

Szybki start z MiniMill3 – szkolenie od podstaw

MachMaker



**Ilustrowany przewodnik szkoleniowy z obsługi maszyny i
oprogramowania.**

MachMaker
Jan Nawracaj
Jodłowa 483
39-225 Jodłowa
woj. podkarpackie, Polska

www.machmaker.pl

Kontakt:
e-mail: biuro@machmaker.pl

GSM: 500534291

1. Wprowadzenie

Ponieważ maszyna MiniMill3 przeznaczona jest do użytku amatorskiego jak i półprofesjonalnego czy też profesjonalnego, przygotowaliśmy pełen zestaw startowy wraz z niniejszą instrukcją szkoleniową, aby użytkownicy na różnym poziomie wiedzy i doświadczenia z maszynami CNC mogli bezproblemowo rozpocząć pracę z maszyną. Z instrukcją szkoleniową **Szybki start z MiniMill3 – szkolenie od podstaw** w sposób łatwy i szybki zainstalujesz maszynę, podłączysz i przygotujesz do pracy. Nauczymy Cię również korzystania z dostarczonego z maszyną oprogramowania sterującego oraz zainstalowanego na komputerze sterującym oprogramowania CAD i CAM. Wspólnie w sposób prosty i przejrzysty, z wykorzystaniem bogato ilustrowanych przewodników zaprojektujemy i wykonamy na maszynie własne detale.

UWAGA! Przed zapoznaniem się z niniejszym przewodnikiem dokładnie zapoznaj się z instrukcją obsługi maszyny MiniMill3.

2. Dostawa maszyny



Producent maszyny MiniMill3 dostarcza do klienta maszynę w sposób wysyłkowy za pośrednictwem firmy kurierskiej. Maszyna dostarczona jest na pół-palecie w skrzyni transportowej. Waga całego zestawu wraz z opakowaniem wynosi około 140 kg. Skrzynię należy rozładować blisko miejsca w którym maszyna będzie zainstalowana. W zestawie z maszyną znajduje się również odpowiednio skonfigurowany komputer, zestaw BHP, instrukcje, szkolenie, elementy niezbędne do konserwacji i pracy na maszynie.

3. Montaż/instalacja maszyny

Szczegółowy opis montażu/instalacji maszyny znajduje się w instrukcji obsługi w sekcji: **Montaż oraz instalacja maszyny**. Przed przystąpieniem do rozpakowania należy zapoznać się z tą sekcją w dokumencie elektronicznym. Instalacji i montażu maszyny należy dokonać zgodnie z wytycznymi zawartymi w instrukcji obsługi.

Producent dostarcza odmierzoną ilość emulgatu do przygotowania emulsji chłodząco smarującej, więc należy ją użyć podczas uzupełniania płynów eksploatacyjnych według instrukcji w sekcji **Montaż oraz instalacja maszyny** zawartej w instrukcji obsługi maszyny.

Po poprawnie przeprowadzonej instalacji maszyny mamy ustawioną i podłączoną do zasilania maszynę z podłączonymi do niej kablami sterującymi i uzupełnionymi płynami eksploatacyjnymi.



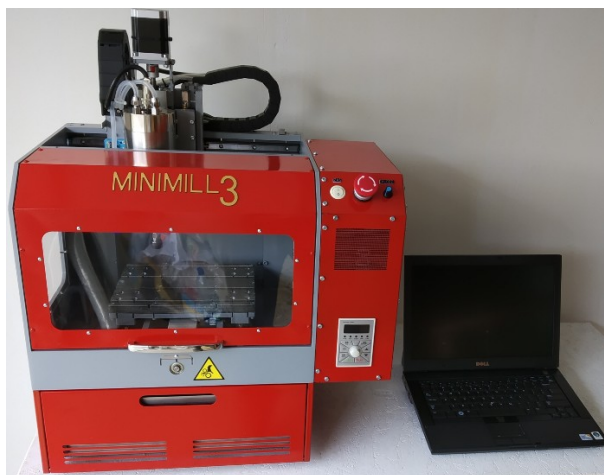
4. Montaż i podłączenie komputera sterującego

Producent dostarcza z maszyną komputer sterujący, najczęściej typu Laptop z portem równoległym LPT na obudowie komputera lub wyprowadzonym poprzez stację dokującą.

Przed podłączeniem komputera odłącz maszynę MiniMill3 od źródła zasilania.

Komputer dostarczony z maszyną nie musi być identyczny z komputerem przedstawionym w tym poradniku, dlatego proszę się nie sugerować wyglądem komputera ani rozmieszczeniem złącz.

- Ustaw komputer sterujący obok maszyny (jeśli posiada stację dokującą wepnij go w stację dokującą)



- Podłącz kabel sterujący LPT maszyny do gniazda LPT komputera sterującego



- Podłącz kabel sterujący USB do gniazda USB komputera sterującego



- Podłącz zasilacz do komputera i do gniazda zasilającego. Podłącz do gniazda zasilającego maszynę MiniMill3.



- Ułóż i zepnij nadmiarowe długości kabli



5. Przygotowanie maszyny do pracy

Producent dostarcza maszynę zmontowaną i gotową do pracy. Jednak ze względu na transport i instalację maszyny, istnieje konieczność napełnienia maszyny płynami eksploatacyjnymi przez użytkownika. Jeśli została przeprowadzona poprawna procedura montażu oraz instalacji maszyny, powinniśmy mieć na chwile obecną maszynę gotową do pracy.

6. Uruchomienie komputera i maszyny

Po podłączeniu komputera i maszyny do źródła zasilania możemy przystąpić do uruchomienia komputera i maszyny. Zgodnie z zaleceniami z instrukcji, najpierw uruchamiamy komputer a dopiero po jego uruchomieniu włączamy maszynę.

Komputer uruchamiamy wciskając włącznik na jego obudowie. Maszynę uruchamiamy zgodnie z instrukcją uruchamiania zawartą w sekcji **Uruchamianie maszyny** w instrukcji obsługi maszyny.

7. Komputer sterujący

Komputer sterujący dostarczony z maszyną w obsłudze maszyny pełni rolę sterownika/kontrolera maszyny. Komputer posiada zainstalowany przez producenta system operacyjny Linux z jądrem czasu rzeczywistego oraz potrzebne do pracy z maszyną aplikacje. **Nie należy używać komputera do celów innych niż przewidziane przez producenta. Nie należy podłączać do niego dodatkowych urządzeń (z wyjątkiem potrzebnych elementów sterowniczych typu klawiatura lub mysz czy też pamięci przenośnej). Nie należy podłączać komputera do internetu, uruchamiać na nim dodatkowych aplikacji, nie wolno zmieniać żadnych ustawień aby nie zaburzyć pracy kontrolera.**

Po uruchomieniu komputera ukazuje nam się pulpit z którego możemy wybrać zamierzone działanie.



Jest to klasyczny Linux Mint 18 ze środowiskiem graficznym MATE. Producent podczas instalacji systemu przebudował jądro systemu na jądro czasu rzeczywistego, zainstalował potrzebne oprogramowanie oraz skonfigurował wszystkie niezbędne ustawienia systemu i komputera. Komputer przystosowany został do tego aby za jego pomocą można było zaprojektować detal który chcemy wykonać, przygotować rysunek/dokumentację, przygotować program na maszynę MiniMill3 oraz wykonać detal na maszynie MiniMill3. Opis najważniejszych dla użytkownika programów na komputerze sterującym:

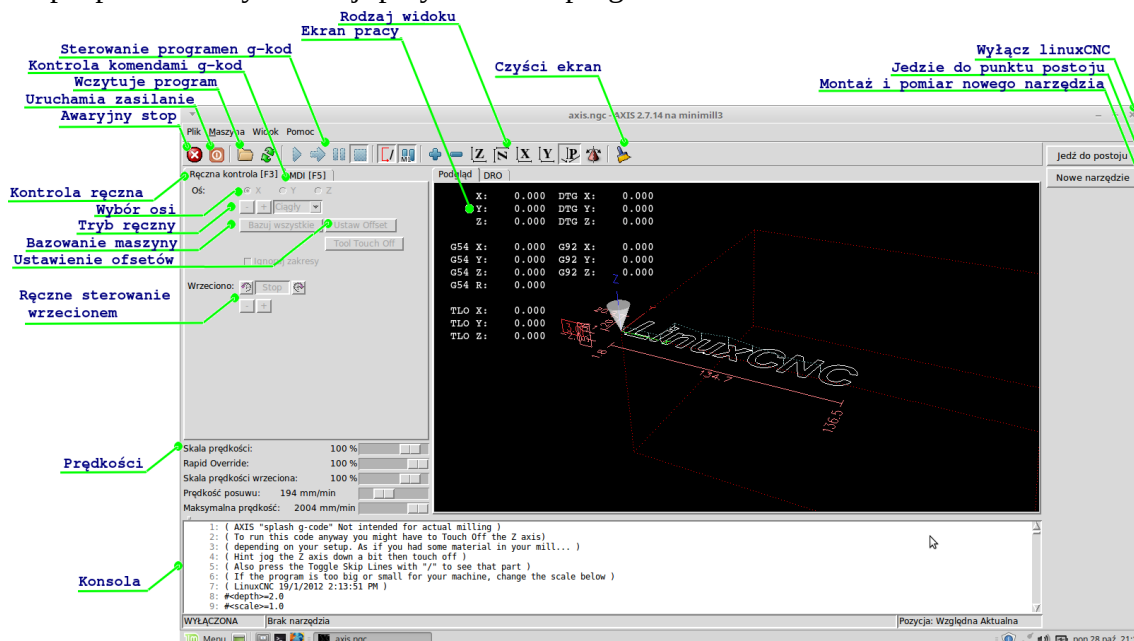


8. Program sterujący LinuxCNC

Do sterowania maszyną MiniMill3 producent przewidział profesjonalny a zarazem przyjazdy program LinuxCNC. Oprogramowanie to jest darmowe i można stosować go również do celów komercyjnych.

UWAGA! Przed każdorazowym uruchomieniem programu LinuxCNC zamknij wszystkie pozostałe aplikacje. Nigdy podczas pracy nie minimalizuj aplikacji sterującej, nie uruchamiaj innych zadań na komputerze.

Opis podstawowych sekcji/przycisków w programie linuxCNC



Program umożliwia sterowanie maszyną ręczne (w zakładce kontrola ręczna) oraz za pomocą komend MDI (w zakładce MDI).

Po wczytaniu programu (czyli listy instrukcji – komend) i uruchomieniu, program wykonuje po kolei instrukcje zawarte w pliku programu.

Producent do programu dodał 2 przyciski:

Jedź do postoju – maszyna ustawia się w pozycji zalecanej do postoju, unieruchomienia maszyny. Wciskamy ten przycisk każdorazowo przed wyłączeniem maszyny, pozwoli to na ustawienie maszyny w pozycji optymalnej do bazowania po ponownym uruchomieniu.

Nowe narzędzie – maszyna ustawia się w pozycji do wymiany narzędzia a następnie dokonuje pomiaru długości narzędzia i wprowadza odpowiednie korekty do ustawień programu.

Pozostałe funkcje programu są funkcjami należącymi do programu LinuxCNC w wersji 2.7.14. Aby poznać wszystkie możliwości programu LinuxCNC należy zapoznać się z instrukcją użytkownika programu LinuxCNC dostępną na stronie <http://linuxcnc.org/docs/2.7/html/> lub pobrać ze strony www.machmaker.pl w zakładce Pliki do pobrania.

9. Program CAD – FreeCad

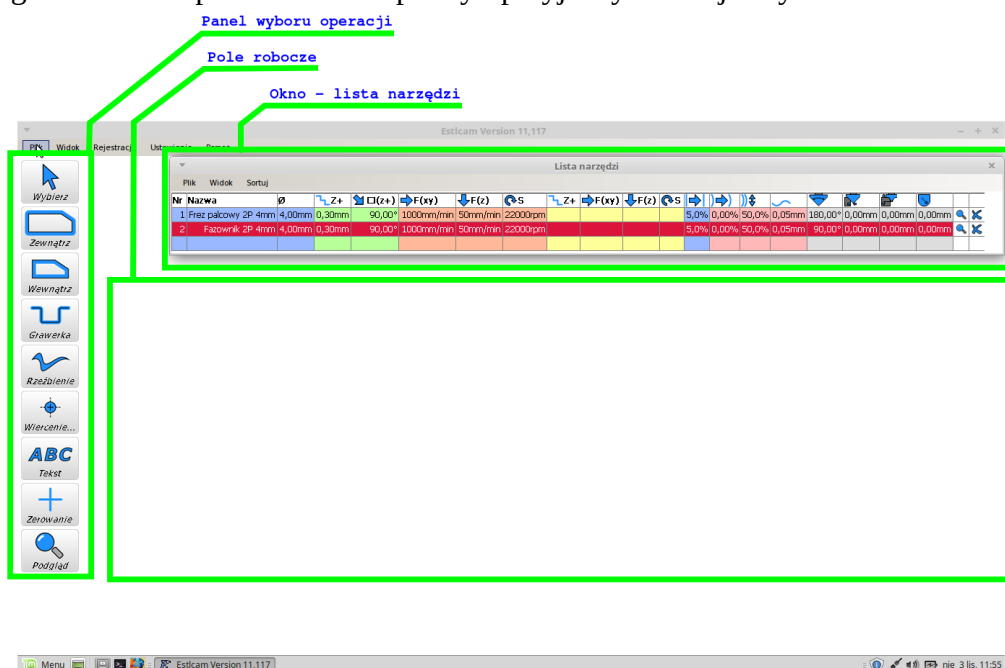
Na komputerze sterującym zainstalowany został zaawansowany program CAD 2D/3D umożliwiający zaprojektowanie niemalże każdego detalu. Program FreeCad jest programem darmowym również do użytku komercyjnego. Producent dostarcza zainstalowany program FreeCad aby użytkownik w razie potrzeby szybkiego zaprojektowania detalu do wykonania mógł wykonać to bezpośrednio na tym komputerze. Użytkownik ma dowolność w wyborze programu CAD którego będzie używał do projektowania. Przy dużych projektach zaleca się zainstalowanie oprogramowania CAD i projektowanie na innym komputerze o parametrach przystosowanych do projektowania/modelowania. Aby poznać wszystkie możliwości programu FreeCad należy zapoznać się z instrukcją użytkownika programu dostępną na stronie <https://www.freecadweb.org/>

10. Program CAM – Estlcam

Aby umożliwić użytkownikowi kompleksowe wsparcie i obsługę maszyny, producent zainstalował na komputerze sterującym zaawansowany i jednocześnie bardzo prosty w obsłudze program CAM 2D/2.5D o nazwie Estlcam. Program Estlcam jest oprogramowaniem komercyjnym. Wraz z komputerem producent dostarcza program Estlcam z bezterminową licencją do użytku na tym komputerze. Estlcam to program który pozwala wczytać rysunek 2D w formacie DXF i za pomocą bardzo przyjaznego interfejsu użytkownika i dzięki przygotowanemu przez producenta postprocesorowi wygenerować program zrozumiały przez LinuxCNC. Program wygenerowany z oprogramowania Estlcam dla MiniMill3 skonfiguruje odpowiednio sterownik maszyny, wyświetli stosowne komunikaty o narzędziach oraz poprowadzi zmianę i automatyczny pomiar narzędzi. Aby uruchomić Estlcam należy dwukrotnie kliknąć w ikonę programu na pulpicie

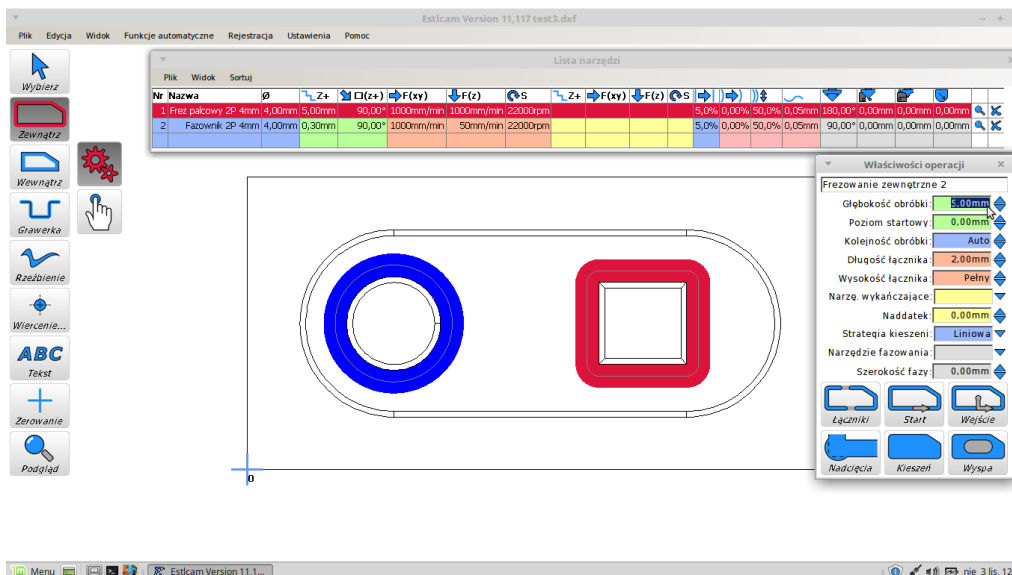


Program Estlcam posiada bardzo prosty i przyjazny interfejs użytkownika.



Po uruchomieniu należy wprowadzić własną listę narzędzi którą posiadamy. Narzędzia edytuje się w sposób intuicyjny, wpisując wartość w wybrane okienko. Należy wprowadzić wartości parametrów pracy dla danego narzędzia które są parametrami bezpiecznymi. Przy definiowaniu poszczególnych operacji możemy edytować właściwości narzędzi wprowadzając parametry jakie wymagane są w danej operacji. Najeżdżając myszką na nazwę kolumny w tabeli narzędzi program podpowiada co to za parametr i do czego służy. Po stworzeniu swojej podstawowej listy narzędzi klikamy w oknie narzędzi menu Plik → zapisz jako domyślną.

Praca z programem jest bardzo prosta. Wczytujemy rysunek dxf, z panelu wyboru operacji wybieramy jaki rodzaj operacji chcemy wykonywać i klikamy myszką na poszczególne kształty, program automatycznie podpowiada cały kształt który możemy zaznaczyć. Po kliknięciu kształtu możemy wybrać narzędzie którym dana operacja będzie pracować oraz w okienku operacji wprowadzić jego parametry.



Na koniec zapisujemy program i możemy przeprowadzić prostą symulację pracy.

Aby poznać wszystkie możliwości programu Estlcam należy zapoznać się z instrukcją użytkownika programu dostępną na stronie <http://www.estlcam.de/>

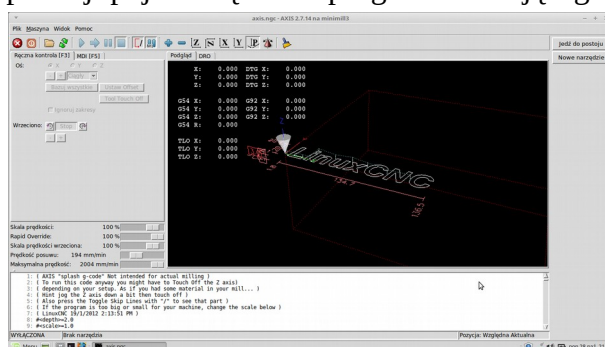
11. Rozpoczęcie pracy z maszyną

W celu rozpoczęcia pracy z maszyną MiniMill3 należy najpierw uruchomić komputer sterujący. Po uruchomieniu komputera należy uruchomić maszynę głównym włącznikiem zasilania. Jeśli mamy już uruchomioną maszynę i komputer można przystąpić do uruchomienia programu sterującego. Aby uruchomić LinuxCNC należy dwukrotnie kliknąć w ikonę **uruchom minimill3** znajdującą się na pulpicie.

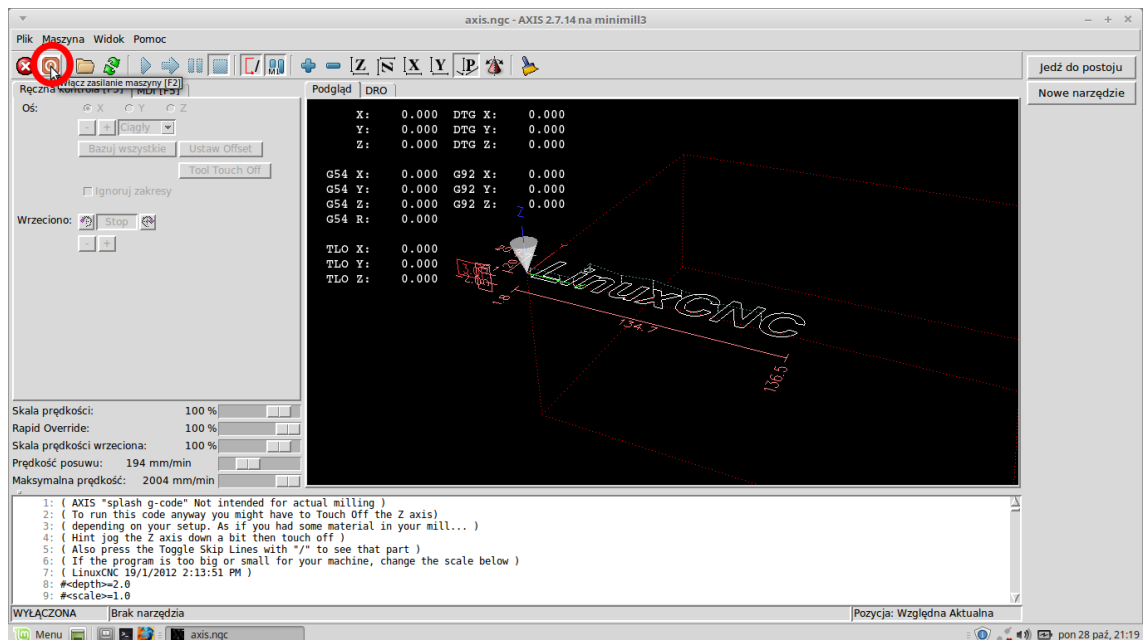
UWAGA! Przed każdorazowym uruchomieniem programu LinuxCNC zamknij wszystkie pozostałe aplikacje. Nigdy podczas pracy nie minimalizuj aplikacji sterującej, nie uruchamiaj innych zadań na komputerze.



Po uruchomieniu aplikacji pojawi się ekran programu sterującego maszyną.



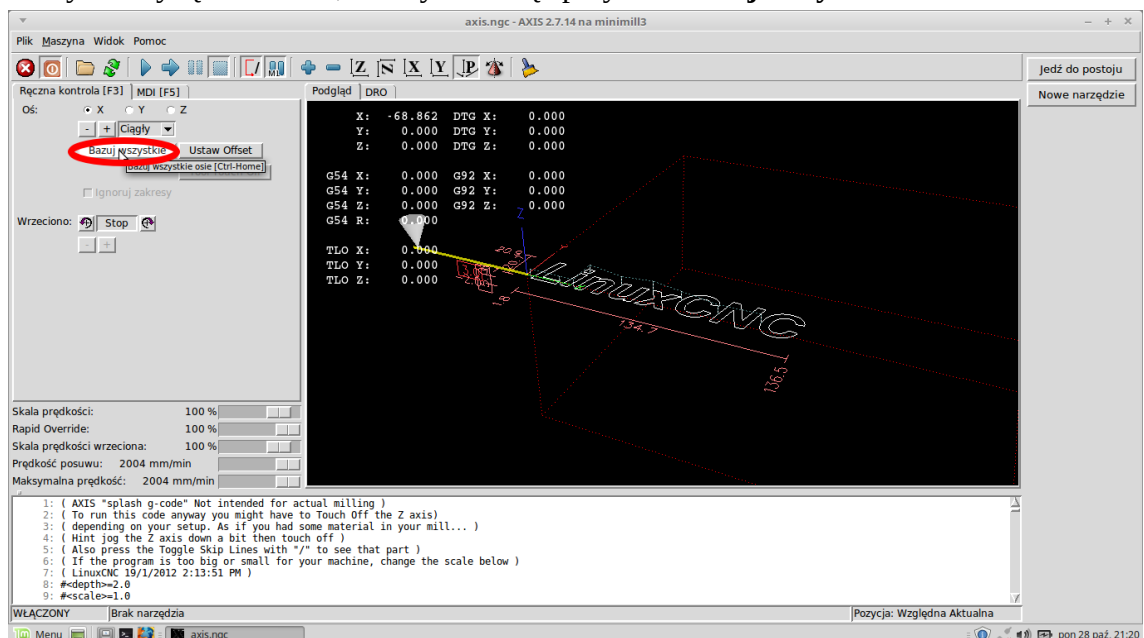
Pierwszą czynnością jaka należy zrobić po uruchomieniu programu sterującego jest włączenie zasilania maszyny. Służy do tego przycisk **Włącz zasilanie maszyny**



Po tej czynności sterowniki napędów są uruchomione i utrzymują pozycję maszyny.

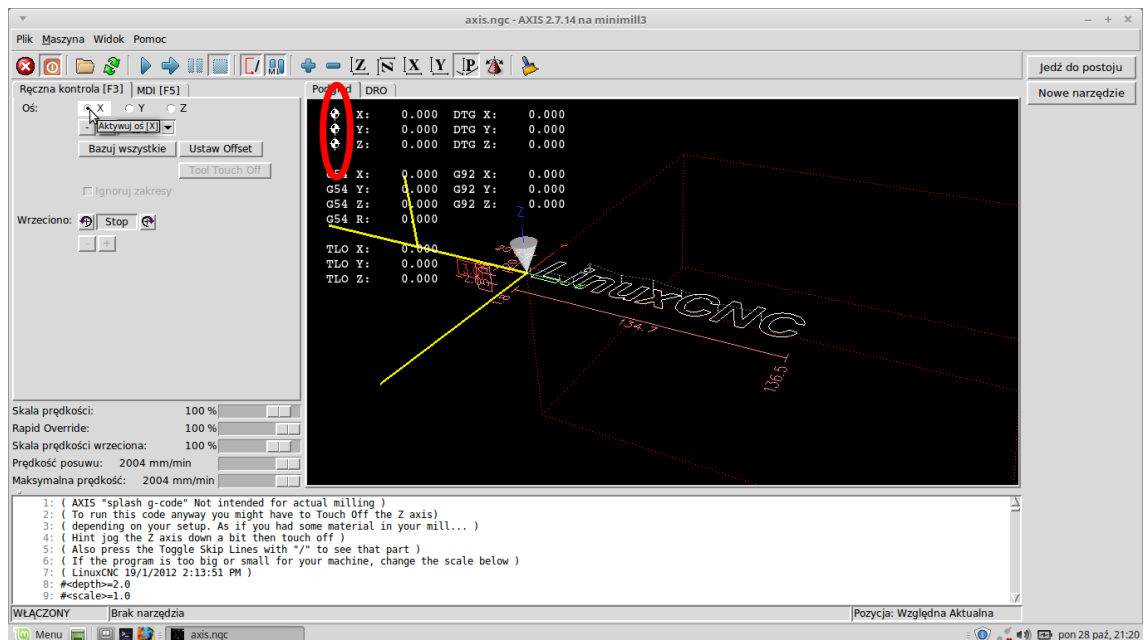
Podstawową rzeczą do zrobienia po każdym uruchomieniu maszyny i/lub sterowania jest bazowanie maszyny, ponieważ komputer musi się dowiedzieć od maszyny w którym dokładnie miejscu bezwzględnego układu współrzędnych znajdują się poszczególne osie maszyny. Przed bazowaniem należy upewnić się, że oś X maszyny nie znajduje się blisko lewej krawędzi. Jeśli tak jest, należy przesunąć oś X w prawo (np. przytrzymując strzałkę → na klawiaturze komputera).

Aby maszynę zbazować, należy nacisnąć przycisk **Bazuj wszystkie**.



Maszyna po bazowaniu ustawi się w pozycji $X=0.0\text{mm}$, $Y=0.0\text{mm}$, $Z=0.0\text{mm}$ bezwzględnego układu współrzędnych, czyli w tzw. współrzędnych maszynowych.

Informacją o tym, że maszyna jest zbazowana jest pojawienie się symboli układu współrzędnych w polu pracy obok nazwy osi

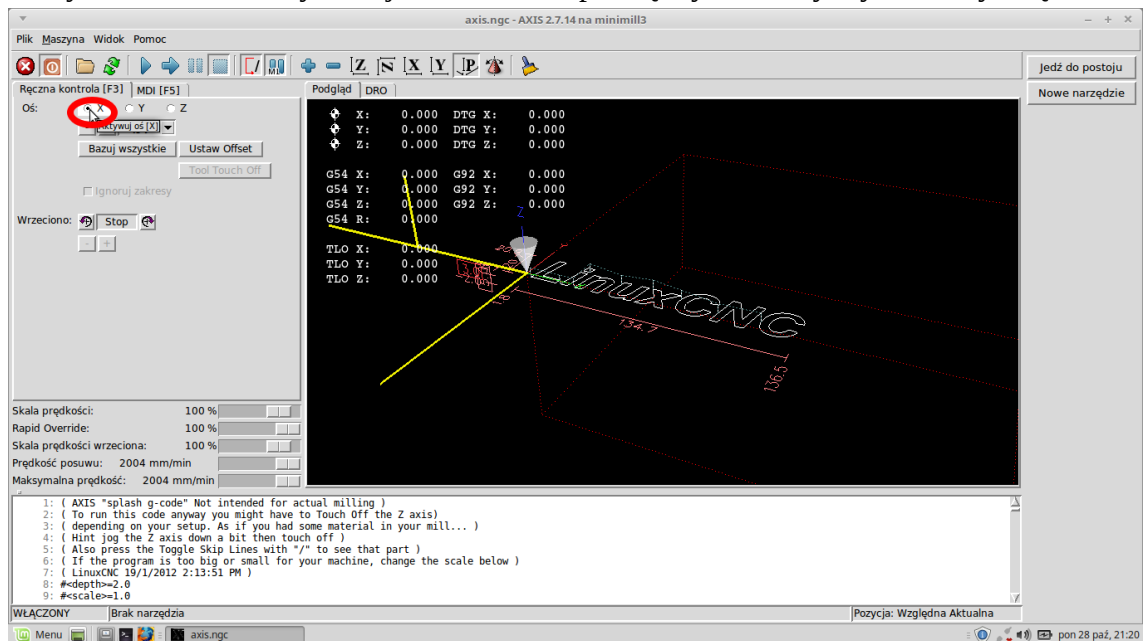


Wszystkie operacje obróbki materiałów które będą dokonywane podczas pracy na maszynie wykonywane są w układach współrzędnych względnych.

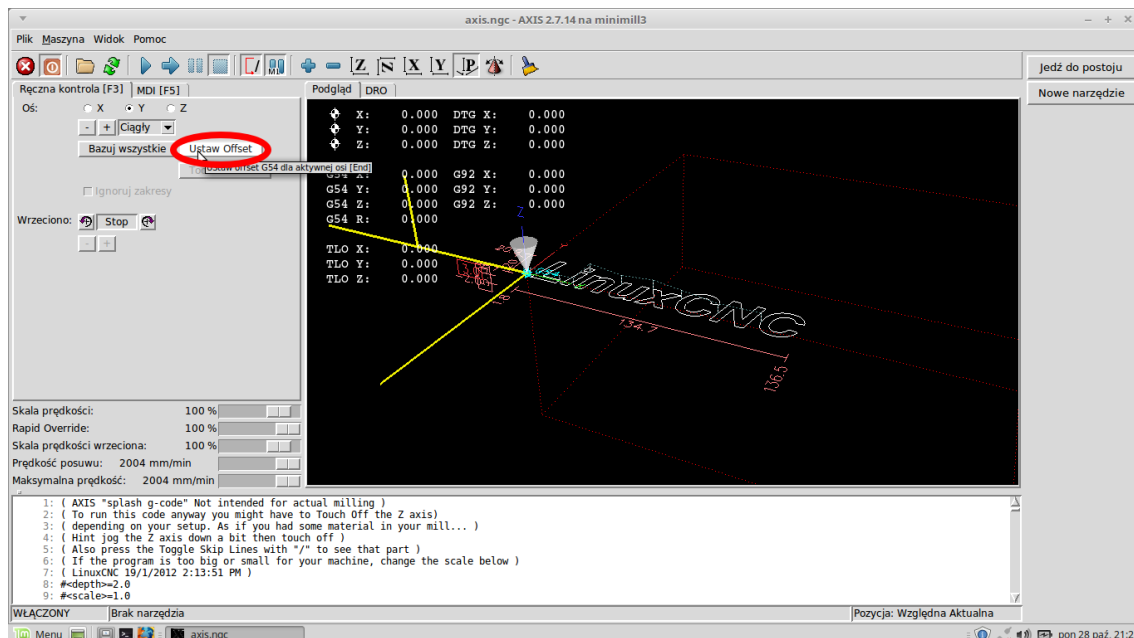
Zazwyczaj jednak korzystamy z jednego względnego układu współrzędnych P1 którego wybór definiujemy w g-kodzie poleceniem G54. Układ P1 jest układem domyślnym w programie LinuxCNC.

Jeśli jest to pierwsze uruchomienie maszyny, nie jesteśmy w trakcie żadnej operacji, możemy w tym momencie ustawić offsety do układu G54.

Aby ustawić offset wybranej osi układu współrzędnych należy wybrać aktywną oś

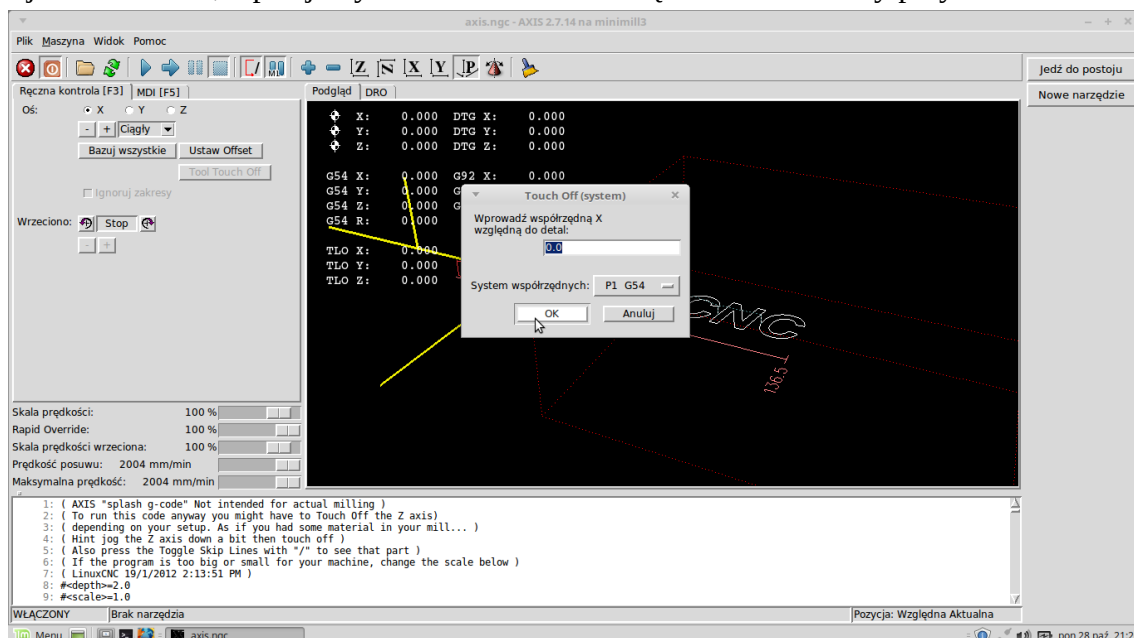


I następnie wcisnąć przycisk **Ustaw Offset**



Pojawi się okienko w którym ustawiamy offset układu współrzędnych.

W okienku można wybrać który układ współrzędnych chcemy ustawić, ale na początek ustawiamy domyślny czyli G54. Wartość offsetu którą wpisujemy to jest wartość pozycji która będzie w aktualnym miejscu. Jeśli chcemy aby aktualna pozycja została ustawiona jako wartość 0, wpisujemy wartość offsetu równą 0 i zatwierdzamy przyciskiem OK.



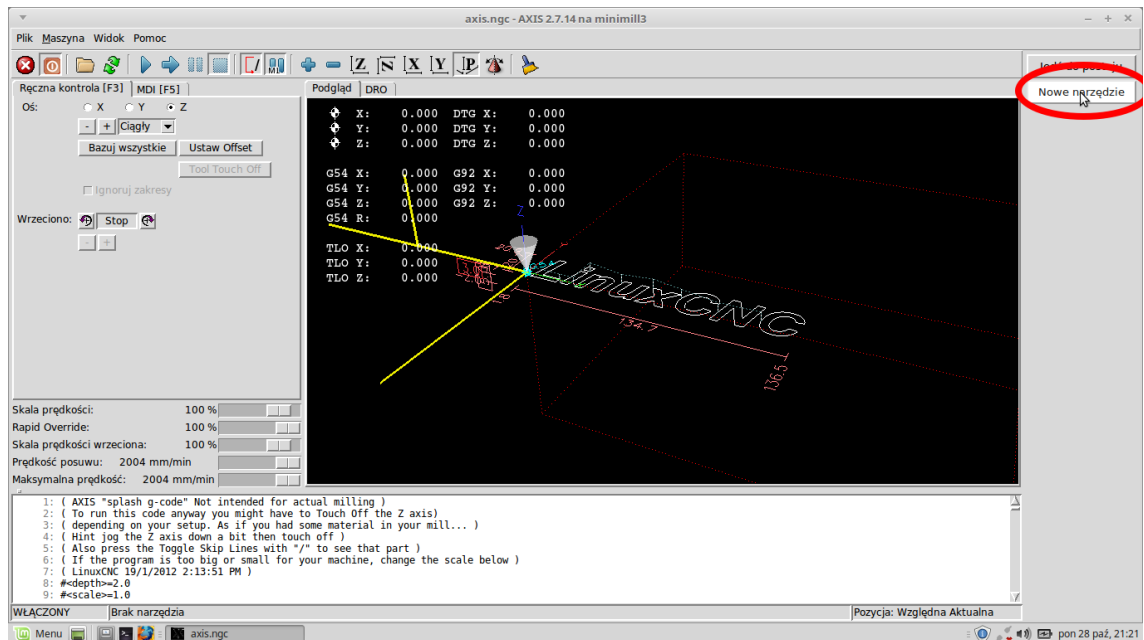
Dla pozostałych osi wykonujemy to w sposób analogiczny.

W tym momencie maszyna jest gotowa do nowych zadań.

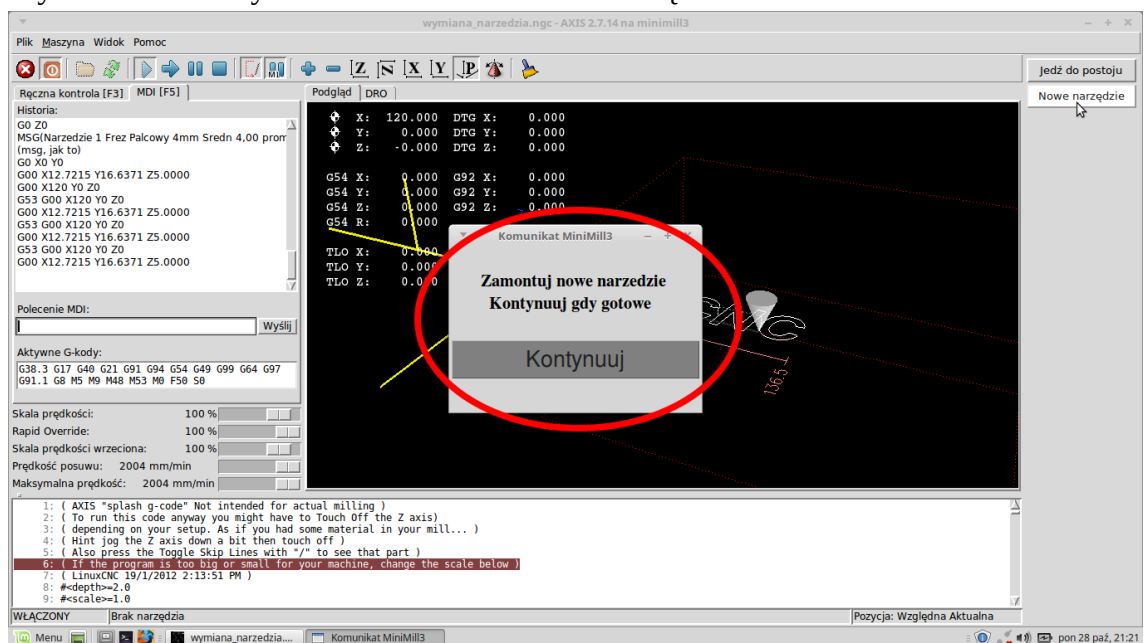
12. Montaż/Zmiana narzędzia

Przed rozpoczęciem obróbki należy zamontować narzędzie które będzie wykorzystywane jako pierwsze podczas obróbki. Aby dokonać zmiany narzędzia należy mieć uruchomioną i zbazowaną maszynę.

Klikamy przycisk **Nowe narzędzie**



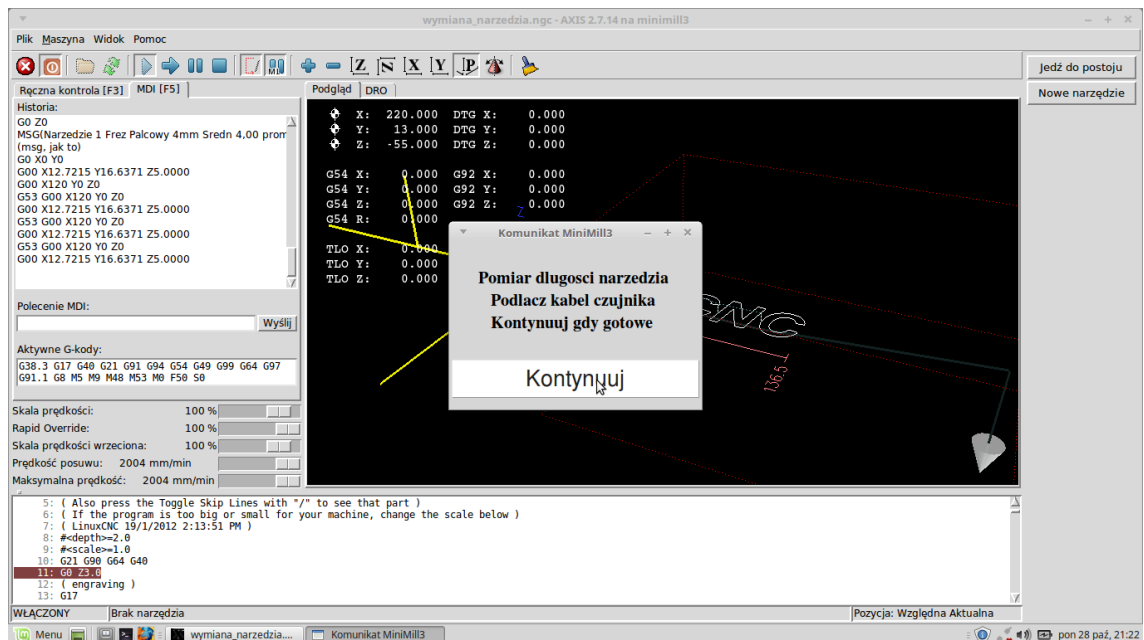
Maszyna ustawi się w pozycji do wymiany narzędzia i wyświetli komunikat, że należy w tym momencie wymienić/zamontować nowe narzędzie.



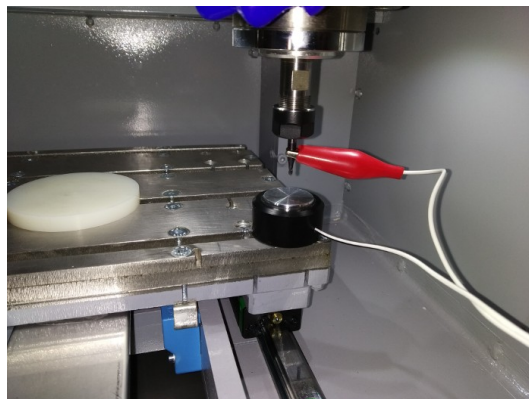
Montaż narzędzia należy dokonać według opisu z sekcji **Montaż/zmiana narzędzia** zawartej w instrukcji obsługi.

Gdy narzędzie jest gotowe należy wcisnąć przycisk **Kontynuuj**

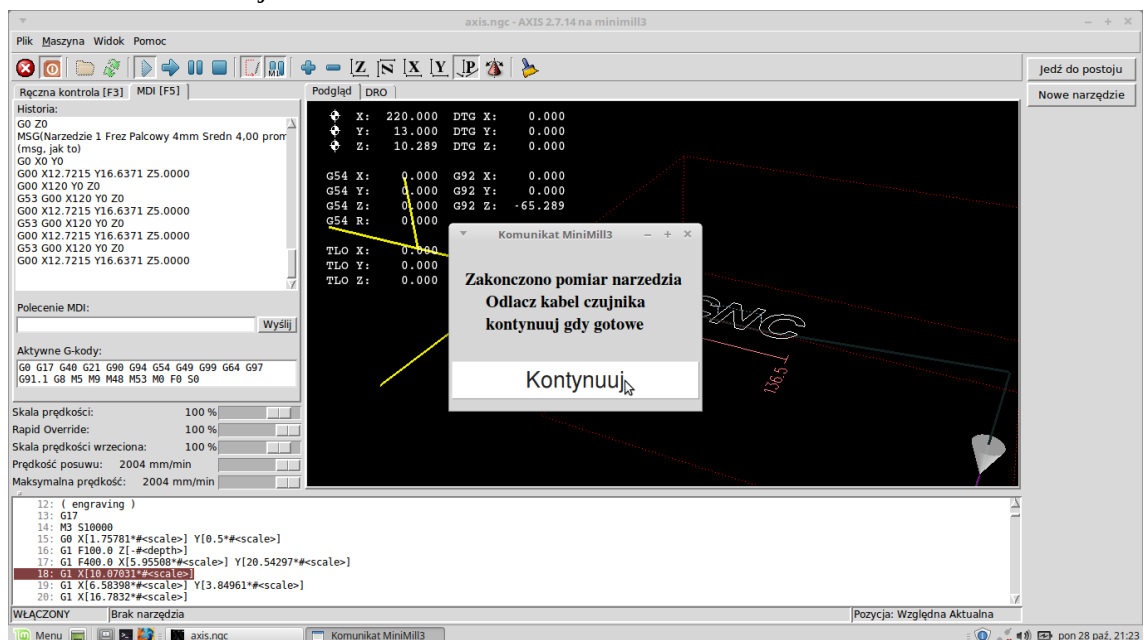
Po tej operacji maszyna ustawi się w pozycji do pomiaru długości narzędzia i wyświetli komunikat, aby zamontować czujnik długości narzędzia.



Czujnik należy zamontować w miejscu w którym program tego oczekuje a do narzędzia podłączyć przewód zakończony krokodylkami i nacisnąć kontynuuj.



Program dokona pomiaru długości narzędzia i zatrzyma się wyświetlając komunikat aby zdemontować czujnik.



Po odłączeniu czujnika i kliknięciu Kontynuuj maszyna pojedzie do punktu po zmianie narzędzia i jest gotowa do pracy.

Aby wykonać zmianę narzędzia podczas działania programu realizowanego z g-kod należy wywołać w programie kod T1M6 i program wykona automatycznie procedurę wymiany i pomiaru długości narzędzia przedstawioną powyżej.

Aby poinformować operatora które narzędzie ma zamontować, warto przed komendą zmiany narzędzia wyświetlić komunikat z informacją jakie narzędzie teraz powinno zostać zamontowane, np.

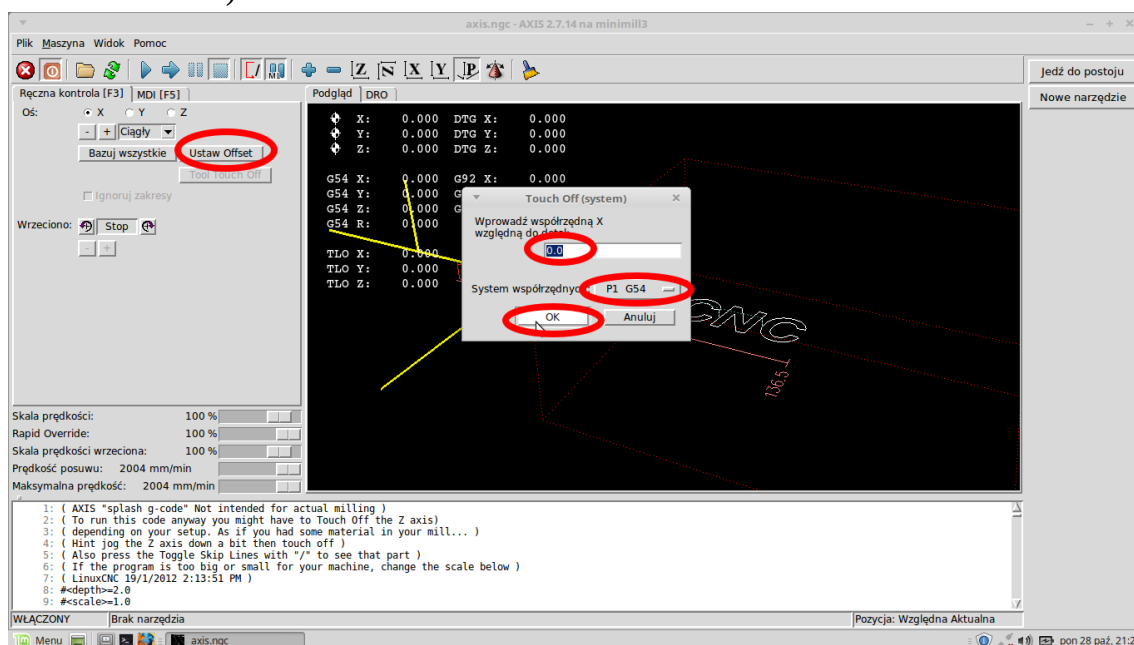
(MSG, Zamontuj narzędzie 3)

T1M6

13. Bazowanie materiału

Bazowanie materiału to procedura którą należy wykonać po zamontowaniu nowego materiału do obróbki. Bazowanie materiału to inaczej mówiąc ustawienie offsetów jednego ze względnych układów współrzędnych, zazwyczaj jest to układ P1 w którym będziemy pracować.

Bazowanie materiału należy dokonać zgodnie z instrukcją zawartą w sekcji **Bazowanie materiału** instrukcji obsługi. Ustawienie wartości 0.0 dla danej osi należy dokonać poprzez wybranie aktualnie zerowanej osi i ustawienie jest offsetu na wybraną wartość (zazwyczaj dla układu G54).

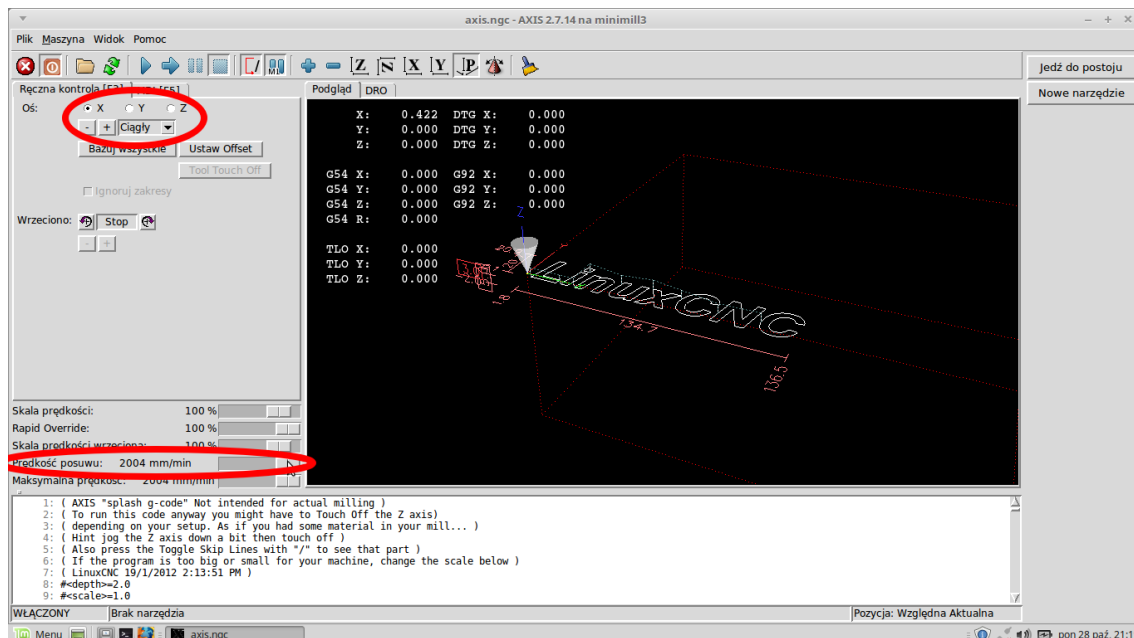


14. Sterowanie ręczne

Czasami zachodzi potrzeba ręcznego sterowania maszyną. Rzadko używa się tej opcji do samej obróbki, najczęściej jest to przesuwanie stołu czy narzędzia, chociaż można sobie wyobrazić sytuację, że czasami potrzebujemy wyfrezować np. jeden rowek i do tego celu spokojnie można poprowadzić maszynę w sposób manualny.

Do sterowania ręcznego służy sekcja **Ręczna kontrola** w programie sterującym.

Aby ręcznie zmienić pozycję danej osi należy wybrać oś aktywną i za pomocą przycisków + i – zmieniać jej pozycję.

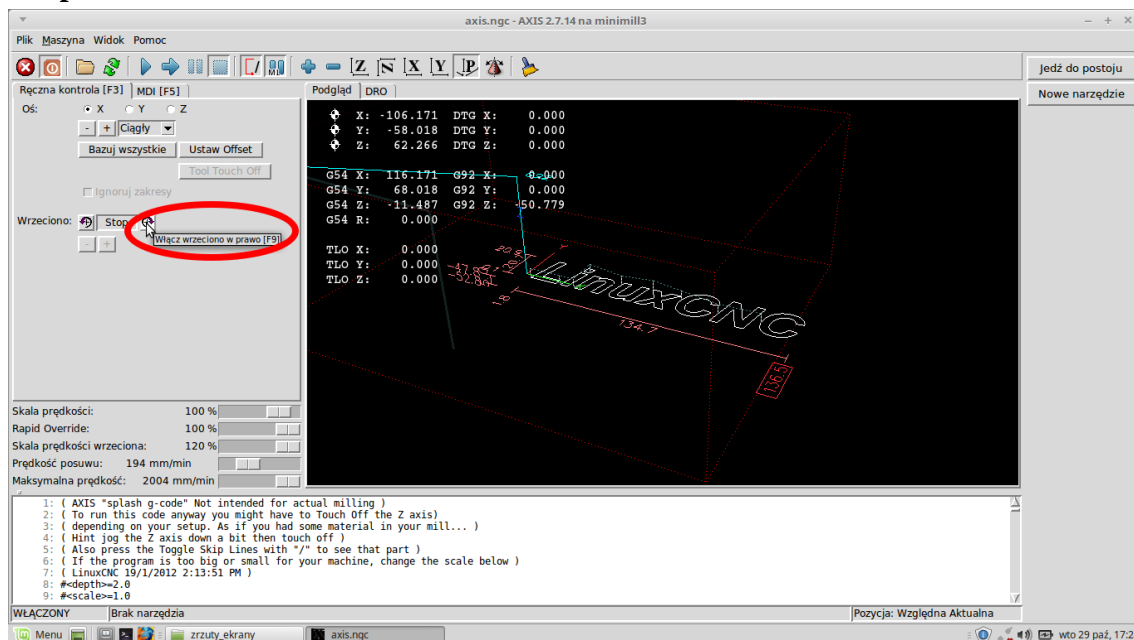


Jeśli wybrana jest opcja **Ciągły** to zmiana pozycji odbywa się w sposób ciągły a więc wybrana oś zmienia swoje położenie z maksymalną prędkością ustawioną jako Prędkość posuwu.

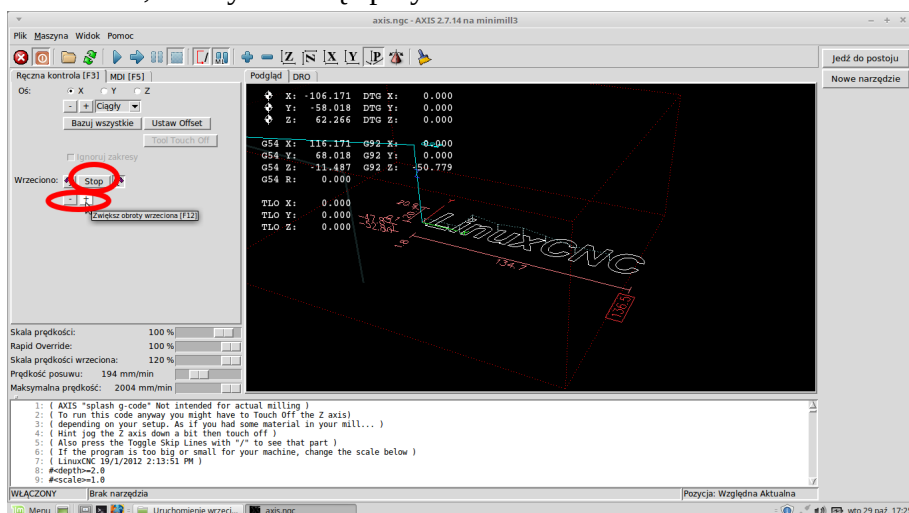
Można wybrać opcję zmiany krokowej ze skokiem np. 1mm i wtedy każde naciśnięcie przycisku + lub – przesunie wybraną oś o 1 mm. Do sterowania ręcznego zdefiniowane zostały również skróty na klawiaturze komputera:

- strzałka do góry – zwiększanie pozycji osi Y
- strzałka w dół – zmniejszanie pozycji osi Y
- strzałka w prawo – zwiększanie pozycji osi X
- strzałka w lewo – zmniejszanie pozycji osi X
- pg up – zwiększanie pozycji osi Z
- pg dn – zmniejszanie pozycji osi Z

Aby w sposób manualny uruchomić wrzeciono należy wcisnąć przycisk **Włącz wrzeciono w prawo**

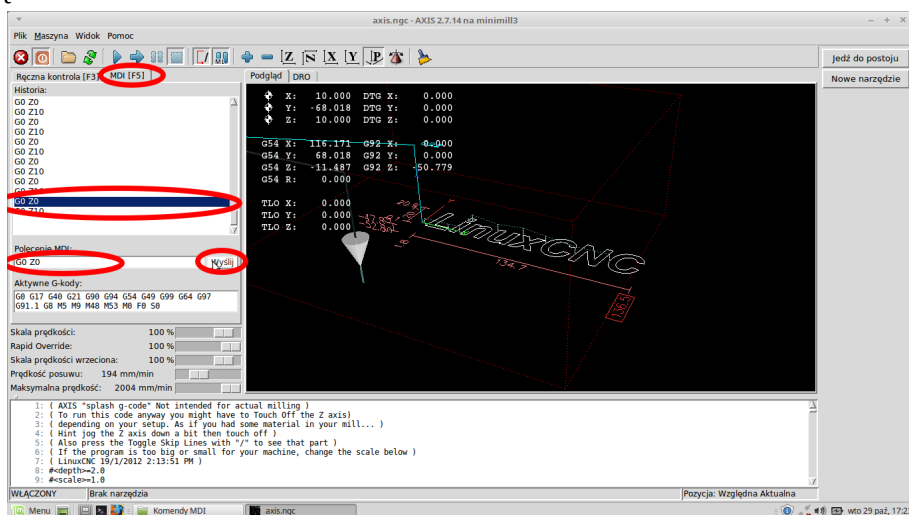


Aby zwiększyć/zmniejszyć obroty wrzeciona należy używać przycisków + i – w sekcji wrzeciono.
Aby wyłączyć wrzeciono, należy nacisnąć przycisk STOP



15. Sterowanie komendami MDI

Sterowanie pojedynczymi komendami MDI to również pewien rodzaj sterowania manualnego, jednak to operator podaje sterownikowi w sposób tekstowy rozkazy które ma wykonać. Sterowanie komendami odbywa się w zakładce **MDI**. Aby wysłać komendę do maszyny, należy ją wybrać z historii komend lub wpisać z klawiatury i kliknąć wyslij lub nacisnąć Enter



Przykładowe komendy:

T1M6 – nowe narzędzie

G00 X0 Y0 Z0 – szybki przejazd do pozycji 0,0,0

G01 X10, Y20 Z30 – przejazd liniowy do pozycji 10,20,30 z prędkością F

G02 X50 Y50 R5 – interpolacja kołowa prawoskrętna do pozycji X50 Y50 z promieniem 5

G03 X50 Y50 R5 – interpolacja kołowa lewoskrętna do pozycji X50 Y50 z promieniem 5

F1000 – ustawienie prędkości obróbki na wartość 1000mm/min

S24000 – ustawienie obrotów wrzeciona na wartość 24000 obr/min

G04 P10 – opóźnienie 10s

M03 włączanie wrzeciona

M05 wyłączanie wrzeciona

Aby poznać wszystkie kody należy zapoznać się z opisem na stronie

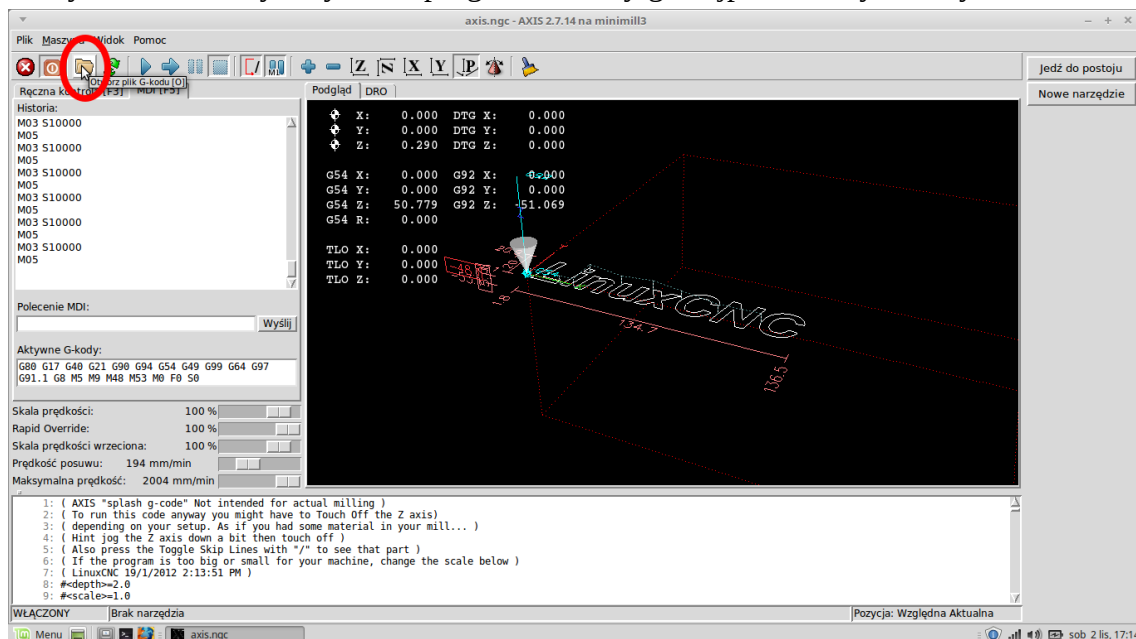
<http://linuxcnc.org/docs/2.7/html/gcode/g-code.html>

<http://linuxcnc.org/docs/2.7/html/gcode/m-code.html>

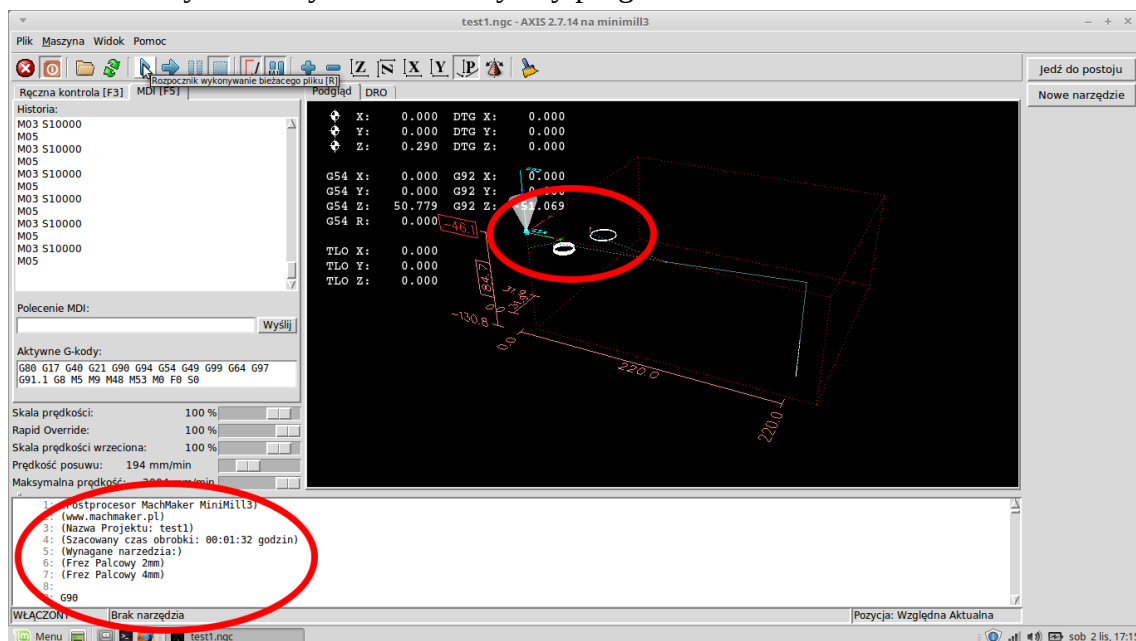
16. Wykonywanie programu G-KOD z pliku

Wykonywanie programu z pliku to sposób automatycznego sterowania maszyną CNC polegający na wczytaniu pliku zawierającego szereg instrukcji dla maszyny w postaci komend. Sterownik maszyny wykonuje po kolei komendy z pliku, dzięki czemu proces obróbki odbywa się automatycznie.

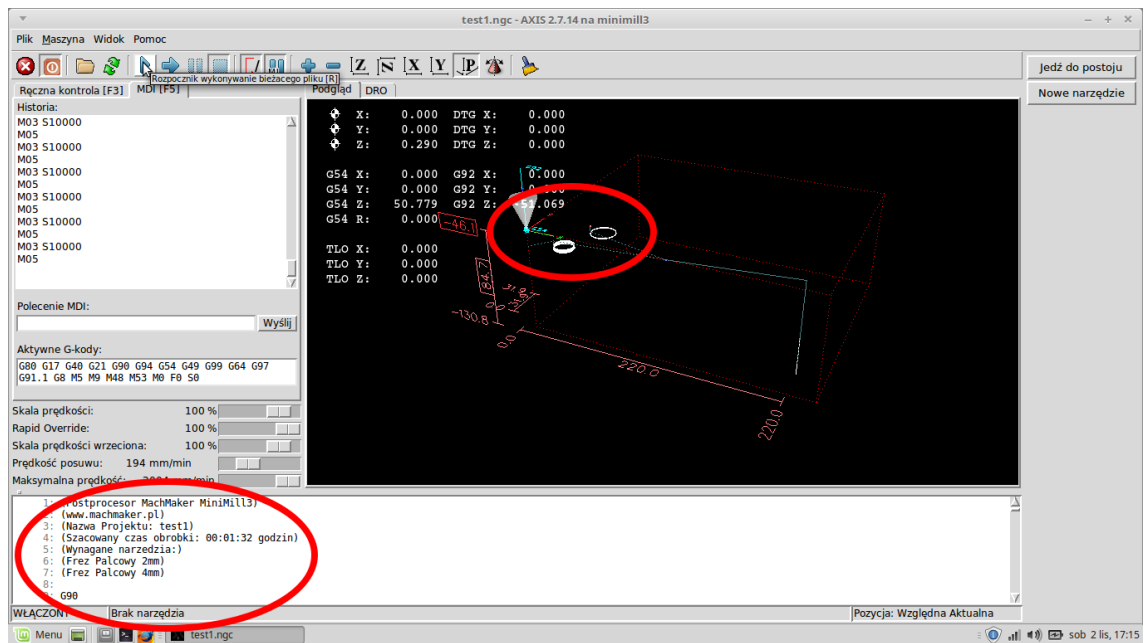
Aby uruchomić wykonywanie programu należy go najpierw wczytać z dysku



Po wczytaniu kodu programu, w polu roboczym wyświetli się przebieg ścieżki narzędzia a w konsoli wyświetlony zostanie wczytany program

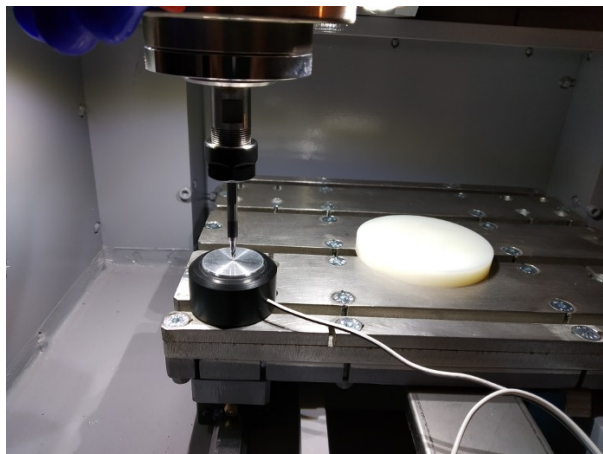


Aby uruchomić program należy wcisnąć przycisk **Rozpocznij wykonywanie bieżącego pliku**

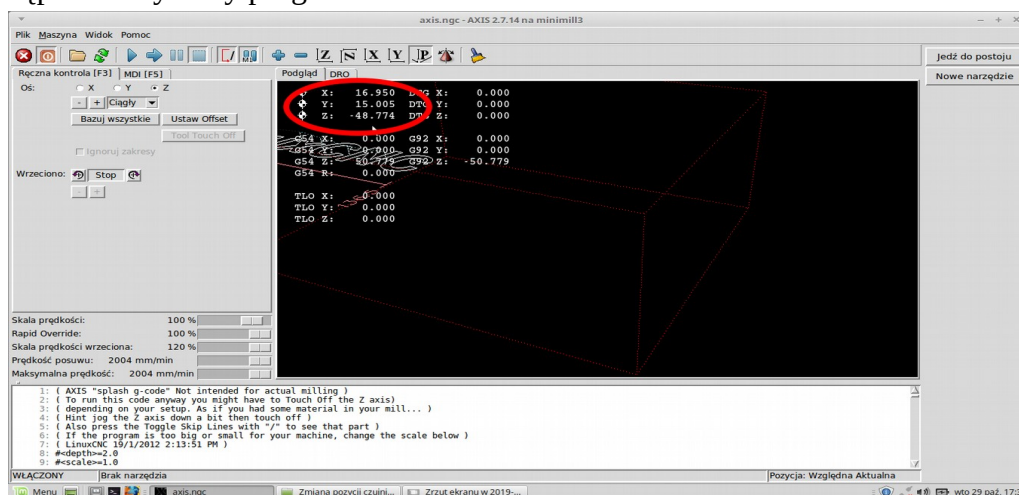


17. Zmiana pozycji czujnika długości narzędzia

Pomiar długości narzędzia jest procedurą niezbędną po każdorazowej zmianie narzędzia podczas obróbki. Maszyna MiniMill3 posiada głowicę wrzeciona przystosowaną do ręcznej zmiany narzędzia jednak producent przewidział znaczne uproszczenie całej procedury, dodając specjalną funkcję obsługującą zmianę i pomiar długości narzędzia. Aby prawidłowo dokonać pomiaru długości narzędzia, należy zamontować czujnik długości narzędzia w tym miejscu, w którym procedura pomiaru go oczekuje. Aby nie zajmować niepotrzebnie miejsca na stole roboczym, maszyna MiniMill3 posiada czujnik długości narzędzia zamontowany na elastycznym przewodzie, który nie musi znajdować się w komorze obróbki podczas samej pracy maszyny. Pozycja czujnika długości narzędzia jest pozycją maszynową czyli w układzie współrzędnych maszynowych i domyślnie wynosi $X=220$, $Y=13$, $Z=-55$ czyli wypada na prawy, dolny róg stołu roboczego maszyny. Pozycję czujnika można zmienić ustawiając ją w dowolnym miejscu w zakresie pracy maszyny. Aby to zrobić, bazujemy maszynę i w miejscu po bazowaniu ustawiamy offsety wszystkich osi na wartość 0 w układzie G54. Montujemy w uchwycie wrzeciona najdłuższe narzędzie jakie będziemy używać. Ustawiamy czujnik narzędzia w nowym miejscu i sterując ręcznie naprowadzamy narzędzie tuż nad czujnik (ok 1mm)



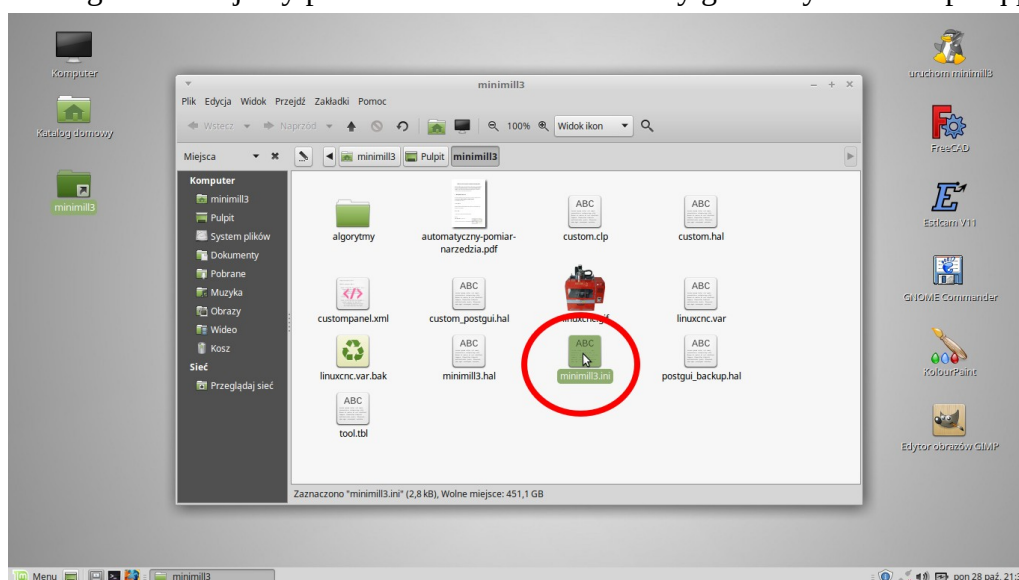
W LinuxCNC odczytujemy aktualne położenie w 3 osiach X, Y, Z i zapisujemy je a następnie zamykamy program LinuxCNC.



Z pulpitu otwieramy katalog z ustawieniami maszyny



W katalogu odszukujemy plik minimill3.ini i otwieramy go w edytorze notepadqq

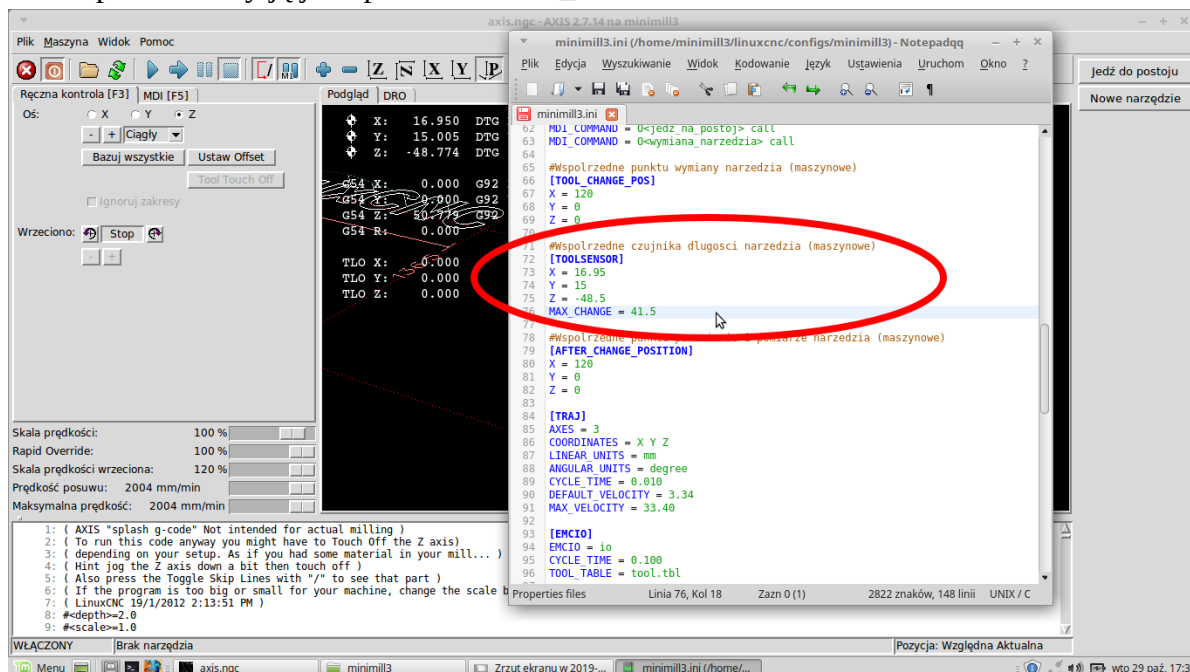


W pliku odszukujemy sekcję [TOOLSSENSOR] i wprowadzamy wartości X, Y i Z te które odczytaliśmy jako pozycja czujnika. Następnie wyliczamy zakres ruchu pomiaru czyli

różnicę jaka jest pomiędzy wartością maksymalnego ruchu w osi Z i wartością Z pozycji czujnika:

$$90 - 48.5 = 41.5$$

i wprowadzamy ją jako parametr MAX_CHANGE



W pliku znajdują się jeszcze 2 sekcje dotyczące wymiany i pomiaru narzędzia:

[TOOL_CHANGE_POS] – pozycja zmiany narzędzia

[AFTER_CHANGE_POS] – pozycja po zmianie i pomiarze narzędzia

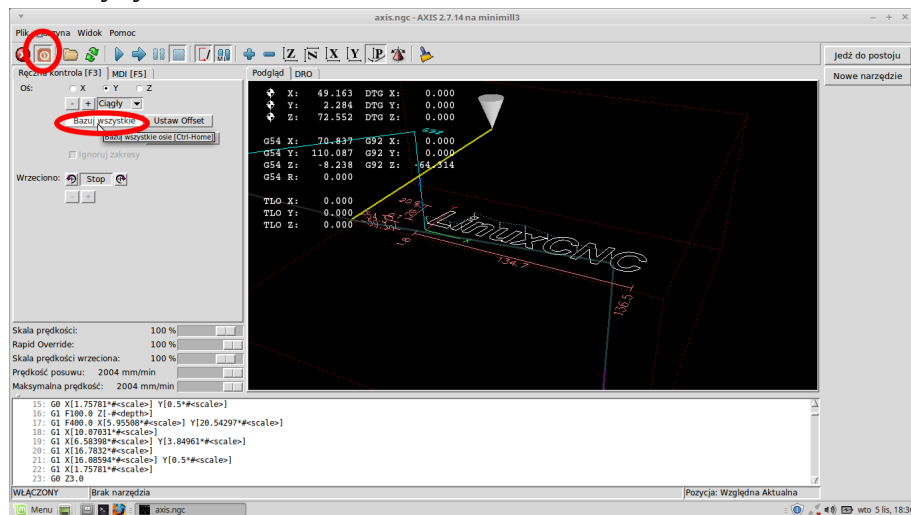
Jeśli nie istnieje ważna przesłanka aby zmieniać te wartości, sugeruję pozostawić je bez zmian.

Zapisujemy i zamykamy plik. Po ponownym uruchomieniu LinuxCNC, program będzie oczekiwał czujnika długości narzędzia w nowo wprowadzonym miejscu.

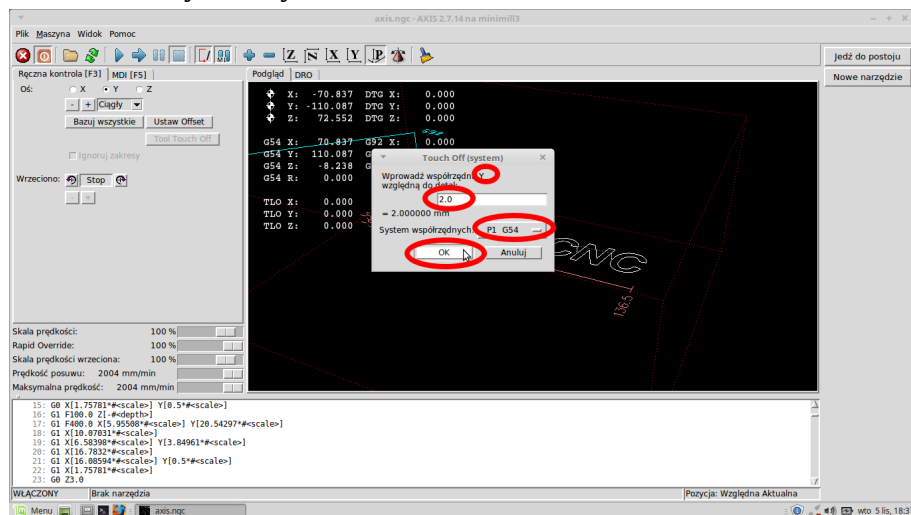
18. Planowanie stołu

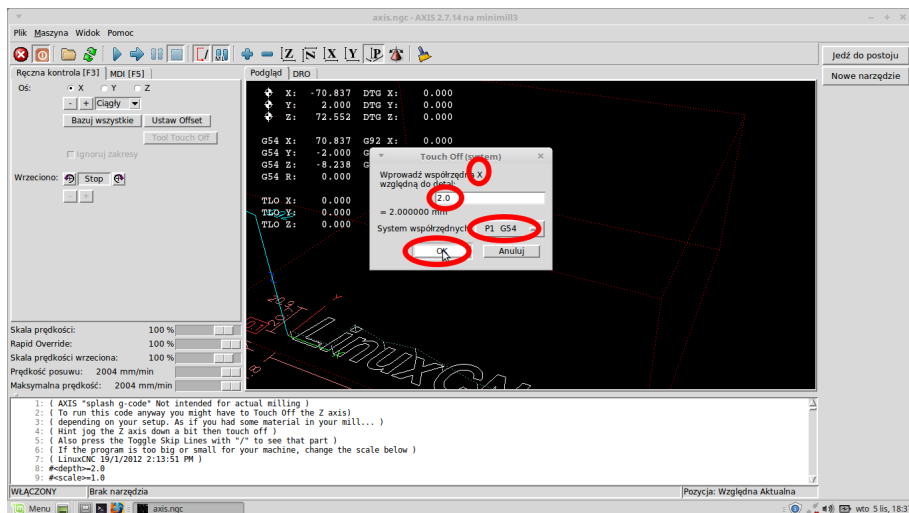
Producent MiniMill3 przewidział planowanie powierzchni stołu roboczego maszyny bezpośrednio na maszynie. Aby to wykonać, należy za pomocą frezu z czołem płaskim frezować warstwę zewnętrzną stołu aż do uzyskania równej powierzchni. Frezowanie stali wymaga stosowania chłodziwa oraz powoduje powstawanie wiór. Aby nie dostarczać do odbiorcy maszyny używanej (ze śladami chłodziwa i wiór), producent przewidział aby to użytkownik wykonał planowanie stołu jako pierwszą operację frezowania na tej maszynie.

Najpierw należy uruchomić komputer sterujący oraz maszynę. Na komputerze uruchamiamy program sterujący maszyną LinuxCNC. Pierwszą standardową czynnością jest włączenie zasilania maszyny i bazowanie.

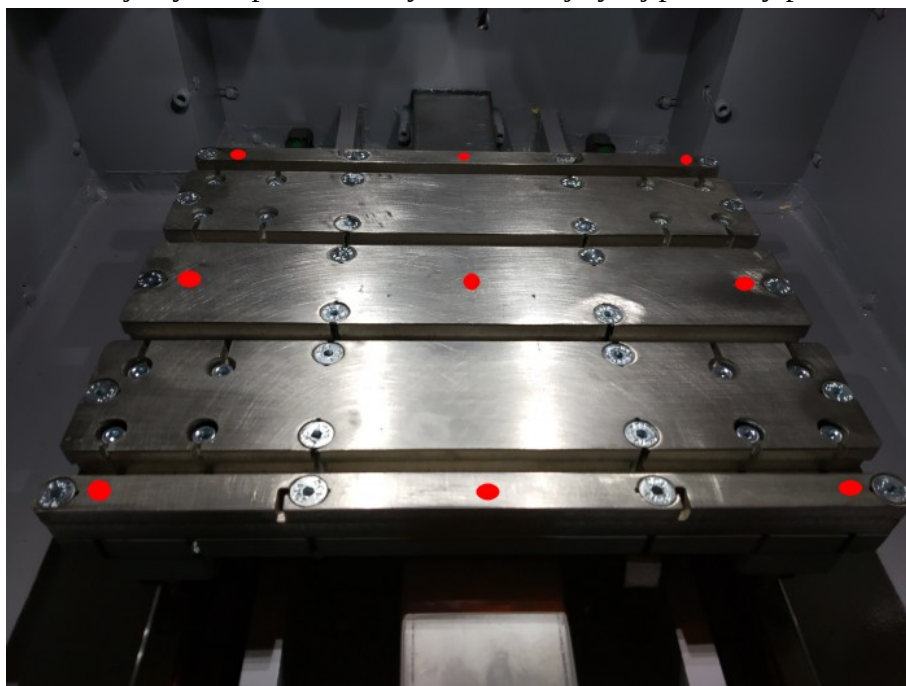


Po zbazowaniu maszyny nie wykonujemy żadnego ruchu maszyną tylko w pozycji po bazowaniu ustawiamy offsety osi X oraz Y na wartość 2.0mm.

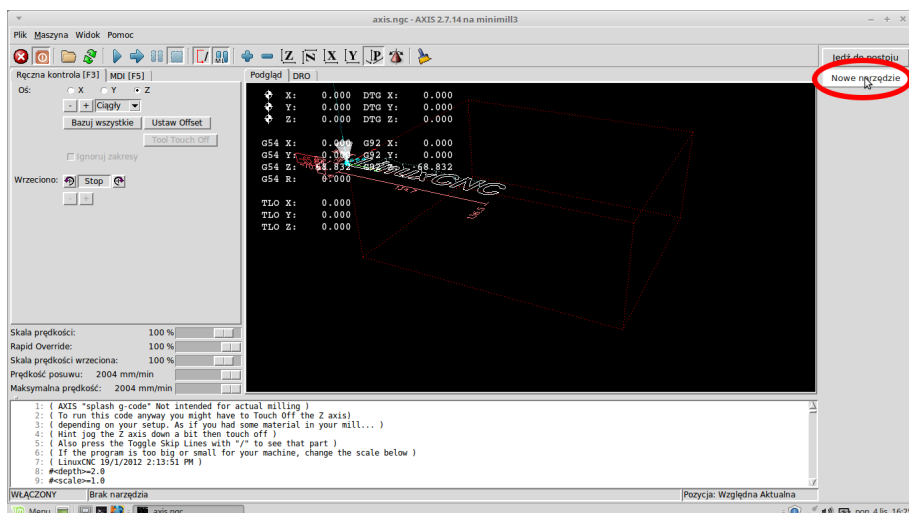




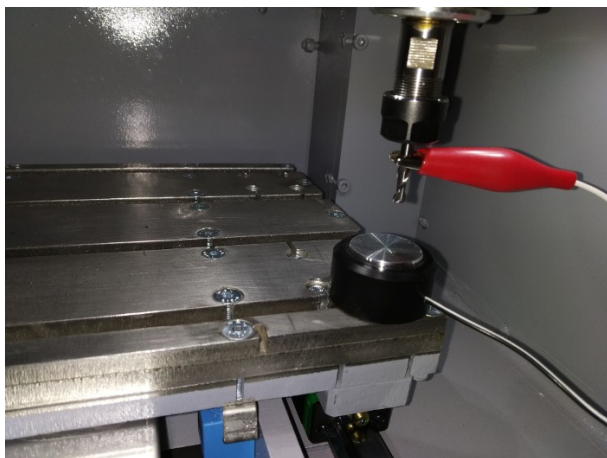
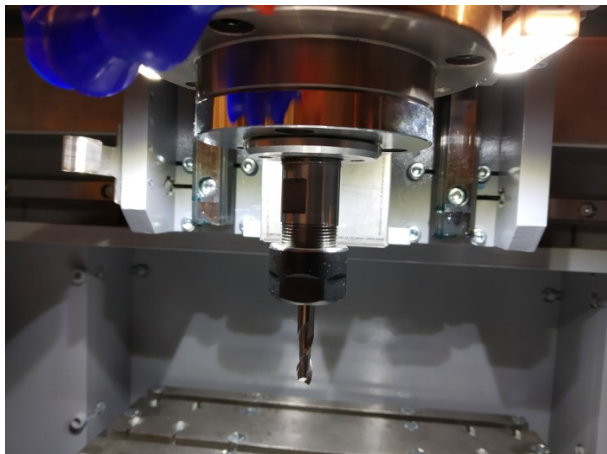
Następnie wykonujemy bazowanie materiału (czyli w tym przypadku stołu) w osi Z. Pomiaru dokonujemy w 9 punktach aby znaleźć najwyżej położony punkt stołu.



Aby to zrobić, montujemy najpierw narzędzie którym będziemy planować stół, czyli frez palcowy 4mm 2P z płaskim czołem. Klikamy zatem w aplikacji sterującej przycisk **Nowe narzędzie**



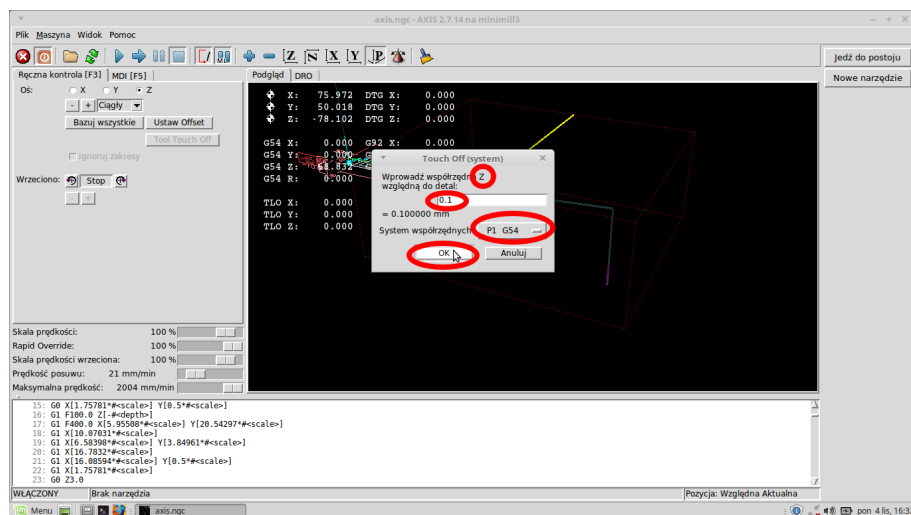
Program poprowadzi nas przez montaż i pomiar długości narzędzia



Teraz sterując maszyną manualnie jedziemy nad pierwszy punkt pomiaru i obniżamy powoli narzędzie tak aby karteczka pod narzędziem przesuwała się z lekkim oporem



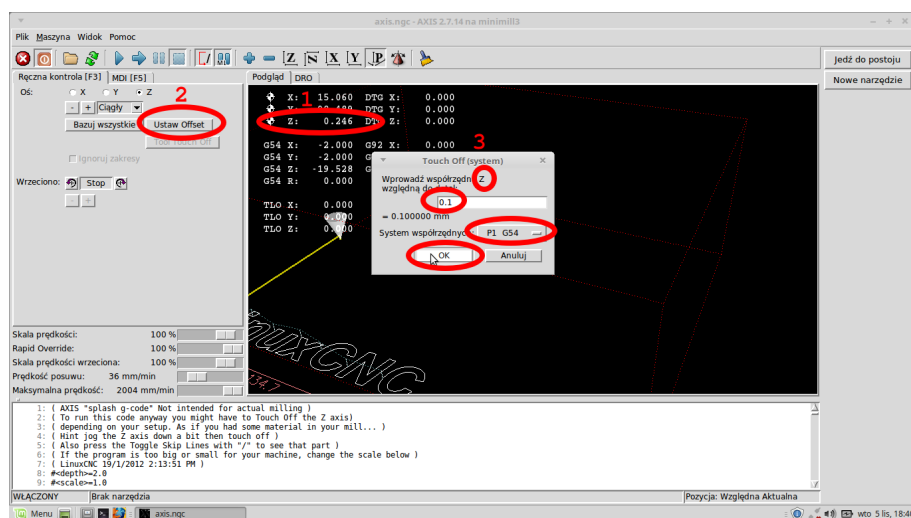
Ustawiamy offset osi Z na wartość grubości karteczki czyli w tym przypadku 0.1mm



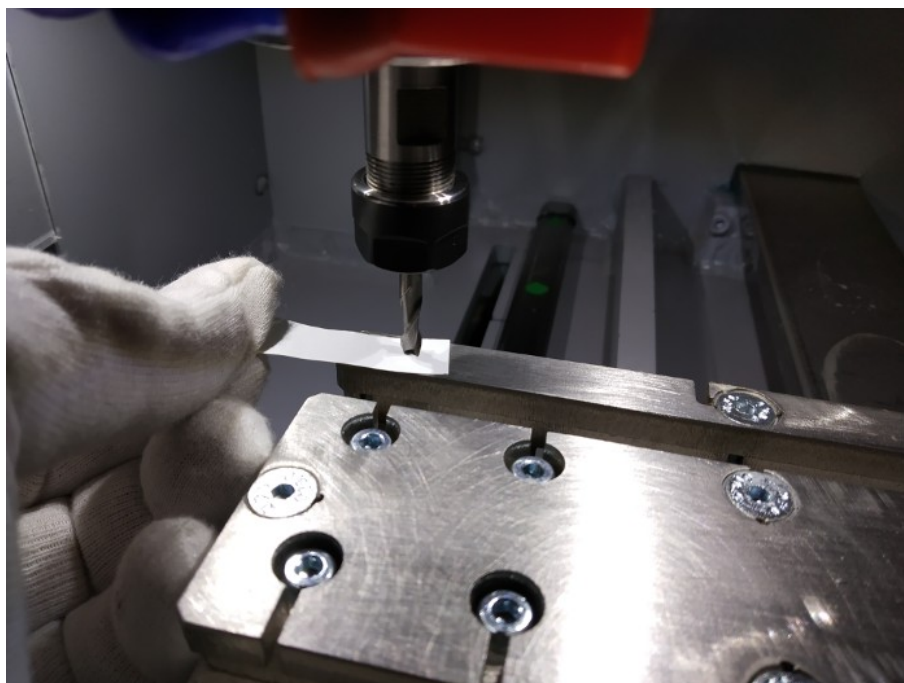
Podnosimy lekko oś Z i jedziemy nad drugi punkt pomiaru. Zjeżdżamy osią Z powoli tak aby karteczka przesuwiała się pod narzędziem z lekkim oporem



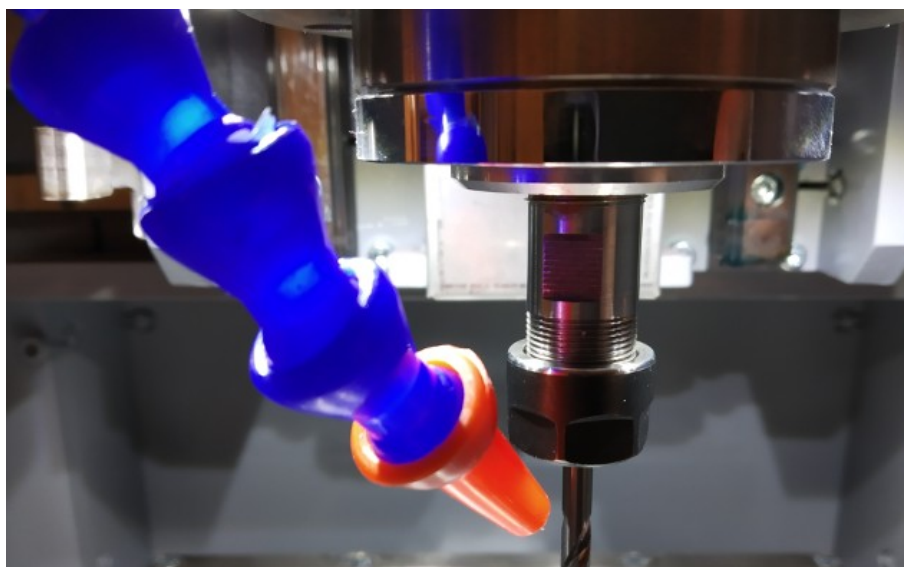
W LinuxCNC odczytujemy wartość z osi Z. Jeśli jest wyższa niż 0.1mm, wprowadzamy ponownie offset osi Z na wartość 0.1mm.



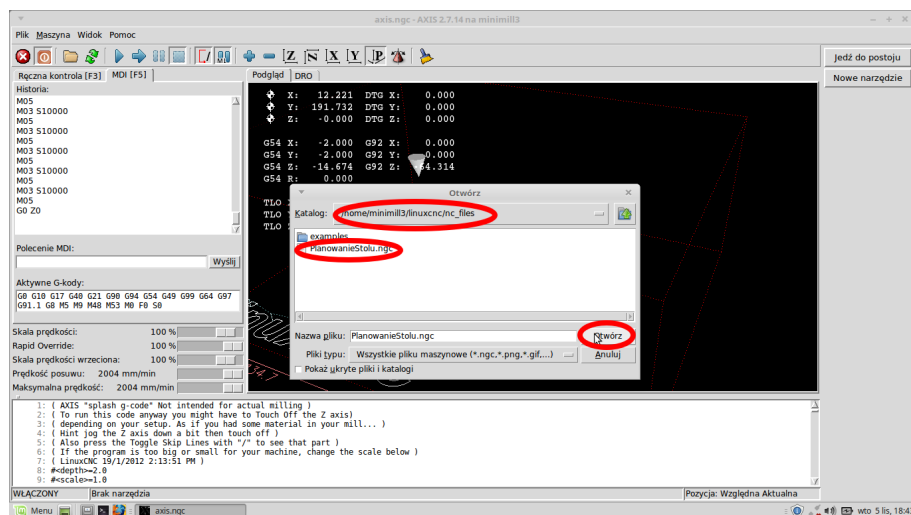
Jeśli wartość na osi Z jest mniejsza lub równa 0.1mm, nie zmieniamy offsetu lecz przesuwamy się do następnego punktu pomiaru i obniżamy narzędzie w osi Z tak aby karteczka przesuwiała się z lekkim oporem.



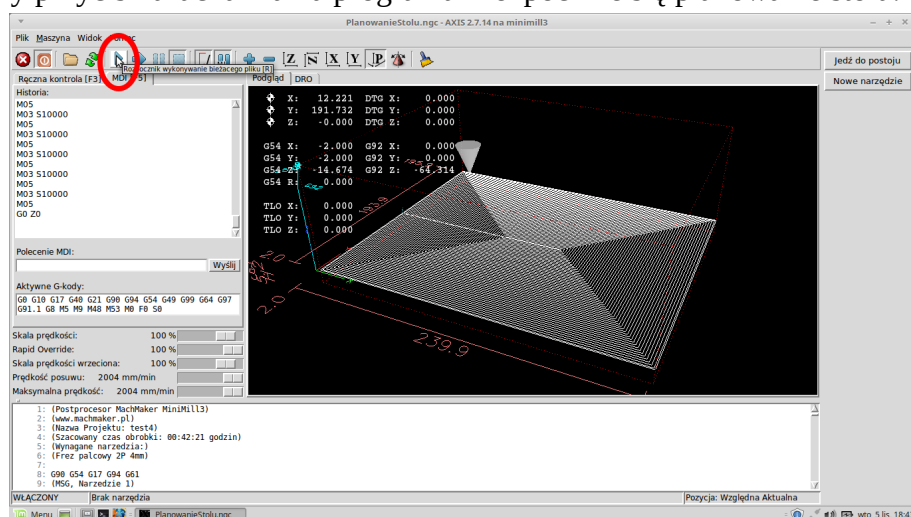
Wykonujemy pomiar dla wszystkich 9 punktów pomiarowych na stole.
Ustawiamy wężyk chłodziwa tak aby wylot z dyszy skierowany był na roboczą część narzędzia



Następnie wczytujemy program do planowania stołu. Program nazywa się PlanowanieStolu.ngc i znajduje się w domyślnym katalogu `/home/minimill3/linuxcnc/nc_files`



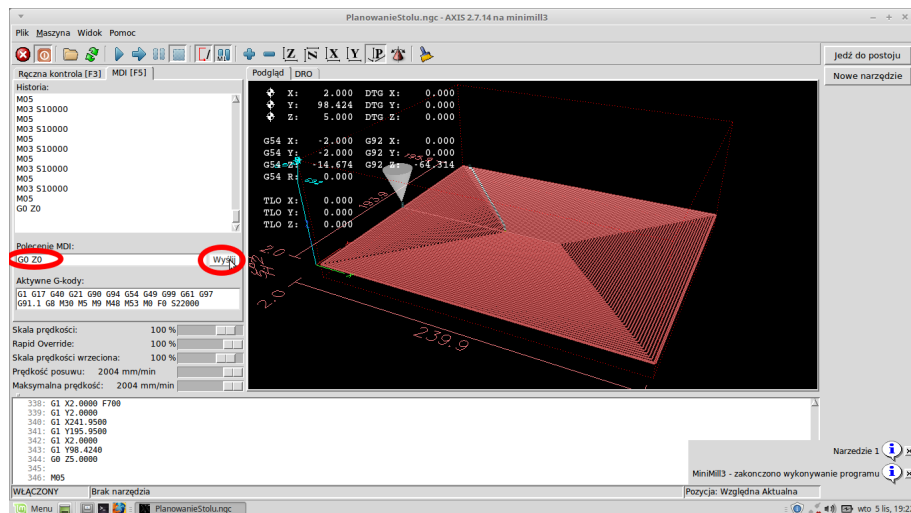
Klikamy przycisk uruchamiania programu i rozpocznie się planowanie stołu.



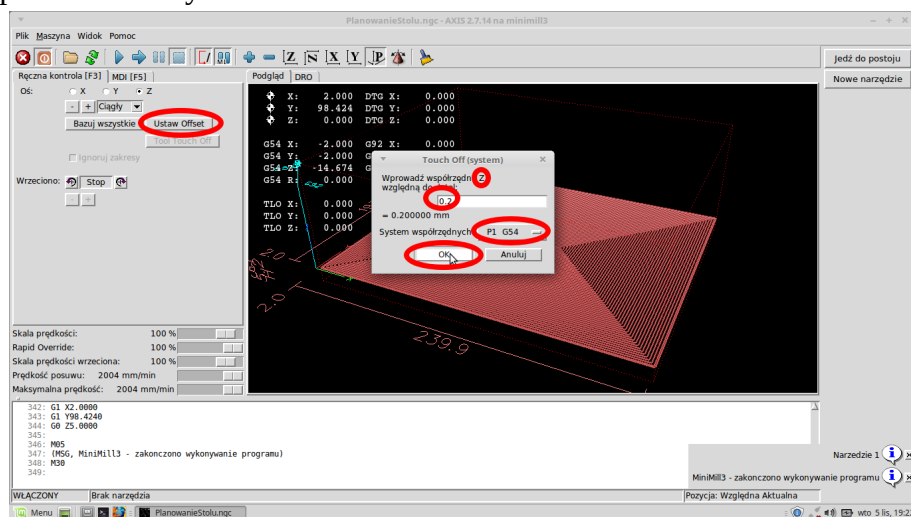
W czasie rozpędzania wrzeczona uruchamiamy chłodziwo i ustawiamy jego optymalny przepływ tak aby prawidłowo smarowało i chłodziło roboczą część narzędzia.



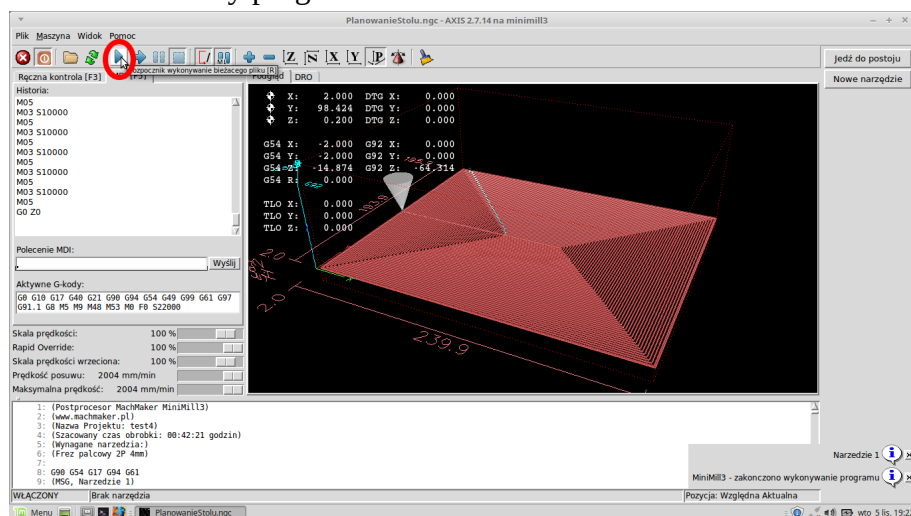
Po zakończeniu obróbki, oczyszczamy stół z wiór i chłodziwa i sprawdzamy wizualnie, czy cała powierzchnia stołu została frezowana. Jeśli pozostały fragmenty stołu które nie zostały frezowane, należy obniżyć offset osi Z o 0.2mm i ponownie powtórzyć obróbkę. Aby to zrobić przechodzimy do zakładki MDI i wpisujemy komendę G0 Z0 i klikamy Wyślij



I następnie ustawiamy offset osi Z na wartość 0.2mm



I ponownie uruchamiamy program



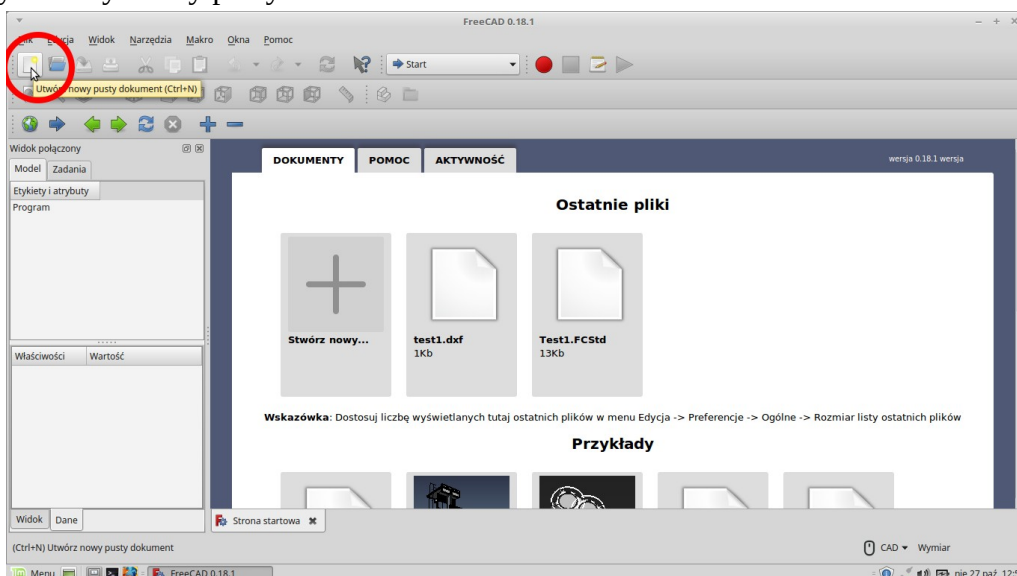
Po zakończeniu obróbki ponownie oczyszczamy stół i sprawdzamy, czy cała jego powierzchnia jest frezowana. W razie potrzeby, procedurę powtarzamy ponownie obniżając offset osi Z o 0.2 mm.

19. Projektowanie detalu w programie FreeCad

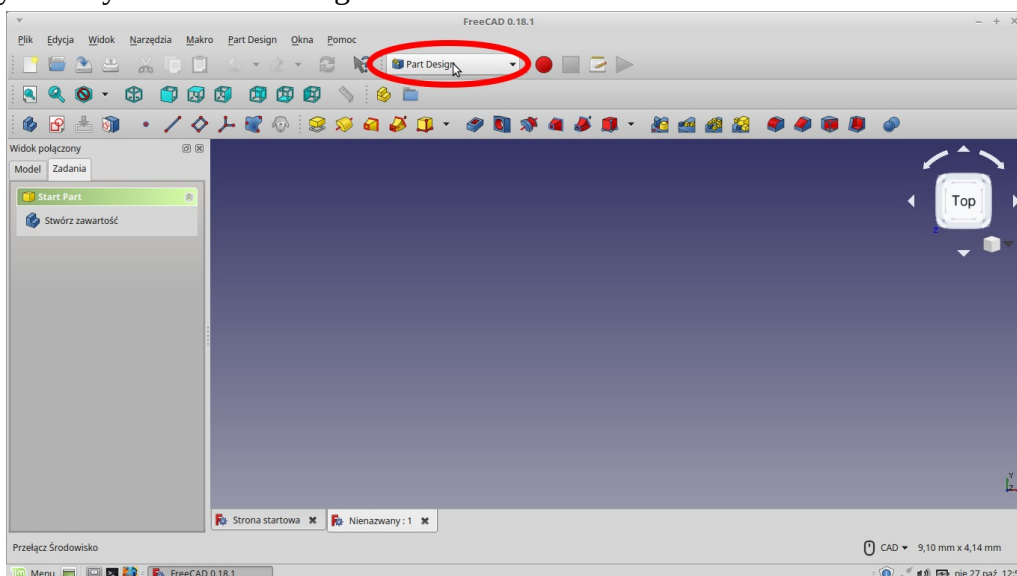
Uruchamiamy program FreeCad klikając dwukrotnie ikonę na pulpicie.



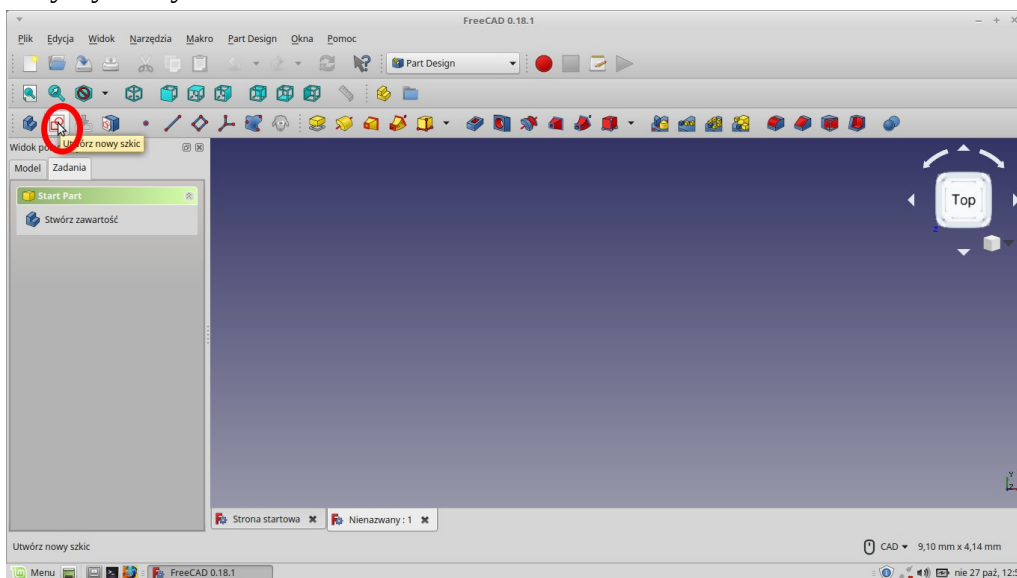
Wybieramy Nowy pusty dokument



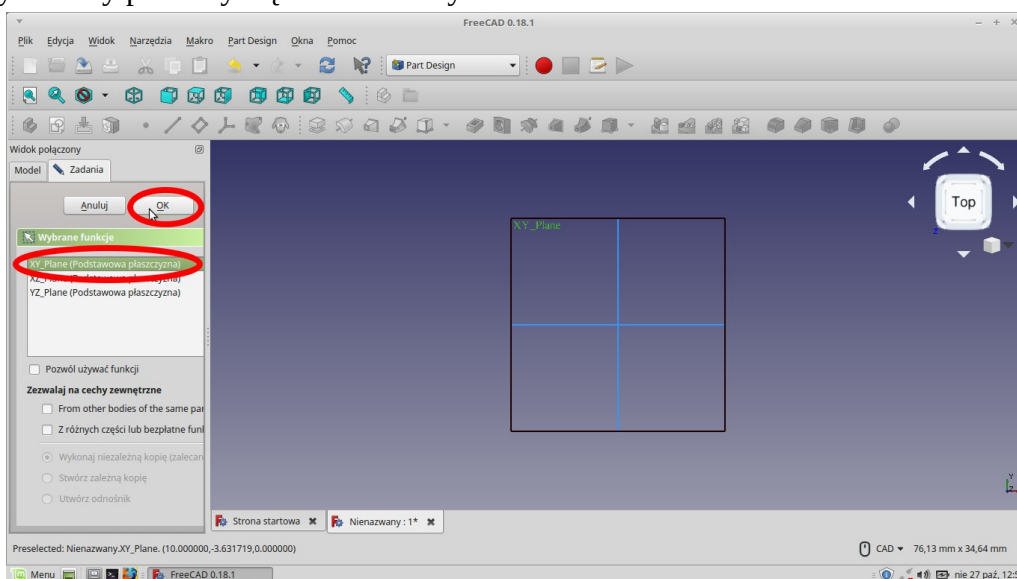
Wybieramy moduł Part Design



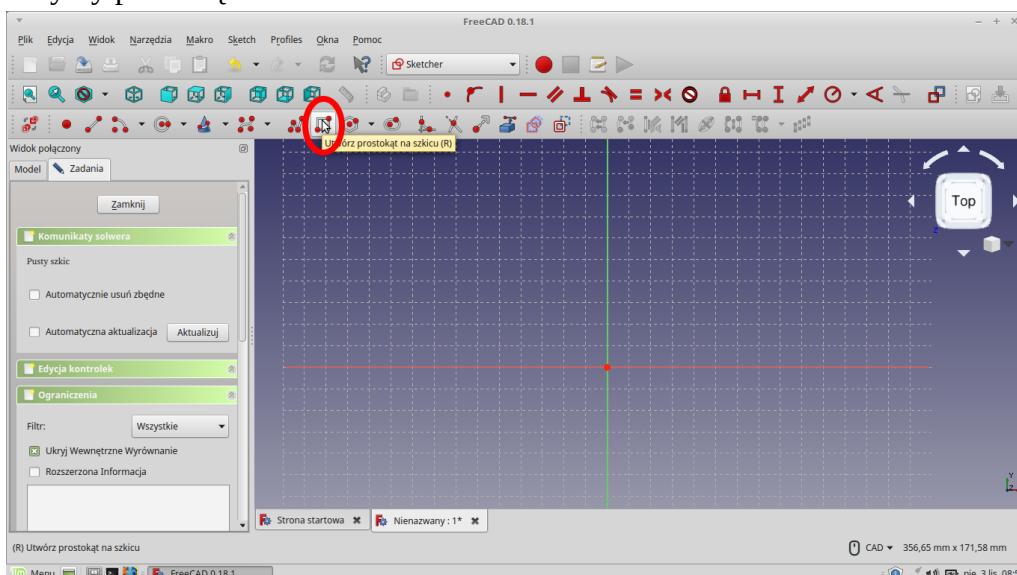
Tworzymy nowy szkic

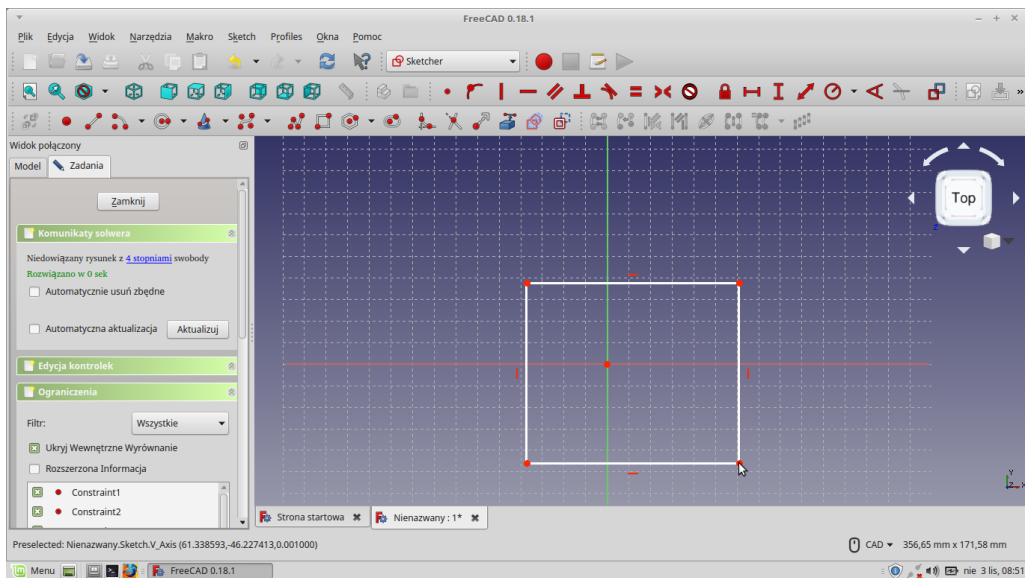


Wybieramy płaszczyznę XY i klikamy OK

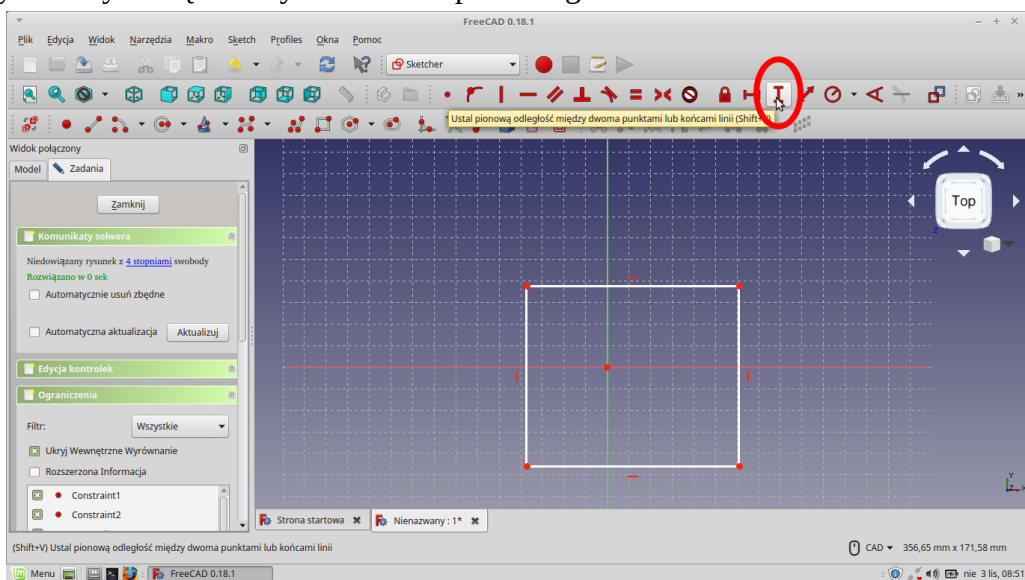


Tworzymy prostokąt

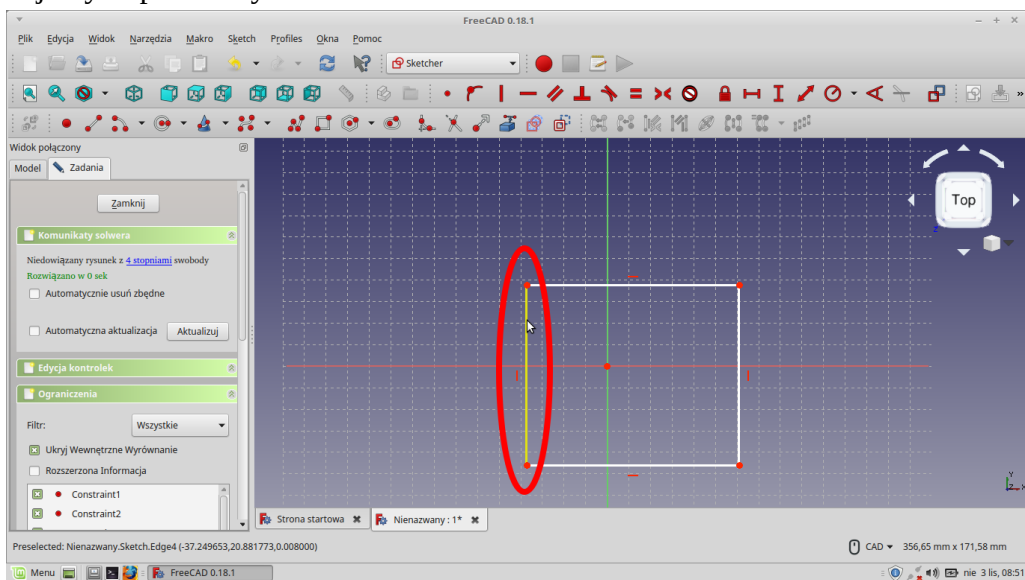


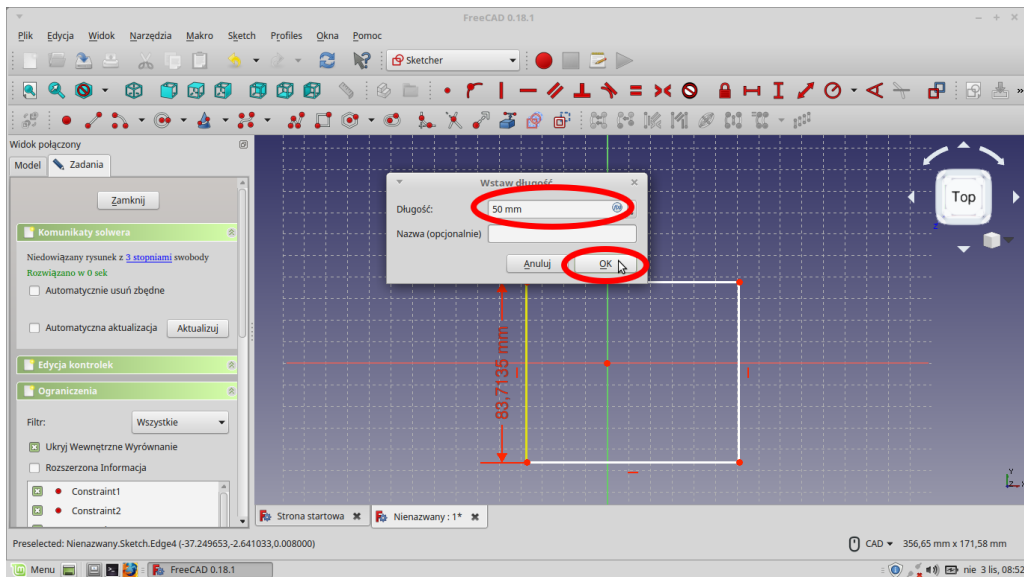


Wybieramy narzędzie wymiarowania pionowego

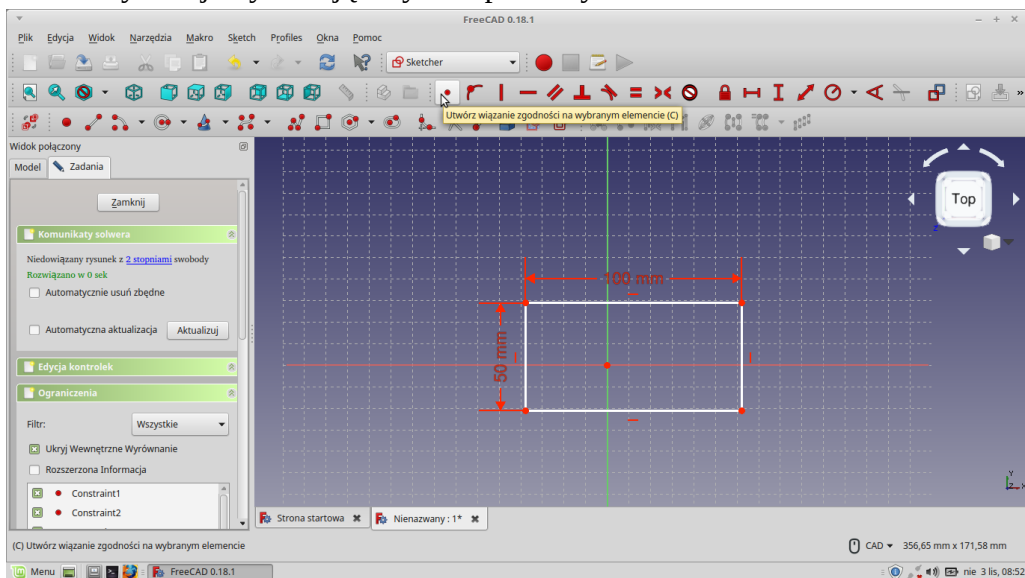


Nadajemy w pionie wymiar 50mm

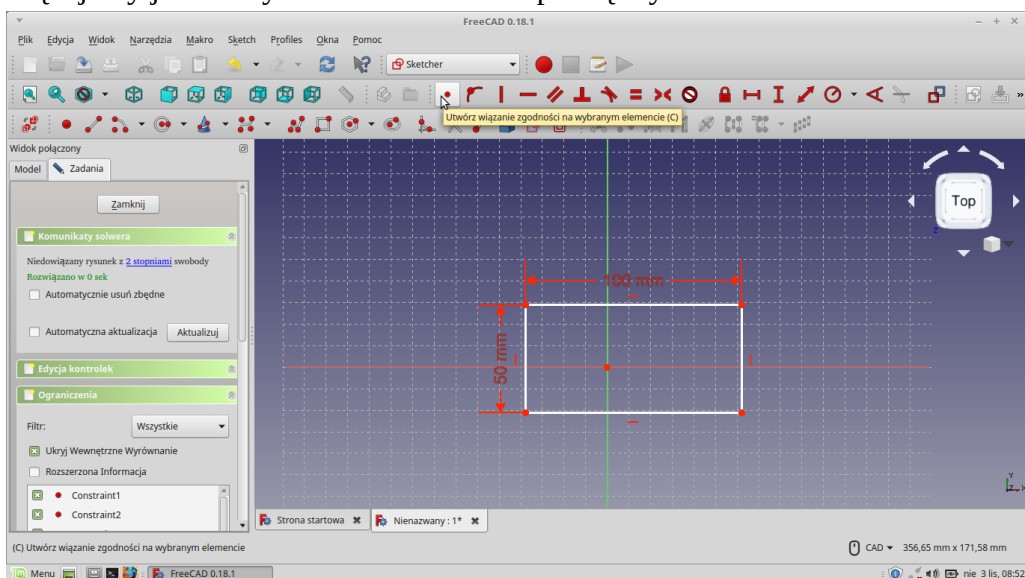


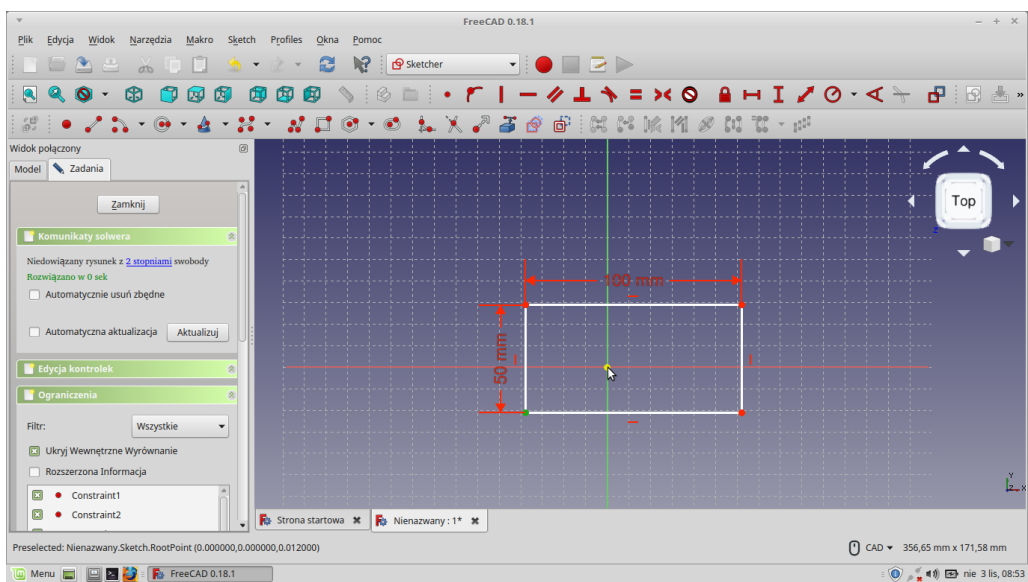
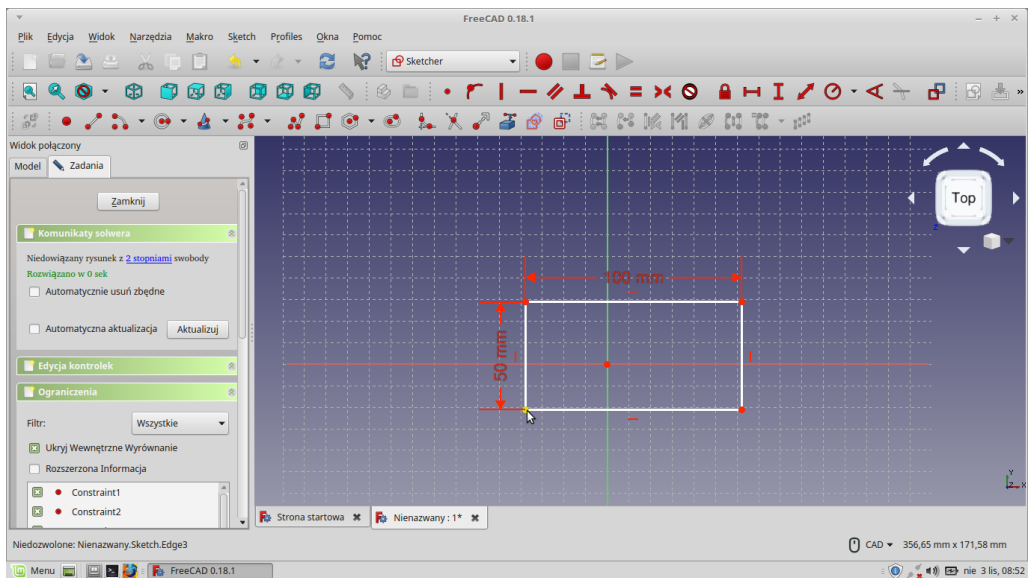


Podobnie wykonujemy nadając wymiar poziomy 100mm

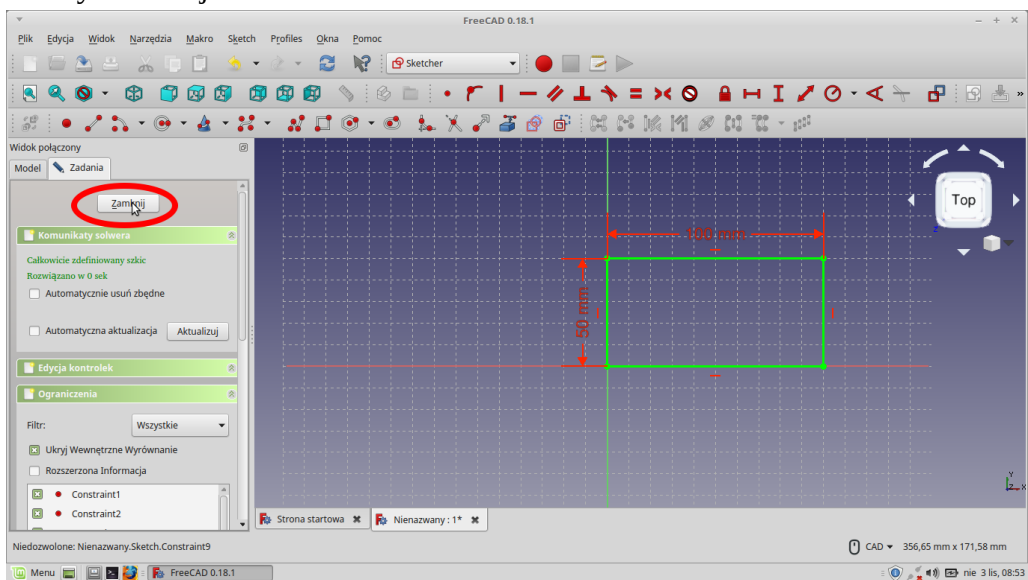


Powiązujemy jeszcze rysunek z układem współrzędnych

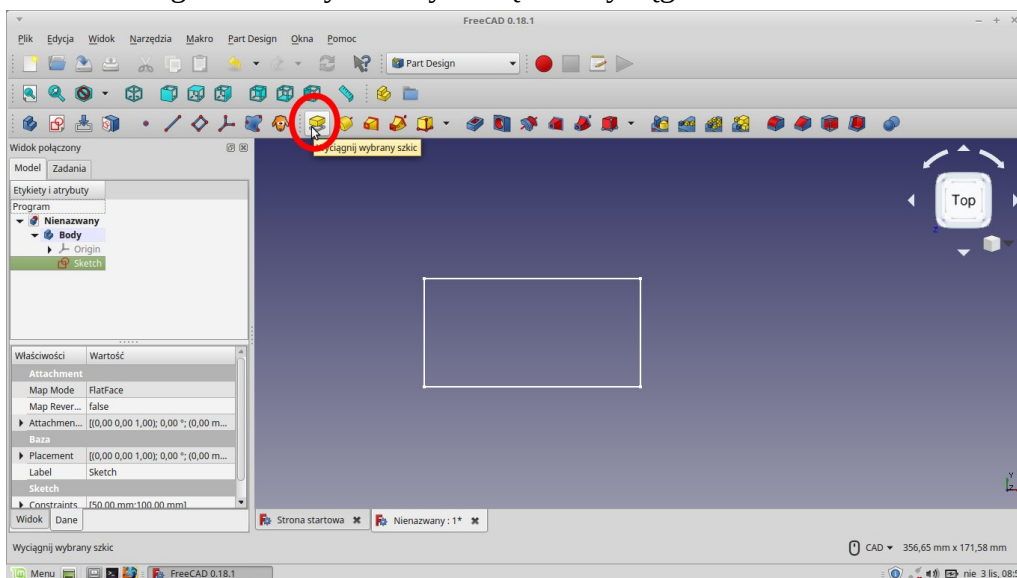




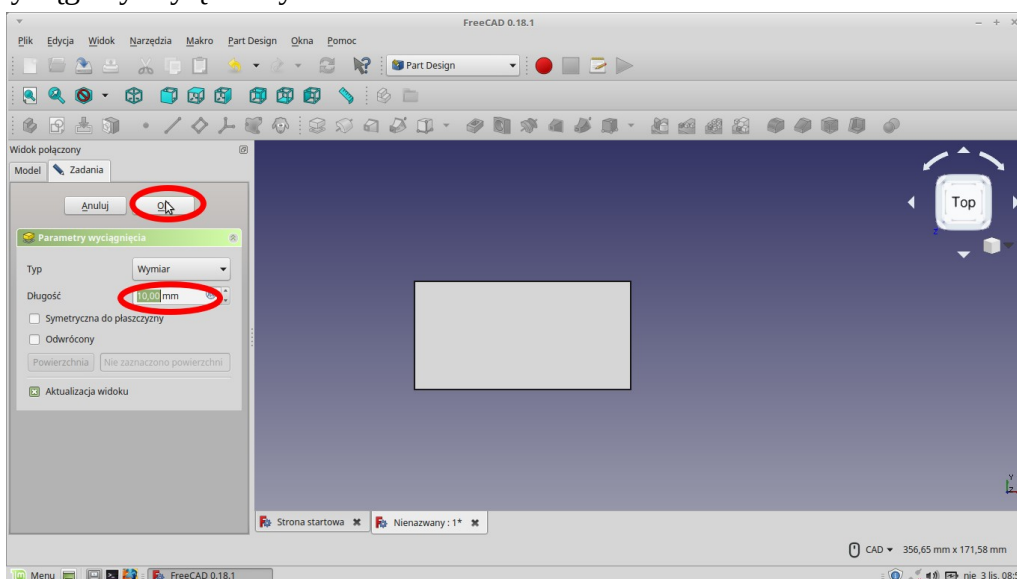
I klikamy Zamknij



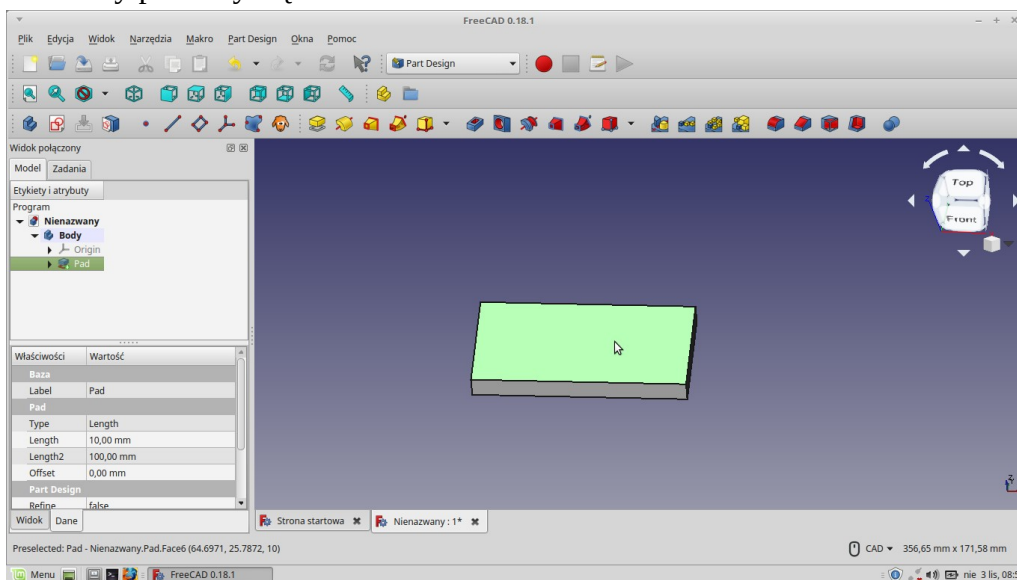
Dla zaznaczonego szkicu wybieramy narzędzie wyciągania



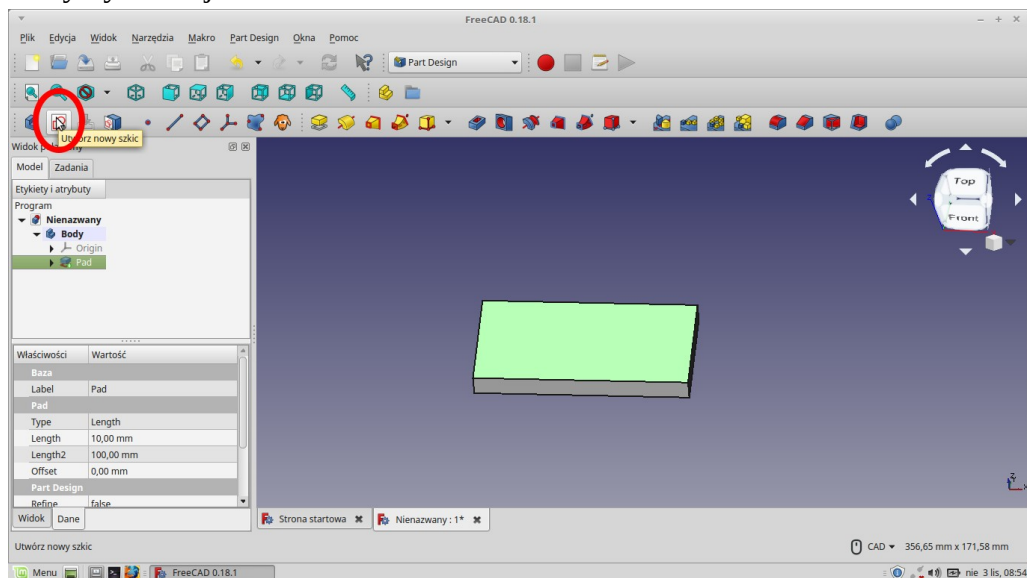
I wyciągamy bryłę na wysokość 10mm



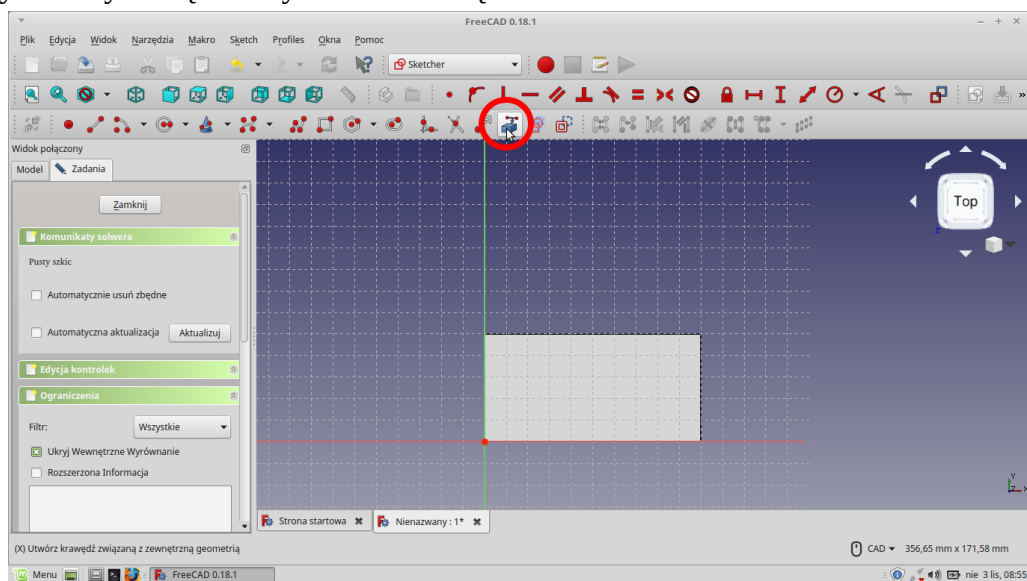
Zaznaczamy płaszczyznę



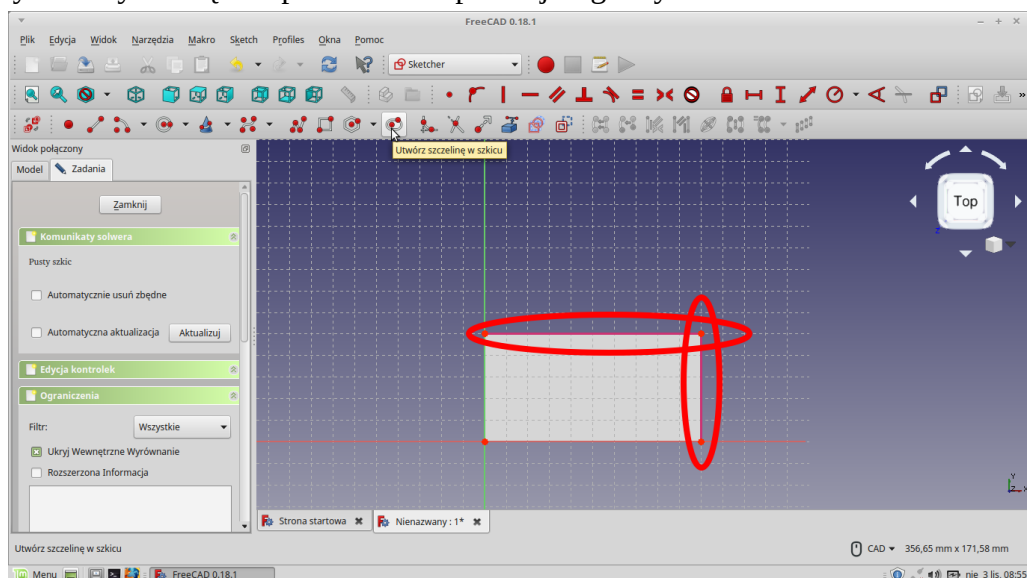
I tworzymy na niej szkic



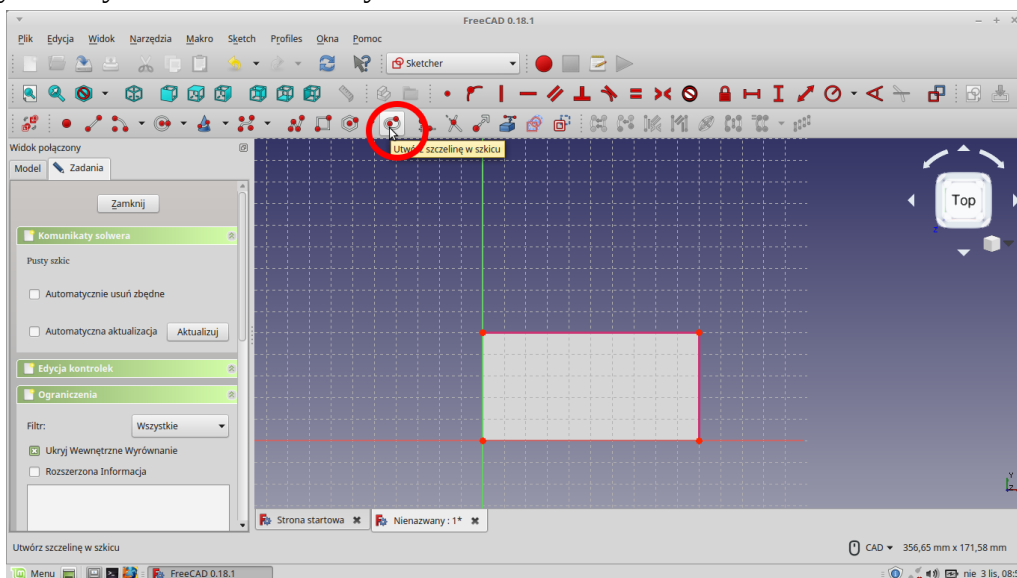
Wybieramy narzędzie wybierania krawędzi



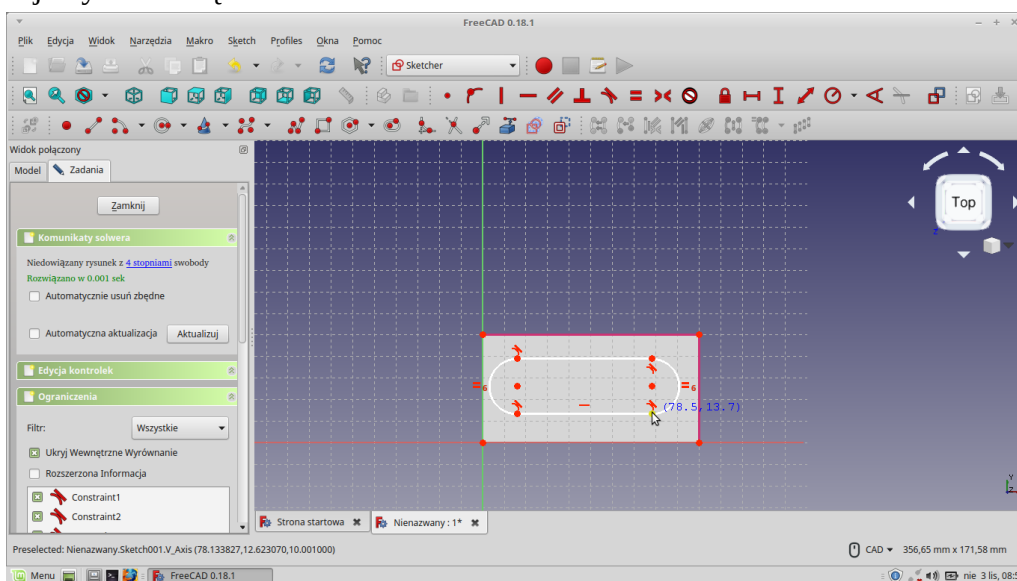
I wybieramy krawędzie potrzebne do późniejszego wymiarowania



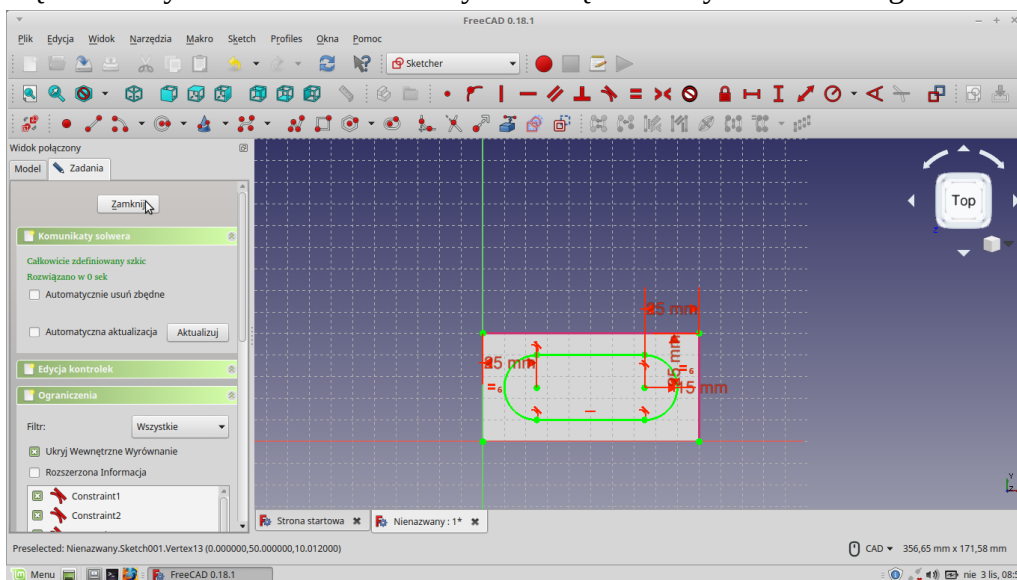
Wybieramy tworzenie szczeliny



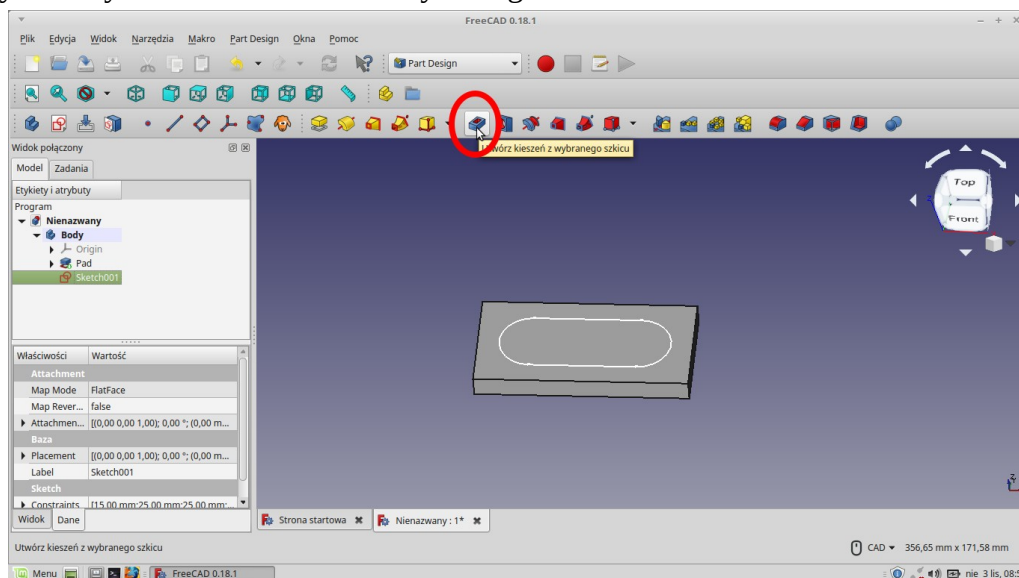
Rysujemy szczelinę na ścianie



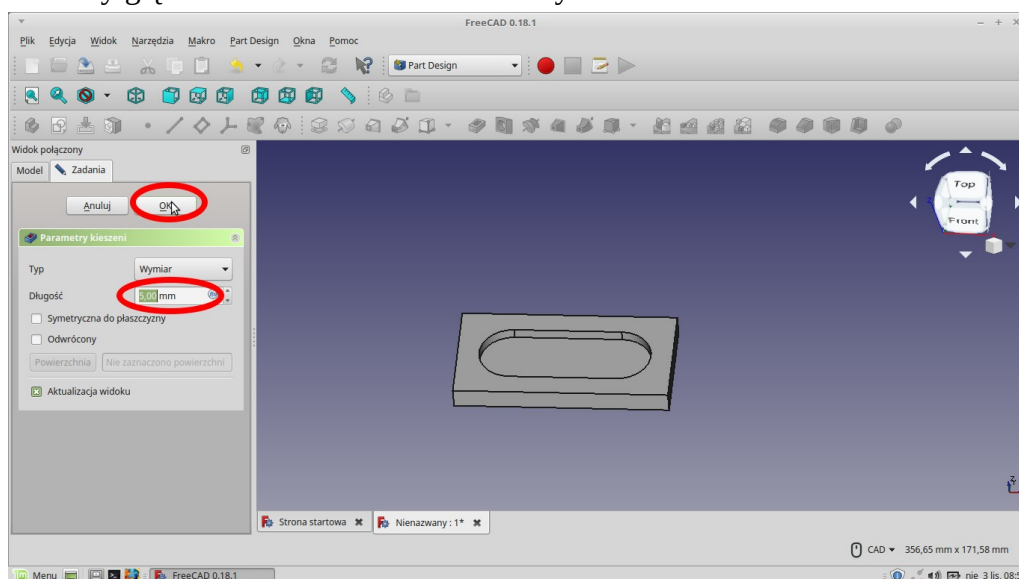
Narzędziami wymiarowania ustawiamy średnicę szczeliny 30mm i odległości od krawędzi



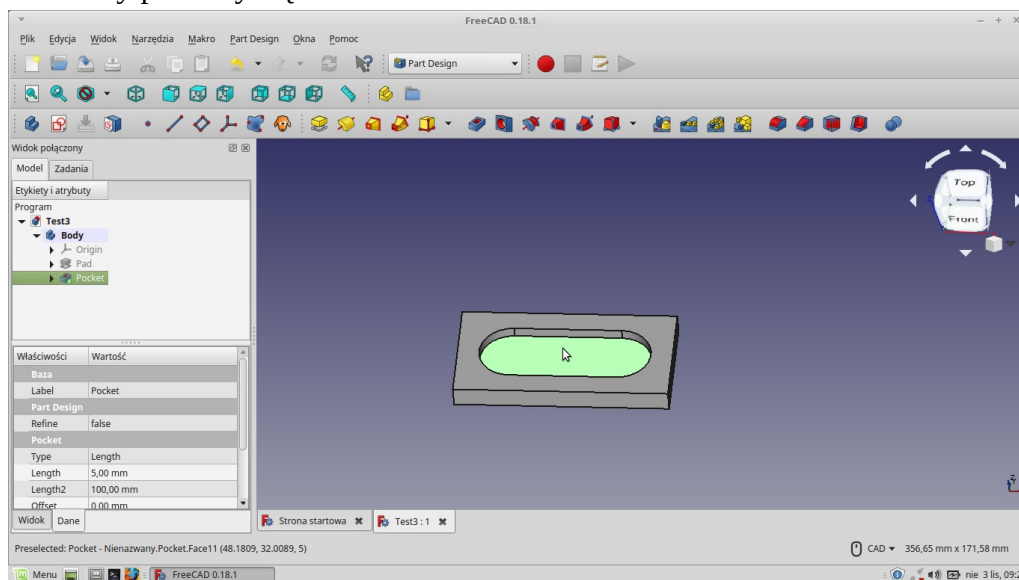
Wybieramy tworzenie kieszeni z wybranego szkicu



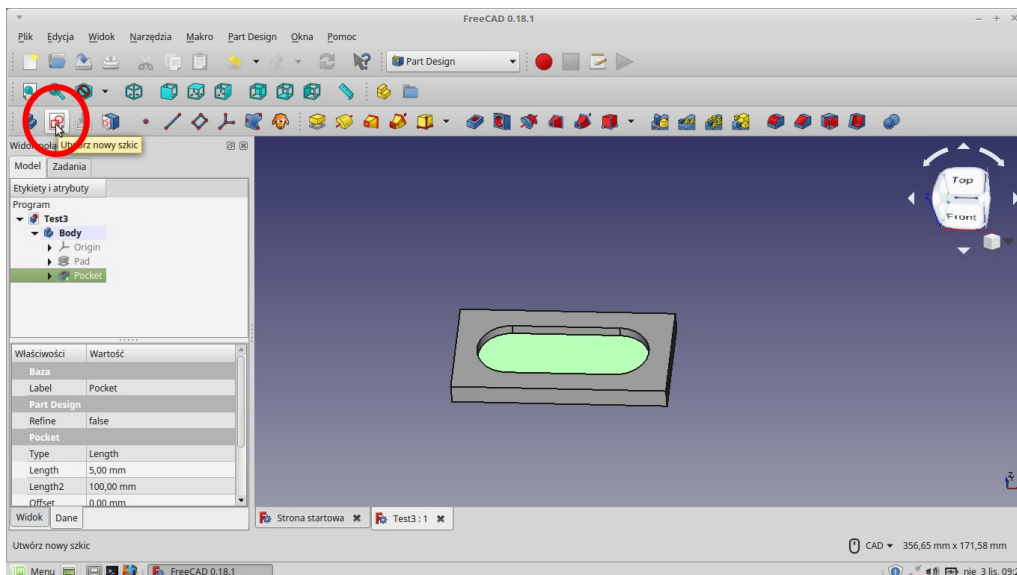
Ustawiamy głębokość kieszeni 5mm i klikamy OK



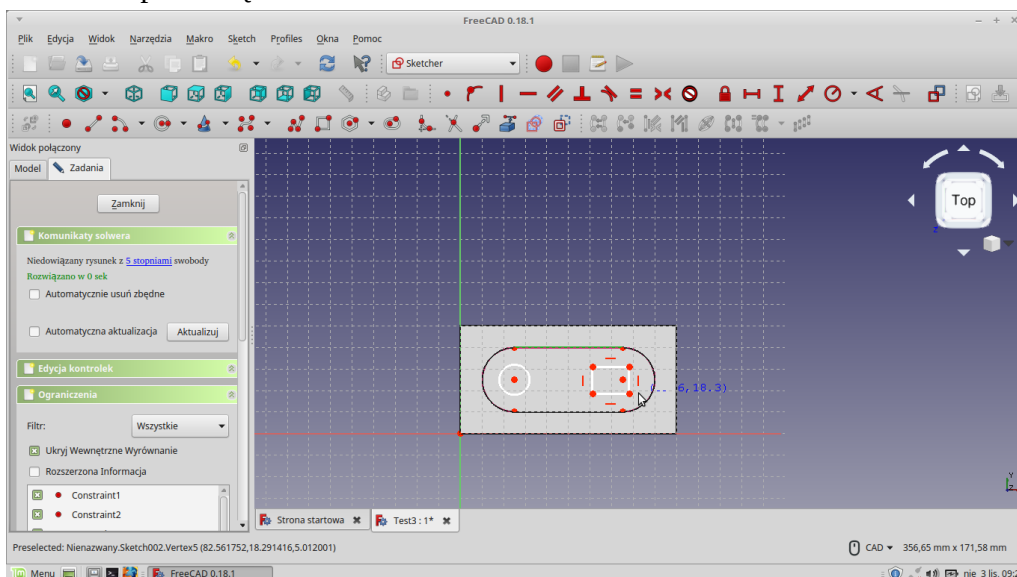
Zaznaczamy płaszczyznę dna kieszeni



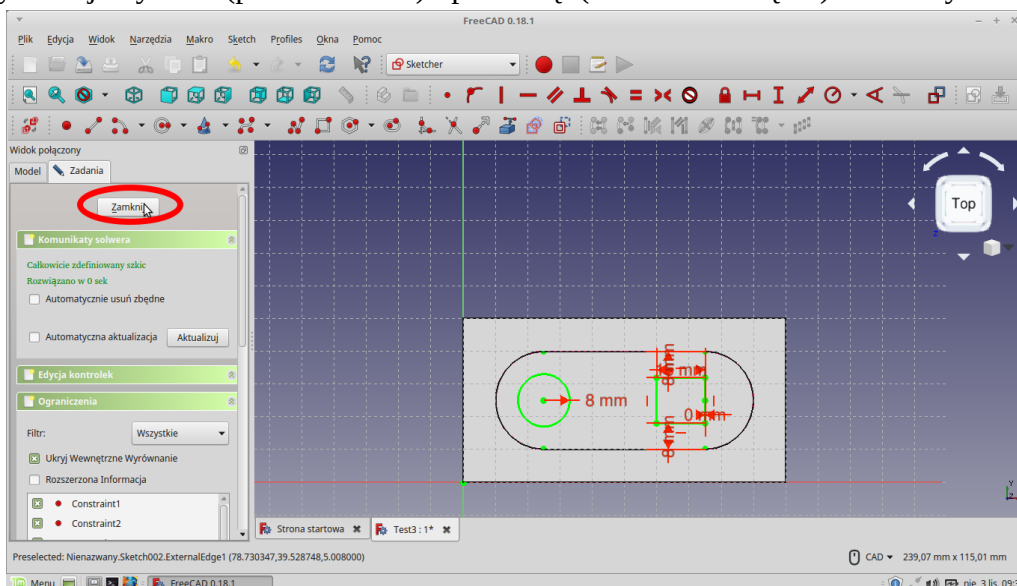
I wybieramy tworzenie szkicu na płaszczyźnie



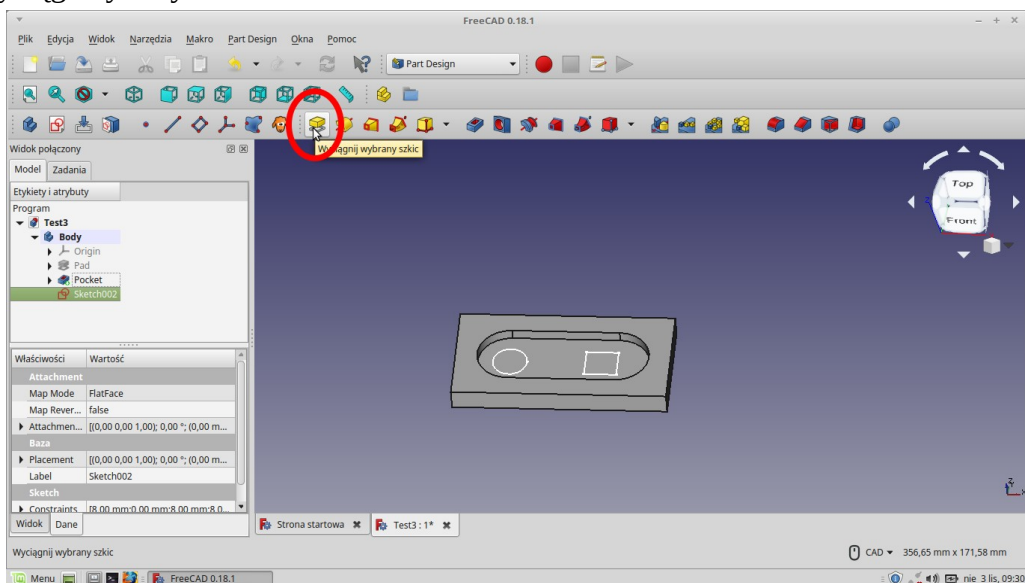
Narzędziem wybierania krawędzi oznaczamy krawędzie kieszeni a następnie tworzymy kształt koła i prostokąta na dnie kieszeni



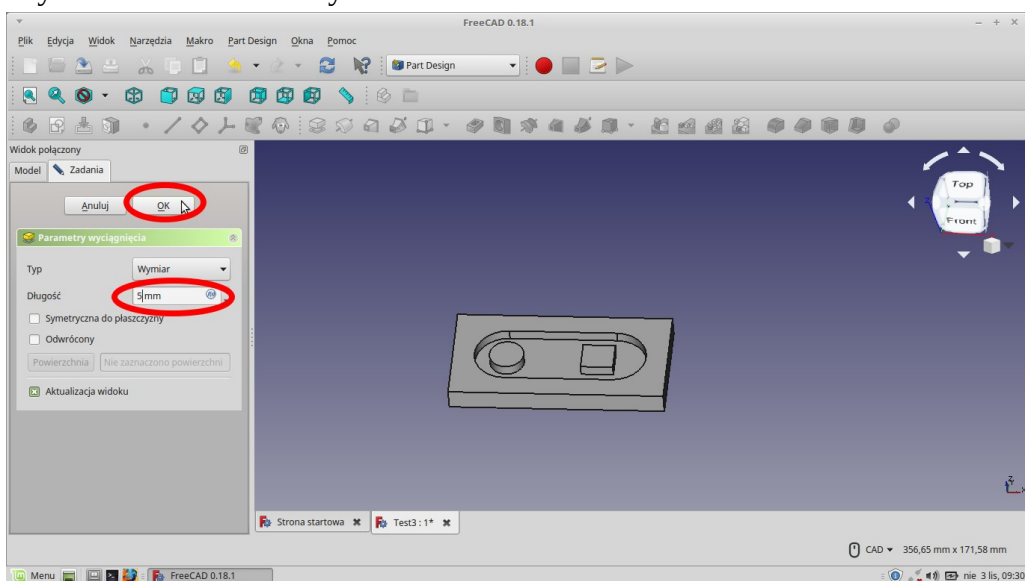
Wymiarujemy koło (promień 8mm) i prostokąt (8mm od krawędzi) i klikamy Zamknij



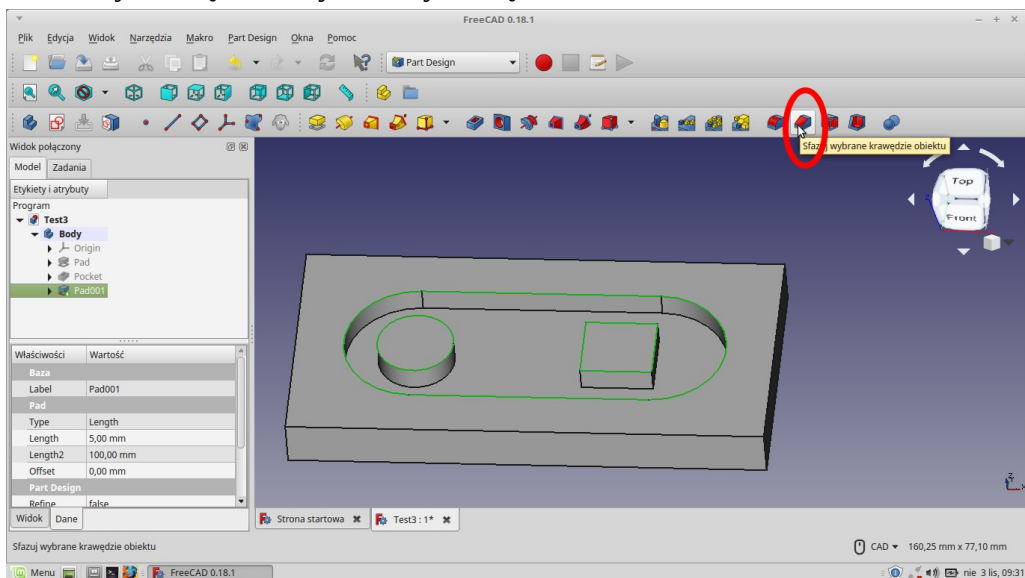
Wyciągamy narysowane szkice



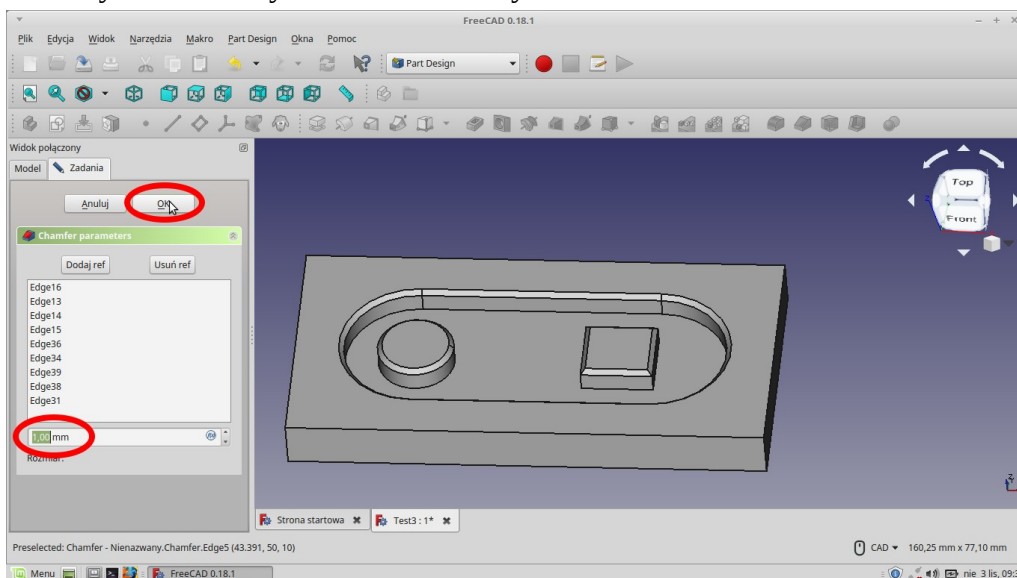
Na wysokość 5mm i klikamy OK



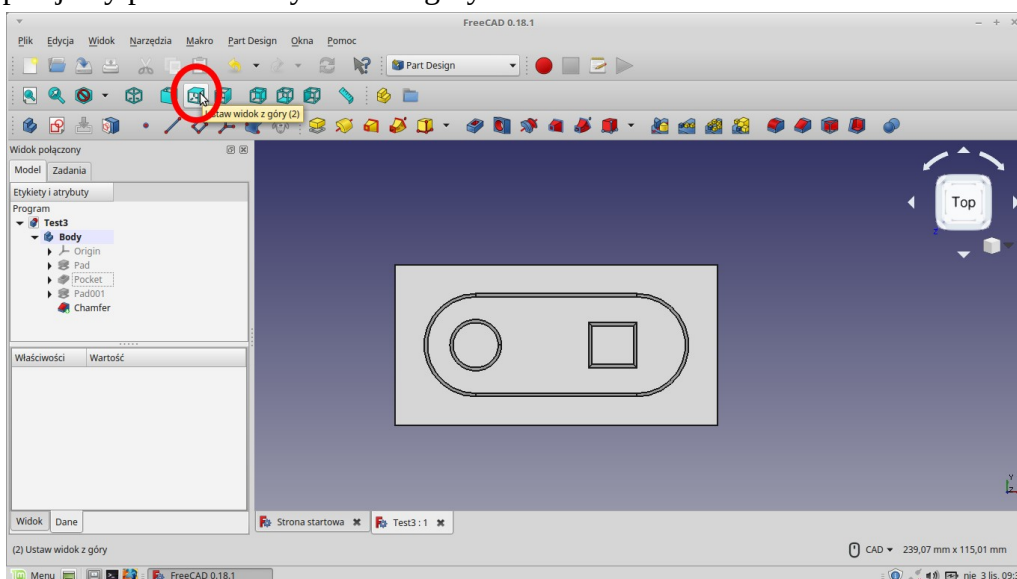
Zaznaczamy krawędzie i wybieramy narzędzie fazowania



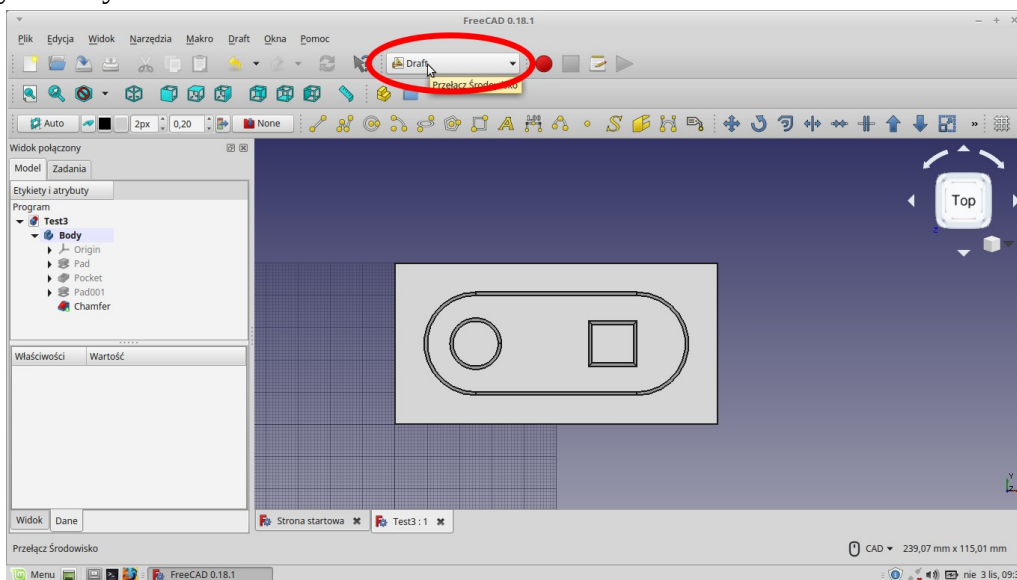
Ustawiamy rozmiar fazy na 1mm i klikamy OK.



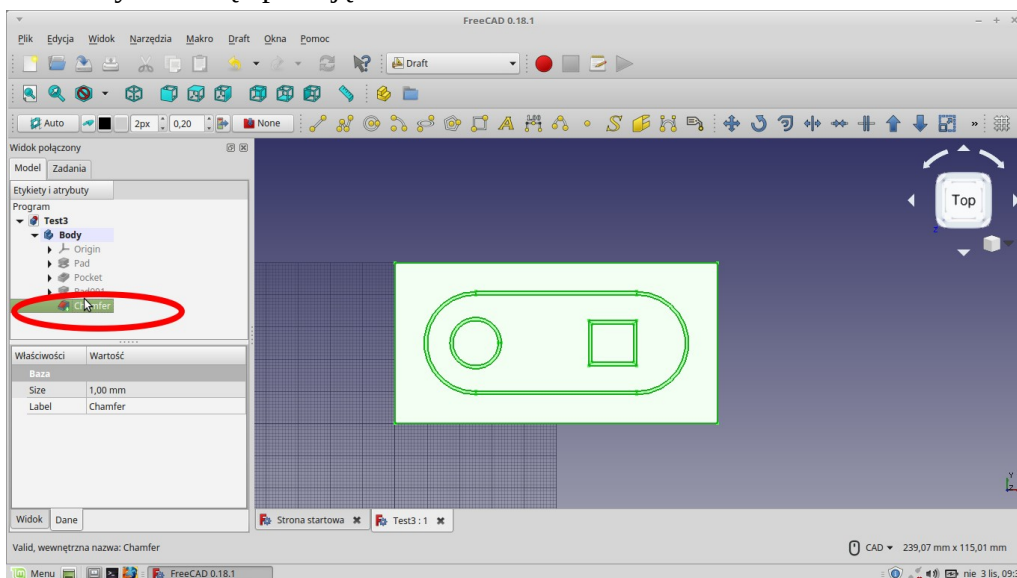
Zapisujemy plik. Klikamy widok z góry



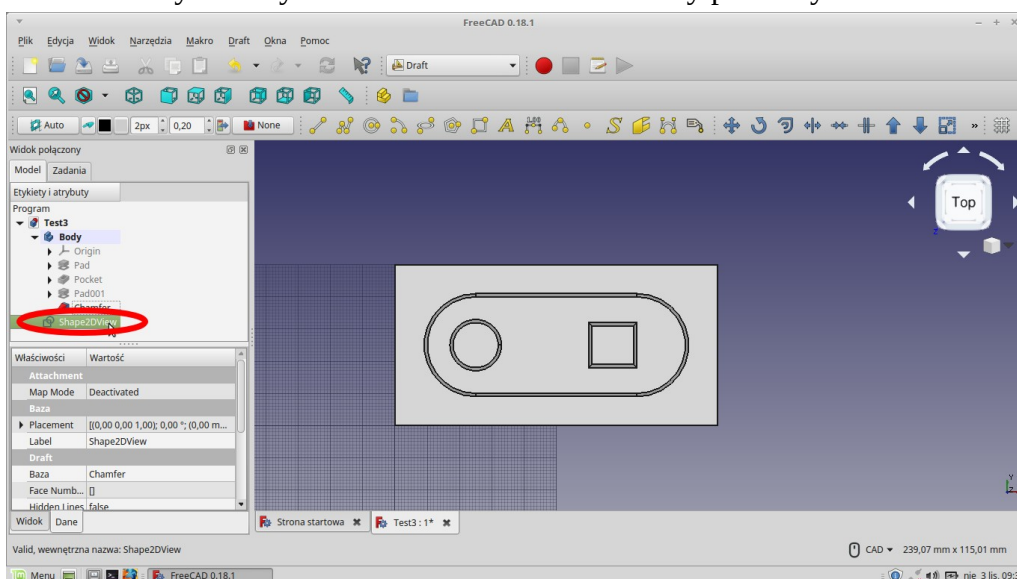
Wybieramy moduł Draft



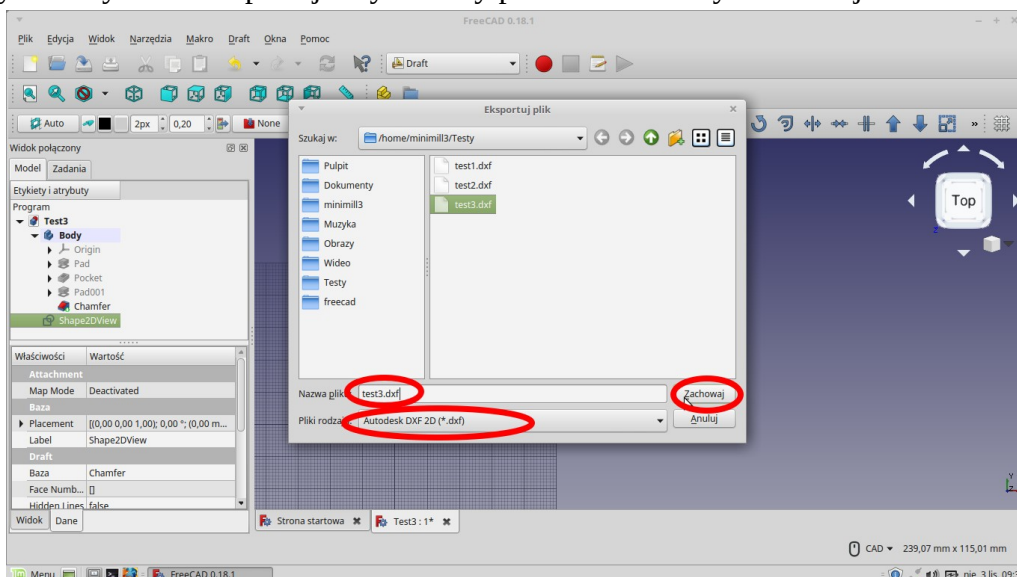
Zaznaczamy ostatnią operację



Z menu Draft wybieramy Widok 2D szkicu. Zaznaczamy powstały rzut



Wybieramy Plik → Exportuj i wybieramy plik dxf i klikamy Zachowaj



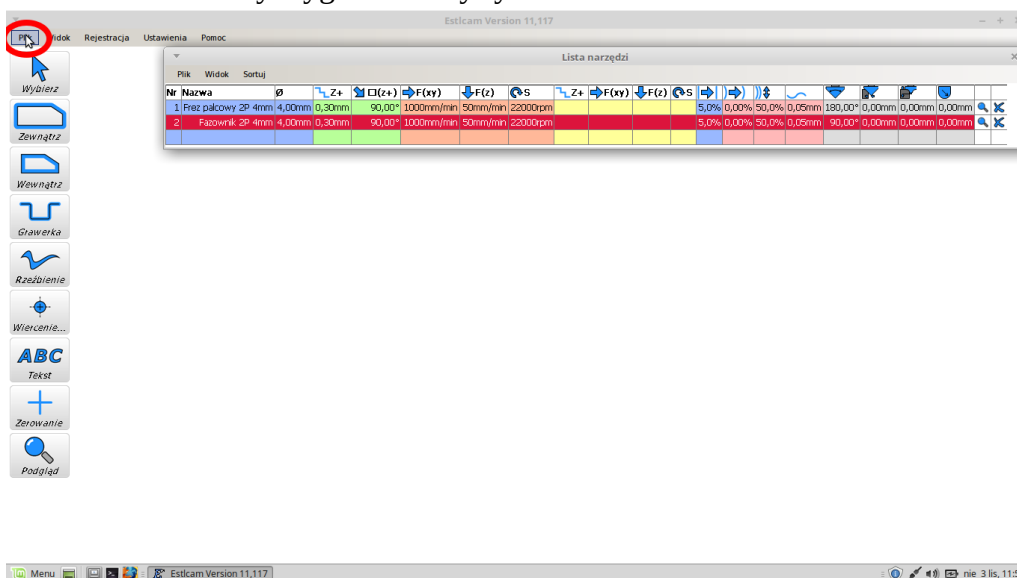
W tym momencie mamy gotowy model oraz rysunek 2D który można otworzyć w programie CAM.

20. Generowanie programu dla maszyny w programie EstlCam

Otwieramy program Estlcam poprzez dwukrotne kliknięcie ikony programu na pulpicie

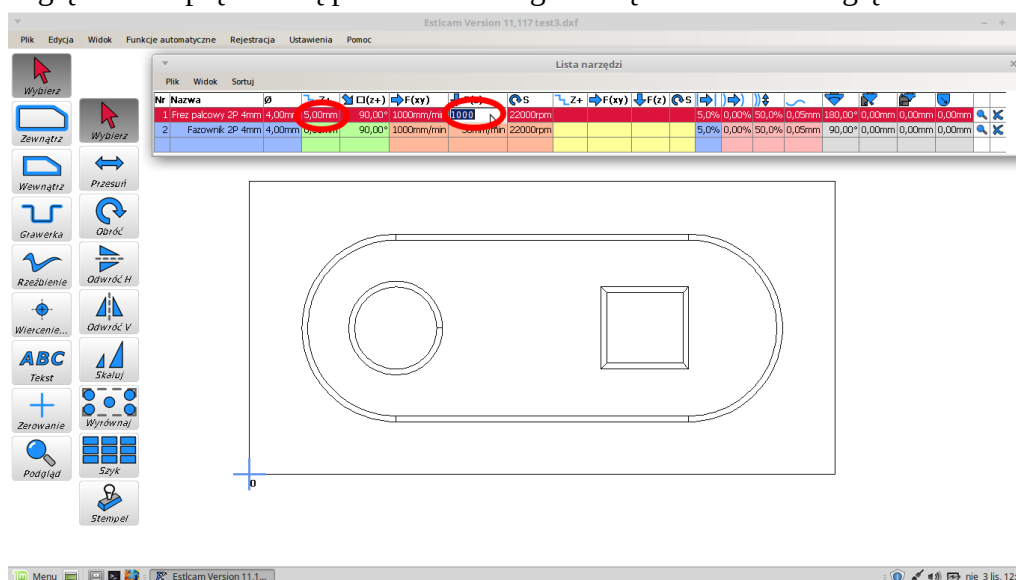


Z menu Plik otwieramy wygenerowany rysunek DXF



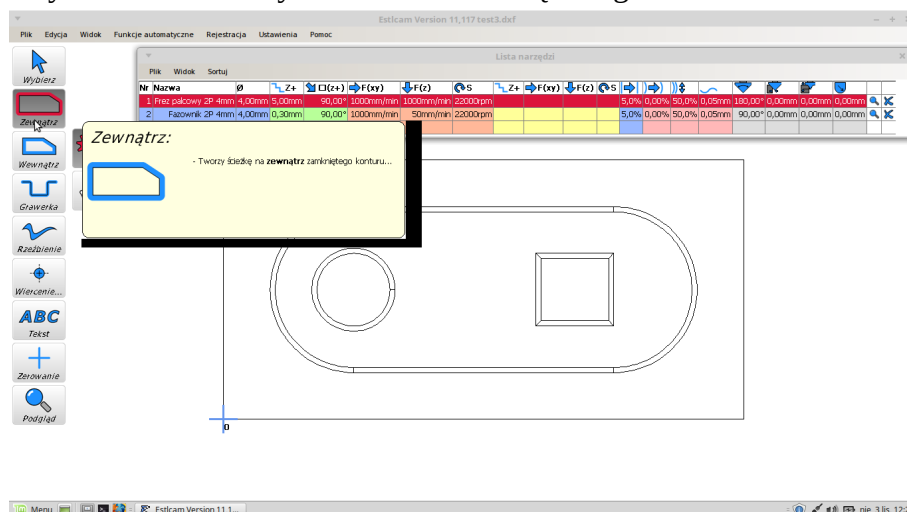
taka jest niekorzystna dla frezu ze względu na duże obciążenie, problem z odprowadzaniem wiór i odprowadzaniem ciepła, co powoduje konieczność skrawania bardzo cienkich warstw, np. 0.5mm (zależy od materiału, maszyny, narzędzia). Frezowanie jedynie wysokością 0.5mm powierzchni roboczej bocznej freza spowoduje jego nierówne i szybsze zużycie.

Aby wykorzystać większą powierzchnię freza przez co zwiększyć jego żywotność, stosuje się zazwyczaj drugie rozwiązanie, czyli zagłębienie w materiał do sporej głębokości i struganie materiału dużą częścią bocznej krawędzi narzędzia. Ponieważ nasz detal posiada kieszeń o głębokości 5mm co nie przekracza wysokości powierzchni roboczej freza palcowego 4mm 2P, możemy dokonać od razu zagłębienia do wartości -5mm i struganie całej głębokości. W przypadku frezowania kieszeni, Estlcam generuje ścieżkę zagłębienia narzędzia po spirali, zatem edytujemy parametry narzędzia skrawającego tak, aby pozwalał na zagłębienie z prędkością posuwu bocznej narzędzia od razu na głębokość 5mm.

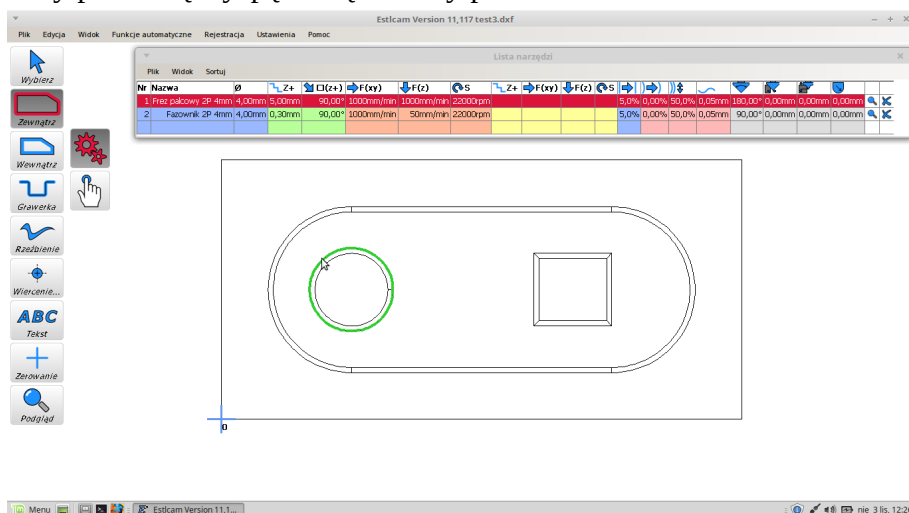


Aby wyfrezować kieszeń z wyspami, w programie Estlcam należy najpierw wybrać operację frezowania zewnętrznego wybierając wszystkie wyspy które chcemy zostawić a następnie operację frezowania wewnętrznego z opcją kieszeni z wyspami. Program automatycznie wykryje wyspy które posiadały frezowanie zewnętrzne i będą omijane podczas frezowania kieszeni.

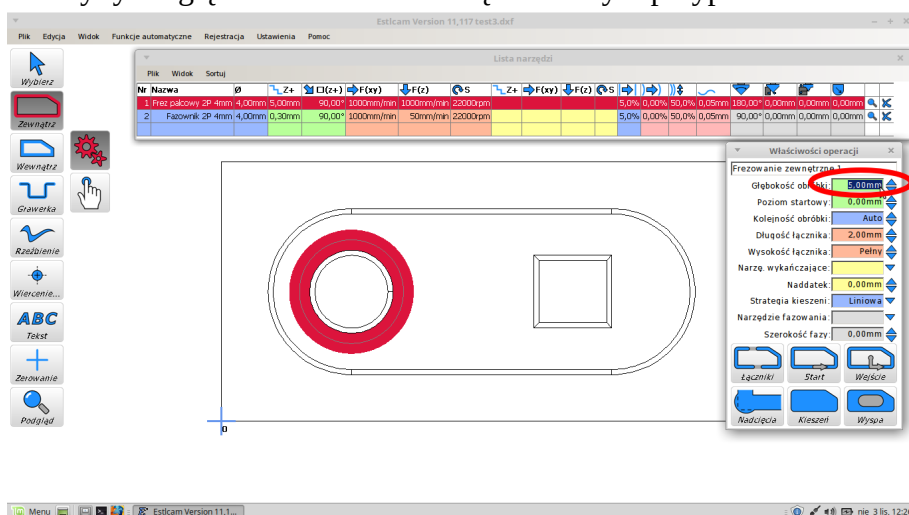
Wybieramy zatem z menu tryb frezowania zewnętrznego



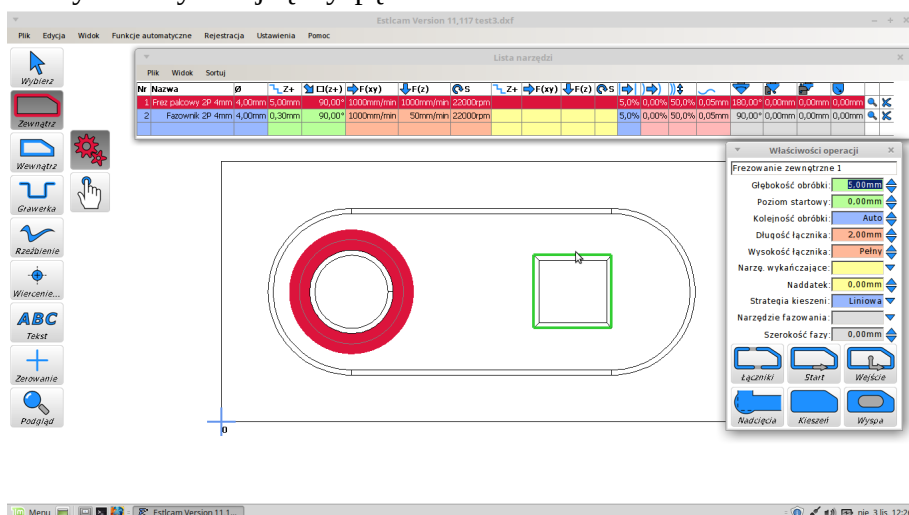
zaznaczamy pierwszą wyspę którą chcemy pozostawić



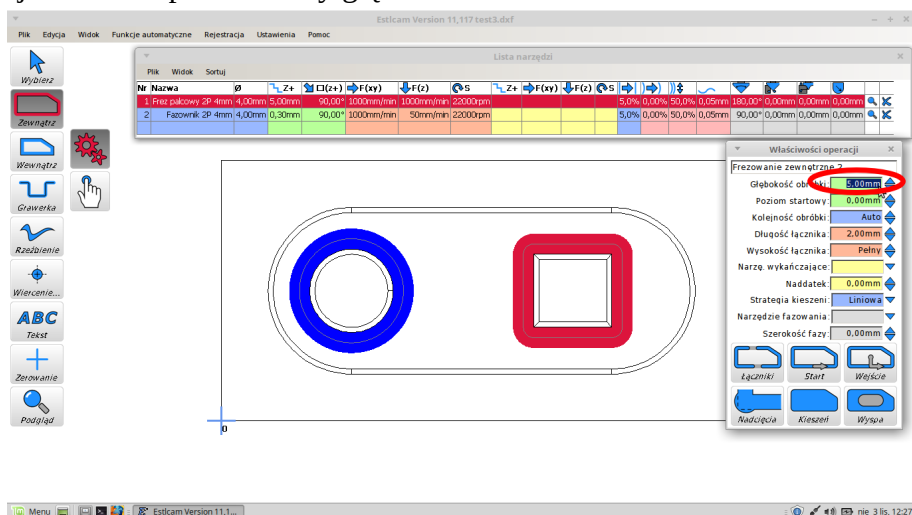
W tym momencie utworzona została operacja frezowania zewnętrznego. Parametry obróbki operacji ustawiamy w otwartym okienku ustawień. W oknie narzędzi wybieramy narzędzie które będzie użyte w tej operacji. Na ekranie roboczym wyświetlone zostało wycięcie które ostatecznie wykonane wybranym narzędziem. Dla definiowania wysp, wystarczy, że wprowadzimy tylko głębokość obróbki a więc w naszym przypadku 5mm.



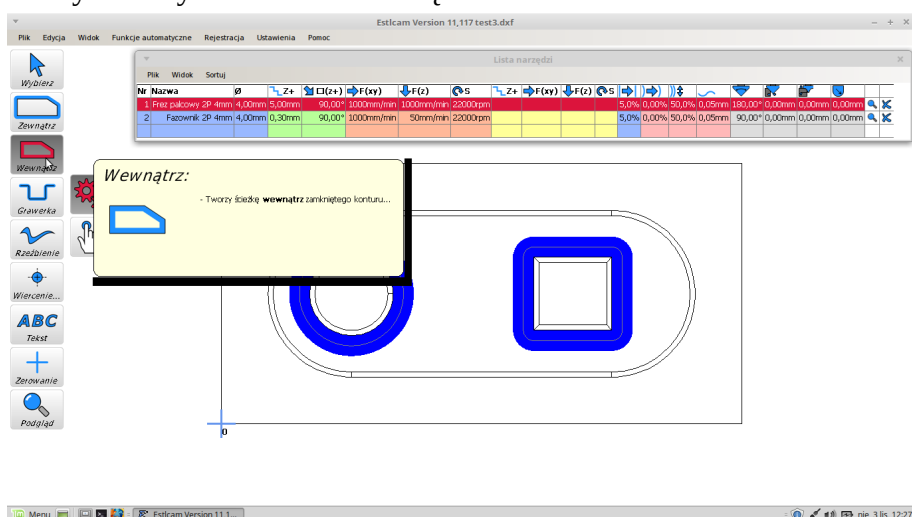
Następnie wybieramy kolejną wyspę



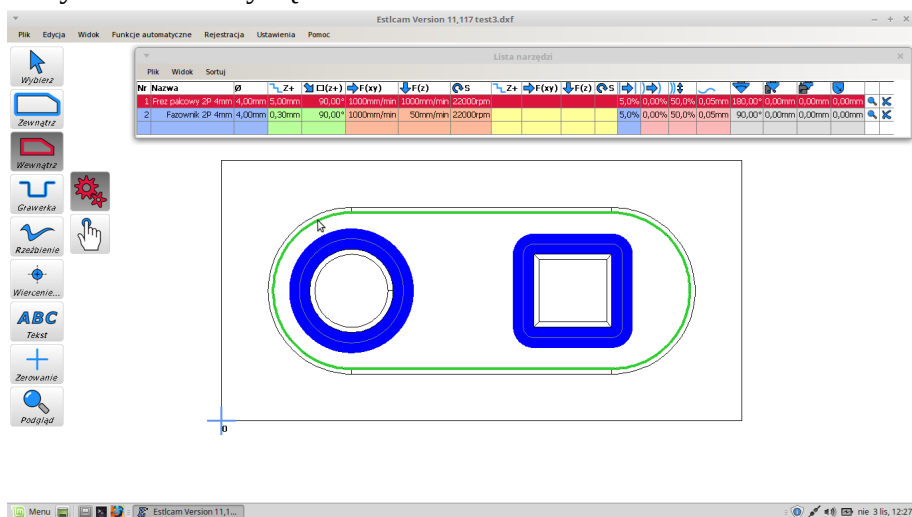
I dla niej również wprowadzamy głębokość obróbki 5mm



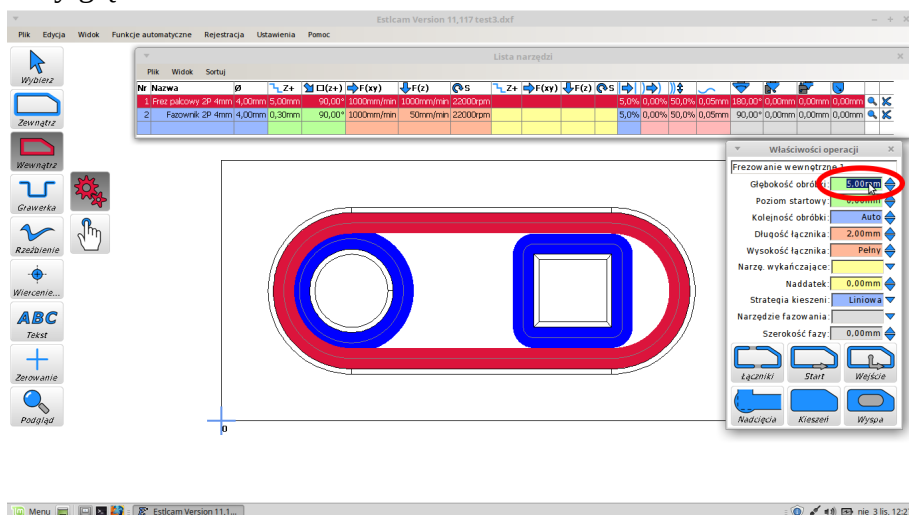
Następnie wybieramy frezowanie wewnętrzne



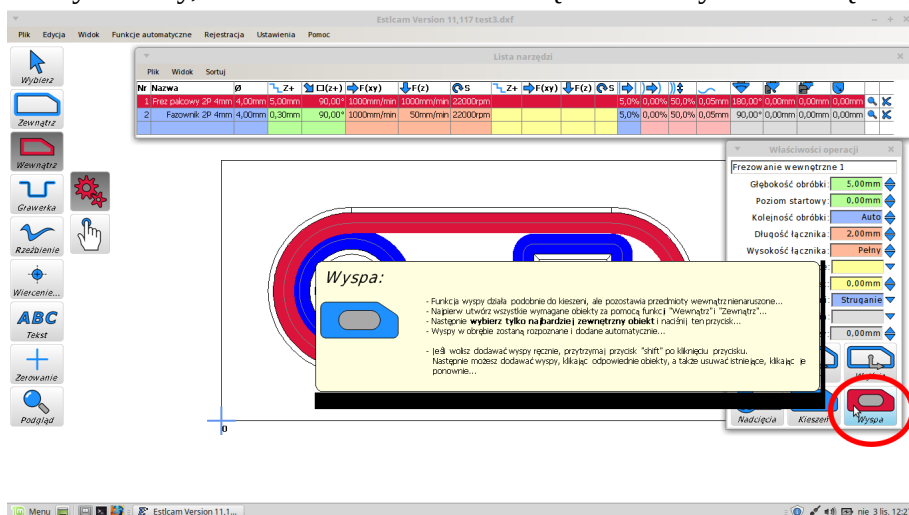
I wybieramy kształt do wycięcia kieszeni



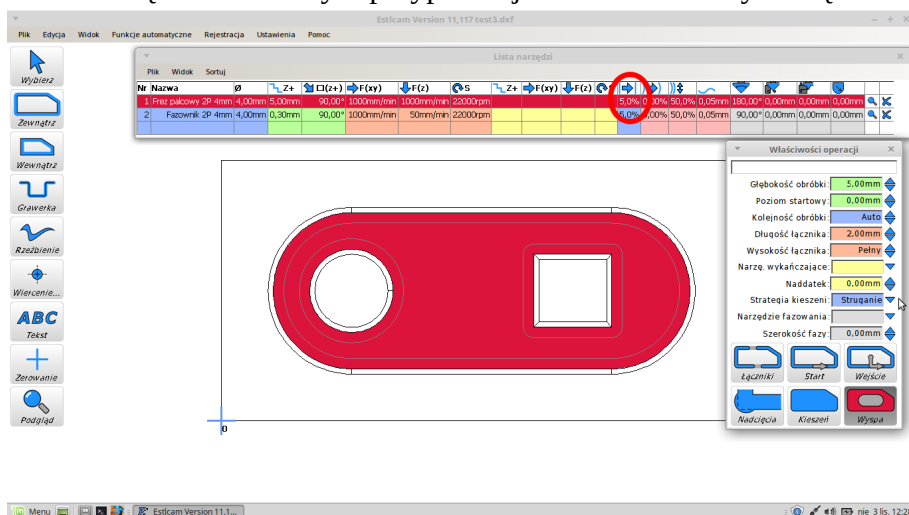
I ustawiamy głębokość obróbki na 5mm



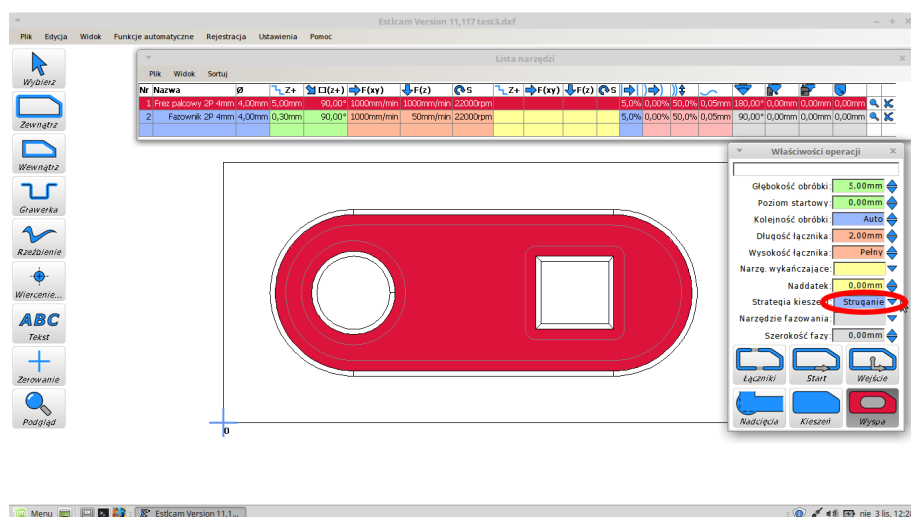
Następnie wybieramy, że nasze frezowanie wewnętrzne ma być kieszenią z wyspami



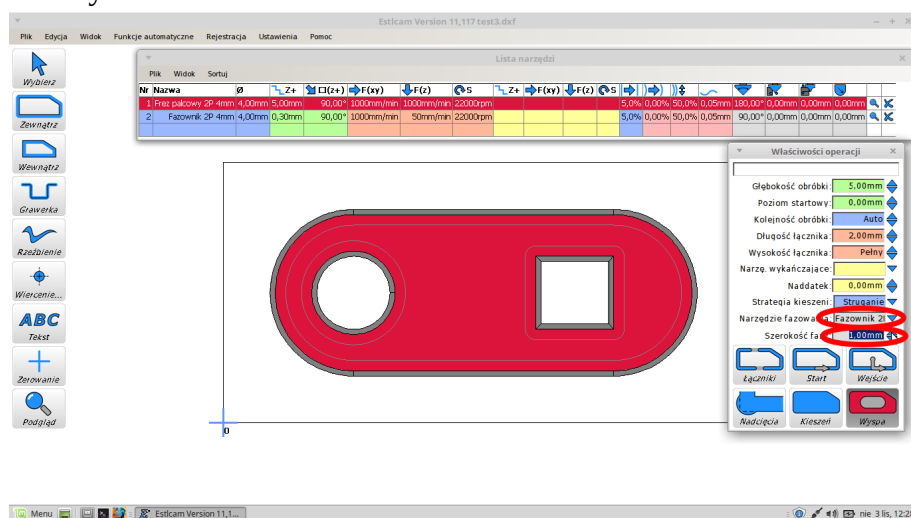
Po wybraniu opcji kieszeni program musi wygenerować ścieżkę i odświeżyć ją na ekranie roboczym. Zawsze należy poczekać aż program wyświetli prawidłową ścieżkę, ponieważ operacje generowania ścieżki wymagają wielu obliczeń i mogą zająć trochę czasu – zależnie od skomplikowania detalu. W przypadku wybierania kieszeni ważna jest strategia wybierania oraz krok wybierania. Krokiem wybierania kieszeni jest parametr ustawiany w ustawieniach narzędzia. W naszym przypadku jest to 5% średnicy narzędzia a więc 0.2mm.



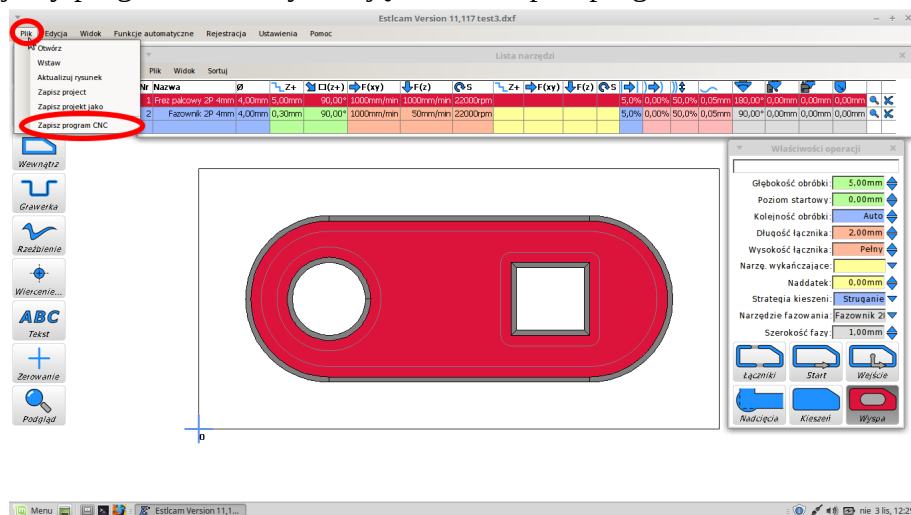
Strategii wybierania kieszeni jest kilka, natomiast w przypadku wybierania kieszeni z wypami, najlepiej sprawdza się strategia „Struganie” więc wybieramy tą strategię dla naszej kieszeni

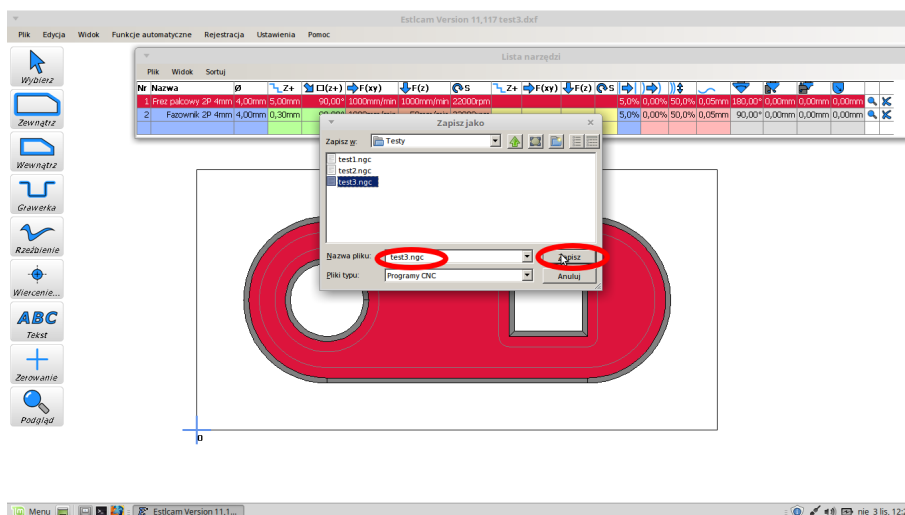


W naszym projekcie mieliśmy wykonane fazowanie na ostrych krawędziach po frezowaniu o szerokości fazy 1mm a więc wybieramy dla naszej operacji narzędzie fazowania i szerokość fazy

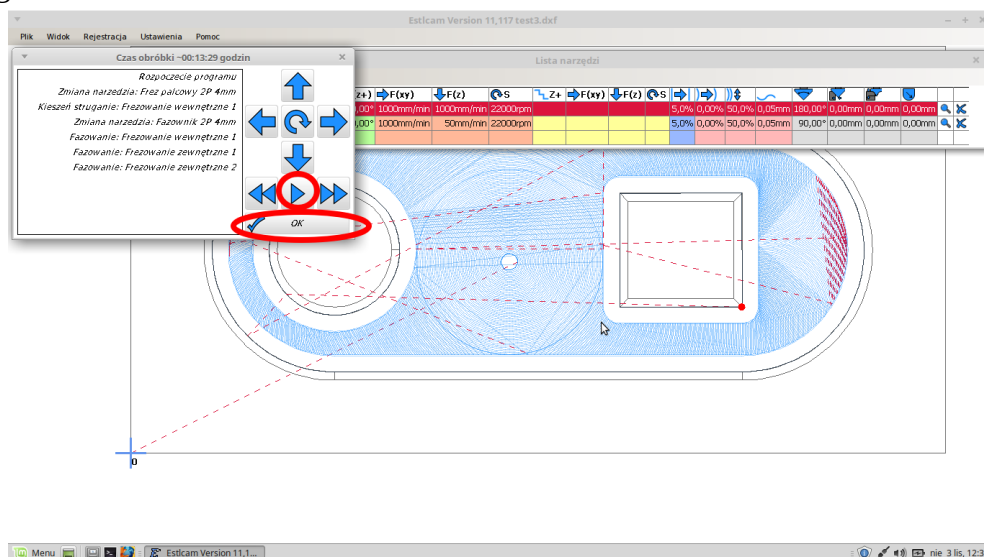


Zapisujemy program CNC wybierając Plik → Zapisz program CNC



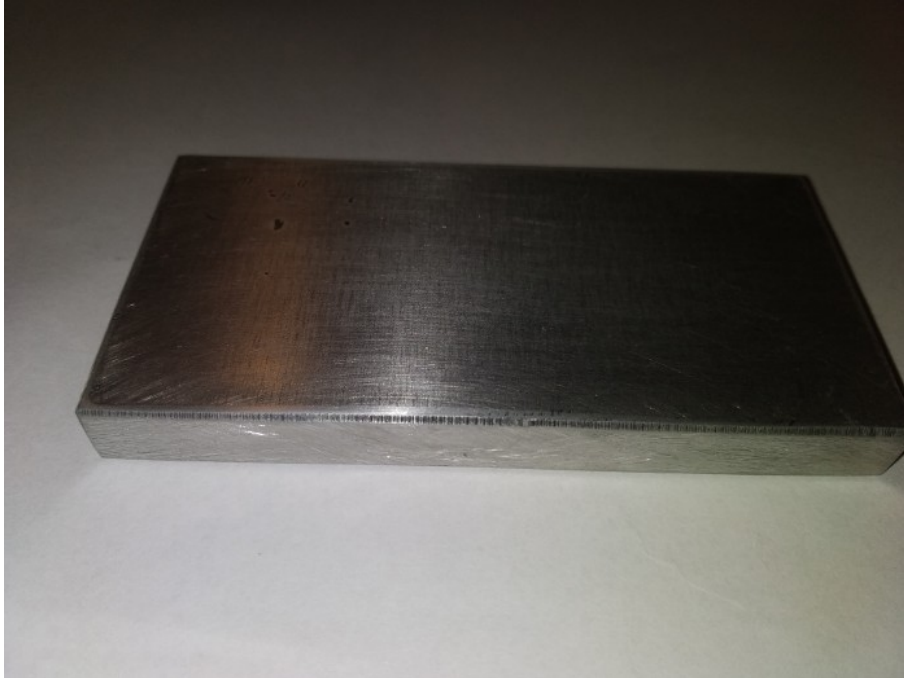


Po kliknięciu zapisz, należy chwilę poczekać aż program wygeneruje i zapisze plik oraz wyświetli program do symulacji. Pojawi się widok ze ścieżką narzędzia i z możliwością prostej symulacji wygenerowanego programu. Symulację programu zawsze należy wykonać czy to na symulatorze, czy to na maszynie bez zamontowanego materiału/narzędzia. Nigdy nie należy po wygenerowaniu programu od razu uruchamiać maszynę do pracy docelowej, gdyż zarówno technolog/operator mógł popełnić błąd jak i program mógł wygenerować kod w sposób który operator nie przewidział. W przypadku błędu w programie może zdarzyć się np. przejazd w miejscu gdzie znajduje się mocowanie, śruba lub jeszcze nie wybrany materiał co może grozić złamaniem narzędzia, zniszczeniem materiału lub nawet uszkodzeniem maszyny. Po zakończeniu symulacji klikamy OK i możemy zamknąć program.

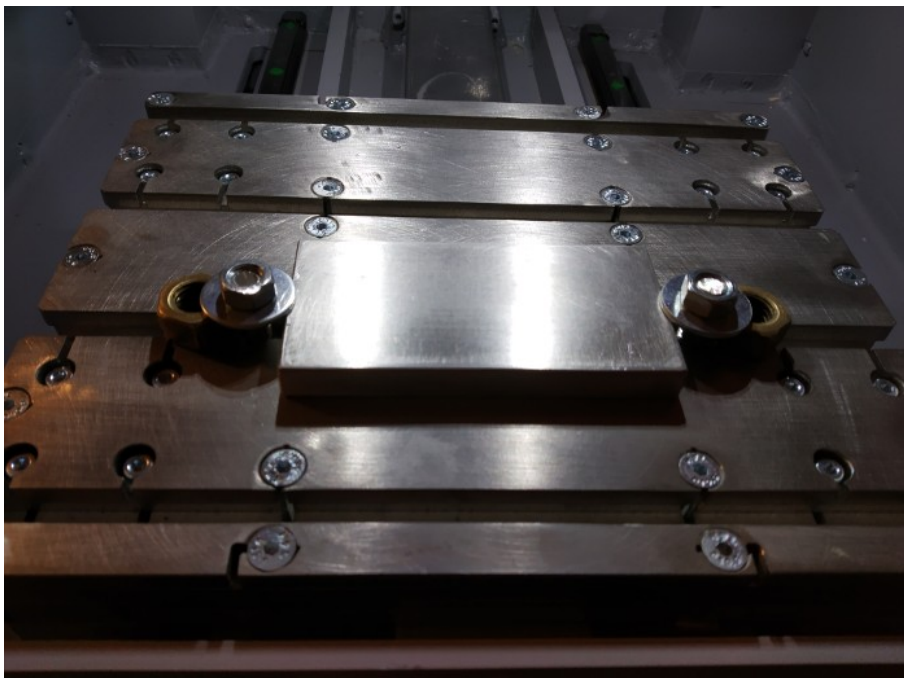


21. Przygotowanie materiału i maszyny do wykonywanego zadania

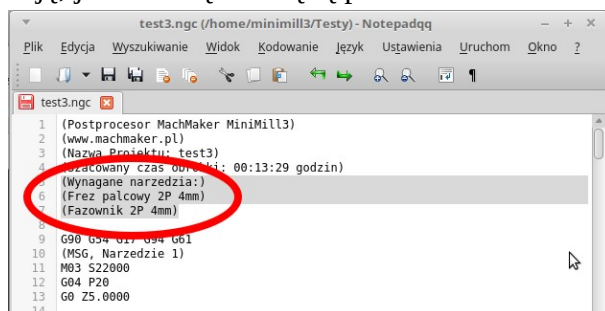
Zaprojektowany przez nas detal to kostka o wymiarach 50mmx100mmx10mm w której wyfrezowana jest kieszeń z wypustami. Aby wykonać taki detal na maszynie, należy przygotować odpowiedni kawałek materiału. Dla uproszczenia zadania pominęliśmy frezowanie materiału z zewnątrz oraz jego płaszczyzny czołowej tak więc możemy wyciąć dokładnie fragment materiału o takich wymiarach – w naszym przypadku jest to blacha aluminiowa.



Następnie przygotowujemy oprzyrządowanie technologiczne – czyli zestaw części potrzebnych do wykonania obróbki. Przy skomplikowanych detalach są to różne mocowania i uchwyty dostosowane do kształtu materiału które często najpierw trzeba zaprojektować i wykonać. W naszym przypadku zastosujemy bezpośrednie mocowanie blachy do stołu teowego maszyny a więc nie ma potrzeby kompletowania czy budowy oprzyrządowania. Przymocowujemy zatem blachę do stołu w miejscu gdzie uznamy to za optymalne.



Następnym etapem jest przygotowanie narzędzi jakie będą potrzebne do obróbki. W tym celu w edytorze tekstu otwieramy wygenerowany przez Estlcam program i na początku znajdujemy informację, jakie narzędzia będą potrzebne

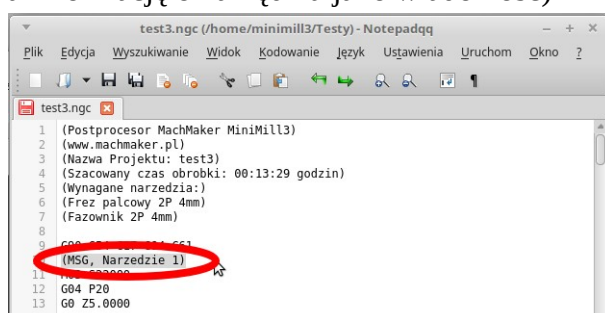


```
1 (Postprocesor MachMaker MiniMill3)
2 (www.machmaker.pl)
3 (Nazwa Projektu: test3)
4 (Szacowany czas obróbki: 00:13:29 godzin)
5 (Wynagane narzedzia:)
6 (Frez palcowy 2P 4mm)
7 (Fazownik 2P 4mm)
8
9 G00 G54 Z10.000
10 (MSG, Narzedzie 1)
11 M03 S2000
12 G04 P20
13 G0 Z5.0000
14
```

Przygotowujemy potrzebne narzędzia

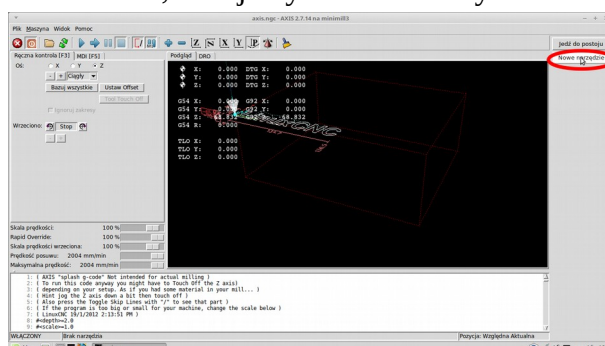


W pliku z programem odszukujemy pierwsze narzędzie jakie będzie użyte podczas obróbki (Program wyświetla informację o narzędziu jako wiadomość)

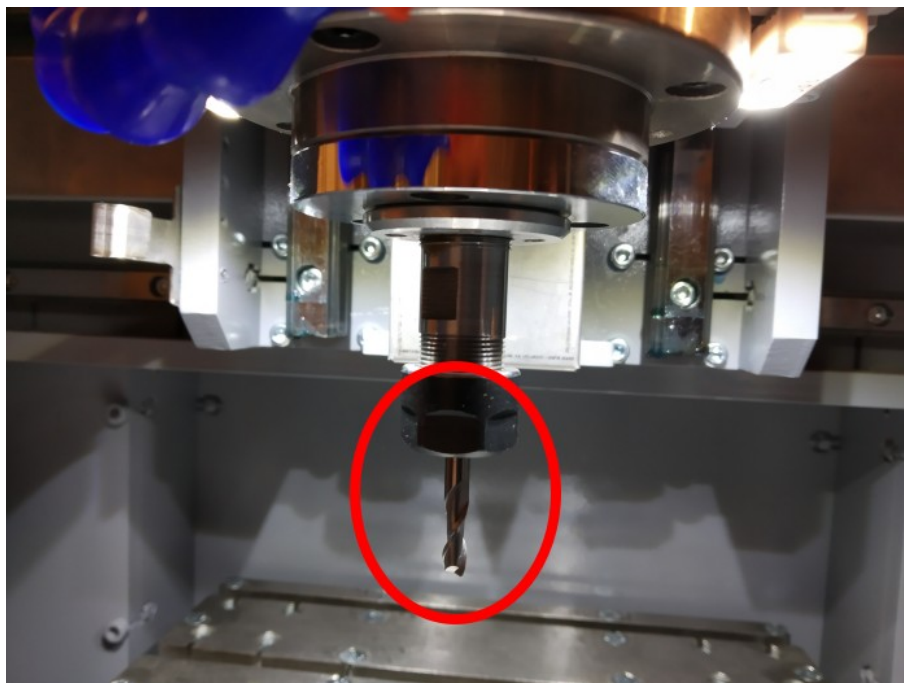


```
1 (Postprocesor MachMaker MiniMill3)
2 (www.machmaker.pl)
3 (Nazwa Projektu: test3)
4 (Szacowany czas obróbki: 00:13:29 godzin)
5 (Wynagane narzedzia:)
6 (Frez palcowy 2P 4mm)
7 (Fazownik 2P 4mm)
8
9 G00 G54 Z10.000
10 (MSG, Narzedzie 1)
11 M03 S2000
12 G04 P20
13 G0 Z5.0000
14
```

Uruchamiamy nasz LinuxCNC, bazujemy osie i klikamy Nowe Narzędzie



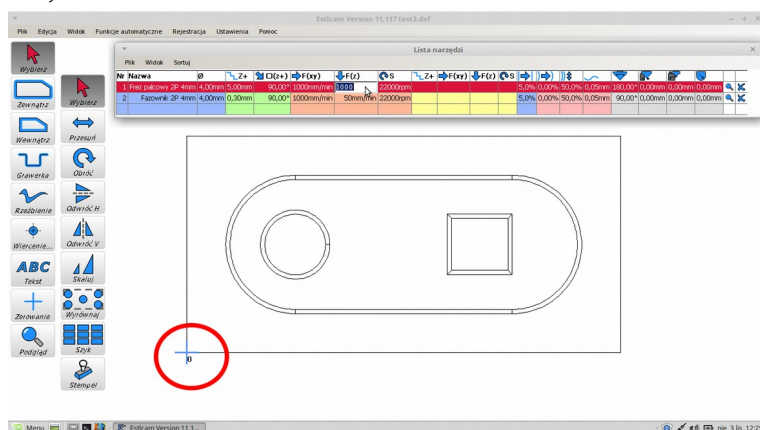
Montujemy pierwsze narzędzie i klikamy kontynuuj



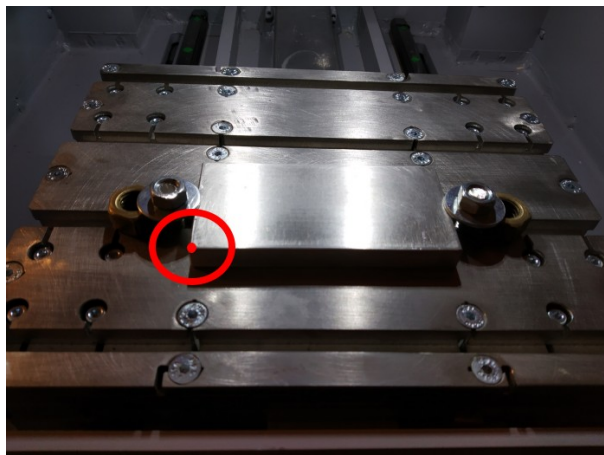
Następnie zgodnie z instrukcjami programu montujemy czujnik i mierzymy długość narzędzia



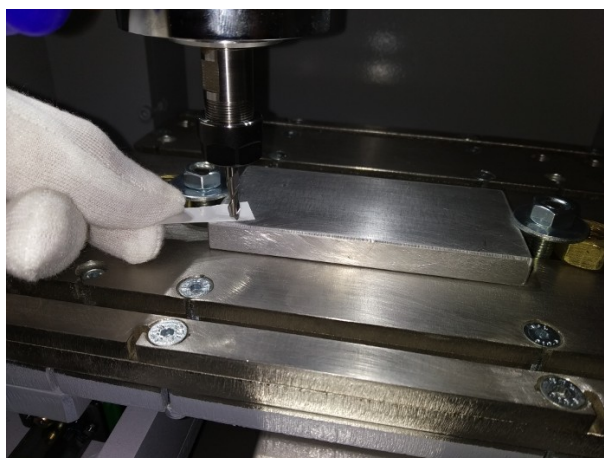
Następnie musimy Zbazować nasz materiał czyli ustawić w którym miejscu materiału jest punkt $X=0$, $Y=0$, $Z=0$. Przypominamy sobie, gdzie w programie CAM ustawiony został punkt $X=0$, $Y=0$, $Z=0$



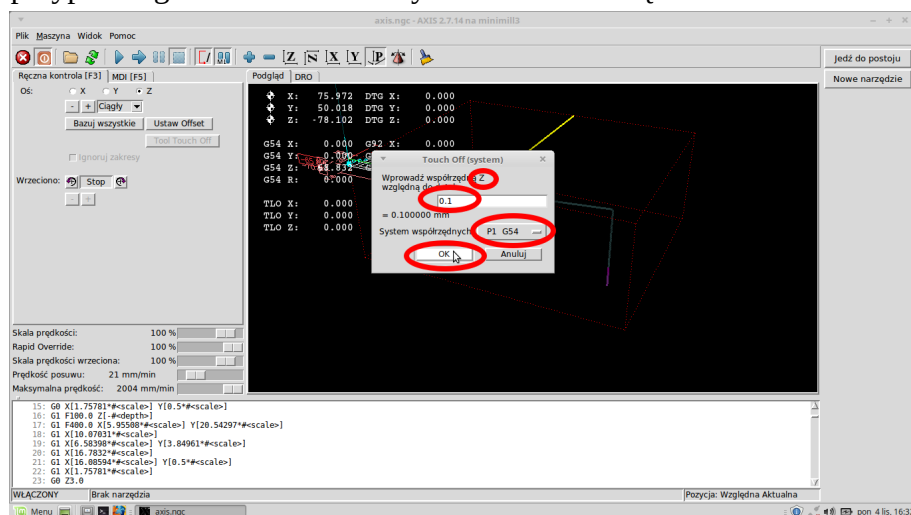
Jak widać pozostawiliśmy współrzędne na lewym dolnym rogu materiału a wszystkie operacje ustawialiśmy od poziomu 0 w osi Z zatem nasz punkt $X=0$, $Y=0$, $Z=0$ musi wypaść w następującym miejscu



Bazujemy zgodnie z instrukcją bazowania materiału zawartą w instrukcji obsługi. Najpierw dojeżdżamy w osi Z do materiału tak aby karteczka przesuwiała się pod narzędziem z lekkim oporem.



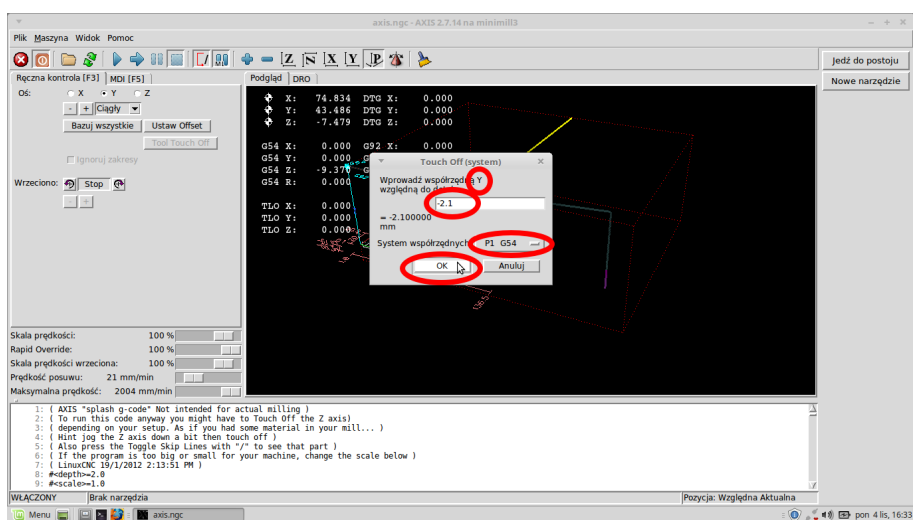
W tym przypadku grubość karteczki wynosi 0.1mm a więc w osi Z ustawiam offset 0.1mm



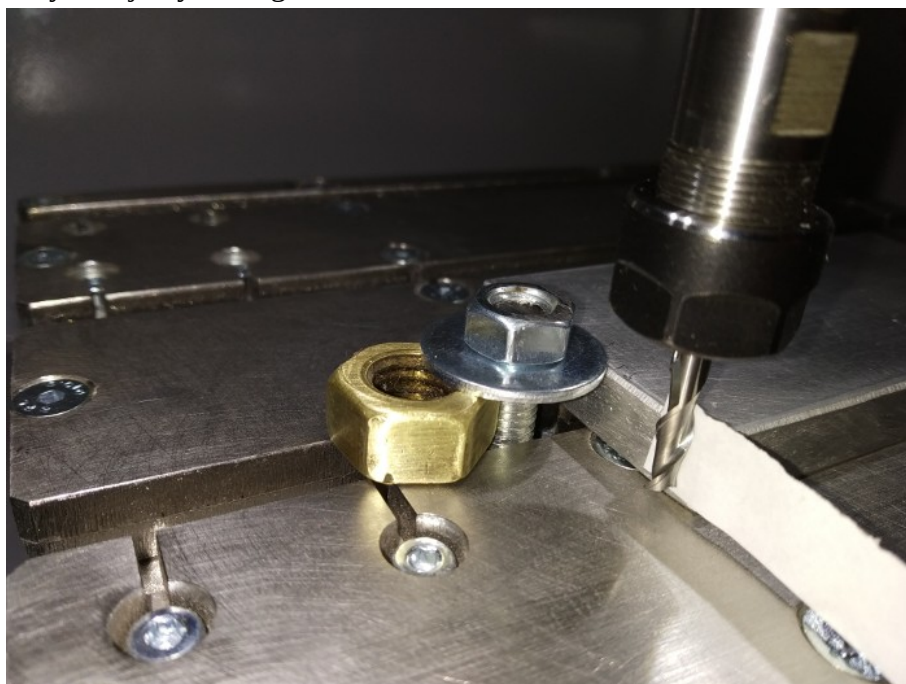
Następnie dojeżdżamy narzędziem w osi Y do materiału tak aby karteczka przesuwiała się z lekkim oporem

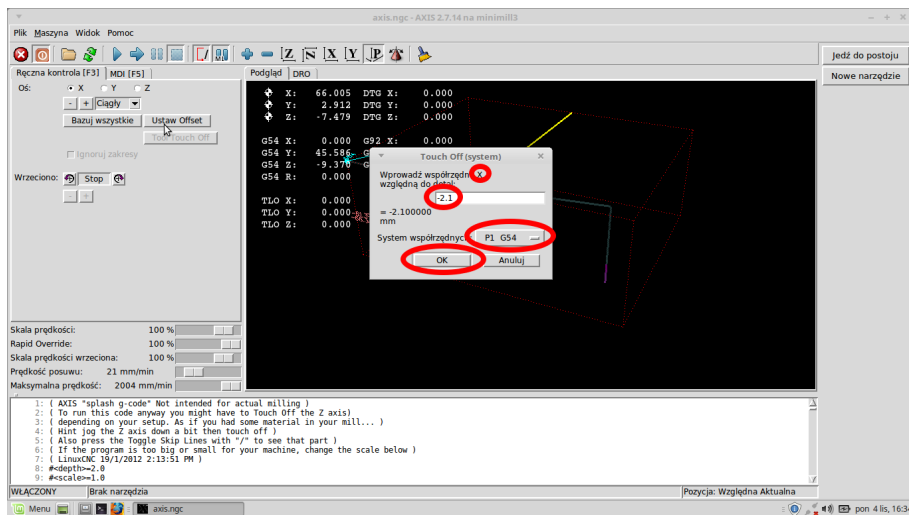


Dodając offset w osi X i Y należy doliczyć również połowę średnicy narzędzia, gdyż dla maszyny 0 w osi X i Y leży w osi obrotu narzędzia. Ustawiamy więc offset osi Y na wartość -2.1mm

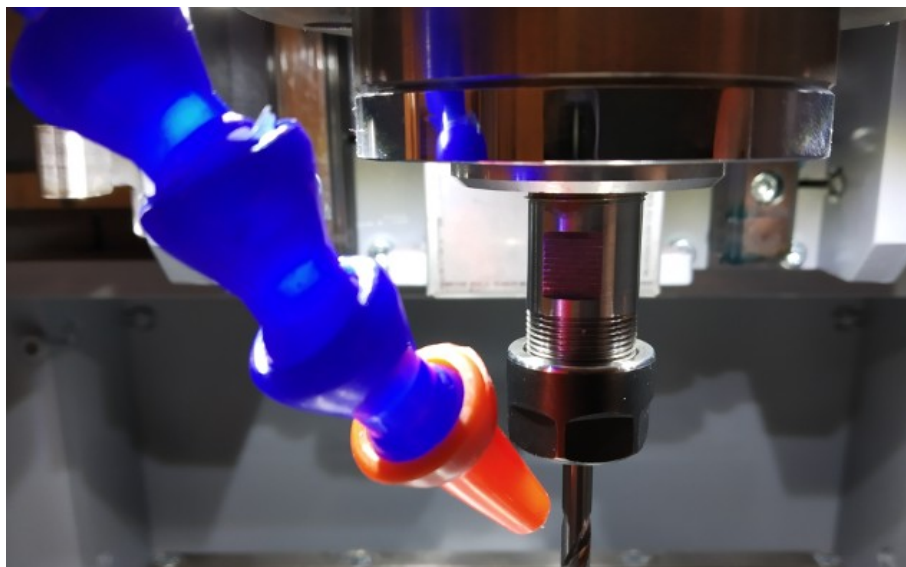


W osi X wykonujemy analogicznie



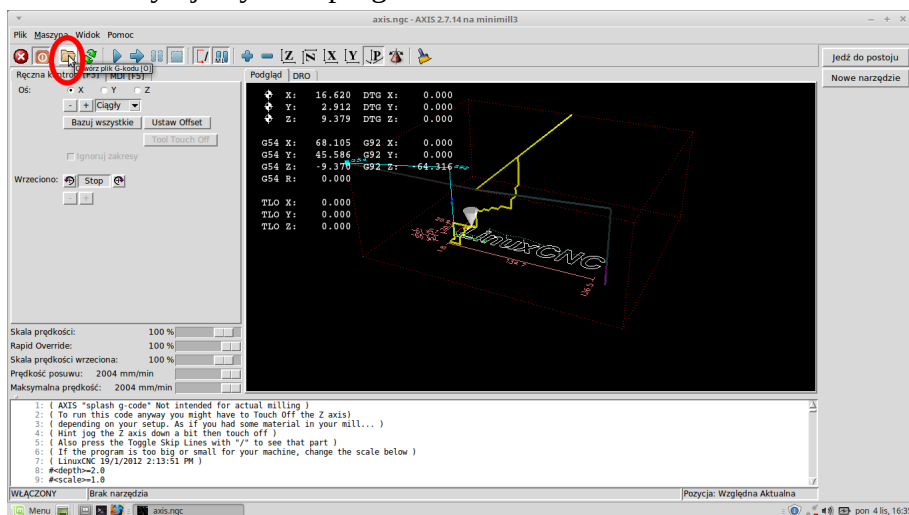


Ustawiamy wężyk chłodziwa tak aby wylot z dyszy był w kierunku części roboczej narzędzia

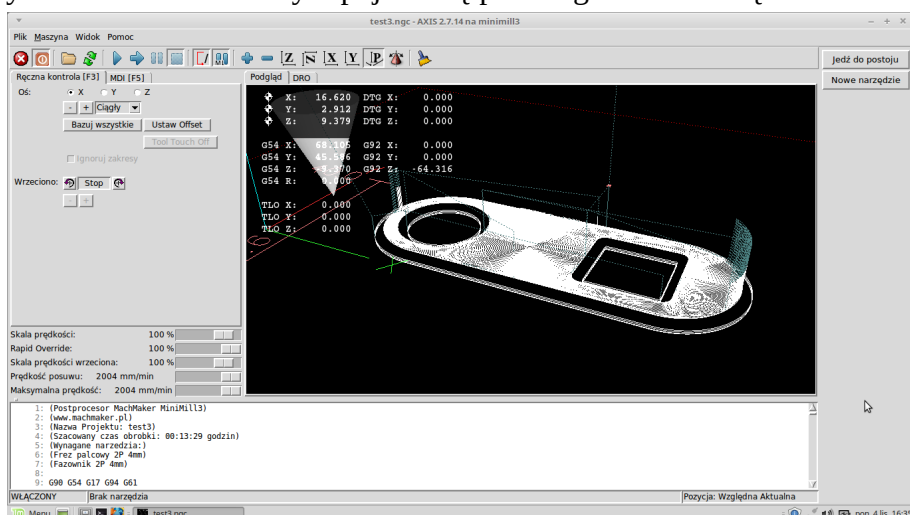


22. Wykonywanie detalu

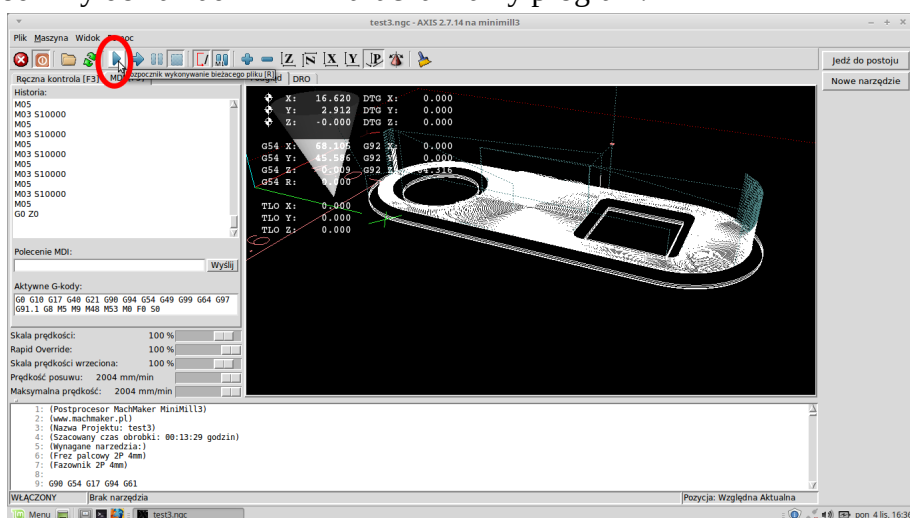
W LinucCNC wczytujemy nasz program



Po wczytaniu w oknie roboczym pojawi się przebieg ścieżki narzędzia.



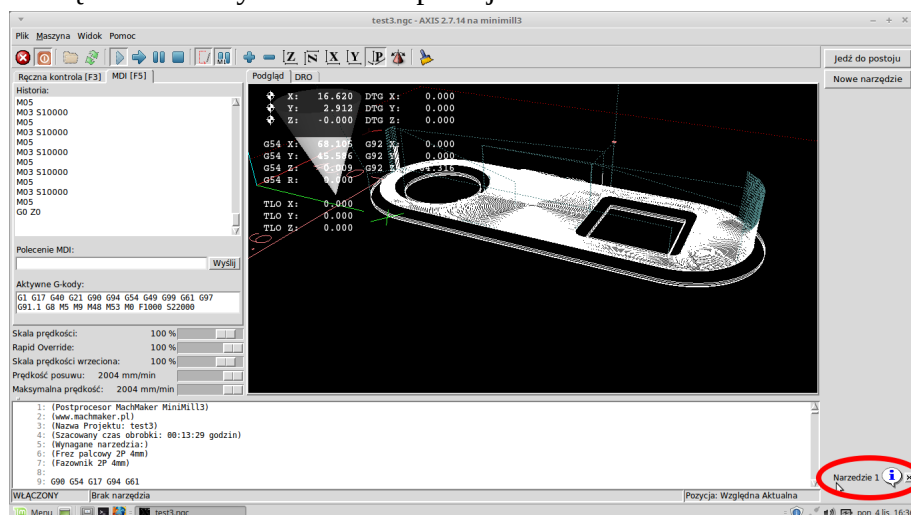
Przechodzimy do zakładki MDI i uruchamiamy program.



W czasie rozpędzania wrzeciona pokręteł regulacji chłodziwa uruchamiamy i ustawiamy odpowiedni przepływ chłodziwa na narzędzie.



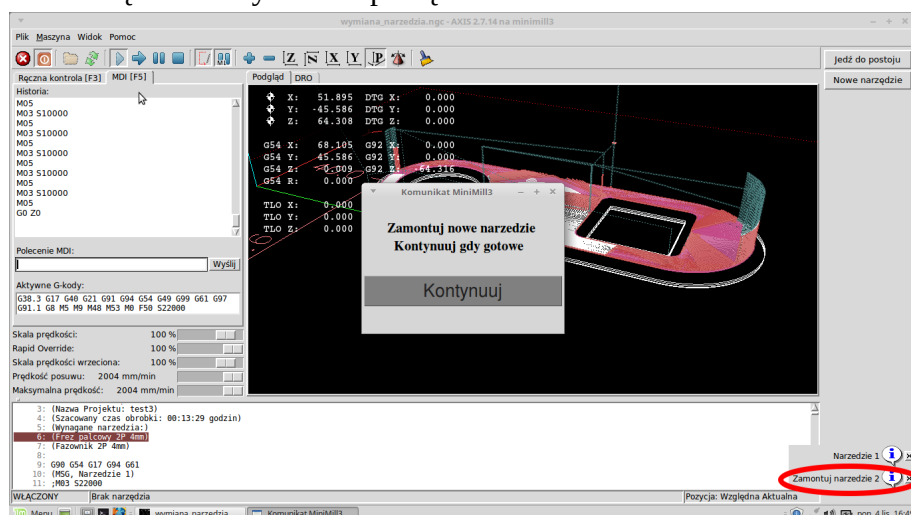
Maszyna rozpocznie swoją pracę. W prawym dolnym rogu ekranu pojawi się informacja którym narzędziem maszyna aktualnie pracuje.



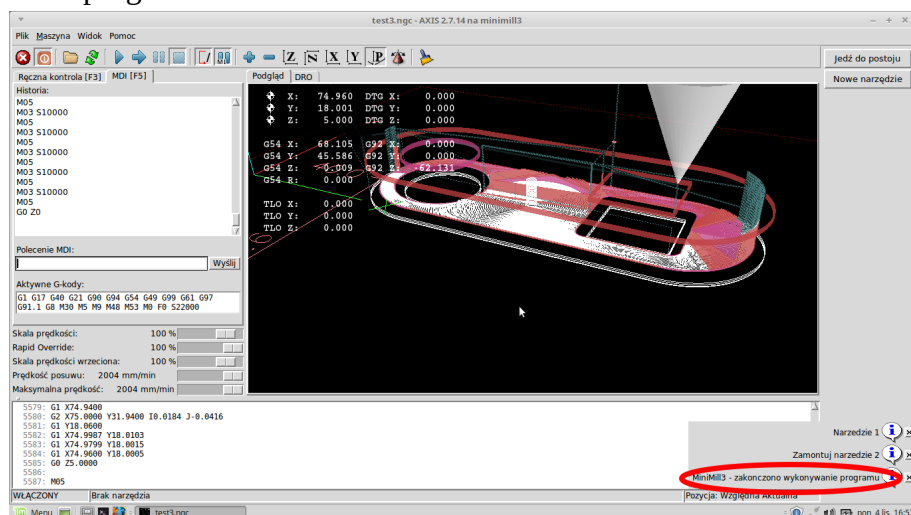
Jeśli mamy do czynienia z pierwszym frezowaniem według nowego programu, powinniśmy cały proces obróbki bacznie obserwować w gotowości do wciśnięcia przycisku awaryjnego zatrzymania, na wypadek błędu w programie który wygenerowaliśmy.



Po wykonaniu pierwszej części programu, maszyna zatrzyma wrzeciono i chłodziwo i wyświetlony zostanie komunikat do zmiany narzędzia. W prawym dolnym rogu ekranu wyświetlona zostanie informacja które narzędzie należy teraz zamontować. Program poprowadzi nas automatycznie przez procedurę zmiany i pomiaru długości narzędzia i następnie sam będzie kontynuował pracę.



Po zakończeniu obróbki program zatrzyma wrzeciono i chłodziwo i wyświetli informację o zakończeniu programu



Na koniec należy oczyścić i wymontować wykonany detal



23. Czynności końcowe

Po zakończeniu obróbki należy odczekać chwilę, aż chłodziwo ocieknie z pokrywy i następnie oczyścić i zdemontować detal. Należy pamiętać, aby regularnie sprzątać komorę obróbki według zaleceń producenta. Nie należy czyścić komory ani detalu sprężonym powietrzem, gdyż w komorze pod wpływem dużego ciśnienia powietrza ostre wióry mogą zostać wyrzucone na operatora. Nie zaleca się również tego ponieważ wióry pod ciśnieniem mogą dostać się na śruby kulowe.