Raport z prac

4. Grupy Roboczej ds. kształcenia, kompetencji
i zasobów kadrowych dla Przemysłu 4.0

Zespołu ds. Transformacji Przemysłowej

zrealizowanych w okresie

od 22 września 2016 r. do 20 kwietnia 2017 r.

Warszawa, 20 kwietnia 2017 r.

Zespół autorów sprawozdania:

Małgorzata KALICZYŃSKA
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP
mkaliczynska@piap.pl, tel. 22 874 01 46

Opracowanie struktury raportu na podstawie przygotowanych materiałów, dobór dodatkowych źródeł – materiały z konferencji, forów, informacji prasowych, stron internetowych, międzynarodowych raportów, wyników prac innych Grup (2. i 3.)

Ewa MIKOS-ROMANOWICZ – Siemens Sp. z o.o.

Mariusz OLSZEWSKI – Politechnika Warszawska, Wydział Mechatroniki

Anna SZERLING, Jan ŁYSKO Instytut Technologii Elektronowej

Anna TIMOFIEJCZUK – Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny

Małgorzata STOCH, Jarosław GRACEL – ASTOR Sp. z o.o.

Piotr PAŁKA – Politechnika Warszawska, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych

Tomasz KULISIEWICZ – Polskie Towarzystwo Informatyczne

Zygmunt NIECHODA – Polski Komitet Normalizacyjny

Witold MORAWSKI – Festo Sp. z o.o.

Kamil SITARSKI – Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania

Krzysztof PIETRUSEWICZ – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Wydział Elektryczny

Wojciech TRZASKO – Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

Jakub SAWICKI – Instytut Maszyn Przepływowych

Spis treści

1. Wprowadzenie 4
2. Identyfikacja interesariuszy 6
3. Inwentaryzacja zasobów ośrodków (uczelnie techniczne i firmy) prowadzących innowacyjne metody kształcenia i doszkalania 8
4. Identyfikacja potrzeb przemysłu w zakresie wsparcia kadrowego o określonych kompetencjach 10
5. Opracowanie kierunków/programów kształcenia na różnych poziomach 14
   a. O potrzebie modyfikacji istniejących programów 14
      Rola normalizacji 14
      Fizyka dostosowana do współczesnych osiągnięć techniki 16
   b. Dostosowanie systemu edukacji zawodowej w zasadniczych szkołach zawodowych, branżowych i technikach 16
6. Innowacyjne formy kształcenia 19
   a. Nowoczesne modele nauczania 19
      Problem Based Learning 20
      Design Thinking 21
   b. Innowacyjne formy kształcenia na uczelniach wyższych w Polsce 22
   c. Poziom kształcenia – uczelnie wyższe 23
   d. Inne propozycje tworzenia nowoczesnych programów studiów 24
      Propozycja Wydziału Zarządzania Politechniki Warszawskiej 24
      Propozycja Wydziału Elektrycznego Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego – Model-Based Systems Engineering w projektowaniu siatek studiów dla Przemysłu 4.0 24
7. Centra kompetencji cyfrowych 25
   a. Stan aktualny 25
   b. Dobór ośrodków i kadr – ekspertów 26
   c. Wyposażenie centrów kompetencji cyfrowych 30
8. Inne formy działania 4. Grupy Roboczej 34
9. Śledzenie aktywności innych podmiotów w obszarze kształcenia i kompetencji 35
   a. Rada Sektorowa ds. Kompetencji IT 35
   b. Szerokie Porozumienie na rzecz Rozwoju Umiejętności Cyfrowych 35
   c. Instytut Badań Edukacyjnych 36
10. Podsumowanie 37

1. Wprowadzenie

Koncepcja Przemysłu 4.0 zakłada, że znaczną część produkcji przemysłowej za 10–15 lat będą realizowały inteligentne zdygitalizowane fabryki, w których będzie dominowała mechatronizacja produktu i procesu, osiągnięta dzięki nasyceniu urządzeniami automatyki, zrobotyzowanymi liniami produkcyjnymi, systemami zdalnego sterowania – realizowana za pomocą narzędzi informatycznych i internetowych. W efekcie szybkość produkcji wzrośnie o około 30%, a wydajność co najmniej o 25%. Jednocześnie wyeliminowane zostaną reklamacje, zauważalna będzie oszczędność materiałów. Cechą charakterystyczną Przemysłu 4.0 będzie produkcja szybka i zindywidualizowana na potrzeby klienta, a nie tania i masowa.

Zmiany w procesach produkcji będą możliwe tylko w przypadku zagwarantowania odpowiedniego kapitału ludzkiego – Pracownika 4.0. Nowe obszary, dzisiaj jeszcze najczęściej niezdefiniowane, będą wymagały nowych kompetencji i nowych specjalistów. Tempo zmian może być duże, w związku z tym konieczne będą również zmiany zawodu, kolejne przekwalifikowania. To wszystko sprawia, że edukacja i kształcenie kadr dla Przemysłu 4.0 odgrywa kluczową rolę w przygotowaniu społeczeństwa do działania w obliczu nadchodzącej czwartej rewolucji przemysłowej.

Zagadnienia identyfikacji potrzeb przemysłu na kadry o określonych kompetencjach i wymaganych umiejętnościach, edukacji, kształcenia i doszkalania (na różnych poziomach), również nauczycieli zawodów, określenie kierunków kształcenia zawodowego na poziomie średnim i wyższym, a także tworzenie centrów kompetencji cyfrowych są kluczowe dla transformacji polskiego przemysłu zgodnie z koncepcją Przemysłu 4.0. Z tego względu 4. Grupa robocza ds. kształcenia, kompetencji i zasobów kadrowych dla Przemysłu 4.0 wchodząca w skład Zespołu ds. Transformacji Przemysłowej działającego przy Ministerstwie Rozwoju skoncentrowała się na tych właśnie zagadnieniach.

W skład Grupy weszli najwyższej klasy specjaliści reprezentujący zarówno administrację państwową, polskie uczelnie wyższe, instytuty naukowe PAN, instytuty badawcze, organizacje, organizacje społeczne oraz przedsiębiorstwa z szeroko rozumianej branży automatyki i robotyki, aktywnie działające na rynku polskim.

W Grupie powołano 5 podgrup i osoby je prowadzące – koordynujące działania dotyczące poszczególnych problemów:

1. Identyfikacja interesariuszy – Ewa Mikos-Romanowicz
2. Inwentaryzacja zasobów ośrodków (uczelnie techniczne i firmy) prowadzących innowacyjne metody kształcenia i doszkalania – Anna Szerling
3. Identyfikacja potrzeb przemysłu w zakresie wsparcia kadrowego o określonych kompetencjach – Anna Timofiejczuk
4. Opracowanie kierunków/programów kształcenia na różnych poziomach – Piotr Pałka
5. Zdefiniowanie założeń dla Centrów Kompetencji w obszarze kształcenia – Anna Timofiejczuk

W ramach prac Grupy (dla rozpatrywanych zagadnień) dokonano analizy stanu obecnego, zdefiniowano oczekiwany stan docelowy oraz przedstawiono wstępne rekomendacje. Opracowany początkowo plan pracy przewidywał działanie Grupy do końca 2017 r. Na skutek skrócenia czasu pracy o ponad sześć miesięcy, niektóre zadania zostały przedefiniowane. Planowane jest dalsze prowadzenie prac w tym zakresie w kolejnym okresie realizacji projektu.

Przedstawione sprawozdanie jest wynikiem dyskusji prowadzonych w trakcie siedmiu spotkań 4. Grupy, które odbyły się w dniach:

- 22 września 2016 r. – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP,

- 25 października 2016 r. – SIEMENS Polska,
- 5 grudnia 2016 r. – Ministerstwo Rozwoju,
- 11 stycznia 2017 r. – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP,
- 2 lutego 2017 r. – Ministerstwo Rozwoju,
- 28 lutego 2017 r. – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP,
- 24 marca 2017 r. – Ministerstwo Rozwoju.

2. Identyfikacja interesariuszy

Interesariusz to podmiot prawny, organizacja, stowarzyszenie lub osoba prywatna, która jest zainteresowana udziałem w przygotowaniu kadr na potrzeby Przemysłu 4.0. Identyfikacja interesariuszy została przeprowadzona na dwóch płaszczyznach:

- zdefiniowano uczestników grupy roboczej oraz listę adresową konkretnych podmiotów i osób, które je reprezentują;
- zdefiniowano listę potencjalnych uczestników prac – zaproszone instytucje i ich przewidywaną rolę w kształceniu kadr dla Przemysłu 4.0.

Zidentyfikowano 12 kategorii interesariuszy, zidentyfikowano 60 organizacji, instytucji, podmiotów. Zdefiniowano możliwe obszary współpracy w odniesieniu do tych podmiotów.

Kategoria	**Nazwa organizacji**	**Rola w kształceniu na rzecz Przemysłu 4.0**
Rząd RP	Ministerstwo Rozwoju	inicjator oraz koordynator działań
	Ministerstwo Edukacji Narodowej	reprezentowane przez Departament Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego
	Ministerstwo Spraw Zagranicznych	w ramach programu UE POWER
	Ministerstwo Cyfryzacji	Kształcenie związane z infrastrukturą i cyberbezpieczeństwem
	Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego	Tworzenie kierunków studiów technicznych, dopasowanie programów nauczania w ramach już istniejących kierunków zgodnie z ideą Przemysłu 4.0
Samorząd	Urzędy marszałkowskie	programy regionalne – finansowanie działań placówek edukacyjnych w regionach; źródło informacji na temat bazy edukacyjnej vs. potrzeby lokalnego rynku pracy
	Urzędy powiatowe	Wpływ na szkolnictwo średnie techniczne
Szkoły zawodowe i centra kształcenia CKP, CKZ, CKU	Licea profilowane	Kształcenie kadr
	Technika	Kształcenie kadr
	Szkoły zawodowe	Kształcenie kadr
	Centra kształcenia	Kształcenie kadr oraz podnoszenie kwalifikacji osób aktywnych na rynku pracy
Szkoły wyższe	Uczelnie techniczne	Kształcenie kadr
	Wyższe Szkoły Zawodowe	Kształcenie kadr
	Uczelnie niepubliczne	Kształcenie kadr
Ośrodki szkoleniowe	Firmy konsultingowe	Kształcenie kadr
	Akademie umiejętności	Kształcenie kadr
Organizacje i agencje rządowe	PARP	Tworzenie programów wspierających kadry
	ARP	Tworzenie programów wspierających kadry
	NCBiR	Tworzenie programów finansujących kształcenie kadr
	OPI	Analiza stanu zaangażowania placówek edukacyjnych w kształcenie na rzecz Przemysłu 4.0; zaangażowania w prace w R&D
	PFR	Finansowanie programów wspierających kadry
	KPK	Koordynacja programów unijnych wspierających kadry
Inne organizacje i stowarzyszenia	PKN	Normalizacja
	Polskie Towarzystwo Informatyczne	Polskie Towarzystwo Informatyczne
	POLSPAR	Polskie Stowarzyszenie Pomiarów, Automatyki, Robotyki
Instytuty badawcze	PIAP	Automatyka, robotyka i pomiary w Przemyśle 4.0
	CIOP	BHP w Przemyśle 4.0
	GIG	Przemysł 4.0 w górnictwie
	ICM	Sieciowanie działań
	ITE	Przemysł 4.0 w elektronice, współpraca z szkołami i uczelniami
	Inne branżowe	
	MŚP	Klienci programów powszechnych

Przedsiębiorstwa produkcyjne	Duże firmy	Twórcy programów dualnych, wzorce programów kształcenia
Dostawcy rozwiązań Przemysłu 4.0	Dostawcy sprzętu	Współtworzenie programów szkoleniowych, demo rooms
	Dostawcy software	Współtworzenie programów szkoleniowych, wirtualne laboratoria
	Dostawcy infrastruktury	Współtworzenie programów szkoleniowych
Specjane Strefy Ekonomiczne, Izby gospodarcze i klastry	Specjalne Strefy Ekonomiczne	Lokalne programy szkoleniowe, sieciowanie działań; źródło wiedzy o potrzebach kadrowych pracodawców
	PIIT	Sieciowanie działań, zbieranie informacji na temat potrzeb kadrowych
	KIGEIT	Sieciowanie działań, zbieranie potrzeb informacji na temat potrzeb kadrowych
	Klastry kluczowe	Sieciowanie działań, zbieranie potrzeb informacji na temat potrzeb kadrowych
	Inne stowarzyszenia	Sieciowanie działań, zbieranie potrzeb informacji na temat potrzeb kadrowych
Osoby indywidualne	Kadra zarządzająca	Klienci programy promujących przemysł 4.0 w produkcji, decydenci programów szkoleniowych
	Inżynierowie	Uczestnicy szkoleń
	Technicy	Uczestnicy szkoleń
	Uczniowie szkół	Uczestnicy programów promocyjnych, praca nad miękkimi umiejętnościami i lekcji z podstaw prac technicznych
	Nauczyciele szkół każdego poziomu	Klienci programów instruktorskich

Opis stanu obecnego

Aktywnymi interesariuszami są członkowie 4 Grupy roboczej. Ich liczba dochodzi do 60 osób, jednak na poszczególnych spotkaniach zazwyczaj nie przekracza 20 osób. Część osób śledzi działania grupy zdalnie, wykorzystując w tym celu komunikację e-mail. Niektórzy członkowie grupy, zarówno aktywni, ale przede wszystkim ci mniej zaangażowani, nie do końca rozumieją tematykę Przemysłu 4.0. Bardzo często są to doskonali fachowcy, eksperci w swoich dziedzinach, ale nie potrafią patrzeć w przyszłość, nie mają wizji – są przywiązani do swojego *status quo*. Pojawia się również problem dojazdów – kosztów, często wykorzystywanych urlopów prywatnych. Brak natomiast poczucia wykonywania ważnej pracy, doceniania poświęconego czasu, sił. Zapraszanie kolejnych interesariuszy jest bardzo trudne, najlepsze efekty osiągane są dzięki znajomościom na polu zawodowym oraz prywatnym.

Stan docelowy

Konieczne jest zaktywizowanie zdecydowanie większej grupy interesariuszy – przedstawicieli wszystkich wymienionych w tabeli kategorii oraz dokładne określenie ich zadań w procesie edukacji, kształcenia i przygotowania kadr dla Przemysłu 4.0.

Rekomendacje

1. Należy wyznaczyć jeden podmiot odpowiedzialny za nawiązanie kontaktu i zaproszenie do współpracy nowych interesariuszy oraz określenia ich ról. Podmiotem tym może być powstająca Fundacja lub wskazana jednostka – 2–3 osoby, których zadaniem będzie tylko zdobywanie nowych kontaktów.
2. Należy możliwie szybko uruchomić portal internetowy Polska Platforma Przemysłu 4.0, gdzie interesariusze będą mogli umieszczać swoje dane podmiotów na temat zaangażowania w szeroko rozumianej edukacji na rzecz innowacyjnych technologii i docelowo Przemysłu 4.0.

3. Inwentaryzacja zasobów ośrodków (uczelnie techniczne i firmy) prowadzących innowacyjne metody kształcenia i doszkalania

Celem tego zadania było zinwentaryzowanie zasobów poszczególnych podmiotów – uczelni, jednostek badawczych (uczelnia, wydział, typ działań, program, opis doświadczeń), scharakteryzowanie unikalnej aparatury naukowo-badawczej na uczelniach oraz w działach B+R przedsiębiorstw. W przypadku działów B+R w firmach – zebranie informacji o prowadzonych pracach B+R, o współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami, sposobie udostępniania nagromadzonych doświadczeń.

Ze względu na potrzeby edukacyjne, konieczna jest również inwentaryzacja producentów innowacyjnych pomocy dydaktycznych do nauczania przedmiotów technicznych. Wartościowe będzie również zbieranie doświadczeń na temat inicjowania i wdrażania innowacyjnych rozwiązań w przemyśle, a także obserwacja praktyk światowych pionierów i liderów Industry 4.0.

Opis stanu obecnego

Obecnie zasoby ośrodków nie są zinwentaryzowane – tym samym najczęściej brak jest informacji, gdzie można znaleźć unikalną aparaturę, gdzie prowadzone są podobne badania. Podstawową grupą ośrodków, których zasoby należy zinwentaryzować są:

- publiczne uczelnie techniczne (18) oraz niepubliczne uczelnie techniczne (5) – https://pl.wikipedia.org/wiki/Uczelnie_techniczne_w_Polsce,
- jednostki naukowe – Instytuty PAN zgromadzone w ramach Wydziału IV Nauk Technicznych (13) – https://instytucja.pan.pl/index.php/wydzial-iv-nauk-technicznych,
- instytuty badawcze (115) – http://www.rgib.org.pl/index.php?option=com_sobi2&Itemid=, w tym 37 instytutów nadzorowanych przez Ministerstwo Rozwoju – http://mr.bip.gov.pl/instytuty-badawcze/instytuty-badawcze.html.

Wymienione ośrodki zostały zebrane na stronach internetowych – dostęp do stron internetowych jest łatwy, ale nawet wytrawnym szperaczom internetowym nie gwarantuje uzyskania wymaganych informacji. Jeszcze trudniej dotrzeć do działów B+R lub centrów szkoleniowych przedsiębiorstw; podobnie jest w przypadku producentów innowacyjnych pomocy dydaktycznych.

Stan docelowy

Konieczne jest zinwentaryzowanie zasobów poszczególnych podmiotów i udostępnienie ich w otwartym dostępie. Architektura udostępnionych danych powinna być dobrze przemyślana – zdefiniowana poprawnie semantyka i ontologia, co pozwoli na szybkie wyszukiwanie.

Rekomendacje

1. Należy opracować ankietę (wstępna postać została przygotowana) i przeprowadzić badania pilotażowe, np. w kilku jednostkach (co najmniej po jednej z każdej grupy – uczelnia, instytut PAN, instytut badawczy, dział B+R przedsiębiorstwa). Analizując wyniki należy poprawić ankietę i tak przygotowaną postać końcową udostępnić do dalszych badań.
2. Właściwe badania ankietowe powinny być poprzedzone pismem informującym o celu badań skierowanym do rektorów uczelni oraz dyrektorów instytutów i przedsiębiorstw. Pisma te powinny być podpisane przez Ministra Rozwoju.
3. Docelowe ankiety powinny być realizowane on-line. Konieczne jest wytypowanie 1–2 osób wsparcia merytorycznego przy problemach z wypełnianiem formularzy ankiety. Należy zatem możliwie szybko uruchomić portal internetowy Polska Platforma Przemysłu 4.0, gdzie zamieszczone zostaną odpowiednie formularze.

4. Istnieje pilna potrzeba budowania świadomości korzyści wynikających z wymiany informacji oraz współpracy z nowymi ośrodkami, co przyczyni się do unikania powielania prac – niezależnego rozwiązywania podobnych problemów w sąsiednich ośrodkach.

4. Identyfikacja potrzeb przemysłu w zakresie wsparcia kadrowego o określonych kompetencjach

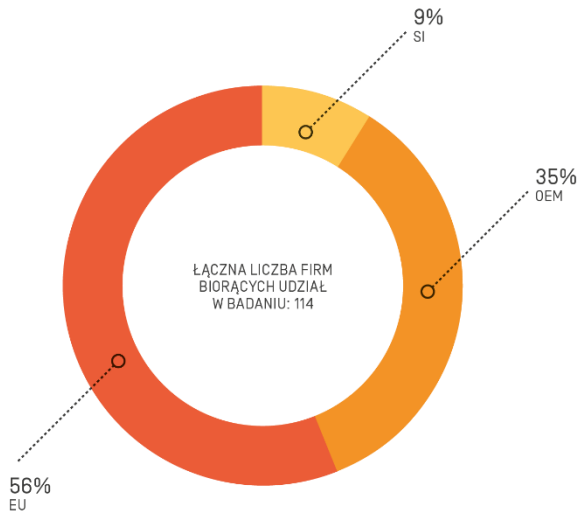
Celem tego zadania było przeprowadzenie badań ankietowych wśród przedsiębiorców oraz instytucji edukacyjnych, zdefiniowanie bazy wymaganych umiejętności, pozyskanie informacji z regionów przez Marszałków oraz Specjalne Strefy Ekonomiczne, zdefiniowanie bazy oczekiwanych kompetencji miękkich istotnych z punktu widzenia Industry 4.0 (jak zarządzanie zespołami, rozwiązywanie sytuacji kryzysowych w projektach, komunikacja w grupie inżynierów z różnych dziedzin).

Realizacja tego zadania pod kątem potrzeb Przemysłu 4.0 jest praktycznie niemożliwe, gdyż nie wiemy, jak będzie wyglądać rzeczywistość przemysłowa za lat 10–20. Można oczekiwać, że większość przedsiębiorstw zautomatyzuje w pełni swoje procesy produkcyjne, część również zrobotyzuje je. Wiele firm prowadzi restrukturyzację przez innowację. Aby osiągnąć sukces, firmy muszą przygotować siebie oraz swoich pracowników na zmiany. Wydajność produkcji można poprawić koordynując procesy zarządcze z procesami produkcyjnymi bez konieczności przezbrajania zakładu. W tym celu można spróbować zdefiniować cechy charakterystyczne Pracownika 4.0.

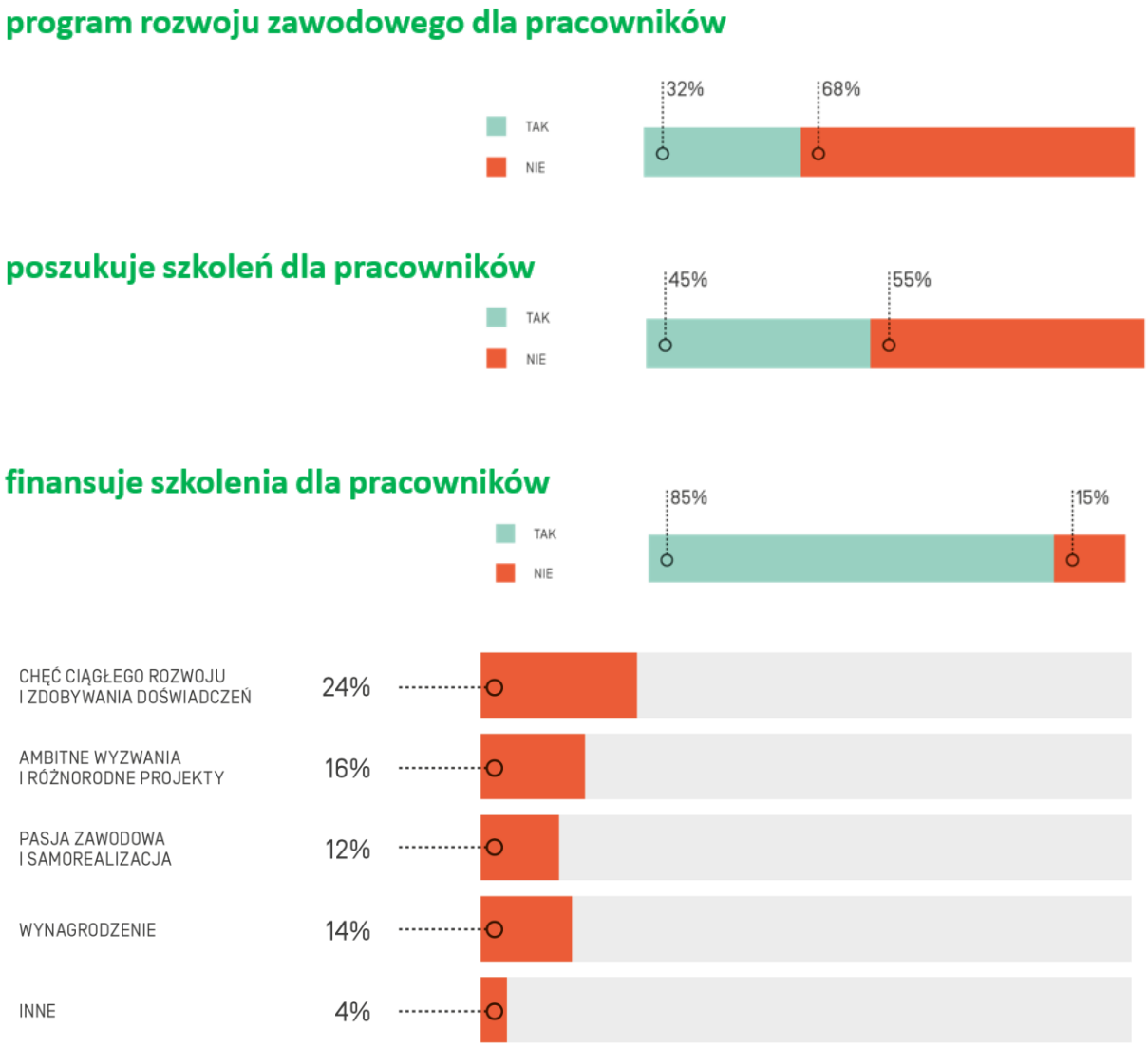
Opis stanu obecnego

Zaawansowanie Przemysłu 3.0, a więc robotyzacji opartej na cyfryzacji i zaawansowanej automatyzacji w Przemyśle 2.0, jest w polskim przemyśle nadal niedostateczne, aby można było z pełną odpowiedzialnością twierdzić o możliwościach natychmiastowego przeskoku do etapu określonego założeniami Platformy 4.0. Tylko 16% przedsiębiorstw jest w pełni zautomatyzowanych. Robotyzacja jest obecna w zdecydowanie mniejszej liczbie firm. Warto tu dostrzec, że tworzenie założeń Platformy 4.0 prowadzone jest właśnie w krajach o intensywnej robotyzacji produkcji przemysłowej.
Z rynku pracy odchodzą specjaliści wyuczeni w latach 80. i 90. (technicy i inżynierowie, którzy przechodzą na emerytury). Stanowili oni przez wiele lat bazę – tzw. siłę roboczą. Współcześni 40-latkowie – technicy i inżynierowie (absolwenci szkół i uczelni wyższych o specjalności automatyka i robotyka, mechatronika, informatyka) są bardzo dobrze wyedukowani, świetnie realizują swoje zadania. Inżynier 3.0, bo tak można określić współczesnego pracownika, to osoba logiczna, analityczna i systematyczna, która działa według zdefiniowanych procedur. Ma wrodzoną potrzebę poprawnego wykonywania zadań i koncentrowania się raczej na zagadnieniach niż na ludziach. Potrafi współpracować z ludźmi, ale w zespole, który zna. Nie lubi zmian i nowych sytuacji. Pracuje w sposób spokojny, od początku do końca rozważny, i ma umiejętność doprowadzania spraw do końca. Jest osobą bardzo uważną, uprzejmą, zorganizowaną, przewidywalną i metodyczną. Problem pojawia się, gdy konieczna jest komunikacja z innymi środowiskami (menedżerami, humanistami). Jest to efekt braku kompetencji miękkich. Wśród najmłodszych pracowników (urodzonych w połowie lat 80. i później) można zaobserwować „niestandardowe" podejście do pracy – swobodne godziny pracy, praca zdalna.

Ważnym elementem jest również uświadomienie pracodawcom potrzeb pracowników zatrudnianych w przemyśle. Celem przeprowadzonych w firmach badań Akademii ASTOR była próba odpowiedzi na pytanie **Czy polskie firmy rozwijają swoich inżynierów?** Badania zostały przeprowadzone wśród 114 firm z różnych obszarów:



Przeprowadzone badania wykazują, że tylko niespełna 1/3 pracodawców przygotowuje programy rozwoju zawodowego dla pracowników – planuje ich ścieżki kariery. Nieco więcej, bo 45% firm widzi potrzebę szkolenia pracowników i poszukuje odpowiednich szkoleń, natomiast 85% firm finansuje szkolenia (najczęściej zewnętrzne) pracowników:



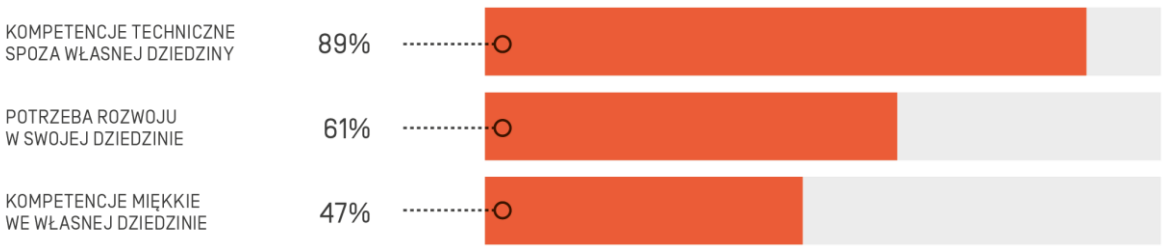
Współcześni inżynierowie poszukują możliwości rozwoju, chcą zdobywać doświadczenie i doskonalić swoją wiedzę, realizować ambitne wyzwania i ciekawe projekty. Jeśli dodatkowo w pracy będą rozwijać swoją zawodową pasję oraz samorealizować się, to pracodawca może być spokojny o swoją kadrę i jej stabilność.

Stan docelowy

Zautomatyzowane i zrobotyzowane w większym stopniu zakłady przemysłowe. Najważniejszy będzie jednak pracownik, który będzie tworzył siłę roboczą, zdefiniowaną na nowy sposób. **Inżynier 4.0** to osoba otwarta i aktywna, która lubi różnorodność zarówno w zakresie kontaktów z ludźmi, jak i wykonywanych zadań. Ma zdolność komunikowania innym bardzo technicznych, szczegółowych informacji z entuzjazmem i optymizmem, czym wzbudza u słuchaczy pozytywne odczucia odnośnie idei, którymi się dzieli. Przywiązuje dużą wagę do szczegółów i dąży do perfekcji. Zapewnia wysoką jakość wykonywanej pracy i przestrzeganie norm. Stosuje się do zasad i procedur. Inżynier 4.0 działa szybciej, jest bardziej elastyczny, otwarty na nowości, zmiany i kontakty z ludźmi, potrafi pracować w zespole, przekonywać i wywierać wpływ na innych, rozumie pojęcia i koncepcje z innych dziedzin.

Nowe kompetencje i umiejętności zdobywa w trakcie **studiów podyplomowych** oferowanych przez pracodawcę lub uznane ośrodki akademickie. W programie studiów podyplomowych powinny być dwie grupy zagadnień rozwijających dwa rodzaje kompetencji, przykładowo:

- Kompetencje miękkie, zarządcze – systemy zarządzania jakością ISO; praca z normami; zarządzanie projektami; koncepcja lean manufacturing, system 5S, system Kanban, diagramy Ishikawy; Design Thinking, Model Based Systems Engineering – twórcze rozwiązywanie problemów.
- Kompetencje w zakresie nowoczesnych technologii IT – analiza Big Data, data mining; chmury obliczeniowe; Internet Rzeczy; mobilne interfejsy, rozszerzona rzeczywistość.



W zależności od charakteru prac realizowanych przez pracowników (np. data mining) możliwa praca zdalna zadaniowa. Takie rozwiązanie jest zdecydowanie tańsze – pracownik nie ma biurka, nie korzysta z mediów, w praktyce poświęca więcej czas pracy.

Rekomendacje

1. Już dziś należy uczyć nowych kompetencji, m.in. etyki pracy – modyfikacja ram kwalifikacji.
2. Promowanie idei edukacji przy biznesie – szkolenia i studia podyplomowe organizowane przez pracodawców.
3. Firmy powinny budować plan rozwoju kompetencji swoich pracowników/inżynierów, żeby być przygotowanym na **szanse/wyzwania Przemysłu 4.0.**
4. Promowanie pracodawców, którzy planują ścieżki kariery swoich pracowników, stawiają na rozwój pracowników i motywują ich. Rozumieją, że rozwój pracowników (szkolenia, kursy, studia) wiąże się z kosztami, ale końcowe zyski będą zdecydowanie wyższe. Taki pracodawca, posiadający odpowiednie kompetencje społeczne (które również należy wykształcić) zasługuje na miano Menedżera 4.0.
5. Umożliwienie pracownikom realizującym projekty z zakresu zaawansowanych technologii IT (np. analityka Big Data, data mining, tworzenie systemów informatycznych) pracy zdalnej rozliczanej zadaniowo. Pamiętając o roli kompetencji miękkich należy zaplanować spotkania w firmie z współpracownikami (rozwiązanie hybrydowe).

5. Opracowanie kierunków/programów kształcenia na różnych poziomach

5.a O potrzebie modyfikacji obowiązujących programów nauczania

Rola normalizacji

Współcześnie normalizacja jest obecna w wielu dziedzinach życia. Normy stosowane są nie tylko w technice, ale również ekonomii, zarządzaniu, usługach, a nawet w sferze społecznej. Jako uznane reguły do dobrowolnego stosowania wspomagają, a często zastępują przepisy prawa, wzmacniając rozwój społeczeństwa obywatelskiego, w którym zainteresowani obywatele decydują o tym, co i w jaki sposób chcieliby osiągnąć. Normalizacja jest napędem nowoczesnego społeczeństwa. Redukuje koszty wyrobów i usług. Firmom pozwala zwiększyć efektywność i wydajność oraz wyniki biznesowe. W dobie globalizacji pozwala firmom wchodzić na rynki międzynarodowe i utrzymywać się na nich pomimo silnej konkurencji. Z tego względu znaczenie normalizacji rośnie. Współczesna gospodarka, aby była konkurencyjna, musi opierać się na innowacyjności. Normalizacja jest jednym z kluczowych czynników kreowania innowacyjności. Jest to tendencja światowa, dotycząca także przyszłości polskiej gospodarki. Potwierdzają to wyniki badań (*Swann 2000, Blind 2010*). Dotyczy to zarówno pojedynczych przedsiębiorstw (w odniesieniu do transferu technologii, znajomości rynków, dobrych praktyk zarządzania, uznawania jakości, technicznej realizacji wymagań prawnych), jak i państwa jako całości (w odniesieniu do konkurencyjności gospodarczej i dostępu do rynków światowych, zrównoważonego rozwoju, działalności regulacyjnej, zakupów publicznych), obywateli (jako konsumentów), a także środowisk naukowych (w odniesieniu do pomiarów, oceny ryzyka, rozpowszechniania innowacji). Z badań prowadzonych w wielu krajach przez ośrodki naukowe zajmujące się ekonomią (m.in.: *Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung* w Karlsruhe, *Forschungsinstitut für Rationalisierung* w Aachen, *Manchester Business School – University of Manchester, Centre for International Economics* w Sydney), często na zlecenie administracji rządowej lub wspólnie z krajowymi jednostkami normalizacyjnymi, wynika, że normy wnoszą znaczący wkład w rozwój gospodarczy [np. w Niemczech rzędu 27% wartości dodanej brutto w przemyśle rocznie (łącznie 1% całego PKB), w Austrii – 25%]. Dla firm inwestycja w normalizację jest bardzo korzystna, gdyż ma jeden z najwyższych wskaźników zwrotu [1 EUR zainwestowane w normalizację przynosi nawet do 40 EUR („*Der Nutzen der Normung für Volkswirtschaft*", *Austrian Standards Institute, Wiedeń*)]. Burzliwy postęp naukowo-techniczny prowadzący do powstania Przemysłu 4.0, w którym inteligentne fabryki (ang. *smart factories*) będą coraz bardziej zautomatyzowane, samo-optymalizujące się i komunikujące się z wytworzonymi przez siebie produktami w celu ich ulepszania, będzie wymagał coraz większego zaangażowania normalizacji, bez której nie możliwe jest uzyskanie pożądanej interoperacyjności czy konwergencji oraz wykorzystania coraz bardziej rozbudowanych narzędzi informatycznych.

W Unii Europejskiej normy są stosowane jako jeden z najważniejszych mechanizmów redukowania barier technicznych, dzięki czemu funkcjonuje Jednolity Rynek Europejski, którego integralną częścią jest Polska. Zatem udział w normalizacji na każdym szczeblu jest dziś niezbędny dla polskich przedsiębiorstw i innych organizacji, których normalizacja dotyczy. Ten udział dotyczy zarówno umiejętności doboru i stosowania norm, jak też czynnego udziału w normalizacji w celu organizowania procesu i opracowywania norm, poczynając od szczebla zakładowego, poprzez krajowy, a kończąc na międzynarodowym.

Infrastruktura jakości i bezpieczeństwa stanowiąca istotny czynnik funkcjonowania Jednolitego Rynku Europejskiego stanowi system powiązanych ze sobą trzech elementów: prawa technicznego, normalizacji i oceny zgodności. Znajomość tych zagadnień jest zatem niezbędna firmom, które chcą działać na rynku europejskim. Bez spełnienia unijnych wymagań prawnych (wzajemne uznawanie, harmonizacja

techniczna) oraz właściwego zastosowania oceny zgodności (rodzaje, procedury) nie mają możliwości wprowadzenia wyrobów i świadczenia usług na Jednolitym Rynku Europejskim.

Niestety, znajomość tego stanu rzeczy jest w polskim społeczeństwie znikoma – zarówno wśród młodego, jak i średniego pokolenia. Mimo rosnącej roli normalizacji w życiu gospodarczym, w powiązaniu z prawem technicznym i oceną zgodności, obecnie funkcjonująca edukacja formalna nie stwarza możliwości uzyskania odpowiedniej kwalifikacji zarówno na poziomie technika, jak i inżyniera. W tej dziedzinie Polska wypada bardzo niekorzystnie na tle innych krajów, w których tą tematykę wprowadzono na wszystkie poziomy edukacji. Skutki tego są widoczne: brak „konsumenckiego" podejścia do nabywanych dóbr i usług, słabsza konkurencyjność wielu polskich przedsiębiorstw (brak wykwalifikowanej kadry pracowniczej i menedżerskiej w tym zakresie skutkujący nieumiejętnością korzystania z norm), słabe wykorzystanie potencjału nowoczesnych i innowacyjnych technologii. Przedsiębiorcy sygnalizują brak wykwalifikowanych kadr w tej dziedzinie, zwłaszcza, że są świadomi rosnącej roli normalizacji dla zapewnienia swoim firmom możliwości przetrwania i rozwoju w świecie globalizacji rynków i rosnącej konkurencji. Również inne organizacje (np. instytucje naukowo-badawcze, organizacje techniczne itp.) zgłaszają potrzebę zatrudnienia specjalistów w obszarze normalizacji. Brak polskich ekspertów w gremiach opracowujących normy europejskie czy międzynarodowe może skutkować opracowaniem przez konkurentów norm, których postanowienia będą dla Polski niekorzystne i utrudnią polskim przedsiębiorstwom dostęp do rynków.

Inżynier przyszłości (Inżynier 4.0) powinien być przygotowany do aktualizacji wiedzy i śledzenia zmian na rynkach oraz w obszarze prawa technicznego, normalizacji (gdzie i jakie normy powstają), wyszukiwania norm i zrozumienia ich zapisów, stosowania norm w praktyce oraz udziału w ich opracowywaniu, a także oceny zgodności (zarówno obligatoryjnej – wymaganej do wprowadzenia produktu na rynek, jak i dobrowolnej – w celach marketingowych).

Niezbędne jest zatem wprowadzenie kwalifikacji na poziomie inżyniera dotyczącej zarządzania normalizacją i oceną zgodności w organizacji oraz uczestnictwa w procesie normalizacji.

Podobna sytuacja dotyczy przyszłych techników (Technik 4.0). Wykonywanie zawodu technika wiąże się z doborem i stosowaniem konkretnych norm (w szeregu szkół przy praktycznej nauce zawodu wykorzystuje się wybrane normy, ale zazwyczaj nie towarzyszy temu przekazywanie wiedzy o normalizacji i jej znaczeniu). Dotychczas brak jednolitych podstaw programowych powodował, że wprowadzenie norm do nauki przedmiotu zależało wyłącznie od nauczyciela i jego znajomości zagadnień oraz uznania ich ważności. Dzięki staraniom PKN, w najnowszym rozporządzeniu Ministra Edukacji w sprawie podstawy programowej kształcenia w zawodach (które wejdzie w życie 1 września 2017 r.) został wprowadzony zapis w Części II do podstawy programowej istniejącego przedmiotu: „Podejmowanie i prowadzenie działalności gospodarczej" (PDG), ale jest on bardzo enigmatyczny i nie obejmuje oceny zgodności (*Uczeń:… stosuje zasady normalizacji*). Należy zatem opracować konkretny program kształcenia w zakresie normalizacji i oceny zgodności na poziomie technikum. Trzeba podkreślić, że nie chodzi tu o uczenie się na pamięć treści norm w poszczególnych zawodach (takie obawy mieli niektórzy nauczyciele), bo normy ulegają ciągłym zmianom wraz z rozwojem techniki, ale znajomość zasad i wyrobienie umiejętności doboru i prawidłowego stosowania właściwych norm i procedur oceny zgodności. Jednym z celów edukacji zawodowej jest wykształcenie umiejętności właściwego doboru i stosowania narzędzi do wykonywania określonych zadań. Norma, będąca opisem sprawdzonej wiedzy odzwierciedlającym aktualny poziom techniki w danej dziedzinie i zapewniająca techniczną realizację wymagań prawnych odnoszących się do produktu/usługi, jest takim użytecznym narzędziem, którego stosowanie przynosi konkretne korzyści.

Fizyka dostosowana do współczesnych osiągnięć techniki

Rozwój technologii informatycznych, powszechny rozwój telefonii komórkowej, urządzeń mobilnych i powszechny dostęp do nich społeczeństwa – nie wyłączając najmłodszych dzieci, a szczególnie tych w wieku szkolnym – są wystarczająco dobrym powodem, by unowocześnić program nauczania fizyki – podstawy programowe. Fizyka jest nauką stosowaną w wielu dziedzinach życia, m.in. w diagnostyce medycznej. W programie fizyki powinny się znaleźć informacje o tomografii komputerowej, USG i EKG i różnicach między tymi dwoma badaniami. Współcześni uczniowie powinni poznać, jak działają telefony komórkowe – skąd pochodzi nazwa „komórkowy", co to są „komórki", jak działa GPS. Kolejne pytanie, na które muszą znać odpowiedź uczniowie to, „jaka jest różnica między energią atomową a energią jądrową". Konieczne jest wyjaśnienie, jakie zjawiska fizyczne zachodzą w świecie, w którym żyjemy.

Instytut Badań Edukacyjnych zauważa potrzebę unowocześniania programów fizyki. Na stronach IBE http://www.ibe.edu.pl/pl/component/content/article/38-aktualnosci/718-nauczycielu-fizyki-pomoz-zbudowac-satelite-od-srubki promowany jest projekt **Nauczycielu fizyki – pomóż zbudować satelitę od śrubki.**

> Lekcje fizyki nie muszą polegać na wkuwaniu XVII-wiecznych zasad dynamiki Newtona. Uczniowie chętnie zanurzą się w świat fizycznych prawidłowości, jeżeli tylko odnosi się do realiów życiowych, zwłaszcza zagadnień bliskich młodemu pokoleniu: sportu, rozrywki, nagłówków w portalach internetowych. Stąd zaproszenie dla nauczycieli fizyki do współtworzenia projektów edukacyjnych SAT Project – „od śrubki do satelity"
>
> Do współpracy zaprasza Centrum Badań Kosmicznych PAN. U partnerów z Francji i Wielkiej Brytanii podpatrzyli metody kształcenia, które rzeczywiście wciągają uczniów w świat fizyki. Jednocześnie międzynarodowe badania jednoznacznie stwierdzają, że polscy nauczyciele mają fenomenalne wyniki, jeśli chodzi o wspieranie uczniów słabszych. Stąd pomysł, żeby spróbować te dwa edukacyjne światy połączyć.
>
> Centrum Badań Kosmicznych PAN zaprasza nauczycieli fizyki do współpracy. Chodzi o przygotowanie ciekawych projektów edukacyjnych, które mogłyby być wykorzystywane na lekcjach fizyki w całej Europie. – https://prezi.com/ui8k5occzjei/sat-project-projekty-edukacyjne/?utm_campaign=share&utm_medium=copy

Rekomendacje dla MEN

1. Należy uaktualnić programy nauczania fizyki, dopasować do realiów współczesnego świata.
2. Należy wprowadzić w siatkach nauczania zajęcia z przedmiotów wpływających na innowacyjność, m.in. podstawy normalizacji, również w postaci projektów, warsztatów praktycznych.

5.b Dostosowanie systemu edukacji zawodowej w zasadniczych szkołach zawodowych, branżowych i technikach

W latach 2001–2015 z mapy Polski zniknęło 4000 szkół zawodowych. Obecnie, tak jak przez wiele lat w przeszłości szkolnictwo zawodowe nie jest społecznie doceniane – nie jest to społecznie sprawiedliwe. Warto uświadamiać społeczeństwo, a przede wszystkim rodziców i młodzież, że często lepszym wyborem niż liceum ogólnokształcące jest szkoła zawodowa lub technikum. Taka ścieżka prowadzi do szybkiego zdobycia zawodu, niezależności, umożliwia też założenie własnej firmy. Nic nie stoi na przeszkodzie, by później kontynuować naukę na studiach wyższych, tym bardziej, że młody pracownik ma już ukształtowane zainteresowania i priorytety. Należy nadmienić, że polska młodzież najpóźniej w Europie podejmuje decyzje o swojej przyszłości i kierunku kształcenia, zwykle skutkuje to wielokrotną zmianą kierunku studiów.

Konieczna jest promocja szkolnictwa zawodowego, uczenia się zawodu. Współcześni technicy oraz pracownicy niższego szczebla nie powinni się kojarzyć z usmarowanymi smarem robotnikami – teraz to nie są brudne zawody. Dzisiejsze firmy to często laboratoria, w których praca ma zupełnie inny charakter niż przed laty i pozwala pracownikom na realizowanie swoich ambicje.

Konieczne jest powołanie zawodowych szkół branżowych, które powinny być dopasowane do potrzeb pracodawców. Dobrym rozwiązaniem będą szkoły wyposażane i finansowe przez przemysł. Naturalnym następstwem będzie zatrudnienie absolwentów w przedsiębiorstwie.

Zgodnie z przeprowadzonymi analizami absolwenci szkół podlegających Ministerstwu Edukacji Narodowej stanowią tylko 5% pracowników, a powinni stanowić blisko 50%. Jest to tym bardziej istotne, że wiele kierunków studiów nie gwarantuje pracy w zawodzie po otrzymaniu dyplomu. Obserwuje się inflację dyplomów szkół wyższych (dotyczy to tylko pewnej grupy uczelni, wydziałów). Należy zadbać, by o kształcie programów nauki wspólnie decydowały Ministwerstwo Edukacj Narodowej oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – edukacja musi być komplementarna.

Analizując aktualną sytuacją w szkolnictwie i nauce, należy podkreślić obserwowane bariery:

1. Baza dydaktyczna – W zakresie szkolnictwa branżowego I i II stopnia, technikum (zaplecze szkoleniowe zorganizowane jest jak Centrum Kształcenia Ustawicznego) oraz szkolnictwa wyższego (laboratoria) występuje problem nienadążania za rozwojem technologicznym. Wyposażenie stanowisk dydaktycznych, pomimo ciągłej modernizacji, nie odzwierciedla wyposażenia linii produkcyjnych, czy też stosowanych w przedsiębiorstwach nowoczesnych technologii.
2. Kadra – Nauczyciele zawodu w szkołach technicznych, branżowych, a także nauczyciele akademiccy mają zbyt mały kontakt z przedsiębiorstwami. W systemie podnoszenia kompetencji nauczycieli, czy też oceny okresowej nauczycieli akademickich nie ma wymogu dokształcania się zawodowego w formie staży w przedsiębiorstwach czy jednostkach badawczo-rozwojowych.

Kierunki rozwoju powinny być zgodne z Przemysłem 4.0, poniżej zalecenia w tym zakresie:

1. Baza dydaktyczna – zaangażowanie firm, zwłaszcza z obszaru MSP, w proces unowocześniania i dostosowania bazy dydaktycznej do potrzeb „Przemysłu 4.0" przez ustawowe (tu istotna może być rola Ministerstwa Rozwoju, aby wprowadzić na wzór amerykański dostęp do urządzeń przemysłowych i narzędzi za 1% ich wartości) zapewnienie możliwości odliczenia od podatku poniesionych kosztów dostawy wyposażenia stanowisk szkoleniowych, tj. możliwość rekompensaty udzielonych rabatów jednostkom szkoleniowym lub przekazanych w użyczenie urządzeń i aparatury szkoleniowej.

2. Kadra:
   – system dokształcania nauczycieli zawodu:
     a) staże 3–6-miesięczne w przedsiębiorstwach, przy jednoczesnym zwolnieniu z obowiązków prowadzenia zajęć, powtarzane cyklicznie co kilka lat (np. 6–8 lat),
     b) studia podyplomowe finansowane przez jednostki nadzorujące szkoły,

   – system dokształcania nauczycieli akademickich:
     a) wprowadzenie obowiązku odbycia 3–6-miesięcznych staży w przedsiębiorstwach przez uczestników studiów doktoranckich oraz osób po raz pierwszy zatrudnianych na uczelni wyższej,

     b) wprowadzenie obowiązku odbycia stażu w jednostkach badawczo-rozwojowych przy kolejnych stopniach awansu nauczycieli akademickich.

3. Kształcenie:

– wprowadzenie do programów kształcenia szkół średnich i wyższych, na kierunkach związanych obszarowo z Przemysłem 4.0 tematyki dotyczącej:
  a) cyberbezpieczeństwa – jako rozwinięcia nauczania informatyki na poziomie szkoły podstawowej, na poziomie inżynierskich – świadome zarządzanie bezpieczeństwem,
  b) kompatybilności elektromagnetycznej – zwłaszcza do zawodów powiązanych z branżą elektryczną (technik: mechatronik, informatyk itp.; inżynier: mechatronik, automatyk, produkcji itp.);

– kształcenie na studiach I stopnia kompetencji ogólnozawodowych, w tym miękkich, pożądanych przez pracodawców:
  a) umiejętność posługiwania się dokumentacją techniczną, normami, przepisami prawa,
  b) narzędzia wspomagania projektowania i symulacji oraz kompetencje z dziedziny IT,
  c) umiejętność pracy w zespole i zarządzania projektami,
  d) inteligentne systemy zarządzania.

W kształceniu pożądane jest wprowadzanie zasady, że przyszły inżynier powinien rozumieć pojęcia oraz koncepcje z innych dziedzin, a także być otwartym na zmiany zarówno w swoim obszarze specjalizacji, jak i w zespole, w którym pracuje – oznacza to nacisk na „niestandardowe" metody nauczania, grupy interdyscyplinarne – studenci z różnych kierunków, aktywny udział przedsiębiorców, np. osób, które odniosły sukces i mogą poświęcić się pracy ze studentami (np. prof. Andrzej Bikle, dr inż. Maciej Szumski – Prezes i właściciel firmy PLUM Sp. z o.o. prowadzi zajęcia fakultatywne dla studentów kierunków elektrotechnika oraz elektronika i telekomunikacja na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej).

Rekomendacje

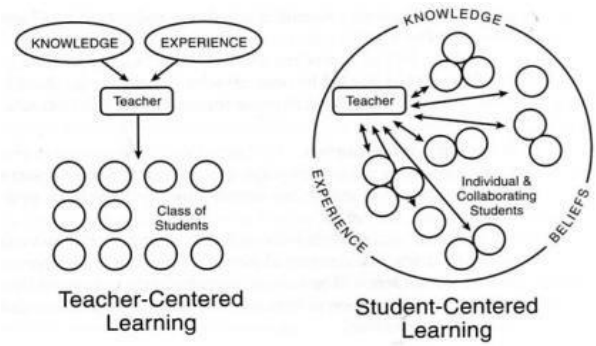
1. Należy zdefiniować ścieżki kariery nauczycieli zawodów technicznych – cykliczne szkolenia jako element wymagany,
2. Organizacja studiów podyplomowych/szkoleń w zakresie konfigurowania i symulowania rozwiązań mechatronicznych, analizy dużych zbiorów danych (Big Data), cyber-bezpieczeństwa oraz poziomej i pionowej integracji softwarowej, integracji systemów automatyki przemysłowej z infrastrukturami charakterystycznymi dla SmartCity,
3. Opracowanie założeń systemu edukacji bazującego na projektach z uwzględnieniem kompetencji miękkich, np. koncepcja lean manufacturing, zarządzanie projektami, podejście SCRUM, Design Thinking, zagadnienia Model Based Systems Engineering i implementacji tego podejścia w zarządzaniu projektami

6. Innowacyjne formy kształcenia

6.a Nowoczesne modele nauczania

W znakomitej większości szkół różnego typu, również na uczelniach dominuje model nauczania ukierunkowany na nauczyciela/wykładowcę (Teacher-Centered Learning). W tej tradycyjnej edukacji nauczyciel odgrywa główną rolę – aktywną, natomiast rola studentów jest pasywna. W klasie nastawionej na nauczyciela, właśnie nauczyciele wybierają, czego uczniowie będą się uczyć a następnie oceniają uczniów podczas nauki. W takim modelu nauczyciel realizuje materiał kursu wykładając go całej grupie słuchaczy.

Nauka skoncentrowana na studencie (Student-Centered Learning) koncentruje się na zainteresowaniach uczniów, uznając głos uczniów jako główny element doświadczenia uczenia się. Tym razem proces uczenia skupia się na studentach i to oni wybierają, czego będą się uczyć, jak będą się uczyć, i jak ocenią własną naukę. Oznacza to, że uczniowie/studenci uczestniczą w podejmowaniu decyzji o sposobie uczenia się, co ma zasadnicze znaczenie dla powodzenia podejścia ukierunkowanego na uczniów. Tym razem studenci/uczniowie dysponują całym arsenałem pomocy (książki, zdjęcia, materiały audio/video, wyszukiwarki internetowe, strony internetowe, maile, dyskusje).



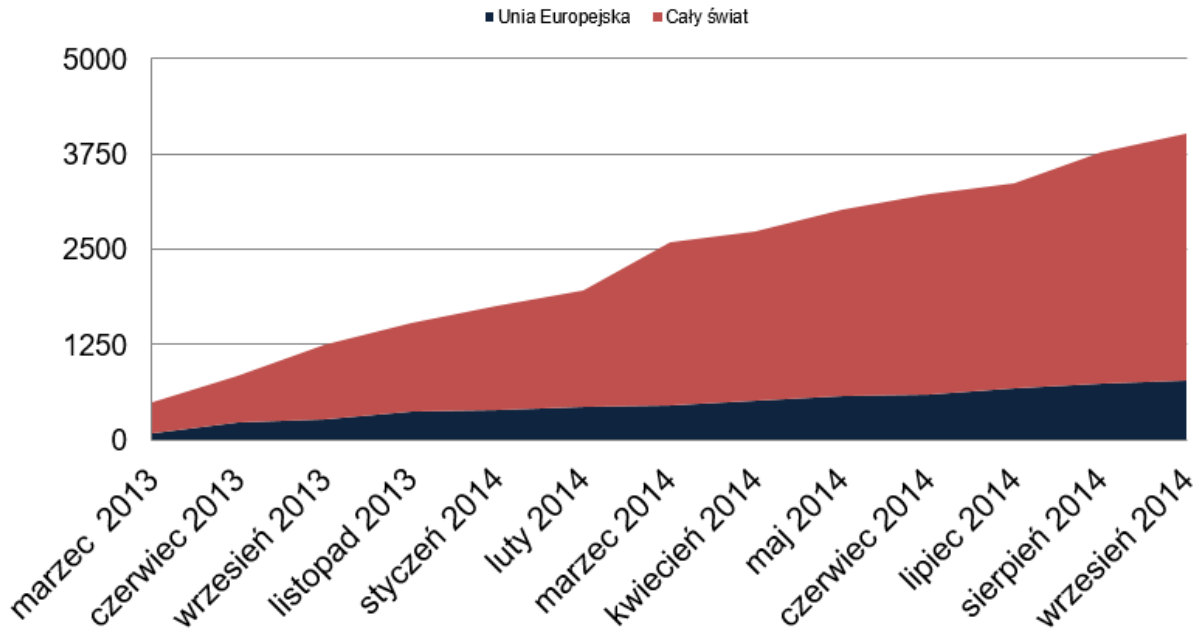
O potrzebie zmiany metod edukacji dyskutowano od lat 80. ubiegłego stulecia. Wówczas wprowadzono cały szereg innowacyjnych metod kształcenia. Wiele spośród nich rozwinęło się dopiero po upowszechnieniu Internetu. Można tu wymienić:

- Problem Based Learning (PBL),
- Research Based Learning (RBL) – nauka oparta na badaniach naukowych,
- Work Based Learning (WBL) – uczenie się w miejscu pracy,
- Design Thinking (DT),
- E-learning,
- Otwarte Zasoby Edukacyjne,
- Massive Open On-line Courses (MOOC) – masowe otwarte kursy on-line,
- …

Work Based Learning jest realizowane przez:

- powiązanie umiejętności praktycznych realizowanych w miejscu pracy z wiedzą akademicką i umiejętnościami zdobytymi w trakcie studiów,
- ważny jest zarówno komponent W (work – praca) jak i komponent L (learning – uczenie się) – nie chodzi tu o tradycyjne „porozumienie o realizacji praktyk”,
- student szuka odpowiedzi na pytania typu: dlaczego się tego uczyłem na uczelni?, po co mi ta wiedza i umiejętności?
- relacja nauczyciel–uczeń vs. przełożony–pracownik.

MOOC to kurs on-line otwarty dla nieograniczonej liczby uczestników, dostępny przez stronę internetową. Poza materiałami zwykle prezentowanymi podczas tradycyjnych kursów, takich jak nagrania video, wykłady i zadania do rozwiązania, dostępne są także interaktywne fora, które umożliwiają stworzenie zwartej społeczności studentów, profesorów oraz asystentów. Masowe otwarte kursy online pojawiły się w 2012 roku i zrewolucjonizowały podejście do nauczania na odległość



Dynamika zmian liczby kursów MOOC (opracowanie własne)

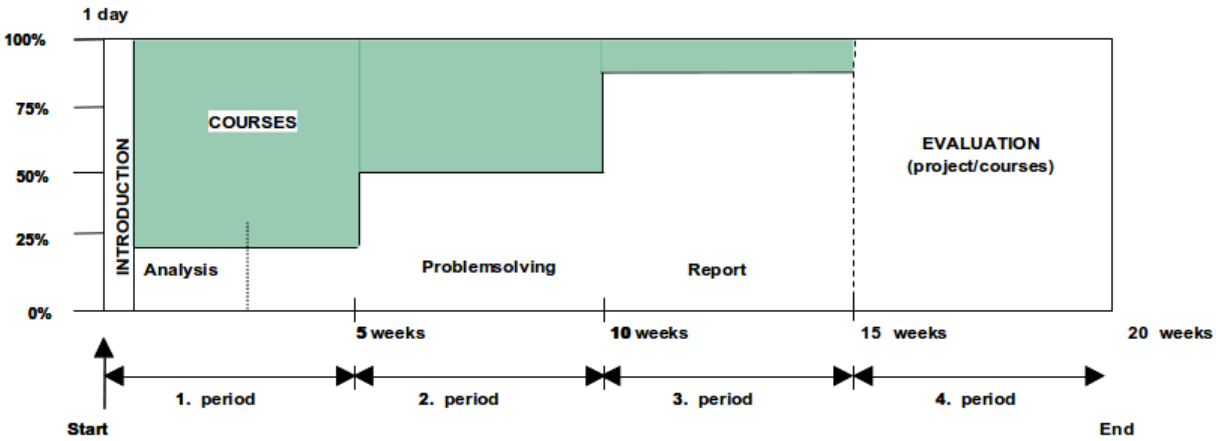
Problem Based Learning

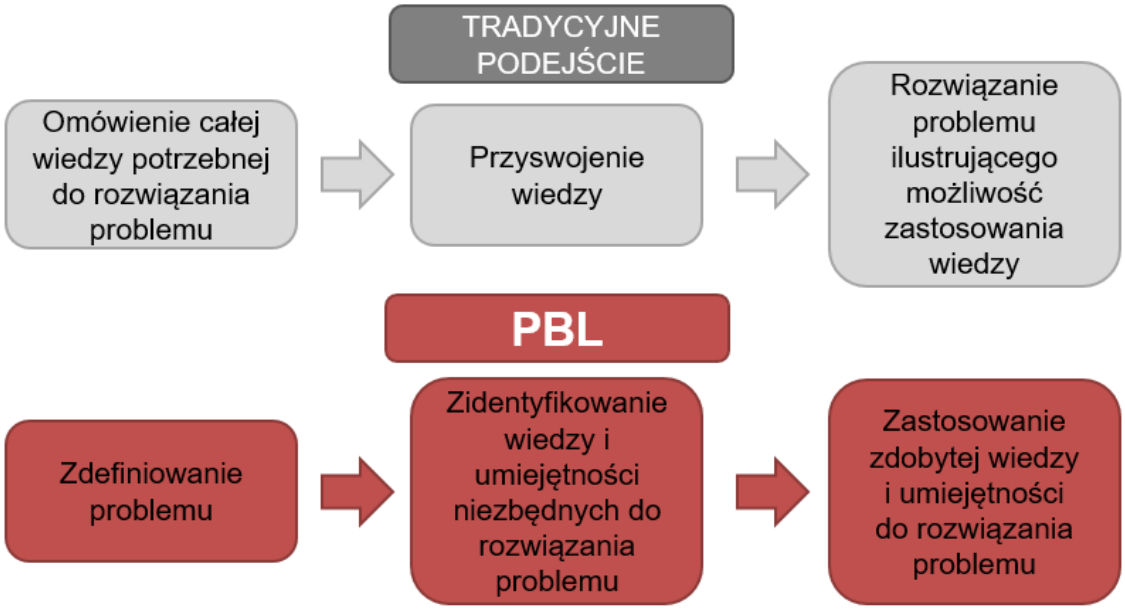
Metoda nauczania oparta na PBL (problem based learning – uczenie się na bazie problemu) jest strategią edukacyjną, w której uczniowie uczą się przez rozwiązywanie problemów, a poszukiwanie rozwiązań tych problemów ma uczyć twórczej, samodzielnej pracy i pozwalać na poszerzenie wiedzy z określonego obszaru. Problem Based Learning to metoda, która doczekała się wielu odmian:

- Project organised based learning,
- Design based learning,
- Active Learning (Bonwell & Eison, 1991),
- Collaborative Learning (Bruffee, 1984),
- Inquiry-based Learning,
- Cooperative Learning (Johnson, Johnson, & Smith, 1991),
- Peer Led Team Learning (Tien, Roth, & Kampmeier, 2001),
- Team-based Learning (Michaelson, Knight, & Fink, 2004),
- Peer Instruction (Mazur, 1997),
- Inquiry Guided Learning,
- Just-in-Time Teaching,
- Small Group Learning,
- Question-directed Instruction.

Metoda PBL stosowana jest z powodzeniem na Uniwersytecie Aalborg (Dania) – uczelnia w całości realizuje ten model kształcenia. Tutaj każdy semestr to 30 ECTS. Semestr obejmuje 3 wykłady (3 × 5

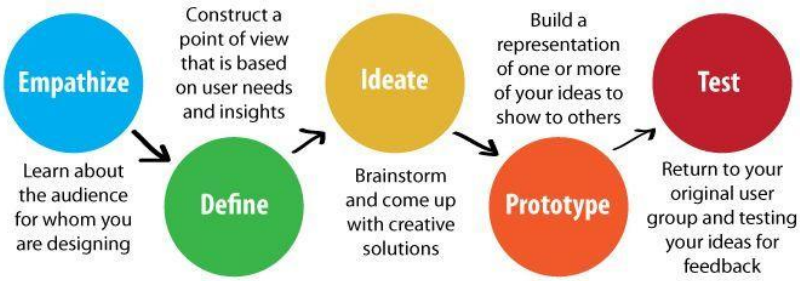
ECTS) + projekt (15 ECTS). Semestr trwa 20 tygodni, podział na etapy: 5 + 5 + 5 + 5. Cechą charakterystyczną jest nierównomierne obciążenie wykładów/projektu w semestrze!





Design Thinking

Metoda **Design Thinking** polega na koncentracja na użytkowniku i głębokim zrozumieniu jego potrzeb. Problem jest rozwiązywany przez interdyscyplinarny zespół – spojrzenie na problem z wielu perspektyw. Kolejne działania to eksperymentowanie i testowanie hipotez – budowanie prototypów i ich modyfikacja na podstawie informacji zwrotnej od użytkowników.



Empatia – Ustalenie dla kogo, kto będzie beneficjentem, Wejście w skórę użytkownika, Myślenie sposobem użytkownika, mówienie jego słowami, Przyglądanie się temu, co robi użytkownik, jego zwyczajom, upodobaniom, Brak oceny, krytyki, Zrozumienie, obserwacja, empatia.

Zdefiniowanie problemu – Rozpoznanie potrzeb, które będą zaadresowane, Unikanie rozwiązania, Definicja na tyle konkretna, aby dało się zweryfikować późniejsze rozwiązania, Ustalenie właściwego punktu widzenia, który zdeterminuje dalszy bieg projektu.

Generowanie pomysłów – Celem jest wygenerowanie co najmniej 50 różnych pomysłów w ramach burzy mózgów, Jakie są oczywiste rozwiązania, Co można dodać, usunąć, zmienić, Jak rozwiązałoby to 5-letnie dziecko, Jak rozwiązałbyś przy braku ograniczeń, Jak rozwiązałbyś przy braku funduszy.

Prototypowanie – *Doznaj porażki wcześniej, aby odnieść sukces później,* Wybór kilku rozwiązań, Budowanie „fizycznych" prototypów z tanich materiałów: karton, kartki, sznurek, itd. Weryfikacja pomysłu, odegranie scenki, sprawdzenie wariantów.

Testy – Konfrontacja prototypu z użytkownikiem, Obserwacja klienta, Brak sugestii, podpowiedzi, Wybór prototypu do udoskonalenia.

6.b Innowacyjne formy kształcenia na uczelniach wyższych w Polsce

Polskie uczelnie coraz częściej zmieniają się, modyfikują, by osiągnąć zamierzone cele – kształcić lepiej, bardziej efektywnie, dbając by absolwent był doskonale przygotowany do zawodu – zarówno pod względem umiejętności technicznych, jak i tych związanych z kompetencjami społecznymi. Pierwszy cel realizowany jest coraz częściej za pomocą studiów kompatybilnych, gdzie znaczna część zajęć (niekiedy nawet ½) jest realizowana u pracodawcy i skupia się na praktycznej nauce zawodu i rozwiązywaniu rzeczywistych problemów technicznych. Drugi cel związany z komunikacją w grupie podczas rozwiązywania problemów i kompetencjami społecznymi jest realizowany dzięki zastosowaniu metod pracy i kształcenia ukierunkowanych na studenta (BPL) i na rozwiązywanie problemu (DT). Takie innowacyjne formy kształcenia są coraz częściej wdrażane na polskich uczelniach:

- **Politechnika Warszawska**, INFOX (zespół rektorski ds. innowacyjnych form kształcenia)
  - interdyscyplinarny, międzywydziałowy przedmiot **KSP (Kreatywny Semestr Projektowy)** prowadzony metodami PBL i DT;
  - **PDP (Product Developement Project)** – koordynowany przez Aalto University, edycja pilotażowa – 4 studentów uczestniczy w międzynarodowym projekcie dla przedsiębiorstwa (Fiskars, Lindström);
  - **ME310** – koordynowany przez Politécnico do Porto, edycja pilotażowa – trzy grupy po dwóch studentów uczestniczy w międzynarodowym projekcie dla przedsiębiorstwa (Sport Zone, Silampos).
- **Politechnika Łódzka**, Centrum Kształcenia Międzynarodowego:
  - **DT4U;**
  - **TEAM Project** – PBL;
  - ERASMUS INTENSIVE PROJECT "DESTINE" – DESIGN THINKING IN ENGINEERING;
  - **Projekty DT** w ramach Team Project;
- **Uniwersytet Przyrodniczo-Technologiczny w Bydgoszczy** - SHOPA Design Workspace (DT);
- **Politechnika Opolska** – bazują na doświadczeniach zespołu INFOX, rozwijają kształcenie PBL oraz DT.

6.c Poziom kształcenia – uczelnie wyższe

W ramach prac Grupy zaproponowano realizację efektów kształcenia w zakresie nauk technicznych w kontekście realizacji założeń Przemysł 4.0 (zgodnie z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 2 listopada 2011 r. w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego – Dziennik Ustaw Nr 253 poz. 1520, załącznik nr 5). Uwzględniono wymagane efekty kształcenia w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych).

WIEDZA

- Realizacja poszczególnych efektów kształcenia poprzez „niestandardowe" metody, np.. do 5-10% programu realizowana przez:
  - MOOC (Multiple On-line Open Courses)
  - E-learning
  - Otwarte zasoby edukacyjne
  - T1A_W{01,...,11}, T2A_W{01,...,11}, T1P_W{01,...,11}, T2P_W{01,...,11}
- Pozwala na uzyskanie wyższego poziomu nauczania

UMIEJĘTNOŚCI

- T1A_U04, T2A_U04, T1P_U04, T2P_U04
- *„potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku obcym prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów"*
  - Realizacja: prezentacja zagadnienia
- T1A_U05, T2A_U05, T1P_U05, T2P_U05
- „*ma umiejętność samokształcenia się" / "potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia*"
  - Realizacja: Student Centered Learning; Problem Based Learning – student dostaje problem do rozwiązania i musi zdobyć wiedzę potrzebną do tego, aby go rozwiązać

KOMPETENCJE SPOŁECZNE

- T1A_K03, T2A_K03, T1P_K03, T2P_K03:
- „*potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role*"
  - nacisk na pracę w grupie
  - realizacja nauczania metodami które są realizowane poprzez pracę w grupie (m.in. Problem Based Learning, Design Thinking)
- T1A_K06, T2A_K06:
- „potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy"/" potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy"
  - Nacisk na przedsiębiorczość i kreatywność
  - Kreatywne metody kształcenia: np. Design Thinking
- T1A_K07, T1P_K07
- „*ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności przez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały"/"...z uzasadnieniem różnych punktów widzenia*"
  - Nacisk na przekazywanie informacji społeczeństwu
  - Realizacja: przygotowywanie krótkich filmów prezentujących informacje/opinie/wyniki

6.d Inne propozycje tworzenia nowoczesnych programów studiów

Propozycja Wydziału Zarządzania Politechniki Warszawskiej

Podczas spotkań grupy został przedstawiony, przygotowywany na Wydziale Zarzadzania Politechniki Warszawskiej całkowicie nowy projekt studiów, rewolucyjny jak na polskie uczelnie, wzorowany na doświadczeniach uniwersytetów w Stanach Zjednoczonych. Problem rozpatrywany jest pod katem nauczania na trzech stopniach ukierunkowanych na Przemysł 4.0. Obecnie prowadzone są prace nad specjalnościami wręcz modelowymi – wzorowanymi na MIT, Stanford, Caltech. Planowane są następujące bloki programowe:

- zarządzanie w gospodarce cyfrowej,
- zarządzanie ekosystemami przedsiębiorczości,
- bezpieczeństwo w organizacji, w tym zagadnienia związane z zarządzaniem ryzykiem i ciągłością działania,
- innowatyka i zarządzanie rozwojem,
- inżynieria cyfrowa,
- przedsiębiorczość technologiczna.

Propozycja Wydziału Elektrycznego Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego – **Model-Based Systems Engineering w projektowaniu siatek studiów dla Przemysłu 4.0**

Realizowany projekt polega na tworzeniu języka opisu programów nauczania na studiach technicznych, który zapewni dopasowanie programu do potrzeb przedsiębiorstw, przez:

- walidację, czy dana siatka studiów spełnia oczekiwania rynku pracy w zakresie wybranej technologii, w szczególności potrzeb Przemysłu 4.0,
- walidację, czy zgłaszane przez pracowników uczelni nowe przedmioty spełniają oczekiwania rynku pracy,
- wsparcie ścieżek kariery kadry naukowej, również w zakresie monitorowania rozwoju umiejętności dla nowych technologii.

Projekt jest za pomocą meta-modelowania oraz narzędzi modelowania dla Przemysłu 4.0 (automatyka), z uwzględnieniem Krajowych Ram Kwalifikacji widzianych oczami inżynierii systemów opartej na modelu (MBSE) oraz charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4 – poziomy 6–8.

Ważne daty

Walidacja opracowanego modelu SysML dla kierunku automatyka i robotyka na WE ZUT w Szczecinie (**30.06.2017**)

Opracowanie zakresu własnego meta-modelu (**30.11.2017**)

Opracowanie wybranych typów generatorów analiz dla meta-modelu (**5/2018**)

7. Centra kompetencji cyfrowych

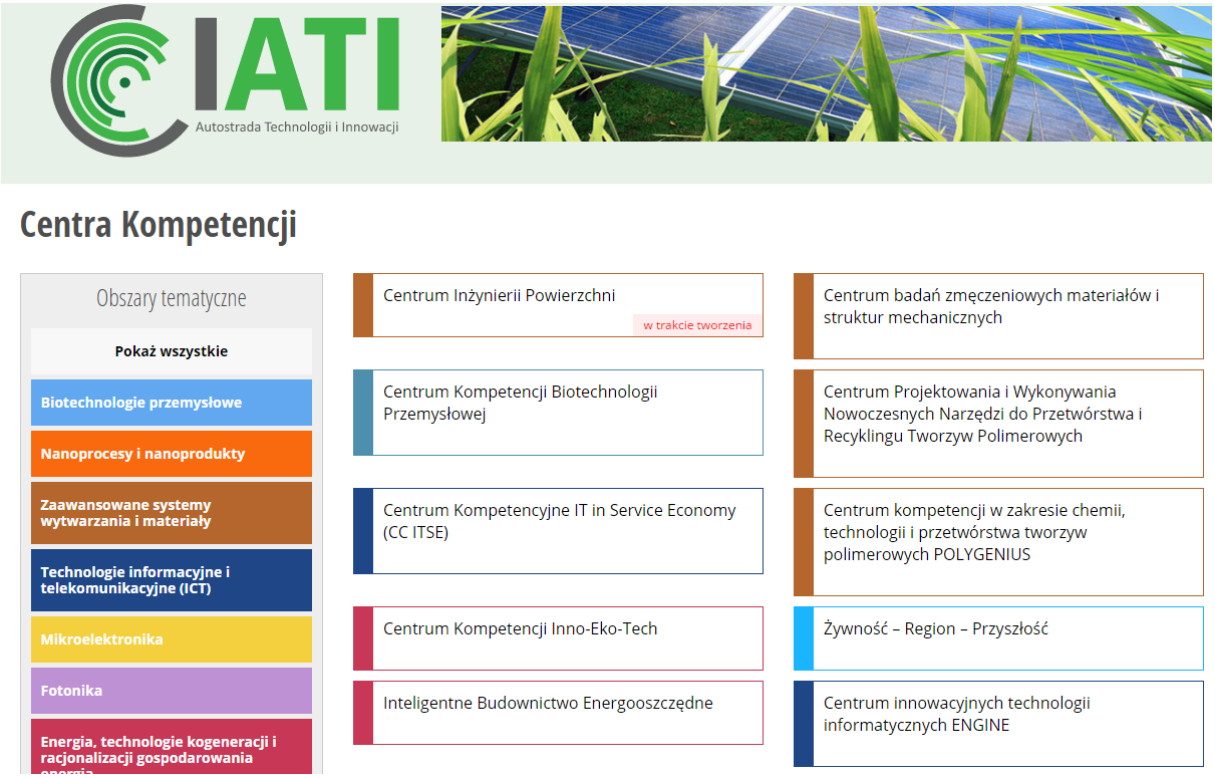
7.a Stan aktualny

Na początku bieżącego stulecia powołano w różnych regionach Polski Regionalne Centra Innowacji i Transferu Technologii. Przy tego typu inwestycjach tworzone były **branżowe centra kompetencji**, których obszar działań odpowiadał zazwyczaj regionalnemu przemysłowi. Powstają również **klastry** – geograficzne skupiska wzajemnie powiązanych firm, wyspecjalizowanych dostawców, jednostek świadczących usługi, firm działających w pokrewnych sektorach i związanych z nimi instytucji (przykładowo: uniwersytety, instytucje badawczo-rozwojowe, instytucje nadające standardy, stowarzyszenie handlowe oraz instytucje finansowe) w poszczególnych dziedzinach, konkurujących między sobą, ale również współpracujących.

W 2014 r. powołano Instytut Autostrada Technologii i Innowacji (IATI) – wirtualny instytut stworzony z myślą o zintegrowaniu prac naukowo-badawczych przez trzy środowiska: uczelnie, niezależne instytuty badawcze i przedsiębiorstwa**.** Tworzą one wielopartnerską sieć współpracy działając w ramach konsorcjum. Liderami Konsorcjum są Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie i Politechnika Wrocławska.

Umowę Konsorcjum w 2014 r. podpisało 22 partnerów (17 uczelni, dwa instytuty badawcze oraz trzy przedsiębiorstwa). Obecnie (marzec 2017 r.) grono partnerów IATI tworzy 48 instytucji, w tym: 23 uczelnie, 8 instytutów badawczych i 17 przedsiębiorstw.

Łączy ich wspólny cel: efektywne aplikowanie o krajowe i europejskie fundusze na innowacje i prace badawczo-rozwojowe dopasowane do potrzeb nowoczesnej gospodark**i**. Jesteśmy gotowi na podjęcie nowych wyzwań w zakresie tworzenia innowacyjnych rozwiązań w różnych dziedzinach gospodarki. Pogrupowaliśmy je w 13 Obszarów Tematycznych IATI, odpowiadających polom badawczym zdefiniowanym w projekcie „Foresight technologiczny przemysłu – InSight 2030" (tzw. Inteligentne Specjalizacje).



Przedstawione centra kompetencji oraz klastry nie realizują założeń odnoszących się do centrów kompetencji cyfrowych planowanych do realizacji celów Przemysłu 4.0. Konieczne jest stworzenie specjalizowanych centrów kompetencji cyfrowych.

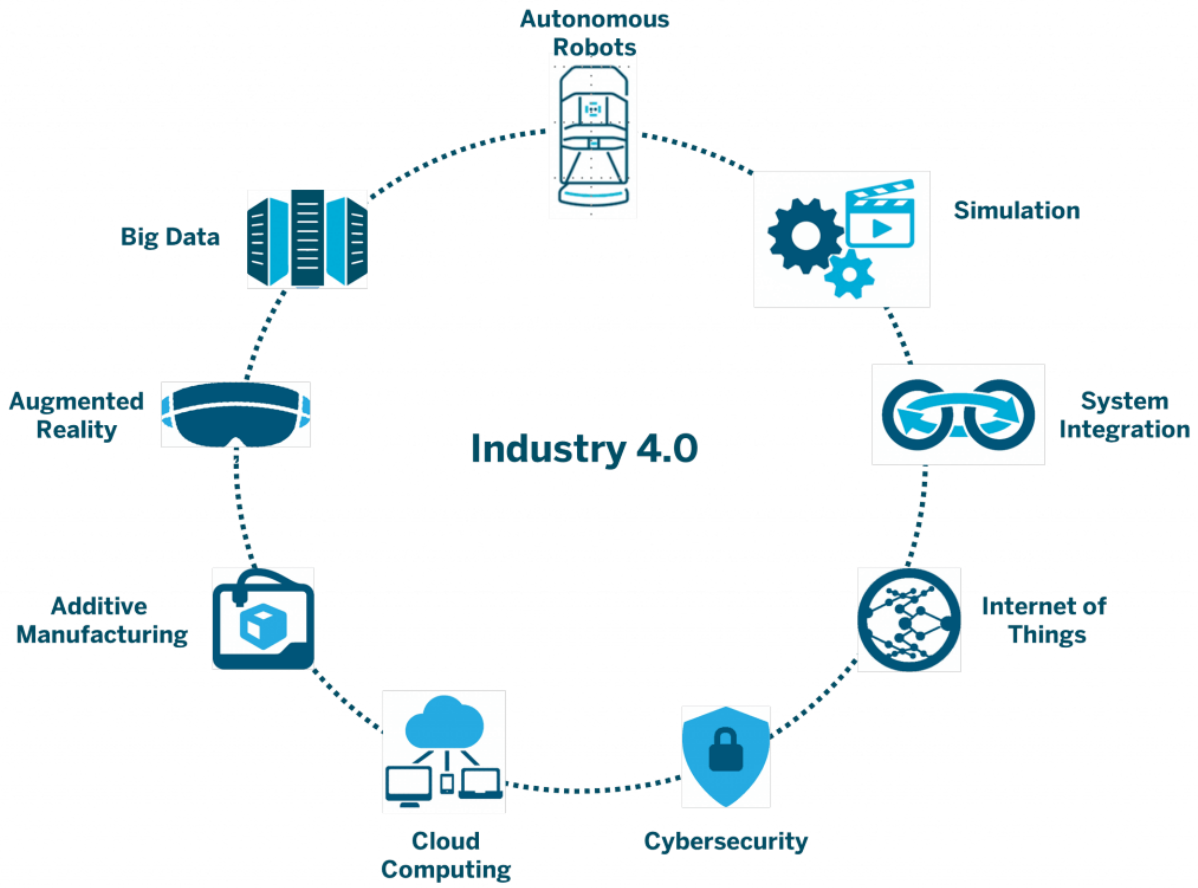
7.b Dobór ośrodków i kadr – ekspertów

Zakresem działania centrów kompetencji cyfrowych powinno być wspieranie przedsiębiorstw, które planują realizować swoje aktywności zgodnie z założeniami Przemysłu 4.0 – doradzać, szkolić, znajdować kooperantów, wspierać. Podobnie, jak w punkcie 4. **Identyfikacja potrzeb przemysłu w zakresie wsparcia kadrowego o określonych kompetencjach**, występuje cały szereg niewiadomych, gdyż nie wiadomo, czym będzie się charakteryzował Przemysł 4.0 za 10–20 lat.

Aby sprostać temu zadaniu, w ramach prac 4. Grupy postanowiono skupić się na 9 zaawansowanych technologiach, które przyczynią się do transformacji produkcji przemysłowej. Są to:

1. **Big Data** – The ability to collect, store, and analyze massive amounts of data, which can then be used to identify inefficiencies and production bottlenecks.
2. **Autonomous Robots** – The next generation of robots can do more on their own, including learn on the job and team up with other robots and humans.
3. **Simulation** – Operators and system designers can model and optimize machine settings in virtual reality, cutting actual set-up time to a fraction of what was previously thought possible.
4. **Universal System Integration** – The long-standing barriers between the shop floor and top floor give way to a more cohesive, cross-company approach to using and sharing data. Also horizontal integration with raw material suppliers and equipment vendors can benefit producers and suppliers alike.
5. **Industrial IoT** – Connecting embedded devices, plants, offices, and companies, the Industrial Internet of Things (IoT) gains prominence as a way to enable real-time data sharing between all parts of the system, and all connected parties.

6. **Cybersecurity** – With such expansion of industrial communications, security becomes a critical aspect that must not be overlooked.
7. **Cloud Computing** – Much of the IoT and Big Data capacity will be provided through the cloud. Again, here is where security plays a vital role.
8. **Additive Manufacturing** – 3D printing allows for small batches and quick design changes, as well as reduced stockpiles of raw materials and lower transportation costs through on-site manufacturing.
9. **Augmented Reality** – Presenting useful task background and context for production and maintenance staff right when they need it will make their work easier and more successful.



Propozycja utworzenia **Metryczki kompetencji** została zainicjowana przez Władze Dziekańskie Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej. W metryczce wpisano kompetencje WMT w ramach poszczególnych zaawansowanych technologii, stosowany sprzęt i oprogramowanie oraz informacje o formach realizowanych kompetencji – konsultacje, szkolenia, projektowanie, wytwarzanie (poniżej fragment wypełnionego formularza dla technologii **Symulacje**). Wypełniona Metryczka kompetencji WMT została zaprezentowana na spotkaniach w 2. oraz 4.Grupie.

	Technologia	Usługa	Dedykowane wyposażenie	Uwagi
Symulacje	☒ Modelowanie, symulacja i wizualizacja przepływu procesów w produkcji, logistyce oraz usługach	☒ konsultacja ☒ projektowanie ☒ szkolenie ☐ wytwarzanie	**Wyposażenie:** **Systemy symulacyjne** - FlexSim 2016 3D simulation software - Enterprise Dynamics 8 INCONTROL Simulation Solutions Software - Siemens Plant Simiulation	- FlexSim - Licencja 30-stanowiskowa edukacyjna/niekomercyjna z możliwością czasowej dzierżawy licencji komercyjnej - Enterprise Dynamics - Licencja 20-stanowiskowa edukacyjna/niekomercyjna - Siemens Plant Simiulation – Licencja edukacyjna modelowanie, symulacja, predykcja, analiza i wizualizacja systemów wytwórczych, magazynowania, transportu, przepływu materiałów, logistyki.
	☒ Wizualizacja i symulacja zautomatyzowanych systemów przemysłowych	☒ konsultacja ☒ projektowanie ☒ szkolenie ☒ wytwarzanie	**Wyposażenie:** - IFIX - wizualizacja i sterowanie procesów przemysłowych i technologicznych - PLM Siemens NX - modelowanie i symulacja układów sterowania maszyn - Automation Studio – programowanie sterowników PLC - FluidSim - symulacja pneumatycznych, elektropneumatycznych i pneumotronicznych układów sterowania	Licencje edukacyjne z możliwością czasowej dzierżawy komercyjnej. Zadanie obejmuje symulację i wizualizację obiektów rzeczywistych w ich wirtualnych odzwierciedleniach
	☒ Symulacja z zastosowaniem MultiBody System	☒ konsultacja ☒ projektowanie ☒ szkolenie ☒ wytwarzanie	**Wyposażenie:** - PLM Siemens NX modelowanie i symulacja ruchu maszyn	Licencje edukacyjne z możliwością czasowej dzierżawy komercyjnej. Zadanie obejmuje symulację i wizualizację obiektów rzeczywistych w ich wirtualnych odzwierciedleniach
	☒ Harmonogramowanie przepływu produkcji	☒ konsultacja ☒ projektowanie ☒ szkolenie ☒ wytwarzanie	**Wyposażenie:** - Oprogramowanie: - KbRS **Dodatkowe wyposażenie:** - Środowisko programowe Delphi	-KbRS: Oprogramowanie autorskie komercyjne - harmonogramowanie złożonych modeli zasobów (stanowiska, maszyny, załoga, narzędzia) i procesów, z uwzględnieniem ograniczeń występujących w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Integracja z zewnętrznym oprogramowaniem - Delphi: Licencja Professional, jednostanowiskowa Tworzenie dedykowanych modułów harmonogramowania do systemów ERP/MES
	☒ Symulacje układów elektromechanicznych	☒ konsultacja ☒ projektowanie ☐ szkolenie ☐ wytwarzanie	**Wyposażenie:** - Matlab, LabVIEW	Licencja dydaktyczna

Po dyskusji zmodyfikowano formularz dodając pole, w którym należy podać informacje na temat doświadczenia, referencje (poniżej fragment pustego formularza dla technologii **Symulacje**).

1. Symulacje				
Technologia	Usługa	Dedykowane wyposażenie	Wyposażenie – uwagi	Referencje, doświadczenie
	☐ konsultacje ☐ szkolenie ☐ projektowanie ☐ wytwarzanie			
	☐ konsultacje ☐ szkolenie ☐ projektowanie ☐ wytwarzanie			
	☐ konsultacje ☐ szkolenie ☐ projektowanie ☐ wytwarzanie			
	☐ konsultacje ☐ szkolenie ☐ projektowanie ☐ wytwarzanie			
	☐ konsultacje ☐ szkolenie ☐ projektowanie ☐ wytwarzanie			

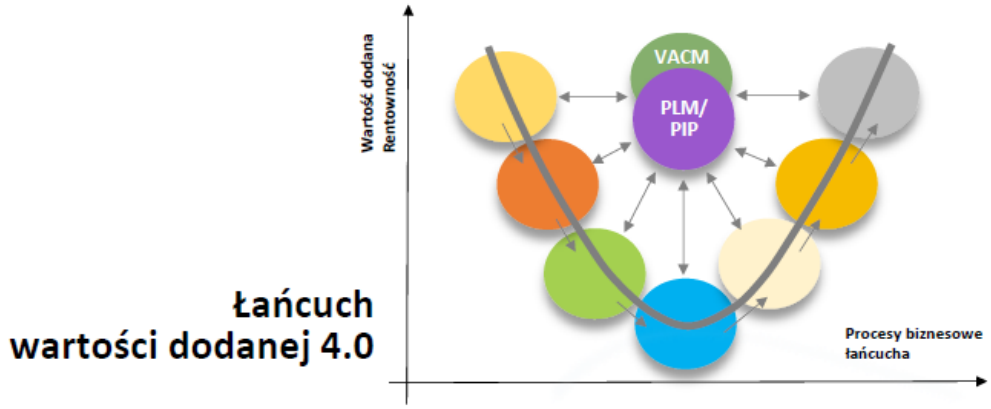
Uczestnikom 2. i 4. Grupy zaproponowano nieobowiązkowe wypełnienie tak przygotowanego formularza. W efekcie otrzymano informacje o kilku jednostkach – instytutach badawczych, instytutach PAN, wydziałów i przedsiębiorstw. Są to

- Politechnika Śląska – Wydział Mechaniczny Technologiczny (Gliwice),
- Politechnika Gdańska, Centrum Informatyczne Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej (Gdańsk),
- Instytut Maszyn Przepływowych PAN (Gdańsk),
- Instytut Obróbki Plastycznej (Poznań),
- Instytut Techniki Budowlanej (Warszawa),
- Instytut Technologii Elektronowej (Warszawa),
- teamtechnik Production Technology Sp. z o.o. (Skawina),

– Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP (Warszawa).

Obecnie formularz metryczki wypełniają jeszcze przedstawicieli uczelni z całej Polski. Tak zgromadzone dane (udostępniane dobrowolnie), zachęcą inne ośrodki do udostępniania swoich danych.

Wynikiem przedstawionych pilotażowych badań jest informacja, którą można przetworzyć w wiedzą wspierającą wybór kooperantów przy składaniu wniosków o dofinansowane. Oczywiście, zebrane dane mogą przyczynić się do wskazania, które jednostki będą wchodziły w skład centrów kompetencji, gdzie pracują eksperci, którzy mają doświadczenie w stosowaniu zaawansowanych technologii. W przyszłości konieczne jest również wskazanie ekspertów.



A	Łańcuch wartości dodanej po stronie dostawcy – najważniejsze technologie, techniki i metodologie (TTM) dla wytwarzania - operacyjne i zarządcze.	Badania i Rozwój	Projektowanie	Tworzenie świadomości produktu	Wytwarzanie	Dystrybucja	Marketing	Usługi podstawowe
	Dziewięć filarów zaawansowania technologicznego Przemysłu 4.0*							
1.	Big Data / Big Data and Analytics	•	•	•	•	•	•	•
2.	Autonomous Robots				•			
3.	Simulation	•	•		•	•		
4.	Universal System Integration / Horizontal and Vertical System Integration				•	•	•	•
5.	Industrial IoT / The Industrial Internet of Things	•	•	•	•	•	•	•
6.	Cybersecurity	•	•	•	•	•	•	•
7.	Cloud Computing / The Cloud	•	•	•	•	•	•	•
8.	Additive Manufacturing				•			•
9.	Augmented Reality**		•	•	•	•	•	•
	TTM operacyjne i zarządcze – c.d. dla całości łańcucha							
	Analityka predyktywna – Predictive Analytics		•	•	•	•		•
	Utrzymanie predyktywne – Predictive Maintenance, PdM							•
	Zwinne wytwarzanie – Agile Manufacturing, AM				•			
	Myślenie projektowe – Design Thinking, DT	•	•	•	•	•	•	•
	Projektowanie usług – Service Design [Thinking], SDT		•	•	•	•	•	•
	Innowacja modelu biznesowego – Business Model Innovation, BMi [por. Canvas]	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie łańcuchem wartości dodanej – Value-Added Chain Management, VACM [$$$]	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie łańcuchem wartości – Value Chain Management, VCM [w firmie]	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie łańcuchem dostaw – Supply Chain Management, SCM [pomiędzy firmami]	•	•	•	•	•	•	
	Zarządzanie wiedzą – Knowledge Management, KM	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie kapitałem intelektualnym – Intellectual Capital Management, ICM [zasobami niematerialnymi]	•	•	•	•	•	•	•
	Komputerowe wspomagane projektowania – Computer Aided Design, CAD		•					
	Komputerowe wspomagane wytwarzania – Computer Aided Manufacturing, CAM		•					
	Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich – Computer Aided Engineering, CAE		•					
	Cyfrowe prototypowanie – Digital Prototyping, DP		•	•	•			•
	Wirtualne prototypowanie – Virtual Prototyping, VP		•	•	•			•
	System realizacji produkcji – Manufacturing Execution System, MES				•			
	Zarządzanie danymi produktu – Product Data Management, PDM [dane dot. linii produktu]		•		•			
	Zarządzanie cyklem życia produktu – Product Lifecycle Management, PLM [dane dot. linii produktu]	•	•	•	•	•	•	•
	Platforma innowacji produktu – Product Innovation Platform, PIP [dane wieloaspektowe dot. linii produktu]	•	•	•	•	•	•	•
	Planowanie zasobów przedsiębiorstwa – Enterprise Resource Planning, ERP		•		•	•		
	Produkt jako usługa – Product as a Service, PaaS	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie relacjami z klientem – Customer Relationship Management, CRM			•		•	•	•
	Rachunek kosztów cyklu życia produktu – Life Cycle Costing, LCC [linia produktu]	•	•	•	•	•	•	•
	...							
B	Łańcuch wartości dodanej po stronie odbiorcy – najważniejsze TTM operacyjne i zarządcze - dla modelu ETO. New!***	Identyfikacja potrzeb, scenariusze cyklu życia produktu	Tworzenie Zapytania ofertowego	Kooperacja przy doskonaleniu ofert	Wybór oferty	Przygotowanie instalacji i eksploatacji	Instalacja i uruchomienie	Eksploatacja i wycofanie
	Terotechnika / terotechnologia – Terotechnology [utrzymywanie produktu w optymalny sposób]					•	•	•
	Koszt cyklu życia produktu – Life Cycle Cost, LCC [użytkowanego produktu]	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie cyklem życia produktu – Product Lifecycle Management, PLM [użytkowanego produktu]****	•	•	•	•	•	•	•
	Zarządzanie kapitałem intelektualnym – Intellectual Capital Management, ICM [zasobami niematerialnymi]	•	•	•	•	•	•	•
	...							

Nieoczekiwanym efektem jest nadesłanie zmodyfikowanej metryczki, i wskazanie, że rozpoznanie oraz uzbrajanie w niezbędne kompetencje 4.0 firm i/lub zespołów powinno obejmować:

A. Firmy realizujące procesy łańcucha wartości dodanej w fazach:

1. przedprodukcyjnej – ośrodki B+R, firmy projektowe, brandingowe.
2. produkcyjnej – tworzące komponenty i/lub zagregowane produkty. Akcja nakierowana jest jak dotąd jedynie na takie firmy.
3. poprodukcyjnej – firmy dystrybucyjne, marketingowe, dealerskie, serwisowe, szkoleniowe
4. w dowolnej kombinacji 1, 2, 3.

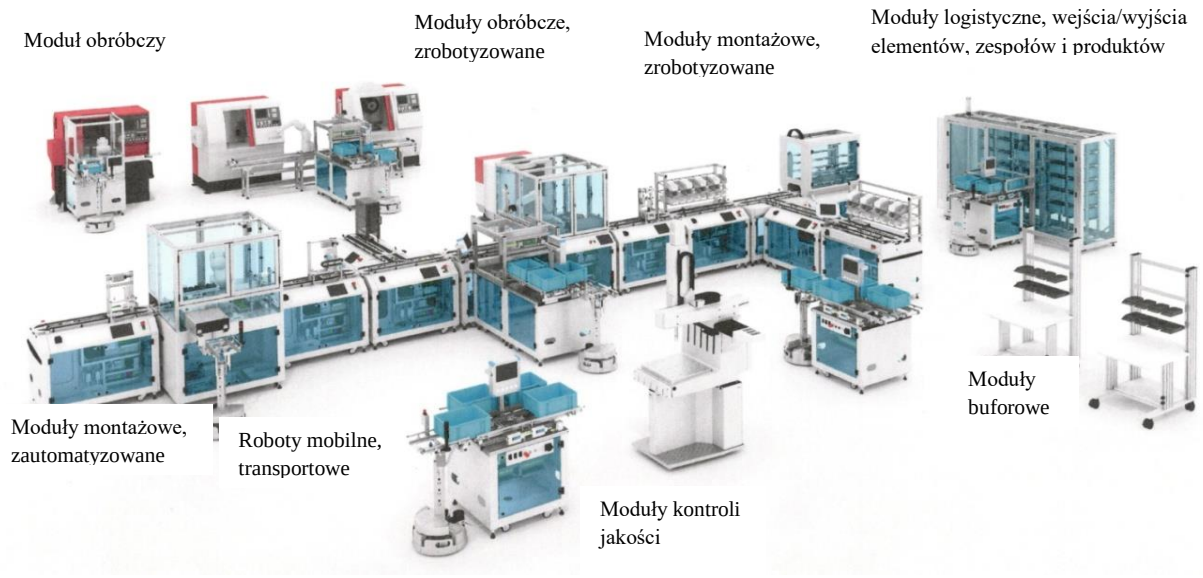
B. Firmy zamawiające produkty w przetargach, nie tylko publicznych – współodpowiedzialne za unowocześnianie państwa oraz wytwarzanie popytu na nowoczesne i innowacyjne produkty / usługi, kierowanego do A. Wg znanych i uznanych opinii, ich rola jest niezwykle znacząca w kreowaniu proinnowacyjnych zmian w A. Włączenie w zmianę 4.0 firm B, podlegających pod prawo zamówień publicznych (pzp), wydaje się być zadaniem nieodzownym dla państwa. Jak dotąd, firmy B są pominięte w akcji.

C. Firmy dostarczające i wdrażające technologie, techniki oraz metodologie w obszarach technicznym oraz organizacji biznesu w łańcuchach wartości dodanej dostawcy A i odbiorcy B – produktowe, konsultingowe i szkoleniowe. Obecna skierowana do G2 ZTP akcja, nakierowana na A2, od strony systemowej powinna być rozszerzona na firmy z obszarów A1, A3 oraz, co bardzo istotne, B.

W kolejnym etapie prac zastanowimy się nad rozbudową formularza, uwzględniając wniosek Pana Jana Parczewskiego (2. Grupa).

7.c Wyposażenie centrów kompetencji cyfrowych

Ważnym zasobem, jakim muszą dysponować centra kompetencji są urządzenia produkcyjne, które będą realizować założenia Przemysłu 4.0. Już dziś można stwierdzić, że urządzenia mechatroniczne są obecnie stosowane w inteligentnych fabrykach. Obecność mechatroniki w nauce, technice i edukacji pozwala na tworzenie wspólnego środowiska, w którym integrowane mogą być pomysły i działania zmierzające do realizacji nowych projektów i rozwiązań potrzebnych nowoczesnej gospodarce każdego kraju, w tym oczywiście i Polski.



Model systemu produkcyjnego w środowisku Platformy Przemysłu 4.0 (festo.com/industrie4.0)

Mechatronizacja, rozumiana w sensie Platformy 4.0, nie tylko w odniesieniu do techniki i technologii, ale w znacznie szerszym ujęciu uwzględniająca aspekty pozatechniczne, jak elastyczna integracja czynności produkcyjnych i zarządzania produkcją, zarządzanie kadrami, zarządzanie informacją i logistyką, jest najefektywniejszą drogą do ewolucyjnego rozwiązania nie tylko problemu wzrostu produktywności

i konkurencyjności gospodarki, ale również drogą do zapewnienia gospodarce wykwalifikowanych pracowników zdolnych do sprostania nowoczesnym wymaganiom zawodowym i społecznym we wszystkich gałęziach przemysłu.

Dalej prezentowana jest przykładowy system montażu, jaki mógłby się znaleźć w centrum kompetencji i stanowić stanowisko szkoleniowe dla studentów oraz inżynierów – tylko praktyczny kontakt z takim stanowiskiem umożliwi dokładne poznanie i zrozumienie koncepcji Przemysłu 4.0. System produkcyjny montażu, w dzisiejszym wyobrażeniu jego postaci i właściwości, w środowisku Platformy 4.0 złożony jest z kilku składowych:

- moduły montażowe, zautomatyzowanego i zrobotyzowanego działania. Moduły są autonomicznymi jednostkami produkcyjnymi i mogą być sytuowane w stosunku do siebie całkowicie dowolnie, nawet nie tworząc linii produkcyjnej lub tworząc jej wybrane i uzupełniające się odcinki. Urządzenia transportu wewnątrz modułowego nie są łączone z analogicznymi urządzeniami innych modułów – zapewniony jest jedynie kontakt tych urządzeń w bezpośredniej styczności sąsiadujących modułów, zapewniający przejście palety z produktem lub samego produktu. To bezpośrednie przejście jest konieczne tylko wtedy, gdy sąsiadujące ze sobą moduły wykonują dwa kolejne ciągi operacji technologicznych. Informację z żądaniem wykonania tych czynności nosi obiekt lub paleta z obiektem montażu,
- moduły obróbcze, także o zautomatyzowanym i zrobotyzowanym działaniu. Mogą być samodzielne lub połączone robotycznie, tworząc mini ciąg operacji technologicznych, mogą też funkcjonować jako moduły pomocnicze będąc bramką wejściową do konwencjonalnych maszyn technologicznych, np. obrabiarek NC,
- moduły zautomatyzowanej kontroli jakości wykonania wybranych operacji technologicznych, rozproszone jak moduły montażowe lub obróbcze, łączone z nimi na identycznych zasadach lub osadzone jako autonomiczne jednostki w przestrzeni roboczej działu produkcji 4.0,
- roboty mobilne transportujące montowane obiekty do wybranych modułów montażowych, obróbczych lub modułów kontroli jakości, zgodnie z instrukcjami zapisanymi w procesorach palet lub obiektów. Mechanizmy kinematyczne, umieszczone na platformach jezdnych robotów, są w stanie dostarczyć obiekt lub paletę do urządzenia transportu wewnątrz modułowego. Sterowniki procesorowe robotów mogą korzystać z torów podłogowych, tworzących sieć połączeń kierujących platformę do wybranego modułu lub realizować autonomicznie trajektorię po jej docelowym zaadresowaniu, zapewniając bezkolizyjny ruch z innymi platformami lub modułami – tutaj pokazano 7 identycznych platform mobilnych z mechanizmami robotów obsługujących system,
- moduły logistyczne wejścia/wyjścia obiektu lub wykonanego produktu do lub z obszaru systemu produkcyjnego. Obiektu-półproduktu, jeśli system produkcyjny nie jest w stanie zapewnić wykonania wszystkich operacji technologicznych i jest konieczna aplikacja tych niewykonanych operacji w innym dziale tego samego lub innego producenta, dysponującego żądanymi maszynami lub modułami technologicznymi. Także identyfikacji, kontroli jakości i przechowywania gotowych do wykorzystania elementów i podzespołów,
- moduły buforowe, stanowiące rezerwę w przypadku awarii i konieczności zapewnienia sprawnego funkcjonowania systemu przez szybkie zestawienie, z wykorzystaniem ich konstrukcji nośnej, aktualnie brakującego lub uszkodzonego modułu.

Pilotażowa instalacja o opisanej budowie i charakterze została wykonana i uruchomiona w 2016 r., jest wykorzystywana na bieżąco w celach pokazowych i szkoleniowych.

Moduły dydaktyczne procesów ciągłych w środowisku Platformy Przemysłu 4.0 (festo.com/industrie4.0)

Moduł dydaktyczny procesu przepływu i napełniania cieczą zbiornika dla nauczania projektowania sterowania w środowisku Platformy Przemysłu 4.0 (festo.com/didactic)

W drugiej grupie procesów wytwórczych, z ciągłym przetwarzaniem materiałów w przemysłach m.in. energetycznych, chemicznych, farmakologicznych i spożywczych, zaproponowano budowę podobnych modułów technologicznych. Ta instalacja ma na razie charakter dydaktyczny i służy uczeniu projektowania sterowania, regulacji i łączenia tych procesów, z założeniem spełniania wymagań Platformy Przemysłu 4.0, np. w złożonych technologicznie instalacjach przepływowych, zbiornikowych i temperaturowych.

Rekomendacje

1. Planowane centra kompetencji powinny mieć swoją fizyczną lokalizację – wiodące jednostki naukowe. Ważniejszą jednak formą jest ich integracja na portalu internetowym – planowanej Platformie Przemysłu 4.0.

2. Platforma Przemysłu 4.0 powinna gromadzić materiały szkoleniowe (kursy on-line), zdalne stanowiska dydaktyczne, informacje o kompetencjach oraz narzędzie do komunikacji, współpracy między firmami, szczególnie działalność doradcza.
3. Kadra zatrudniona w centrach kompetencji powinna charakteryzować się odpowiednimi umiejętnościami i mieć ugruntowane kompetencje.
4. Zasoby i architektura Platformy Przemysłu 4.0 oraz kadry zatrudnionego w centrum kompetencji powinny gwarantować:
   - szkolenia pracowników z zakresu nowych technologii – interaktywne warsztaty (z wykorzystaniem VR i AR),
   - transfer praktycznej wiedzy – warsztaty, seminaria dla kadr technicznych w przemyśle oraz studentów,
   - szkolenia i warsztaty na bazie laboratoriów oraz symulacje odzwierciedlające rzeczywiste warunki pracy w skali przemysłowej, szkoleniowo-pokazowe linie produkcyjne Przemysłu 4.0,
   - wykorzystanie innowacyjnych metodologii edukacyjnych, e-learning,
   - podnoszenie kwalifikacji pracowników na rynku pracy – aktualizacja kompetencji zawodowych,
   - programy edukacji zawodowej i programy współpracy międzynarodowej.

Stwierdzono, że dobór jednostek o wymaganych kwalifikacjach i niezbędnych zasobów kadrowych dla rozwoju Przemysłu 4.0 i usług, powinien odbywać się na podstawie analizy dziewięciu zaawansowanych technologii, wymienionych na stronach 26 i 27 niniejszego raportu.

W kolejnym okresie działania poszczególnych zespołów i grup roboczych planujemy opracowanie formularza, za pomocą którego pozyskani zostaną eksperci dla centrów kompetencji.

8. Inne formy działania 4. Grupy Roboczej

Instytut Maszyn Przepływowych PAN zgłosił ofertę kształcenia wysoko kwalifikowanej kadry w ramach przewodów doktorskich. Propozycja dotyczy prowadzenia tzw. „doktoratów przemysłowych". Podobny mechanizm jest realizowany przez Komisję Europejską w ramach Akcji Marie Skłodowska-Curie, Innovative Training Networks European Industrial Doctorates (EID ITN): https://ec.europa.eu/research/mariecurieactions/about/innovative-training-networks_en; http://kpk.gov.pl/?page_id=10250.

Działania Marii Skłodowskiej-Curie (*Marie Skłodowska-Curie Actions – MSCA*) koncentrują się na tworzeniu optymalnych warunków do rozwoju i korzystania z kapitału intelektualnego Europy w celu kreowania umiejętności, wiedzy i innowacji. Cel ten jest realizowany poprzez prowadzenie badań naukowych i wymianę wiedzy wspieranych rozwijaniem innowacyjnych programów badawczo-szkoleniowych, współpracą między sektorem akademickim i pozaakademickim oraz krajami trzecimi, tworzeniem atrakcyjnych warunków pracy i zatrudnienia, a także promowaniem kariery naukowej.

Rolą jednostki naukowej IMP PAN jest zapewnienie wysokiego poziomu przekazywanej wiedzy w obszarach istotnego zapotrzebowania na kadrę u partnerów przemysłowych. Zasadnicze założenia propozycji IMP PAN:

- temat pracy doktorskiej uzgadniany z partnerem przemysłowym,
- okres realizacji 36 miesięcy poczynając od zatrudnienia doktoranta do terminu obrony pracy,
- doktorant przez 18 miesięcy jest zatrudniony u partnera przemysłowego a przez 18 miesięcy w IMP PAN (jednostce naukowej).

IMP PAN koordynował projekty typu Innovative Training Networks, uznane przez Komisję Europejską jako *success stories*. W ramach zrealizowanych projektów wypromowano we współpracy z przemysłem około 20 doktorów http://cordis.europa.eu/result/rcn/190810_pl.html (PL) oraz http://cordis.europa.eu/news/rcn/126567_pl.html (PL).
Inicjatywę IMP PAN można włączyć w rozszerzoną wersje funkcjonującego Program stażowy „Energia dla Przyszłości" http://www.gkpge.pl/kariera/energia-dla-przyszlosci.

9. Śledzenie aktywności różnych podmiotów w obszarze kształcenia i kompetencji

W przestrzeni publicznej obecnych jest wiele organizacji i stowarzyszeń, które realizują ciekawe projekty. Znaczna ich część dotyczy informatyki oraz ewaluacji kwalifikacji. Warto je śledzić, może współpracować, a na pewno czerpać z ich doświadczeń.

9.a Rada Sektorowa ds. Kompetencji IT

Celami działania Rady (http://radasektorowa.pl/), zorganizowanej przez Polskie Towarzystwo Informatyczne (lidera projektu) oraz Polską Izbę Informatyki i Telekomunikacji (partnera) są m.in.:

- monitorowanie potrzeb pracodawców z sektora IT oraz instytucjonalnych użytkowników rozwiązań informatycznych,
- monitorowanie poziomu kompetencji pracowników,
- modelowanie zmian edukacji formalnej i pozaformalnej w pożądanych kierunkach.

Działania te są niezbędne wobec widocznego deficytu specjalistów IT oraz szacowanemu wzrostowi zapotrzebowania rynku pracy na informatyków. Rada prowadzić je będzie w ścisłej współpracy z pracodawcami sektora IT i ich organizacjami oraz z instytucjami edukacji wszystkich szczebli.

Wzrost zapotrzebowania na specjalistów IT wynika z rozwoju zastosowań teleinformatyki we wszystkich dziedzinach gospodarki i administracji, dlatego pilnym zadaniem jest rozbudowa systemu kształcenia specjalistów. W najbliższych latach będzie rosło zapotrzebowanie na inżynierów i programistów tworzących sprzęt i oprogramowanie w firmach informatycznych, a także na specjalistów wdrażających, utrzymujących i rozwijających systemy w przedsiębiorstwach, w administracji publicznej, w innych instytucjach i organizacjach. W tym celu Rada Sektorowa ds. Kompetencji IT będzie prowadzić oraz koordynować działalność badawczą dotyczącą kwalifikacji i kompetencji informatycznych, prognozować zakres i kierunki zmian kompetencji oraz zapotrzebowania rynku pracy, a także rekomendować rozwiązania (w tym także zmiany legislacyjne) w obszarze edukacji formalnej i pozaformalnej w celu dostosowania systemu kształcenia do potrzeb rynku.

Choć informatyka jest obecnie w Polsce najpopularniejszym kierunkiem studiów – według danych MNiSW w 2016 r. na ponad 800 kierunkach studiów w tej dziedzinie (łącznie na studiach I i II stopnia) kształci się ok. 70 tys. przyszłych informatyków i nadal zgłasza się na nie najwięcej kandydatów – to potrzebna jest rozbudowa systemu kształcenia specjalistów. Dotyczy to zarówno instytucji edukacji formalnej – szkół i uczelni dających uprawnienia do pracy w zawodach informatycznych – jak i placówek edukacji pozaformalnej, prowadzących szkolenia podnoszące kwalifikacje. Jest to tym istotniejsze, że wraz z rozwojem technologii informacyjnych i ich zastosowań pojawiają się nowe potrzeby, np. tworzenia rozwiązań zaliczanych do tzw. Trzeciej Platformy (usługi chmurowe, rozwiązania mobilne, Big Data, media społecznościowe).

9.b Szerokie Porozumienie na rzecz Rozwoju Umiejętności Cyfrowych

Celem SPRUC (http://umiejetnoscicyfrowe.pl/) jest inspirowanie oraz wspieranie działań prowadzących do powszechnej edukacji cyfrowej, efektywnego wykorzystywania technologii cyfrowej oraz akceptacji przemian powodowanych jej stałym rozwojem.

Porozumienie jest nieformalnym zrzeszeniem dobrej woli instytucji, organizacji oraz firm, które identyfikują się z jego celami i zamierzają działać na rzecz ich realizacji. Poszukiwać ono będzie synergii pomiędzy realizowanymi inicjatywami, inspirować nowe przedsięwzięcia, skupiać informacje o dobrych praktykach, propagować je w różnych środowiskach - nawet odległych od zagadnień cyfryzacji. Poprzez wzrost świadomości o korzyściach, ale i zagrożeniach działać będzie na rzecz dostępu do wiedzy i informacji, upowszechnienia partycypacji cyfrowej oraz zdobywania umiejętności niezbędnych we wszystkich okresach życia i obszarach aktywności społecznej oraz zawodowej.

9.c Instytut Badań Edukacyjnych

Instytut Badań Edukacyjnych realizuje na zlecenie Ministerstwa Edukacji Narodowej projekt pozakonkursowy „Wspieranie realizacji I etapu wdrażania Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji na poziomie administracji centralnej oraz instytucji nadających kwalifikacje i zapewniających jakość nadawania kwalifikacji" (http://www.kwalifikacje.edu.pl/pl/o-projekcie). Projekt trwać będzie do końca czerwca 2018 roku.

W ramach projektu prowadzone są zarówno zadania merytoryczne, szkoleniowe oraz informacyjne.

Zaplanowane efekty projektu to: m.in.:

- wsparcie ministerstw;
- wsparcie dla pracowników jednostek samorządu terytorialnego,
- wsparcie instytucji mogących pełnić funkcje instytucji certyfikujących;
- modelowa procedura ewaluacji zewnętrznej;
- 70 opisów kwalifikacji nadawanych poza systemami oświaty i szkolnictwa wyższego;
- baza on-line dobrych praktyk w zakresie walidacji efektów uczenia się oraz katalog metod walidacji efektów uczenia się.
- Centrum informacji o ZSK on-line
- 4 sektorowe ramy kwalifikacji.

Ponadto powstaną poradniki i kursy e-learningowe, a wszystkie materiały znajdą się na portalu Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji.

10. Podsumowanie

Przedstawiony raport zawiera wyniki prac 4. Grupy Roboczej ds. kształcenia, kompetencji i zasobów kadrowych dla Przemysłu 4.0 Zespołu ds. Transformacji Przemysłowej działającego przy Ministerstwie Rozwoju zrealizowanych w okresie od września 2016 do kwietnia 2017.

Identyfikacja interesariuszy (12 kategorii interesariusz, 60 organizacji, instytucji) pozwala na szersze dotarcie do wszystkich podmiotów, które powinny dołączyć do działań związanych z przygotowaniem systemu i edukacji na potrzeby Przemysłu 4.0.

Inwentaryzacja zasobów ośrodków (jednostki naukowe i firmy) pozwoli na tworzenie podwalin centrum kompetencji, którego zadaniem będzie wspieranie przedsiębiorstw planujących swoją przyszłość zgodnie z koncepcją Przemysłu 4.0..

Dużo miejsca poświęcono kształceniu na różnych poziomach – od szkoły podstawowej, przez szkoły zawodowe, branżowe, technika, uczelnie wyższe, aż po doszkalanie kadr, nauczycieli, rozwój inżynierów. Omówiono innowacyjne metody kształcenia, przedstawiono nowatorskie metody tworzenia programów kształcenia na studiach wyższych. Wskazano niektóre projekty, których tematyka jest zgodna z działaniami 4. Grupy Roboczej.

Prace opisane w niniejszym raporcie stanowią pewną całość. Należy jednak przedstawione wyniki traktować jako materiał roboczy i punkt wyjścia do dalszych analiz i działań zmierzających do poprawy jakości kształcenia, kompetencji i zasobów kadrowych zgodnie z koncepcją Przemysłu 4.0.