



## **Projekt i budowa wirtualnego stanowiska wycinarki laserowej**

S. Macioł<sup>a</sup>, R. Honysz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Student Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych  
email: sebus900@gmail.com

<sup>b</sup> Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Inżynierii Materiałów Biomedycznych  
email: rafal.honysz@polsl.pl

**Streszczenie:** Cięcie laserowe jest to rodzaj obróbki mechanicznej, w której czynnikiem tnącym jest promień lasera oraz gaz techniczny. Laser jest to urządzenie wytwarzające spójną monochromatyczną wiązkę promieniowania elektromagnetycznego. Powyższa praca ma na celu stworzenie wirtualnego laboratorium oraz symulację procesu wycinania laserowego. Projekt wykonany został w programie Adobe Flash Professional CS6 w wykorzystaniem języka ActionScript. Stworzone wirtualne laboratorium może posłużyć jako pomoc dla przyszłych operatorów maszyny w zakresie obsługi urządzenia.

**Abstract:** Laser cutting is a kind of mechanical treatment, where the cutting medium is a high energy laser beam and the technical gas. The laser is a device generating a coherent monochromatic beam of electromagnetic radiation. The aim of this work is to create a virtual laboratory and simulation of laser cutting. The project was made in Adobe Flash Professional CS6 with ActionScript. Created virtual laboratory can be used as tutorial for future machine operators for using the device.

**Słowa kluczowe:** cięcie laserowe, laser CO<sub>2</sub>, symulacja, wirtualna rzeczywistość.

### **1. WSTĘP**

Laser jest urządzeniem emitującym promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu światła widzialnego, ultrafioletu lub podczerwieni, wykorzystujące zjawisko emisji wymuszonej. Spectrum promieniowania podczerwonego stosowane jest w laserach spawalniczych. Grawerowanie, dziurkowanie oraz spawanie to kilka z zastosowań lasera. Największym jednak zastosowaniem przemysłowym jest cięcie materiałów o małej grubości materiałów (do 4 mm) z wykorzystaniem lasera CO<sub>2</sub>. Proces cięcia laserem wykorzystywany jest dla stali wysoko- i niskostopowych oraz dla nielicznych przedstawicieli grupy metali nieżelaznych m.in.: dla niklu czy tytanu. Cięcie możliwe jest również gdy metale nieżelazne pokryte są powłoką z tworzyw sztucznych lub powłoką galwaniczną. Innym zastosowaniem lasera CO<sub>2</sub> jest cięcie tworzyw niemetalicznych takich jak: tekstyla, drewno, tworzywa sztuczne czy szkło. Aby

spowodować cięcie materiałów laserem muszą być spełnione dwa warunki: strumień światła musi przenikać w głąb materiału i współczynnik rozpraszania ciepła wynikający z przewodności cieplnej tworzywa musi być mniejszy od energii dostarczanej do strefy procesu cięcia [1-11].

Dzięki wirtualnym symulacjom możliwe jest przeprowadzanie szkoleń w warunkach bezpiecznych dla studentów, przy jak najniższych kosztach. Opracowywana symulacja komputerowa wirtualnego stanowiska co prawda nie jest w stanie odzwierciedlić całej funkcjonalności rzeczywistej maszyny, ale możliwe jest zasymulowanie w uproszczony sposób podstawowych cech użytkowych wycinarki. Program tego typu niesie ze sobą wartość edukacyjną, ze względu na szansę zapoznania się z działaniem tak skomplikowanej maszyny bez kosztów i bez groźby jej uszkodzenia poprzez nieumiejętną obsługę [12-15].

## 2. CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było zaprojektowanie i wykonanie narzędzia dydaktycznego w postaci wirtualnego stanowiska komputerowego do szkolenia studentów w zakresie obsługi urządzenia do cięcia materiałów promieniem lasera. Program, który stworzony został przy pomocy narzędzia Adobe Flash Professional CS6, pozwala wykonać symulację cięcia laserowego w warunkach laboratoryjnych.

## 3. PRACA WŁASNA

### 3.1. Symulowany sprzęt

W celu opracowania wirtualnego stanowiska jako wzór wybrano wycinarkę TruLaser 3030 firmy Trumpf, przedstawioną na rysunku 1 [16]. Zaletami tego urządzenia są m.in.: wszystkie funkcje potrzebne w codziennej eksploatacji są uruchamiane przez naciśnięcie kilku przycisków, łatwy do opanowania sposób obsługi maszyny oraz personel obsługujący może rozpocząć produkcję pominięciem długiej fazy szkolenia i znajomości całego zakresu funkcji układu sterowania. [17].



Rysunek 1. Wycinarka laserowa Trumf TruLaser 3030 [16]

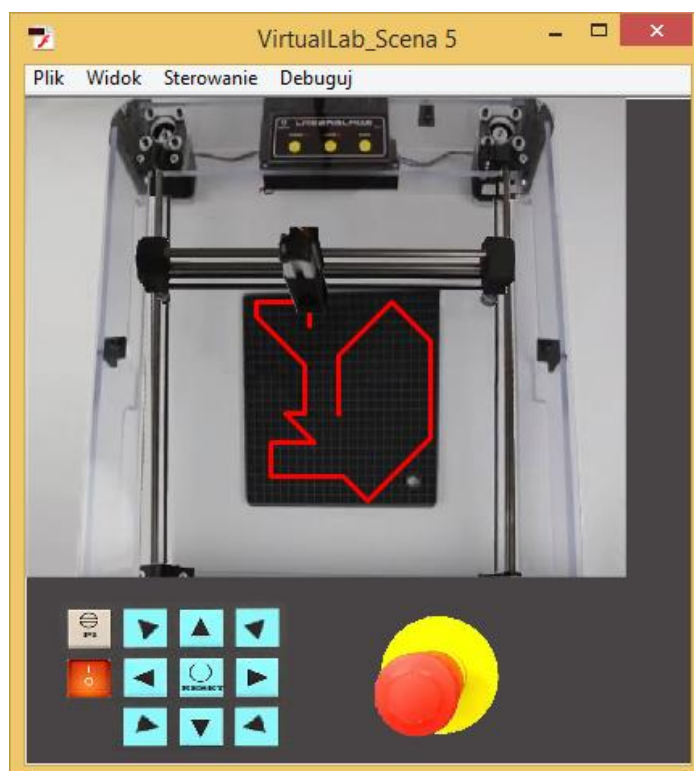
Figure 1. Laser cutting machine Trumf TruLaser 3030 [16]

### 3.2. Środowisko symulacyjne

Aplikacja została stworzona przy pomocy programu Adobe Flash Professional CS6 z wykorzystaniem języka ActionScript. Aplikacje opracowane w tym środowisku są kompatybilne z każdym systemem operacyjnym oraz każdą nowoczesną przeglądarką internetową [18].

### 3.3. Budowa wirtualnego stanowiska

Scena urządzenia przedstawia wirtualny panel sterowania symulujący pracę prawdziwego układu sterowania. Na scenie utworzono kilka oddzielnych podzespołów maszyny tak aby można nią było sterować. Utworzone zostało 6 warstw, przy czym warstwa „akcja” zawierała cały kod programu symulującego wycinanie laserowe. W warstwie „stol” umieszczono dwa ruchome podzespoły maszyny tj: dyszę oraz ramię. Warstwa „panel” zawiera przyciski do sterowania kierunkiem cięcia, przycisk „RESET” umożliwiający zresetowanie cięcia, czyli ustawienia dyszy w pozycji wejściowej. Przycisk „P1” służy do uruchomienia przykładowego procesu wycinania, który w każdej chwili może być przerwany przy pomocy czerwonego przycisku symulującego awarię maszyny. Po wciśnięciu czerwonego przycisku następuje zatrzymanie procesu cięcia laserem i zostają zresetowane wszystkie ustawienia do wartości początkowych. Dodatkowo na panelu znajduje się przycisk „on/off”, który służy do włączenia lub wyłączenia symulacji cięcia laserem. Rysunek 2 przedstawia scenę gotowej maszyny do wycinania laserowego.

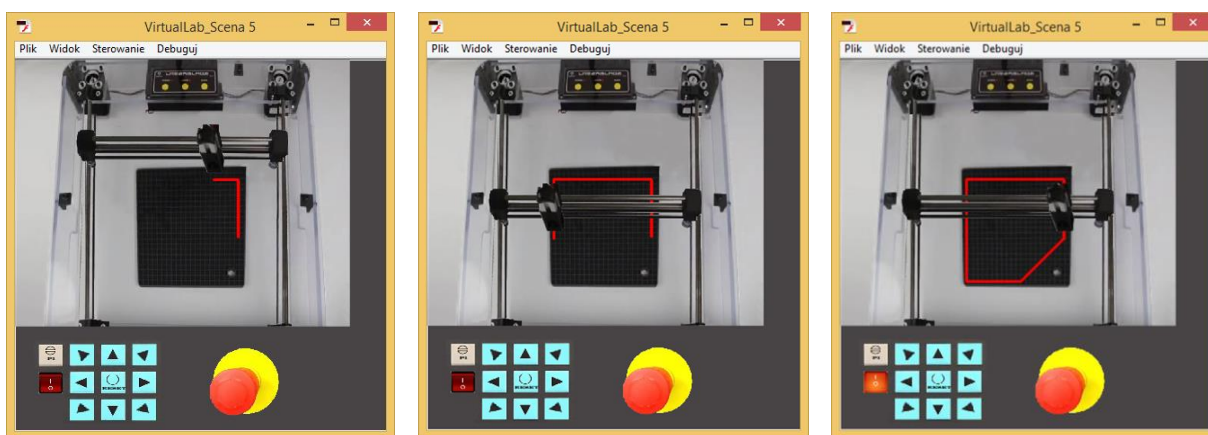


Rysunek 2. Symulacja wycinarki laserowej Trumf TruLaser 3030  
*Figure 2. Simulation of laser cutting machine Trumf TruLaser 3030*

### 3.4. Uruchomienie i testy wirtualnego urządzenia.

Do uruchomienia aplikacji wymagany jest komputer PC z zainstalowanym rozszerzeniem FlashPlayer i dowolną przeglądarką internetową. Możliwe jest również uruchomienie symulacji na urządzeniach mobilnych wyposażonych w możliwość uruchamiania aplikacji Flash. Testowanie programu miało na celu wykrycie błędów w działaniu programu symulującego pracę wycinarki laserowej. Program testowany był wielokrotnie poprzez sprawdzenie wszystkich funkcji przypisanych do przycisków, następnie sprawdzane było poprawne działanie programu symulującego proces wycinania. Wszystkie błędy związane ze złym kodem zostały wyeliminowane i poprawione tak aby wirtualne laboratorium i sama symulacja wycinania odbywała się płynnie bez zakłóceń czy przerw w wycinaniu. Następnie testom poddane zostały przyciski symulujące kierunek cięcia laserem. Kolejnym testem było sprawdzenie czy przycisk „P1” działa prawidłowo oraz czy symulacja zaprogramowanego procesu wycinania zakończyła się powodzeniem. Ostatnim etapem było sprawdzenie poprawności działania przycisku „awaria” oraz „reset”. Obydwa testy zakończyły się pomyślnie dlatego też stwierdzono, że symulacja wycinania laserowego działa prawidłowo. Na rysunku 3 przedstawiono kolejne etapy symulowanego wycinania kształtu w arkuszu blachy.

- manualny – użytkownik samodzielnie określa kształt posługując się przyciskami kierunków na panelu
- automatyczny – użytkownik wybiera jeden z wcześniej zaprogramowanych kształtów i obserwuje działanie maszyny.



Rysunek 3. Kolejne etapy symulowanego wycinania kształtu w arkuszu blachy

*Figure 3. Subsequent stages of simulated shape cutting in a sheet metal*

## 4. ĆWICZENIA Z WYKORZYSTANIEM SYMULATORA CIĘCIA LASEROWEGO

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się oraz wykonanie przykładowej operacji cięcia laserem w oparciu o stworzoną aplikację. W tym celu należy:

- uruchomić program „VirtualLab.exe” (w przypadku, gdy aplikacja się nie wyświetla prawidłowo należy zaktualizować wtyczkę „Flash Player” do najnowszej wersji)
- w celu otwarcia programu symulującego wycinanie należy nacisnąć na panel urządzenia

#### 4.1. Symulacja cięcia w trybie automatycznym

Celem ćwiczenia jest wykonać proces cięcia laserem kształtu litery „T”. W tym celu należy:

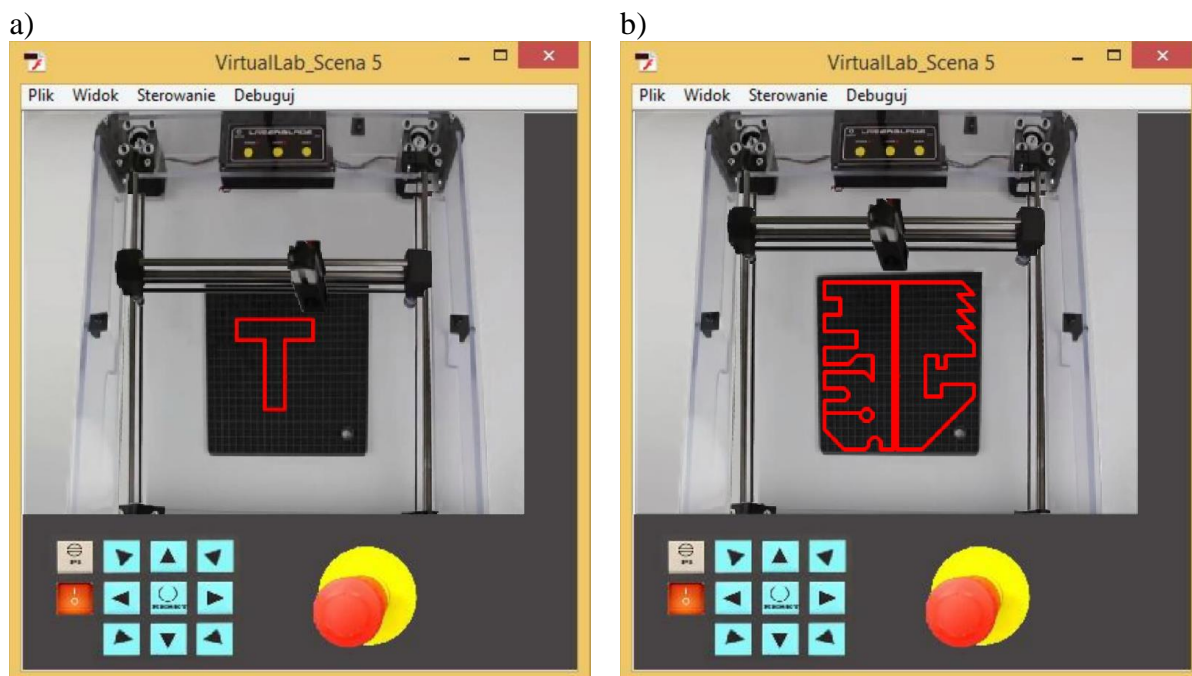
- uruchomić maszynę wybierając przycisk zasilania „on”
- nacisnąć przycisk „RESET” i uruchomić emisję wiązki lasera
- wybrać program „P1” – program symulujący proces cięcia laserem
- zatwierdzić wybór i obserwować proces cięcia
- wyłączyć zasilanie wybierając przycisk „off”

#### 4.1. Symulacja cięcia w trybie ręcznym

Celem ćwiczenia jest wykonać proces cięcia laserem dowolnego, zaprojektowanego przez użytkownika kształtu. W tym celu należy:

- uruchomić maszynę wybierając przycisk zasilania „on”
- nacisnąć przycisk „RESET” i uruchomić emisję wiązki lasera
- przyciskami kierunków wyciąć żądany kształt elementu
- wyłączyć zasilanie wybierając przycisk „off”

Jeśli w trakcie procesu cięcia wystąpi błąd, polegający np. na pomyłce w wycinanym kształcie należy przerwać proces cięcia naciskając przycisk awaryjny i powtórzyć ćwiczenie.



Rysunek 4. Ćwiczenia z symulowanego wycinania kształtu w arkuszu blachy a) tryb automatyczny, b) tryb ręczny

Figure 4. Exercises of simulated shape cutting in a sheet metal a) automatic mode, b) manual mode

## 5. PODSUMOWANIE

Praca miała na celu pokazanie przyszłemu operatorowi prawdziwej maszyny jak działa wycinarka laserowa. Poprzez wirtualne laboratorium zaprojektowane w programie Adobe Flash Professional CS6, użytkownik może przetestować w warunkach laboratoryjnych w jaki sposób obsługiwać taką maszynę. Stanowi to jedną z wielu zalet testowania programu wycinarki laserowej w programie komputerowym. Wszelkie błędy operatora czy też maszyny nie mają żadnego wpływu na zdrowie i życie użytkownika, dlatego też wirtualne laboratorium jest bardzo dobrym wstępem do późniejszej pracy z prawdziwą maszyną. Pierwszym etapem było stworzenie samego wirtualnego laboratorium oraz zaprogramowanie poszczególnych przycisków tak aby użytkownik mógł czuć się jak w prawdziwym budynku. Drugim etapem zaś było stworzenie samego obszaru do wycinania laserowego tj. stworzenie interaktywnego panelu sterowania. Wszystkie przyciski oraz działania z nimi związane zostały jak najbardziej szczegółowo odtworzone. Kolejnym etapem było zaprogramowanie przycisku, który uruchamiał program do symulacji wycinania laserowego. Ostatnim etapem były testy związane z funkcjonowaniem samego wirtualnego laboratorium jak i procesu wycinania laserem.

## LITERATURA

1. L. A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo: materiały inżynierskie z podstawami projektowania materiałowego, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne WNT 2006.
2. W. Steen, K.G. Valkins, J. Mazumder, Laser Material Processing, Springer, 2010
3. A.B.J Sullivan, P.T. Houldcroft, Gas-jet laser cutting, British Welding Journal, 1967, 443.
4. D. Brod, R.E. Brasier, J. Parks, A powerful CO2 cutting tool, Laser Focus, 1969, 36
5. M. Mazur, Podstawy spawalnictwa, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1993
6. J.F. Ready, Industrial Applications of Lasers, 1997, 400 - 404
7. J.R Duflou, J. Pencinovsky, G. Costa Rodrigues, M. Cuyper, , Theoretical and experimental aspects of laser cutting with a direct diode laser, Optics and Lasers in Engineering, vol. 61, 31-38, 2014
8. K. Politowicz, Technologie cięcia, Projektowanie i konstrukcje inżynierskie, ECKERT, 2010
9. S. Sucharzewski, Budowa i możliwości technologiczne obrabiarek sterowanych numerycznie do skrawania metali, Politechnika Łódzka, Łódź, 2010
10. R.M. Colombo, G. Guerra, M. Herty, F. Marcellini, A hyperbolic model for the laser cutting process, Applied Mathematical Modelling, vol. 37, 7810-7821, 2013
11. P. Parandoush, A. Hossain, A review of modeling and simulation of laser beam machining, International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 85, 135-145, 2014
12. L.A. Dobrzański, R Honysz, Archives of Materials Science and Engineering 55/1 (2012), 37-44
13. L.A. Dobrzański, R Honysz, Archives of Materials Science and Engineering 45/2 (2011), 69-94
14. L.A. Dobrzański, R Honysz, 17th International Scientific Conference on Contemporary Achievements in Mechanics, Manufacturing and Materials Science, CAM3S'2011
15. LA Dobrzański, R Honysz, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering 24/2 (2007), 219-222
16. Instrukcja obsługi TruLaser 3030, wydanie 03.11.2011
17. <http://www.pl.trumpf.com/>
18. <https://www.adobe.com/pl/>