

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Paweł WITUSZYŃSKI  
 Politechnika Białostocka i Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie  
 Dr inż. Adam ZALEWSKI  
 Politechnika Warszawska

## MINILABORATORIA CAD/CAM/CNC DYDAKTYCZNA SZANSĄ UCZELNI TECHNICZNYCH®

*W artykule przedstawiono ogólną koncepcję minilaboratorium komputerowego wspomaganie prac inżynierskich dostosowanego do potrzeb kształcenia studentów na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. Podano przykłady oprogramowania i urządzeń technologicznych CNC oraz sposoby ich wykorzystania.*

### WSTĘP

Potrzeba nowoczesnego kształcenia inżynierów w zakresie wspomagania komputerowego jest oczywista. Studenci powinni uzyskać wiedzę o metodach nowoczesnego projektowania, wytwarzania i organizacji produkcji z wykorzystaniem możliwości systemów komputerowych. Jednocześnie ważnym jest kształcenie praktyczne korzystania z tych systemów.

Zasadniczymi trudnościami są tu zarówno ograniczony czas przeznaczony na kształcenie jak i dostęp do bardzo drogiej maszyny technologicznych ze sterowaniem numerycznym. Problem czasu szkolenia staje się jeszcze bardziej istotny w przypadku studiów niestacjonarnych.

W Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie rozpoczęto organizowanie laboratorium, w którym studenci kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji zdobywać będą praktyczne umiejętności z zakresu CAD/CAM/CNC.

### ZAŁOŻENIA PROJEKTU

Jako podstawy koncepcji laboratorium przyjęto:

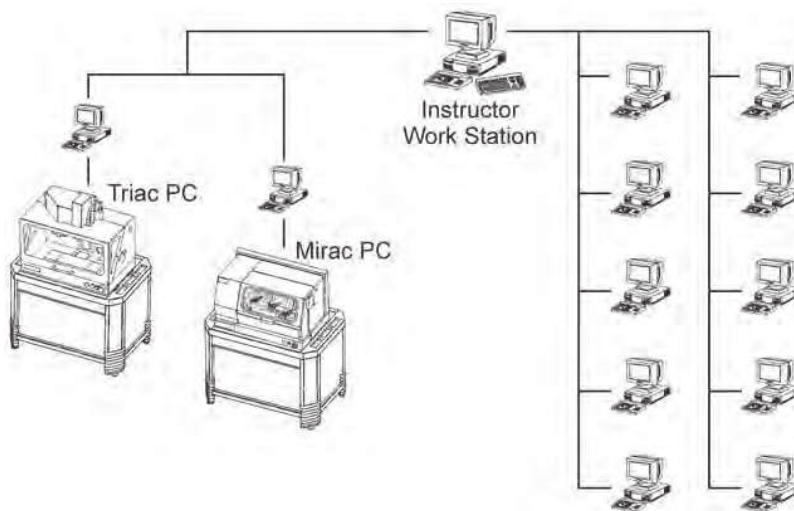
- Ograniczone możliwości lokalowe laboratorium (40-50m<sup>2</sup>)
- Minimalizację nakładów przy pełnej funkcjonalności dydaktycznej i praktycznej
- Korzystanie z laboratorium przez możliwie dużą grupę nauczanych przedmiotów technicznych
- Nabycie praktycznych umiejętności stosowania programów CAD/CAM/CNC w możliwie krótkim czasie kształcenia
- Realizację kompleksowych studenckich zadań projektowych od rysunku aż do wykonania projektowanej części.

Wszystkie te założenia może spełniać laboratorium wyposażone w sieć komputerową PC dostosowaną do tworzenia grafiki inżynierskiej i w wybrane systemy obliczeń konstrukcyjnych. Szybkie skonfrontowanie technicznego projektu przedmiotu z możliwością jego wykonania na sterowanej numerycznie obrabiarce zapewnią mini-maszyny CNC. Podłączenie minirobota przemysłowego ukaże praktycznie możliwości zautomatyzowania obsługi produkcji.

Autorzy koncepcji laboratorium wykorzystali doświadczenia brytyjskich uczelni i zakładów doskonalenia zawodowego [1, 2, 3, 6]. Laboratorium ma służyć wykładowcom uczelni – mogą tu powstawać audiowizualne pomoce do prezentacji problemów przedstawianych na wykładach, ćwiczeniach i seminariach z różnych przedmiotów technicznych. Studenci otrzymają możliwości korzystania z laboratorium nie tylko podczas ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych ale także przy realizacji samodzielnych zadań projektowych – przejściowych i dyplomowych. Będą mogli korzystać również z laboratoryjnej bazy danych kompletowanej na potrzeby wykładanych przedmiotów.

### KONCEPCJA LABORATORIUM

Na rys. 1 pokazano projekt rozmieszczenia urządzeń w laboratorium.



**Rys. 1.** Projekt wyposażenia minilaboratorium CAD/CAM/CNC – etap I realizacji. Stanowiska laboratoryjne dla dziesięcioosobowej grupy ćwiczeniowej, tokarka i frezarka CNC oraz stanowisko prowadzącego zajęcia.

Ponadto w laboratorium znajdzie się minirobot przemysłowy zainstalowany w drugim etapie realizacji projektu. Urządzenia te przedstawiono na kolejnych ilustracjach. W pomieszczeniu pomocniczym znajdą miejsce stanowisko techniczne i magazyn oraz materiały instruktażowe i podręczna biblioteka.



Rys. 2. Frezarka stołowa Microrouter Compact (opcjonalnie Triac PC lub Nova Mill) [3].



Rys. 3. Tokarka stołowa CNC typ Microturn (opcjonalnie Mirac PC lub Novaturn) [3].

## WYBRANE PRZYKŁADY KORZYSTANIA Z LABORATORIUM

### 1. Ćwiczenia z Grafiki Inżynierskiej

W laboratorium odbywać się będzie nauczanie wykonywania dokumentacji technicznej (rysunków detali i złożeń). Podczas ćwiczeń studenci realizować będą indywidualne projekty w standardzie 2D i 3D pod kontrolą prowadzącego zajęcia z wykorzystaniem programu np. Mastercam Design (Solids). Równocześnie mogą sprawdzić w procesie symulacji obróbki czy projekt nie jest obciążony błędami powodującymi kolizje

technologiczne. Możliwe będzie również korzystanie z laboratorium przy wykonywaniu projektów przejściowych i dyplomowych. Przewiduje się opracowanie systemu upoważnionych dostępu do programów laboratoryjnych umożliwiającego pracę poza uczelnią.

### 2. Ćwiczenia z Podstaw Mechaniki i Konstrukcji

Na ćwiczeniach z tego przedmiotu będą prowadzone zarówno zajęcia pokazowe jak i indywidualna realizacja zadań projektowych. Na pokazach grupy ćwiczeniowe będą zapoznawane z możliwościami systemów obliczeniowych, zwłaszcza MES. Prezentowane będą także wizualizacje drgań swobodnych i wymuszonych oraz wzorcowe rozwiązania zadań z mechaniki i wytrzymałości materiałów. Przewidywane są także ćwiczenia projektowe z optymalizacją i proste zadanie polioptymalizacyjne. Studenci będą otrzymywali do wykonania zadania projektowe np. belki, kratownice, itp. korzystając z bazy danych np. dotyczących właściwości wytrzymałościowych różnych materiałów, kształtowników różnych rodzajów, połączeń gwintowych, łożysk, itp. Zadania te będą wykonywane zarówno podczas zajęć jak i w trybie indywidualnym (w oparciu o programy takie jak Autocad, Mechanical Desktop czy Cosmos).

### 3. Ćwiczenia z Programowania OSN i Robotów oraz z Techniki Wytwarzania

Na zajęciach z tych przedmiotów będą prowadzone zarówno pokazy wirtualnych procesów wytwarzania jak i realizacja wykonania na minibrabiarkach CNC zaprojektowanych detali (Mastercam CAD/CAM [5]). Studenci będą mogli samodzielnie programować obróbkę części przez siebie projektowanych, dokonać symulacji procesu obróbki a także wykonać na minibrabiarce zaprojektowany przedmiot (z materiałów miękkich jak stopy lekkie, tworzywa sztuczne, drewno). Podobnie będzie realizowane oprogramowanie robota przemysłowego (np. w programie VR Robot [3]) z możliwością praktycznego sprawdzenia programu na wirtualnym lub rzeczywistym minirobotcie.

### 4. Zakres wykorzystania laboratorium

Możliwości laboratorium mogą być szeroko wykorzystywane w nauczaniu różnych przedmiotów technicznych objętych programem studiów zarówno w trybie zajęć zorganizowanych (wykłady, seminaria, lekcje, ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne, konsultacje) jak i w trybie zajęć indywidualnych. W programie studiów realizowanym na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie laboratorium będzie wykorzystywane do nauczania przedmiotów:

- Materiałoznawstwo
- Grafika Inżynierska
- Podstawy Mechaniki i Konstrukcji

- Techniki Wytwarzania
- Badanie i Normowanie Pracy
- Maszyny Technologiczne i ich Eksploatacja
- Podstawy Automatyki
- Automatyzacja i Robotyzacja Procesów Produkcyjnych
- Komputerowe Wspomaganie Prac Inżynierskich.

Przedstawiona wyżej lista przedmiotów nie wyczerpuje możliwości laboratorium a sposoby jego wykorzystania zależą od inwencji i pomysłów wykładowców i studentów.

### 5. Inne możliwości

Laboratorium może służyć także realizacji programów kursów szkoleniowych z zakresu komputerowego wspomagania prac inżynierskich jak i kursów obsługi i programowania obrabiarek CNC i robotów.

## MOBILNOŚĆ I KOSZTY REALIZACJI LABORATORIUM

Zastosowanie w laboratorium miniobrabiarek CNC i miniroboty zmniejsza wielokrotnie nakłady na wyposażenie laboratorium w porównaniu z kosztami zakupu i instalacji pełnowymiarowych obrabiarek CNC. Dla przykładu orientacyjna cena minifrezarki wynosi aktualnie 30-40 tys. złotych, podczas gdy koszt zakupu frezarki pełnowymiarowej podobnej funkcjonalnie jest około dziesięciokrotnie większy. W procesie nauczania miniurządzenia technologiczne zabezpieczają w pełni potrzeby, gdyż proces ich programowania jest analogiczny podobnie jak i możliwości funkcjonalne (poza koniecznością stosowania materiałów miękkich do obróbki w przypadku najmniejszych urządzeń). Mobilność szkoleniowa takich urządzeń jest nieporównanie większa, gdyż można je wykorzystywać w salach wykładowych i laboratoryjnych a w razie potrzeby rekonfigurować zestawy urządzeń zgodnie z doraźnymi celami.

## PODSUMOWANIE

Autorzy projektu (i artykułu) od kilku lat starają się propagować ideę laboratoriów wyposażonych w miniurządzenia technologiczne. Zakup dla uczelni pełnowymiarowych obrabiarek i robotów CNC wydaje się marnotrawstwem z powodu ich cen, oraz wysokich kosztów amortyzacji jak również z uwagi na zajmowaną powierzchnię i związane z instalacją wymogi. Oplącalność ich eksploatacji rozważana być może jedynie w oparciu o bogaty program produkcji a to w uczelni czy w szkole stanowi wątpliwą alternatywę.

Minilaboratoria stanowią zatem obiecującą szansę z uwagi na relatywnie niewielkie koszty oraz pełną funkcjonalność dla celów szkoleniowych. Nie bez znaczenia są również względy bezpieczeństwa stawiające znacznie mniejsze wymogi przy instalacji i obsłudze mini urządzeń. Dostępność do minimum jest nieporównanie większa, gdyż ich obsługa nie wymaga zaangażowania specjalnie przeszkolonego operatora, a czas szkolenia użytkowników jest symboliczny.

## LITERATURA

- [1] CAD/CAM Solutions for Education and Training Worldwide – Product Catalogue 2006.
- [2] Engineering the future – materiały informacyjne Mackworth College Derby, Prince Charles Avenue, Mackworth, Derby DE22 2LR.
- [3] Materiały ofertowe 2006 firmy Zalco sp. z o.o., [www.zalco.pl](http://www.zalco.pl).
- [4] [www.denford.co.uk](http://www.denford.co.uk)
- [5] [www.mastercam.com](http://www.mastercam.com), [www.mastercam.pl](http://www.mastercam.pl)

## CAD/CAM/CNC MINI LABORATORIES AS DIDACTIC CHANCE FOR TECHNICAL UNIVERSITIES

### SUMMARY

*The article describes the major conception of mini-laboratory for computer aided engineer works what is adjusted for students education needs in such branch of study like Mechanics and Machine Building and Management and Production Engineering. Examples of software and CNC technological machines and ways of their utilization are included.*