**Związek Rzemiosła Polskiego w Warszawie**

**Izba Rzemieślnicza Małej i Średniej Przedsiębiorczości w Szczecinie**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**PORADNIK DLA UCZESTNIKA**

**KURSU PRZYGOTOWUJĄCEGO**

**DO UZYSKANIA KWALIFIKACJI**

**W ZAWODZIE OPERATOR OBRABIAREK SKRAWAJĄCYCH**

**Kwalifikacja składowa: Wykonywanie prac na tokarkach sterowanych numerycznie**

**Symbol kwalifikacji składowej: Oos/4**

**Szczecin, 2013**

Autor: mgr inż. Maciej Trzaskawka

Recenzja merytoryczna: mgr inż. Andrzej Zych

Korekta stylistyczna: mgr inż. Małgorzata Zych

Redakcja techniczna: Beata Piotrowska

Poradnik opracowano i wydano w ramach projektu:

„Platforma Flexicurity MiŚP - Kreowanie płaszczyzny współpracy w zakresie flexicurity   
w obszarze MiŚP” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projektodawcy:

Związek Rzemiosła Polskiego

Izba Rzemieślnicza Małej i Średniej Przedsiębiorczości w Szczecinie

Egzemplarz bezpłatny – przeznaczony dla uczestników projektu: „Platforma Flexicurity MiŚP - Kreowanie płaszczyzny współpracy w zakresie flexicurity w obszarze MiŚP”

**Spis Treści**

Wstęp 4

I. Przygotowanie tokarki sterowanej numerycznie do pracy 8

II. Sprawdzanie poprawności obróbki 14

III. Wykonywanie obróbki na tokarce sterowanej numerycznie 16

IV. Przykład zadania praktycznego 20

V. Literatura uzupełniająca 22

# Wstęp

Dynamiczny rozwój zewnętrznego kontekstu kształcenia oraz szybkie tempo zmian wymuszają ciągły proces uczenia się i doskonalenia, praktycznie na każdym etapie życia jednostki. Edukacja, traktowana jako podstawowe prawo jednostki, zyskuje w oczach całych społeczeństw coraz wyższą wartość. W krajach europejskich wykształcenie postrzegane jest powszechnie jako jeden z zasadniczych czynników kariery zawodowej oraz wyznacznik pozycji społeczno-ekonomicznej. Takie podejście do edukacji stawia przed polityką społeczną poszczególnych państw szczególne zadania. Zachodzi konieczność prowadzenia takich działań, aby każda jednostka miała zapewniony dostęp do kształcenia na wszystkich jego poziomach. W obliczu kontrastów narastających w wielu obszarach życia społecznego oraz komercjalizacji szeregu usług oświatowych, stworzenie niejednorodnym środowiskom równego dostępu do edukacji wydaje się zadaniem szczególnie ważnym i trudnym zarazem.

Naprzeciw zmianom rynku pracy wychodzi nowe podejście do procesu uczenia się. Z jednej strony nowy sposób opisywania szeroko rozumianej edukacji – poprzez efekty uczenia się, z drugiej – konieczność reagowania na zmiany na rynku pracy w toku całego życia człowieka wymusza lepsze dopasowanie do naszych potrzeb systemów szkolenia i kształcenia, otwarcia się na równoważne traktowanie rozmaitych ścieżek edukacyjnych, stworzenie dostępnych, elastycznych ofert inwestowania w nasz rozwój osobisty i zawodowy. Tylko skuteczne inwestowanie w kapitał ludzki w ramach systemów kształcenia i szkolenia zapewni dalszy rozwój cywilizacyjny Unii Europejskiej, w tym także Polski.

We wrześniu 2010 roku polski rząd zatwierdził wprowadzenie Krajowych Ram Kwalifikacji (KRK) jako nowego narzędzia organizacji kształcenia. System ma być oparty na przyjętym w Europie układzie odniesienia umożliwiającym porównywanie kwalifikacji uzyskiwanych w różnych krajach (European Qualifications Framework, EQF). System charakteryzuje się podejściem całościowym – na jego podstawie można oceniać postępy w edukacji przedstawicieli dowolnego zawodu[[1]](#footnote-1).

Definicje:

1. **Europejska Rama Kwalifikacji (ERK),** to przyjęty w UE układ odniesienia umożliwiający porównywanie kwalifikacji uzyskiwanych w różnych krajach. W ERK wyróżniono 8 poziomów kwalifikacji określonych za pomocą wymagań dotyczących efektów uczenia się. Zgodnie z zaleceniami Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/C 111/01/WE z dnia 23 kwietnia 2008r., można zdefiniować cele ERK. Celem jest ułatwienie porównywania kwalifikacji zdobywanych w różnym czasie, miejscach i formach, lepsze dostosowanie kwalifikacji do potrzeb rynku pracy, a w efekcie wzrost mobilności pracowników, wypromowanie i ułatwienie uczenia się przez całe życie[[2]](#footnote-2). Europejska Rama Kwalifikacji dla uczenia się przez całe życie (ERK) - przyjęta w Unii Europejskiej struktura poziomów kwalifikacji stanowiąca układ odniesienia krajowych ram kwalifikacji umożliwiający porównywanie kwalifikacji uzyskiwanych w różnych krajach[[3]](#footnote-3).

Na równi traktowane będzie kształcenie formalne, pozaformalne i nieformalne. Ponadto nabyte kompetencje będą tak opisane, aby były rozpoznawalne i porównywalne w Polsce oraz w Europie.

Europejska Rama Kwalifikacji w skrócie pozwala na porównanie poziomów kształcenia bez konieczności unifikacji programów kształcenia, czyli pozwala na zachowana odrębności systemów edukacji przy jednoczesnej możliwości porównania poziomu, na którym pozostaje kwalifikacja. Pozwala na mobilność, gwarantuje transparentność, przy zachowaniu różnorodności treści kształcenia, instytucji kształcących i pozwala na różnorodność dróg dochodzenia do uzyskania kompetencji i kwalifikacji[[4]](#footnote-4).

1. **Polska Rama Kwalifikacji (PRK) -** Opis hierarchii poziomów kwalifikacji wpisywanych do zintegrowanego rejestru kwalifikacji w Polsce[[5]](#footnote-5).

PRK jest wzorowana na ERK i w naszym przypadku przyjęto osiem poziomów podobnie, jak to zaproponowano w ERK. PRK to zbiór różnych kwalifikacji tj. dyplomów, certyfikatów i świadectw formalnie potwierdzających wiedzę, umiejętności kompetencje przypisane danej kwalifikacji, a uzyskane w różnych formach edukacji:

- formalnej (w szkole)

- nieformalnej (na kursie, szkoleniu)

- pozaformalniej (w procesie pracy i samoedukacji)

1. **Edukacja formalna -** uczenie się poprzez udział w programach kształcenia i szkolenia prowadzących do uzyskania kwalifikacji zarejestrowanej[[6]](#footnote-6).
2. **Edukacja pozaformalna -** uczenie się zorganizowane instytucjonalnie jednak poza programami kształcenia i szkolenia prowadzącymi do uzyskania kwalifikacji zarejestrowanej[[7]](#footnote-7).
3. **Uczenie się nieformalne -** dochodzenie do nowych kompetencji bez korzystania z programów prowadzonych przez podmioty kształcące/szkolące (bez nauczyciela/instruktora/trenera), przez samodzielną aktywność podejmowaną w celu osiągnięcia określonych efektów uczenia się, i/lub przez uczenie się nieintencjonalne (niezamierzone)[[8]](#footnote-8).
4. **Kwalifikacja zarejestrowana -** opisany w zintegrowanym rejestrze kwalifikacji zestaw efektów uczenia się/kształcenia się, którego osiągnięcie zostało formalnie potwierdzone przez uprawnioną instytucję. Kwalifikacja opisana w rejestrze może być pełna lub cząstkowa[[9]](#footnote-9).
5. **Kwalifikacje składowe** - układ umiejętności i wiadomości określonych przez zestaw zadań zawodowych oraz cech psychofizycznych określonych przez zestaw kompetencji personalnych i społecznych, które umożliwiają efektywne wykonywanie pracy na określonym stanowisku pracy.
6. **Walidacja -** wieloetapowy proces sprawdzania, czy - niezależnie od sposobu uczenia się - kompetencje wymagane dla danej kwalifikacji zostały osiągnięte. Walidacja prowadzi do certyfikacji[[10]](#footnote-10).
7. **Certyfikowanie -** proces, w którego wyniku uczący się otrzymuje od upoważnionej instytucji formalny dokument, stwierdzający, że osiągnął określoną kwalifikację. Certyfikacja następuje po walidacji[[11]](#footnote-11).
8. **Wiedza -** zbiór opisów faktów, zasad, teorii i praktyk, przyswojonych w procesie uczenia się, odnoszących się do dziedziny uczenia się, lub działalności zawodowej[[12]](#footnote-12).
9. **Egzaminy sprawdzające kwalifikacje składowe** – egzamin sprawdzający przeprowadzany na podstawie z art. 3, ust. 3a ustawy o rzemiośle z dnia 22 marca 1989r. (Dz. U. 1989 Nr 17 poz. 92)[[13]](#footnote-13). – zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 września 2012r. w sprawie egzaminu czeladniczego, egzaminu mistrzowskiego oraz egzaminu sprawdzającego, przeprowadzanych przez komisje egzaminacyjne izb rzemieślniczych.
10. **Kurs** – kurs umożliwiający uzyskiwanie kwalifikacji zawodowych zgodnie z §3 pkt.5 rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 11 stycznia 2012r. w sprawie kształcenia ustawicznego w formach pozaszkolnych (Dz. U. 2012 Nr 0 poz.186)[[14]](#footnote-14).

Poradnik, który masz do dyspozycji ma pomóc Ci w pozyskaniu wiedzy i umiejętności związanych z zadaniami, dla zawodu operator obrabiarek skrawających oraz przygotowaniu się do egzaminu sprawdzającego kwalifikację składową, a docelowo do egzaminu czeladniczego lub mistrzowskiego w zawodzie operator obrabiarek skrawających. Dla zawodu operator obrabiarek skrawających określono 5 kwalifikacji składowych.

Jeżeli zdobędziesz doświadczenie zawodowe oraz stosowne wykształcenie będziesz mógł przystąpić do egzaminu czeladniczego a później mistrzowskiego w zawodzie operator obrabiarek skrawających.

W poradniku zamieszczono wiadomości teoretyczne dotyczące wykonywania zadań zawodowych koniecznych na określonym stanowisku pracy. Opis każdego zadania zawodowego przedstawiony jest jako osobny temat.

W poradniku w postaci zwięzłych informacji, wskazano to, co w treściach poszczególnych tematów jest najważniejsze. Aby dobrze opanować te treści konieczne jest, abyś poszerzył swoją wiedzę o wiadomości zawarte w literaturze fachowej. Musisz też opierać się na swoim doświadczeniu zawodowym i umiejętnościach zdobytych podczas szkolenia praktycznego. Po każdym temacie podano przykładowe pytania sprawdzające wraz z odpowiedziami oraz ćwiczenie do samodzielnego wykonania. Na końcu każdego poradnika zamieszczono zadanie praktyczne, które sprawdzi Twoje opanowanie kwalifikacji składowej i tym samym przygotowanie do egzaminu sprawdzającego.

Egzaminy: sprawdzający, czeladniczy oraz mistrzowski przeprowadzane są przez komisje egzaminacyjne izby rzemieślniczej w dwóch etapach – praktycznym i teoretycznym. Kolejność zdawania etapów ustala przewodniczący komisji.

Etap praktyczny – polega na samodzielnym wykonaniu przez Ciebie zadań egzaminacyjnych sprawdzających umiejętności praktyczne.

Etap teoretyczny egzaminu czeladniczego i mistrzowskiego obejmuje dwie części: pisemną i ustną. Część pisemna przeprowadzana jest w formie testu i obejmuje 7 tematów w przypadku czeladnika lub 9 w przypadku egzaminu na mistrza, natomiast w części ustnej musisz odpowiedzieć na pytania zawarte w wylosowanym przez Ciebie zestawie obejmującym 3 tematy tj. technologia, maszynoznawstwo, materiałoznawstwo.

Na egzaminie sprawdzającym etap teoretyczny przeprowadzany jest tylko w części ustnej z zakresu: umiejętności zawodowych wchodzących w zakres zawodu, którego dotyczy egzamin oraz tematów: przepisy i zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej, a także podstawowe zasady ochrony środowiska.

Egzamin sprawdzający przeprowadza komisja czeladnicza izby rzemieślniczej.

1. **Wymagania dla kandydatów na egzamin sprawdzający**

Do egzaminu sprawdzającego możesz przystąpić jeżeli ukończyłeś odpowiedni kurs. Po kursie składasz wniosek do izby rzemieślniczej i następnie przystępujesz do egzaminu sprawdzającego. Jeżeli zdasz egzamin sprawdzający otrzymasz „Zaświadczenie o zdaniu egzaminu sprawdzającego”, potwierdzające znajomość podstawowych zagadnień dotyczących przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej, zasad ochrony środowiska oraz umiejętności właściwych dla danej kwalifikacji składowej określonej dla zawodu operator obrabiarek skrawających.

1. **Wymagania dla kandydatów na egzamin czeladniczy**

Do egzaminu czeladniczego możesz przystąpić, o ile spełniasz jeden z poniższych warunków:

- jeśli ukończyłeś naukę zawodu u rzemieślnika to konieczne jest, abyś dokształcił się w szkole lub w systemie pozaszkolnym,

- jeżeli jesteś absolwentem gimnazjum lub ośmioletniej szkoły podstawowej to musisz mieć co najmniej 3-letni staż pracy w zawodzie operator obrabiarek skrawających lub mieć potwierdzenie, że uzyskałeś umiejętności zawodowe w zawodzie operator obrabiarek skrawających w formie pozaszkolnej,

- posiadasz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej lub dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej, prowadzącej kształcenie zawodowe o kierunku związanym z zawodem operator obrabiarek skrawających,

- posiadasz tytuł zawodowy w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu operator obrabiarek skrawających oraz po uzyskaniu tytułu zawodowego co najmniej pół roku pracowałeś w zawodzie operator obrabiarek skrawających,

- posiadasz zaświadczenie o zdaniu egzaminu sprawdzającego lub świadectwo potwierdzające kwalifikacje w zawodzi oraz po ich uzyskaniu przez co najmniej rok wykonywałeś prace operator obrabiarek skrawających.

**III. Wymagania dla kandydatów na egzamin na mistrza**

Do egzaminu mistrzowskiego możesz przystąpić jeśli spełniasz jeden z poniższych warunków:

- posiadasz tytuł czeladnika lub równorzędny w zawodzie i po uzyskaniu tytułu co najmniej 3–letni staż pracy w zawodzie, w którym zdajesz egzamin oraz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej,

- jeżeli przez co najmniej sześć lat prowadziłeś samodzielną działalność gospodarczą i wykonywałeś w jej ramach zawód operator obrabiarek skrawających oraz posiadasz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej,

- posiadasz tytuł mistrza w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu operator obrabiarek skrawających i po uzyskaniu tytuł mistrza co najmniej roczny staż pracy w zawodzie operator obrabiarek skrawających oraz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej,

- posiadasz świadectwo ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej albo dotychczasowej szkoły ponadpodstawowej, dających wykształcenie średnie, w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu operator obrabiarek skrawających i tytuł zawodowy w zawodzie wchodzącym w zakres zawodu operator obrabiarek skrawających, oraz po uzyskaniu tytułu zawodowego co najmniej dwuletni staż pracy w zawodzie operator obrabiarek skrawających,

- posiadasz dyplom ukończenia uczelni wyższej na kierunku lub w specjalności w zakresie wchodzącym w zakres zawodu operator obrabiarek skrawających, i po uzyskaniu tytułu zawodowego co najmniej roczny staż pracy w zawodzie operator obrabiarek skrawających.

**IV.Metryczka zawodu**

**Zestawienie kwalifikacji składowych dla zawodu operator obrabiarek skrawających**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Symbol kwalifikacji składowej** | **Nazwa kwalifikacji składowej** | **\*** |
| Oos/1 | Wykonywanie prac na tokarkach |  |
| Oos /2 | Wykonywanie prac na frezarkach |  |
| Oos /3 | Wykonywanie prac na szlifierkach |  |
| Oos /4 | Wykonywanie prac na tokarkach sterowanych numerycznie |  |
| Oos /5 | Wykonywane prac na frezarkach sterowanych numerycznie |  |

\* - kolumna przeznaczona do określenia indywidualnego programu nauczania

**Metryczka kwalifikacji składowej**

**Zestawienie zadań zawodowych dla kwalifikacji składowej: „Wykonywanie prac na tokarkach sterowanych numerycznie”**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Numer zadania zawodowego** | **Nazwa zadania zawodowego** | **\*** |
| Oos/4 - 1 | Przygotowywanie tokarki sterowanej numerycznie do pracy |  |
| Oos/4 - 2 | Sprawdzanie poprawności obróbki |  |
| Oos/4 - 3 | Wykonywanie obróbki na tokarce sterowanej numerycznie |  |

\* - kolumna przeznaczona do określenia indywidualnego programu nauczania

# Przygotowanie tokarki sterowanej numerycznie do pracy

Główną zaletą obrabiarek sterowanych numerycznie, w stosunku do obrabiarek konwencjonalnych, jest możliwość szybkiego dostosowania maszyny do zmieniających się zadań obróbkowych. Wymaga to odpowiedniego przygotowania obrabiarki sterowanej numerycznie do pracy.

Przygotowanie to składa się z następujących etapów:

1. Wprowadzenie programu sterującego do pamięci układu sterowania. Dane wprowadzane do pamięci współczesnych obrabiarek sterownych numerycznie CNC zapisywane są na twardym dysku. Wpisywanie programu sterującego może być zrealizowane na dwa sposoby: ręcznie (poprzez klawiaturę) lub przy wykorzystaniu zewnętrznych nośników informacji.

2. Wyposażenie tokarki w odpowiednie oprzyrządowanie do mocowania przedmiotu obrabianego. Najczęściej stosowanym rodzajem mocowania na tokarkach jest samocentrujący uchwyt zaciskowy.



**Rys.1.** Przykłady tokarskich uchwytów zaciskowych firmy [www.bison-bial.pl]

W tokarkach sterownych numerycznie stosuje się najczęściej uchwyty zaciskowe z automatycznym sterowaniem hydraulicznym lub pneumatycznym. Skraca to czas wymiany przedmiotu obrabianego oraz zmniejsza koszty jego produkcji.

Stosuje się także mocowanie:

- w tulejkach zaciskowych (mała deformacja zamocowanych powierzchni),

- między kłami (do długich przedmiotów),

- na trzpieniach (do przedmiotów z małym otworem),

- na tarczach (do przedmiotów o nieregularnych kształtach),

- na obrotnikach (mocowanie dodatkowego oprzyrządowania do zamocowania przedmiotu).

3. Uzbrojenie obrabiarki w odpowiedni zestaw narzędzi. Większość tokarek numerycznych wyposażona jest w automatyczne głowice rewolwerowe, na których obwodzie montuje się odpowiednie oprawki narzędziowe. Głowica jest sterowana przez program.



**Rys.2.** Przykłady oprawek narzędziowych tokarskich z uchwytem cylindrycznym a) poprzeczna, b) wzdłużna, c) wzdłużna z tuleja zaciskową [Podstawy obróbki CNC; *Wydawnictwo REA s.j.; Warszawa 2006*]



**Rys.3.** Przykład uzbrojonej głowicy rewolwerowej w oprawki narzędziowe.

[www.bison-bial.pl

4. Pomiar narzędzi i wprowadzenie do pamięci układu sterowania wartości wymiarów poszczególnych narzędzi. Do tablicy narzędzi tokarki wprowadza się w odpowiednie pozycje deklarację rodzaju narzędzia oraz jego charakterystyczne wymiary względem punktu odniesienia narzędzia. W poszczególnych kolumnach deklaruje się odpowiednio: miejsce zamocowania narzędzia, typ, nazwę narzędzia, numer narzędzia zamiennego (DP), długość x oraz promień płytki lub średnice narzędzia obrotowego, kąt płytki, długość płytki (długość krawędzi skrawającej), kierunek obrotów narzędzia (w przypadku narzędzi napędzanych) lub wrzeciona.



**Rys.4.** Wielkości korekcyjne narzędzi tokarskich stosownych na tokarkach CNC

[Instrukcja obsługi SINUMERIC 810D]

Wartości długości narzędzi w poszczególnych osiach otrzymuje się przeprowadzając pomiar na maszynie na dwa sposoby: automatycznie lub ręcznie. Pomiar ręczny polega na zetknięciu wierzchołka narzędzia z obracającym się przedmiotem, obrabianym w poszczególnych kierunkach osi x oraz z. Pomiar automatyczny odbywa się za pomocą sondy pomiarowej, w którą wyposażona jest maszyna. Dosuwa się ręcznie wierzchołek narzędzia do końcówki sondy pomiarowej w wybranej osi x lub y, a następnie uruchomia cykl pomiarowego znajdujący się w pamięci maszyny.

5. Zamocowanie przedmiotu obrabianego. Niezależnie od wybranego sposobu mocowania obrabianego przedmiotu musi ono być pewne i stabilne. Należy także pamiętać, aby mocowanie przedmiotu było bezpieczne, zarówno dla operatora, jak i przestrzeni wokół obrabiarki.

6. Ustawienie w przestrzeni roboczej obrabiarki punktu zerowego przedmiotu obrabianego. Punkt zerowy obrabiarki „W” jest punktem wyjścia odnoszącego się do maszyny układu współrzędnych. Jego położenie jest niezmienne i ustalane przez producenta obrabiarki. Z reguły, punkt zerowy obrabiarki znajduje się w obrabiarkach CNC w punkcie środkowym wrzeciona roboczego. Punkt zerowy przedmiotu obrabianego jest początkiem układu współrzędnych XYZ przedmiotu obrabianego. Położenie układu współrzędnych przedmiotu może być zmieniane przez programistę-technologa bezpośrednio na obrabiarce lub programowo. Korzystne jest ustalenie go w taki sposób, aby możliwe było bezpośrednie przejęcie do programowania danych wymiarowych z rysunku. W częściach toczonych punkt zerowy przedmiotu obrabianego ustawia się na środku prawego lub lewego boku części obrobionej, w zależności od tego, z której strony rozpoczyna się wymiarowanie.

M – punkt zerowy obrabiarki

W – punkt zerowy przedmiotu obrabianego

R – punkt wyjściowy obrabiarki (referencyjny)

E – punkt odniesienia narzędzia

N – punkt wymiany narzędzia



**Rys. 5.** Położenie punktów charakterystycznych obrabiarki sterowanej numerycznie [Podstawy obróbki CNC. Rea Warszawa 2001].

Najczęściej do ustawienia punktu zerowego przedmiotu nie wykorzystuje się żadnego specjalistycznego wyposażenia. Ustawienie punktu zerowego przedmiotu obrabianego może być także zrealizowane w sposób automatyczny, w przypadku gdy obrabiarka wyposażona jest w sondę do pomiaru przedmiotu.

7. Testowanie programu obróbkowego (symulacja graficzna obróbki). Zakończeniem procesu przygotowania tokarki sterowanej numerycznie do pracy jest przeprowadzenie testowania programu z symulacją graficzną obróbki na monitorze układu sterowania. Maszyna podczas symulacji nie wykonuje ruchów roboczych. Po zdefiniowaniu wymiarów geometrycznych materiału wyjściowego dla symulacji operator jedynie obserwuje ścieżki narzędzia na ekranie.

Symulacja procesu ma na celu wykrycie:

* geometrycznych niezgodności,
* brakujących danych,
* niemożliwych do wykonania skoków wewnątrz programu,
* naruszeń przestrzeni roboczej,
* kolizji narzędzia z przedmiotem obrabianym.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. Z jakich etapów składa się przygotowanie do pracy tokarki sterowanej numerycznie?

Odpowiedź:

Przygotowanie do pracy tokarki sterowanej numerycznie składa się z następujących etapów:

* + wprowadzenie programu sterującego do pamięci układu sterowania,
  + wyposażenie tokarki w odpowiednie oprzyrządowanie do mocowania przedmiotu obrabianego,
  + uzbrojenie obrabiarki w odpowiedni zestaw narzędzi,
  + pomiar narzędzi i wprowadzenie do pamięci układu sterowania wartości wymiarów poszczególnych narzędzi,
  + zamocowanie przedmiotu obrabianego,
  + ustawienie w przestrzeni roboczej obrabiarki punktu zerowego przedmiotu obrabianego,
  + testowanie programu obróbkowego.

1. Jakie uchwyty najczęściej stosuje się do mocowania przedmiotów na tokarce CNC?

Odpowiedź:

Do mocowania przedmiotów na tokarce CNC najczęściej stosuje się uchwyty zaciskowe z automatycznym sterowaniem hydraulicznym lub pneumatycznym

1. Jakie są sposoby pomiaru narzędzi?

Odpowiedź:

Pomiar narzędzi może odbywać się ręcznie (zetknięcie wierzchołka narzędzia z obracającym się przedmiotem obrabianym w poszczególnych kierunkach) oraz automatycznie przy użyciu sondy pomiarowej.

1. Gdzie ustawia się punkt zerowy toczonego przedmiotu?

Odpowiedź:

Punkt zerowy toczonego przedmiotu ustawia się na środku prawego lub lewego boku części obrobionej, w zależności od tego, z której strony rozpoczyna się wymiarowanie.

1. W jaki sposób przeprowadza się testowanie programu obróbkowego?

Odpowiedź:

Testowanie programu obróbkowego przeprowadza się poprzez uruchomienie specjalnej funkcji programu. Na monitorze obrabiarki obserwuje się symulację graficzną. Maszyna podczas symulacji nie wykonuje ruchów roboczych.

1. W jakim celu przeprowadza się symulację programu obróbkowego?

Odpowiedź:

Symulacja procesu ma na celu wykrycie:

* geometrycznych niezgodności,
* brakujących danych,
* niemożliwych do wykonania skoków wewnątrz programu,
* naruszeń przestrzeni roboczej,
* kolizji narzędzia z przedmiotem obrabianym.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Wykonaj pomiary wartości korekcyjnych noża tokarskiego zamocowanego w głowicy rewolwerowej.



Zestawienie materiałów i narzędzi:

– instrukcja do wykonania ćwiczenia,

– instrukcja obsługi tokarki CNC,

– narzędzie obróbkowe zamocowane w głowicy rewolwerowej,

– program obróbki (przewidujący zastosowanie noża tokarskiego, który będzie zamocowany w głowicy rewolwerowej),

– przyrządy pomiarowe.

Sposób wykonania:

1. Zapoznaj się z instrukcją obsługi tokarki CNC.
2. Wykonaj pomiar wielkości X.
3. Wykonaj pomiar wielkości Z.
4. Porównaj zmierzone wartości korekcyjne w wartościami zapisanymi w programie.

# Sprawdzanie poprawności obróbki

Po wykonaniu symulacji programu można dokonać sprawdzenia jakości obróbki przedmiotu.

Jakość przedmiotów wytwarzanych przy użyciu obrabiarek sterowanych numerycznie zależy od programu sterowania, zużycia narzędzia, materiałów skrawanych, obrabiarki CNC, wpływu otoczenia. Po użyciu pewnych funkcji programu można sprawdzić, czy zaprogramowany kontur przedmiotu obrabianego jest zgodny z rysunkiem oraz jakie są wysokości nierówności (chropowatość) na wybranym dowolnie fragmencie konturu.

Uzyskanie bardzo wysokiej dokładności obróbki jest możliwe poprzez zastosowanie pomiaru przedmiotu obrabianego w trakcie obróbki. Wykorzystuje się do tego elektroniczne urządzenia pomiarowe posiadające szczęki dociskane do przedmiotu w czasie obróbki.

Coraz powszechniej stosuje się także sondy pomiarowe pozwalające na pomiar obrabianego przedmiotu przed i po obróbce. Pomiarów z wykorzystaniem sondy dokonuje się w trybie pracy ręcznej automatycznej. Dokonuje się pomiaru pozycji w osiach XYZ, średnic otworów lub wałków, kątów.

Pomiar przedmiotu obrabianego na obrabiarce jest możliwy także za pomocą czujnika krawędziowego. Dzięki niemu można określić punkt zerowy na przedmiocie obrabianym, współrzędne środka otworu czy wyznaczyć błędy ustawienia obrabianego przedmiotu.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. Od czego zależy jakość przedmiotów obrabianych na tokarce sterowanej numerycznie?

Odpowiedź:

Jakość przedmiotów obrabianych na tokarce sterowanej numerycznie zależy od programu sterowania, zużycia narzędzia, materiałów skrawanych, tokarki CNC, wpływu otoczenia.

1. Jak można sprawdzić chropowatość powierzchni i zgodność obrabianego konturu z rysunkiem?

Odpowiedź:

Chropowatość powierzchni i zgodność obrabianego konturu z rysunkiem można sprawdzić po wykonaniu symulacji, przy użyciu odpowiednich funkcji programu na dowolnie wybranym fragmencie konturu.

1. Jak można uzyskać bardzo wysoką dokładność wykonania?

Odpowiedź:

Bardzo wysoką dokładność wykonania można uzyskać poprzez zastosowanie pomiaru przedmiotu obrabianego w trakcie obróbki.

1. Co wykorzystuje się do pomiaru w trakcie obróbki?

Odpowiedź:

Do pomiaru w trakcie obróbki wykorzystuje się elektroniczne urządzenia pomiarowe posiadające szczęki dociskane do przedmiotu w czasie obróbki.

1. Do czego służą sondy pomiarowe?

Odpowiedź:

Sondy pomiarowe służą do pomiaru obrabianego przedmiotu, przed i po obróbce. Dokonuje się pomiaru pozycji w osiach XYZ, średnic otworów lub wałków, kątów.

1. Do czego służy czujnik krawędziowy?

Odpowiedź:

Czujnik krawędziowy pozwala określić punkt zerowy na przedmiocie obrabianym, współrzędne środka otworu oraz wyznaczyć błędy ustawienia obrabianego przedmiotu.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Porównaj rysunek detalu z konturem otrzymanym w wyniku przeprowadzenia symulacji. Oceń poprawność programu CNC. Załóż, że wymiary długości i średnicy czopa są poprawne.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Rysunek wyrobu | Kontur uzyskany w wyniku symulacji procesu obróbki |

Zestawienie materiałów i narzędzi:

– rysunek detalu,

– rysunek konturu otrzymany w wyniku symulacji.

Sposób wykonania:

1. Przeanalizuj rysunek detalu.
2. Przeanalizuj kontur.
3. Określ błąd programu CNC.

# Wykonywanie obróbki na tokarce sterowanej numerycznie

Obrabiarka CNC (Computer Numerical Control) to obrabiarka, w której procesem roboczym steruje komputer. Dzięki tej technologii możliwe jest bardzo precyzyjne odtworzenie modeli komputerowych w materiale. Do obsługi obrabiarek sterowanych numerycznie konieczne są wyższe kwalifikacje operatora. Doświadczenia z obróbki konwencjonalnej ze względu na większe szybkości skrawania nie zawsze są możliwe do przeniesienia na obróbkę przy pomocy systemu CNC.

Obrabiarki CNC są powszechnie stosowane, zarówno w produkcji seryjnej, jak i jednostkowej podczas obróbki skomplikowanych kształtów. Zaczęły powstawać maszyny uniwersalne zwane centrami obróbczymi. Nowoczesne centra obróbcze umożliwiają praktycznie kompleksową obróbkę części maszynowych. W obecnych maszynach CNC stosowane są bardzo wydajne komputery posiadające przyjazne użytkownikowi sterowanie.

Obrabiarka CNC względem obrabiarki konwencjonalnej umożliwiła podwyższenie dokładności, zwiększyła powtarzalność, zmniejszyła straty, skróciła czas przezbrojenia, a także koszty obsługi. Zaletą obrabiarek CNC jest możliwość obróbki dużej liczby różnych przedmiotów.

Dzięki zastosowaniu tych obrabiarek uzyskuje się:

* skrócenie czasu wykonania danego elementu,
* większą dokładność obróbki,
* większą wydajność w wyniku skrócenia czasów pomocniczych,
* większą elastyczność pracy, ze względu na łatwe dostosowanie się do nowych zadań produkcji.

W obrabiarkach CNC są stosowane specjalne narzędzia, dzięki którym można uzyskać:

* wyższą wydajność skrawania przy wysokiej trwałości,
* krótszy czasy wymiany i mocowania.



**Rys. 6.** Tokarka sterowana numeryczne TUG 50 firmy AFM Andrychów

[www.afm.com.pl]

Po wykonaniu symulacji w programie symulacyjnym (lub na obrabiarce) przystępuje się do realizacji programu. Przed pierwszym uruchomieniem programu powinno się zamontować oprzyrządowanie przedmiotowe i uzbroić magazyn narzędziowy. Następnie należy określić wartości korekcyjne narzędzi oraz dokonać pomiaru położenia układu współrzędnych przedmiotu względem układu współrzędnych obrabiarki. Wartości korekcyjne narzędzi wpisuje się do rejestrów pamięci tabeli korekcji narzędzi, a wartości położenia zera przedmiotu do tabeli położenia przedmiotowych układów współrzędnych.

Pierwsze uruchomienie programu wykonywane jest zawsze z dużą ostrożnością, gdyż program, wartości korekcyjne oraz przesunięcie punktu zerowego mogą być obarczone błędami. Aby nie doszło do kolizji narzędzia z przedmiotem obrabianym, uruchamia się program „na sucho”, czyli bez zamocowanego przedmiotu obrabianego.

Taki test pozwala wykryć ewentualne błędy zapisu programu, kolizyjność ruchów narzędzia oraz ocenić wstępnie przebieg operacji.

W czasie testu programu zaleca się uruchamianie programu w trybie pracy „blok po bloku” oraz zmniejszenie posuwów roboczych narzędzia. Po wykonaniu testów, wprowadzeniu ewentualnych korekt w programie, zmian w ustawieniach korektorów oraz zadowalającej ocenie jakości przedmiotu obrabianego (pod względem wymiarów i chropowatości powierzchni) uznaje się program za wdrożony do produkcji.

Podsumowując, wykonywanie obróbki na tokarce CNC składa się z następujących etapów:

* wprowadzenie do układu sterowania programu obróbkowego,
* zamocowanie przedmiotu obrabianego w uchwycie tokarki,
* uzbrojenie maszyny w odpowiedni zestaw narzędzi wraz z oprawkami,
* wprowadzenie narzędzi na listę obrabiarki,
* pomiar długości poszczególnych narzędzi,
* pomiar układu współrzędnych przedmiotu,
* przeprowadzenie symulacji na ekranie sterowania obrabiarki,
* wykonanie detalu przy zmniejszonych posuwach szybkich obrabiarki w trybie pojedynczego kroku (SINGLE BLOCK),
* dokonanie wstępnych pomiarów przedmiotu i, w razie potrzeby, wprowadzenie korekty dla wielkości geometrycznych narzędzi,
* przejście w tryb AUTO i wykonanie całego programu obróbkowego,
* przeprowadzenie pomiarów przedmiotu obrobionego.

**Zestawy pytań i odpowiedzi**

1. Czym różni się obrabiarka CNC od obrabiarki konwencjonalnej?

Odpowiedź:

Obrabiarka CNC (Computer Numerical Control) to obrabiarka, w której procesem roboczym steruje komputer, a nie człowiek.

1. Gdzie są powszechnie stosowane obrabiarki CNC?

Odpowiedź:

Obrabiarki CNC są powszechnie stosowane, zarówno w produkcji seryjnej, jak i jednostkowej podczas obróbki skomplikowanych kształtów.

1. Co to są centra obróbcze?

Odpowiedź:

Centra obróbcze są to maszyny uniwersalne umożliwiające kompleksową obróbkę części maszynowych.

1. Jakie są zalety tokarki numerycznej w stosunku do tokarki konwencjonalnej?

Odpowiedź:

Podstawowymi zaletami tokarki CNC względem obrabiarki konwencjonalnej są: większa dokładność i powtarzalność, mniejsze straty, krótszy czas przezbrojenia, a także mniejsze koszty obsługi, obróbki oraz większa wydajność.

1. Na co pozwala zastosowanie specjalnych narzędzi w obrabiarkach CNC?

Odpowiedź:

Zastosowanie specjalnych narzędzi w obrabiarkach CNC pozwala uzyskać wyższą wydajność skrawania przy wysokiej trwałości oraz krótszy czasy wymiany i mocowania.

1. W jakim celu przed właściwa obróbką wykonuje się test, czyli tzw. uruchomienie na sucho?

Odpowiedź:

Test wykrywa ewentualną kolizję narzędzia z przedmiotem obrabianym oraz błędy zapisu programu.

1. Z jakich etapów składa się proces obróbki na tokarce CNC?

Odpowiedź:

* wprowadzenie do układu sterowania programu obróbkowego,
* zamocowanie przedmiotu obrabianego w uchwycie tokarki,
* uzbrojenie maszyny w odpowiedni zestaw narzędzi wraz z oprawkami,
* wprowadzenie narzędzi na listę obrabiarki,
* pomiar długości poszczególnych narzędzi,
* pomiar układu współrzędnych przedmiotu,
* przeprowadzenie symulacji na ekranie sterowania obrabiarki,
* wykonanie detalu przy zmniejszonych posuwach szybkich obrabiarki w trybie pojedynczego kroku (SINGLE BLOCK),
* dokonanie wstępnych pomiarów przedmiotu i wprowadzenie korekty,
* przejście w tryb AUTO i wykonanie całego programu obróbkowego,
* przeprowadzenie pomiarów przedmiotu obrobionego.

**Przykład ćwiczenia praktycznego**

Polecenie:

Wykonaj test (uruchomienie „na sucho”) obróbki wałka na tokarce sterowanej numerycznie.

Zestawienie materiałów i narzędzi:

– instrukcja do wykonania ćwiczenia,

– komputer z programem symulacyjnym,

– tokarka sterowana numerycznie,

– instrukcja obsługi tokarki CNC,

– instrukcja programowania,

– narzędzia obróbkowe,

– przyrządy pomiarowe.

Sposób wykonania:

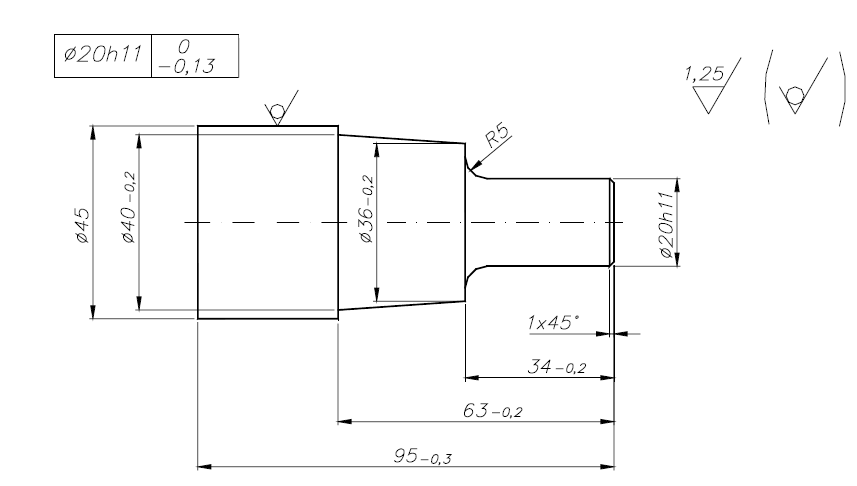
1. Zapoznaj się z instrukcją obsługi tokarki CNC.
2. Zapoznaj się z instrukcją ćwiczenia.
3. Zapoznaj się z rysunkiem wyrobu.
4. Sprawdź stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów.
5. Ustaw odpowiednio mniejsze wartości posuwów narzędzia.
6. Uruchom test bez zamocowanego przedmiotu w trybie blok po bloku.
7. Kontroluj przebieg testu na monitorze.
8. Znajdź ewentualne błędy w zapisie programu.
9. Ustal ewentualną kolizyjność ruchów.
10. Oceń jakość pracy (chropowatość, zgodność konturu z rysunkiem).
11. Przestrzegaj przepisów bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia.

# Przykład zadania praktycznego

**Polecenie:**

Wykonaj czop stalowy na tokarce sterowanej numerycznie, zgodnie z rysunkiem.

Program obróbki otrzymasz w postaci elektronicznej i drukowanej.



**Rys.7.** Czop do wykonania zadania praktycznego

[Informator o egzaminie zawodowym, OKE, Warszawa 2004]

**Zestawienie materiałów i narzędzi:**

– instrukcja do wykonania ćwiczenia,

– program obróbki CNC na nośniku elektronicznym,

– tokarka sterowana numerycznie,

– instrukcja obsługi tokarki CNC,

– instrukcja programowania,

– narzędzia obróbkowe,

– pręt stalowy,

– przyrządy pomiarowe.

**Sposób wykonania:**

1. Zapoznaj się z instrukcją obsługi tokarki CNC.
2. Zapoznaj się z instrukcją ćwiczenia.
3. Zapoznaj się z rysunkiem wyrobu,
4. Sprawdź stan techniczny obrabiarki, uchwytów, instalacji elektrycznej itp.
5. Dobierz narzędzie obróbkowe, biorąc pod uwagę materiał przedmiotu, parametry obróbki.
6. Dobierz materiał do wykonania wyrobu. Zwróć uwagę na kształt i wymiary.
7. Wczytaj program obróbkowy.
8. Wykonaj symulację obróbki – zwróć uwagę na kolizyjność ruchów i oceń zgodność konturu z rysunkiem wyrobu.
9. Zamocuj narzędzia obróbkowe.
10. Zamocuj przedmiot obrabiany w sposób pewny i bezpieczny. Nie zostaw żadnych kluczy czy zbędnych elementów mocujących.
11. Zamocuj przyrządy pomiarowe do pomiaru w trakcie obróbki.
12. Ustal wartości korekcyjne narzędzi.
13. Ustal przesunięcie punktu zerowego.
14. Wykonaj obróbkę wałka włączając odpowiedni tryb (blok po bloku lub auto).
15. Sprawdź jakość wykonanej pracy.
16. Przestrzegaj przepisów bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia. Zwróć uwagę na osłony, ubranie robocze, oświetlenie miejsca pracy, hałas podczas pracy.
17. Zagospodaruj powstałe odpady i posprzątaj stanowisko pracy. Zdemontuj narzędzia obróbkowe.

Zadanie wykonywane jest zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej, a także zasadami ochrony środowiska.

# Literatura uzupełniająca

1. Podstawy obróbki CNC. Rea, Warszawa 2001.
2. Programowanie obrabiarek CNC. Toczenie. Rea, Warszawa 2001.

[www.zrp.pl](http://www.zrp.pl)

[www.program.platforma-flexicurity.pl](http://www.program.platforma-flexicurity.pl)

[www.irszczecin.pl](http://www.irszczecin.pl)

1. „Kompetencje pracowników a współczesne potrzeby rynku pracy”, Marta Znajmiecka-Sikora, Bogna Kędzierska, Elżbieta Roszko, Łódź 2011. [↑](#footnote-ref-1)
2. Instytut Badań Edukacyjnych, 2011 [↑](#footnote-ref-2)
3. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-3)
4. [www.ibe.edu.pl](http://www.ibe.edu.pl) [↑](#footnote-ref-4)
5. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-5)
6. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-6)
7. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-8)
9. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-9)
10. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-10)
11. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-11)
12. <http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/slownik> [↑](#footnote-ref-12)
13. [www.isap.sejm.gov.pl](http://www.isap.sejm.gov.pl) [↑](#footnote-ref-13)
14. [www.isap.sejm.gov.pl](http://www.isap.sejm.gov.pl) [↑](#footnote-ref-14)