

Zapewnienie ciągłości edukacji technicznej w kontekście wymagań Przemysłu 4.0

Jarosław Panasiuk, Wojciech Kaczmarek

Czwarta Rewolucja Przemysłowa i wyzwania z niej płynące

Czwarta Rewolucja Przemysłowa (Przemysł 4.0), podobnie jak każda rewolucja, przyniosła ze sobą falę zmian, które dotyczą praktycznie każdej gałęzi naszego życia. Jeśli spojrzymy wstecz, na poprzednie rewolucje przemysłowe, jakie miały miejsce w naszej historii, łatwo zauważyć, że wiązały się one zarówno ze zmianą struktury zakładów produkcyjnych oraz fabryk, jak i ze zmianą wymagań w stosunku do zatrudnionych pracowników. Zmiany te, począwszy od pierwszej rewolucji, która użyła wody i pary do mechanizacji produkcji, poprzez drugą, która wykorzystwała energię elektryczną do zwiększenia jej skali i zmiany kierunków rozwoju, oraz trzecią, która dzięki postępowi w dziedzinie elektroniki i technologii informatycznych doprowadziła do upowszechnienia automatyzacji, robotyzacji i cyfryzacji produkcji, spowodowały powstanie nowych zawodów, specjalności, jak i oczekiwań ze strony zarówno pracodawców, jak również klientów.

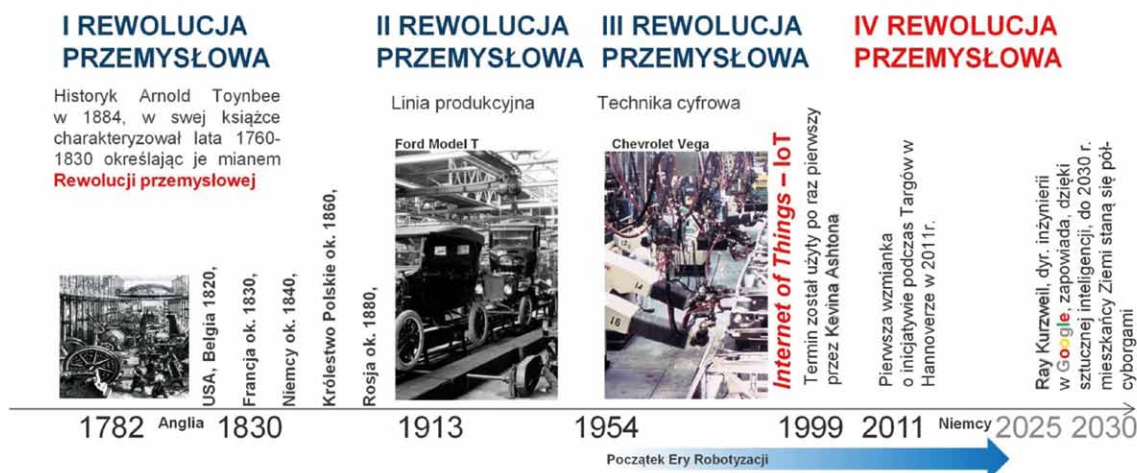
Czwarta rewolucja w stosunku do poprzednich niesie ze sobą potrzebę jeszcze większych zmian polegających na integracji poszczególnych elementów systemów produkcyjnych, jak również zatarciu granic między tym, co fizyczne, cyfrowe i biologiczne, oraz spojrzeniu na procesy produkcyjne z innego punktu widzenia, jeśli chodzi o postrzeganie horyzontu zarówno czasowego, jak i przestrzennego. Każdej z dotychczasowych rewolucji towarzyszyły protesty o różnym charakterze, a strach człowieka przed maszyną oraz tym, co niewidoczne

i nieznanne, jest głęboko zakorzeniony w naszej naturze. Podobnie obecnie wiele osób deklaruje niechęć wobec sztandarowych technologii związanych z Przemysłem 4.0, takimi jak wszechobecny przepływ danych, robotyzacja czy elementy sztucznej inteligencji.

Spoglądając na ewolucję procesów produkcji na przestrzeni wieków, można zauważyć, że przeszliśmy drogę od samodzielnego wytwarzania dóbr, poprzez wytwarzanie ich za pośrednictwem wykwalifikowanej kadry, które to kadry zostały następnie wsparte przez mechanizację produkcji, a obecnie kadry te są wypierane przez robotyzację i automatyzację, powiązane z globalnym przepływem idei i rozwiązań technicznych – to wszystko sprawia, że człowiek staje się coraz bardziej marginalizowany, co w szczególności dotyczy osób o niskich kwalifikacjach. Odzwierciedleniem tego są wyniki prowadzonych badań i analiz, które jednoznacznie wskazują na zmierzch ery pracowników niewykwalifikowanych, których miejsce zajmują coraz częściej maszyny i roboty.

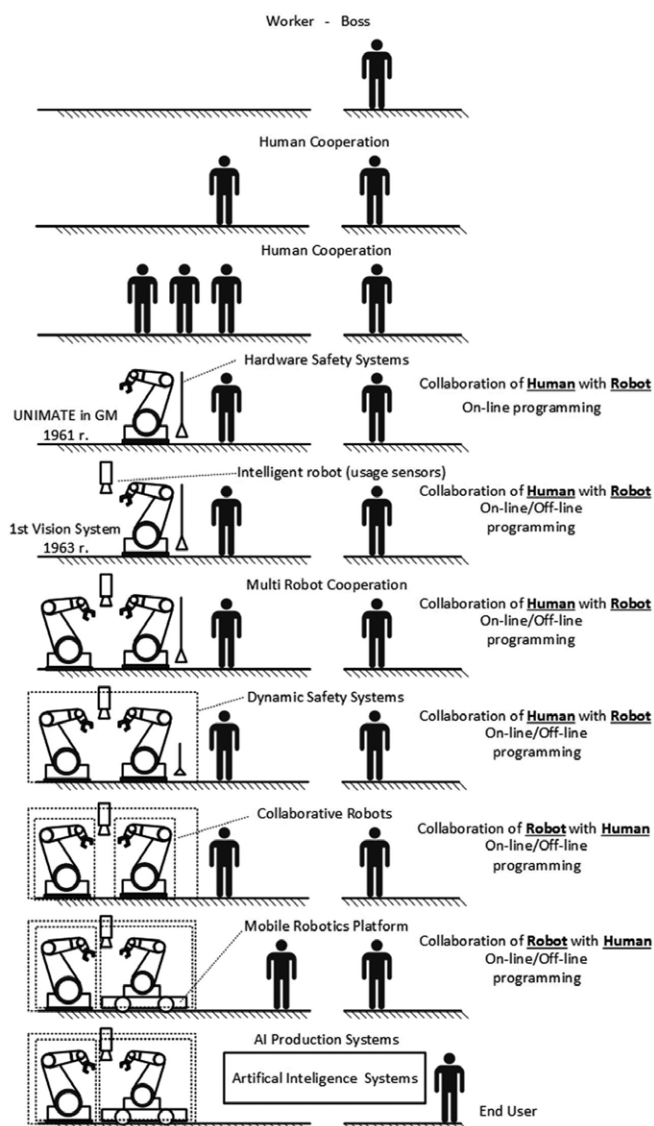
Tam, gdzie dotychczas potrzebny był człowiek, pojawia się maszyna, która potrafi produkować więcej, szybciej, precyzyjniej, a dodatkowo jest bardziej przewidywalna. Wszystko to sprawia, że wymagania w stosunku do ludzi, którzy będą pracowali w takim silnie „zdygitalizowanym” środowisku, typowym dla Przemysłu 4.0, będą bardzo wysokie.

Obecnie wymagania stawiane pracownikom ze względu na poziom automatyzacji i robotyzacji niosą ze sobą potrzebę ustawicznego kształcenia i podnoszenia kwalifikacji. Z tego też



Rys. 1. Przemiany związane z rewolucjami przemysłowymi

(Źródło własne)



Rys. 2. Ewolucja procesów wytwarzania na przestrzeni wieków

(Źródło własne)

względem konieczne jest budowanie wysoko wykwalifikowanych kadr dla przemysłu, które będą w stanie z jednej strony zrozumieć klasyczne technologie produkcji, zaś z drugiej okiełznać najnowsze rozwiązania i technologie informatyczne występujące coraz powszechniej w przemyśle.

Rosnące wymagania i specjalizacja związane z czwartą rewolucją sprawią, że pracy, jaką dziś znamy, będzie coraz mniej, jednak coraz częściej będzie brakować specjalistów gotowych do pracy w świecie zaawansowanych technologii. Trzeba być świadomym, że automatyzacja i robotyzacja oraz obsługa tych wszystkich technologii związanych z przepływem danych, jak również uelastycznieniem produkcji, niesie ze sobą potrzebę pozyskiwania z rynku i utrzymania kompetentnego personelu. Nowoczesne technologie nie wyeliminują jednak w pełni człowieka, dobrym przykładem jest tutaj robotyzacja. Można przyjąć, że na jedno stanowisko zrobotyzowane w zależności

10 zawodów najbardziej dotkniętych niedoborem talentów

Lp.	Polska	Europa*	Świat
1.	Wykwalifikowani pracownicy fizyczni	Wykwalifikowani pracownicy fizyczni	Wykwalifikowani pracownicy fizyczni
2.	Inżynierowie	Inżynierowie	Przedstawiciele handlowi
3.	Technicy	Przedstawiciele handlowi	Inżynierowie
4.	Pracownicy działów IT	Kierowcy	Technicy
5.	Kierowcy	Członkowie zarządu/kadra najwyższego szczebla	Kierowcy
6.	Operatorzy produkcji/maszyn	Technicy	Członkowie zarządu/kadra najwyższego szczebla
7.	Pracownicy księgowości i finansów	Pracownicy księgowości i finansów	Pracownicy księgowości i finansów
8.	Członkowie zarządu/Kadra najwyższego szczebla	Pracownicy działów IT	Pracownicy sekretariatu i asystenci
9.	Przedstawiciele handlowi	Pracownicy sekretariatu i asystenci	Pracownicy działów IT
10.	Niewykwalifikowani pracownicy fizyczni	Niewykwalifikowani pracownicy fizyczni	Operatorzy produkcji/maszyn

*Ranking dla regionu EMEA (22 państwa Europy + Izrael + Republika Południowej Afryki)
(Źródło: ManpowerGroup, analiza „Niedobór talentów”, 2016 r.)

od jego złożoności, musi przypadać minimum jeden pracownik, zapewniający wsparcie w zakresie utrzymania ruchu. Wprowadzanie kolejnych robotów wiąże się z wykładniczym wzrostem liczby robotów w stosunku do ilości wymaganego wykwalifikowanego personelu do ich obsługi. Ekspert z Oxford University szacują, że do 2034 roku zniknie 47 proc. obecnie istniejących zawodów. Same roboty przemysłowe do 2020 roku zabiorą 5 mln miejsc pracy na świecie. Pięć lat później zastąpią 1/3 pracowników.

Zmiany w strukturze szkolnictwa branżowego w Polsce

Starając się dostosować do zmieniającego się rynku pracy, konieczne jest wprowadzenie zmian w procesie kształcenia zawodowego. Obecne kształcenie zawodowe było realizowane w szkołach ponadgimnazjalnych:

- 3-letniej zasadniczej szkole zawodowej;
- 4-letnim technikum;
- szkole policealnej o okresie nauczania nie dłuższym niż 2,5 roku.

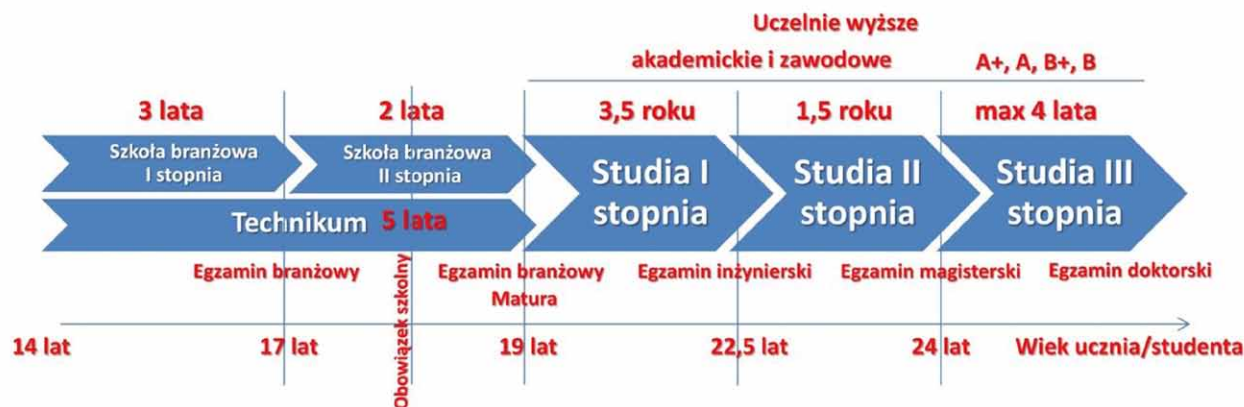
Dodatkowo kształcenie zawodowe było także prowadzone na kwalifikacyjnych kursach zawodowych oraz na kursach umiejętności zawodowych w formach pozaszkolnych, realizowanych często przy udziale firm branżowych, kształcących przyszłych pracowników w zakresie ściśle określonych umiejętności.

Projekt zmian w zakresie szkolnictwa branżowego, jaki został zapoczątkowany w roku 2017, ma na celu podniesienie rangi edukacji zawodowej, zrywając z powszechnym negatywnym określeniem „zawodówki”, jak również odtworzenie grupy zawodowej, posiadającej poszukiwane na rynku umiejętności praktyczne. W założeniach ustawodawcy nie będzie się już mówiło o szkołach zawodowych, a o szkołach branżowych, mających kształcić profesjonalistów dla potrzeb przemysłu i usług. Uczniowie klas szóstych szkół podstawowych na zakończenie roku szkolnego 2017 otrzymali świadectwa promocji do klasy siódmej, a nie świadectwa ukończenia szkoły, jak było to dotychczas. Skończył się nabór do gimnazjów i rozpoczęto przygotowania do uruchomienia kształcenia w ramach szkół branżowych sformowanych w postaci:

- trzyletniej Branżowej Szkoły Zawodowej I Stopnia (BS I);
- dwuletniej Branżowej Szkoły Zawodowej II Stopnia (BS II);
- pięcioletniego Technikum (T);
- co najwyżej dwuipółrocznej Szkoły Policealnej (SP).

Formowanie szkół branżowych docelowo ma się wiązać z większym zaangażowaniem przedsiębiorców w procesy edukacji i szkolenia praktycznego, co ma wiązać się z:

- modernizacją podstaw programowych poprzedzoną konsultacjami z pracodawcami;



Wprowadzany obecnie model kształcenia zawodowego.

Rys. 3. Wprowadzany model kształcenia zawodowego

- możliwością włączenia się przedsiębiorców w kształtowanie zakresu wymagań stawianych podczas egzaminów praktycznych.

W branżowej szkole I stopnia realizowane będzie kształcenie w zakresie jednej kwalifikacji. II stopień szkoły branżowej będzie funkcjonował w zawodach, które mają kontynuację na poziomie technika (np. mechanik pojazdów samochodowych i technik pojazdów samochodowych, magazynier i technik logistyki, mechatronik i technik mechatronik itd.).

Technika prowadzi będą kształcenie w zawodach, w których wyodrębniono maksymalnie dwie kwalifikacje.

Dla celów kształcenia, zgodnie z przyjętą klasyfikacją zawodów szkolnictwa zawodowego, wskazano obszary kształcenia, do których są przypisane poszczególne zawody. Obszary kształcenia obejmują zawody pogrupowane pod względem wspólnych efektów kształcenia wymaganych do realizacji zadań zawodowych. Wyodrębniono tu 8 obszarów kształcenia:

- administracyjno-usługowy (AU);
- budowlany (BD);
- elektryczno-elektroniczny (EE);
- mechaniczny i górniczo-hutniczy (MG);
- rolniczo-leśny z ochroną środowiska (RL);
- turystyczno-gastronomiczny (TG);
- medyczno-społeczny (MS);
- artystyczny (ST).

Należy jednak pamiętać, że szkolnictwo zawodowe ma sens tylko wtedy, jeśli jest wspierane przez pracodawców. Ich zadaniem z jednej strony jest pomoc w kształtowaniu podstawy programowej, tak aby była ona adekwatna do potrzeb, z drugiej zaś strony wsparcie finansowe, mogące też mieć charakter w postaci wyposażenia szkół w najnowsze maszyny, narzędzia i materiały. Nie osiągnie się bowiem zakładanego poziomu, ucząc zawodu na maszynach sprzed 40–50 lat, jak ma to miejsce w wielu szkołach zawodowych. Należy przy tym zdać sobie sprawę z tego, że w przypadku mniejszych firm takie wsparcie jest możliwe na znacznie mniejszym poziomie, niżeli ma to miejsce np. w przypadku firm motoryzacyjnych. Nie zmienia to jednak faktu, że współpracując z placówką dydaktyczną, mniejsze firmy, oferując praktyki, również mają możliwość zaznajomienia absolwentów z możliwością pracy w zawodzie. Problemem pozostaje jednak wciąż migracja absolwentów po zdobyciu zawodu. Rozwiązaniem może być w tym przypadku podpisywanie umów z pracodawcami jeszcze na etapie kształcenia, kiedy pracodawca uzupełniałby ofertę szkoły branżowej o pakiety dodatkowych szkoleń finansowanych przez pracodawcę, podnoszących umiejętności absolwentów.

Uczelnie wyższe techniczne

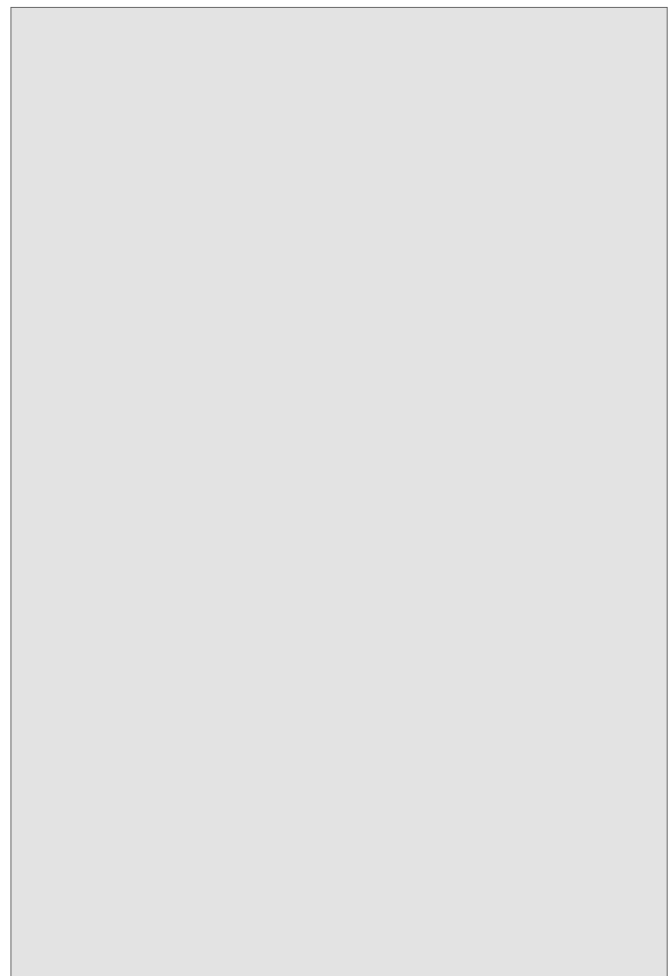
Zmiany w zakresie kształcenia zawodowego dotyczyć będą również uczelni wyższych. Zostały one sformułowane w konstytucji dla nauki, przygotowanej przez rząd. Wśród ważnych kierunkowych zmian jest podział na uczelnie akademickie i zawodowe. Uczelnie, aby mogła być zakwalifikowana jako akademicka, będzie musiała mieć co najmniej jedną z kategorii naukowych A+, A albo B+ (to najwyższe oceny w przyjętej skali). Uczelnie te będą mogły jako jedyne prowadzić kształcenie doktorantów w szkołach doktorskich. Dodatkowo



Rys. 4. Współpraca uczelnia – pracodawca – uczeń

uczelnie akademickie ocenione w danej dyscyplinie najlepiej (na A+ lub A) będą miały możliwość nadawania stopni doktora i doktora habilitowanego, jak również uzyskają możliwość samodzielnego tworzenia w tej dyscyplinie nowych kierunków studiów i filii pozamiejscowych. Uczelnie, która w danej dziedzinie uzyska jedynie kategorię B+, będzie mogła nadawać jedynie stopień doktora, zaś na nowe kierunki studiów będzie musiała uzyskać zgodę ministra. Uczelnie o najniższych

reklama





Rys. 5. Laboratorium Massachusetts Institute of Technology (MIT)



Rys. 6. Laboratorium Johns Hopkins University

kategoriach (B lub C) nowe kierunki studiów będą mogły otwierać w danej dyscyplinie tylko na profilu praktycznym i to za pozwoleniem ministra.

Jeśli chodzi o uczelnie zawodowe, zyskują one możliwość prowadzenia kursów i szkoleń umożliwiających uzyskanie kwalifikacji na poziomie 5. Polskiej Ramy Kwalifikacyjnej, co oznacza, że będą mogły oferować cykle kształcenia krótsze niż studia pierwszego stopnia. W wyniku tego rozwiązania pojawi się możliwość uzyskania wykształcenia pośredniego pomiędzy maturą a dyplomem licencjata – co pokrywa się z rozwiązaniami w wielu krajach. Proponowane rozwiązanie sprawi, że uczelnie zawodowe nie będą konkurowały z akademickimi o finansowanie, gdyż budżety środków dla tych dwóch grup uczelni będą osobne.

Niezależnie od zmian formalnych, przygotowanych przez rząd, konieczne są też zmiany praktyczne, jeśli chodzi o sposób kształcenia na uczelniach w kierunkach zawodowych. Głównym zadaniem, jakie stoi przed uczelniami, jest przysposobienie inżynierów do rozwiązywania problemów technicznych oraz umiejętności planowania i projektowania nowych rozwiązań przy wykorzystaniu zaawansowanych technologii projektowania i wytwarzania.

Kształcenie kadry technicznej na wszystkich poziomach edukacji wymaga zmiany podejścia i większego zaangażowania zarówno ze strony uczelni (zmiany w sposobie kształcenia), jak i pracodawców (zapewnienie dostępu do projektów, nowych technologii). Uczelnie wyższe również powinny przygotować swoich studentów do elastycznego myślenia, a także nauczyć ich, jak zastosować wiedzę teoretyczną w różnych sytuacjach praktycznych. Dobrym wzorcem może być tutaj program opracowany przez szwedzkie uczelnie Chalmers University of Technology, Linköping University, Kungliga Tekniska Högskolan oraz amerykańskie Massachusetts Institute of Technology i Johns Hopkins University. Uczelnie te wdrożyły program CONCEIVE – DESIGN – IMPLEMENT – OPERATE (CDIO). Filozofię CDIO wyraża założenie, że kształcenie powinno rozwijać u studentów wiedzę, umiejętności i postawy potrzebne do kierowania i udziału w projektowaniu

oraz użytkowaniu przemysłowych produktów, procesów i systemów. Kształcenie przyszłych inżynierów powinno obejmować cały cykl życia produktu, począwszy od **Conceive** (identyfikacja potrzeb klienta; rozważenie technologii, strategii i regulacji prawnych przedsiębiorstwa, kreowanie rozwiązań, opracowanie biznesplanu), poprzez **Design** (opracowanie projektu; planów, rysunków, algorytmów, które opisują, co będzie wdrażane), **Implement** (transformacja projektu w produkt, obejmująca produkcję, kodowanie, testowanie i walidację), **Operate** (użycie wdrożonego produktu dla dostarczenia zamierzonej wartości, obejmujące marketing, utrzymanie w dobrym stanie, rozwój i utylizację). Podejście takie posiada głęboki sens w świetle założeń Przemysłu 4.0, gdzie istotnym elementem jest właśnie wielopoziomowa integracja i ciągłość działań związanych z naszym życiem.

Należy tutaj jednak zauważyć, że kształcenie w tej formie jest drogie i wymagające zarówno dla uczelni, jak i dla studentów. MIT i inne uczelnie amerykańskie, kształcąc inżynierów, oferują swoim studentom przestrzeń konstrukcyjną w postaci – hal ze sprzętem laboratoryjnym oraz maszynami przeznaczonymi do wszelkiego rodzaju obróbek każdego rodzaju materiałów, jak również wytwarzania gotowych obiektów technicznych, a więc z frezarkami, tokarkami, spawarkami, podnośnikami itd. Studenci mają dostęp do tego sprzętu 7 x 24 godz. Rozwiązania tego typu byłyby niezwykle trudne i kosztowne do wprowadzenia w warunkach polskich. Zmiany podejścia wymaga się również od ucznia, którego celem ma nie być ukończenie szkoły lub uczelni, ale uzyskanie kwalifikacji. W Polsce kształcenie zgodnie z programem CDIO jest realizowane tylko na Politechnice Gdańskiej. Inne uczelnie starają się realizować kształcenie na miarę wymogów ministerialnych i posiadanego zaplecza.

W Polsce, korzystając z funduszy unijnych, wiele uczelni rozbudowuje obecnie swoje laboratoria. Dobrym przykładem może być tutaj Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, która w 2015 roku uruchomiła największe laboratorium robotyki i automatyki w Polsce i tej części Europy, wyposażone w zrobotyzowane stanowiska sortowania, pakowania, paletyzacji, montażu, klejenia, obsługi maszyn, spawania MIG/MAG,



reklama

Rys. 7. Laboratorium robotyki na Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie

spawania laserowego i zgrzewania na 15 robotach 4 firm (ABB, FANUC, KUKA, MITSUBISHI).

Studenci mają do dyspozycji roboty o udźwigu od 0,5 do 150 kg czterech firm. Systemy wizyjne 2D i 3D zintegrowane z robotami i jako niezależne stanowiska. Systemy bezpieczeństwa wykorzystujące bariery świetlne, kurtyny oraz skanery laserowe, jak również dynamiczne systemy bezpieczeństwa zintegrowane ze stanowiskami zrobotyzowanymi (DCS, SafeMove) oraz zautomatyzowane systemy wymiany narzędzi. Podczas zajęć uczą się zarówno pracy w środowiskach wirtualnych do modelowania i projektowania stanowisk zrobotyzowanych, jak również zdobywają praktyczną wiedzę i umiejętności z zakresu zautomatyzowanych i zrobotyzowanych procesów przemysłowych. Integrują elementy stanowisk, programują i uruchamiają procesy zrobotyzowane, zapoznając się ze wszystkimi niuansami technicznymi dotyczącymi programowania robotów. Aby możliwe było uruchomienie, wdrożenie i prowadzenie tego typu studiów, konieczna była współpraca z dostawcami sprzętu, jak również z firmami, które widząc zaangażowanie uczelni i wykładowców, coraz częściej widzą korzyści wynikające z możliwości prowadzenia wspólnych projektów, w których biorą udział również studenci. Trudno jest jednak sobie wyobrazić prowadzenie tego typu zajęć i udostępnianie stanowisk w cyklu 7x24. Wiąże się to nierozdzielnie z koniecznością zabezpieczenia stanowisk ze strony wykwalifikowanej kadry, dbającej zarówno o sprzęt, jak i bezpieczeństwo użytkowników. To z kolei wiązałoby się z drastycznym wzrostem kosztów ze strony uczelni.

Przed szkołami branżowymi, technikami i wyższymi uczelniami jeszcze daleka droga do osiągnięcia standardów zachodnich. Wiąże się to z dużymi kosztami, jakie trzeba ponieść dla zapewnienia kształcenia, które połączy wiedzę z umiejętnością. Miejsce pracy będzie wtedy miejscem, w którym absolwenci nie będą już się uczyli, ale będą się rozwijali i zdobywali doświadczenie. ■