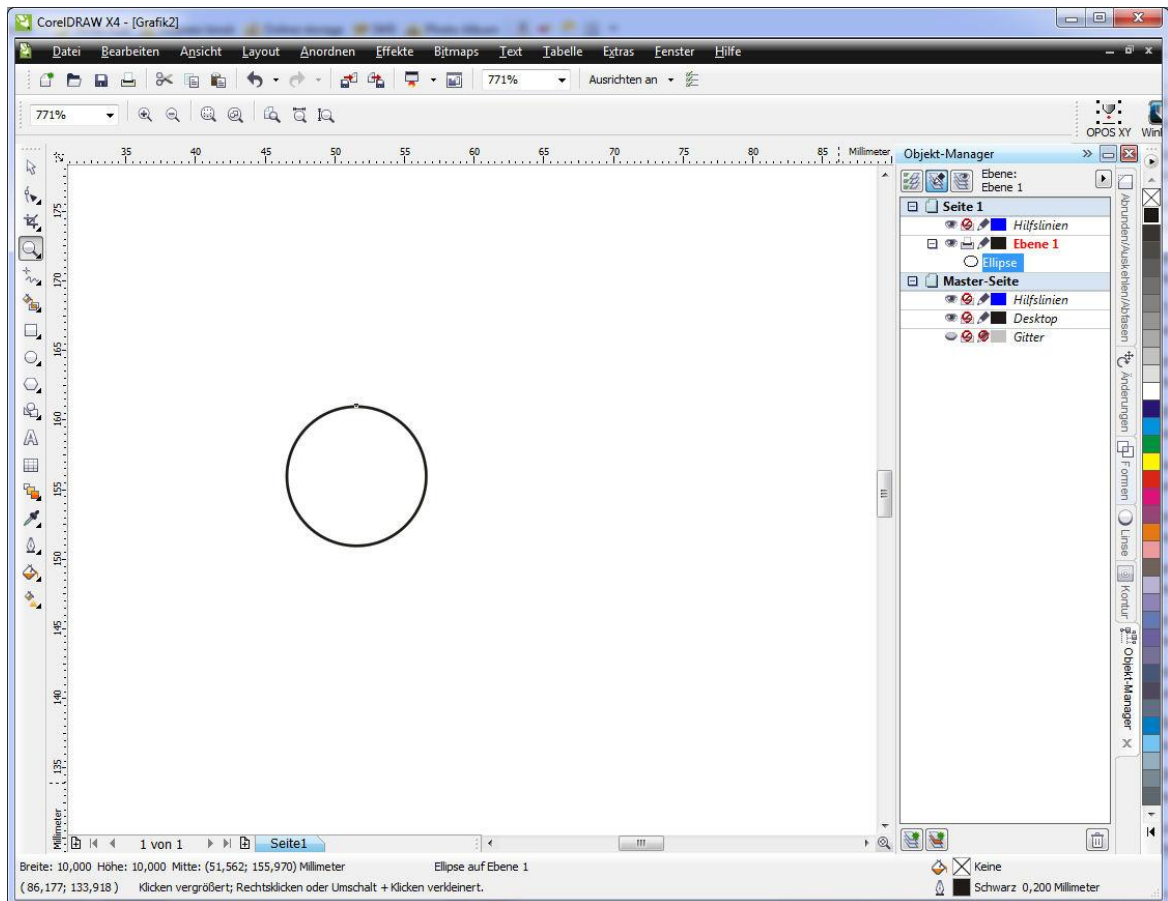
1. [Tworzenie szablonu kalibracyjnego w Corel Draw](#)^[99]
2. [Kalibracja systemu pozycjonowania wideo](#)^[104]
3. [Tworzenie danych do druku oraz do cięcia/frezowania w Corel Draw](#)^[106]
4. [Używanie pozycjonowania wideo](#)^[107]

5.14.1 Tworzenie szablonu kalibracyjnego w Corel Draw

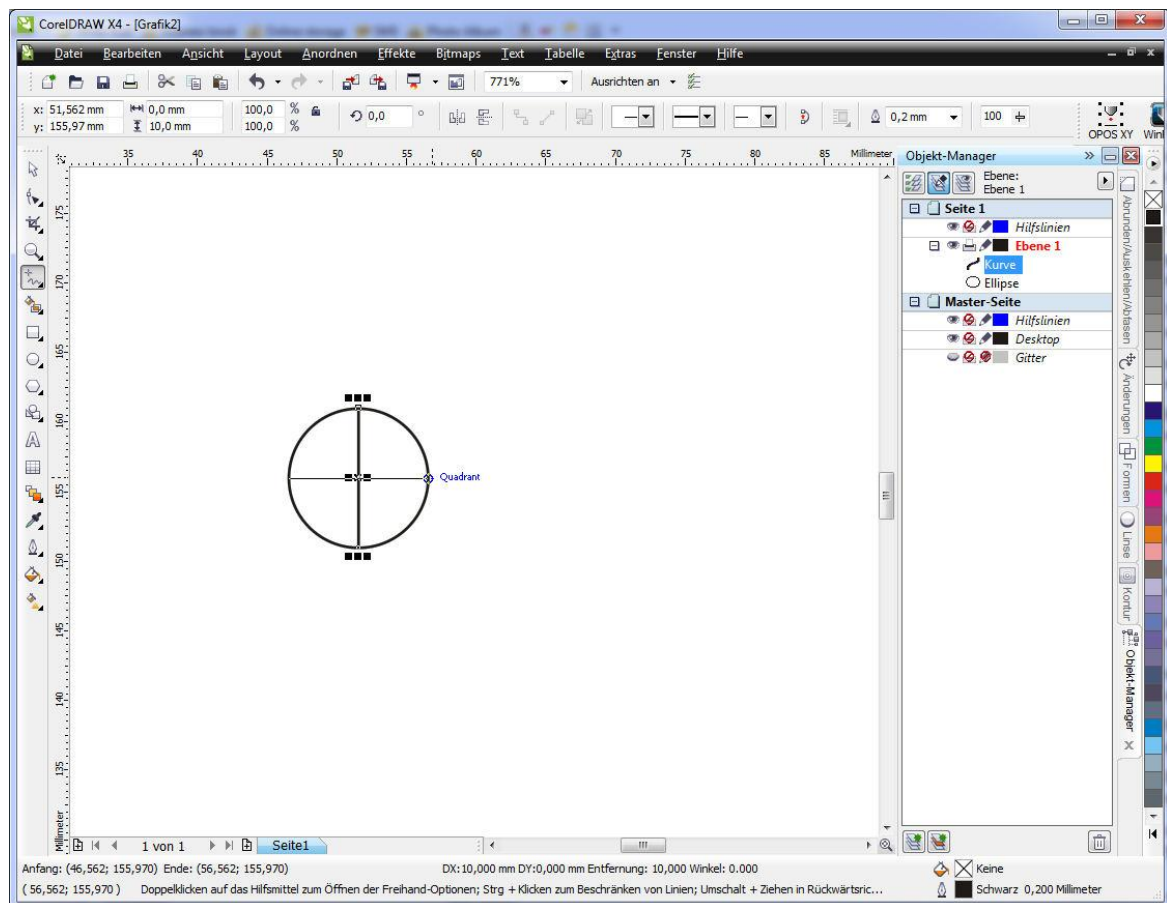
Uruchom program **Corel Draw** z pustą kartką w formacie **DIN A4**.



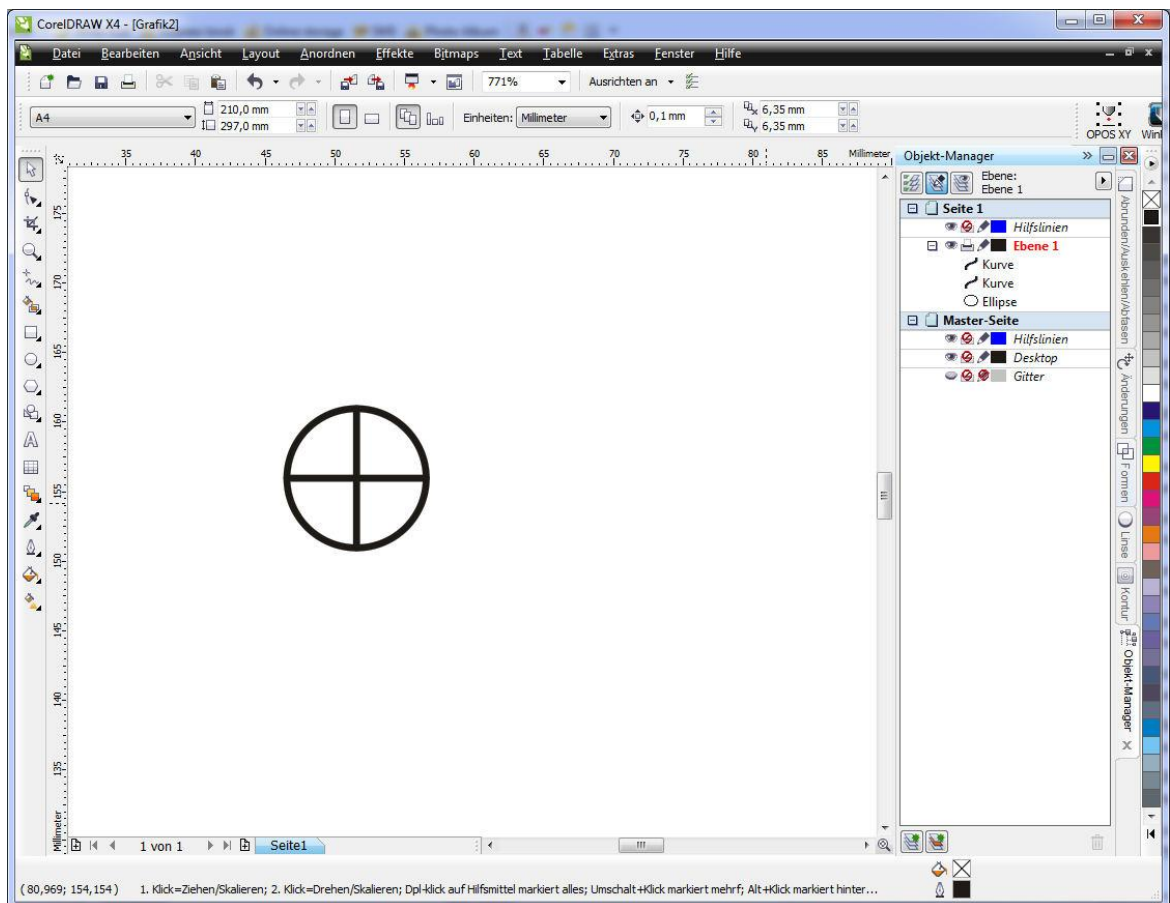
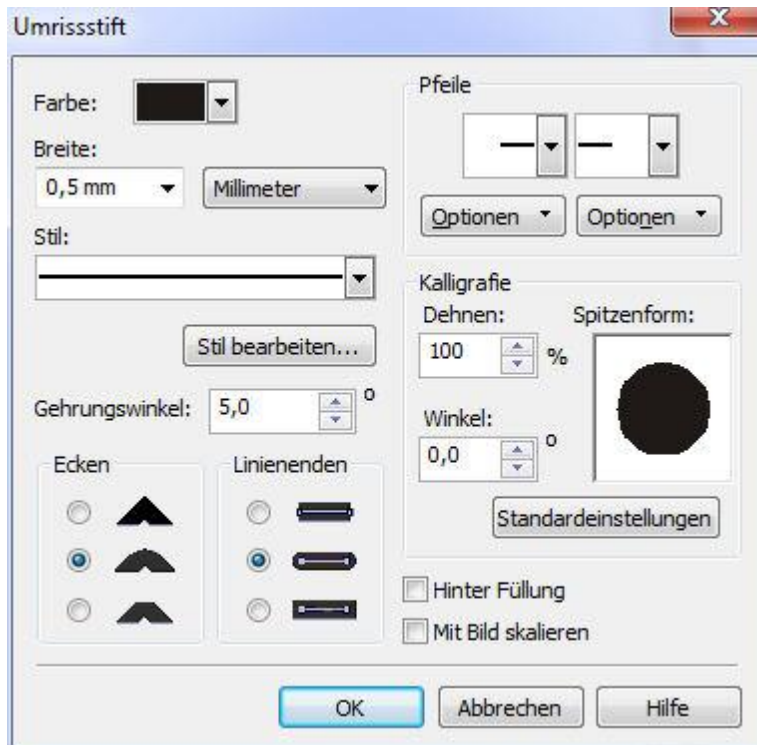
Za pomocą funkcji „**Koło/Ellipsa**” narysuj okrąg o średnicy **10 mm**.



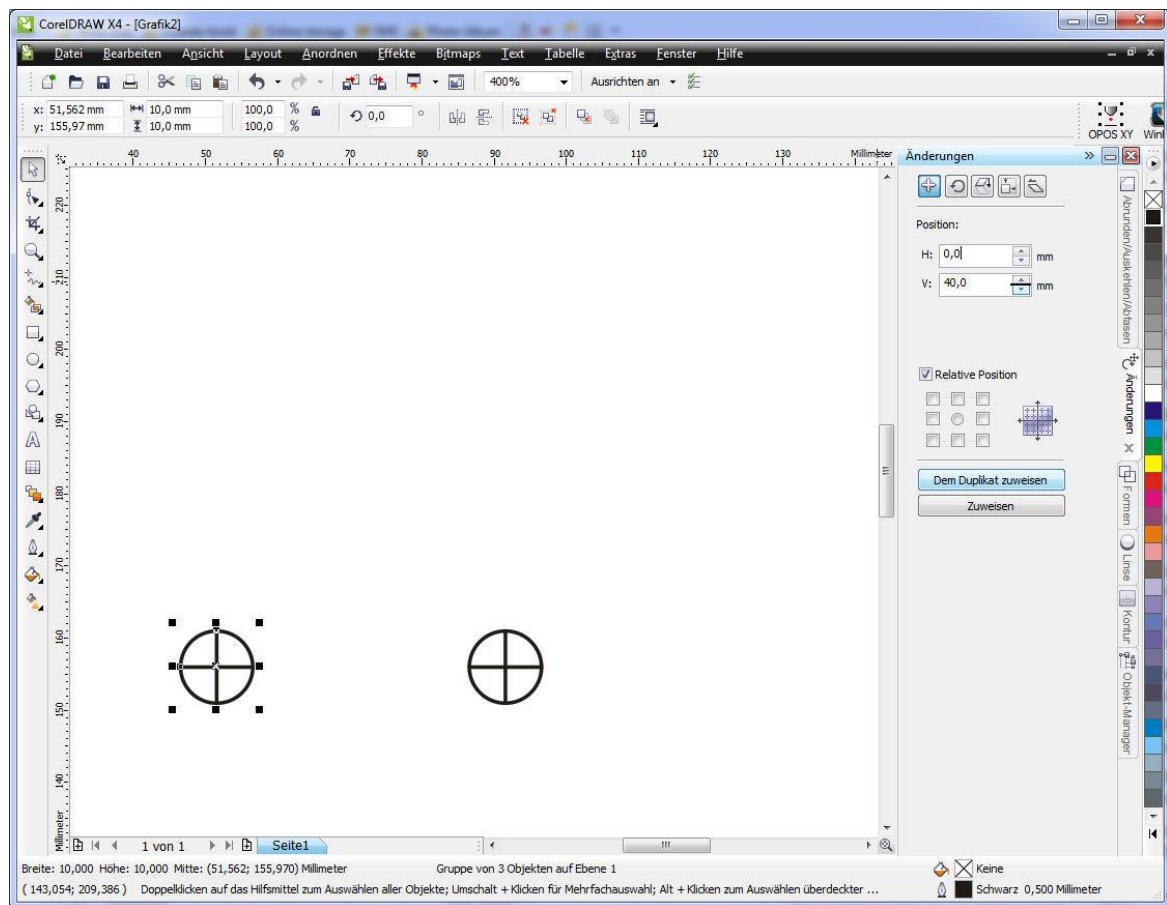
Następnie narysuj dwie linie przecinające się w środku okręgu i użyj opcji „**Wyrównaj do obiektów Alt+Z**”, aby poprowadzić linie od kwadrantu do kwadrantu.



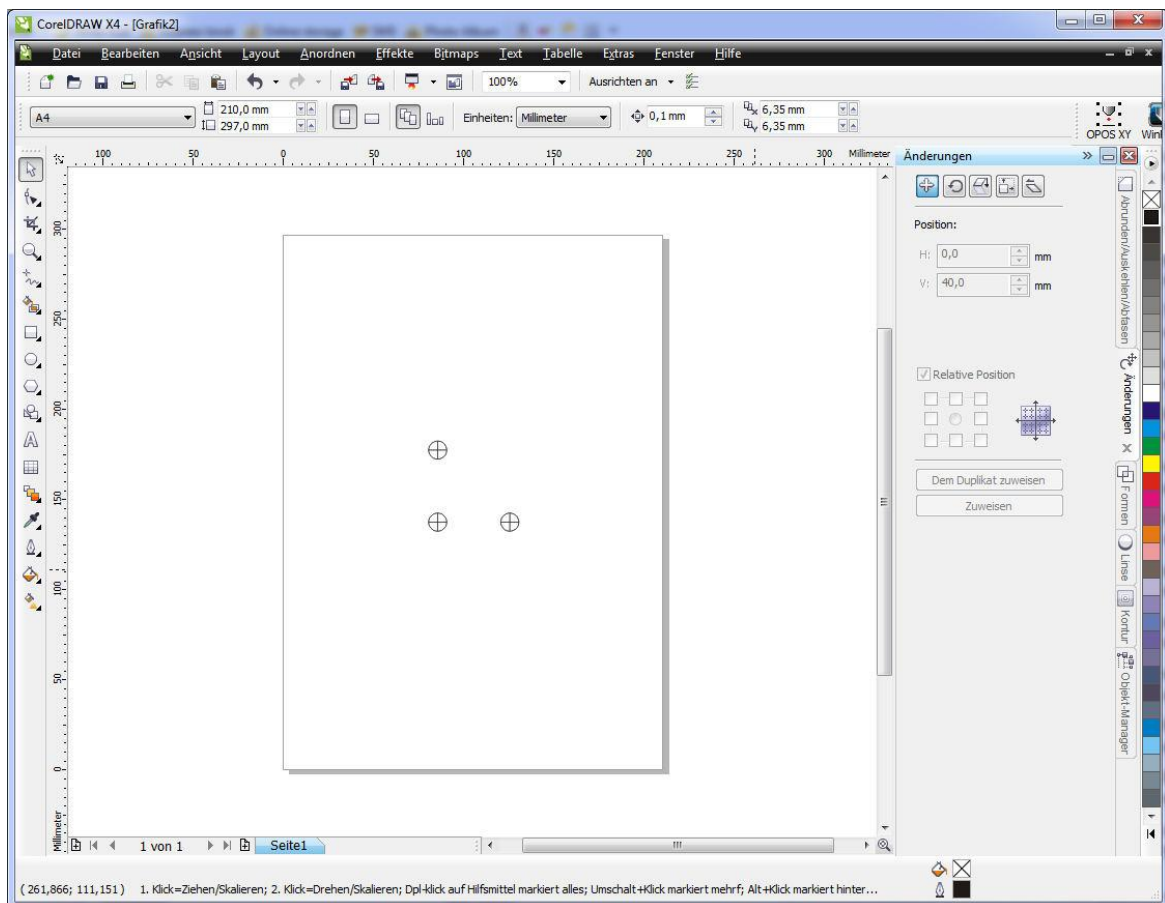
Zaznacz teraz wszystkie trzy elementy i połącz je w jedną grupę. Następnie przypisz tej marce atrybuty linii. Grubość linii powinna wynosić około **0,5 mm**.



Tę markę należy następnie zduplikować raz w kierunku X i raz w kierunku Y.



Gotowy szablon powinien wyglądać mniej więcej tak, jak pokazano na ilustracji.

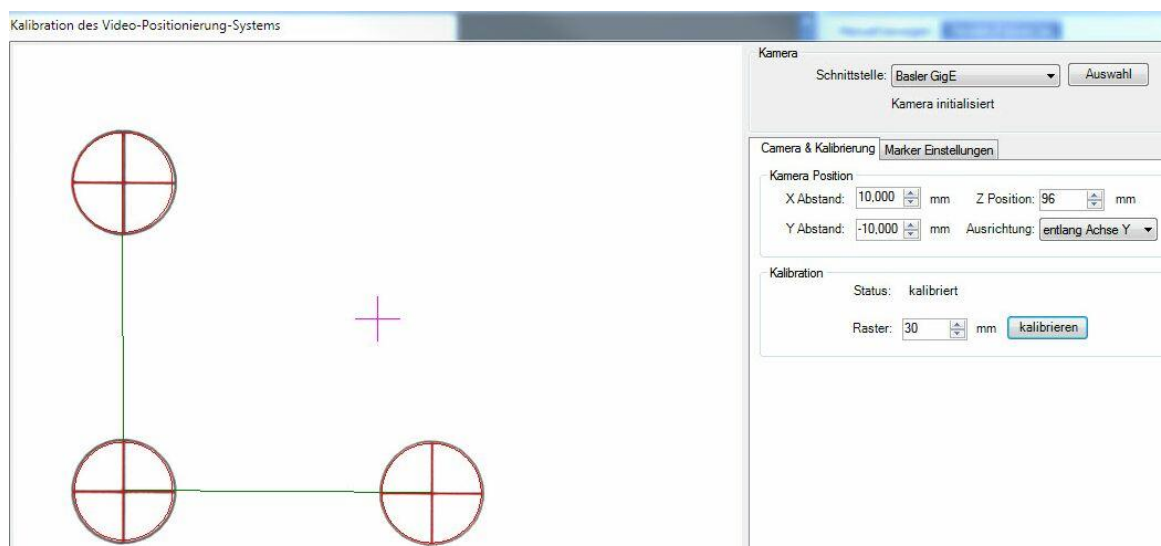


Zapisać plik jako **szablon kalibracyjny**. Odstęp i wielkość znaczników mogą być modyfikowane i dopasowane do indywidualnych potrzeb. Powyżej podane wartości są dobrze dopasowane do odległości kamery **120 mm** i sprawdziły się w praktyce.

5.14.2 Kalibracja systemu pozycjonowania wideo

Zanim będzie można korzystać z funkcji systemu pozycjonowania wideo, należy go najpierw skalibrować. W tym celu należy wykonać następujące kroki:

1. Uruchom okno dialogowe kalibracji w menu „**Ustawienia > Kalibracja systemu pozycjonowania wideo**”.



2. W interfejsie należy najpierw wybrać kamerę.
3. Wydrukuj arkusz z trzema punktami kalibracyjnymi rozmieszczonymi w równych odstępach (szablon znajduje się w katalogu programu). Umieść arkusz pod kamerą tak, aby trzy punkty były widoczne na środku okna podglądu.
4. W sekcji „**Typ markera**” określ kształt markera. W przykładzie na ilustracji użyto typu „**Okrąg + linia**” (dokładniejsza wersja). Parametrem **Promień** definiuje się rozmiar okręgu. Alternatywą są trzy czarne punkty.
5. Wprowadź do pola „**Odległość od obiektu**” w sekcji „**Odległość między markerami**” wartość odległości między punktami kalibracyjnymi.
6. Wpisz wartości pozycji kamery (odległość kamery od frezu w osi X i Y).
7. Ustaw kamerę, ręcznie przesuwając oś Z, tak aby uzyskać ostry obraz (kamera nie ma autofokusa). Następnie wprowadź odległość Z do materiału w pole „**Pozycja Z**”.



Ważne: Jeśli zmienia się grubość materiału, należy ponownie dostosować wartość „**Pozycja Z**”, w przeciwnym razie obraz będzie nieostry i system nie rozpozna markerów.

8. W sekcji „**Ustawienia wykrywania markerów**” można wprowadzić dodatkowe korekty, aby poprawić skuteczność rozpoznawania:
- **Próg** – definiuje, jak dobrze muszą być widoczne linie, aby zostały rozpoznane. Niższa wartość = lepsza widoczność, ale większe ryzyko błędnej interpretacji. Wyższa wartość =

mniej widocznych fragmentów wystarczy, ale rozpoznane zostaną tylko najlepiej widoczne linie.

- **Min. długość linii** – określa minimalną długość linii. Linie krótsze niż podana wartość są ignorowane.
- **Maks. przerwa linii** – definiuje maksymalną przerwę wzdłuż jednej linii, aby została potraktowana jako jedna całość. Jeśli przerwa jest większa, zostanie rozpoznanych kilka oddzielnych linii.

9. Rozpocznij proces kalibracji, klikając przycisk „**Kalibruj**” w sekcji „**Kalibracja**”. Powinny pojawić się trzy czerwone krzyżyki pokrywające się z punktami markera i połączone dwiema zielonymi liniami (powinny tworzyć kształt litery **L**). Jeśli tak jest, kalibracja zakończyła się pomyślnie.

Teraz można zamknąć okno dialogowe kalibracji.



Upewnij się, że w pomieszczeniu jest wystarczająco dużo światła, a wydruk ma wysoką jakość – w przeciwnym razie kamera może nieprawidłowo wykrywać punkty kalibracyjne.

Pomiar offsetu kamery:

Aby zmierzyć **offset kamery**, połóż na frezarce cienki materiał i – w zależności od używanego narzędzia – wykonaj krótkie zagłębienie nożem lub frezem, aby powstał punkt odniesienia.

Następnie ustaw współrzędne względne na zero i przesun oś Z do wysokości pozycji kamery.

Poruszaj głowicą w osiach X i Y, aż krzyżyk kamery znajdzie się dokładnie na znaku.

Wyświetlane wartości **RX** i **RY** odpowiadają wtedy offsetowi kamery.

5.14.3 Tworzenie danych do druku i do cięcia/frezowania w Corel Draw

Podczas przygotowywania danych do druku i frezowania należy zwrócić uwagę na kilka szczegółów. Poniższy przykład przedstawia zasadniczy sposób postępowania. Tak jak w przypadku tworzenia znaczników kalibracyjnych, przykład został przygotowany w **Corel Draw**, ale oczywiście można też użyć innych programów, np. **Adobe Illustrator**, do generowania danych.

1. Uruchom ponownie **Corel Draw** z pustym dokumentem.
2. Utwórz trzy nowe warstwy (**Layer**) i nazwij je: **Print**, **Cut** oraz **Marker**.
3. Wybierz warstwę **Print** jako aktywną i zaimportuj obiekt, który ma być drukowany. W naszym przykładzie jest to tabliczka, która zostanie wydrukowana na drukarce płaskiej, a następnie jej kontur zostanie wyfrezowany.
4. Jeśli dane nie znajdują się na właściwej warstwie, przenieś je na warstwę **Print**.
5. Plik ma już przypisaną konturę (jasna linia otaczająca obiekt). Zaznacz tę linię, przypisz jej wyraźny kolor i przenieś ją na warstwę **Cut**.

6. Narysuj prostokąt obejmujący całą grafikę i przypisz mu również wyraźny, ale inny kolor linii. Ten prostokąt również musi znajdować się na warstwie **Cut**.
7. Teraz należy dodać znaczniki. Otwórz plik z szablonem kalibracyjnym i skopiuj z niego jeden znacznik do bieżącego dokumentu. Następnie skopiuj go jeszcze trzy razy, tak aby były cztery znaczniki.
8. Za pomocą opcji „**Wyrównaj do obiektów Alt+Z**” umieść znaczniki w narożnikach prostokąta, tak aby ich środki pokrywały się z narożnikami. W razie potrzeby przenieś znaczniki na warstwę **Marker**.

Gotowy dokument powinien wyglądać mniej więcej tak, jak pokazano na ilustracji

5.14.4 Używanie pozycjonowania wideo

Po wybraniu kamery i zakończeniu kalibracji można korzystać z funkcji pozycjonowania wideo. W zakładce **Kamera** wyświetlane jest podglądowe okno obrazu wraz z paskiem funkcji.



Pasek funkcji zawiera następujące opcje:

1. Przycisk „**Start**” uruchamia funkcję pozycjonowania wideo. Znaczniki są automatycznie dojeżdżane i rozpoznawane.



Aby znaczniki mogły zostać automatycznie rozpoznane, wydruk musi być ustawiony w [punkcie zerowym](#)⁷¹ punkcie zerowym maszyny ($X = 0$, $Y = 0$). Rysunek musi być wczytany w [pozycji oryginalnej](#)⁷⁷.

Przycisk „**Start od bieżącej pozycji**” zakłada, że pierwszy lewy dolny znacznik znajduje się w polu widzenia kamery. Wtedy ten znacznik jest traktowany jako pierwszy punkt odniesienia.

2. Przy włączonej opcji „**Pozycjonowanie ręczne**” znaczniki można ustawiać ręcznie. Maszyna jest wtedy sterowana z menu „**Ręczne przesuwanie**” lub poprzez kliknięcie obrazu wideo. Przycisk „**Ustaw pozycję ręcznie**” przyjmuje bieżącą pozycję (położenie krzyżyka na obrazie) jako marker.

Po dojechaniu do znaczników rysunek zostaje odpowiednio rozciągnięty i dopasowany.

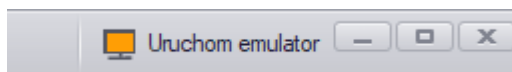
6 Jazda

W rozwijanym menu głównym „Przejazdy” znajdują się wszystkie funkcje specyficzne dla maszyny, służące do jej przemieszczania. Rozdział **Przejazdy** podzielony jest na następujące sekcje:

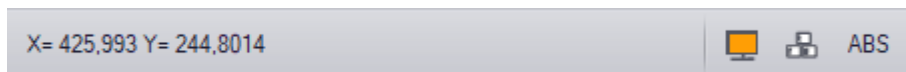
- [Emulator](#) ¹⁰⁸
- [Frezowanie/Wiercenie](#) ¹¹⁰
- [Ręczne przesuwanie](#) ¹¹⁸
- [Wykonanie jazdy referencyjnej i dojazd do pozycji](#) ¹²³
- [Sprawdzenie pozycji](#) ¹²⁴
- [Skanowanie/sondowanie przedmiotu obrabianego](#) ¹²⁴
- [Kalibracja czujnika długości narzędzia](#) ¹²⁶
- [Pomiar narzędzia](#) ¹²⁸
- [Wymiana narzędzia](#) ¹²⁹
- [Automatyczny pomiar punktu zerowego](#) ¹³⁰

6.1 Emulator

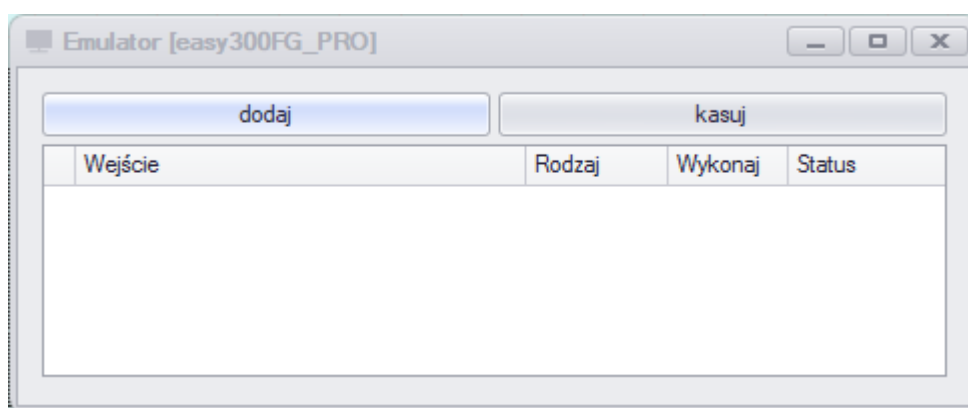
Emulator odwzorowuje kontroler smc5d-m4 i umożliwia obsługę wirtualnej maszyny CNC bez użycia sprzętu. Uruchamia się go za pomocą ikony w prawym górnym rogu menu głównego.



Po uruchomieniu emulacji na dole paska stanu pojawia się **pomarańczowa ikona emulatora**.



Dodatkowo na pasku zadań Windows otwiera się okno dialogowe „Emulator”, w którym można zdefiniować wejścia, a następnie ręcznie aktywować je myszą. W ten sposób można np. wirtualnie przełączać myszą wyłącznik czujnika długości narzędzia.



Do sprawdzania przebiegu poszczególnych wektorów można również użyć prostej symulacji dostępnej w menu: „Okno > Symulacja”.

6.2 Frezowanie/Wiercenie

Proces frezowania uruchamia się poprzez kliknięcie ikony  w poziomym pasku narzędzi lub naciśnięcie klawisza **F9** (Menu: „**Przejazdy > Frezowanie/Wiercenie**”). Przed rozpoczęciem otwiera się okno dialogowe **Parametry pracy**, w którym można wprowadzić ostatnie ustawienia dotyczące procesu frezowania.

Okno dialogowe **Parametry pracy** występuje w dwóch wariantach:

- [Parametry pracy](#)¹¹¹ dla plików **2D** (np. HPGL, DXF, ...)
- [Parametry pracy](#)¹¹⁴ dla plików **G-Code (DIN66025)**

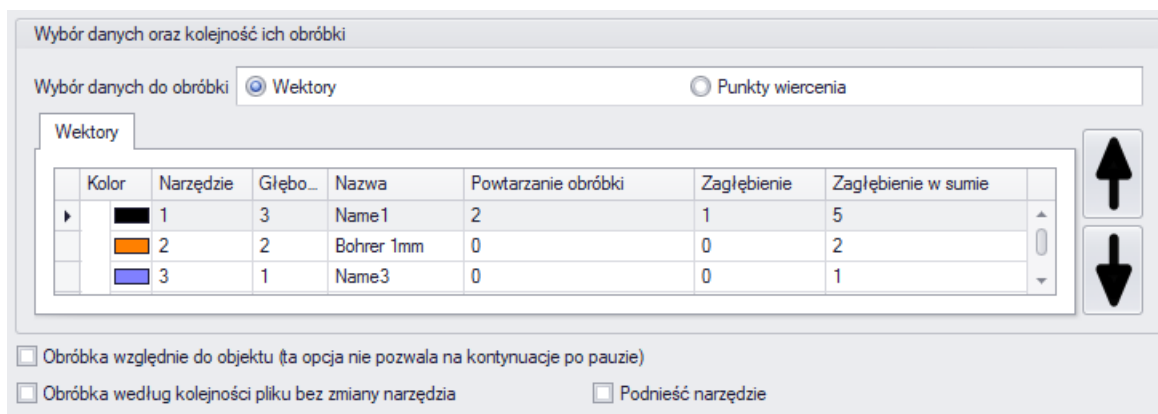
6.2.1 Frezowanie/Wiercenie danych 2D

Pliki **2D** takie jak HPGL, DXF, EPS, PostScript nie zawierają informacji potrzebnych do sterowania obrabiarką CNC. Dlatego informacje takie jak kolejność obróbki, wysokość przejazdów, głębokości w osi Z, prędkości itp. muszą być zdefiniowane w oknie dialogowym „Magazyn narzędzi⁷⁴” lub w oknie dialogowym „Parametry pracy”. W oknie „Parametry pracy” ustawia się m.in.:

Wybór danych i kolejności obróbki

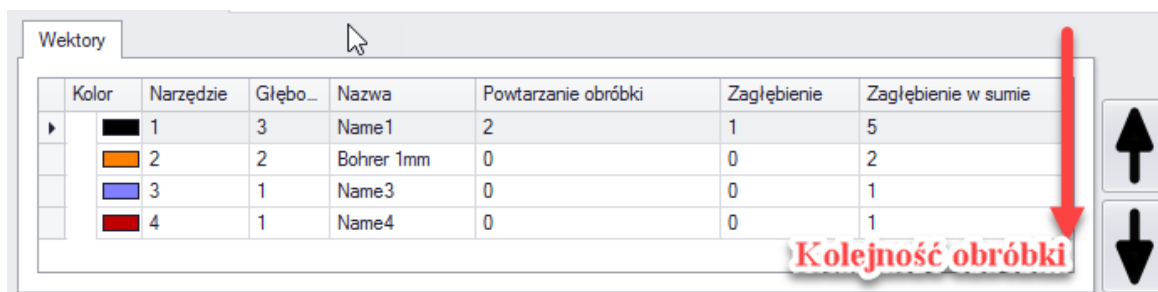
Przykładem jest frezowanie płytki PCB. Układ płytki składa się z pliku HPGL i odpowiadającego mu pliku wierceń. cncGraF 8 może otworzyć oba pliki w jednym dokumencie, edytować je i wyświetlać.

W pierwszym kroku w oknie **Parametry pracy** należy określić, który zestaw danych ma zostać przetworzony. Można wybrać między **wektorami** a **punktami wierceń** (patrz rys. 2). Jeśli dokument zawiera wyłącznie pliki wierceń (Sieb & Maier) albo wyłącznie dane wektorowe (HPGL, DIN 66025), w oknie dialogowym wyświetlone zostaną tylko dostępne dane.



Rysunek 1: Jeśli dostępne są zarówno wektory, jak i punkty wierceń, konieczny jest wybór danych.

Listy narzędzi w sekcjach „**Wektory**” i „**Punkty wierceń**” pokazują wszystkie użyte narzędzia w kolejności ich obróbki (od góry do dołu) (patrz rys. 2).



Rysunek 2: Opcja „Zmiana narzędzia” jest aktywna. Kolejność obróbki można zmieniać, wybierając narzędzie i korzystając z przycisków strzałek.



W przypadku danych **DIN66025 (G-Code)** kolejności obróbki **nie można** zmieniać.

Powtarzanie obróbki i korekcja dosuwu

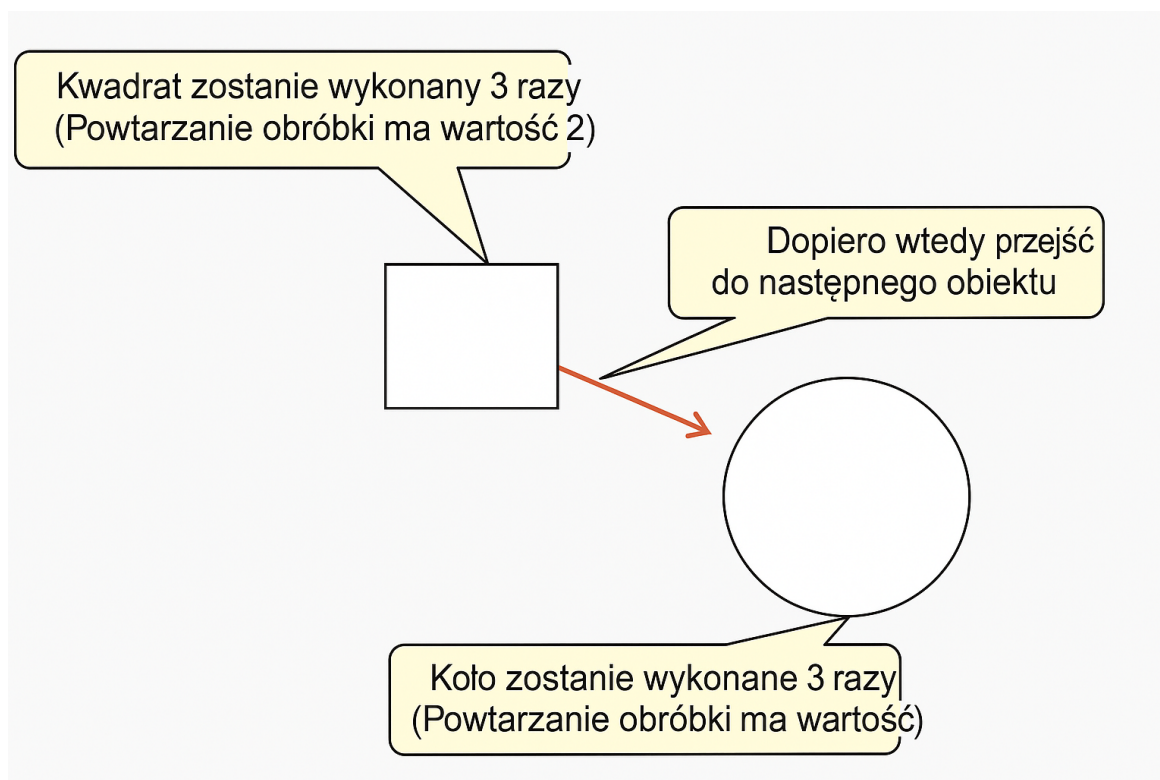
Wartości dla „**Powtarzanie obróbki**” i „**Korekcja dosuwu w mm**” wprowadza się bezpośrednio w tabeli narzędzi, klikając odpowiednią komórkę.

- Wartość 0 = obróbka tylko raz,
- Wartość 1 = obróbka powtarzana jeden raz itd.

W połączeniu z korekcją dosuwu osi Z funkcja ta jest przydatna, gdy wymagana ilość zbieranego materiału nie może zostać usunięta w jednym przejściu (np. frezowanie rowków w metalu, szlifowanie powierzchni).

Program cncGraF 8 oferuje przy „**Powtarzanie obróbki**” następujące opcje:

1. „**Obróbka obiektowa**” – dostępna tylko dla danych 2D. Każdy obiekt jest obrabiany w całości, a dopiero potem maszyna przechodzi do kolejnego obiektu.



Rysunek 3: Obróbka obiektowa

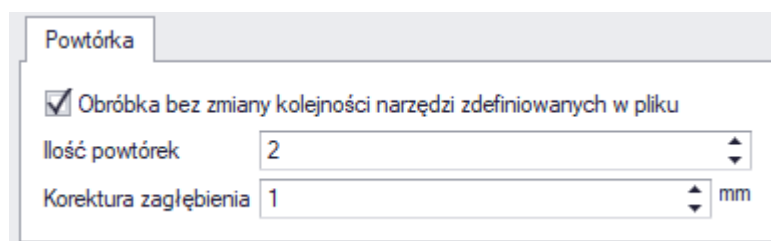
Po każdym obróbnym obiekcie narzędzie jest podnoszone.



Uwaga: Przy włączonej obróbce obiektowej nie jest możliwe „Wznawianie” (pauza nie działa).

2. „**Powtarzanie obróbki bez zmiany kolejności pliku**” – frezowanie przebiega dokładnie według kolejności zapisanej w pliku, z uwzględnieniem narzędzi.

Przykład: w pliku HPGL kolejność narzędzi to: **SP1**, **SP3**, **SP1**, **SP2**, **SP1**. Program obróbi najpierw wszystkie elementy dla **SP1**, następnie **SP3** i **SP2**, po czym cały proces zostanie powtórzony.



Rysunek 4: Funkcja aktywna, obróbka całego pliku powtórzona 2 razy z korekcją dosuwu 1 mm.

3. „**Kolejność obróbki z pliku bez zmiany narzędzia**” – frezowanie przebiega dokładnie według kolejności w pliku, z pominięciem informacji o narzędziach. *Przykład:* **SP1**, **SP3**, **SP1**, **SP2** – obróbka odbywa się dokładnie w tej kolejności, bez przełączania narzędzi.
4. Jeśli powyższe opcje są wyłączone, program stosuje wartość „**Powtarzanie obróbki**” z listy narzędzi, zgodnie z kolejnością narzędzi.

Właściwości

W sekcji **Właściwości** znajdują się m.in. następujące opcje:

- **Zmiana narzędzi** – jeśli aktywna, można również włączyć opcję **Pomiar narzędzi**^[128]. Po zmianie narzędzia maszyna przejeżdża do czujnika długości i dokonuje pomiaru nowego narzędzia, aby ustalić i skompensować różnicę długości. Jako czujnik może służyć prosty mikrowyłącznik (przycisk). Po pomiarze obróbka jest kontynuowana nowym narzędziem. Dla oszczędności czasu długość narzędzia można pobrać z magazynu narzędzi^[74] (wymaga wcześniejszych ustawień).



Więcej o tym w rozdziałach „[Magazynu narzędzi](#)^[74]” i „[Pomiar narzędzi](#)^[128]”.

- Na końcu procesu frezowania/wiercenia mogą być automatycznie wykonywane operacje takie jak: podniesienie narzędzia, przejazd do punktu zerowego, przejazd do pozycji parkowania, jazda referencyjna, odłożenie narzędzia (tylko przy automatycznym zmieniaczu).

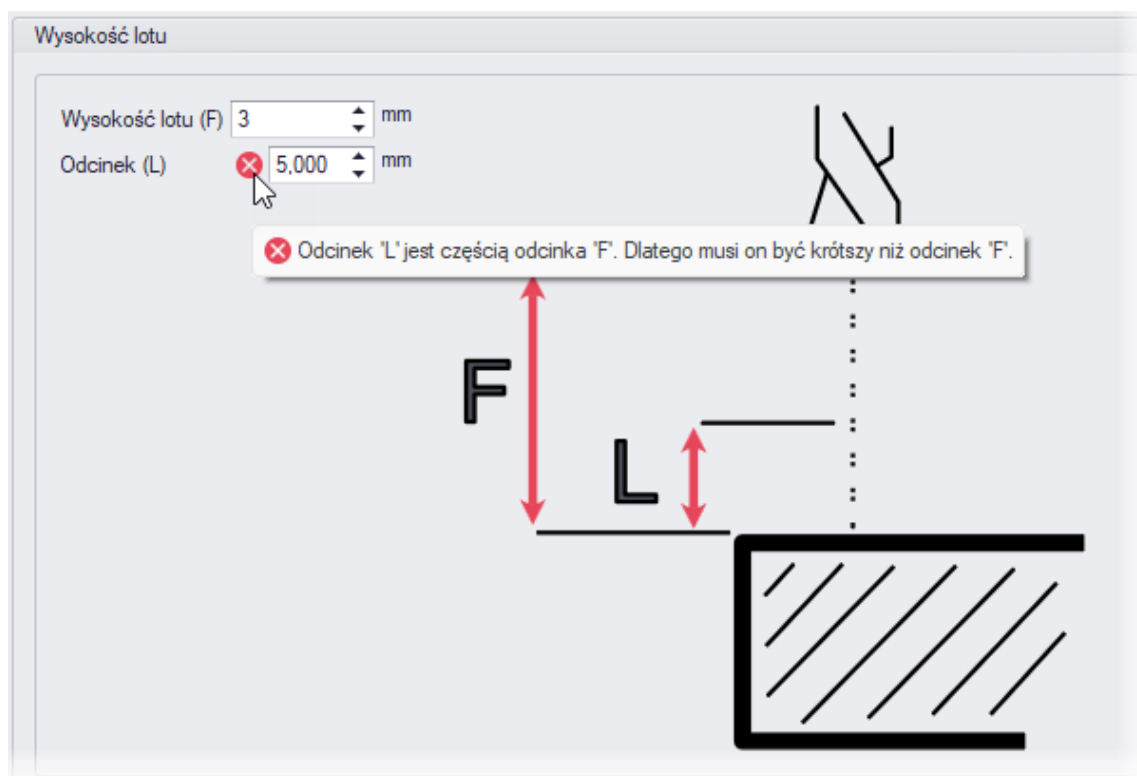
- Po pauzie mogą być automatycznie wykonane czynności: podniesienie narzędzia, przejazd do punktu zerowego, przejazd do pozycji parkowania. Więcej o pauzie w rozdziale „[Pauza](#)”^[124].
- Jeśli powierzchnia materiału była wcześniej skanowana, można aktywować **korekcję wysokości**. Więcej w rozdziale „[Skanowanie przedmiotu obrabianego](#)”^[124].

Wysokość przejazdów (wysokość lotu)

Wysokość przejazdu „F” oznacza odległość między końcówką narzędzia a materiałem podczas przejazdów jałowych.

Odcinek „L” jest częścią tej wysokości i realizowany jest z prędkością posuwu osi Z.

- Jeśli długość „L” = 0, wtedy cała wysokość „F” wykonywana jest z prędkością szybkiego przejazdu.
- Wysokość przejazdu można automatycznie ustawić przyciskiem  – aktualna pozycja Z maszyny CNC zostanie wtedy zapisana jako nowa wysokość przejazdu.
- Odcinek „L” nie może być większy niż wysokość „F” (patrz ilustracja poniżej).

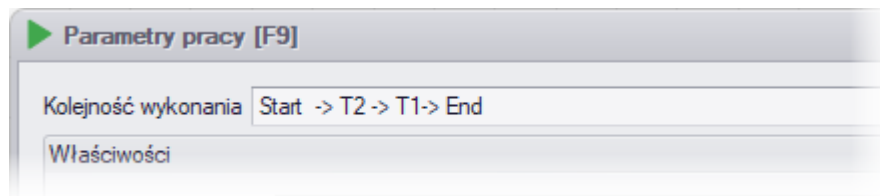


6.2.2 Frezowanie/Wiercenie danych G-Code (DIN66025)

Pliki **G-Code (DIN66025)** zawierają – w przeciwieństwie do plików 2D takich jak HPGL czy DXF – wszystkie informacje niezbędne do realizacji programu na maszynie CNC. Dlatego wymagają jedynie niewielu dodatkowych ustawień.

Kolejność obróbki

Kolejność narzędzi jest określona w pliku **G-Code (DIN66025)** i nie może być zmieniona. Dla lepszej przejrzystości kolejność ta jest wyświetlana w oknie dialogowym **Parametry pracy** (patrz ilustracja).



Ilustracja: w poniższym przykładzie najpierw pracuje narzędzie T2, a następnie T1.

Właściwości

W sekcji **Właściwości** dostępne są następujące funkcje:

- **Zmiana narzędzi** – jeśli opcja jest aktywna, można również włączyć pomiar narzędzi^[128]. Po zmianie narzędzia maszyna przejeżdża do czujnika długości i dokonuje pomiaru nowego narzędzia, aby ustalić i skompensować różnicę długości. Jako czujnik może służyć prosty mikrowyłącznik (przycisk). Po pomiarze obróbka jest kontynuowana nowym narzędziem. W celu oszczędności czasu długość narzędzia można pobrać z magazynu narzędzi^[74]. Wymaga to jednak dodatkowej konfiguracji.



Szczegółowe informacje znajdziesz w rozdziałach „[Magazynu narzędzi](#)^[74]” oraz „[Pomiar narzędzi](#)^[128]”.

Wysokość lotu – odległość między końcówką narzędzia a materiałem podczas przejazdów jałowych.

Na końcu procesu frezowania/wiercenia mogą być automatycznie wykonywane czynności takie jak:

- podniesienie narzędzia,
- przejazd do punktu zerowego,
- przejazd do pozycji parkowania,
- jazda referencyjna,
- odłożenie narzędzia (tylko przy automatycznym zmieniaczu).

Po przerwie mogą być automatycznie wykonane czynności: podniesienie narzędzia, przejazd do punktu zerowego, przejazd do pozycji parkowania.



Więcej o tym znajdziesz w rozdziale „[Pauza](#)^[124]”.

Jeśli powierzchnia materiału została wcześniej zeskanowana, można włączyć **korekcję wysokości**. Szczegółowe informacje znajdziesz w rozdziale „[Skanowanie przedmiotu obrabianego](#)”.



Uwaga: Funkcje „Korekcja wysokości” oraz „Dodaj wysokość przejazdów (wysokość lotu) do danych wyjściowych” zmieniają trajektorie zapisane w pliku G-Code.

6.2.3 Prędkość

Za pomocą kontrolera smc5d można w czasie rzeczywistym zmieniać prędkość pracy maszyny CNC podczas frezowania/wiercenia. W tym celu dostosowywany jest takt kontrolera. Regulacja odbywa się za pomocą **suwaka w pasku stanu** u dołu ekranu monitora. Jeśli podłączone jest **pokrętko ręczne (handwheel)**, pojawia się jego ikona (zobacz ilustrację).



Ilustracja: Pokrętko ręczne aktywne – prędkość można zmieniać zarówno pokrętkiem, jak i myszką za pomocą suwaka.

Możliwości regulacji

- Za pomocą suwaka lub pokrętki ręcznej można ustawić prędkość początkową, z którą rozpoczyna się proces obróbki. Jeśli nie ma pewności, czy plik do obróbki jest poprawny, zaleca się ustawienie zredukowanej prędkości początkowej. Prędkość zapisana w pliku jest wtedy skalowana procentowo (0–100 %). Z tą prędkością rozpoczynają się: frezowanie, wiercenie oraz przejazdy na punkt zerowy, parkowy lub pomiarowy.
- W trakcie obróbki prędkość można płynnie zmieniać w zakresie od 0 do 100 % – za pomocą suwaka, pokrętki ręcznej lub klawiszy +/- na klawiaturze.



Ponieważ prędkość jest zmieniana poprzez taktowanie kontrolera, wszystkie prędkości (również prędkość jałowa) zmieniają się proporcjonalnie. Maksymalna wartość to **100 %**!

Opcje automatycznego resetu prędkości

W menu: Ustawienia → Opcje → Ogólne → Prędkość lub przez ikonę  w pasku narzędzi można ustawić, kiedy prędkość początkowa automatycznie wraca do 100 %.

Do wyboru są:

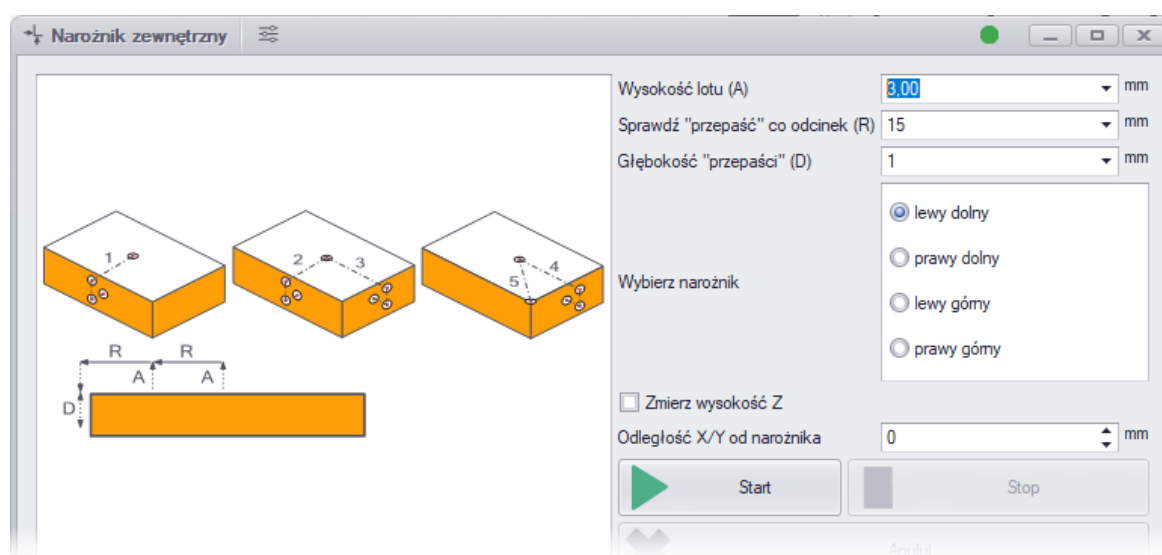
- reset przy zakończeniu lub przerwaniu zadania,
- reset przy wczytaniu nowego pliku,
- reset przy ponownym uruchomieniu programu.

6.3 Sondy

W obszarze **Przyciski** (menu: **Jazda** → **Skanowanie** lub poprzez pasek narzędzi) dostępne są różne funkcje dla sondy 3D. Za ich pomocą można np. **wyznaczać krawędzie** lub **środki punktów**, a uzyskane wyniki wykorzystać do ustalenia punktu zerowego. Każda funkcja – np. „**Narożnik zewnętrzny**” – otwiera własne okno dialogowe z parametrami i rysunkiem objaśniającym. Każde takie okno dialogowe zawiera:

- nazwę okna,
- przełącznik opcji,
- okrągły zielony symbol stanu wejścia.

W **opcjach** można ustawić, czy po zakończeniu pomiaru okno dialogowe ma zostać automatycznie zamknięte oraz czy punkt zerowy ma zostać dopasowany. Dodatkowo można włączyć wyświetlanie komunikatu informacyjnego. **Zielony symbol stanu wejścia** służy do testu działania sondy. Po naciśnięciu sondy 3D symbol zmienia się między stanem włączonym i wyłączonym.



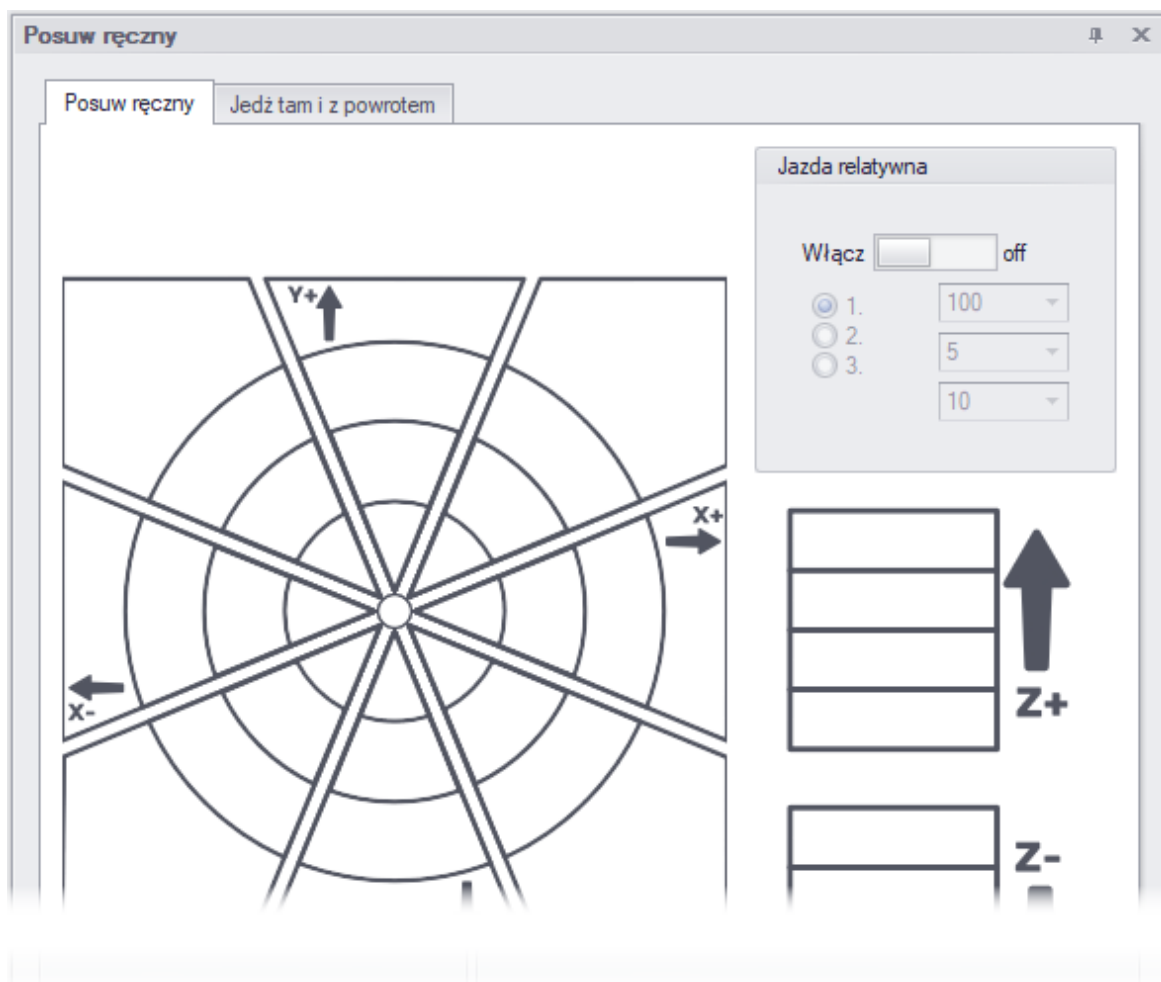
Powtarzalne pomiary: W oknie **Pozycje** (menu: **Ustawienia** → **Pozycje** → **Punkt pomiarowy**) można aktywować opcję wielokrotnego pomiaru. Tam określa się:

- ile razy pomiar ma zostać powtórzony,
- jaka maksymalna odchyłka jest dopuszczalna.

Jeśli ta opcja jest aktywna, wykonywanych jest kilka pomiarów, z których obliczany jest średni wynik, co zwiększa dokładność pomiaru.

6.4 Ręczne przesuwanie

W oknie dialogowym **Ręczne przesuwanie** dostępne są wszystkie funkcje do ręcznego sterowania maszyną. Okno to jest zadokowane po prawej stronie głównego okna programu. Za pomocą ikony  pinezki można ustawić, czy okno ma być automatycznie ukrywane, czy też zawsze widoczne.

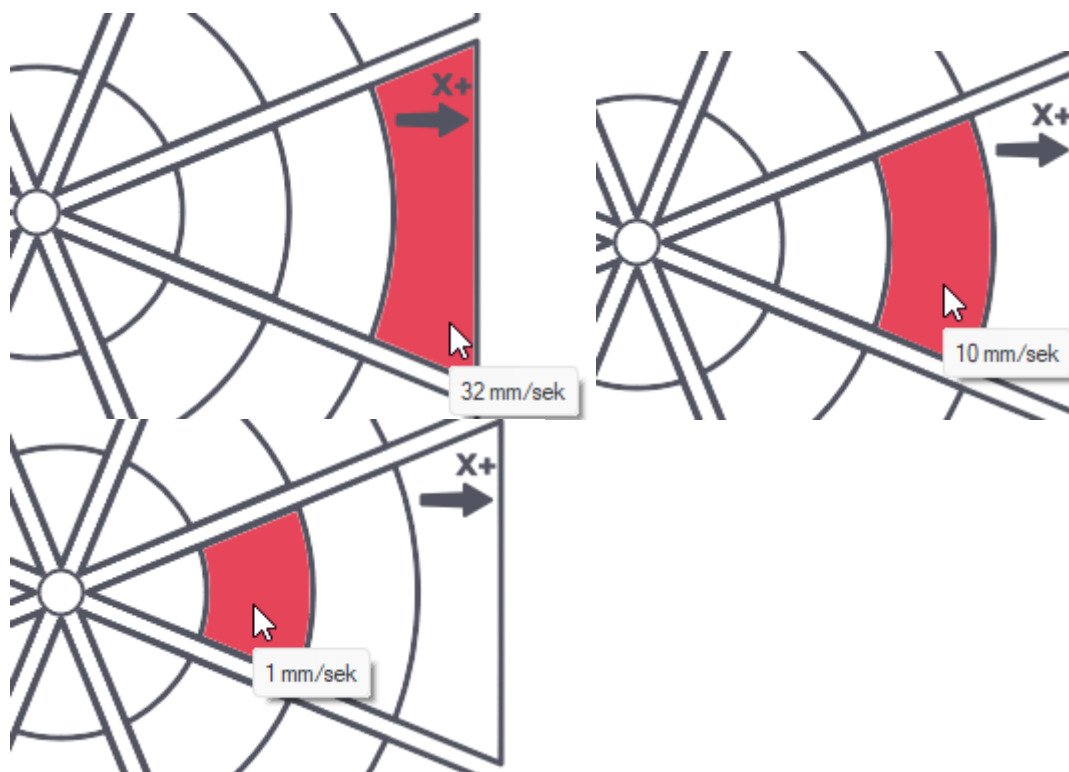


Dostępne funkcje w oknie Ręczne przesuwanie:

- ręczne przesuwanie osi,
- ustawianie prędkości przesuwu,
- jazda względna (Relative Fahrt),
- funkcje „Dojechanie do” i „Ruch wahadłowy” (Pendeln / Fahren bis),
- włączanie/wyłączanie pompy, wrzeciona i innych wyjść,
- uruchamianie makr.

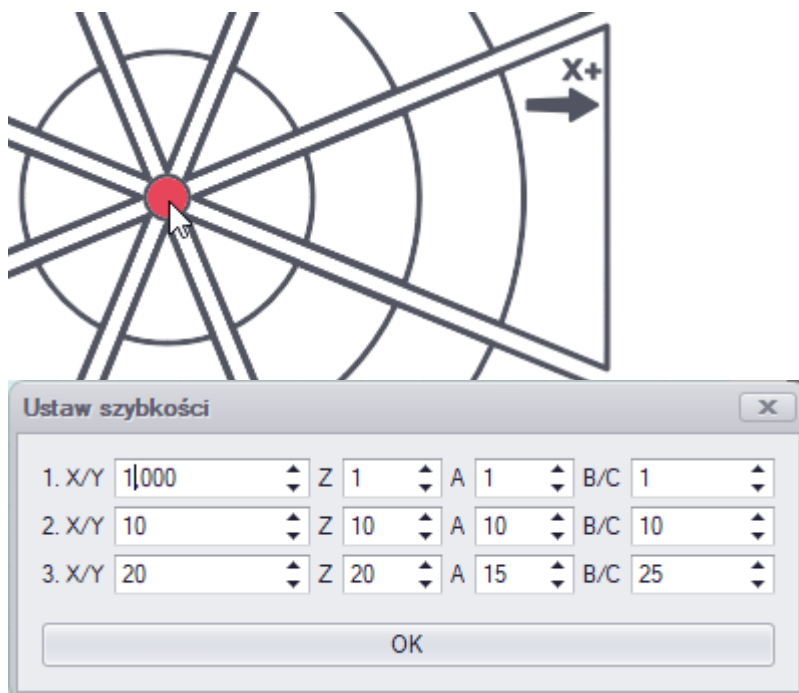
Ręczne przesuwanie osi

Okno składa się z grafiki wektorowej podzielonej na osie i pola. Kliknięcie odpowiedniego pola wybiera oś oraz przypisaną do niej prędkość ruchu. Każde pole ma przypisaną własną prędkość (patrz ilustracja).



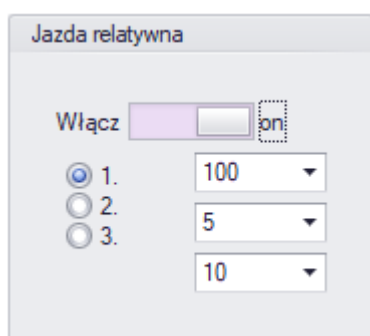
Ustawianie prędkości przesuwu

W środku grafiki znajduje się okrąg. Po jego kliknięciu otwiera się okno dialogowe „Ustaw prędkości”, w którym można przypisać indywidualne wartości prędkości do każdego pola.



Jazda względna

Funkcja umożliwia przejazd o zadaną odległość względną. Po wprowadzeniu wartości i kliknięciu przycisku osi (określającego kierunek ruchu) maszyna przejedzie wskazaną odległość.



Przykład: Jeżeli ustawiono **100 mm**, a użytkownik kliknie **X+**, maszyna przesunie się o **100 mm** w dodatnim kierunku osi X.

Funkcje „Dojechanie do” i „Ruch wahadłowy”

Funkcje te pozwalają na dojazd do określonej pozycji. Po wpisaniu wartości X, Y i Z maszyna dojedzie do wybranej pozycji – bezpośrednio lub ruchem wahadłowym. Jeżeli włączona jest opcja „Ustaw pozycję X, Y myszką”, współrzędne można przejąć bezpośrednio, klikając lewym przyciskiem myszy w polu roboczym.

Sterowanie pompą, wrzecionem i innymi wyjściami

- Wrzeciono i pompę można włączać/wyłączać klikając odpowiednie przyciski.
- W menu kontekstowym „Dostosuj układ” można dodać dodatkowe przyciski, np. do sterowania uchwytem narzędzia lub obrotami wrzeciona.
- Istnieje także możliwość dodania własnych przycisków, które uruchamiają makra.

Dzięki temu okno **Ręczne przesuwanie** można w pełni dostosować do indywidualnych potrzeb. Więcej informacji znajduje się w rozdziale „[Dostosowywanie okna Ręczne przesuwanie](#)¹²²”.

6.4.1 Dostosowywanie okna „Ręczne przesuwanie”

Wszystkie okna dialogowe, w tym również okno **Ręczne przesuwanie**, można dostosować metodą **Plug-and-Play**. W tym celu należy wybrać opcję „**Dostosuj układ**” z menu kontekstowego. Menu kontekstowe otwiera się po kliknięciu **prawym przyciskiem myszy** na wolnej przestrzeni w oknie **Ręczne przesuwanie** (pomiędzy elementami).

Okno Layout Customization

Po wybraniu tej opcji otwiera się okno „**Layout Customization**”.

- W dolnej części okna wyświetlane są elementy, które można przeciągnąć i upuścić (Drag & Drop) do okna Ręczne przesuwanie (należy przytrzymać lewy przycisk myszy i przeciągnąć element).
- W ten sam sposób można usuwać już istniejące elementy.
- Wszystkie elementy można dowolnie przesuwać i dostosowywać.

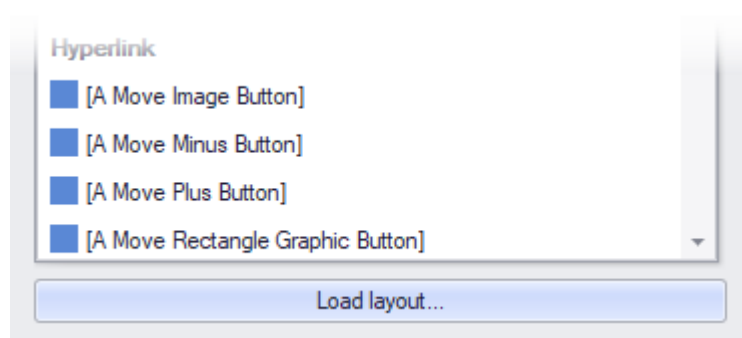
Rozszerzone menu kontekstowe

Kolejne kliknięcie prawym przyciskiem myszy w oknie Ręczne przesuwanie otwiera rozszerzone menu kontekstowe, które zawiera dodatkowe funkcje edycji i konfiguracji okna.

Wstępnie zdefiniowane układy

Dostępnych jest kilka gotowych układów okna Ręczne przesuwanie.

Można je wczytać za pomocą przycisku „Load Layout...” w dolnej części okna Layout Customization.



Jeżeli podczas edycji układu coś zostanie zmienione w sposób niepożądany, można w każdej chwili przywrócić **układ początkowy** również za pomocą przycisku „**Load Layout...**”.

6.5 Wykonanie przejazdu referencyjnego i dojazd do pozycji

W menu **Fahren (Jazda)** dostępne są różne funkcje dojazdu do pozycji, takie jak **jazda do punktu zerowego** czy **jazda do punktu parkowania**. Jedną z najważniejszych funkcji jest **przejazd referencyjny**, który jest niezbędny do prawidłowego pozycjonowania maszyny. Po uruchomieniu programu pozycje osi w oprogramowaniu cncGraF 8 są nieznane. Dlatego jako pierwsze musi zostać wykonane **referencjonowanie osi**. Ze względów bezpieczeństwa przejazd ten rozpoczyna się zazwyczaj od osi **Z do góry**, a następnie wykonywany jest dla osi **X, Y** itd.

Okno dialogowe Referenzfahrt (Przejazd referencyjny)

W tym oknie można wybrać, które osie mają zostać zreferencjonowane.

- Jeżeli odznaczymy oś, zostanie ona pominięta w procesie.
- W maszynach CNC bez wyłączników referencyjnych lub podczas pierwszej konfiguracji punkt odniesienia można ustawić ręcznie przez: „Widok > Ustaw punkt referencyjny”. Po zakończeniu przejazdu referencyjnego wartości współrzędnych absolutnych w głównym oknie programu są ustawiane na pozycje początkowe.

Prędkość przejazdu

Przejazd referencyjny wykonywany jest z obniżoną prędkością, dlatego w przypadku dużych maszyn CNC może trwać dłużej. Funkcja „Szybki przejazd referencyjny” rozpoczyna przejazd ruchem szybkim do wcześniej ustalonej pozycji w pobliżu punktu odniesienia (X, Y, Z), a dopiero potem uruchamiany jest właściwy przejazd referencyjny (patrz rozdział Konfiguracja maszyny > Osie > Referencjonowanie).



Funkcja ta nie jest dostępna od razu po uruchomieniu programu. Można z niej skorzystać tylko wtedy, gdy:

- pozycja maszyny jest znana oraz
- wszystkie osie zostały już zreferencjonowane.

Dojazd do punktów

Aby możliwe było wykonanie przejazdu do punktu zerowego, parkowania lub pomiarowego, punkt ten musi zostać najpierw zdefiniowany w oknie „Pozycje” (menu: Ustawienia > Pozycje lub przez ikonę w pasku menu).

Wizualizacja kierunku ruchu

Podczas przejazdu referencyjnego kierunek ruchu jest oznaczony za pomocą strzałek:

- <-- = ruch w kierunku wyłącznika referencyjnego
- -> = ruch od wyłącznika

6.6 Pauza i przerwanie

Podczas pracy maszyny CNC wszystkie funkcje są dezaktywowane – z wyjątkiem pauzy i przerwania. Obie funkcje zatrzymują proces obróbki, jednak różnią się działaniem:

- **Pauza:** Maszyna zostaje zatrzymana z wykorzystaniem rampy hamowania. Obróbkę można następnie wznowić bez ponownego przejazdu referencyjnego.
- **Przerwanie (klawisz ESC):** Maszyna zostaje natychmiast zatrzymana, bez rampy hamowania. Może to spowodować utratę kroków, dlatego po takim zatrzymaniu konieczne jest obowiązkowe wykonanie przejazdu referencyjnego, aby ponownie określić pozycję maszyny.

6.7 Sprawdzenie pozycji

Funkcja **Sprawdzenie pozycji** (Menu: *Jazda > Sprawdzenie pozycji*) wykonuje przejazd referencyjny. W odróżnieniu od normalnego przejazdu referencyjnego, podczas tego procesu sprawdzana jest aktualna pozycja, a na końcu wyświetlane są **utruty kroki** dla każdej osi.



Ważne: Po skonfigurowaniu wszystkich parametrów maszyny należy koniecznie uruchomić tę funkcję, aby sprawdzić ustawienia oraz sprzęt.

Szczegółowe informacje dotyczące wykonania testu pozycji znajdują się w rozdziale „[Utrata kroków](#)”^[44].

Możliwe przyczyny utraty kroków:

- Zbyt wysokie prędkości → sprawdzić w oknie dialogowym [Parametry maszyny -> Prędkości](#)^[34].
- Niewłaściwe zasilanie silników (zbyt mały lub zbyt duży prąd) → skontrolować ustawienia sprzętowe (sterowniki silników – endstufen).
- Źle ustawiona funkcja redukcji prądu silnika → sprawdzić w oknie dialogowym Parametry maszyny > [Przypisanie pinów](#)^[29].
- Błędnie ustawione sygnały taktu → w menu Parametry maszyny > Przypisanie pinów dostosować opcję [odwracania sygnału taktu](#)^[18] dla silników krokowych.
- Problem sprzętowy → osie poruszają się ciężko, szarpia lub blokują się.

6.8 Skanowanie przedmiotu obrabianego

Funkcja *Skanowanie przedmiotu obrabianego* (menu: „Fahren -> Tasten -> Werkstück abtasten”) umożliwia frezowanie na nierównych powierzchniach. Przed rozpoczęciem procesu frezowania powierzchnia w kierunku osi Z jest mierzona wstępnie w określonej siatce pomiarowej. Uzyskane dane służą następnie do korekcji osi Z, tak aby frez podczas obróbki utrzymywał stałą głębokość zanurzenia – w granicach zadanej tolerancji.

Funkcje okna dialogowego „Urządzenie do skanowania”

Odstęp od krawędzi

Zapobiega błędom podczas skanowania przy krawędziach przedmiotu obrabianego, ograniczając obszar pomiaru tak, aby nie dochodził do samej krawędzi.

Powierzchnia skanowania

Określa rozmiar obszaru pomiarowego w kierunkach X i Y (w milimetrach).

Przerwanie przy przekroczeniu tolerancji

Funkcja bezpieczeństwa: porównuje aktualną pozycję pomiarową z ostatnio zarejestrowaną wartością. Jeśli różnica przekracza ustawioną tolerancję, maszyna zostaje natychmiast zatrzymana.



Ostrzeżenie: Funkcja bezpieczeństwa *Przerwanie przy przekroczeniu tolerancji* powinna być zawsze aktywna.

Podział

Siatka pomiarowa w kierunku X i Y jest tworzona poprzez podział długości i szerokości pola skanowania.

Przykład: przy długości boku 100 mm i podziale 5 powstaje w sumie sześć punktów pomiarowych w odstępach co 20 mm. Przy stosunkowo płaskich powierzchniach wystarczy niewiele punktów siatki, aby uzyskać wymaganą precyzję korekcji wysokości.



Dla kontroli obszar pomiarowy można wyświetlić, aktywując opcję *Pokaż powierzchnię skanowania* lub po zakończeniu skanowania w menu głównym: *Widok > Powierzchnia skanowania*. Wymiary późniejszego grawerunku lub wzoru frezowania muszą być zawsze mniejsze niż zdefiniowana powierzchnia pomiarowa.

Podnoszenie sondy

Definiuje odstęp końcówki narzędzia od materiału podczas przejazdów jałowych.

Odchylenie sondy

Na końcu procesu skanowania program oblicza wartości idealne dla każdego pola siatki (prostokąta) na podstawie zebranych danych. Odchylenie to różnica między wartością idealną a pomiarową. Zawsze wyświetlane jest największe odchylenie. Jeśli odchylenie przekracza 0,1 mm, dane pole siatki może zawierać wypukłość lub zagłębienie. W takim przypadku należy wybrać mniejszą siatkę i ponownie przeskanować powierzchnię.



Odchylenie można także później wyświetlić w menu głównym: *Widok > Odchylenie sondy...*

Eksport / import danych skanowania

Uzyskane dane pomiarowe można eksportować lub importować (menu: „Plik -> Dane skanowania”). Dane można zapisać jako plik DXF (linie lub punkty), plik DIN66025, plik tekstowy albo plik cncGraF 8 SCAN.

Pliki SCAN można później ponownie wczytać do cncGraF 8 za pomocą funkcji importu.

6.9 Kalibracja czujnika długości narzędzia

Aby możliwy był pomiar długości narzędzia, konieczna jest jednorazowa kalibracja czujnika długości narzędzia. Proces ten odbywa się za pomocą asystenta. Przed uruchomieniem asystenta należy w *Ustawienia > Pozycje > Punkt pomiarowy* zdefiniować punkt pomiarowy.

Procedura i wskazówki dotyczące tego kroku opisane są w rozdziale „[Punkty pomiarowe](#)”.



Uwaga: Odpowiednie wejście dla czujnika długości narzędzia musi być wybrane w parametrach maszyny i powinno zostać sprawdzone. W tym celu należy uruchomić czujnik długości narzędzia i skontrolować w pasku stanu (przy ikonie USB/Ethernet). Wejście musi się zmienić, a jego numer powinien odpowiadać ustawieniu w *Parametry maszyny > Przypisanie pinów > Pomiar długości narzędzia*.

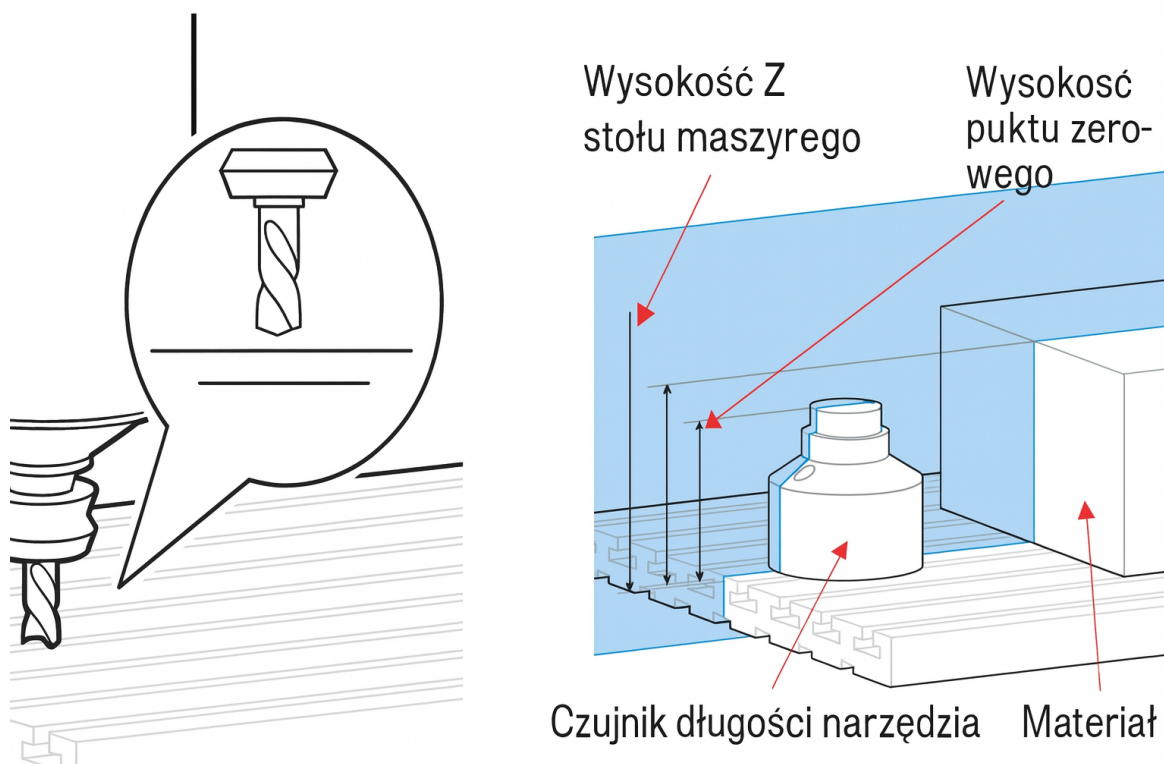
Asystent kalibracji czujnika długości narzędzia wykonuje krok po kroku następujące zadania:

Przejazd referencyjny

Dla prawidłowego określenia pozycji najpierw wymagany jest przejazd referencyjny. Jeśli został już wykonany, można ten krok pominąć klikając *Dalej*.

Pomiar wysokości stołu maszyny

- Zamontować dowolne narzędzie.
- Opuścić oś Z tak, aby końcówka narzędzia dotknęła stołu maszyny.
- Zapisać wysokość stołu, wybierając w oknie dialogowym element *Kliknij tutaj*, aby zapisać wysokość stołu. Na podstawie zapisanej wysokości stołu i grubości materiału tworzona jest wysokość punktu zerowego (Z0). Grubość materiału zaczyna się na poziomie stołu maszyny i kończy na górnej krawędzi materiału (patrz rysunek).



Rysunek: wysokość stołu i grubość materiału razem tworzą wysokość punktu zerowego.



W oknie dialogowym [Pozycje](#)^[69] wysokość punktu zerowego można zdefiniować poprzez podanie grubości materiału.

Podsumowanie

Na ostatniej stronie asystenta wyświetlana jest wysokość stołu i wysokość przełączania czujnika długości narzędzia. Po kliknięciu *Zakończ* wartości zostają przejęte, a asystent zamknięty.

Pomiar czujnika długości narzędzia

Czujnik długości narzędzia jest najeżdżany w celu określenia wysokości przełączania.



Jeśli czujnik długości narzędzia nie jest już używany, kalibrację można dezaktywować (Jazda > Czujnik długości narzędzia > Włącz lub wyłącz kalibrację czujnika długości narzędzia).

Właściwości czujnika długości narzędzia

Uzyskane wartości: wysokość stołu i wysokość przełączania można ręcznie dostosować w oknie dialogowym Właściwości czujnika długości narzędzia. Okno to wywołuje się z menu głównego: Jazda > Czujnik długości narzędzia > Właściwości czujnika długości narzędzia.



Uwaga: Edycja tych wartości powinna być wykonywana tylko w wyjątkowych przypadkach i wyłącznie przez osoby posiadające dogłębną wiedzę o systemie.

6.10 Pomiar narzędzia

Aby możliwy był pomiar długości narzędzia (menu: Jazda -> Narzędzie -> Pomiar narzędzia), wymagany jest **czujnik długości narzędzia**. Czujnik ten musi zostać wcześniej skonfigurowany poprzez jednorazową [kalibrację](#)¹²⁶.



Dalsze informacje dotyczące punktów pomiarowych znajdują się w rozdziale *Pozycje > Punkty pomiarowe*⁷².

6.11 Zmiana narzędzia

Funkcja *Zmiana narzędzia* (menu: *Jazda* -> *Narzędzie* -> *Pomiar narzędzia*) może być używana tylko wtedy, gdy dostępny jest [automatyczny zmieniacz narzędzi](#)^[38] oraz zdefiniowany [punkt parkowania](#)^[69]. Dostępne są dwa tryby zmiany narzędzia:

Ręczna zmiana narzędzia

Zmiana wykonywana jest ręcznie przez operatora maszyny w zdefiniowanym punkcie parkowania.

Automatyczna zmiana narzędzia

Zmiana wykonywana jest za pomocą automatycznego zmieniacza narzędzi. Jeśli wybrany numer narzędzia przekracza liczbę dostępnych pozycji w zmieniaczu, zmiana odbywa się ręcznie w zdefiniowanym punkcie parkowania.



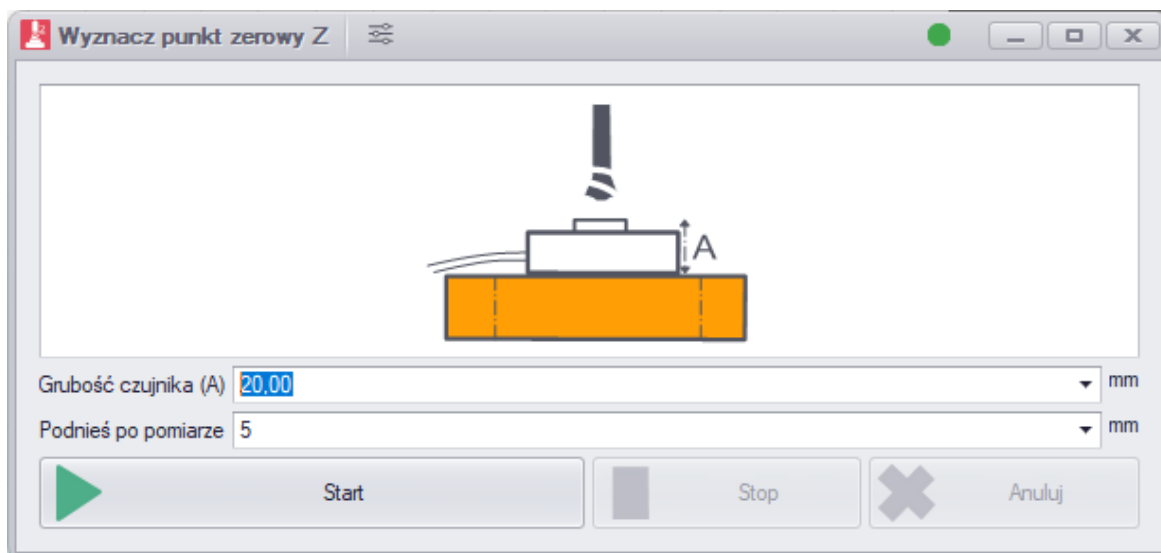
Aby zmiana narzędzia została wykonana, opcja *Zmiana narzędzia* musi być aktywowana w oknie dialogowym *Parametry zadania* (F9).

6.12 Automatyczny pomiar punktu zerowego za pomocą bloku pomiarowego

cncGraF 8 może automatycznie zmierzyć wysokość Z dla punktu zerowego. W tym celu wymagany jest blok pomiarowy lub sonda 3D. Za pomocą sondy 3D można dodatkowo automatycznie wyznaczyć punkt zerowy dla osi X i Y. Więcej informacji na temat sondy 3D znajduje się w rozdziale [Sondy](#)¹¹⁷.

Wymagania dla bloku pomiarowego

- W menu Ustawienia > Parametry maszyny > Przypisanie pinów musi być zdefiniowane wejście dla automatycznego pomiaru.
- Używany pin można sprawdzić w Widok > Interfejs. W tym celu należy uruchomić czujnik – wejście zmieni status i w ten sposób zostanie zidentyfikowany właściwy pin.
- Prędkość pomiarowa dla osi Z musi być ustawiona na bardzo niską (Parametry maszyny > Prędkości > Prędkość pomiarowa punktu zerowego X, Y i Z).
- Dokładna wysokość bloku pomiarowego w milimetrach musi być podana (patrz rysunek).



7 Edycja

cncGraF 8 może wykonywać dwa rodzaje danych:

Pliki 2D (np. DXF)

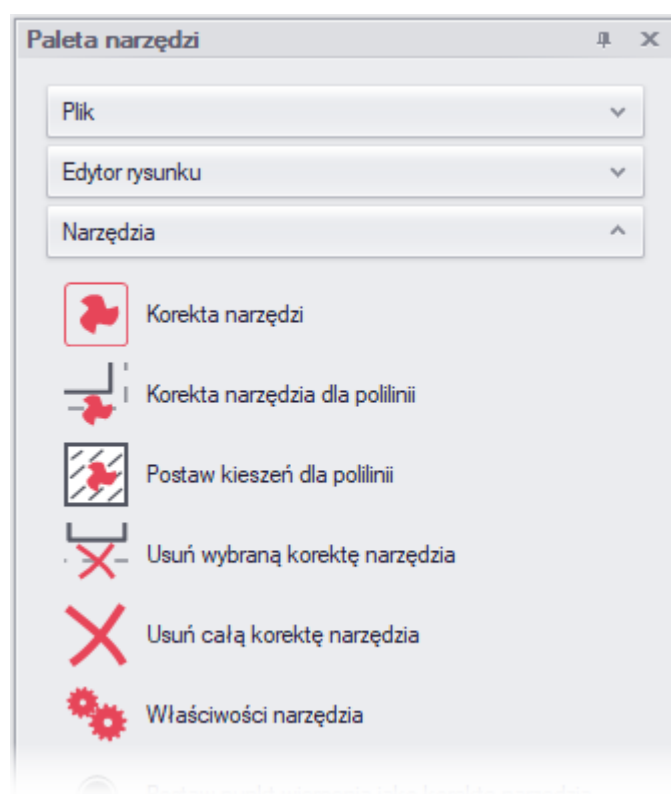
Pliki te nie zawierają parametrów specyficznych dla maszyny, takich jak prędkości, definicje narzędzi, kolejność obróbki czy korekcje narzędzi. Do frezowania informacje te muszą zostać uzupełnione w programie. To rozwiązanie szczególnie dobrze nadaje się na początek, ponieważ pozwala szybko realizować proste zadania 2,5D, takie jak frezowanie lub wiercenie płytek czołowych.

Pliki G-Code (DIN66025)

Są to kompletne pliki maszynowe i zawierają wszystkie wymagane informacje do pracy CNC. Ich obsługa jest bardziej złożona, ale zapewnia pełną funkcjonalność i elastyczność.



Paletę narzędzi można dostosować w menu *Ustawienia > Opcje > Ogólne i paleta narzędzi*, ukrywając nieużywane funkcje.



Edycja rysunku

W sekcji Edycja rysunku dostępne są podstawowe funkcje umożliwiające pozycjonowanie, obracanie lub odbijanie rysunku na powierzchni maszyny lub na zdefiniowanym przedmiocie obrabianym.

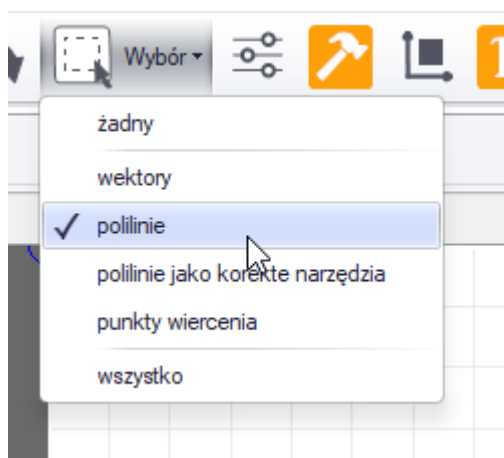
Dodatkowo istnieje możliwość rozciągania rysunku (praktycznie tylko do testowania maszyny CNC) lub zaokrąglania narożników.

Najważniejszą funkcją w tym obszarze jest pozycjonowanie na przedmiocie obrabianym, ponieważ zazwyczaj jest to pierwszy krok po otwarciu rysunku.

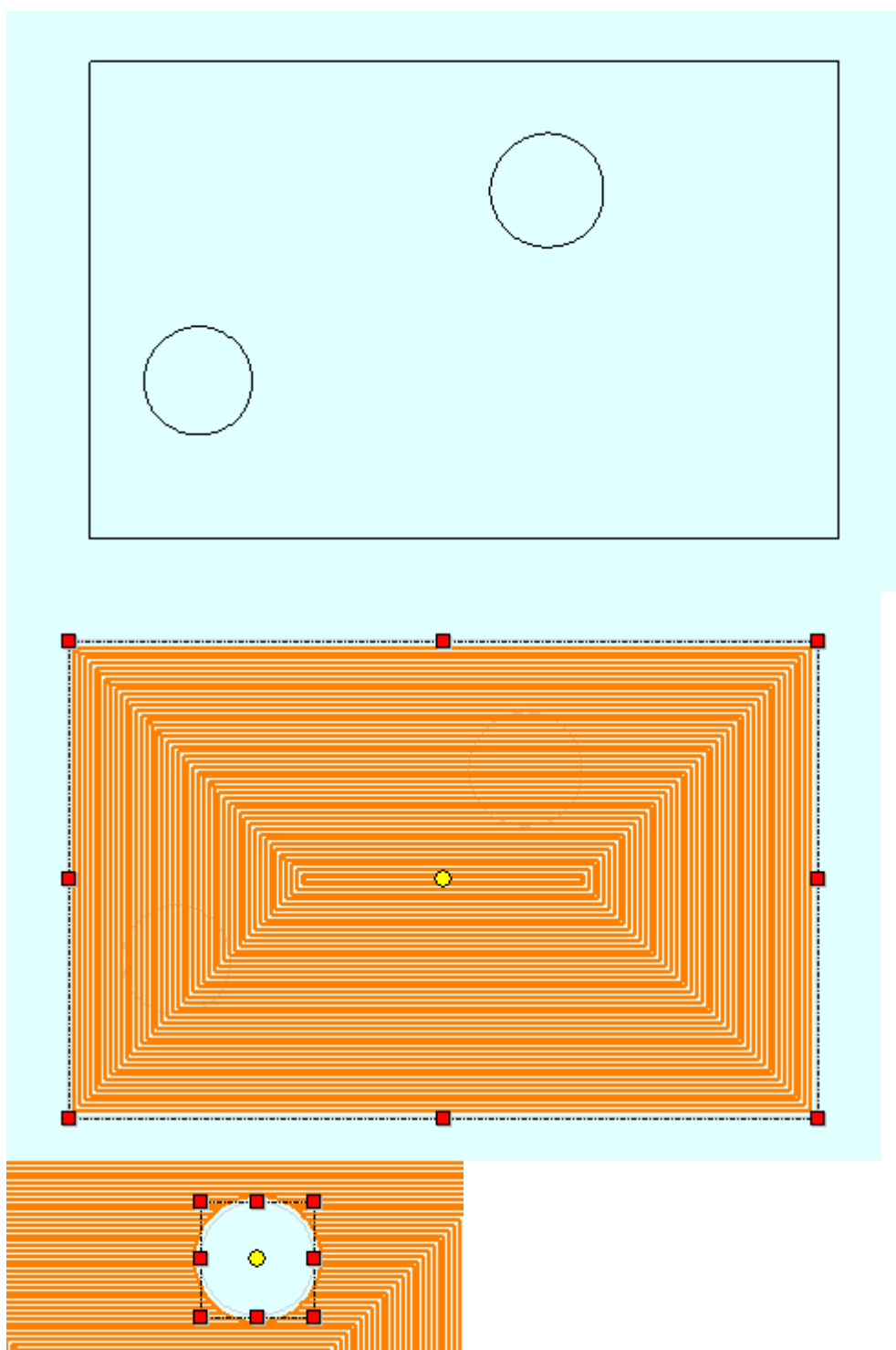
Narzędzia

W sekcji Narzędzia znajdują się funkcje do edycji narzędzi:

- Automatyczna korekta narzędzia (korekta promienia) może być wykonana dla całego pliku.
- Aby ustawić korektę narzędzia dla polilinii, należy zaznaczyć wybraną polilinię myszą za pomocą [prostokąta wyboru](#) ¹³⁵ (patrz rysunek), a następnie obliczyć korektę promienia przyciskiem Ustaw. Więcej informacji o prostokącie zaznaczenia znajduje się w odpowiednim rozdziale.



- Kieszon z wyspą tworzona jest w ten sposób, że najpierw obliczana jest kieszeń. Następnie wybiera się wewnętrzną polilinię myszą i potwierdza przyciskiem Opróżnij (patrz ilustracje).



- W palecie narzędzi dostępna jest funkcja Właściwości narzędzia. Umożliwia ona zmianę numeru narzędzia i/lub kierunku frezowania dla wybranego elementu (polilinii).

Konwersja punktów na punkty wiercenia

cncGraF 8 obsługuje import plików *Sieb & Maier*. Ponieważ ten format używany jest tylko w nielicznych programach (głównie w oprogramowaniu do projektowania płytek drukowanych), cncGraF 8 udostępnia narzędzie do generowania danych wiercenia bezpośrednio z plików 2D. W tym celu punkty wiercenia w pliku 2D (HPGL lub DXF) muszą być narysowane jako punkty

- lub – zalecane – jako krzyżyki .
- Proste mostki można ustawić, klikając wybrany wektor.
- Ruch wejścia i wyjścia można dodać jako linię lub łuk. Maszyna podjeżdża wtedy do konturu z boku w kierunkach X i Y (bez zanurzania w osi Z).

Kolejność obróbki

W tej sekcji ustala się kolejność obróbki w ramach danego narzędzia. Polilinie mogą być przesuwane na początek lub koniec procesu obróbki albo oznaczane punktem startowym.



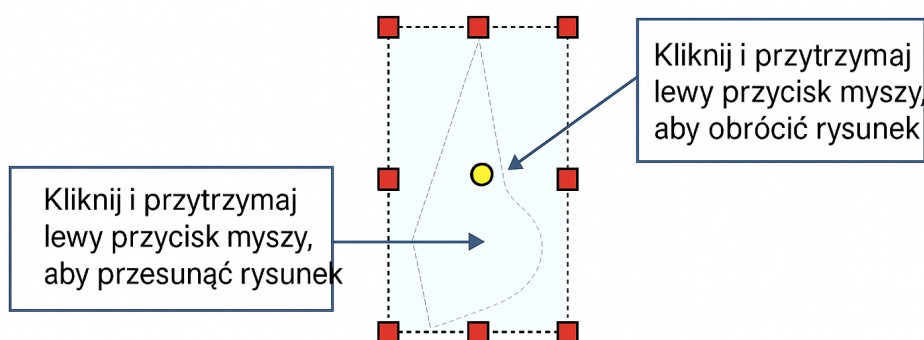
Ważne: Za pomocą funkcji *Optymalizacja ścieżki* można korygować błędy w pliku DXF – takie jak podwójne wektory czy niezamknięte polilinie – oraz optymalizować ścieżki obróbki.

7.1 Prostokąt wyboru

Funkcja *Prostokąt zaznaczenia* umożliwia edycję fragmentów rysunku (przesuwanie, obracanie, kopiowanie lub usuwanie) za pomocą myszy. Najpierw należy wybrać typ danych za

pomocą symbolu  *Auswahl* na poziomym pasku narzędzi (do wyboru: wektory, polilinie, polilinie z korekcją promienia, punkty wiercenia lub wszystko).

Następnie na powierzchni graficznej pojawia się kursor w formie krzyża. Przytrzymując lewy przycisk myszy, przeciąga się prostokąt obejmujący elementy do edycji. Po jego zwolnieniu pojawia się prostokąt zaznaczenia, w którym oznaczone są wybrane fragmenty rysunku (patrz ilustracja).



Ilustracja: zawartość prostokąta zaznaczenia można obracać, kopiować lub przesuwać.

Po dokonaniu zaznaczenia myszą można wykonać wybraną operację, wybierając odpowiednią funkcję i klikając lewym przyciskiem myszy na obszarze roboczym.

Opis funkcji	Klawisz	Polecenie menu
Usuń	[Del]	Edycja > Zawartość prostokąta zaznaczenia > Usuń
Kopiuj	[Ctrl + C] i lewy przycisk	Edycja > Zawartość prostokąta zaznaczenia > Kopiuj

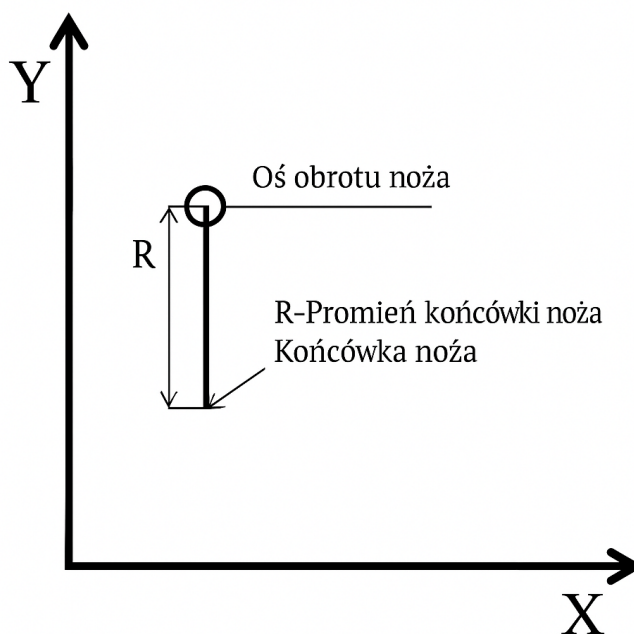
Opis funkcji	Klawisz	Polecenie menu
Przesuń	[Ctrl + X] i lewy przycisk	Edycja > Zawartość prostokąta zaznaczenia > Przesuń
Obróć	Środek prostokąta ● + lewy przycisk	brak
Zmień kierunek frezowania i nr narzędzia	Prawy przycisk > Właściwości...	brak

7.2 Korekcja noża obrotowego



Korekcja noża obrotowego może być wykonana tylko dla plików HPGL.

Przed rozpoczęciem procesu cięcia orientacja noża obrotowego jest nieznana. Dlatego przed cięciem należy go ustawić w kierunku osi Y (rys. 1).



Rys. 1: pozycja startowa noża obrotowego

Zaraz po starcie nóż jest dokładnie justowany w kierunku osi Y za pomocą odcinka wyrównującego (rys. 2).



Rys. 2: odcinek wyrównujący

Korekcja noża obrotowego

W oknie dialogowym Korekcja noża *obrotowego* (patrz rys. 3) korygowany jest promień noża obrotowego. Okno to można otworzyć przez menu główne: *Edycja > Korekcja noża obrotowego...*

Okno składa się z dwóch części: **Parametry** i **Wyrównanie**.

Parametry noża obrotowego

- Offset noża – odległość pomiędzy osią obrotu noża a jego ostrzem (promień noża).
- Kąt początkowy – określa różnicę kątową, od której obliczana jest ścieżka korekcyjna dla noża. Im większy kąt początkowy, tym bardziej zaokrąglone będą narożniki cięcia. Zalecana wartość: 8°.
- Skalowanie – pozwala dowolnie powiększać rysunek.



Po wykonaniu obliczeń rysunku nie wolno już powiększać, ponieważ zmieni się także promień noża.

Wyrównanie noża obrotowego

- Odstęp – określa odległość odcinka wyrównującego od właściwego konturu.
- Długość – określa długość odcinka wyrównującego.
- Wyrównaj – po zaznaczeniu tej opcji maszyna przejeżdża odcinek wyrównujący.



Wartość *Odstęp* powinna być dobrana tak, aby odcinek wyrównujący znajdował się poza konturem, w przeciwnym razie właściwy kontur zostałby uszkodzony!

Po ustawieniu wszystkich parametrów można je zatwierdzić przyciskiem *OK*, a cncGraF 8 obliczy ścieżki cięcia.



Podczas ustawiania punktu zerowego w osi Z należy uwzględnić głębokość cięcia folii (lub kartonu).

7.3 Rozmieszczanie

Funkcja *Rozmieszczanie* (okno: *Paleta narzędzi > Dodatki*) układa elementy 2D na przedmiocie obrabianym w sposób oszczędzający miejsce. Do rozmieszczania można dodać również kilka plików jednocześnie.

7.4 TeachIn

TeachIn (okno: *Paleta narzędzi > Dodatki*) jest narzędziem umożliwiającym dojazd do określonych pozycji i zapisanie ich następnie w pliku HPGL lub w pliku G-Code (DIN66025).

Po uruchomieniu funkcji *TeachIn* można dojechać do wybranych pozycji za pomocą opcji [Ręczne przesuwanie](#)^[118], a następnie dodać je do listy wyjściowej przyciskiem *Dodaj*. Gdy wszystkie punkty zostaną wpisane, lista wyjściowa może zostać zapisana w pliku HPGL lub w pliku G-Code.

8 Komunikacja TCP-Server/Client i Modbus-TCP-Client

Aby wysyłać lub odbierać dane przez TCP albo Modbus TCP, należy najpierw zdefiniować kanały danych (Menü: *Dodatki -> Administrator kanałów danych*). Kanały te dzielą się na **kanały odbiorcze** i **kanały nadawcze**.

Przykład kanału nadawczego: *Wyślij pozycję X maszyny CNC* – przesyła aktualną pozycję osi X.

Przykład kanału odbiorczego: *Uruchom „Start zadania”, gdy zostanie odebrana wartość w kolumnie „P”*.



Wskazówka: Dla kanałów nadawczych zaleca się tryb transmisji *Przy zmianie wartości*, aby uniknąć zbędnego ruchu sieciowego spowodowanego wielokrotnym wysyłaniem tych samych danych.

Konfiguracja klientów/serwerów TCP i Modbus

W odpowiednim oknie dialogowym można utworzyć serwery TCP lub klientów TCP/Modbus. Za pomocą filtrów można powiązać wcześniej zdefiniowane kanały danych z połączeniami.



Ważne: **Transaction ID** jest unikalne dla każdego zapytania (zwykle zwiększa się kolejno). Umożliwia ono przypisanie odebranych odpowiedzi do właściwych kanałów danych i jest szczególnie istotne przy odbieraniu poleceń.

TCP/IP-Server/Client

- Wysyłane są pakiety (ciągi znaków) o zmiennej długości.
- Koniec pakietu oznaczany jest separatorem (np. <EOF> lub \r\n). Separator można dowolnie ustawić.
- Do identyfikacji można dodać oznaczenia na początku lub końcu pakietu, np. X= dla pozycji X.
- Przykład: X=147,141<EOF>

Modbus TCP (tylko klient)

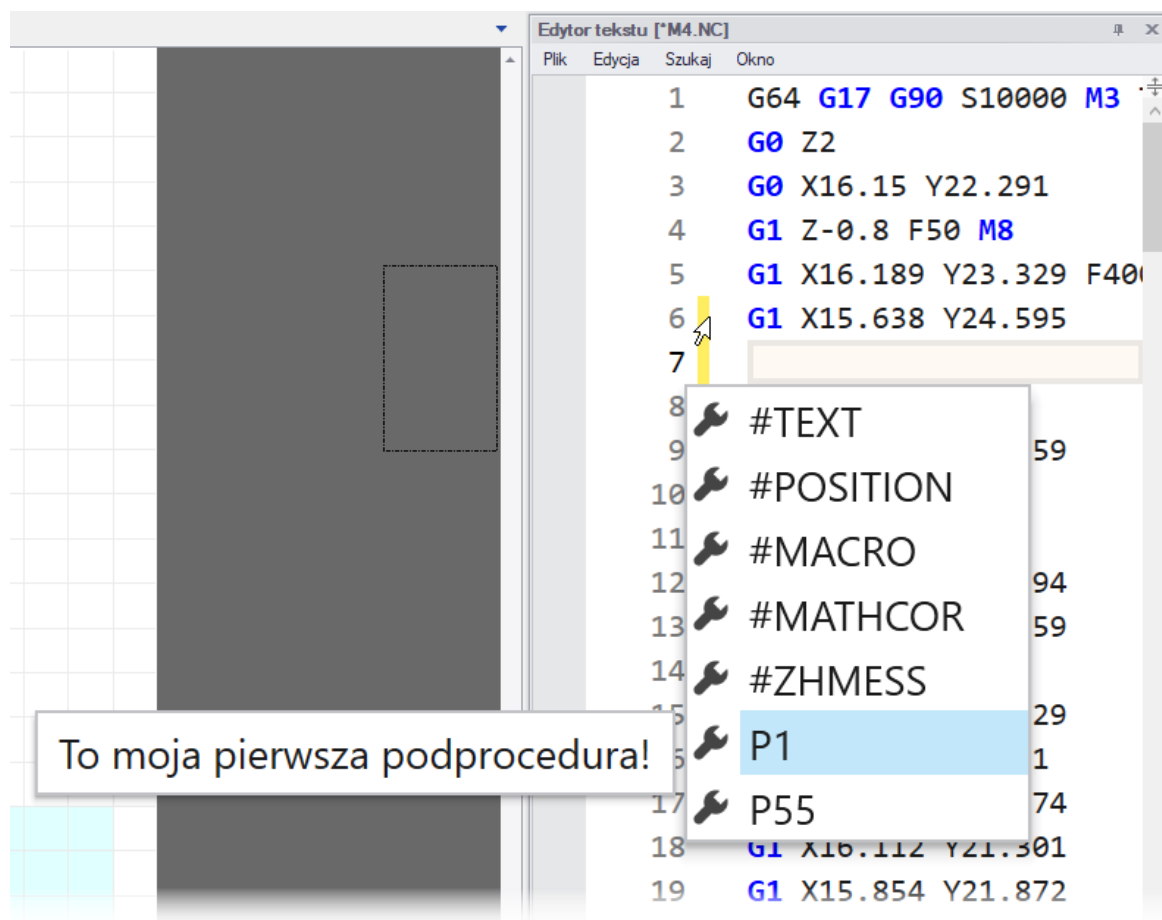
- Wykorzystywane są pakiety Modbus, takie jak Holding Register czy Coils.
- Każdy pakiet zawiera Transaction ID (ushort), które jest wymagane do jednoznacznego przypisania odpowiedzi.

9 Zintegrowany edytor tekstu

Wewnętrzny edytor tekstu jest pełnoprawnym edytorem, który obsługuje pliki G-Code (DIN66025) oraz HPGL i oferuje następujące funkcje:

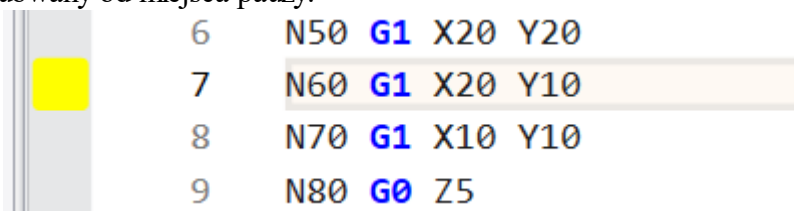
1. **Podświetlanie składni** dla G-Code (DIN66025), gdzie polecenia oznaczane są na niebiesko.

2. W edytorze tekstu plik DIN66025 można rozszerzać o kolejne polecenia dzięki funkcji **autouzupełniania**. Naciśnij klawisze *CTRL* + *Spacja*, aby wywołać autouzupełnianie (patrz rys. 1).



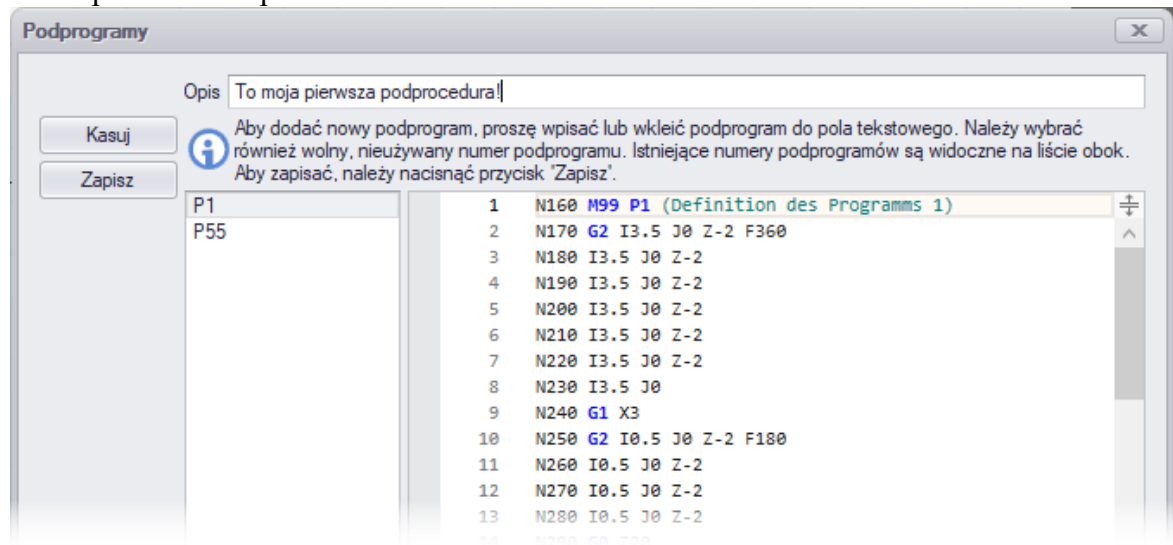
Rys. 1: autouzupełnianie zostało wywołane w wierszu 8 za pomocą klawiszy *CTRL* + *Spacja*, a wybrano podprogram P1 (to mój pierwszy podprogram!).

3. W menu głównym edytora tekstu *Edycja* -> *Wstaw pauzę* można ustawić pauzę. Pauza oznaczana jest żółtym prostokątem na krawędzi. W oknie zadania proces frezowania może być kontynuowany od miejsca pauzy.



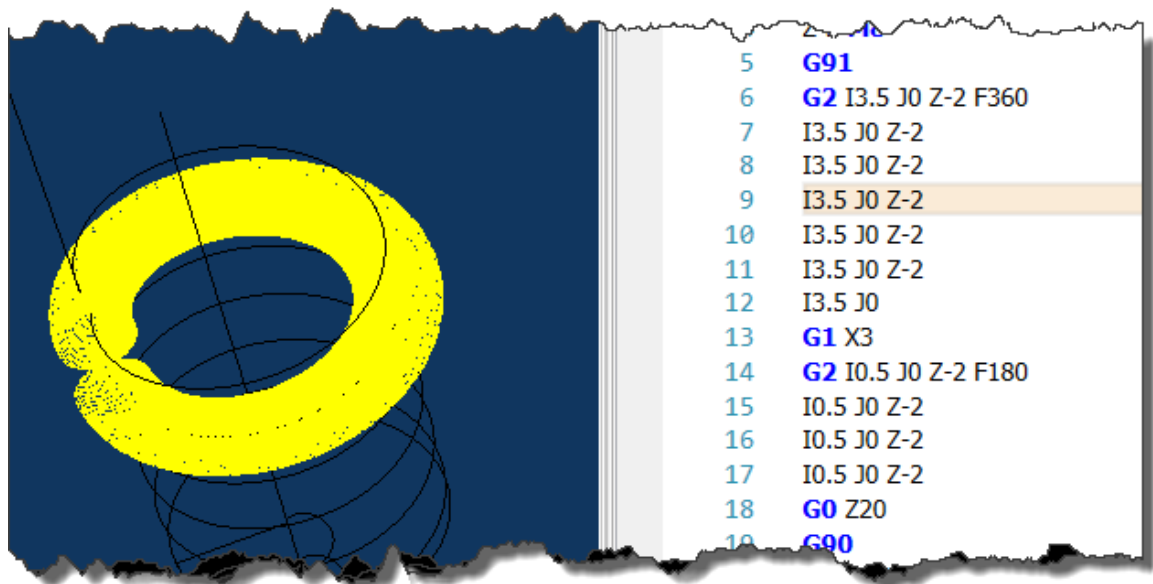
Rys. 2: pauza została ustawiona w wierszu 7.

4. W menu głównym edytora tekstu *Edycja -> Podprogramy* można zarządzać podprogramami. Dzięki funkcji autouzupełniania podprogramy mogą być wstawiane bezpośrednio do pliku DIN66025.



Rys. 3: opis podprogramu wyświetlany jest jako pomoc w oknie autouzupełniania.

5. Edytor tekstu posiada również funkcje: **Szukaj i zamień**, **Idź do...** oraz **drukowanie z podglądem wydruku** (menu: *Szukaj i Plik -> Drukuj*).
6. W widoku 3D można sprawdzić pliki DIN66025 – wybrany wiersz w edytorze tekstu zostaje wyróżniony kolorem (żółty cylinder) w oknie 3D.

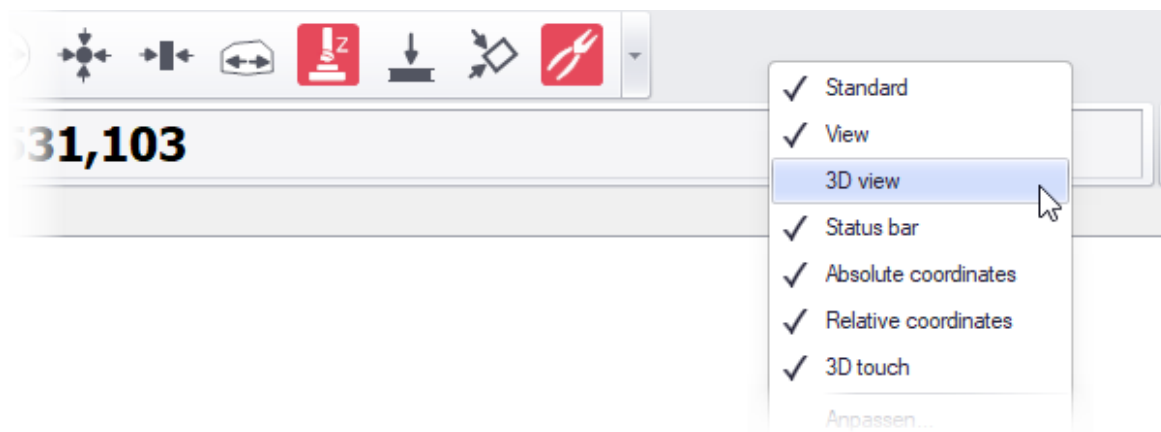




Edytor tekstu jest **oknem dokowalnym** i może być umieszczony po dowolnej stronie głównego okna programu.

10 Model 3D

Funkcja *Podgląd rysunku w 3D* umożliwia obliczenie modelu 3D oraz wyświetlanie linii G-Code w widoku 3D. Funkcję tę można uruchomić przez *Okno > Widok 3D*. Dodatkowo dostępny jest pasek narzędzi 3D, który można włączyć w menu (klikając prawym przyciskiem myszy na menu).

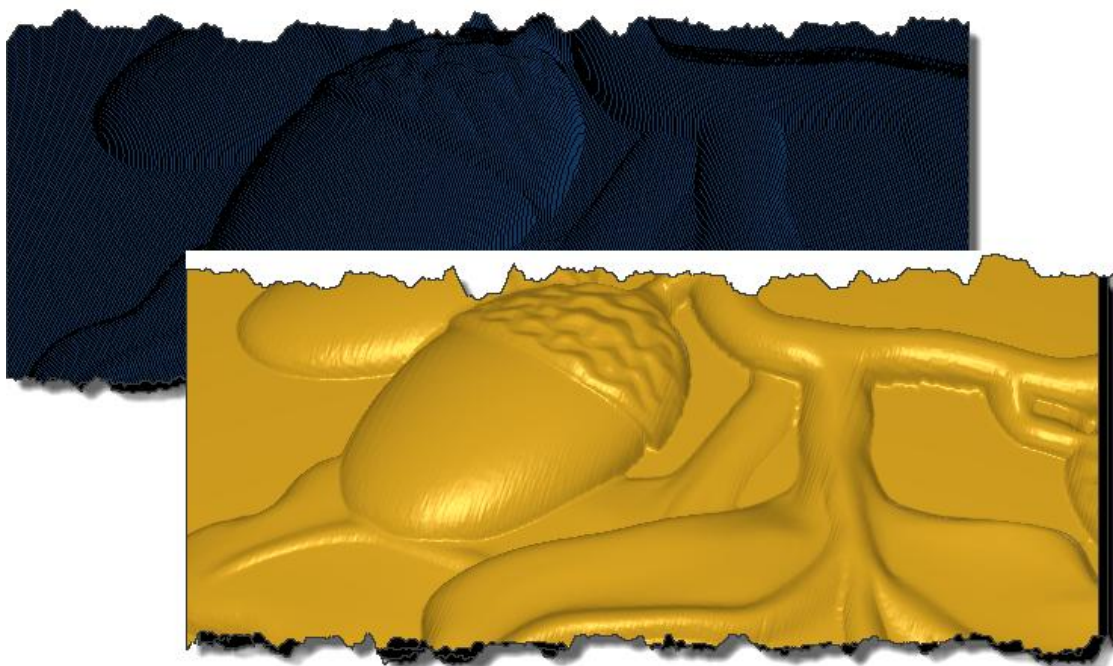


Widok 3D wymaga wydajnej karty graficznej oraz obsługi OpenGL!

Model 3D

W widoku 3D można wygenerować model 3D. Należy spełnić następujące warunki:

- Dla załadowanych danych muszą być zdefiniowane odpowiednie narzędzia w [magazynie narzędzi](#)^[74] (rodzaj narzędzia, średnica).
- Do wygenerowania modelu 3D wymagany jest przedmiot obrabiany. W oknie dialogowym [Parametry przedmiotu](#)^[73] obrabianego należy zdefiniować odpowiednio duży przedmiot w osiach X, Y i Z.



Polecenia DIN66025

Polecenia DIN66025 można weryfikować w widoku 3D. Linia DIN66025 wybrana kursorem w [edytorze tekstu](#)¹⁴¹ zostaje podświetlona kolorem (żółty cylinder) w widoku 3D. Za pomocą kombinacji klawiszy *CTRL* + *lewy przycisk myszy* można zaznaczyć wektor w widoku 3D.

11 Ustawienia systemowe

Wszystkie ustawienia, z wyjątkiem magazynu narzędzi, zapisywane są w pliku konfiguracyjnym *config.xml*. Jest to plik XML, który można otworzyć w edytorze tekstu. W menu głównym *Ustawienia -> Ustawienia -> Wczytaj...* można załadować plik konfiguracyjny.

Plik *config.xml* znajduje się w katalogu: ...\\Users\\[BENUTZERNAME] \\AppData\\Roaming\\cncGraF8\\. W pliku konfiguracyjnym znajdują się również parametry, które nie mają odpowiednika w ustawieniach dialogowych. Aby je zmienić, należy otworzyć wcześniej zapisany plik *config.xml* w edytorze tekstu.



Aby zabezpieczyć swoje ustawienia cncGraF 8, wybierz w menu *Ustawienia -> Ustawienia systemowe -> Zapisz*. Utworzony plik systemowy należy przechowywać w bezpiecznym miejscu (nie na tym samym komputerze, lecz np. na pamięci USB lub płycie CD-ROM).

12 Rozwiązywanie problemów

Błąd	Możliwe rozwiązanie
Brak połączenia ze sterownikiem smc5d	Odłącz kabel USB i podłącz go ponownie. - Użyj innego kabla USB. - Zwiększ parametr <i>Przerwanie po</i> w menu <i>Parametry maszyny -> Połączenie</i>. - Wyłącz i ponownie włącz całą elektronikę. - Zakończ program i uruchom go ponownie. - Sprawdź w Menedżerze urządzeń w systemie Windows, czy sterownik smc5d został prawidłowo rozpoznany. W obszarze <i>Kontrolery USB</i> musi widnieć smc5d.
Podczas jazdy referencyjnej co najmniej jedna oś porusza się wolno od wyłącznika lub na wyłącznik	Kierunek jazdy referencyjnej jest ustawiony nieprawidłowo i musi zostać zmieniony. Do prawidłowego ustawienia wyłączników referencyjnych użyj asystenta <i>Wyłącznik referencyjny</i>. Więcej informacji znajdziesz w rozdziale Wyłączniki referencyjne^[29].
Maszyna wydaje dźwięki, ale nie pracuje	Silniki krokowe otrzymują zbyt mały prąd. Należy odwrócić (zainwertować) prąd silnika. Więcej informacji znajduje się w rozdziałach Taktowanie sterowników^[42] i Testowanie silników^[43].
Maszyna początkowo działa dobrze, ale po kilku minutach połączenie zostaje przerwane lub pojawiają się komunikaty o błędach	Prawdopodobnie komputer przechodzi w stan uśpienia po kilku minutach. Wyłącz zarządzanie energią w BIOS-ie. Sprawdź także opcje zasilania w Panelu sterowania systemu Windows.



Aby komputer nie powodował przerw w pracy, **konieczne jest wyłączenie zarządzania energią w BIOS-ie**. Należy również sprawdzić opcje zasilania w *Panelu sterowania systemu Windows*.

Index

- C -

CONFIG.XML 143

- D -

Dane i narzędzia 110
Dane skanowania 124
Dane wiercenia 67
DIN66025 48, 77
Dodaj punkty 118, 123
DXF 65

- E -

Edytor 77
Edytor tekstu 139

- F -

Frezowanie/Wiercenie 110

- G -

Gamepad 85
Gniazdowanie 138
GRF5 66

- H -

HPGL 65

- J -

Jazda 108
Jazda referencyjna 118
Jednostka i skalowanie 97
Joystick 90

- K -

Kąt początkowy 136
Katalog roboczy 77
Klawiatura numeryczna 84
Kolejność pracy 111
Konfiguracja 11
Korekcja dosuwu 111
Korekcja wysokości 111, 114, 124

- M -

Magazyn narzędzi 74
Makra 92
Materiał 73
Microsoft .NET Framework 8
Monitorowanie 118

- O -

Odjazd od wyłącznika referencyjnego 123
Odstęp od krawędzi 124
Offset noża 136

- P -

Parametry maszyny 14
Parametry przedmiotu 73
Pauza 110
Podnieś czujnik 124
Podział 124
Pokrętko ręczne 86
Pomiar 128
Pomiar punktu zerowego Z 130
Powierzchnia skanowania 124
Powtórz obróbkę 111
Pozycja parkowania 118, 123
Pozycja pomiaru 118, 123
Pozycje 69
Prędkość symulacji 108
Prostokąt wyboru 135
Punkt pomiarowy 72
Punkt zerowy 118, 123

- R -

Rejestrator makr 92

Rozmiar przedmiotu 73

- S -

Skalowanie 136

Skanowanie przedmiotu 124

Sprawdź pozycję 124

Strefy bezpieczeństwa 77

Symulacja 108

- T -

TeachIn 138

- U -

Urządzenie skanujące 124

Ustawienia 11

Usuń punkty 118, 123

- W -

Widok 77

Wielokąt 135

Wysokość lotu 110, 111

- Z -

Zmień właściwości punktów 118