

Dr inż. Wojciech KACZMAREK
Dr inż. Jarosław PANASIUK
Wojskowa Akademia Techniczna

DOI: 10.17814/mechanik.2015.7.249

ASPEKTY PROJEKTOWANIA I URUCHAMIANIA NOWOCZESNYCH LABORATORIÓW ROBOTYKI

Streszczenie: W artykule poruszono zagadnienia związane z potrzebą dostosowania modeli kształcenia do potrzeb rynku zatrudnienia inżynierów. Autorzy, zwrócili uwagę na potrzebę konsultowania zawartości przedmiotów z przedstawicielami przemysłu oraz przedstawili projekt i realizację nowoczesnego laboratorium z obszaru automatyki i robotyki przemysłowej. Tworzenie nowoczesnych laboratoriów powinno zapewnić lepsze przygotowanie absolwentów do pracy na zrobotyzowanych stanowiskach produkcyjnych.

ASPECTS OF DESIGN AND LAUNCH OF MODERN ROBOTICS LABORATORIES

Abstract: In this paper, the issues of the needs of education models direction for the needs of employment were raised. The authors have drawn attention to the need to consult the contents of educational subjects with industry representatives and presented the design and implementation of modern laboratory in the area of automation industrial robotics. Create modern laboratories should ensure better prepare graduates to work on robotic production cells.

Słowa kluczowe: edukacja, laboratorium, robotyka, roboty przemysłowe, syllabus

Keywords: education, laboratory, robotics, industrial robots, syllabus

1. WPROWADZENIE

Rynek zatrudnienia na całym świecie podlega ciągłym zmianom, dlatego niezmiernie ważne jest ciągle dostosowywanie modeli kształcenia młodzieży do jego potrzeb. Z łatwością można zauważyć, że szczególnie widoczne jest to w naukach technicznych, gdzie z jednej strony wymagania rynku są bardzo wysokie, z drugiej trudno jest zapewnić stosowne kwalifikacje inżynierów z uwagi na bardzo kosztowny proces ich kształcenia. Wielu młodych ludzi (również w Polsce) dokonuje wyboru ścieżki kształcenia w sposób intuicyjny, często przypadkowy, kierując się bardziej ciekawością niż rozsądkiem. Takie decyzje na ogół skutkują bezrobociem bądź podejmowaniem pracy w branżach odmiennych od zawodu wyuczonego.

„Z przeprowadzonych analiz gospodarczych (UNDP, OECD, PISA, GUS) wynika, że Polska wciąż boryka się z problemem dostosowania programu nauczania do ciągle zmieniających się trendów gospodarczo-społecznych, z niezadowoleniem z wykonywanego zawodu oraz narastającym bezrobociem. Raport firmy doradczej Deloitte i Katedry Rozwoju Kapitału

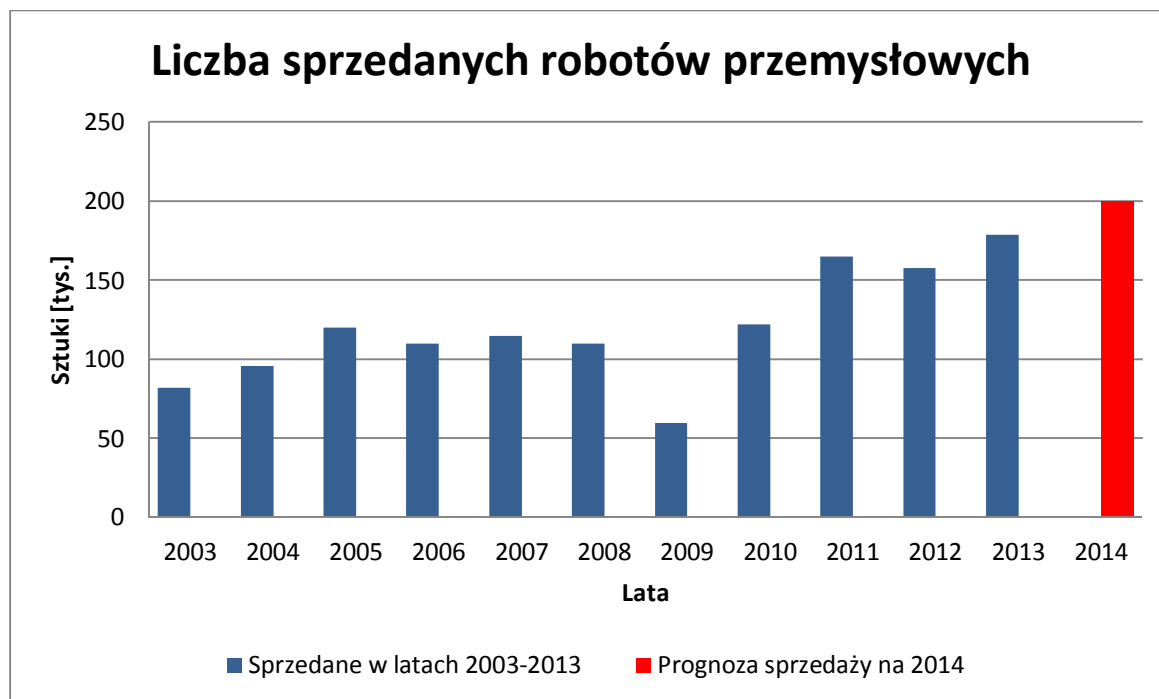
Ludzkiego SGH wskazuje, że studenci uważają (ponad 82%), iż polskie uczelnie wyższe nie przygotowują dobrze do przyszłych obowiązków zawodowych, zaś po ukończeniu studiów brakuje im wiedzy i narzędzi przygotowujących do wykonywania pracy. Brakuje również sprzężenia kierunków i specjalizacji wobec wyzwań gospodarczych XXI wieku [1]”.

Problem nadążania systemu edukacji za galopującym rozwojem nowoczesnych technologii sprawia, że trudno jest oczekiwać, iż zapewni on najwyższy poziom kształcenia i dostarczy niezbędnych umiejętności absolwentom. Rozwiązaniem wydają się fundusze europejskie, dzięki którym możliwe jest wyposażenie polskich uczelni w najnowocześniejszy sprzęt. Jednak same dotacje nie rozwiążą wszystkich problemów. Obok pieniędzy, niezbędne jest ciągłe śledzenie trendów rozwojowych oraz potrzeb rynku. Możliwe to będzie, jeśli szkolnictwo – zwłaszcza na końcowym etapie kształcenia – będzie ściśle współpracowało z przemysłem. Stąd celowe wydaje się wprowadzanie modyfikacji programów kształcenia po uprzednim uzgodnieniu ich z potencjalnymi odbiorcami absolwentów (zakładami produkcyjnymi).

2. ZASADNOŚĆ URUCHAMIANIA NOWOCZESNYCH LABORATORIÓW ROBOTYKI

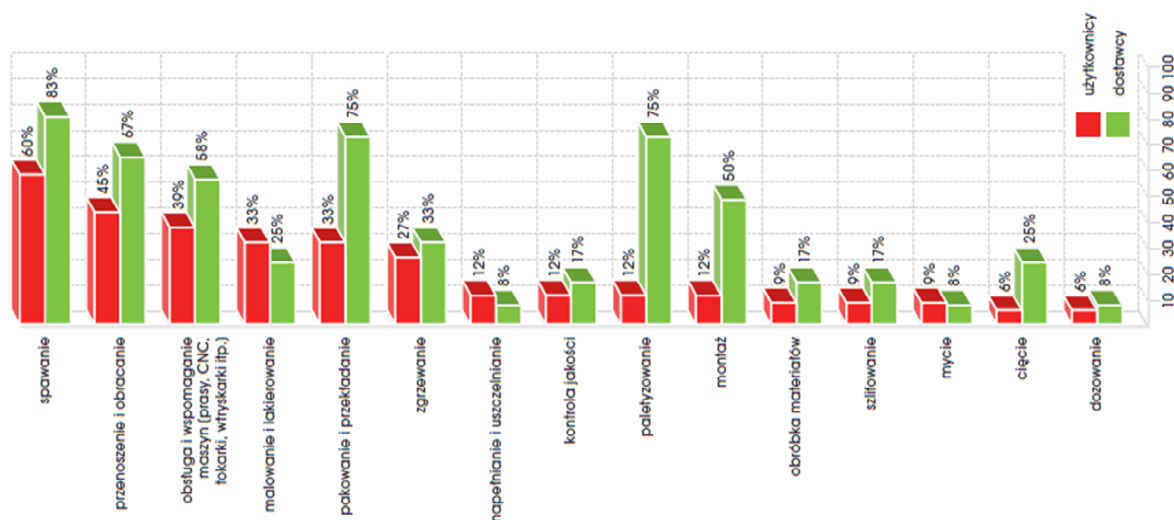
Rozmowy prowadzone z absolwentami kierunku mechatronika Wydziału Mechatroniki i Lotnictwa Wojskowej Akademii Technicznej oraz potencjalnymi pracodawcami ukazały braki w procesie kształcenia w zakresie automatyki i robotyki. Braki te w szczególności związane były z niedostatecznym, praktycznym przygotowaniem absolwentów do pracy z nowoczesnym sprzętem i oprogramowaniem. Wynikały one głównie z braku dużej ilości najnowocześniejszych i kompleksowych rozwiązań, przodujących na rynku światowym firm, jak też wiedzy praktycznej prowadzących zajęcia. Na Wydziale Mechatroniki i Lotnictwa WAT powstały więc założenia projektowe, w ramach których postanowiono zbudować laboratorium robotyki umożliwiające nabywanie praktycznych zdolności przez przyszłych absolwentów w zakresie najczęściej automatyzowanych procesów przemysłowych [5].

Czy w ogóle warto inwestować w kształcenie młodych ludzi w zakresie programowania robotów przemysłowych? Na to pytanie z całą pewnością w pełni odpowiadają statystyki. Zgodnie z danymi Międzynarodowej Federacji Robotyki (ang. *International Federation of Robotics* – IFR), rynek robotyki w ciągu ostatnich 10 lat (nie wliczając w to roku 2009) rozwija się dynamicznie – zwiększając z roku na rok liczbę sprzedawanych robotów przemysłowych (rys. 1). Nie jest jeszcze znany oficjalny, całkowity bilans 2014 r., jednak wyniki pierwszych dwóch kwartałów 2014 roku wskazały na dwucyfrowy wzrost. Rok 2013 był kolejnym rekordowym rokiem pod względem liczby sprzedanych na świecie robotów przemysłowych. Na targach AUTOMATICA w Monachium, prezydent IFR Arturo Baroncelli ogłosił, iż w 2013 sprzedano około 179 000 robotów przemysłowych, co oznacza 12% wzrost światowej sprzedaży w stosunku do 2012.



Rys. 1. Liczba sprzedanych robotów przemysłowych na świecie w latach 2003-2013 (w dniu przygotowywania artykułu nie było pełnych, oficjalnych danych dotyczących sprzedaży robotów w roku 2014) [10a]

Kolejnym pytaniem, jakie się nasuwa przy tworzeniu nowych laboratoriów umożliwiających kształcenie przyszłych inżynierów, jest: jak wybrać procesy przemysłowe, na których oprzeć program kształcenia, tak aby był on przydatny dla studentów? Tutaj również z pomocą przychodzą statystyki (rys. 2).



Rys. 2. Najczęstsze zastosowania robotów przemysłowych [2]

Z rysunku 2 wynika, że roboty przemysłowe znajdują swoje zastosowanie zwłaszcza w aplikacjach spawalniczych, manipulacyjnych (przenoszenie i obracanie), obsługi maszyn, pakowania i przenoszenia oraz malowania i montażu. Pozyskane z różnych źródeł dane były uwzględnione przy tworzeniu projektu nowego laboratorium robotyki na Wydziale Mechatroniki i Lotnictwa WAT.

3. PROJEKT LABORATORIUM ROBOTYKI I JEGO REALIZACJA

Z uwagi na różnorodność aplikacji przemysłowych, w których stosowane są roboty, zdecydowano się podzielić je na trzy grupy, które zainstalowano w odrębnych pomieszczeniach:

- w pierwszej grupie umieszczono procesy związane z obróbką (obsługa maszyn, spawanie MIG-MAG, zgrzewanie, cięcie plazmą oraz spawanie i cięcie laserowe [8]),
- w drugiej grupie umieszczono procesy związane z transportem produktów (sortowanie, pakowanie i paletyzację) oraz szeroko rozumianym montażem,
- do ostatniej grupy włączono stanowisko do badania systemów wizyjnych oraz badania konstrukcji robotów różnych firm [6, 7].

Dokonując wyboru w zakresie doboru procesów, robotów i wyposażenia stanowisk, starano się zapewnić jak największą różnorodność dostępnych rozwiązań. Z tego też względu w laboratorium znalazły się roboty o różnej strukturze kinematycznej (roboty o strukturze szeregowej i równoległej – cztero- i sześciosiowe), o różnym udźwigu (od 0,5 do 150 kg), różnych producentów, z różnymi systemami wizyjnymi, chwytakami i podajnikami. Uzyskane rozwiązanie charakteryzuje się tym, że pozwala na zdobycie szerszego spojrzenia na rozwiązania dostępne na światowym rynku.

Istotne z punktu widzenia samego procesu nauczania jest również zapewnienie odpowiedniej liczebności grup studentów biorących udział w zajęciach laboratoryjnych. Optymalne z tego punktu widzenia wydaje się formowanie małych 5–6-osobowych podgrup realizujących ćwiczenia laboratoryjne na poszczególnych stanowiskach. Jest to szczególnie istotne z jednej strony z punktu widzenia potrzeby zapewnienia bezpieczeństwa na stanowiskach – a z drugiej strony – możliwości jak najbardziej aktywnego uczestnictwa w ćwiczeniu.

Pracownia procesów związanych z obróbką

W skład pracowni procesów obróbczych (rys. 3 i 4) weszły m.in.:

- stanowisko do zautomatyzowanego spawania w technologii MIG-MAG (robot z pozycjonerem dwuosiowym oraz stacją do automatycznej obsługi palnika),
- stanowisko do zgrzewania (robot wyposażony w zgrzewadło),
- stanowisko do spawania/cięcia laserowego (wyposażony w system wizyjny robot z pozycjonerem dwuosiowym),
- stanowisko obróbcze z automatyczną wymianą narzędzi (maszyna CNC z robotami wyposażonymi w systemy wizyjne do jej obsługi oraz sprawdzania jakości wykonanych detali).



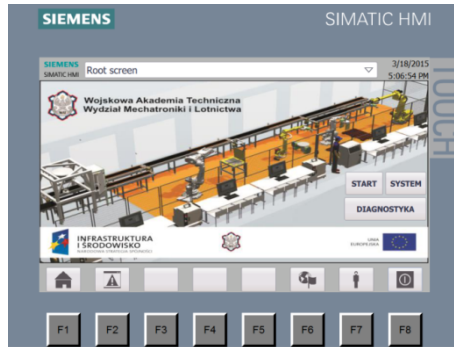
Rys. 3. Ogólny widok projektu pracowni procesów związanych z obróbką:
 1 – stanowisko spawalnicze MIG-MAG, 2 – stanowisko do zgrzewania,
 3 – stanowisko spawania/cięcia laserem i cięcia plazmą, 4 – maszyna CNC
 ze zrobotyzowaną obsługą. Źródło własne



Rys. 4. Ogólny widok pracowni procesów związanych z obróbką:
 maszyna CNC ze zrobotyzowaną obsługą i badaniem jakości (po prawej), stanowiska do
 spawania, cięcia i zgrzewania (po lewej). Źródło własne

Pracownia procesów obróbczych została wyposażona w system bezpieczeństwa, dostosowany do potrzeb z uwagi na realizowane w niej procesy technologiczne. Oprócz systemów bezpieczeństwa w postaci skanerów laserowych, ogrodzenia i przycisków bezpieczeństwa, roboty spawalnicze wyposażono w programowe systemy bezpieczeństwa, co obecnie jest wymogiem zwłaszcza przy robotyzacji procesów spawania/cięcia laserem [9].

Całe stanowisko może być zarządzane sterownikiem PLC (rys. 5 i 6) wyposażonym w 7” panel HMI, dzięki czemu poszczególne roboty mogą korzystać z zasobów sprzętowych pozostałych (np.: pozycjonerów obrotowych).



Rys. 5. Ogólny widok wirtualnego panelu HMI. Źródło własne



Rys. 6. Ogólny widok rzeczywistego panelu HMI ze sterownikiem PLC. Źródło własne

Pracownia procesów transportu i montażu

W skład pracowni procesów transportu i montażu (rys. 7-10) weszły m.in.:

- stanowisko sortowania (robot typu delta z systemem wizyjnym oraz możliwością śledzenia taśmy),
- stanowisko pakowania (robot z systemami wizyjnymi 2D i 3D, systemem wymiany narzędzi oraz dwuosiowym pozycjonerem),
- dwa stanowiska paletyzacji/depaletyzacji (roboty z wielosekcyjnymi chwytakami pneumatycznymi i elektropneumatycznymi, z funkcją śledzenia taśmy) [4],
- stanowisko do manipulowania obiektami z systemem wizyjnym i programowalnym chwytakiem,
- stanowisko montażowe z rozproszonym systemem sterowania (dwa roboty, jeden na torze jezdnym z systemem wymiany narzędzi, drugi – odwrócona SCARA z systemem wizyjnym – rys. 9).



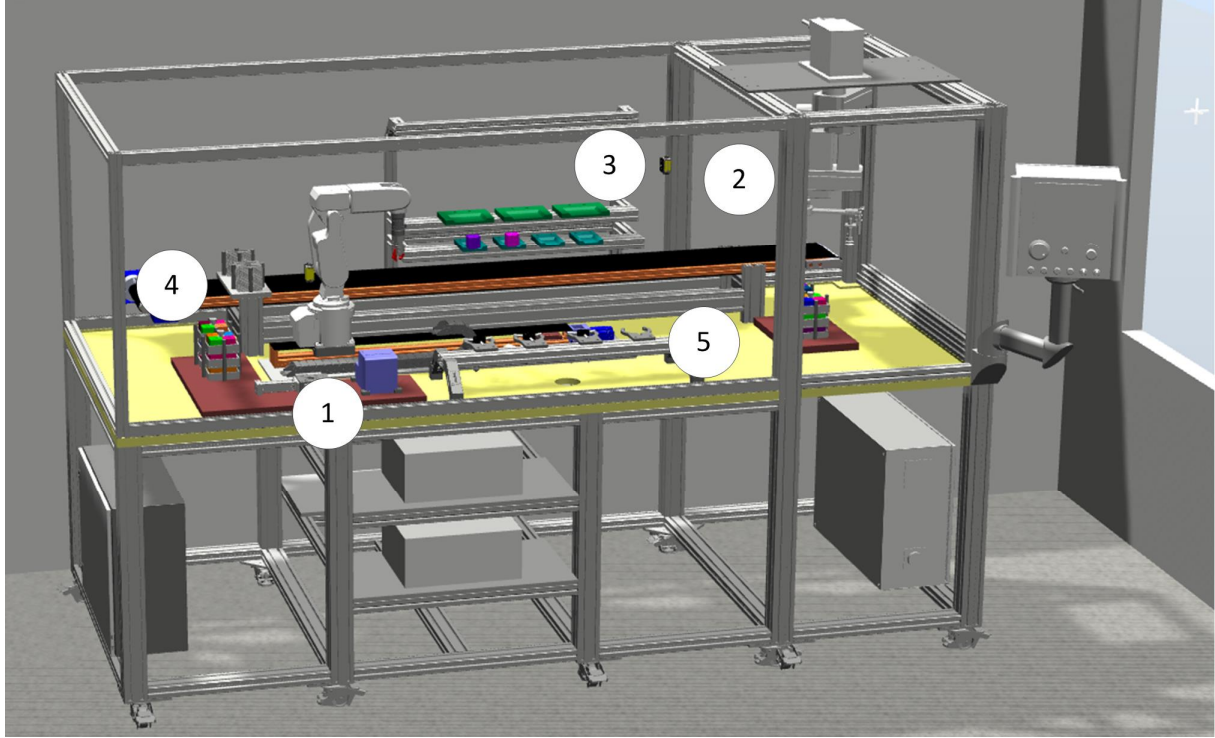
Rys. 7. Ogólny widok projektu pracowni procesów transportu i montażu – stanowiska transportowe: 1 – stanowisko sortowania, 2 – stanowisko pakowania, 3 – stanowiska paletyzacji/depaletyzacji, 4 – stanowisko manipulowania obiektami. Źródło własne



Rys. 8. Ogólny widok pracowni procesów transportu i montażu – stanowiska transportowe. Źródło własne

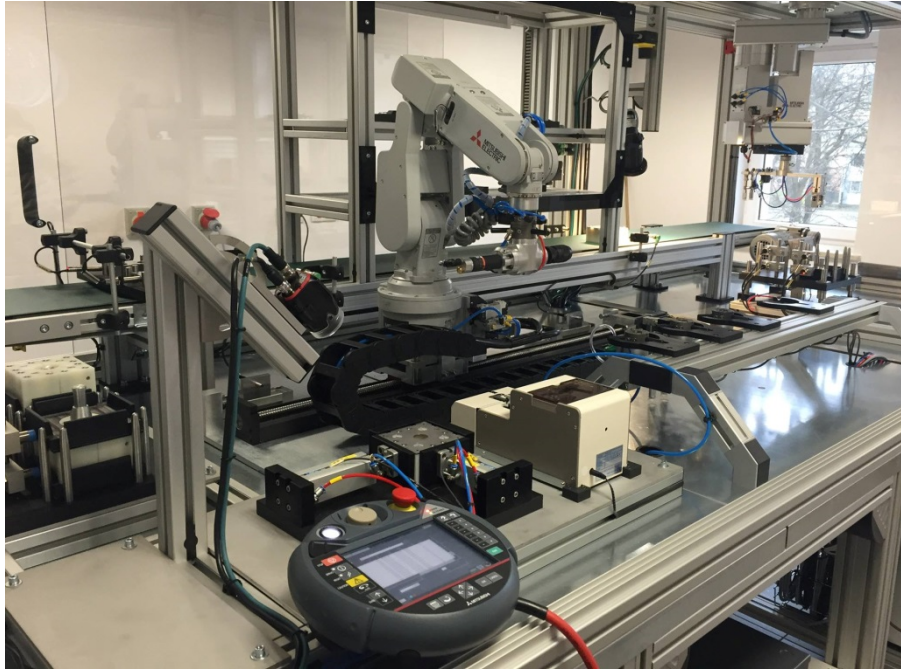
Pracownia procesów transportu i montażu została wyposażona w system bezpieczeństwa, stosowny do potrzeb z uwagi na realizowane w niej procesy technologiczne. Przedstawione na rysunkach 7 i 8 stanowiska (procesy transportowe) ogrodzono płotem, wydzielając tym samym strefę bezpieczną. Całość została podzielona na trzy odrębne zrobotyzowane stanowiska produkcyjne oddzielone świetlnymi barierami bezpieczeństwa. Do poszczególnych sekcji można wejść przez bramki wyposażone w zamki bezpieczeństwa. Każda sekcja została wyposażona w sterownik PLC z panelem HMI (rys. 6), który pozwala

na komunikowanie się z urządzeniami wchodzącymi w jej skład za pomocą różnych protokołów transmisji (np.: Ethernet, ProfiBus, DeviceNet, Profinet). Wszystkimi sekcjami zarządza sterownik nadrzędny. Dla wygody wszystkie urządzenia zostały wpięte do sieci Ethernet, co ułatwia ich programowanie z wykorzystaniem nowoczesnych środowisk programistycznych.



Rys. 9. Ogólny widok projektu pracowni procesów transportu i montażu
 – stanowisko montażowe 1 – robot na torze jezdny,
 2 – odwrócona SCARA z systemem wizyjnym, 3 –magazyn pionowego składowania,
 4 – podajnik taśmowy, 5 – magazyn narzędziowy robota. Źródło własne

Stanowisko montażowe przedstawione na rysunku 9 zostało wyposażone m.in.: w dwa roboty przemysłowe. Umożliwia ono m.in.: montaż detali (jako półprodukty/produkty) w kilku krokach technologicznych (m.in.: składanie, skręcanie i klejenie), stanowisko wyposażono w magazyn pionowanego składowania oraz robota wyposażonego w system wizyjny do sprawdzania jakości wytworzonych produktów.



Rys. 10. Ogólny widok pracowni procesów transportu i montażu – stanowisko montażowe. Źródło własne

Pracownia badania układów wizyjnych oraz współpracy robotów różnych firm

W ramach prowadzonych prac, obecnie uruchamiana jest pracownia do badania układów wizyjnych oraz badania robotów różnych firm (3 roboty różnych producentów). W pracowni możliwe będzie integrowanie z robotami systemów wizyjnych 3D, 2D oraz czujników wizyjnych wybranych producentów. Zarządzanie całym stanowiskiem zostanie zrealizowane z wykorzystaniem komputera przemysłowego z panelem HMI, różnymi typami wejść/wyjść oraz modułami bezpieczeństwa. Zaproponowane stanowisko pozwoli również na sterowanie urządzeniami z wykorzystaniem protokołu PROFINet. Protokół ten jest nowoczesnym standardem dla automatyki, opartym na sieci przemysłowej Ethernet. Pozwala on w prosty sposób zarówno na integrację i realizację automatyki procesowej, jak i sterowanie napędami.

4. PODSUMOWANIE

Rosnąca liczba sprzedawanych robotów oraz światowe statystyki świadczą o celowości rozwijania kierunków studiów z obszaru automatyki i robotyki [1]. Inwestowanie w zautomatyzowane linie produkcyjne niesie ze sobą nie tylko stabilną jakość wytwarzanych produktów, ale również (jak wykazują specjaliści) gwarancje dostarczania produktów w uzgodnionych terminach. Globalnie ujmując, zagęszczenie robotów przemysłowych w danym państwie (liczba robotów przemysłowych na każde 10 000 pracowników zatrudnionych w przemyśle) jest dzisiaj wyznacznikiem rozwoju gospodarczego, a tym samym gospodarczego postrzegania państw w globalnej społeczności.

Tworzenie nowoczesnych laboratoriów niewątpliwie przyczynia się do zwiększenia atrakcyjności danego kierunku studiów, a tym samym łatwiejszego pozyskiwania „świadomych studentów”. Jednak głównym celem, jaki powinien przyświecać twórcom takich laboratoriów, powinno być raczej tworzenie warunków, w których studenci zdobędą doświadczenie praktyczne i nabędą nawyków prawidłowego zachowania się przy pracy

z wysoko zaawansowanymi technologicznie maszynami. Jak przedstawiono we wstępie niniejszego artykułu, z prowadzonych analiz gospodarczych wynika, że uczelni w Polsce ciągle dotyczy problem dostosowania programów nauczania do zmieniających się trendów gospodarczo-społecznych oraz że wciąż brakuje sprzężenia kierunków i specjalizacji wobec wyzwań gospodarczych XXI wieku.

Kierując się m.in. tymi uwagami, twórcy programu kształcenia specjalności *automatyka i sterowanie* na kierunku Mechatronika w Wojskowej Akademii Technicznej dostosowują sylabusy przedmiotów (konsultując je z producentami nowoczesnych rozwiązań z obszaru automatyki przemysłowej) do aktualnych potrzeb.

LITERATURA

- [1] Bińczak P.: *Czas na świadomą edukację*, <http://www.institutobywatelski.pl/>
- [2] Control Engineering Polska: *Roboty przemysłowe do zadań specjalnych*, Control Engineering, nr 9(102), październik 2013, s. 24-37.
- [3] Kaczmarek W., Panasiuk J.: *Rynek robotyki – trendy i przegląd nowych rozwiązań*, Control Engineering, nr 5(109), wrzesień/październik 2014, s. 80-88.
- [4] Kaczmarek W., Panasiuk J.: *Analiza procesów zrobotyzowanej paletyzacji*, Control Engineering, nr 1(105) styczeń/luty 2014, s. 72-79.
- [5] Kaczmarek W., Panasiuk J.: *Roboty przemysłowe w wybranych aplikacjach*, Control Engineering, nr 11(104) 12/2013, s. 56-62.
- [6] Panasiuk J., Kaczmarek W.: *Zaawansowane czujniki wizyjne*, Control Engineering, nr 9(102) 10/2013, s. 68-80.
- [7] Panasiuk J., Kaczmarek W.: *Systemy wizyjne w robotyce*, Control Engineering, nr 4(108) lipiec/sierpień 2014, s.70-76.
- [8] Panasiuk J., Kaczmarek W.: *Zrobotyzowane procesy cięcia i spawania laserowego*, Control Engineering, nr 3(107) maj/czerwiec 2014, s.108-114.
- [9] Zdanowicz R.: *Robotyzacja dyskretnych procesów produkcyjnych*, wyd. 2, Politechnika Śląska, 2011.
- [10] International Federation of Robotics <http://www.ifr.org>