

**OBERON3D**  
metrologia

### MOBILNE MASZYNY POMIAROWE

Ramię pomiarowe  
Kreon Technology



Skaner 3D  
Open Technologies



Traker optyczny NDI

**OBERON3D**  
metrologia

OBERON 3D  
L.PIETRZAK I WSPÓLNICY Sp.j.  
43-100 Tychy  
ul. Brzoskwiniowa 71

biuro@oberon3d.pl  
zapytanie@oberon3d.pl  
www.oberon3d.pl



Gazy  
spawalnicze

Frezarki  
do grafitu

# Technologia flowdrill

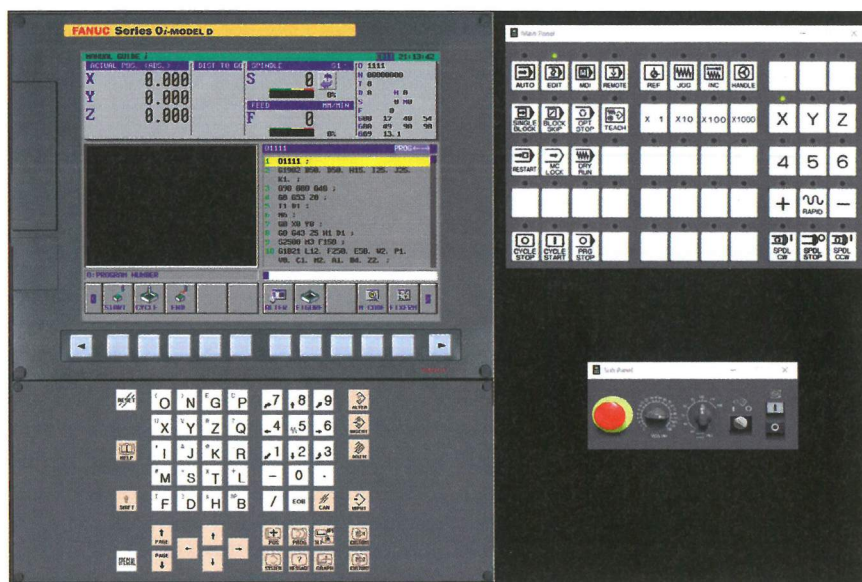
 Elamed  
MEDIA GROUP

# Sterowanie CNC

## – porównanie praktyczne popularnych systemów sterowania maszyn skrawających

MGR INŻ. **Agnieszka Hyla**, KONSULTANTKA DS. OPTIMALIZACJI PRODUKCJI  
W CENTRUM SZKOLEŃ INŻYNIERSKICH EMT-SYSTEMS SP. Z O.O.

Globalizacja rynku światowego wymusza na firmach produkcyjnych ciągłą racjonalizację postępowania. Produkuje się coraz więcej elementów w coraz krótszym czasie, oczekując przy tym tej samej bądź lepszej jakości. Inne podejście reprezentują firmy tworzące wyroby małoseryjnie. Tam unikalność stanowi wartość samą w sobie, znajduje się czas na śródprocesowe zmiany w nastawach maszyn, a wszystko po to, by wyrób osiągnął perfekcję i artyzm wymagane przez klientów.



Rys. 1. Oprogramowanie FANUC Series 0i-Model D

Każdy, kto aktualnie pracuje w zakresie zagadnień związanych z automatyką, informatyką i aplikacjami nowoczesnych technologii w produkcji lub interesuje się nimi, słyszał o Industry 4.0. Ten narodzony w Niemczech trend w naturalny sposób zdominował rozwój przemysłu produkcyjnego, wpływając także na przemysł wydobywczy, wzbogacania rud, a także drobnych przedsiębiorców działających na pograniczu produkcji i usług. Czwarła Rewolucja Przemysłowa niesie ze sobą automatyzację, robotyzację i mądre wykorzystanie zasobów. Dotyka aspektów bezpieczeństwa i higieny pracy, ekologii i mądrego wykorzystania zasobów naturalnych, recyklingu odpadów, zarządzania zmianą, technologiami, zasobami ludzkimi i ich motywacją. Wpływa na każdego pracownika w każdej firmie produkcyjnej tak samo, jak wpływa na nich sam postęp, niepowstrzymany i nieunikniony. Jak zwraca uwagę raport firmy General Electric poświęcony światowym innowacjom i ich

anym aplikacjom w biznesie, nie każda nowa technologia, o której sporo się mówi, od razu rewolucjonizuje rynek. Przykładem może być druk 3D, o którym np. w Polsce wciąż więcej się mówi (66% badanych) niż rzeczywistość wykorzystuje (33% badanych) [1]. Możliwe, że maszyny CNC również w latach 50. XX wieku były takim tematem. Spotykały się z wątpliwościami wielu i szacunkiem wąskiej grupy, która momentalnie zobaczyła szansę i niezaprzeczalną wartość sterowania numerycznego w przypadku produkcji masowej. Dzisiaj maszyny obróbcze sterowane numerycznie zdecydowanie nie należą jednak do kategorii niewykorzystanych potencjałów. Są obecne praktycznie w każdej firmie, w której wytwarza się konkretne kształty z brył regularnych, odkuwek, odlewów czy wypałów. Sterowanie numeryczne, które znamy dzisiaj, to pokłosie pracy naukowców MIT dla lotnictwa Stanów Zjednoczonych. Do sterowania ruchami obrabiarki wykorzystano wówczas funkcje matematyczne opisu-

jące kształt oraz sformułowane binarnie i impulsowo wartości wejściowe dla maszyny. Opracowane ciągi informacji sterujących składających się z cyfr i liter nazwano NC – *Numerical Control*. Na skomputeryzowanie układów czekało kolejne 20 lat. Systemy sterowania CNC w ich aktualnej formie znamy od lat siedemdziesiątych XX wieku [2]. Od tego czasu są poddawane ciągłym ulepszeniom przez różnych dostawców systemów sterowania obrabiarkami. Wśród najbardziej rozpoznawalnych sterowań CNC wyróżnia się aktualnie systemy: Heidenhein (rys. 3), FANUC (rys. 1), Sinumerik (rys. 2), Okumaa (rys. 4) i Mazatrol [3]. Część z nich może być zastosowana do sterowania obrabiarkami różnych producentów, część zaś występuje jako dedykowane oprogramowanie maszyny danej firmy. Z takim przypadkiem mamy do czynienia w przypadku maszyn Okuma i Mazak. Sytuację tę można porównać do systemów operacyjnych komputerów. System Windows firmy Microsoft może działać na hardware róż-

nych producentów. System OS firmy Apple dedykowany jest komputerom Mac, a razem tworzą urządzenia niezwykle sprawne i efektywne. Wynika to z bardzo dobrego dopasowania komponentów do software'u, który steruje ich pracą. Projektowanie maszyny jako całości – zarówno elementów mechanicznych, jak i sterowniczych – pozwala na wykonanie urządzenia, które, wykorzystując te same elementy co inne maszyny, ma znacznie lepsze wyniki. Zarówno wykorzystanie maszyn kompleksowych, jak i tych, które mogą być sterowane przez różne oprogramowania, ma swoje wady i zalety. Dobór odpowiedniej maszyny i jej sterowania to proces skomplikowany i wymagający, tym bardziej że dzięki szybkiemu postępowi w tej dziedzinie przemysłu oraz większej dostępności do wykorzystywanych w jej ramach technologii rynek oferuje coraz liczniejsze i bardziej zróżnicowane rozwiązania. Jako że układy CNC są zazwyczaj dosyć drogie, nawet dla sporych podmiotów gospodarczych, wyboru należy dokonywać uważnie, odpowiadając sobie najpierw na kilka podstawowych pytań.

### Wybór odpowiedniego sterowania

Nie ma swojej listy kontrolnej, którą można by zastosować w przypadku każdej firmy wybierającej maszynę o komputerowym sterowaniu numerycznym. Nie ma też z góry ustalonych wad i zalet poszczególnych układów CNC. Stąd osoba lub grupa osób podejmująca decyzję w zakresie maszyny i sterowania CNC powinna się zastanowić, jakie są priorytety dla wybieranej maszyny w przypadku firmy, która będzie z niej korzystała. W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na branżę, którą się reprezentuje. Zakład produkujący samochody lub elementy automotive będzie miał inne wymagania niż producent zegarków szwajcarskich. Różne branże mają bowiem różne cele, zarówno technologiczne, jak i ilościowe.

- Głównym czynnikiem wpływającym na rodzaj wyboru sterowania jest wielkość produkcji. W produkcji jednostkowej, usługowej powinno się wybierać sterowania dialogowe, których forma została tak opracowana,



Rys. 2. Program SinuTrain do nauki obsługi oprogramowania Sinumerik Operate, występujący również z nakładkami Shop Mill i Shop Turn

że wykonywane zabiegi stają się łatwe w programowaniu dla operatora. W produkcji masowej raczej zwracamy uwagę na małą awaryjność i prostotę samego panelu sterowania, sensownym wyborem jest więc FANUC – mówi jeden z trenerów szkoleń z obróbki skrawaniem prowadzonych w Centrum Szkoleń Inżynierskich EMT-Systems Sp. z o.o., od lat zajmujący się wdrażaniem systemów CNC w firmach produkcyjnych. Liczą się więc: liczba detali produkowanych podczas jednej zmiany lub jednej doby, częstotliwość przestawiania nastawy maszyn, czy maszyny działają pojedynczo, czy w zrobotyzowanym układzie. To, w jakiej branży pracujemy, rzutuje także na liczebność produkcji. Wytwarzanie małoseryjne, usługowe to warunki, w których możliwe jest ustawianie maszyny ręcznie, bezpośrednio w hali produkcyjnej. Jest to niezbędne w firmach, które wykonują dedykowane wyroby na zamówienie. Produkcja masowa zaś wymaga, aby programy były przygotowywane wcześniej i jedynie wgrywane do poszczególnych maszyn. Ponadto bardzo często mamy do czynienia z układem maszyna – ramię robota, w którym człowiek angażuje się w projektowanie całego układu sterowania nadrzędnego, nie tylko samej maszyny CNC.

Kolejny aspekt, który warto wziąć pod uwagę, to typ maszyny. Obrabiarki skrawające CNC to urządzenia różnorodnie. Wyróżniamy w tej grupie tokarki, czyli maszyny toczące, i frezarki, czyli maszyny frezujące, a także np. wypalarki plazmowe, drutowki czy plotery. Rynek oferuje także wieloosiowe centra obróbcze z różnymi narzędziami, które zajmują więcej przestrzeni, zużywają więcej mocy, a ich sterowanie jest znacznie bardziej zaawansowane, wymaga więc sterownika wyższego typu. To, jaką maszynę planujemy wykorzystać, zależy bezpośrednio od budowy wyrobu, który dana maszyna ma wytwarzać. Liczą się: materiał, z którego detal zostanie wykonany, jego wymiary, poziom skomplikowania, liczba otworów, frezów, trudność geometrii. Niektóre wyroby ponadto wytwarza się w całości w jednej maszynie o większej liczbie możliwości wytwórczych, inne można wykonać dwustopniowo. Jednak proces wyjęcia detalu z jednej maszyny, przygotowania go do kolejnego etapu obróbki, umieszczenia w odpowiedni sposób w kolejnej maszynie, ustawienia i uruchomienia jej jest bardzo czasochłonny w porównaniu do samej pracy maszyny. W przypadku wykonywania kilku wyrobów dziennie taka praktyka ma rację bytu. Jeśli zaś planujemy

❖ wykonywanie 500 wyrobów dziennie, to zakup maszyny o bardziej zaawansowanych możliwościach okaże się konieczny. Dzięki temu wszystkie etapy pośrednie produkcji zostaną wyeliminowane, a wraz z nimi odzyskany zostanie drogocenny czas operacyjny. To, ile osi ruchu maszyny musi podlegać kontroli sterowania, wpływa jednak na wymaganą moc operacyjną, funkcjonalność układu, zużywany prąd. Warto więc dokładnie przeanalizować projekt wyrobu, by określić, ile osi będzie wykorzystywanych do jego produkcji, tak by była ona optymalna.

W następnej kolejności warto zastanowić się nad aspektami technicznymi samego sterowania. Czy firma będzie programowała ścieżkę wytwórczą z wykorzystaniem G-code'u [4], czyli języka zapisu poleceń dla maszyn CNC, czy też z jednego z nowoczesnych środowisk, oferowanych np. do sterowania Sinumerik (Shop Turn dla tokarek i Shop Mill dla frezarek). Za pomocą nakładek Shop Turn i Shop Mill maszyna generuje finalnie G-code, którego jednak napisanie bezpośrednio zajęłoby znacznie więcej czasu. Kolejne elementy to wygląd i łatwość obsługi interfejsu użytkownika. Jedne programy są czytelniejsze, bardziej kolorowe, inne – bardziej techniczne i mniej intuicyjne. Wszystko zależy od kompetencji pracowników, którymi dysponujemy, lub możliwości zatrudnienia specjalistów z zewnątrz. Warto także wziąć pod uwagę popularność sterowania danego producenta w naszym kraju. Siemens, FANUC i Heidenhein mają w Polsce sporą reprezentację, stąd możliwość wyboru zarówno w zakresie serwisu, jak i szkoleń dla przyszłych lub teraźniejszych pracowników. Im mniej popularne jest rozwiązanie, tym rzadziej występują do niego usługi wspierające. Ponadto niektóre systemy sterowania oferują wyłącznie funkcję sterowania, inne zaś to także panel operatora, napędy czy silniki. Zdefiniowanie, czego tak naprawdę poszukujemy, jest tutaj niezwykle istotne. Ważna jest także możliwość programowania w lokalnym układzie współrzędnych, co uniezależnia pracę operatora od kinematyki samej maszyny. Łatwiej jest wówczas przenieść i dostosować gotowy program do użycia na innej maszy-

nie, co okazuje się bardzo przydatne w przypadku nastawiania kilku maszyn na ten sam program wytwórczy.

### Podstawy programowania maszyn obróbczych

Sterowanie danego producenta nie musi być wykorzystywane wyłącznie do zarządzania ruchem obrabiarki CNC. Na rynku dostępnych jest wiele sterowań uniwersalnych, które – przy odpowiednim nakładzie pracy – poradzą sobie równie dobrze co sterowania dedykowane. Oczywiście wymaga to znacznie więcej pracy z uwagi na fakt, że sterowania uniwersalne zazwyczaj pozbawione są wszelkich ułatwień stosowanych w przypadku konkretnej maszyny. Darmowe sterowanie LinuxCNC może być wykorzystane do sterowania dowolną obrabiarką CNC, drukarką 3D, przecinarkami laserowymi, plazmowymi, ramionami robotów, podsumowując – wszelkimi maszynami operującymi w układzie wieloosiowym, w trójwymiarze [6]. Zawsze jednak będzie to wymagało więcej pracy niż w przypadku odpowiednio przygotowanego oprogramowania dedykowanego.

Różnic pomiędzy sterowaniami dedykowanymi maszynom CNC jest wiele. Omawianie ich jest jednak stosunkowo trudne. Jest tak dlatego, że każda produkcja ma własną perspektywę i typ produkcji bezpośrednio przekłada się na oczekiwania stawiane maszynie i sterowaniu. Wśród najpopularniejszych dostawców sterowań CNC nie sposób mówić o sterowaniu lepszym lub gorszym. Można za to omawiać poziom ich dostosowania do konkretnych warunków produkcyjnych. Większość sterowań spełnia bazowe wymagania, czyli to, co potrzebne jest w przypadku 80% warunków produkcyjnych. Z punktu widzenia większości przedsiębiorstw każda maszyna ze sterowaniem Sinumerik, Heidenhein, FANUC, Okuma czy Mazatrol będzie funkcjonalna, a więc wystarczająca – o ile tylko elementy mechaniczne maszyny będą na odpowiednim poziomie, a kompatybilność maszyny ze sterowaniem będzie odpowiednio wysoka. Podstawowe różnice pomiędzy sterowaniami są zauważalne, gdy porównuje się produkcję jednostkową, której celem jest unikalność

elementu, a nie odejmowanie sekund od procesu produkcyjnego, z produkcją masową, gdzie liczą się: czas, powtarzalność i precyzja, a także łatwość obsługi przez dużą liczbę pracowników o niskich kwalifikacjach.

Rozróżnia się standardowo trzy metody programowania maszyn. Podstawą każdego programowania jest tzw. programowanie ręczne, w którym korzysta się bezpośrednio z kodu danego sterownika. Czy to będzie kod ISO – G-Code, czy nie, nie ma większego znaczenia. Programowanie ręczne sprowadza się do wprowadzania współrzędnych X, Y, Z oraz kątów obrotu wokół tych osi A – wokół X, B – wokół Y, C – wokół Z, ewentualnie innych transformacji układów współrzędnych. Jest to żmudne i wyjątkowo podatne na błędy. W związku z tym przy skomplikowanej geometrii taka metoda może nie być efektywna. Potrzebne mogą się okazać pomoc, wsparcie komputerowe. Prawie każdy z systemów sterowania oferuje tzw. funkcje wspomagające. Na przykład w Heidenhainie edytor tekstu prowadzi swoistą konwersację z użytkownikiem – podpowiada mu, sugeruje rozwiązania.

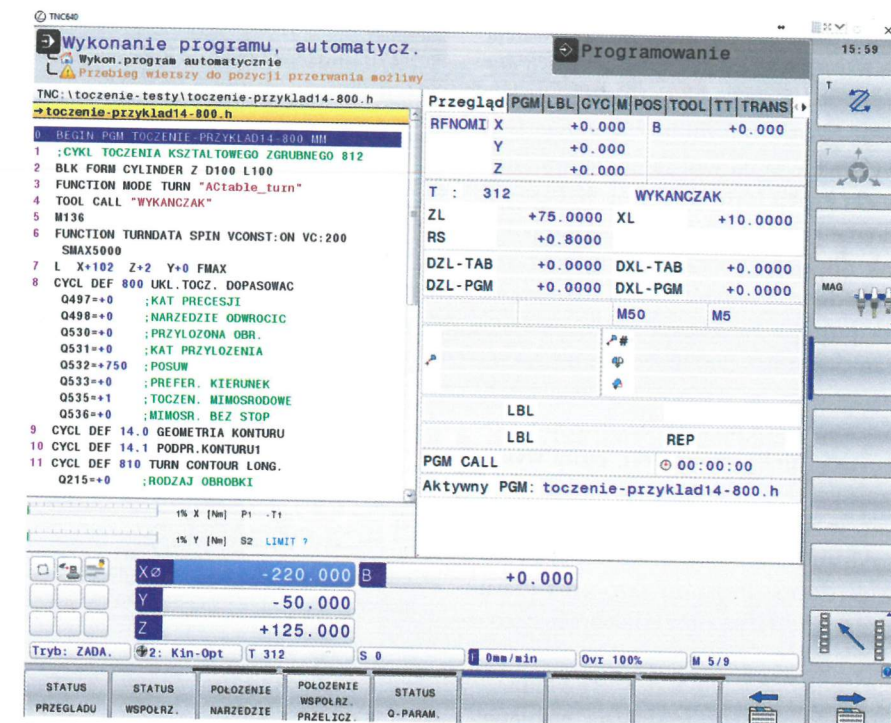
W drugiej metodzie w ogóle nie programuje się w kodzie, raczej opisuje się proces bardziej niż programuje kod linijka po linijce, współrzędna po współrzędnej. Operator mówi, jaki kształt chce wykonać, opisuje ten kształt, ale to sterowanie generuje bezpośredni kod, z którego finalnie korzysta maszyna. Mówimy tutaj wyłącznie o geometrii płaskiej, co jest sporym ograniczeniem. Proces ten odbywa się bezpośrednio na stanowisku pracy. Podstawową wadą tego podejścia jest to, że o ile języki programowania są do siebie w miarę podobne, o tyle producenci oprogramowania używają różnej budowy interfejsów i metodyki pracy do opisu procesów. Jeśli więc ktoś chce programować różne maszyny, powinien się uczyć języka ISO. Wówczas pewne nawyki czy metodykę można przenieść ze sterowania na sterowanie. Jednak jeśli używamy programu komputerowego, to każdy wygląda inaczej. Teoretycznie wiemy, co edytor powinien robić, jednak, aby go opanować, musimy się go od początku nauczyć. Jednak efektywność

pracy ze sterownikiem może być bardzo wysoka. Dedykowane środowisko programowania pozwala znacznie skrócić czas przygotowania programu i uruchomienia maszyny, co jest niezwykle efektywne w przypadku programowania krótkich serii lub wytwarzania pojedynczych elementów.

Trzecia metoda to programowanie CAM. Efektem końcowym pracy ze środowiskiem CAM jest wygenerowanie programu dla maszyny numerycznej. Teoretycznie dowolnej. Jeśli chcemy w zakładzie pracy mieć jedną osobę, która programuje wszystkie maszyny, to powinna ona mieć wiedzę ogólną o programowaniu maszyn CNC, może mieć jednak jedno narzędzie, które umożliwi projektowanie detali i ścieżek na wszystkie maszyny, bez względu na sterowanie. Oczywiście taka metoda też ma swoje wady – pojawia się moment, kiedy program trzeba przenieść do maszyny i tam edytować lub poprawiać. Przy krótkich seriach można sobie wyobrazić, że jeśli występują błędy, to proces znacznie się wydłuża, co za każdym razem powtarza się iteracyjnie. W tym czasie operator, który dysponuje środowiskiem warsztatowym, zrobi to dużo szybciej. Pojawia się jednak kwestia geometrii przestrzennej, co jest znacznie trudniejsze do zaprogramowania na stanowiskach warsztatowych. Należy więc zweryfikować trudność zadania i odpowiednio do niego dobrać metodę realizacji. Może się wręcz okazać, że na maszynie konwencjonalnej zrobi się coś szybciej w przypadku krótkich serii niż na maszynach numerycznych właśnie ze względu na trudności z programowaniem i z zaawansowaniem technologicznym sprzętu.

### G-Code a wykorzystanie cykli

Sterowania FANUC oraz Sinumerik oferują znaczne ułatwienia w szkoleniu przyszłych pracowników, dzięki oprogramowaniu dedykowanemu NC Guide [7] (w przypadku FANUCA) i SinuTrain (w przypadku Siemens). Produkty firmy Siemens ShopMill i ShopTurn z kolei umożliwiają proste i szybkie programowanie, ułatwiają obsługę frezarek i tokarek ze sterowaniem numerycznym przy produkcji warsztatowej [8]. Zarówno systemy FANUCA,



Rys. 3. Oprogramowanie Heidenhain TNC640 – ekran główny

jak i Siemens bazują na języku programowania obrabiarek G-Code, jednak nie wykorzystują go bezpośrednio, a jedynie pośrednio. Sterowania Sinumerik i FANUCA czytają bezpośrednio cykle wykorzystywane odpowiednio w jednym i drugim systemie. W zakresie podstawowych ruchów i czynności program napisany zgodnie ze standardem ISO, czyli w G-Codzie, będzie pracował prawie identycznie na wszystkich dostępnych sterowaniach. G-Code jest bowiem językiem uniwersalnym. Przenoszenie programu napisanego w G-Codzie z obrabiarki o jednym sterowaniu na inne wymaga wprowadzenia paru zmian, lecz w zakresie podstawowych ścieżek obróbczych są to zmiany czysto kosmetyczne, nie zaś pisanie kodu od zera. Inne systemy sterowania działają tak samo. Wynika to z faktu, że w G-Codzie programista porusza się po układzie współrzędnych maszyny, wskazując precyzyjnie jej ruchy w przestrzeni. Uniwersalność G-Code'u to jego podstawowa zaleta. Każdy ruch maszyny opisywany jest bezpośrednio przez programistę CNC. Maszyna nie ma prawa się ruszyć ani o milimetr w innym kierunku niż zaprogramowany. G-Code jest także łatwy w edycji, właśnie w związku z tym, że każdy krok trzeba osobno rozpisać. Pracę maszyny można wówczas po-

dzielić na ruchy zwane blokami, które w łatwy sposób można wyodrębnić z istniejącego kodu i zmodyfikować do bieżących potrzeb.

Do wad G-Code'u można zaliczyć jego objętość. Aby wykonać proste czynności za pomocą obrabiarki, konieczne jest napisanie mnóstwa linii kodu. G-Code nie oferuje drogi na skróty, każdy blok opisywany jest literalnie. Skrótami obróbczymi są dopiero cykle, które każda obrabiarka i system sterowania opisują nieco inaczej. Cykle to gotowe procedury parametryczne realizujące typowe zadania technologiczne, np. wiercenie, frezowanie kieszeni itp. Korzystając z cykli, przekazuje się do maszyny informację, co ma robić, z jakim krokiem i parametrami. Maszyna sama generuje ścieżkę po ścieżce na podstawie wybranych cykli. Konieczne jest tutaj zapoznanie się z zaproponowanym przez urządzenie rozwiązaniem. Bez tego trudno jest ocenić, czy opracowana przez maszynę ścieżka jest dobra, czy zła. Aby w kompetentny sposób ocenić propozycję urządzenia, konieczne są duża wiedza i lata doświadczenia w programowaniu i ustawianiu obrabiarek. Korzystanie z cykli wymaga wprawy, a tak naprawdę dokładnego poznania samego sterownika oraz jego cykli obróbczych, lecz znacznie ułatwiają one pracę

**Największy ośrodek szkoleń technicznych w Polsce** zaprasza na

## **PRAKTYCZNE SZKOLENIA Z DRUKU 3D:**

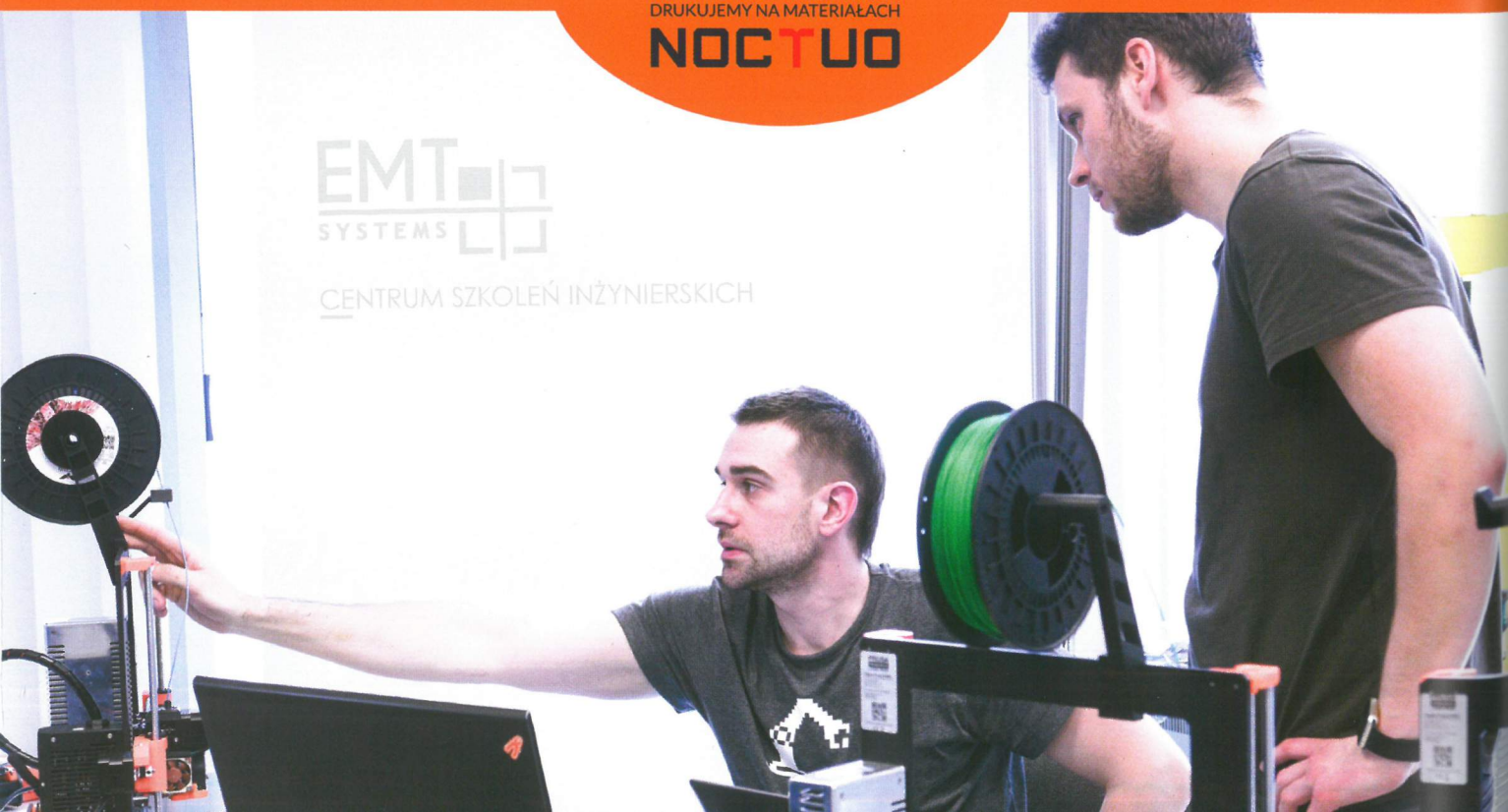
**3D1:** Druk 3D w technologii FDM – szkolenie podstawowe

**3D2:** Druk 3D w technologii FDM – szkolenie zaawansowane

Co wyróżnia nasze szkolenia?

- ▷ **Indywidualne stanowiska szkoleniowe dla każdego uczestnika składające się z najnowszych drukarek Prusa i3 MK3**
- ▷ Prowadzący to uznany w branży ekspert, projektant i konstruktor drukarek 3D oraz autor wielu publikacji na temat druku 3D
- ▷ Komfortowe warunki szkolenia (catering, Nielimitowany dostęp do barku kawowego, karty zniżkowe do lokali partnerskich).

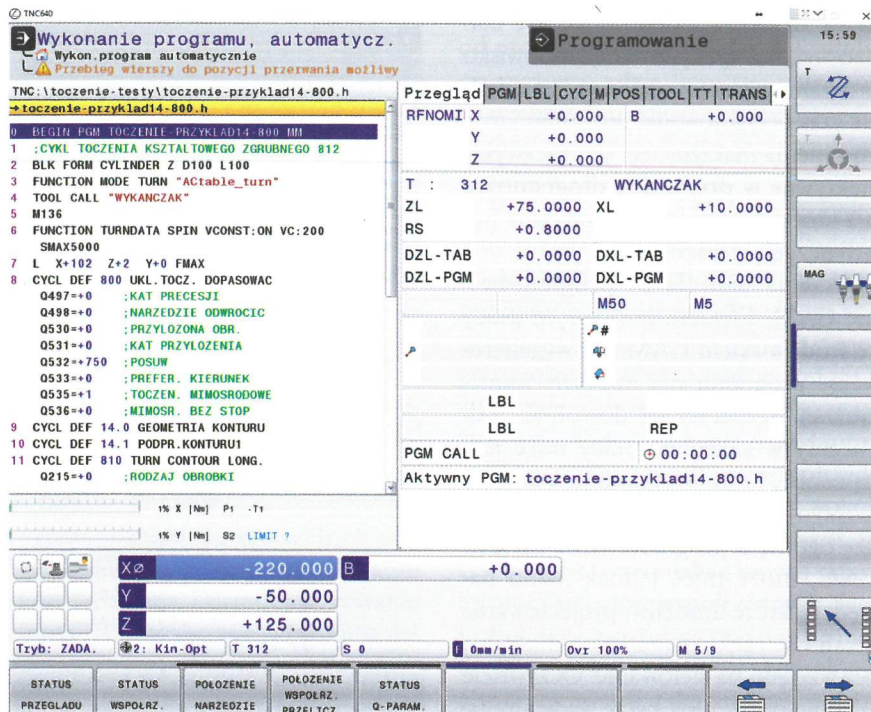
DRUKUJEMY NA MATERIAŁACH  
**NOCTUO**



❖ dobrego programisty CNC. Pozwalają między innymi na skrócenie zapisu danych. Sterowniki często mają małą pamięć. Produkowane detale mogą być wykonane w jednym zamocowaniu lub wielu krokach produkcyjnych. Ograniczenie pamięci również wpływa na to, jak obszerny proces można wykonać za jednym podejściem. Każda zmiana punktu bazowego, czyli sposobu zamocowania detalu, to konieczność ustawienia go na nowo w maszynie. To względem punktu bazowego nawigujemy ruchy obrabiarki, która wykonuje pracę. Punkt bazowy można ustawić w maszynie ręcznie lub podczas cykli automatycznych. Użycie cykli jest więc dobrą drogą do skrócenia czasu programowania procesu obróbczego.

### Co decyduje o doborze sterowania?

To, jakie sterowanie finalnie wybierze dana firma, zależy od wielu kwestii. Każde sterowanie ma typy i podtypy. Sterowniki FANUCA, na przykład: 0i, 16i, 31i, mają modele, np. Model D. Oprogramowanie FANUC oferuje lepsze dopasowanie do tokarek niż frezarek. FANUC na ekranie prezentuje surowe wręcz dane. Ma kolorowy wyświetlacz w panelu operatora, lecz nie jest on mocno urozmaicony, a dostępne funkcje nie są tak obrazowo i barwnie przedstawione. Do niedawna FANUC nie oferował nawet klawiatury QWERTY. Osoby, które wcześniej pracowały z innymi maszynami, w ogóle nie potrafią się odnaleźć w konfrontacji z firmą FANUC. Na innych maszynach możliwe jest szybkie wprowadzanie modyfikacji, podczas gdy w przypadku FANUCA osoba nieprzyzwyczajona do tego systemu musi odszukiwać poszczególne znaki na klawiaturze. Jednak wielu operatorów tokarek ceni pracę z firmą FANUC, stąd decyzja o doborze sterowania została by przez nich podjęta na korzyść tej firmy. Może to wynikać właśnie stąd, że FANUC jest obecny na rynku tokarek od dłuższego czasu i wielu pracowników dobrze zna ten sterownik. Przykładem firmy, która od zawsze stawia na FANUCA, może być Toyota. Nie ma w tym z resztą nic dziwnego, jako że i Toyota, i FANUC to korporacje pochodzące z Japonii, a firmy produkcyjne z danego regionu często się



Rys. 4. Oprogramowanie Okuma OSP-P300M – ekran główny

wspierają. Taka sama sytuacja występuje w przypadku niemieckich gigantów – Volkswagena i Siemens. Przyzwyczajenie i już posiadane umiejętności bardzo często decydują o wyborze konkretnego producenta. Sterowanie Sinumerik Siemens ma wiele zalet, określenie, które sterowanie jest lepsze, a które gorsze, zazwyczaj nie jest możliwe. Kwestia ceny nie jest tutaj jednoznaczna. Spotyka się w środowisku opinię, że sterowniki FANUC są droższe od Siemens, nie jest to jednak prawdą w przypadku sterowań wszystkich typów i modeli. Ponadto ocena ceny samego sterowania nie jest prosta, gdyż maszyny CNC zazwyczaj w ofercie nie mają wyraźnego podziału na elementy mechaniczne i software'owe. Stąd najczęściej porównuje się maszyny różnych producentów z tym samym bądź różnym sterowaniem lub też maszyny tego samego producenta z różnym sterowaniem. Każdorazowo jednak zmienia się wiele parametrów zarówno po stronie mechaniki, jak i oprogramowania sterującego. Jeśli ktoś już wcześniej miał do czynienia z oprogramowaniem Sinumerik, chętnie wybierze je po raz kolejny. Ma ono przyjazny, czytelny interfejs. Dodatkowo sterowanie Siemens oferuje sterowanie grupą maszyn, np. i robota, i obrabiarki z jednego panelu HMI,

co znacznie skraca czas obsługi układu, co z kolei przekłada się na znaczną oszczędność czasu w przypadku produkcji masowej. Po tygodniowym szkoleniu z Sinumerika operator maszyny jest *de facto* samodzielny. W przypadku FANUC potrzebne jest znacznie więcej czasu na zapoznanie się z systemem. Warto też podkreślić, że firma Siemens aktywnie działa w szkołach – technikach oraz uczelniach wyższych, udostępniając oprogramowanie SinuTrain do nauki, dzięki czemu goście w umysłach młodych adeptów sztuki obróbki skrawaniem już na wczesnym etapie ich rozwoju zawodowego. Dzięki temu, jeśli te osoby podejmują w przyszłości decyzję o doborze sterowania, kierują się ku Siemensowi, a nie innym dostawcom. Również w przypadku firm szkoleniowych, które wystawiają certyfikaty umiejętności autoryzowane przez producenta, jest ich znacznie więcej w przypadku Siemens niż FANUCA. Stąd coraz większa reprezentacja produktów firmy Siemens na rynku w porównaniu choćby właśnie z firmą FANUC, który jednak wciąż obecny jest szczególnie tam, gdzie produkuje się wyroby masowo.

Podsumowując, wybór obrabiarki CNC i jej sterowania to coś, co każda firma musi wykonać samodzielnie. Nie sposób porównać sterowania ❖

❖ CNC, nawet wybierając kilka konkretnych parametrów do oceny. Wszystkie zależy bowiem od specyfiki produkcji, w której dana maszyna CNC ma zostać zastosowana. Pod uwagę można wziąć liczebność i powtarzalność produkcji, czas pracy maszyny na jednym ustawieniu, to, czy sterowanie jest produkcyjne, czy też programuje się z wykorzystaniem panelu operatorskiego przy maszynie. Nie ma wyraźnych tendencji pomiędzy branżami co do wyboru konkretnego sterowania. W przypadku branży samochodowej najczęściej spotykany jest FANUC, który świetnie sprawdza się w produkcji masowej i wykazuje bardzo małą awaryjność. Dla produkcji bardzo precyzyjnej i zaawansowanej geometrycznie najlepszym rozwiązaniem może być wysokiej jakości Okuma. Branża narzędzi, czyli tzw. narzędziownice, wykorzystuje sterowania dialogowe Sinumerik, Mazatrol, Heidenhain, co wynika głównie z szybkości pisania programów oraz możliwości szybkiego wprowadzania zmian programów, czyli przystosowania do sterowania na stanowisku z ma-

szyną. Z kolei w przypadku rozwiązań łączących ze sobą maszyny CNC, roboty, podajniki i inne rozwiązania automatyki i robotyki przemysłowej sterowanie firmy Siemens oferuje integrację tych sprzętów znacznie skracając czas ich wspólnego programowania. W pozostałych branżach występuje *de facto* mieszanka sterowań ze wskazaniem na przynależność do regionu i popularność danych rozwiązań czy przyzwyczajenie do korzystania ze sprzętu danego producenta. Niewątpliwie istotną kwestią jest także cena, która zależy jednak od: możliwości sprzedawcy, liczby kupowanych maszyn, dopasowania maszyny do sterowania, typu sterowania i wielu innych parametrów propozycji. Warto więc wziąć pod uwagę: oferowane dla danego sterowania szkolenia techniczne [3], dostępność serwisu, części zamiennych oraz poziom wiedzy pracowników o danym sterowniku. Ważne są również niezawodność sterowania i możliwość przewidywania zdarzeń ze względu na minimalizowanie przestojów oraz ogółem predykcje utrzymanie

ruchu. Dobrze, by dana maszyna była łatwa w naprawie, by czas, kiedy pozostaje w bezruchu, był jak najkrótszy. Sukces efektywności maszyny i jej sterowania to dobre przemysłenie całego procesu produkcyjnego i wykorzystanie urządzenia CNC w taki sposób, aby dawało jak największą wartość kosztem jak najmniejszej ilości zużytych zasobów. □

**Piśmiennictwo**

1. *GE Global Innovation Barometer 2018*. <https://www.ge.com/reports/innovation-barometer-2018/> [dostęp: 3.03.2018 r.].
2. *Wstęp do CNC*. <http://cnc.pl/> [dostęp: 3.03.2018 r.].
3. *Frezarki i tokarki CNC*. Centrum Szkoleń Inżynierskich EMT-Systems Sp. z o.o., <http://emt-systems.pl/frezarki-tokarki-cnc-kursy.html> [dostęp: 3.03.2018 r.].
4. *G-code*. <http://3dwpraktyce.pl/g-code/> [dostęp: 3.03.2018 r.].
5. *Montronix, system monitoringu pracy maszyn CNC*. <https://www.montronix.com/en/about-us/solutions-and-benefits/montronix-solutions.html> [dostęp: 3.03.2018 r.].
6. *LinuxCNC*. <http://www.linuxcnc.org/> [dostęp: 3.03.2018 r.].
7. *NC Guide*. <http://www.cnc.uk.com/nc-guide/> [dostęp: 3.03.2018 r.].
8. *Oprogramowanie Shop Mill, Shop Turn*. [https://www.automatyzacja.siemens.pl/solutionandproducts\\_dt/850.htm](https://www.automatyzacja.siemens.pl/solutionandproducts_dt/850.htm) [dostęp: 3.03.2018 r.].
9. *Mazak M-5N 610 mm x 2083 mm Flat Bed CNC Lathe*, <http://www.prestigeequipment.com/Mazak-M-5N-24-x-82-Flat-Bed-CNC-Lathe/Microcut-M5N/25104/mm> [dostęp: 3.03.2018 r.].

reklama

**PTAK WARSAW EXPO**

**BUILDING INDUSTRY SOLUTIONS**

Międzynarodowe Targi Budownictwa i Infrastruktury

26-28 września 2018

WWW.BISFAIR.EU

PATRONAT:

PATRONAT MEDALNY:

STAL Metale & Nowe Technologie