

Marek Ł. GRABANIA

INŻYNIER PRZEMYSŁU 4.0

Streszczenie. W artykule przedstawiono wymagania jakie stawiają przed specjalistami zatrudnionymi w przemyśle pracodawcy w wyniku zachodzących zmian związanych z wdrażaniem koncepcji Przemysłu 4.0. Opisano wyzwania oraz niezbędne nowe kompetencje specjalistów. Przywołano obecny w kraju model kształcenia zawodowego. Przedstawiono wybrane oferty specjalistycznego kształcenia w szkołach wyższych. Omówiono również krajowe inicjatywy, mające na celu przybliżenie i ułatwienie przedsiębiorcom wdrażania do praktyki nowych obszarów technologicznych tworzących podstawowe struktury Przemysłu 4.0.

Słowa kluczowe: Przemysł 4.0, inżynier przemysłu 4.0, specjalistyczne kształcenie.

1. WPROWADZENIE

W obecnej fazie wdrażania Przemysłu 4.0 [1] ważną funkcję sprawują inżynierowie, których zadaniem jest umiejętne projektowanie i stosowanie nowych rozwiązań bazujących m.in. na technologiach cyfrowych w taki sposób, aby tworzyć i wdrażać nowe modele biznesu. Dlatego tak ważne jest stworzenie swoistego rodzaju komunikacji pomiędzy inżynierami, przedstawicielami biznesu i ostatecznie odbiorcami. W tym aspekcie inżynierowie odgrywają kluczową rolę, ponieważ to oni są odpowiedzialni zarówno za projektowanie maszyn, ale również tworzenie zintegrowanych sieci produkcji i to na ich barkach spoczywa wdrażanie i kontrolowanie przebiegu procesu wytwarzania w dobie Smart Industry [2].

Badania zrealizowane w ramach projektu Smart Industry Polska 2019 [2] na zlecenie firmy Siemens oraz Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii miały za zadanie odpowiedzieć na pytanie jak wygląda rynek pracy w kontekście demograficznym oraz kompetencji kadry inżynierskiej. Badania przeprowadzono wśród polskich małych i średnich przedsiębiorstw przemysłowych (MSP) prowadzących działalność na terenie Polski.

2. KLUCZOWE UMIEJĘTNOŚCI [2], [3], [4]

Inżynierskie kompetencje przyszłości dotyczą przede wszystkim zdolności łączenia wiedzy z obszarów automatyki, mechatroniki, robotyki oraz programowania z umiejętnościami wykraczającymi poza kompetencje typowo inżynierskie. Na bazie przeprowadzonych badań, których wyniki zostały przedstawione w raporcie [2], można wyróżnić najważniejsze, pożądane kompetencje i umiejętności inżynierów – specjalistów Przemysłu.

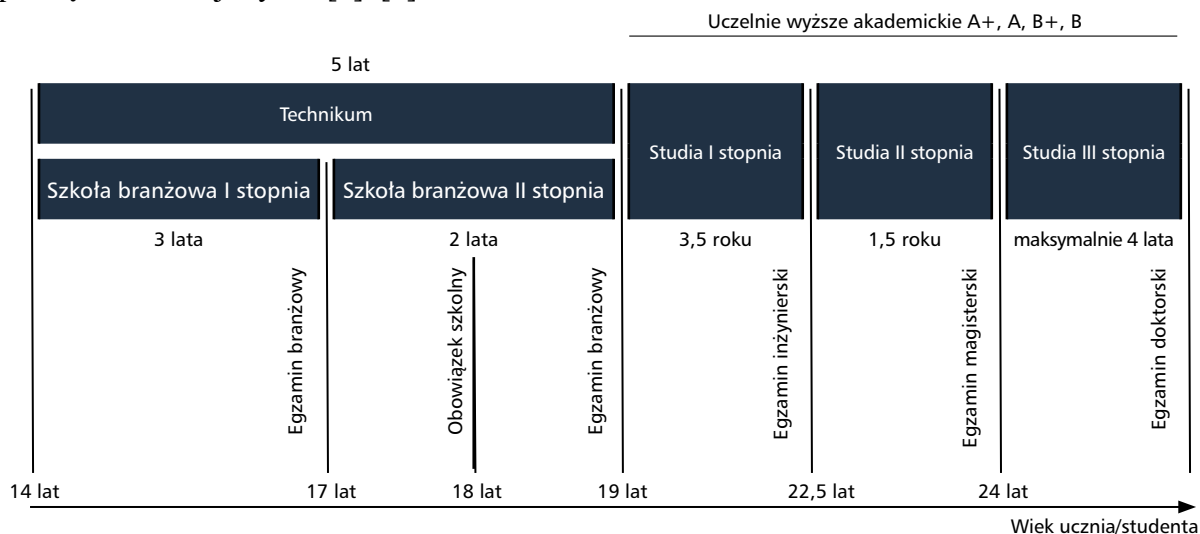
Poziom 1 Umiejętności indywidualne	Poziom 2 Umiejętności związane z danymi	Poziom 3 Umiejętności społeczne w organizacji	Poziom 4 Umiejętności techniczne	Poziom 4 Funkcyjne obszary sektora przemysłowego
Korzystanie ze źródeł piśmiennych	Korzystanie ze źródeł piśmiennych	Praca zespołowa	Podstawowa wiedza inżyniera	Kompetencje określone przez specjalistów danego sektora przemysłowego
Komunikacja	Wyrażanie myśli na piśmie	Zrozumienie potrzeb klientów	Projektowanie	
Profesjonalizm	Umiejętności matematyczne, obliczeniowe	Planowanie organizacja	Produkcja, konstrukcja	
Inicjatywa	Obsługa urządzeń, korzystanie z technologii	Myślenie kreatywne	Umiejętność obsługi i konserwacji urządzeń	
Zdolność do adaptacji, elastyczność	Wiedza ścisła technologiczna	Rozwiązywanie problemów	Odpowiedzialność, etyka zawodowa	
Solidarność	Komunikacja	Pomysły, dostrzeganie problemów	Zagadnienia biznesowe, prawne i społeczne	
Gotowość do nieustannego uczenia się	Myślenie krytyczne, analityczne	Planowanie, koordynacja pracy	Zrównoważony rozwój	
	Obsługa komputera	Kontrola, archiwizacja	Inżynieria ekonomiczna	
			Kontrola jakości, zapewnienie jakości	
			Znajomość zasad BHP	

Rys. 1. Kompetencje określone przez specjalistów sektora przemysłowego (Źródło: Smart Industry Polska 2019 [2])

3. MODEL KSZTAŁCENIA ZAWODOWEGO [5], [6], [7]

Polska musi zmienić model nauczania, i to na wszystkich szczeblach. Musimy przejść od tradycyjnego modelu, który uczy zapamiętywania i posłuszeństwa, w stronę budowy miękkich umiejętności: pracy zespołowej, kreatywności, innowacyjności. Dzisiejszy pracodawca potrzebuje kogoś, kto będzie umiał rozwiązywać problemy. Taki ktoś nie musi pamiętać, on musi wiedzieć, gdzie szukać. Musi umieć się porozumieć ze swoim kolegą w Polsce i zagranicą. A tego polska szkoła nie uczy [5].

Świadomość niezbędnych zmian znajduje już odbicie w proponowanej strukturze szkolnictwa branżowego powiązanej z kształceniem na poziomach wyższych. Schemat powiązań obrazuje rys. 5 [6], [7].



Rys. 2. Wprowadzany model kształcenia zawodowego [6], [7]

3.1. Szkolnictwo branżowe [6], [7]

Eliminacja gimnazjów i zakończenie do nich naboru pozwala na przygotowanie uruchomienia kształcenia w ramach szkół branżowych sformowanych w postaci:

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

Tworzenie szkół branżowych ma wiązać się z większym zaangażowaniem przedsiębiorców, między innymi poprzez bezpośredni udział w tworzonych podstawach programowych oraz definiowaniu wymagań dla praktycznych egzaminów. Oczekiwany jest też ich udział w wyposażaniu szkół w najnowsze maszyny, urządzenia i materiały. Współpraca ta winna pozwolić na bieżące definiowanie wymagań dla kadry realizującej i wdrażającej koncepcje Przemysłu 4.0.

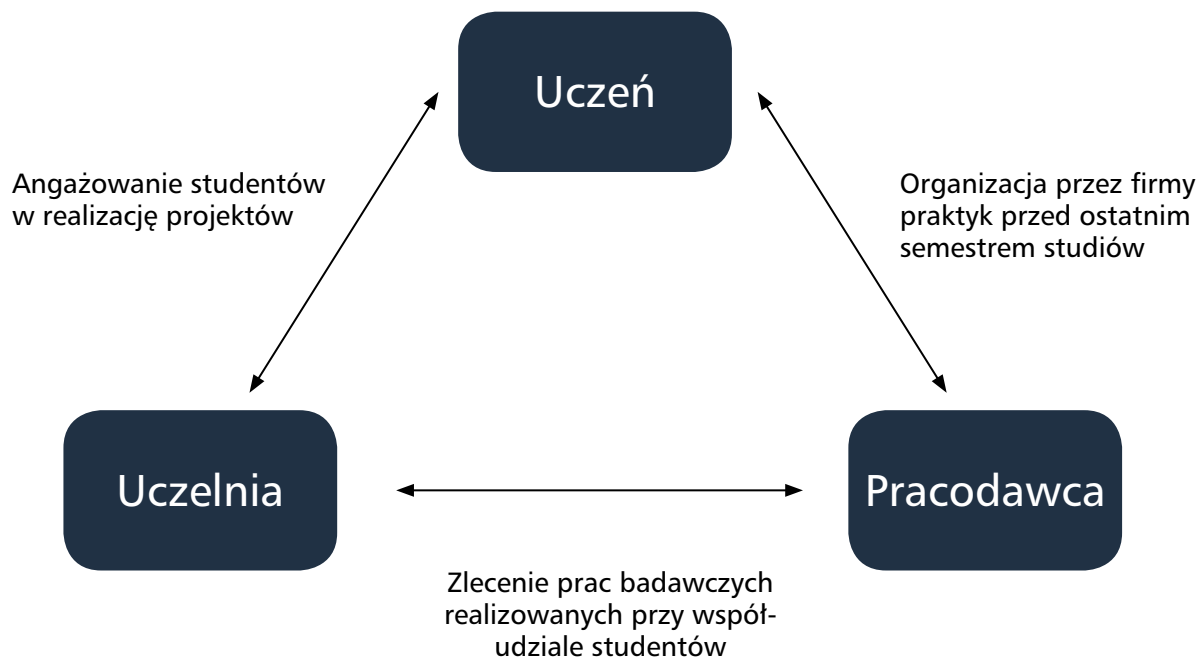
Problem, z którym się spotykamy na co dzień to migracja absolwentów po zdobyciu zawodu. Rozwiązaniem mogą tu być umowy z przyszłym pracodawcą podpisywane w trakcie nauki zawodu.

3.2. Wyższe uczelnie techniczne

Bariery rozwoju Przemysłu 4.0 mają związek przede wszystkim z dostępem do adekwatnie wykształconych kadr. Jest to zrozumiałe w obliczu dużych oczekiwań, co do interdyscyplinarnych kompetencji, stawianych inżynierom. Już obecnie od inżynierów oczekuje się umiejętności interdyscyplinarnych. Wyróżnikiem kompetencji przyszłości jest powiązanie umiejętności technicznych (których nabycie wymaga solidnej edukacji), przymiotów charakterologicznych (trudniejszych do wyćwiczenia) i umiejętności miękkich, których trzeba uczyć się z zastosowaniem innych strategii niż w odniesieniu do wiedzy ścisłej.

Wprowadzane zmiany w zakresie kształcenia zawodowego obejmują także uczelnie wyższe. Opublikowana w roku 2018 „Konstytucja dla Nauki 2.0” [8] wprowadza bardzo istotny podział szkół wyższych na uczelnie akademickie i zawodowe.

Niezależnie od zmian formalnych [8] konieczne są zmiany w zakresie sposobu kształcenia. Kształcenie kadry technicznej na wszystkich poziomach edukacji wymaga zmian w sposobie nauczania i większego zaangażowania ze strony przyszłych pracodawców umożliwiających dostęp do nowych technologii i wdrażanych projektów zarówno pracownikom naukowym, jak i studentom. Poszukiwane są różne rozwiązania „wiążące” naukę z przemysłem. Na diagramie (rys. 6) przedstawiono uproszczone schemat powiązań: nauka – przemysł.



Rys. 3. Preferowany model współpracy uczelnia – przemysł [7]

Uczelnie wyższe na całym świecie poszukują optymalnych form kształcenia pozwalających dostosować umiejętności i wiedzę absolwentów do wymogów przedsiębiorców-pracodawców. Dąży się do przygotowania studentów do elastycznego myślenia, a także nauczenia ich, jak zastosować wiedzę teoretyczną w różnych sytuacjach praktycznych.

Można przyjąć, że wzorcem nauczania jest program – system CDIO [7], [9]. System kształcenia CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate) może być uznany za najskuteczniejszy, jeżeli chodzi o nowoczesne przemysłowe kształcenie inżynierów. Model kształcenia powstał w latach 90. w MIT (Massachusetts Institute of Technology) w USA.

Zaproponowano wtedy nową wizję kształcenia polegającą na:

- odejściu od typowych nauk inżynierskich jako kontekstu w zamian za położenie nacisku na rozwój systemów i produktów;
- porzuceniu oderwanego studiowania odrębnych dyscyplin na rzecz systemu zintegrowanego, widzącego problemy wymagające dla ich rozwiązania wielu obszarów wiedzy, w tym nauk społecznych i zarządzania;
- odejściu od projektowania jako podstawy kształcenia inżynierów i przejściu do myślenia systemowego „wyobraź sobie – zaprojektuj – skonstruuj – oceń swoje rozwiązanie”.

Powstała następnie elitarna organizacja – konsorcjum CDIO Initiative. Członkami – założycielami CDIO Initiative były szwedzkie uczelnie: Chalmers University of Technology w Göteborgu, Linköping University w Linköping, Kungliga Tekniska Högskolan w Sztokholmie oraz amerykańska uczelnia Massachusetts Institute of Technology. Obecnie CDIO Initiative liczy niemal 70 członków z 27 krajów, w tym z wielu najlepszych światowych uczelni.

Istotnym jest fakt, że system CDIO opiera się na 12 tzw. złotych standardach, stanowiących program wdrażania nowoczesnego systemu kształcenia inżynierów, które nie muszą być przyjmowane in extenso dla każdej uczelni. Szczegółowy, zalecany program studiów rekomenduje nie tylko klasyczne treści związane z naukami ścisłymi, ale także kształtowanie umiejętności i cech osobowych oraz zawodowych [10]. Podejście takie wpisuje się w filozofię kształcenia inżyniera Przemysłu 4.0

Jak dotąd, z Polski jedynie Politechnika Gdańska znalazła się w gronie uczelni – członków CDIO Initiative, przyjętych przez konsorcjum i aspirujących do wdrożenia nowoczesnego systemu kształcenia. Pozostałe polskie uczelnie realizują kształcenie zgodnie z wymogami Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, na miarę posiadanego zaplecza badawczego oraz aparatury naukowej.

4. KRAJOWA OFERTA SZKOLENIOWA

Odpowiedzią na bieżące zapotrzebowanie rynku są podejmowane przez wyższe szkoły techniczne, uniwersytety oraz wyższe szkoły ekonomiczne inicjatywy obejmujące kierunkowe studia podyplomowe, menadżerskie czy MBA pozwalające na uzupełnienie niezbędnej wiedzy z obszaru Przemysłu 4.0

W tabelicy 1 przedstawiono ofertę kształcenia wybranych uczelni wytypowanych z aktualnego rankingu wyższych uczelni [11].

Tablica 1. Oferta uczelni wyższych

L.p.	Nazwa uczelni	Forma szkolenia/charakter
1	Politechnika Śląska, Gliwice Międzynarodowe Centrum Badań Interdyscyplinarnych	MBA Przemysł 4.0
2	Politechnika Śląska, Gliwice Wydział Mechaniczny Technologiczny	Inkubator Liderów Przemysłu 4.0 [Jednosemestralne szkolenie/kurs]
3	Politechnika Warszawska Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych Wydział Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej	Akademia Industry 4.0 [Dwusemestralne studia podyplomowe]
4	Politechnika Poznańska Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji	Informatyczne systemy zarządzania produktem i procesem w przemyśle 4.0. [Dwusemestralne studia podyplomowe]
5	Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów	PRZEMYSŁ 4.0 (INDUSTRY 4.0) [Dwusemestralne studia podyplomowe]
6	Akademia Leona Koźmińskiego, Warszawa	Menedżer w Przemysle 4.0 [Dwusemestralne studia podyplomowe]

Spośród wielu inicjatyw szkoleń spoza uczelni wyróżnia się oferta firm ASTOR i Nowych Motywacji, które stworzyły „Program Rozwoju Kompetencji Inżyniera 4.0”[12]. Na terenie kraju są również oferowane liczne szkolenia, kursy czy też cykliczne konferencje poświęcone tematyce Przemysłu 4.0. Wybrane, aktualne imprezy zamieszczono w tabelicy 2.

Tablica 2. Konferencje, wykłady

L.p.	Organizator /termin	Charakter przedsięwzięcia/przedmiot/prelegent
1	Control Engineering Polska Sound Garden Hotel Airport 7 kwietnia 2020, Warszawa	Konferencja & Wystawa – Przemysł 4.0 (V Edycja)
2	Szkoła Biznesu Politechniki Warszawskiej Warszawa, 14.06.2019 r.	Wykład: Przemysł 4.0, a rozwój gospodarki. Dr Jan Filip Staniłko Dyrektor Departamentu Innowacji Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii
3	AHK Polska, Biuro Regionalne w Poznaniu Międzynarodowe Targi Poznańskie, Poznań, 05.06.2019 r.	Konferencja: Czwarta rewolucja w polskich fabrykach – aktualny stan i oczekiwania
4	Komputronik Biznes, Poznań Novotel Wrocław Centrum Wrocław, 16 maja 2019 r.	Konferencja: Przemysł 4.0
5	Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wielkopolskim Gorzów Wielkopolski 26 kwietnia 2019 r.	Międzynarodowa konferencja naukowa PRZEMYSŁ 4.0. Algorytmizacja problemów oraz digitalizacja procesów i urzędzeń

5. KRAJOWE INICJATYWY Z OBSZARU PRZEMYSŁ 4.0

Jednym z kluczowych elementów dotarcia z sukcesem do przedsiębiorców z nowymi trendami w zarządzaniu procesami wytwórczymi jest tworzenie silnych powiązań nauki z przemysłem. W tym celu podejmowane są różnego rodzaju inicjatywy organizacyjne typu fundacja, klastr, centrum kompetencji, platformy tematyczne czy też pojedyncze projekty badawczo-rozwojowe. Wsparcia tutaj udzielają: Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Polska Agencja Rozwoju Gospodarczego, Izby Gospodarcze czy też wojewódzkie i lokalne władze samorządowe.

5.1. Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości [13], [14]

Celem Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości będzie działanie na rzecz wzrostu konkurencyjności przedsiębiorców i ich rozwoju w kierunku przemysłu 4.0. To m.in. wsparcie ich transformacji cyfrowej w zakresie procesów, produktów i modeli biznesowych, wykorzystujących najnowsze osiągnięcia z dziedziny automatyzacji, sztucznej inteligencji, technologii teleinformatycznych oraz komunikacji pomiędzy maszynami oraz człowiekiem a maszynami.

Ustawa [12] o Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości jest wynikiem realizacji projektu Polska Platforma Przemysłu 4.0, ujętego w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. Wskazuje ona reindustrializację jako jeden z filarów nowego modelu gospodarczego dla Polski.

5.2. Krajowy Klastr Industry 4.0 [15]

Krajowy Klastr INDUSTRY 4.0 powstał w wyniku inicjatywy zakładów przemysłowych znajdujących się na Podkarpaciu oraz w Centralnym Okręgu Przemysłowym przy współpracy z Politechniką Rzeszowską, jako odpowiedź na dynamiczny rozwój innowacyjnych systemów komputerowego wsparcia produkcji, automatyzacji i informatyzacji

procesów wytwarzania zgodnych z ideą INDUSTRY 4.0. Na podstawie podpisanych w dniu 6 października 2017 roku dokumentów założycielskich Stowarzyszenie uzyskało osobowość prawną w dniu 8 listopada 2017 roku i zostało zarejestrowane jako Stowarzyszenie Krajowy Klaster INDUSTRY 4.0. Bazując głównie na dorobku Centralnego Okręgu Przemysłowego, Klaster ma na celu rozwijać innowacyjne rozwiązania dla polskiego przemysłu i umacniać jego międzynarodową pozycję w obszarach innowacyjnych technologii. Siedzibą Klastra jest stolica województwa podkarpackiego – Rzeszów.

5.3. Inkubator Liderów Przemysłu 4.0[16]

Interesującym projektem realizowanym na Politechnice Śląskiej w Gliwicach jest Inkubator Liderów Przemysłu 4.0, będący odpowiedzią na zapotrzebowanie na kadre pracującą na rzecz Polskiej Platformy Przyszłości (PPP) oraz Centrów Kompetencji Przemysłu 4.0 (CKP 4.0). Celem projektu jest przygotowanie kadry wykszcolonej w oparciu o jednakowe standardy i reprezentującej wyrównany poziom wiedzy technicznej z obszaru nowych technologii oraz modeli biznesowych. Nowa kadra będzie realizować zadania PPP oraz CKP4.0 (promowanie idei Przemysłu 4.0 – technologie Przemysłu 4.0) i ich integrację. Instytucją kierującą Inkubatorem Liderów Przemysłu 4.0 jest Ministerstwo Rozwoju, natomiast koordynatorem Inkubatora jest Politechnika Śląska.

Projekt o charakterze szkolenia/kursu w wymiarze jednego semestru dedykowany jest:

- (S) doktorantom i młodym pracownikom naukowym (do 35 lat) z wykształceniem technicznym;
- (N) nauczycielom akademickim i/lub przedstawicielom przemysłu.

5.4. Śląskie Centrum Kompetencji Przemysłu 4.0 [17]

W 2017 roku ze wspólnej inicjatywy Katowickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej i Politechniki Śląskiej powstało Śląskie Centrum Kompetencji Przemysłu 4.0. Umowa konsorcjum oficjalnie powołująca do życia ŚCKP 4.0 została podpisana w dniu 21 lutego 2018 roku w Ministerstwie Przedsiębiorczości i Technologii.

Śląskie Centrum Kompetencji Przemysłu 4.0 działa w modelu „one-stop-shop” obejmującym wiedzę i dostęp do zaawansowanych technologii Przemysłu 4.0. ŚCKP 4.0 prowadzi odbiorców (przedsiębiorców i pracodawców) przez poszczególne etapy procesu transformacji cyfrowej. Dzięki temu odbiorca czy partner ŚCKP będzie:

- bardziej świadomy korzyści, jak i zagrożeń procesu transformacji cyfrowej;
- lepiej planować i bezpiecznie prowadzić proces transformacji cyfrowej;
- skutecznie angażować personel w realizację transformacji cyfrowej;
- stawać się bardziej dynamiczną organizacją (elastyczną, świadomą, skuteczną w reakcjach na zmiany).

5.4.1. Współpraca OBRUM sp. z o.o. oraz ŚCKP

Zarząd Ośrodka podjął decyzję o włączeniu tematyki przemysłu 4.0 do nowych obszarów prac pozwalających pracownikom sprostać nadchodzącym wyzwaniom. OBRUM sp. z o.o. zadeklarował wolę współpracy ze Śląskim Centrum Kompetencji Przemysłu 4.0, podpisując w dniu 10 maja 2019 r. (rys. 4) List intencyjny o współpracy.



Rys. 4. Podpisanie listu intencyjnego (fot. OBRUM sp. z o.o.)

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” sp. z o.o. na potrzeby komunikacji zewnętrznej będzie się mógł posługiwać statusem: „Partner Śląskiego Centrum Kompetencji Przemysłu 4.0”.

6. PODSUMOWANIE

Wyzwania stojące przed pracownikami współczesnych zakładów przemysłowych wdrażających nowoczesne technologie przemysłu 4.0 wymagają ciągłego uczenia się i uzupełniania wiedzy praktycznie podczas całego okresu aktywności zawodowej. Wprowadzane przekształcanie procesów wytwórczych i zmiany z tym związane obejmują nie tylko kadre zarządzającą czy specjalistów, ale również operatorów maszyn i pracowników liniowych. *Możliwość pracy z nowoczesnymi urządzeniami, jest postrzegana przez wiele osób jako element rozwoju zawodowego (choć oczywiście można też obserwować naturalny opór, często wynikający z lęku przed nieznanym). Co jednak znamienne – nie istnieje tu prosta zależność pomiędzy wiekiem pracownika i jego aspiracjami do przekwalifikowania się na Industry 4.0.* [3].

W raporcie Smart Industry Polska 2019 [2] zespół badawczy zwraca uwagę na kwestie edukacji. Ponad połowa ankietowanych uznała aktualny system edukacyjny za niedostosowany do opisywanych wymogów innowacyjnego przemysłu. Fakt ten dostrzegają zwłaszcza starsi stażem inżynierowie, obserwując rozmiijające się z realnymi potrzebami przygotowanie młodych kadr.

Zarówno w Polsce, jak i innych krajach pojawiają się głosy mówiące o tym, że kompetencje i umiejętności inżynierów odbiegają od wymagań pracodawców, które to z kolei zostały narzucone w wyniku dynamicznych zmian, jakie niesie za sobą rewolucja przemysłowa 4.0. Dotyczy to zarówno osób, które już są zatrudnione, jak i absolwentów politechnik szukających swojej pierwszej pracy w zawodzie [3], [4], [5].

Od pracodawców płynie też przekaz do przedstawicieli politechnik. Przez lata typowym modelem kształcenia inżynierów była głęboka, ale też dosyć wąska specjalizacja techniczna.

O ile polskie uczelnie na pewno potrafią kształcić dobrych inżynierów, o tyle obecnie potrzeba czegoś więcej, bowiem ewoluje samo pojęcie inżyniera. Przemysł 4.0 będzie wymagał interdyscyplinarnego i międzywydziałowego podejścia, a także łączenia wiedzy i umiejętności z kilku dziedzin [2], [3], [4].

Pomimo podejmowanych w kraju szeregu innowacyjnych działań i przedsięwzięć zmieniających system kształcenia na poziomach średnim i wyższym, mamy przed sobą długą drogę do osiągnięcia standardów zachodnich. Wymagane są bardzo duże nakłady, jakie należy jeszcze ponieść, by zapewnić kształcenie łączące wiedzę z umiejętnościami. Miejsce

pracy będzie wtedy miejscem, w którym absolwenci nie będą się uczyli, ale będą się rozwijali i zdobywali doświadczenie [7].

Inżynier oraz menedżer Przemysłu 4.0 – to nowi specjaliści, którzy będą coraz częściej poszukiwani na rynku pracy, i których będzie coraz trudniej pozyskać z uwagi na coraz to większe zapotrzebowanie na tych specjalistów.

Przedsiębiorcy planujący wprowadzanie nowych technologii przy optymalizacji kosztów ich wdrażania, winni podejść ewolucyjnie do zmian, przygotowując i dostosowując stopniowo kadrę zarządczą i specjalistów do realizowanych projektów z obszaru Przemysłu 4.0.

7. LITERATURA

- [1] Schwab K.: Czwarta rewolucja przemysłowa. Wydawnictwo Studio EMKA. Warszawa, 2018.
- [2] Smart Industry Polska 2019. Inżynierowie w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. Raport z badań. Ministerstwo Technologii i Przedsiębiorczości / Simens. Warszawa, maj 2019 r. https://www.siemens.pl/pool/files/2019_05_smart-industry-polska2019_raport.pdf [dostęp – 12.06.2019 r.]
- [3] Piątek Z.: Kim powinien być inżynier w Przemysle 4.0, Automatyka B2B. Portal Branżowy, 22 sierpnia 2018 r., <https://automatykab2b.pl/gospodarka/49961-kim-powinien-byc-inzynier-w-przemysle-4-0> [dostęp - 12.06.2019 r.]
- [4] Inżynierowie Przemysłu 4.0. [Nie]gotowi do zmian. ASTOR WHITEPAPER 2017. ASTOR sp. z o.o., Kraków 2017
https://www.astor.com.pl/images/Industry_4.0_Przemysl_4.0/ASTOR_Inzynierowie_4.0_whitepaper.pdf[dostęp - 25.04.2019 r.]
- [5] Bujara M.: Umarła fabryka, niech żyje fabryka. Gazeta Wyborcza. Sobota-niedziela 16 -17 września 2017. Magazyn Świąteczny.
- [6] Zawłocki I., Niewiadomski K.: Kształcenie i doskonalenie kadr pracowniczych w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. Edukacja-Technika-Informatyka nr 3/21/2017.
- [7] Panasiuk J., Kaczmarek W.: Zapewnienie ciągłości edukacji technicznej w kontekście wymagań Przemysłu 4.0. Napędy i Sterowanie nr 6, czerwiec 2018 r.
- [8] Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Dziennik Ustaw 2018 poz. 1668
- [9] Kształcenie inżyniera przyszłości. <http://pg.gda.pl/info/cdio/> [dostęp – 12.06.2019 r.]
- [10] Sobieszczyk S., Zieliński A.: System kształcenia inżynierów przyszłości: Conceive-Design-Implement-Operate CDIO) <https://pg.edu.pl/documents/10607/4567904/bfda0c64900375a140f7cf91ab0de34f.pdf>[dostęp – 12.06.2019]

- [11] Ranking Szkół Wyższych 2019. Perspektywy.
<http://ranking.perspektywy.pl/RSW2019/>[dostęp – 12.06.2019 r.]
- [12] Piątek Z. Jak rozwijać kompetencje inżyniera 4.0? <http://przemysl-40.pl/index.php/2018/04/11/jak-rozwijac-kompetencje-inzyniera-4-0/>
[dostęp -12.06.2019 r.]
- [13] Ustawa z dnia 17 stycznia 2019 r. o Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości.
Dziennik Ustaw 2019 poz.229.
- [14] Przemysł 4.0. <https://www.gov.pl/web/przedsiębiorczosc-technologie/przemysl-40>
[dostęp – 13.06.2019 r.]
- [15] Krajowy Klaster Industry 4.0. <http://industry40.edu.pl/o-nas/> [dostęp -12.06.2019 r.]
- [16] Inkubator Liderów Przemysłu 4.0. <http://przemysl40.polsl.pl/> [dostęp - 13.06.2019 r.]
- [17] Śląskie Centrum Kompetencji Przemysłu 4.0. <http://www.ksse.com.pl/test-2335>
[dostęp – 13.06.2019 r.]

INDUSTRY 4.0 ENGINEER

Abstract. The article presents the requirements set for professionals employed in industry as a result of the changes related to the implementation of the Industry 4.0 concept. The challenges and necessary new competencies of specialists are described. The current model of vocational education in Poland is referred to. Some selected offers of specialist education in universities are presented. Polish initiatives are also discussed, aimed at familiarizing and facilitating entrepreneurs to implement new technological areas that form the basic structures of Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0, Industry 4.0 engineer, specialized education