

Redakcja naukowa: Marek Jaszczuk, Antoni Kozieł

UWARUNKOWANIA ROZWOJU KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO DO ROKU 2020

MONOGRAFIA - NR 7

**SERIA: INNOWACYJNE TECHNIKI
I TECHNOLOGIE MECHANIZACYJNE**



Gliwice 2009

Redakcja naukowa
Marek JASZCZUK
Antoni KOZIEŁ

UWARUNKOWANIA ROZWOJU KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO DO ROKU 2020



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Redakcja naukowa: Marek Jaszczuk, Antoni Kozieł

Współautorzy:

Edward Chlebus – Politechnika Wrocławska

Joanna Gąbka – Politechnika Wrocławska

Marek Jaszczuk – Politechnika Śląska

Joanna Kiałka – Politechnika Wrocławska

Aleksandra Kiełtyka – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Antoni Kozieł – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Arkadiusz Kowalski – Politechnika Wrocławska

Sylwia Malczyk – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Tadeusz Mazurkiewicz – Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Marek Sitarz – Politechnika Śląska

Małgorzata Sołtysiak – Instytut Technologii Eksploatacji - PIB

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Jerzy Świder

prof. dr hab. inż. Lech Gładysiewicz

Komitety redakcyjny:

prof.dr hab.inż. Adam Klich

prof.dr hab.inż. Zdzisław Kłeczek

prof.dr inż. Włodzimierz Sikora

Sekretarz redakcji:

Romana Zając

Copyright by

Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2009

ISBN 978-83-60708-39-2

Wydawca:

Instytut Techniki Górniczej KOMAG

ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice

Spis treści

str.

WPROWADZENIE	
1. CHARAKTERYSTYKA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO	1
1.1. Przemysł maszynowy w Europie i na świecie	1
1.2. Przemysł maszynowy w Polsce	2
1.3. Czynniki warunkujące rozwój przemysłu maszynowego	5
2. ANALIZA TRENDÓW ROZWOJOWYCH TECHNOLOGII I SEKTORA BADAWCZO-ROZWOJOWEGO DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO	8
2.1. Nowe technologie	8
2.2. Sektor badawczo-rozwojowy i innowacji	15
2.3. Produkcja maszyn	17
3. STAN AKTUALNY SYSTEMU KSZTAŁCENIA I ROZWOJU KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO	19
3.1. Europejskie systemy kształcenia	19
3.2. Polski system kształcenia	23
3.3. Polskie standardy kwalifikacji zawodowych	24
3.4. Pożądane kierunki rozwoju systemu kształcenia i rozwoju kadr	33
4. METODYKA REALIZACJI PROJEKTU FORESIGHT	35
5. HIERARCHIZACJA CZYNNIKÓW KSZTAŁTUJĄCYCH ROZWÓJ KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO W POLSCE	37
5.1. Analiza SWOT i STEEPV	37
5.2. Identyfikacja czynników kluczowych (analiza krzyżowa) ...	46
5.3. Warianty zmian czynników kluczowych	49

6. SCENARIUSZE FORESIGHT ZAPOTRZEBOWANIA NA KADRY DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO	53
6.1. Metodyka budowy scenariuszy	53
6.2. Założenia do budowy scenariuszy wynikające z Narodowego Programu Foresight Polska 2020	54
6.3. Scenariusz „Skok cywilizacyjny”	56
6.4. Scenariusz „Twarde dostosowania”	62
6.5. Scenariusz „Słabnący rozwój”	67
REKOMENDACJE	74
LITERATURA	76

Źródłem praw do publikacji jest umowa zawarta pomiędzy Polską Agencją Rozwoju Przedsiębiorczości z siedzibą w Warszawie zwana Licencjodawcą, a Instytutem Techniki Górniczej KOMAG z siedzibą w Gliwicach zwanym Licencjobiorcą. Publikacja powstała na zlecenie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach projektu „Foresight kadr nowoczesnej gospodarki” współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego.

WPROWADZENIE

W niniejszej monografii przedstawiono wyniki badań Panelu Tematycznego „Przemysł maszynowy”, uzyskane w trakcie realizacji projektu „**Foresight kadr nowoczesnej gospodarki**”, wykonanego na zlecenie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, przez konsorcjum złożone z: Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN (Koordynator), Polskiej Izby Gospodarczej Zaawansowanych Technologii oraz firmy SMG/KRC Poland Media S.A.

Celem projektu foresight było przeprowadzenie prac badawczych w zakresie pożądanych kwalifikacji kadr zarządzających oraz pracowników przedsiębiorstw, w perspektywie czasowej 10 lat. W ramach projektu powołano pięć paneli tematycznych:

- „**Kadry przyszłości**”, kierowany przez Krzysztofa B. Matusiaka,
- „**Technologie Informacyjne i Telekomunikacyjne**”, kierowany przez Tomasza Kulisiewicza,
- „**Energetyka**”, kierowany przez Janusza Brzóske,
- „**Przemysł maszynowy**”, kierowany przez Antoniego Koziela,
- „**Przemysł Chemiczny**”, kierowany przez Jacka Gulińskiego.

Zakres prac badawczych obejmował ocenę stanu wiedzy, analizę wynikającą z metodyki realizacji projektów foresight oraz opracowanie scenariuszy zapotrzebowania na kadry, zarówno w aspekcie kształcenia, potrzeb producentów, jak i użytkowników maszyn.

Zgodnie z metodyką realizacji projektu foresight przeprowadzono analizę wyboru czynników kluczowych: SWOT, STEEPV (analizę krzyżową), badanie Delphi oraz opracowano scenariusze:

- „Skok cywilizacyjny” – optymistyczny,
- „Twarde dostosowania” – umiarkowany,
- „Słabnący rozwój” – pesymistyczny.

Przy opracowaniu scenariuszy uwzględniono założenia i wyniki Narodowego Programu Foresight „Polska 2020”.

W monografii przedstawiono:

- przewidywane kierunki rozwoju technologicznego przemysłu maszynowego,
- czynniki i uwarunkowania: społeczne, ekonomiczne, środowiskowe i polityczne, determinujące zapotrzebowanie na kadry,
- pożądane kwalifikacje pracowników, zgodne z wymaganiami innowacyjnej gospodarki,
- szanse i zagrożenia mające wpływ na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego,
- dziedziny, które państwo powinno wspierać, aby w okresie długoterminowym przygotować kadry dla przemysłu maszynowego.

W scenariuszach przedstawiono warianty zdarzeń, które mogą sprzyjać lub utrudniać rozwój kadr.

1. CHARAKTERYSTYKA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO

Antoni Kozieł, Tadeusz Mazurkiewicz

1.1. Przemysł maszynowy w Europie i na świecie

Przemysł maszynowy w Europie znajduje się w obliczu wyzwań, które mogą wpłynąć na jego rozwój lub spowodować jego stagnację w najbliższej przyszłości. Są to: coraz większa międzynarodowa konkurencja; nowe technologie, pozwalające na nowe modele działalności przemysłu; przenoszenie produkcji i intensyfikacja działalności poza krajami Unii Europejskiej. Przyłączenie nowych krajów, o odmiennej strukturze i kulturze gospodarczej od dotychczasowych 15. krajów Unii Europejskiej, stworzyło możliwość korzystnego lokowania w nich produkcji, w szczególności dla gałęzi przemysłu, bazujących w znacznym stopniu na dużych nakładach pracy ludzkiej. Powiększenie UE stworzyło nowe możliwości w postaci większego rynku wewnętrznego, ale wprowadziło również specjalizację i towarzyszącą temu gospodarkę większej skali i zakresu.

Coraz wyraźniej uwidacznia się nowa fala globalizacji. Ten proces gospodarczej integracji – z coraz bardziej mobilnymi zasobami ludzkimi oraz bardziej niezależnymi gospodarkami i rynkami finansowymi, a jednocześnie umiędzynarodowionymi – będzie miał wpływ na przyszłą produkcję przemysłu maszynowego. Jest to istotne zwłaszcza w aspekcie integracji ze światową gospodarką Chin i Indii, gdyż każdy z tych krajów posiada około 20% światowej populacji. Oba kraje są wiodącymi, wysoce konkurencyjnymi eksporterami; Indie w oprogramowaniu komputerowym i technologiach informatycznych, Chiny w produkcji o dużym nakładzie pracy. Szczególnie Chiny stają się najważniejszą częścią regionu Azji i w okresie krótszym od 20 lat, mogą się stać światową platformą produkcji i handlu.

Globalizacja oddziałuje również na europejski przemysł poprzez: obniżenie kosztów produkcji, wzrost jakości oraz wzornictwa pod wpływem wymagań nowych rynków zbytu, co doprowadza do międzynarodowego podziału dostaw części i podzespołów dla jego produkcji.

Zmienia się także popyt. Konsumenci stają się zamożniejsi, potrzebują większego zakresu usług i stawiają wyższe wymagania wyrobom przemysłowym. Również czynnik demograficzny, związany ze starzeniem się społeczeństwa, może tylko wzmocnić te trendy. Ponadto, pod wpływem globalizacji i międzynarodowej konkurencji, wzrosło tempo rozwoju technologii.

W ostatnim okresie pojawił się dodatkowo w skali globalnej nowy czynnik – kryzys finansowy, wpływający na zmiany podaży kredytu, co stało się przyczyną zmian popytu na produkty i usługi.

W przemyśle wysokiej techniki proces produkcji jest wyraźnie podzielony na dwa etapy. Etap pierwszy to faza opracowania rozwiązań innowacyjnych, który obejmuje: badania naukowe, prace rozwojowe, opracowanie koncepcji technologicznych i produkcję próbną serii. Etap drugi stanowi masowa produkcja lub wytwarzanie komponentów i ich montaż. Każda z tych dwóch faz cyklu produkcyjnego stwarza inne wymagania, w tym również co do wiedzy i kwalifikacji kadry dla tego przemysłu.

W pierwszym etapie najważniejszymi czynnikami lokalizacji i rozwoju przemysłu wysokiej techniki są:

- zasoby finansowe przeznaczane na uzyskanie rozwiązań innowacyjnych i testowanie wyrobów, w tym tak zwany kapitał ryzyka,
- współpraca z wyższymi uczelniami prowadzącymi badania podstawowe i kształcącymi kadry,
- dostępność kwalifikowanej kadry inżynierskiej i zarządzającej (marketing),
- infrastruktura komunikacyjna ułatwiająca szybki kontakt twórców z pozostałymi partnerami,
- środowisko niezbędne dla realizacji procesów technologicznych produkcji,
- atrakcyjność miejsca pracy, wpływająca na intensywność i efektywność pracy umysłowej.

Najlepsze warunki lokalizacji przemysłu wysokiej techniki znajdują się na peryferiach wielkich aglomeracji miejsko-przemysłowych i mało przekształconych terenach rolniczych, pod warunkiem dobrej komunikacji z dużymi ośrodkami miejskimi. Wysokie koszty własne powodują, że przemysł ten powstaje przede wszystkim w regionach wysoko rozwiniętych, posiadających duże zasoby kapitałowe i naukowe.

W drugiej fazie cyklu produkcyjnego masowość i duży stopień automatyzacji produkcji sprawiają, że niskie koszty pracy nie są czynnikiem decydującym o lokalizacji produkcji.

1.2. Przemysł maszynowy w Polsce

Przemysł maszynowy jest dostawcą dla wielu gałęzi gospodarki, które kształtują istotną część wzrostu bazy produkcyjnej w pozostałych branżach. Typowymi produktami przemysłu maszynowego są maszyny:

górnictwo, włókiennictwo, hutnictwo, budowlane, papiernictwo i drukarskie, stosowane w procesach wytwarzania, środki transportu i inne. W produkcji wyżej wymienionych wyrobów zaangażowanych jest w Polsce ponad 3200 firm.

Według danych z Polskiej Agencji Informacji i Inwestycji Zagranicznych S.A. (PAIilZ) [20] w 2006 roku sprzedaż maszyn i urządzeń wyprodukowanych w kraju stanowiła ponad 5% produkcji sprzedanej całego przemysłu. Na początku 2007 roku w branży maszynowej zatrudnionych było 182 tysiące osób. Przewiduje się, że w związku ze stałym rozwojem i modernizacją polskiej gospodarki, jak również z poszerzaną wymianą międzynarodową w ciągu najbliższych 8 lat popyt na polskie maszyny podwoi się.

Z danych GUS wynika, że dynamika produkcji sprzedanej maszyn i urządzeń w latach 2001–2006 wyniosła 192,2%, dynamika przeciętnego zatrudnienia w tym okresie 84,7%, dynamika przeciętnych wynagrodzeń 136,5%, a dynamika nakładów inwestycyjnych 199,5%. W 2006 roku nakłady ogółem w produkcji maszyn i urządzeń wyniosły 974,1 mln zł, w tym na działalność badawczo-rozwojową 181,3 mln zł, a na zakup gotowych technologii, w postaci dokumentacji i praw autorskich 25,5 mln zł. Pozostałe wydatki dotyczyły inwestycji w nieruchomości, maszyny, szkolenia personelu i marketing, związanych z działalnością innowacyjną. [18]

Największymi przedsiębiorstwami produkującymi maszyny i urządzenia w Polsce są [18]:

- w zakresie maszyn roboczych:
 - Huta Stalowa Wola S.A. Grupa Kapitałowa, przychody 278,9 mln USD, 74 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
 - ABB Zamech Ltd (Elbląg), przychody 262,3 mln USD, zysk netto 27,4 mln USD, 81 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
 - H. Cegielski-Poznań S.A., przychody 196,6 mln USD, zysk netto 1,5 mln USD, 103 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
 - Zelmer (Rzeszów), przychody 125,2 mln USD, zysk netto 4,5 mln USD, 152 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
 - Bumar Waryński S.A. Grupa Holdingowa (Warszawa), przychody 63,4 mln USD, zysk netto 401 tys. USD, 273 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
- w zakresie produkcji AGD:
 - Amica Wronki S.A., przychody 200 mln USD, zysk netto 9,2 mln USD, 102 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,

- Polar S.A. (Wrocław), przychody 180,2 mln USD, zysk netto 5,2 mln USD, 110 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
- Wrozamet S.A. (Wrocław), przychody 80 mln USD, zysk netto 3,7 mln USD, 226 pozycja na liście 500 największych polskich przedsiębiorstw,
- w zakresie maszyn górniczych:
 - Postępująca konsolidacja przedsiębiorstw doprowadziła do powstania dużych, polskich grup kapitałowych KOPEX-ZZM S.A. i FAMUR, których potencjał pozwala na skuteczną rywalizację z liderami na rynkach globalnych, takimi jak amerykańscy producenci maszyn górniczych JOY i Bucyrus. Obie polskie grupy kapitałowe występują na rynku giełdowym. Właściciele tych grup kapitałowych zajmują stałe miejsce w pierwszej dwudziestce największych polskich inwestorów i zainteresowani są zarówno aktywnym rozwojem innowacyjnych technologii, jak i kształceniem kadr dla ich rozwoju.

Wybrane inwestycje zagraniczne przedsiębiorstw sektora maszynowego w Polsce obejmują następujące przedsięwzięcia [20]:

- CNH Global posiada w Płocku fabrykę maszyn rolniczych.
- Same Deutz-Fahr produkuje w Lublinie ciągniki rolnicze.
- Sandvik produkuje w Tychach maszyny górnicze.
- Danfoss, producent urządzeń regulacyjnych i kontrolno-pomiarowych z Danii, posiada 3 fabryki w Polsce (w Grodzisku, Chwaszczynie i we Wrocławiu). Zainwestował dotychczas 300 mln złotych i zatrudnia około 800 osób.
- Bosch posiada w Mirkowie fabrykę produkującą systemy hamulcowe.
- Machinery Products and Development Holding B.V. posiada w Radomiu fabrykę maszyn dla przemysłu tytoniowego.
- SKF, Timken – globalne koncerny produkujące łożyska posiadają zakłady produkcyjne w Poznaniu i Sosnowcu.
- Fagor (właściciel Wrozamet S.A.) posiada we Wrocławiu fabrykę pralek, lodówek i zmywarek.
- Merloni (Indesit, Ariston) posiada 2 fabryki pralek i kuchenek zatrudniające około 2500 osób w Łodzi oraz buduje zakład w Radomsku, gdzie planuje zainwestować około 80 mln euro i zatrudnić około 1500 osób.
- DeLaval posiada we Wrocławiu 2 fabryki chłodziarek do mleka. Zainwestował dotąd około 100 mln złotych.

Decyzje inwestorów zagranicznych o lokalizacji produkcji maszynowej w Polsce wskazują na występowanie w naszym kraju dobrych warunków dla rozwoju przemysłu maszynowego.

Wśród przedsiębiorców działających w oparciu o polski kapitał następuje konsolidacja, co prowadzi do powstania dużych grup kapitałowych, uzyskano również poszerzenie międzynarodowych rynków zbytu. Jednakże wśród producentów krajowych, stanowiących MŚP, występuje problem związany z utrudnionym dostępem do kapitału i brakiem systemu umożliwiającego łatwy i szybki dostęp do nowych technologii. Stopniowo następuje również utrata posiadanej przewagi konkurencyjnej w formie niskich kosztów pracy i tanich surowców.

Kierunkiem zapewniającym konkurencyjność w najbliższej przyszłości, powinno być zatem szybkie wprowadzenie innowacyjnych produktów i technologii, a szczególnie poszerzenie zakresu zastosowania zaawansowanych technologii. Wraz z przyjęciem do realizacji tego strategicznego kierunku, konieczna będzie nie tylko intensyfikacja działania w zakresie sfery B+R i wynikających z tego nowych technologii, ale wymagane będzie podniesienie kwalifikacji kadr, pracujących w nowoczesnej gospodarce opartej na wiedzy.

1.3. Czynniki warunkujące rozwój przemysłu maszynowego

Przemysł maszynowy spełnia trzy podstawowe funkcje: ekonomiczne, społeczne i przestrzenne.

Do funkcji ekonomicznych zalicza się:

- tworzenie dochodu narodowego,
- wytwarzanie środków produkcji,
- wytwarzanie środków konsumpcji,
- wpływ na rozwój pozostałych działów gospodarki narodowej.

Funkcje społeczne obejmują:

- zapewnienie miejsc pracy,
- wzrost poziomu życia ludności,
- wzrost statusu społecznego,
- wzrost poziomu wykształcenia ludności.

Do funkcji przestrzennych należą:

- przyspieszenie procesów urbanizacyjnych,
- ułatwienie mobilności ludności,
- wzrost przepływu towarów oraz informacji,
- zmiana stanu środowiska.

Przemysł maszynowy w znacznym zakresie można zakwalifikować do przemysłu wysokiej techniki (high-technology), nazywanego również przemysłem zaawansowanych technologii lub przemysłem wysokiego przetwarzania. Przemysł wysokiej techniki obejmuje produk-

cję: elektroniki przemysłowej, elektroniki użytkowej, chemiczną i farmaceutyczną, lotniczą i zbrojeniową, ale również produkcję maszyn i robotów, jak na przykład: urządzenia elektroenergetyczne, maszyny dla górnictwa, hutnictwa, maszyny rolnicze, budowlane i do robót ziemnych, włókiennicze, obrabiarki, turbiny, roboty i inne.

Duża różnorodność produkcji jest jedną z przyczyn braku jego ścisłej definicji. **Obecnie do scharakteryzowania przemysłu wysokiej techniki stosuje się dwa kryteria:**

- udział nakładów na prace naukowe i badawczo-rozwojowe, wynoszący nie mniej niż 3,5% całości wydatków ponoszonych w procesie produkcji,
- udział pracowników naukowych i kadry inżynieryjno-technicznej, nie mniejszy od 20% ogółu zatrudnionych [6].

W warunkach gospodarki rynkowej polski przemysł maszynowy okazał się dotychczas niewystarczająco konkurencyjny na rynkach światowych. W celu zwiększenia konkurencyjności konieczne jest zatem dorównanie krajom wysoko rozwiniętym gospodarczo. Wymaga to licznych zmian obejmujących między innymi: strukturę własności i wielkość zakładów, preferowanie rozwoju zakładów małej i średniej wielkości, współpracujących z dużymi grupami kapitałowymi, zmianę struktury przemysłu, w celu dostosowania do bieżącego zapotrzebowania na produkty, ale również intensywnej rozbudowy nowoczesnych gałęzi przemysłu wysokiej techniki, oraz dostosowanie systemu i kierunków kształcenia kadr dla przyszłych potrzeb przemysłu wysokiej techniki.

Potrzeby te, w różnym stopniu, znajdują swoje odzwierciedlenie w regionalnych i technologicznych strategiach, w tym projektach foresight realizowanych w kraju. Dotychczas zrealizowano 19 krajowych projektów typu foresight, w tym: 1 narodowy, 10 technologicznych i 8 regionalnych. W zrealizowanych projektach foresight, zaprezentowano krajowe czynniki oddziaływania makro, wynikające z procesu rozwoju kraju. Podstawowym czynnikiem stała się zmiana systemu gospodarczego na rynkowy, dokonana po 1989 roku. Pomimo upływu 20 lat jest ona nadal na etapie wdrażania. Na prywatyzację oczekuje jeszcze wiele zakładów i gałęzi gospodarki. Pierwsze pokolenie urodzone w Polsce w systemie gospodarki rynkowej podejmuje obecnie działalność zawodową, bądź samodzielną działalność gospodarczą. W wyniku poszerzenia rynku wymiany dóbr, zasobów i finansów na skalę europejską, w kraju zlokalizowano produkcję w oparciu o inwestycje globalnych koncernów (przemysł samochodowy, AGD, komputerowy, maszynowy).

Jednocześnie dla obywateli Polski nie został jeszcze uwolniony, w pełnej skali, europejskiej rynek pracy. W wyniku otwarcia krajowego rynku nastąpił szybki wzrost konkurencyjności wyrobów i jednocześnie ograniczenie zbytu na dotychczasowe produkty krajowego przemysłu, na przykład samochodowego czy obrabiarkowego. W oparciu o uwolnione w tym procesie rezerwy kadrowe, polscy przedsiębiorcy, wykorzystując niższe koszty pracy i importowane środki produkcji, podjęli konkurencyjną, w skali światowej, produkcję wyrobów, w tym wyrobów przemysłu maszynowego, na przykład: maszyn górniczych, w wyniku czego uzyskano 30% wzrost eksportu wyrobów [18].

Wyzwania światowej konkurencji doprowadziły do konsolidacji tych przedsiębiorców w grupy kapitałowe o dużym kapitale, pozwalającym konkurować na rynkach eksportowych. Pomimo licznej emigracji pracowników z Polski, szczególnie młodej, wykształconej kadry, nie nastąpił z tego powodu zasadniczy spadek produkcji przemysłowej w kraju.

Szybki rozwój nowoczesnej gospodarki stawia obecnie nowe wyzwania w zakresie poziomu i kierunków kształcenia, akceptacji potrzeby kształcenia ustawicznego, jak również nabycia cech zapewniających sukces zawodowy pracownikom i sukces rynkowy przedsiębiorcom.

Biorąc pod uwagę uwarunkowania rozwoju przemysłu maszynowego wyodrębniono trzy podobszary analizy, dotyczące kadr dla tego przemysłu:

- kształcenie i rozwój kadry,
- kadry dla rozwoju nowych technologii,
- kadry dla produkcji i eksploatacji.

2. ANALIZA TRENDÓW ROZWOJOWYCH TECHNOLOGII I SEKTORA BADAWCZO-ROZWOJOWEGO DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO

Edward Chlebus, Joanna Gąbka, Joanna Kiałka, Arkadiusz Kowalski

Rozwój gospodarki opartej na wiedzy wymagać będzie wdrożenia innowacyjnych metod kształcenia, rozwoju bazy badawczej i infrastruktury, które będą decydować o możliwości opracowania zaawansowanych (nowych) technologii na skalę krajową i europejską.

2.1. Nowe technologie

Powszechnie, za nowe uważa się technologie określane pojęciami:

- bio,
- nano,
- info.

W świadomości społecznej w obszarze „bio” dominują technologie biomedyczne. Podnoszą one poziom ochrony zdrowia i życia ludzkiego oraz przyczyniają się do wzrostu jakości życia.

Technologie „nano” dotyczą obszaru struktur materiałowych, o wymiarach rzędu nanometrów, a więc na poziomie pojedynczych atomów i relacji pomiędzy nimi. Powstają nowe materiały o nieznanym przedtem właściwościach fizycznych i chemicznych.

Technologie „info”, oparte na informacji, obejmują zasoby wiedzy i wspomagają zarządzanie wiedzą. Wykorzystują techniki komputerowe i systemy informatyczne. Cechują się silnym oddziaływaniem społecznym, przyczyniając się do tworzenia społeczeństwa informacyjnego.

Współczesny przemysł maszynowy opiera się na paradygmacie produkcji w skali masowej, seryjnej, małoseryjnej i jednostkowej, prowadzonej z udziałem dużych zespołów ludzkich, w złożonych systemach produkcyjnych i w rozległych instalacjach technologicznych. Posługuje się zasobami wiedzy inżynierskiej; projektowej, eksploatacyjnej i organizacyjnej wypracowanych w XX i XXI wieku. W Polsce jest to w dużym stopniu wiedza pozyskana w formie licencji lub stanowiąca integralną część zagranicznych inwestycji przemysłowych.

W obrębie technologii „bio” powstała bionika, która obejmuje zastosowanie wiedzy z dziedziny biologii w technice. Za pomocą analogii wspomaga ona tworzenie nowych rozwiązań konstrukcyjnych maszyn. Raport Biura Oceny Skutków Techniki przy niemieckim Bundestagu

pt. „Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik” z 2006 r. [11] wymienia zastosowania bioniki w budownictwie, konstruowaniu, sensoryce. Warunkiem jest jednak przygotowanie dla inżynierów odpowiedniego zasobu wiedzy z zakresu biologii i wspomagania tworzenia rozwiązań technicznych. Warunek ten może być spełniony na gruncie technologii „info” poprzez odpowiednio przygotowane repozytoria wiedzy.

Tworzywa stosowane w przemyśle maszynowym są dobrze rozpoznane pod względem ich przydatności w przewidywanych warunkach eksploatacji maszyny. Cechy te wyrażane są za pomocą wielkości charakteryzujących własności fizyczne i chemiczne. Zasady doboru tworzyw konstrukcyjnych są znane i mają charakter zarówno ilościowy, jak i jakościowy. Istnieje natomiast dramatyczny niedobór wiedzy projektantów maszyn o właściwościach nanomateriałów, a przede wszystkim o możliwościach ich bardzo precyzyjnego kształtowania, co jest istotą nanotechnologii. Znane przypadki wydatnej poprawy właściwości użytkowych istniejących produktów poprzez zastosowanie nanotechnologii zostały uzyskane w wyniku indywidualnych działań, a nie systematycznie zaplanowanych procedur, jak to ma miejsce w przypadku klasycznych materiałów konstrukcyjnych. Brak jest zatem uporządkowania wiedzy inżynierskiej z dziedziny nanotechnologii, gotowej do stosowania w procesie projektowania nowych produktów. Brak jest także zasad wykorzystania wiedzy. Zarządzanie wiedzą, w obliczu burzliwego rozwoju nanotechnologii, jest kolejnym wyzwaniem stojącym przed technologiami „info”.

Analiza programu strategicznego *„Nano-Mikro Technologie, Mikrosystemy, i Czujniki”, „Zaawansowane technologie wytwarzania i specjalistyczne urządzenia technologiczne”* [14], wykazała potrzebę zaplanowania następujących działań:

- powszechne zastosowanie nanotechnologii do wytwarzania elementów w skali makro i mikro w różnych działach gospodarki kraju;
- stosowanie unikalnych mikrosystemów i sensorów opartych na mikro-nano technologii (szczególnie w obszarze ochrony zdrowia, standardu życia społeczeństwa);
- istotne podniesienie poziomu technicznego infrastruktury gospodarczej i przemysłowej;
- znaczący udział inwestycji prywatnych w opracowanie zaawansowanych technologii; funkcjonowanie większej liczby firm typu „Spin-off” podejmujących produkcję nowoczesnych wyrobów, oraz większa dynamika rozwoju istniejących firm; nowoczesne technologie zamiast taniej siły roboczej i obciążających środowisko procesów produkcyjnych;

- wzrost poziomu badań naukowych umożliwiające skuteczne ubieganie się o projekty europejskie oraz skuteczna współpraca: nauka – uczelnie – przemysł;
- wytwarzanie i wykorzystywanie urządzeń wielofunkcyjnych, umożliwiających realizację w jednym cyklu technologicznym, wieloetapowych, hybrydowych technologii obróbki powierzchniowej; łączenie różnych technik nakładania powłok z technikami obróbki dyfuzyjnej;
- powszechne wykorzystanie zaawansowanych systemów sterowania i zasilania przeznaczonych do specjalistycznych urządzeń technologicznych, pozwalające na realizację procesów technologicznych, gwarantującą odpowiednią jakość produktu końcowego szczególnie w MŚP;
- produkcja oraz stosownie urządzeń technologicznych z wykorzystaniem nowoczesnych modułów mechatronicznych, umożliwiających podniesienie poziomu automatyzacji procesów wytwarzania oraz poprawę warunków pracy; dzięki współpracy z istniejącymi urządzeniami technologicznymi pozwolą one na budowę i konfigurację nowoczesnych linii produkcyjnych, eliminujących stanowiska z ręcznym sterowaniem i nastawą maszyn;
- produkcja i powszechne wykorzystanie nowoczesnych urządzeń do utylizacji odpadów przemysłowych oraz przetwarzania i recyklingu płynów eksploatacyjnych, w szczególności: olejów maszynowych, i sprężarkowych oraz cieczy hydraulicznych, a także cieczy elektroizolacyjnych i płynów do ubytkowej obróbki metali;
- produkcja i powszechne wykorzystanie specjalizowanej aparatury badawczej i testowej, szczególnie w obszarze badań materiałowych i ekologicznych oraz bezpieczeństwa technicznego, ze szczególnym uwzględnieniem aparatury pomiarowej na potrzeby badań zmęzeniowych, aparatury do odtwarzania kształtów powierzchni oraz w specjalizowanych układach pozycjonowania i manipulatorach, a także aparatury do badań tribologicznych, w której nasz kraj posiada już ugruntowaną pozycję międzynarodową.

Wybrane kierunki rozwoju innowacyjnych technologii, które stawiają nowe wymagania kadrom zatrudnionym w sferze badań i rozwoju przemysłu maszynowego przedstawiono w tabelach 2.1, 2.2, 2.3 i 2.4.

W tabeli 2.1 przedstawiono kierunki rozwoju technologicznego w aspekcie całego cyklu życia produktu od projektowania poprzez badania, przygotowanie wytwarzania, eksploatację, aż do likwidacji/utylizacji.

Tabela 2.1

Kierunki rozwoju innowacyjnych technologii związane z cyklem życia wyrobu

Rozwój wyrobu	Produkcja		Eksplotacja	Recykling	Inne
	2	3			
1			4	5	6
	Wytwarzanie	Organizacja zarządzania			
	Adaptatywne systemy wytwórcze				
Digitalizacja wszystkich faz wytwarzania	Produkcja wyrobów kustomizowanych (technologie generatywne)	Integracja łańcuchów dostaw	Wyroby przyjazne środowisku	Minimalizacja odpadów już w fazie produkcji (zużycie mniejszej ilości materiałów)	Zmniejszenie emisji CO ₂ oraz innych szkodliwych substancji będących skutkiem ubocznym stosowanych technologii produkcji
Wirtualne modelowanie CAD 3D, VR	Produkcja jednostkowa, małoseryjna	Zarządzanie wytwarzaniem w środowisku rozproszonym (przedsiębiorstwa globalne)	Autodiagnostyka	Pełny recykling w przypadku metali	Energooszczędne i bezpieczne dla środowiska technologie wytwarzania
Zarządzanie cyklem życia produktu PLM	Zastosowanie, wytwarzanie nanomateriałów (proszki metali itp..)	Zarządzanie w czasie rzeczywistym w oparciu o nowoczesne systemy informatyczne klasy EPR/MES	Przedłużanie czasu eksploatacji urządzeń z racji zastosowania nowych rozwiązań	Utylizacja materiałów poeksploatacyjnych i poprodukcyjnych	
Zarządzanie danymi produktu (PDM - Product Data Management)	Produkcja hybrydowa	Zarządzanie zintegrowane europejskim systemem wytwórczym	Zarządzanie cyklem życia produktu PLM	Wykorzystanie surowców odpadowych	
	Zgodnie z normami dotyczącymi ochrony środowiska	Budowa strategii przetwarzania w niestabilnych warunkach rynkowych np. kryzys	Digital factory	Technologie demontażu	

cd. tabeli 2.1

1	2	3	4	5	6
	Zgodnie z dyrektywami dotyczącymi bezpieczeństwa energetycznego			Technologie odtwarzania, przetwarzania i regeneracji	
	Urządzenia wyposażone we wbudowane systemy inteligentne			Recykling płynów eksploatacyjnych	
	Wytwarzanie w środowisku rozproszonym				
	Integracja kooperantów				
	Integracja, globalny rynek				
	Virtual factory				
	Zaawansowane technologie plazmowe				
	PDM - Zarządzanie danymi produktu PLM - zarządzanie cyklem życia produktu				
	Technologie generatywne				
	CSM - system oceny bezpieczeństwa (Common Safety Methods)				
	Symulacja procesowa				
	Materiały inteligentne				
	Produkty modułowe				
	Tworzywa gradientowe (części maszyn - np... koła zębate)				
	Urządzenia do gromadzenia lub przetwarzania energii				

Uwzględniając ujęcie specjalistyczne, w tabeli 2.2 przedstawiono przykładowe, rozwijające się nowe technologie, z obszaru wiedzy obejmującego odpowiednio: technologię wytwarzania, elektroenergetykę, automatykę, inżynierię środowiska i informatykę stosowaną.

Tabela 2.2

**Ujęcie specjalistyczne – kierunki rozwoju nowych technologii
w wyróżnionych obszarach**

Technologia wytwarzania	Elektroenergetyka	Automatyka	Informatyka stosowana
1	2	3	5
Przetwarzanie objętościowe	Technologie bez-przewodowego przekazywania energii	Napędy technologii cyfrowych	Systemy MES
Obróbka powierzchniowa	Wykorzystanie alternatywnych źródeł energii	Sterowniki	Monitoring
Technologie laserowe			Modelowanie i symulacje
Obróbka strumieniem elektronów			Wymiana danych, transfer (standaryzacja w zakresie kodów)
Nanoszenie powłok funkcjonalnych			Zdalne sterowanie/nadzorowanie maszyn i urządzeń
Mikroobróbka precyzyjna			Wirtualne środowisko produkcji, wirtualne produkty
Narzędzia mechatroniczne			Technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT) w wytwarzaniu
Miniaturyzacja (manipulatory/roboty do zastosowania w medycynie)			
Technologie piro-, hydro- i biometalurgiczne			

Przedstawione dane wskazują na wymagane kierunki kształcenia kadry w zakresie rozwoju przyszłościowych technologii.

W celu analizy kierunków kształcenia i kwalifikacji kadr pracujących w sferze produkcji i eksploatacji zaprezentowano technologie związane z tym zakresem działalności.

W tabeli 2.3 przedstawiono przykłady zastosowania nowych technologii związane z fazami cyklu życia produktu.

Tabela 2.3

Kierunki rozwoju technologii dla produkcji i eksploatacji związane z fazami cyklu życia produktu

Rozwój wyrobu	Produkcja		Eksploatacja	Recykling	Inne
	2	3			
1			4	5	6
	Wytwarzanie	Organizacja/zarządzanie			
Wspomaganie komputerowe procesu projektowania	Upowszechnienie centrów obróbkowych sterowanych numerycznie	Specjalizacja MSP w wytwarzaniu komponentów	Zarządzanie obsługą techniczną w oparciu o sygnały z systemu monitorowania on-line	Zwiększony udział specjalistów z zakresu inżynierii materiałowej w procesie projektowania maszyn i w procesie wytwarzania	Konieczność kształcenia specjalistów z zakresu zarządzania wiedzą, zasobami ludzkimi i bezpieczeństwem
Zastąpienie badań prototypu wirtualnym modelowaniem i symulacją wybranych stanów obciążenia	Wprowadzenie technologii bezodpadowej	Dostosowanie działań firm do wymogów globalizacji	Zarządzanie procesami eksploatacji maszyn z wykorzystaniem śled	Zastosowanie bezodpadowych technologii wytwarzania	Tworzenie klastrów technologicznych na potrzeby tworzenia rozwiązań innowacyjnych
Zastosowanie modelowania na potrzeby badania technologiczności wyrobu	Wprowadzenie technologii energooszczędnych	Monitorowanie on-line stanu obciążenia i ocena stanu technicznego maszyn przez producenta	Upowszechnienie rozwiązań mechatronicznych dla zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika maszyn	Użyłizacja materiałów eksploatacyjnych w aspekcie procesu obsługi technicznej	Finansowanie prac badawczo-rozwojowych przez duże grupy kapitałowe
Opracowanie nowych wyrobów w ramach klastrów technologicznych	Zastosowanie nowej generacji materiałów	Zapewnienie wysokiej jakości wyrobu	Dostarczanie wirtualnych instrukcji na potrzeby montażu, demontażu i obsługi technicznej	Opracowanie proekologicznej dokumentacji remontowej z uwzględnieniem problematyki regeneracji	
	Dostosowanie wyrobów do wymogów Dyrektyw Unijnych	Zastosowanie zarządzania wiedzą, zasobami ludzkimi w planowaniu i organizacji produkcji	Konieczność zabezpieczenia maszyn w trakcie transportu na duże odległości		
	Rozszerzenie procesu kontroli jakości poprzez stałe monitorowanie użytkowanych maszyn	Zwiększenie roli zarządzania bezpieczeństwem w procesie produkcyjnym			
	Zastosowanie na szeroką skalę systemów teleinformatycznych				

Ujęcie specjalistyczne kierunków rozwoju technologii w zakresie wyszczególnionych obszarów wiedzy dla produkcji i eksploatacji przedstawiono w tabeli 2.4.

Tabela 2.4

Ujęcie specjalistyczne - kierunki rozwoju technologii dla produkcji i eksploatacji według danego obszaru

Technologie mechanizacyjne	Elektroenergetyka	Automatyka /Informatyka	Inżynieria środowiska	Inne
1	2	3	4	5
Wytwarzanie	Napędy hybrydowe	Sterowanie procesami technologicznymi	Ekologia	Zarządzanie wiedzą
Konstruowanie z wykorzystaniem dedykowanego oprogramowania	Wykorzystanie niekonwencjonalnych źródeł zasilania	Zintegrowane sterowanie maszynami i zespołami maszyn	Utylizacja odpadów i materiałów eksploatacyjnych	Zarządzanie zasobami ludzkimi
Inżynieria materiałowa	Układy zasilania o dużej mocy	Robotyka	Ograniczenie emisji CO ₂	Zarządzanie bezpieczeństwem
Inżynieria systemów mechatronicznych		Układy monitorowania		Marketing, badanie rynku i technologii
Inżynieria jakości		Układy teleinformatyczne		Ochrona własności intelektualnej
Modelowanie obiektów technicznych		Sieci komputerowe, standardy przesyłania danych		Prawodawstwo europejskie
Mechanika precyzyjna		Zarządzanie zbiorami danych		
Zarządzanie procesem produkcyjnym				
Automatyzacja procesu wytwórczego				
Diagnostyka techniczna				

Z przedstawionych w tabelach 2.3 i 2.4 danych wynika, że zakres technologii i przyszłościowe kierunki kształcenia kadr dla sfery produkcji i eksploatacji, zawierają przede wszystkim już opracowane lub wdrożone technologie, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień dotyczących organizacji, zarządzania, marketingu, wpływu na środowisko i bezpieczeństwa.

2.2. Sektor badawczo-rozwojowy i innowacji

Zgodnie z „Projektem Strategii rozwoju nauki w Polsce do 2015” [19] przewidywane są następujące trendy rozwojowe w sektorze badaw-

czo-rozwojowym, a także sektorze kształcenia kadry dla innowacyjnej gospodarki:

- wzrost udziału finansowania prywatnego w stosunku do budżetowego w wydatkach ogółem na prace badawczo-rozwojowe; w związku z koniecznością podnoszenia konkurencyjności przedsiębiorcy będą zainteresowani lokowaniem kapitału w sferze B+R oraz **pozy-skiwaniem wysoko kwalifikowanej kadry**, która pozwoli na realizację proinnowacyjnej polityki,
- **wzrost mobilności pracowników sfery B+R**, związany z wymianą kadry naukowej w obrębie krajów UE oraz upowszechnianiem znajomości języka angielskiego,
- **zwiększenie roli szkół wyższych** w prowadzeniu badań naukowych i wzrost ich udziału w badaniach finansowanych ze źródeł publicznych; zakłada się przeznaczenie większych środków finansowych na rzecz badań i rozwoju w stosunku do lat ubiegłych, oraz planuje się opracowanie nowych kryteriów ich przydziału, wynikających z potrzeby efektywnego ich wykorzystania,
- rozbudowa Europejskiej Przestrzeni Badawczej (ERA) jako systemu badań i innowacji znacznie rozszerzającego zakres interakcji pomiędzy uczestnikami na trzech poziomach funkcjonowania systemu:
 - politycznym – (Otwarta Metoda Koordynacji, regionalny, narodowy, europejski),
 - programowania – w którym instytucje pośredniczące przekształcają politykę w alokację zasobów (ERA-NET14, ERC15, platformy technologiczne),
 - badań – gdzie firmy, uczelnie, laboratoria publiczne rozwijają strategię współpracy (projekty zintegrowane, infrastruktura badawcza, programy mobilności),
- zmianę charakteru B+R w przedsiębiorstwach (spadek roli laboratoriów koncernów; restrukturyzacja wewnętrznych programów B+R w wielkich przedsiębiorstwach mająca na celu zapewnienie ich większej spójności oraz zharmonizowania z priorytetami firmy oraz z produkcją, zarządzaniem i marketingiem; wzrost roli outsourcingu; związany z nim wzrost znaczenia rynku technologii oraz MŚP); wzrost zależności dużych przedsiębiorstw od wiedzy pozyskiwanej z zewnątrz: outsourcing, uczenie się od kooperantów, klientów i konkurentów,
- wzrost roli sieci współpracy, łączących ze sobą poszczególnych uczestników systemu innowacji (duże przedsiębiorstwa, MŚP, uczelnie, laboratoria, organizacje pomostowe); zacieśnienie sieci współpracy B+R i innowacyjnej pomiędzy firmami, szczególnie w branżach takich jak: technologie informatyczne, komunikacyjne i farmaceutyczne (sprzedaż licencji, patentów, idei biznesowych, zakup firm

- z komplementarnymi technologiami, programy współpracy B+R, wspólne tworzenie nowych firm technologicznych),
- powstawanie nowych jednostek B+R takich jak parki: technologiczne i nauki, dysponujące wysoko kwalifikowaną kadrą oraz infrastrukturą, przygotowane do realizacji projektów we współpracy z przedsiębiorstwami, szczególnie z jednostkami z sektora MŚP,
 - preferencje dla opracowania nowych technologii w przemyśle maszynowym, które związane będą z poprawą bezpieczeństwa energetycznego,
 - wzrost konkurencyjności i związana z nią znacząca rola dostępu do informacji; lepsze wykorzystanie istniejących Centrów Transferu Wiedzy; zapotrzebowanie na kadry w tym obszarze,
 - komercjalizacja rozwiązań opracowanych w wyniku realizacji projektów badawczych w ramach 6 i 7 PR oraz funduszy strukturalnych i Funduszu Badawczego Węgla i Stali,
 - spośród technologii „bio”, „info”, „nano” w najwyższym stopniu wdrożona jest „info”; należy udoskonalić przyswojenie technologii „info” w dziedzinie ochrony własności intelektualnej w obrębie „bio” i „nano”, w sektorze przemysłu maszynowego,
 - istnieje konieczność reorganizacji istniejących zasobów wiedzy inżynierskiej, w celu dokonania uaktualnienia wiedzy w zakresie inżynierskich zastosowań nowych technologii („bio”, „nano”): repozytoria i bazy wiedzy, e-learning, mentoring.

2.3. Produkcja maszyn

W celu poprawy konkurencyjności na rynku światowym Europa stara się zdobyć przewagę w dziedzinie wiedzy, na potrzeby doskonalenia produktów, zarządzania procesami i doskonalenia systemów zapewnienia jakości.

W ostatnich latach gospodarka krajów dawnej 15 UE ukierunkowana była na wykorzystanie wiedzy na rzecz innowacji, handlu i usług.

Sektor wytwórczy przesuwają się do Europy Wschodniej, a Europa Południowa zajmuje się głównie turystyką i rolnictwem. Maszyny, jako produkt finalny, produkowane są dotychczas w krajach Europy Północnej i w krajach dawnej 15 UE. Natomiast podzespoły wytwarzane są głównie w krajach Europy Centralnej i Wschodniej lub poza Europą. Stopniowo proces ten ulega zmianie, na korzyść produkcji kompletnych maszyn w Europie Centralnej i Wschodniej.

Przeniesienie sektora wytwórczego do Europy Wschodniej oraz rozwój turystyki przyczyni się do poprawy zasobności ludności w tym

regionie oraz w Europie Południowej. Rysujący się podział zadań sprawia, że występuje wyraźna specjalizacja zawodowa poszczególnych regionów Europy, co rzutować będzie na ich rozwój gospodarczy. Wiele firm wywodzących się z krajów byłej 15 podejmuje współpracę z odpowiednikami z Europy Wschodniej, oferując technologie i metody zarządzania, korzystając jednocześnie z taniej siły roboczej.

Globalizacja jest kluczowym czynnikiem wzrostu gospodarczego, a rozwój społeczny w naszym regionie uzależniony jest od rozwoju przemysłu. Dążność do uzyskania jak największych zysków w obliczu globalizacji powoduje konsolidację firm, które nastawione są na ostrą konkurencję. Jednocześnie powstaje coraz więcej małych i średnich przedsiębiorstw, które obsługują rynek niszowy.

Uzyskiwanie rozwiązań innowacyjnych jest czynnikiem decydującym o sukcesie finansowym. Duże korporacje przeznaczają coraz większe środki na prace badawczo-rozwojowe. Występuje silna konkurencja w walce o miano lidera innowacji. Społeczeństwa są otwarte na nowe technologie i dlatego rządy wspierają działania związane z finansowaniem rozwoju.

Naukowcy i wynalazcy przyczyniają się do uzyskania postępu i są zatrudniani we wszystkich gałęziach przemysłu. Część z nich pracuje na własny rachunek oferując swoje usługi w zakresie innowacji.

3. STAN AKTUALNY SYSTEMU KSZTAŁCENIA I ROZWOJU KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO

Tadeusz Mazurkiewicz, Małgorzata Sołtysiak, Marek Sitarz

3.1. Europejskie systemy kształcenia

Wielka Brytania (Anglia, Walia i Irlandia Północna)

Kształcenie w Wielkiej Brytanii jest obowiązkowe w wieku od 5 do 16 lat (od 4 – w Irlandii Północnej). W Anglii i Walii sporo dzieci rozpoczyna jednak naukę w klasie zerowej szkoły podstawowej w wieku 4 lat.

Kształcenie obowiązkowe można podzielić na:

- Szkolnictwo podstawowe (Primary education) – wiek: 5-11 lat (Anglia/Walia) oraz wiek: 4-11 lat (Irlandia Północna),
- Szkolnictwo średnie I stopnia (Secondary education) – wiek: 11-16 lat,

Kształcenie na poziomie poniżej szkolnictwa wyższego dla osób, które przekroczyły wiek obowiązkowej nauki (Further education).

W wieku 16 lat uczniowie zdają egzamin dla uzyskania General Certificate of Secondary Education (GCSE), który kończy obligatoryjny system kształcenia. Większość absolwentów decyduje się na kontynuowanie nauki i zdanie egzaminu General Certificate of Education 'Advanced'. Ten egzamin, popularnie zwany „A-levels” jest odpowiednikiem polskiego Egzaminu Dojrzałości. Wyniki egzaminu są podstawą rekrutacji studentów na uczelnie wyższe.

General Certificate of Secondary Education (GCSE), uzyskiwany jest na zakończenie nauki w szkole średniej, zwykle w wieku 15-16 lat. Uczniowie mogą wybrać 6-10 przedmiotów, uzyskując stopnie w skali A-G, przy czym stopień A jest oceną najwyższą.

System szkolnictwa wyższego obejmuje uniwersytety (*universities*), kolegia prowadzące studia zawodowe (*higher education colleges*) i niewielką liczbę kolegiów uniwersyteckich (*university colleges*). Uczelnie są zróżnicowane pod względem rodzajów, wielkości, misji i historii. Wszystkie najważniejsze uczelnie są instytucjami autonomicznymi i każda z nich samodzielnie określa swą politykę i warunki przyjęć na studia. Przyjęcia odbywają się na zasadach konkursowych, a dla każdego kierunku/rodzaju studiów ustala się również specjalne wymagania.

Poszczególne uczelnie przyznają: świadectwa ukończenia studiów (*higher education certificates*) i dyplomy ukończenia studiów (*higher education diplomas*), tytuły ukończenia studiów w kolegiach przygo-

towujących do dłuższych lub bardziej zaawansowanych studiów (*foundation degrees*), tytuły licencjata/inżyniera (*bachelors degree*) i licencjata/inżyniera z wyróżnieniem (*bachelors degrees with honours*), a po ukończeniu studiów na wyższym poziomie – tytuły magisterskie (*masters degrees*) i doktoraty (*doctorates*). Największą grupę programów stanowią studia I stopnia prowadzące do uzyskania tytułu (*bachelors degrees with honours*), określanych często jako *honours degrees*. Studia prowadzące do tych tytułów trwają na ogół trzy lata (w przypadku studentów studiów dziennych), choć niektóre są dłuższe.

W Anglii, Walii i Irlandii Północnej opracowano pięciopoziomową strukturę ramową, która przedstawia w sposób przejrzysty klasyfikację kwalifikacji uzyskiwanych w szkolnictwie wyższym i przyczynia się do spójnego używania nazw kwalifikacji.

Francja

We Francji kształcenie jest obowiązkowe w wieku od 6 do 16 lat i dzieli się na trzy etapy:

- szkoła podstawowa (*école élémentaire*): do której uczęszczają wszyscy uczniowie w wieku od 6 do 11 lat,
- szkoła średnia I stopnia (do *collège*), do której uczęszczają wszyscy uczniowie w wieku od 11 do 15 lat,
- szkoła średnia II stopnia: na ogół w wieku 15 lat uczniowie wstępują do liceum ogólnokształcącego i technicznego (*lycée d'enseignement général et technologique*) lub liceum zawodowego (*lycée professionnel*), w którym rozpoczynają piąty rok nauki w szkole średniej (*classe de seconde*), a w momencie ukończenia tej klasy osiągają wiek odpowiadający zakończeniu obowiązku szkolnego,
- po ukończeniu *collège* uczniowie mają do wyboru trzy następujące ścieżki kształcenia:
 - kształcenie ogólne, które trwa trzy lata (klasa II, I i tzw. klasa końcowa) i kończy się ogólnym egzaminem maturalnym,
 - kształcenie techniczne, które trwa również trzy lata i kończy się technicznym egzaminem maturalnym,
 - kształcenie zawodowe, które trwa dwa lata i kończy się uzyskaniem świadectwa *certificat d'aptitude professionnelle* (CAP) lub *brevet d'études professionnelles* (BEP), a po kolejnych dwóch latach zawodowym egzaminem maturalnym – *baccalauréat professionnel*.

Po ukończeniu wspólnej dla wszystkich klasy II, uczniowie wybierają rodzaj egzaminu maturalnego spośród trzech profili ogólnych (ekonomiczno-społecznego, humanistycznego lub ścisłego) lub siedmiu profili technicznych. 2-letnie *lycée professionnel* przygotowuje uczniów

do uzyskania kwalifikacji zawodowych na poziomie I, odpowiadających *certificat d'aptitude professionnelle (CAP)* lub *brevet d'études professionnelles (BEP)*. Kwalifikacje te umożliwiają podjęcie pracy bezpośrednio po ukończeniu szkoły. Natomiast uczniowie, którzy chcą kontynuować naukę, przygotowują się przez kolejne dwa lata (w I i końcowej klasie zawodowej) do uzyskania zawodowego świadectwa maturalnego, w jednej z 48 prowadzonych specjalności.

Szkolnictwo wyższe jest prowadzone w uniwersytetach państwowych (z wyjątkiem pięciu uniwersytetów katolickich) i w prywatnych szkołach wyższych, z których część stanowią tzw. *grand écoles*. Przy uniwersytetach działają również następujące instytuty na przykład *instituts universitaires de technologie (IUT)*, prowadzące krótkie studia techniczne, *instituts universitaires professionnalisés (IUP)*, przygotowujące do uzyskania kwalifikacji na kierunkach inżynierskich, oraz *instituts de formation des maîtres (IUFM)*, które przygotowują studentów do egzaminów konkursowych, stanowiących podstawę rekrutacji nauczycieli oraz prowadzą kursy doskonalenia zawodowego nauczycieli.

Udział w kształceniu studentów mają również niektóre *lycées*, ponieważ prowadzą one kursy przygotowawcze dla uczniów zamierzających ubiegać się o przyjęcie do *grand école*, w ramach tzw. *classes préparatoires aux grand écoles (CPGE)*, lub obejmują *sections de techniciens supérieurs (STS)* – sekcje dla dyplomowanych techników), które prowadzą krótkie studia techniczne.

Niemcy

Edukacja przedszkolna, obejmująca dzieci w wieku od 3 do 6 lat, prowadzona jest głównie przez instytucje niepubliczne (przede wszystkim kościoły i stowarzyszenia opieki społecznej).

Kształcenie obowiązkowe ma następującą strukturę:

- szkoła podstawowa (wiek: 6–10 lat),
- szkoła średnia I stopnia:
 - *Orientierungsstufe* (faza „orientacji” w różnych rodzajach szkół lub jako odrębna jednostka organizacyjna (wiek: 10–12 lat),
 - *Gymnasium/Realschule/Hauptschule/Gesamtschule* – rodzaje szkół prowadzących kilka cykli kształcenia na przykład *Mittelschule* (wiek: 10/12 – 15/16 lat),
- szkoły średnie II stopnia i policealne:
 - *kształcenie ogólne na poziomie średnim II stopnia (Gymnasiale Oberstufe)* w następujących rodzajach szkół: *Gymnasium/Berufliches Gymnasium/Fachgymnasium/Gesamtschule*,

- kształcenie zawodowe w pełnym wymiarze: 1) *Berufsfachschule* – wiek: 15/16–18 lat; 2) *Fachoberschule* – wiek: 16–18 lat; 3) *Berufsoberschule* – wiek: 18–19 lat,
- *Duales System* – system dualny kształcenia zawodowego w zakładzie pracy i szkole. Systemem tym objęte są dwie trzecie młodzieży, kształcenie w zakładzie pracy jest finansowane przez firmy, a komponent szkolny przez Landy, wiek 15/16 – 18/19 lat. Kształcenie zawodowe w zakładzie pracy nadzorują stowarzyszenia prawa publicznego (izby przemysłu i handlu, izby rzemieślnicze).

System szkolnictwa wyższego obejmuje uczelnie i inne placówki, które prowadzą studia przygotowujące do podjęcia pracy w określonym zawodzie. Do uczelni zalicza się uniwersytety (*Universitäten*) i równorzędne uczelnie (*Technische Hochschulen /Universitäten, Pädagogische Hochschulen, Theologische Hochschulen*), kolegia sztuk pięknych, (*Kunsthochschulen*), kolegia muzyczne (*Musikhochschulen*) i uczelnie prowadzące studia w dziedzinach nauk stosowanych (*Fachhochschulen*). Do szkolnictwa wyższego należą również *Berufsakademie*, funkcjonujące w niektórych Landach, które łączą kształcenie akademickie w *Studienakademie* z praktycznym kształceniem zawodowym w zakładzie pracy, zgodnie z zasadą systemu dualnego.

Kwalifikacje uzyskiwane w szkolnictwie wyższym są uzależnione od czasu trwania i rodzaju studiów. Studia na uniwersytecie lub w równorzędnej uczelni kończą się egzaminem akademickim (*egzaminem dyplomowym* (*Diplom-Prüfung*) lub *magisterskim* (*Magister-Prüfung*)), egzaminem państwowym, egzaminem eklezjastycznym (*w dziedzinie teologii*) lub egzaminem artystycznym. W celu dostosowania systemu szkolnictwa wyższego do struktury tytułów zawodowych, która opiera się na dwustopniowości, od 1998 r. we wszystkich uczelniach wprowadza się nowy system studiów licencjackich/inżynierskich i magisterskich. Studia w *Fachhochschulen* pozwalają na uzyskanie tytułu zawodowego „dyplomowany” – *Diplom* (FH) oraz tytułów licencjata/inżyniera i magistra. Studenci, którzy zdali egzamin w *Berufsakademien*, mogą otrzymać *Diplom* (do którego dodaje się skrót BA – od *Berufsakademie*) lub tytuł zawodowy licencjata/inżyniera. Absolwenci *Fachhochschule*, posiadający tytuł zawodowy magistra lub *Diplom* (FH) mogą zostać przyjęci na studia doktoranckie na uniwersytecie, po spełnieniu określonych dodatkowych wymogów. Uprawnienia do nadawania stopnia naukowego doktora mają uniwersytety (*Universitäten*) i równorzędne uczelnie.

Pomoc Unii Europejskiej

Wszystkie państwa utrzymują własną specyfikę systemu kształcenia uwarunkowaną historycznie, która jest traktowana jako wspólne

dobro. Państwa członkowskie UE odpowiadają za organizację swoich systemów edukacji i treści programów nauczania.

Zgodnie z zasadą subsydiarności Unia Europejska wspiera i uzupełnia działania państw członkowskich, które mogą przyczynić się do podwyższenia poziomu edukacji poprzez generowanie dodatkowej wartości europejskiej wynikającej ze współpracy międzynarodowej.

Działania te zostały określone w art. 149 i 150 Traktatu o Unii Europejskiej i dotyczą:

- promowania mobilności uczniów, studentów i nauczycieli,
- rozwoju współpracy międzyszkolnej i międzyuczelnianej,
- nauki języków obcych,
- uznawania w szkołach, uczelniach i zakładach pracy tytułów i stopni naukowych, kwalifikacji oraz kompetencji zawodowych,
- promowania kształcenia otwartego lub na odległość.

Powyższe działania wspierane są od wielu lat poprzez realizację projektów międzynarodowych, takich jak: Comenius (edukacja przedszkolna i szkolna), Erasmus (szkolnictwo wyższe), Leonardo da Vinci (kształcenie zawodowe), Gruntvig (kształcenie dorosłych) i programie Jean Monnet (integracja społeczna, także w kontekście migracyjnym, wspieranie instytucji działających w obszarze edukacji na terenie Europy).

3.2. Polski system kształcenia

System edukacji składa się z dwóch części:

- systemu oświaty,
- systemu szkolnictwa wyższego.

System oświaty obejmuje:

- edukację przedszkolną (wiek: 3–6 lat).
- Szkolnictwo I stopnia – obowiązkowe:
 - 1) klasa zerowa (wiek: 5 lub 6 lat),
 - 2) sześcioletnią szkołę podstawową, w której nauka kończy się obowiązkowym sprawdzianem (wiek: 7–13 lat),
 - 3) trzyletnie gimnazjum kończące się obowiązkowym egzaminem zewnętrznym, dające możliwość dalszego kształcenia w szkołach ponadgimnazjalnych (wiek: 13–16 lat).
- Szkolnictwo średnie II stopnia i policealne tak zwane (szkoły ponadgimnazjalne (wiek: 16–21 lat). Kształcenie przygotowujące do wykonywania konkretnego zawodu jest realizowane w Polsce w systemie

szkolnym wyłącznie w zawodach ujętych w klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego i w typach szkół określonych dla każdego z zawodów w tejże klasyfikacji. Klasyfikacja liczy 208 zawodów szkolnych.

Wszystkie sprawdziany i egzaminy są przeprowadzane przez specjalnie utworzone instytucje: Okręgowe Komisje Egzaminacyjne, wspomagane i nadzorowane przez Centralną Komisję Egzaminacyjną.

System oświaty obejmuje również inne placówki oświatowo-wychowawcze, kształcenia ustawicznego, placówki kształcenia praktycznego, ośrodki doksztalcania i doskonalenia zawodowego, placówki artystyczne, poradnie psychologiczno-pedagogiczne, młodzieżowe ośrodki wychowawcze, młodzieżowe ośrodki socjoterapii, specjalne ośrodki szkolno-wychowawcze oraz specjalne ośrodki wychowawcze, Ochotnicze Hufce Pracy, zakłady kształcenia i placówki doskonalenia nauczycieli, biblioteki pedagogiczne, kolegia pracowników służb społecznych.

W ramach dostosowywania szkolnictwa wyższego do postanowień tzw. Procesu Bolońskiego studia w szkołach wyższych obejmują:

- **studia pierwszego stopnia** – trwające od 3 do 4 lat, które kończą się uzyskaniem dyplomu kwalifikacji zawodowych i tytułu zawodowego licencjata lub inżyniera,
- **studia drugiego stopnia**, związane z uzyskaniem tytułu magistra lub tytułu równorzędnego,
- **studia trzeciego stopnia** (doktoranckie).

Od 5 maja 2006 r. szkolnictwo wyższe podlega Ministerstwu Nauki i Szkolnictwa Wyższego [16].

3.3. Polskie standardy kwalifikacji zawodowych [2]

Standard kwalifikacji zawodowych jest normą opisującą kwalifikacje konieczne do wykonywania zawodu, zaakceptowaną przez przedstawicieli organizacji zawodowych i branżowych, pracodawców, pracobiorców i innych kluczowych partnerów społecznych.

Podstawę prawną tworzenia w Polsce systemu krajowych standardów kwalifikacji zawodowych stanowi Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o promocji zatrudnienia i instytucjach rynku pracy (Dz.U. z 2004 r. Nr 99, poz. 1001 z późn.zm.). W Polsce nadzorem i koordynacją opracowywania standardów kwalifikacji zawodowych zajmuje się Departament Rynku Pracy Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej.

Opracowane krajowe standardy kwalifikacji zawodowych są udostępnione w internetowej bazie danych, założonej na serwerze Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej <http://www.standardyiskolenia.praca.gov.pl>.

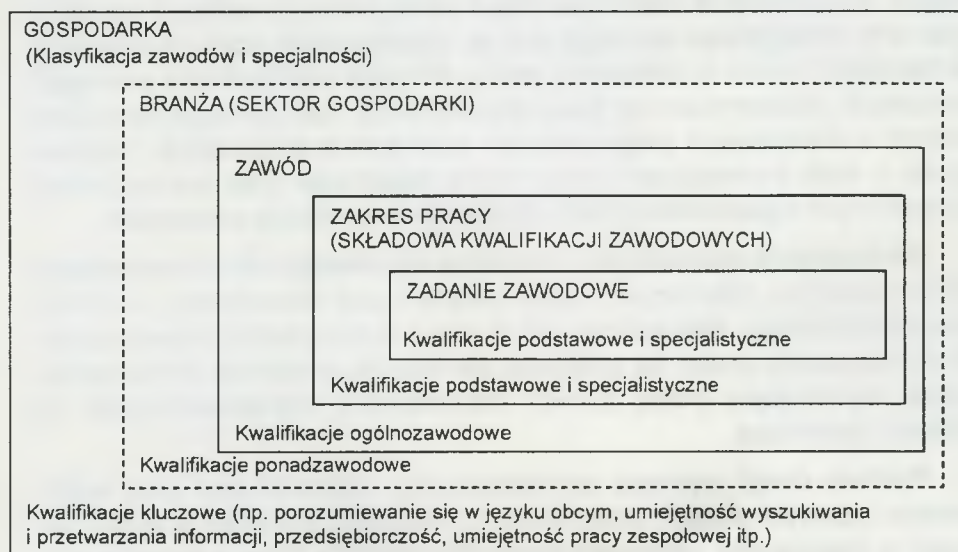
Krajowy standard kwalifikacji zawodowych zawiera następujące elementy:

- **podstawy prawne** wykonywania zawodu (zawierają przepisy związane ściśle z wykonywaniem zawodu),
- syntetyczny **opis zawodu**,
- **wykaz stanowisk pracy** z przyporządkowaniem do pięciu poziomów kwalifikacji,
- **wykaz zadań zawodowych**,
- **wykaz składowych kwalifikacji zawodowych**.

Zbiory umiejętności, wiadomości i cech psychofizycznych pracownika przyporządkowane są do:

- pięciu **poziomów kwalifikacji zawodowych**,
- grup kwalifikacji: **ponadzawodowych, ogólnozawodowych, podstawowych i specjalistycznych**.

Zasięg rodzajów kwalifikacji zawodowych przedstawiono schematycznie na rysunku 3.1.



Rys.3.1. Zasięg rodzajów kwalifikacji zawodowych [8]

Zbiory umiejętności, wiadomości i cech psychofizycznych przypisane zostały do czterech grup kwalifikacji: ponadzawodowych, ogólnozawodowych, podstawowych dla zawodu i specjalistycznych, które różnią się zasięgiem i stopniem ogólności.

Kwalifikacje ponadzawodowe opisane są zbiorami umiejętności, wiadomości i cech psychofizycznych wspólnych dla branży lub sektora gospodarki, w której zawód jest wykonywany (np. branża budowlana,

informatyczna). Kwalifikacje ponadzawodowe obejmują także kwalifikacje kluczowe, które definiuje się jako wspólne dla wszystkich zawodów.

Kwalifikacje ogólnozawodowe są wspólne dla wszystkich zakresów pracy w zawodzie, czyli dla tak zwanych składowych kwalifikacji zawodowych K-i.

Kwalifikacje podstawowe dla zawodu są charakterystyczne dla jednej lub kilku (ale nie wszystkich) składowych kwalifikacji zawodowych.

Kwalifikacje specjalistyczne są charakterystyczne dla jednej lub kilku (ale nie wszystkich) składowych kwalifikacji zawodowych, ale ponadto są to umiejętności, wiadomości i cechy psychofizyczne rzadziej występujące w zawodzie, które wykonuje stosunkowo mała grupa pracowników wyspecjalizowanych w wąskiej działalności w ramach zawodu.

W Krajowym Standardzie Kwalifikacji Zawodowych zdefiniowano **pięć poziomów kwalifikacji** [9]. Uporządkowanie kwalifikacji zawodowych według poziomów ma na celu ukazanie złożoności pracy, stopnia trudności i ponoszonej odpowiedzialności. Zasadą było rozdzielenie dwóch kwestii: wykształcenia towarzyszącego zdobywaniu kwalifikacji zawodowych oraz umiejętności wymaganych do wykonywania pracy na typowych stanowiskach pracy w zakładach pracy. Przyjęto nadrzędność wymagań stawianych pracownikom na stanowiskach pracy nad wymaganiami określonymi w podstawach programowych kształcenia w zawodzie i wynikającymi z nich wymaganiami programów nauczania oraz wymaganiami zewnętrznych egzaminów potwierdzających kwalifikacje zawodowe.

Na poziomie pierwszym umieszcza się umiejętności towarzyszące pracom prostym, rutynowym, wykonywanym pod kierunkiem i pod kontrolą przełożonego. Najczęściej jest to praca wykonywana indywidualnie. Do wykonywania pracy na poziomie pierwszym wystarcza przyuczenie. Osoba wykonująca pracę ponosi indywidualną odpowiedzialność za działania zawinione.

Poziom drugi wymaga samodzielności i samokontroli przy wykonywaniu typowych zadań zawodowych. Pracownik powinien potrafić pracować w zespole pod nadzorem kierownika zespołu. Ponosi indywidualną odpowiedzialność za działania zawinione.

Na poziomie trzecim kwalifikacji zawodowych pracownik powinien posiadać umiejętność wykonywania złożonych zadań zawodowych. Złożoność zadań generuje konieczność posiadania umiejętności rozwiązywania nietypowych problemów towarzyszących pracy. Pracownik potrafi kierować małym, kilku- lub kilkunastoosobowym zespołem pracowników. Ponosi odpowiedzialność, zarówno za skutki własnych działań, jak i za działania kierowanego przez siebie zespołu.

Poziom czwarty wymaga od pracownika umiejętności wykonywania wielu różnorodnych, często skomplikowanych i problemowych zadań zawodowych. Zadania te mają charakter techniczny, organizacyjny i specjalistyczny oraz wymagają samodzielności powiązanej z poczuciem ponoszenia osobistej odpowiedzialności. Pracownik powinien umieć kierować zespołami liczącymi od kilkunastu do kilkudziesięciu osób, podzielonymi na podzespoły.

Poziom piąty reprezentują pracownicy, którzy kierują organizacjami i podejmują decyzje o znaczeniu strategicznym. Potrafią diagnozować, analizować i prognozować złożoną sytuację gospodarczą i ekonomiczną oraz wdrażać swoje pomysły do praktyki organizacyjnej i gospodarczej. Są w pełni samodzielni, działający przeważnie w sytuacjach związanych z rozwiązywaniem problemów, ponoszący odpowiedzialność i ryzyko wynikające z podejmowanych decyzji i działań. Pracownicy ci ponoszą także odpowiedzialność za bezpieczeństwo i rozwój zawodowy podległych im osób i całej organizacji.

Gospodarka oparta na wiedzy potrzebuje instrumentów wspierających rozwój zasobów ludzkich. Standardy kwalifikacji zawodowych są jednym z takich narzędzi, gdyż zwiększają przejrzystość kwalifikacji zawodowych w aspekcie potrzeb gospodarki, a tym samym wpływają na poprawę jakości kształcenia i doskonalenia zawodowego.

W odniesieniu do potrzeb przemysłu maszynowego, według dotychczasowych standardów klasyfikacji zawodowych, zapotrzebowanie na absolwentów następuje głównie z następujących kierunków studiów [16]:

- automatyka i robotyka,
- biotechnologia,
- elektryka i telekomunikacja,
- elektronika,
- energetyka,
- fizyka techniczna,
- informatyka,
- inżynieria bezpieczeństwa,
- inżynieria materiałowa,
- inżynieria środowiska,
- mechanika i budowa maszyn,
- mechatronika,
- metalurgia,
- transport,
- wzornictwo,
- zarządzanie i inżynieria produkcji.

Zapotrzebowanie na **kadrę wspomagającą** działanie przemysłu maszynowego, skupia się natomiast na następujących specjalizacjach:

- administrator baz danych,
- administrator systemów komputerowych,
- analityk systemów komputerowych,
- projektant systemów komputerowych,
- programista,
- inżynier inżynierii środowiska – systemy wodno-kanalizacyjne,
- inżynier transportu – logistyk,
- biotechnolog,
- nauczyciel przedsiębiorczości,
- doradca zawodowy,
- specjalista analizy rynku.

Dla szybkiego rozwoju przemysłu maszynowego w Polsce **potrzebni są szczególnie pracownicy 5. poziomu klasyfikacji zawodowej**.

Badania treści pracy i projektowanie standardów kwalifikacji zawodowych wprowadzają do polskiego systemu kwalifikacji i zatrudnienia nową jakość. Łącznie opracowano 253 krajowe standardy kwalifikacji zawodowych, które odzwierciedlają wymagania rynku pracy i gospodarki [2].

Innowacyjne modułowe programy kształcenia zawodowego [17]

W latach 2005–2007 w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Rozwój Zasobów Ludzkich w Instytucie Technologii Eksploatacji – PIB opracowano na zlecenie Ministerstwa Edukacji Narodowej 131 modułowych programów nauczania dla szkół zawodowych i 3438 pakietów edukacyjnych. Łącznie dostępnych jest 180 modułowych programów nauczania.

Innowacyjne modułowe programy nauczania dla zawodu – to zestaw modułów kształcenia w zawodzie i odpowiadających im jednostek modułowych wyodrębnionych na podstawie określonych kryteriów umożliwiających zdobywanie wiedzy oraz kształtowanie umiejętności i postaw właściwych dla zawodu.

W procesie doboru treści kształcenia i konstruowania innowacyjnego modułowego programu dla zawodu uwzględniono wymagania procesu produkcyjnego, naukowo-techniczne, społeczne i dydaktyczne. Zakres treści programowych określony został poprzez analizę wielu czynników, obejmujących podstawy programowe kształcenia w zawodzie, standardy kwalifikacji zawodowych, standardy wymagań egzaminacyjnych, wymagania określone w materiałach zawodoznawczych, kwalifikacje zawodów. Modułowy program nauczania umożliwia uelastyczenie kształcenia zawodowego, ciągłą weryfikację treści, kształcenie w indywidualnym tempie dostosowanym do możliwości ucznia.

Modułowa struktura programu pozwala na tworzenie wielu konfiguracji i budowę autorskich programów, a także różnorodnych kursów doskonalenia i kształcenia lub przyuczania dla zawodu, albo pracy na wybranym stanowisku. Elektroniczna postać poradników umożliwia modyfikację i dostosowanie do indywidualnego kształcenia i e-learningu.

W odniesieniu do potrzeb przemysłu maszynowego, zapotrzebowanie na absolwentów szkół zawodowych i techników następuje głównie z kierunków kształcenia związanych z następującymi zawodami [17]:

1. Technik geofizyk,
2. Technik geolog,
3. Technik górnictwa odkrywkowego,
4. Technik górnictwa otworowego,
5. Technik górnictwa podziemnego,
6. Technik hutnik,
7. Technik inżynierii środowiska i melioracji,
8. Technik mechanik,
9. Technik ochrony środowiska,
10. Technik technologii ceramicznej,
11. Technik technologii chemicznej,
12. Technik urządzeń sanitarnych,
13. Technik wiertnik,
14. Technik mechatronik,
15. Technik informatyk,
16. Technik mechanik lotniczy,
17. Technik awionik,
18. Technik farmaceutyczny,
19. Technik organizacji reklamy,
20. Technik spedytor,
21. Technik logistyk,
22. Górnik eksploatacji podziemnej,
23. Górnik odkrywkowej eksploatacji złóż,
24. Monter konstrukcji budowlanych,
25. Monter instalacji i urządzeń sanitarnych,
26. Monter instalacji gazowych,
27. Monter izolacji budowlanych,
28. Operator obrabiarek skrawających,
29. Ślusarz,
30. Mechanik monter maszyn i urządzeń,
31. Elektryk,
32. Elektromechanik,

33. Monter-elektronik,
34. Monter mechatronik,
35. Mechanik automatyki przemysłowej i urządzeń precyzyjnych,
36. Mechanik precyzyjny,
37. Operator urządzeń przemysłu chemicznego.

Przewidywane wymagania umiejętności, wiadomości i wiedzy psychofizyczne niezbędne do wykonania zadań zawodowych dla kadry menedżerskiej przemysłu maszynowego przedstawiono w tabeli 3.1, natomiast dla kadry wspomagającej w tabeli 3.2.

Tabela 3.1

Kadra menadżerska (zestawienie umiejętności, wiadomości i cech psychofizycznych niezbędnych do wykonywania zadań zawodowych)

Umiejętności	Wiadomości	Cechy psychofizyczne
1	2	3
Opracowanie, wdrażanie i kontrola nowych procesów produkcyjnych. Współdziałanie z pionem technologicznym i logistycznym w zakresie racjonalnej modernizacji linii produkcyjnych. Wdrażanie nowych technologii i metod oraz dostosowanie ich skali do potrzeb, np. zakładu pracy. Przygotowanie projektów nowych technologii (np. biotechnologii).	Metodyka wdrażania oryginalnych technologii do produkcji na skalę przemysłową. Systemy zarządzania jakością. Projektowanie procesów, np. biotechnologicznych, nanotechnologicznych.	Dobra pamięć. Komunikatywność. Potrzeba samodoskonalenia.
Ponadto:		
Umiejętność w zakresie budowania nowoczesnej infrastruktury technologii informatycznej i wykorzystywania jej zasobów. Umiejętność tworzenia sieci powiązań i dzielenia się wiedzą. Kreatywność i zdolność do eksperymentowania. Umiejętność pozyskiwania i absorbowania najnowszej wiedzy z otoczenia. Zdolność do tworzenia nowej wiedzy w ramach pracy zawodowej.	Doskonalenie zawodowe i rozwój zawodowy, (kształcenie ustawiczne). Metody radzenia ze stresem.	Rzetelność. Systematyczność.

Tabela 3.2

Kadra wspomagająca (zestawienie umiejętności, wiadomości i cech psychofizycznych niezbędnych do wykonywania zadań zawodowych)

Umiejętności	Wiadomości	Cechy psychofizyczne
1	2	3
Analiza schematów technologicznych. Posługiwanie się właściwie aparaturą, techniczną, laboratoryjną i produkcyjną. Stosowanie odpowiednich metod badawczych. Posługiwanie się, zgodnie z procedurami, materiałem badawczym oraz rozpoznawanie zagrożeń wynikających z kontaktu z produktem. Optymalizacja warunków prowadzonych procesów. Prowadzenie dokumentacji zadań technologicznych i produkcyjnych.	Jednostkowe operacje i procesy stosowane w produkcji. Sposoby zapobiegania i zwalczania skutków awarii przemysłowej. Rozwiązania techniczno-organizacyjne wpływające na ograniczenie lub likwidację zagrożeń dla pracowników i środowiska. Budowa i zasady funkcjonowania urządzeń badawczych i produkcyjnych. Dokumentacja procesów technologicznych.	Cierpliwość. Dokładność. Odpowiedzialność. Spostrzegawczość.

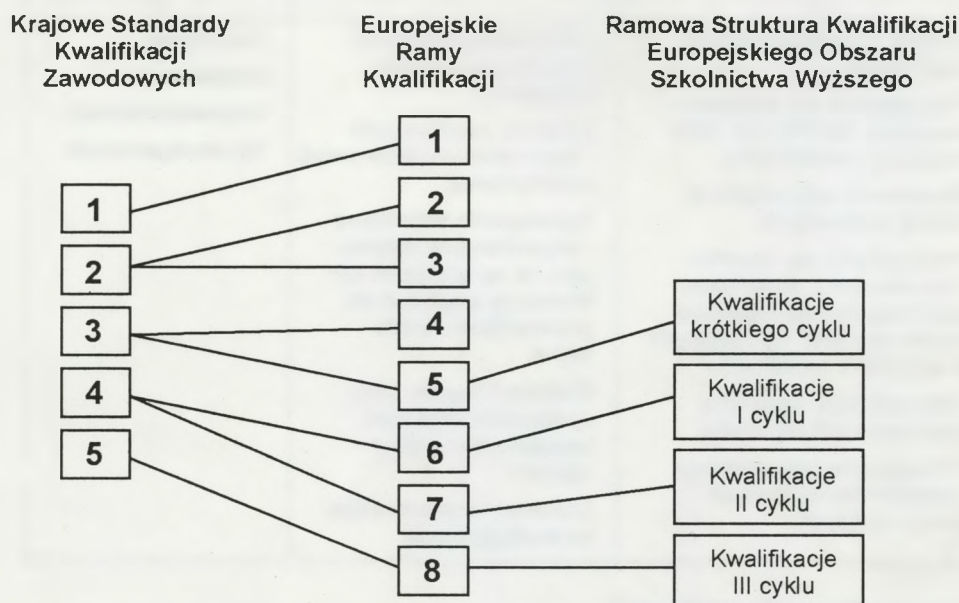
Krajowe Ramy Kwalifikacji

Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej zatwierdziły 24.10.2007 r. propozycję Komisji w sprawie ustanowienia Europejskich Ram Kwalifikacji dla ustawicznego kształcenia „...jako narzędzia odniesienia w celu porównywania poziomów kwalifikacji w różnych systemach kwalifikacji”. Jest to nowy instrument wsparcia dla systemu uznawalności i porównywalności świadectw, dyplomów oraz kwalifikacji [22].

Do 2010 r. kraje członkowskie UE mają dokonać porównania kwalifikacji krajowych z przyjętym wzorcem europejskim, jakim są Europejskie Ramy Kwalifikacji. Utworzono w ten sposób warunki do rozpoczęcia prac nad Krajowymi Ramami Kwalifikacji oraz Krajowym Systemem Kwalifikacji. W Polsce prace z tym związane zaplanowano w Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki w latach 2007–2013.

Ideą przewodnią działań jest hasło „uczenie się przez całe życie”. Stąd Krajowe Ramy Kwalifikacji muszą uwzględnić szerokie spektrum kwalifikacji będących potwierdzonymi w danym kraju wynikami uczenia się w systemie szkolnym i pozaszkolnym, w tym również na poziomie akademickim.

Budowa Europejskich Ram Kwalifikacji niesie konieczność zebrania i rozpatrzenia określonych informacji o wynikach kształcenia. Model Europejskich Ram Kwalifikacji wyróżnia trzy zbiory informacji (deskryptory) definiujące każdy z ośmiu poziomów: wiedza, umiejętności, kompetencje osobiste i zawodowe.



Rys.3.3. Równoważność poziomów kwalifikacji [22]

Dyskusja nad Ramową Strukturą Kwalifikacji Europejskiego Obszaru Szkolnictwa Wyższego, prowadzona w ramach tak zwanego Procesu Bolońskiego, zaowocowała propozycją, w której wyróżniono cztery poziomy kwalifikacji, odpowiadające trzem cyklom kształcenia na poziomie wyższym, wraz z dodatkowym tak zwanym krótkim cyklem, oznaczającym ukończenie „krótkich” studiów wyższych w ramach I cyklu lub w powiązaniu z I cyklem. Rozwijana w Polsce koncepcja Krajowych Standardów Kwalifikacji Zawodowych w sposób jawny proponuje i wyraźnie definiuje pięć poziomów kwalifikacji zawodowych. Na rysunku 3.3 przedstawiono propozycję przyporządkowania pięciu poziomów polskich Krajowych Standardów Kwalifikacji Zawodowych do ośmiu poziomów Europejskich Ram Kwalifikacji.

Przyporządkowanie kwalifikacji odpowiadających czterem cyklom kształcenia w Europejskim Obszarze Szkolnictwa Wyższego do ośmiu poziomów Europejskich Ram Kwalifikacji zaproponowane zostało w dokumencie „Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia Europejskich Ram Kwalifikacji dla uczenia się przez całe życie” [4]. Zaproponowany klucz przejścia z pięciopoziomowej struktury kra-

jowych standardów kwalifikacji zawodowych na osiem poziomów Europejskich Ram Kwalifikacji stanowi propozycję Krajowych Ram Kwalifikacji i wykorzystania w tej strukturze standardów kwalifikacji zawodowych (rys. 3.3). Standardy kwalifikacji zawodowych, będą stanowić bazę do uznawania kwalifikacji nabytych w sposób formalny i nieformalny, oraz pełnić funkcję normy będącej podstawą walidacji kwalifikacji. W obszarze międzynarodowym usprawnią rozwijanie mobilności zawodowej. Tak zwane instrumenty uznawalności kwalifikacji, w postaci na przykład Europejskich Ram Kwalifikacji, dokumentów EUROPASS czy Europejskiego Systemu Transferu Punktów dla celów Kształcenia i Szkolenia Zawodowego (*European Credit System for Vocational Education and Training* – ECVET), powinny bazować na rzetelnych opisach wymagań pracy zawartych w standardach kwalifikacji.

3.4. Pożądane kierunki rozwoju systemu kształcenia i rozwoju kadr

System kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego w Polsce, który obejmuje: studia inżynierskie i magisterskie; studia podyplomowe; kursy specjalistyczne; studia doktoranckie, powinien – ze względów ekonomicznych, merytorycznych i organizacyjnych – zachować następujące proporcje w zakresie liczby kształconych specjalistów: inżynierów – około 75%, magistrów inżynierów – około 20%, doktorów nauk technicznych – około 5% (w tym pracowników dla przemysłu – około 3%, dla uczelni – około 2%). Wzorem najbardziej rozwijających się krajów świata, mających najwięcej innowacyjnych rozwiązań dla potrzeb przemysłu maszynowego, należy dążyć do tego, aby 1/3 kadry kształcącej inżynierów i magistrów inżynierów stanowili doświadczeni pracownicy przemysłu. Aby sprostać przyszłym potrzebom polskiej gospodarki system kształcenia powinien obejmować współpracę uczelni, przemysłu oraz biznesu. Natomiast system kształcenia technicznego na poziomie II i III powinien uwzględniać dodatkowo współpracę międzynarodową. Aby spełnić wymagania tych systemów kształcenia, istotnymi formami edukacji powinny być: e-learning; platformy edukacyjne; wspomaganie dydaktyki technikami wirtualnej rzeczywistości 3D.

Podstawowym warunkiem sukcesu systemu kształcenia i rozwoju kadry w Polsce jest nowa forma jego finansowania, oparta na zamawianiu kształcenia inżynierów, magistrów inżynierów i doktorów nauk technicznych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz przemysł.

Kształcenie kadr dla przemysłu maszynowego w Polsce powinno być oparte na następujących zasadach:

- studia inżynierskie mocno powiązane z regionem,

- studia magisterskie i doktoranckie:
 - uniwersytety wiodące z własnymi programami (3–5 w kraju),
 - pozostałe uczelnie z programami krajowymi opartymi na standardach nauczania, zatwierdzonych przez Radę Nauki i specjalistyczne komisje ministerialne.

Poziomy kształcenia powinny uwzględniać następujące wymogi:

- studia inżynierskie (nauki podstawowe oraz współpraca z przemysłem krajowym),
- studia magisterskie (specjalistyczne nauki podstawowe; współpraca badawcza z przemysłem krajowym i międzynarodowym),
- studia doktoranckie (specjalistyczne nauki podstawowe oraz współpraca naukowo-badawcza z przemysłem krajowym i międzynarodowym).

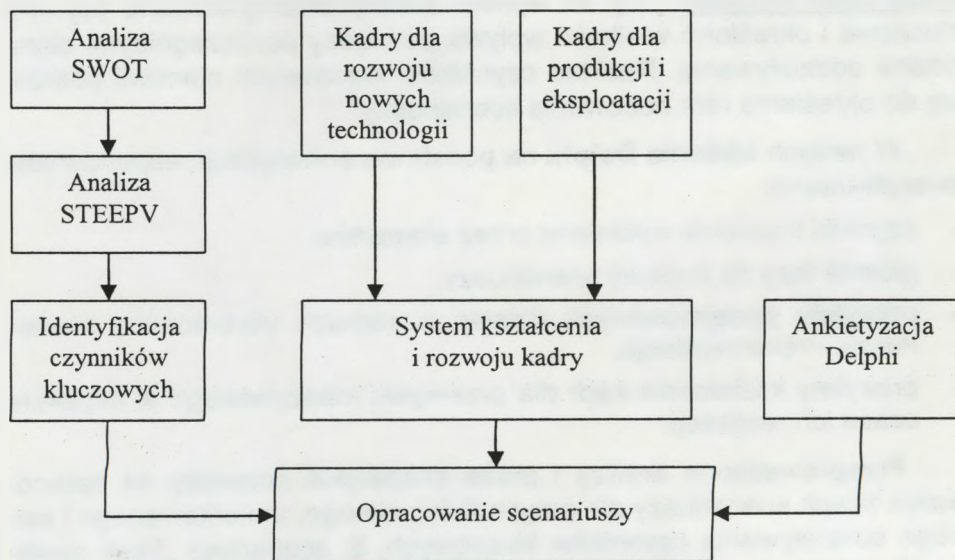
Kadry dla przemysłu maszynowego w Polsce – aby mogły konkurować w Europie – powinny dodatkowo wykazać się dobrą znajomością języków obcych oraz umiejętnością pracy w zespole. Kształcenie na poszczególnych stopniach powinno być uzupełnione dodatkowo o studia podyplomowe i kursy specjalistyczne.

Ważnym przedsięwzięciem byłoby utworzenie w Polsce przy wykorzystaniu europejskich środków finansowych, międzynarodowych ośrodków badawczych, ze specjalistycznymi laboratoriami uczelniano-przemysłowymi, które posiadałyby prawa wydawania certyfikatów międzynarodowych.

4. METODYKA REALIZACJI PROJEKTU FORESIGHT

Antoni Kozieł

Opracowanie scenariuszy rozwoju kadr dla przemysłu maszynowego wymagało realizacji prac analitycznych i eksperckich, których algorytm przedstawiono na rysunku 4.1.



Rys.4.1. Algorytm realizacji projektu foresight

W pierwszym etapie przeprowadzono analizę stanu obecnego w zakresie przemysłu maszynowego w kraju i na świecie oraz systemów kształcenia kadry na potrzebę tego przemysłu.

Równolegle z analizą kierunków rozwoju innowacyjnych technologii i wynikających z niej pożądaných kierunków kształcenia kadr prowadzono analizę SWOT i STEEPV oraz wyłoniono czynniki kluczowe.

Analiza SWOT miała na celu wyłonienie potencjalnych czynników i zjawisk sprzyjających realizacji scenariuszy oraz określenie zagrożeń i szans w procesie ich realizacji.

Analiza STEEPV polegała na wyłonieniu czynników wpływających na proces rozwoju systemu kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego, a następnie zakwalifikowania ich do 3 grup priorytetowych – A, B, C, odpowiednio o istotnym, mniej istotnym i najmniej istotnym oddziaływaniu na wyżej wymieniony proces kształcenia.

W kolejnym kroku wyłoniono priorytetowe czynniki i przyporządkowano je do grup czynników: społecznych, technologicznych, ekonomicznych, środowiskowych, polityczno-prawnych i wartości. Następnie doko-

nano wyboru czynników kluczowych. W oparciu o analizę STEEPV zidentyfikowano metodą ekspercką, zbiór czynników o istotnym oddziaływaniu. Skalę oddziaływania poszczególnych czynników wyznaczono za pomocą macierzy wpływów bezpośrednich, występujących w relacjach pomiędzy czynnikami. Utworzoną macierz poddano analizie komputerowej z zastosowaniem specjalistycznego programu MIC-MAC (www.cnam.fr/Lipsor) [12]. W wyniku analizy zidentyfikowano czynniki kluczowe i określono wielkość wpływu pomiędzy poszczególnymi czynnikami oddziaływania. Rozkład czynników kluczowych stanowił podstawę do określenia ram budowania scenariuszy.

W ramach **badania Delphi** na podstawie ankietyzacji respondentów zweryfikowano:

- czynniki kluczowe wyłonione przez ekspertów,
- główne tezy do budowy scenariuszy,
- priorytety podejmowanych działań w ramach utworzonych scenariuszy – rekomendacje,
- priorytety kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego w aspekcie czasu ich realizacji.

Przeprowadzone analizy i prace eksperckie pozwoliły na opracowanie trzech scenariuszy dla przypadków: silnego, umiarkowanego i słabego oddziaływania czynników kluczowych, tj: scenariusz „Skok cywilizacji”, scenariusz „Twarde dostosowania”, scenariusz „Słabnący rozwój”.

5. HIERARCHIZACJA CZYNNIKÓW KSZTAŁTUJĄCYCH ROZWÓJ KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO W POLSCE

Marek Jaszczuk, Aleksandra Kiełtyka, Antoni Kozieł, Sylwia Malczyk, Tadeusz Mazurkiewicz

5.1. Analiza SWOT i STEEPV

Przeprowadzona przez ekspertów panelu tematycznego „Kadry dla przemysłu maszynowego” analiza SWOT wykazała, że silnymi stronami kształtującymi rozwój kadr w Polsce są:

- dobry poziom kształcenia inżynierów w dużej części wyższych uczelni technicznych,
- otwartość uczelni na uruchamianie dla potrzeb rynku pracy nowych, przyszłościowych kierunków kształcenia, w różnych formach organizacyjnych,
- tradycja i świadomość społeczna,
- istniejące doświadczenia i osiągnięcia badawcze,
- dobre przygotowanie absolwentów w dziedzinie nauk podstawowych.

Natomiast do słabych stron zaliczono:

- zbyt duże oderwanie od praktyki, wpływające na przygotowanie absolwentów do zawodu,
- niski poziom kształcenia w części uczelni, zwłaszcza w małych miastach,
- niezadowolający poziom kształcenia w technikach, liceach zawodowych oraz w szkołach zawodowych,
- stosunkowo słaba znajomość języków obcych przez absolwentów uczelni,
- zbyt mała dbałość uczelni o jakość kształcenia,
- braki w wyposażeniu laboratoriów, bibliotek i miejsc zakwaterowania studentów,
- brak motywacji do podejmowania studiów na trudnych i tradycyjnych kierunkach inżynierskich,
- brak umiejętności wykorzystania wiedzy zdobytej na studiach,
- metody dydaktyczne na uczelniach nie dostosowane do bieżących potrzeb,
- niski udział studentów w wymianie zagranicznej.

Wobec powyższego szansami na poprawę sytuacji są:

- ukierunkowywanie absolwentów szkół średnich przy wyborze studiów na nowe, przyszłościowe (perspektywiczne) kierunki studiów,

- możliwości wykorzystania informacji o nowych trendach w kształceniu, w najbardziej rozwiniętych krajach świata,
- możliwość skorzystania z programów rozwojowych Unii Europejskiej przy ustalaniu perspektywicznych kierunków kształcenia i ich form,
- doksztalcenie z wykorzystaniem internetu poprzez np.: systemem e-learning,
- aktywizacja zawodowa seniorów,
- rozwój i globalizacja rynku,
- wzrost zapotrzebowania na nowe technologie,
- rozwój infrastruktury informatycznej,
- wykorzystanie zainteresowania studiami wyższymi do poprawy jakości kształcenia,
- działalność instytucji wspierających transfer technologii.

Do głównych zagrożeń związanych z rozwojem kadry należą:

- niechęć do podejmowania studiów na trudnych, tradycyjnych kierunkach inżynierskich, związanych z przemysłem maszynowym,
- emigracja młodych i dobrze wykształconych ludzi,
- skala i czas trwania kryzysu gospodarczego oraz finansowego na świecie i w kraju,
- pogarszająca się struktura demograficzna (wzrost populacji ludzi starszych, zmniejszająca się liczba urodzeń),
- niska efektywność wykorzystania funduszy strukturalnych,
- małe zaangażowanie przedsiębiorstw w kształcenie pracowników i podwyższenie kwalifikacji,
- niedostateczny poziom ochrony własności intelektualnej.

W wyniku dyskusji przeprowadzonych podczas spotkań ekspertów panelu tematycznego, ustalono wstępną listę czynników wpływających na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego (tabela 5.1).

Jako A – oznaczono czynniki istotne, B – czynniki mniej istotne, a przez C – czynniki najmniej istotne.

Wyniki analizy czynników wpływających na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego określonych przez ekspertów wskazały, że najbardziej istotnymi będą:

- rozwijanie kompetencji pracowniczych,
- globalizacja i myślenie strategiczne,
- współpraca uczelni z producentami i użytkownikami maszyn,
- prowadzenie studiów o charakterze interdyscyplinarnym,
- wdrożenie technologii uwzględniających potrzeby użytkowników.

Tabela 5.1

Czynniki wpływające na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego

System kształcenia i rozwoju kadry 1	Kadry dla rozwoju nowych technologii 2	Kadry dla produkcji i eksploatacji 3
Wczesna edukacja dzieci	A – globalizacja, myślenie strategiczne	A – prowadzenie studiów o charakterze interdyscyplinarnym
A – rozwijanie umiejętności poznawczych	A – współpraca z przemysłem	A – wdrożenie technologii uwzględniających potrzeby użytkowników i wymagania ochrony środowiska
B – rozwijanie kluczowych postaw	A – ukierunkowanie na wysoką technikę	A – umiędzynarodowienie przedsiębiorstw
B – kształtowanie osobowości	A – ochrona własności intelektualnej	B – bieżące dostosowanie standardów kształcenia do potrzeb wynikających z rozwoju technologii i zmian demograficznych
C – podnoszenie jakości programów wczesnej edukacji	A – aktywna wymiana kadr i współpraca międzynarodowa	B – doradztwo edukacyjno-zawodowe
C – zachęty finansowe związane z polityką prorodzinną	A – powiązanie kierunków badań naukowych z perspektywicznymi kierunkami w gospodarce	B – inicjowanie prac badawczych
C – elastyczna organizacja w miejscach pracy rodziców	B – uzupełnianie kompetencji	B – prowadzenie studiów podyplomowych i kursów wakacyjnych
Kształcenie młodzieży	B – wynajdywanie i rozwijanie talentów	B – szeroki zakres wiedzy technicznej i biznesowej wymagany dla MŚP
A – podniesienie poziomu kadry nauczycielskiej	B – ustawiczne kształcenie	B – wąska specjalizacja wiedzy wymagana dla dużych przedsiębiorstw
B – wprowadzenie systemu motywującego kształcenia i awansu nauczycieli	B – budowanie przewagi konkurencyjnej w oparciu o wiedzę	B – znajomość prawa unijnego – Dyrektywy nowego podejścia
B – indywidualne systemy nauczania	B – prowadzenie foresightu technologicznego	C – położenie nacisku na aspekt kształcenia związany z praktyką zawodową
B – kształcenie umiejętności samodzielnej analizy problemu	B – popytowe podejście do innowacji	C – kształcenie specjalistów z zakresu zarządzania wiedzą, bezpieczeństwem, zasobami ludzkimi
B – kreatywność	C – mobilność zawodowa	
C – współpraca z rodzicami		
Kształcenie studentów i pracowników przemysłu		
A – dostosowanie kierunków kształcenia do potrzeb gospodarki (zarządzanie projektami, umiejętność podejmowania decyzji)		

cd. tabeli 5.1

1	2	3
A – nadanie priorytetu kierunkom inżynierskim i technicznym, matematyce i informatyce		
A – indywidualny system kształcenia		
A – wyeliminowanie wieloetatowości kadr uczelni		
B – wprowadzenie systemów zarządzania jakością na uczelniach (poziom finansowania zależny od efektów kształcenia, skład senatu: studenci, przedstawiciele biznesu, władze lokalne)		
B – jasne procedury rekrutacji i awansu zawodowego kadry uczelni		
B – e-learning, mentoring - zespołowe projekty inżynierskie		
C – samokształcenie się		
C – makrokierunki i studia interdyscyplinarne		
C – zatrudnianie naukowców i nauczycieli z zagranicy		
Jako A – oznaczono czynniki istotne, B – czynniki mniej istotne, a przez C – czynniki najmniej istotne.		

Kolejną analizą przeprowadzoną przez grupy robocze panelu tematycznego była analiza STEEPV, w wyniku której ustalono listę czynników wpływających na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego (tabela 5.2).

Tabela 5.2

Hierarchizacja czynników wpływających na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego

System kształcenia i rozwoju kadry	Kadry dla rozwoju nowych technologii	Kadry dla produkcji i eksploatacji
1	2	3
A – umiejętność pracy zespołowej	A – regulacje prawne	A – rozwój technologiczny i udział Polski w gospodarce globalnej
A – umiejętność analizy problemu	A – instrumenty ekonomiczne i finansowe	A – konkurencja na rynku światowym wynikająca z rosnącego udziału krajów azjatyckich
A – kreatywność	A – popyt na specjalistów	A – kryzys gospodarczy

cd. tabeli 5.2

1	2	3
A – poziom kadry kształcącej	A – globalizacja	A – skuteczność instrumentów finansowych będących w gestii rządu
A – systemowa współpraca szkół średnich z uczelniami	A – członkostwo w UE	A – oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowej w Europie
A – podmiotowość systemu kształcenia	A – zasoby kwalifikowanej kadry	A – polityka edukacyjna
A – zapotrzebowanie gospodarki na absolwentów szkół wyższych	A – polityka edukacyjna	A – dostęp do nowych technologii
A – kształcenie w zakresie innowacyjności i konkurencyjności	A – dostęp do nowych technologii, maszyn i urządzeń	A – dostosowanie regulacji prawnych do rozwiązań unijnych
A – nakłady państwa na naukę zgodnie ze strategią EU (Strategia Lizbońska)	A – transfer technologii	A – współpraca pomiędzy przedsiębiorstwami w obszarze nowych technologii
B – system awansu nauczycieli uwarunkowany efektami nauczania	B – wiedza decydentów w zakresie rozwoju nowych technologii	A – ochrona środowiska
B – promocja indywidualnego systemu nauczania	B – koszty opracowania lub koszty wdrożenia i/lub upowszechnienia technologii	B – specjalizacja zawodowa poszczególnych regionów Europy
B – umiejętność podejmowania decyzji i zarządzania projektami		B – zmiany demograficzne i akceptacja społeczna rozwoju
B – system zarządzania jakością kształcenia na uczelniach	B – formy i metody zatrudnienia	B – zapewnienie zrównoważonego finansowania kształcenia i prowadzenia badań
B – formy samokształcenia się w czasie studiów	B – stopa i tempo wzrostu ekonomicznego	B – polityka UE w zakresie finansowania prac badawczo-rozwojowych
B – e-learning, mentoring, współpraca z wykorzystaniem Internetu, (e-collaboration)		B – stabilizacja polityczna
B – zatrudnianie w szkole wyższej naukowców i nauczycieli akademickich z zagranicy	B – dostępność kredytów	B – rozwój dużych grup kapitałowych oraz małych i średnich przedsiębiorstw
B – mobilność naukowców i nauczycieli akademickich	B – kompetencje kadry	B – wykorzystanie potencjału wykształconej kadry inżynierskiej
B – realizacja przez uczelnię strategii ustawicznego kształcenia	B – poziom wykształcenia	B – dostępność kredytów
B – staże zagraniczne	B – infrastruktura systemu kształcenia	B – emigracja wykształconych kadr
B – instytucjonalna współpraca międzynarodowa uczelni	B – potencjał badawczy	B – rozwój przedsiębiorczości

cd. tabeli 5.2

1	2	3
C – współpraca szkoły średniej z rodzicami w zakresie wyboru kierunku studiów	B – współpraca międzynarodowa	B – potencjał badawczy
C – makrokierunki i studia międzywydziałowe	B – komputeryzacja	B – egzekwowanie prawa
	B – postępująca automatyzacja	B – zasoby fachowej kadry
	B – proinnowacyjna polityka Polski i UE	B – struktura wieku ludności
	B – pojawienie się technologii substytucyjnych	B – infrastruktura ogólna
	C – zamówienia publiczne	B – współpraca międzynarodowa
	C – stopa procentowa kredytów	B – kompetencje decydentów
	C – liczba studentów na kierunkach związanych z przemysłem maszynowym	B – skuteczność władzy samorządowej
	C – rozlokowanie geograficzne kadr	B – stan zdrowia ludności
	C – struktura wieku ludności	C – skuteczność reformy systemu kształcenia
	C – ruchy migracyjne i emigracyjne	C – podejście kadry zarządzającej do współpracy w ramach klastrów technologicznych
	C – portale tematyczne i eksperckie	C – świadomość kadry zarządzającej co do znaczenia rozwoju technologii i współpracy firm w tym zakresie
		C – tempo wzrostu gospodarczego
		C – oddziaływanie związków zawodowych
		C – struktura wykształcenia
		C – mentalność kadry zarządzającej
		C – stosowanie instrumentów proinnowacyjnych
		C – umiejętność spędzania wolnego czasu
		C – dostęp do dóbr kulturalnych
Jako A – oznaczono czynniki istotne, B – czynniki mniej istotne, a przez C – czynniki najmniej istotne.		

Dla wyłonienia w dalszej procedurze czynników kluczowych, zbiór czynników oddziaływania uzyskany w poszczególnych grupach roboczych uporządkowano w następujących kategoriach obszarów, uwzględnionych w analizie STEEPV: społeczne, technologiczne, gospodarcze, środowiskowe, polityczno-prawne. Ponadto wyeliminowano powtórzenia pojęciowe zaproponowane przez poszczególne grupy robocze (tabela 5.3).

Tabela 5.3

Czynniki oddziaływania według analizy STEEPV

Grupa czynników	Nazwa czynnika
1	2
Społeczne	A - polityka edukacyjna,
	A - dostosowanie kształcenia do potrzeb gospodarki,
	A - systemowa współpraca szkół średnich z uczelniami,
	A - poziom kadry kształcącej,
	A - zasoby i struktura kadry inżynierskiej,
	A - kreatywność,
	A - umiejętność analizy problemu,
	A - umiejętność pracy zespołowej,
	B - system zarządzania jakością kształcenia na uczelniach,
	B - poziom wykształcenia,
	B - ustawiczne kształcenie,
	B - e-learning, mentoring, współpraca z wykorzystaniem Internetu (e-collaboration),
	B - formy samokształcenia,
	B - mobilność naukowców i nauczycieli akademickich,
	B - kompetencje kadry,
	B - zasoby wykwalifikowanej kadry,
	B - ruchy migracyjne i emigracyjne wykształconych kadr,
	B - zmiany demograficzne i akceptacja społeczna rozwoju,
	B - stan zdrowia ludności,
	B - promocja indywidualnego systemu nauczania,
	B - umiejętność podejmowania decyzji i zarządzania projektami,
	C - liczba studentów na kierunkach związanych z przemysłem maszynowym,
	C - struktura wykształcenia,
	C - rozlokowanie geograficzne kadr,
	C - oddziaływanie związków zawodowych,
	C - umiejętność spędzania wolnego czasu,
	C - dostęp do dóbr kultury,
Technologiczne	A - rozwój technologiczny i udział Polski w gospodarce globalnej,
	A - kształcenie w zakresie innowacyjności i konkurencyjności,
	A - dostęp do nowych technologii, maszyn i urządzeń,
	A - transfer wiedzy z obszaru badań do przemysłu,
	B - potencjał badawczy,
	B - pojawienie się technologii substytucyjnych,
	C - portale tematyczne i eksperckie,

cd. tabeli 5.3

1	2
Gospodarcze	A - globalizacja, A - nakłady państwa na naukę zgodnie ze strategią Unii Europejskiej, A - współfinansowanie nauki i kształcenia przez przemysł, A - współpraca między przedsiębiorstwami w obszarze nowych technologii z producentami maszyn, A - zmiany koniunktury gospodarczej, A - instrumenty ekonomiczne i finansowe A - zapotrzebowanie gospodarki na absolwentów szkół wyższych, B - specjalizacja zawodowa poszczególnych regionów Europy, B - współpraca międzynarodowa, B - rozwój dużych grup kapitałowych oraz małych i średnich przedsiębiorstw, B - wykorzystanie potencjału wykształconej kadry inżynierskiej, B - rozwój przedsiębiorczości, B - infrastruktura ogólna, B - formy i metody zatrudnienia, B - dostępność kredytów, B - komputeryzacja, B - automatyzacja, B - kompetencje decydentów, B - wiedza decydentów gospodarczych w zakresie rozwoju nowych technologii, B - koszty opracowania lub koszty wdrożenia i/lub upowszechnienia technologii, C - podejście kadry zawodowej do współpracy w ramach klastrów technologicznych, C - popyt rynków europejskich na polskie maszyny, C - zamówienia publiczne, C - tempo wzrostu gospodarczego Polski, C - stopa procentowa kredytów, C - mentalność kadry zarządzającej,
Środowiskowe	A - normy środowiskowe,
Polityczno-prawne	A - oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowej w Europie, A - konkurencja na rynku światowym wynikająca z rosnącego udziału krajów azjatyckich, A - dostosowanie regulacji prawnych do rozwiązań unijnych, A - skuteczność instrumentów finansowych będących w gestii rządu, A - regulacje prawne, A - podmiotowość systemu kształcenia, B - proinnowacyjna polityka Polski i UE, B - zapewnienie zrównoważonego finansowania kształcenia i prowadzenia badań,

cd. tabeli 5.3

1	2
Polityczno-prawne	B - polityka UE w zakresie finansowania prac badawczo-rozwojowych, B - stabilizacja polityczna, B - możliwości techniczne systemu kształcenia, B - przestrzeganie prawa, B - zatrudnienie w szkole wyższej naukowców i nauczycieli akademickich z zagranicy, B - staże zagraniczne, B - instytucjonalna współpraca międzynarodowa uczelni, B - system awansu nauczycieli uwarunkowany efektami nauczania, B - skuteczność władzy samorządowej, C - skuteczność reformy systemu kształcenia, C - stosowanie instrumentów proinnowacyjnych, C - makrokierunki i studia międzywydziałowe, C - współpraca szkoły średniej z rodzicami w zakresie wyboru kierunku studiów,
Wartości	A – oddziaływanie i akceptacja społeczna,

Analiza STEEPV wykazała, że do najbardziej istotnych czynników społecznych należy zaliczyć:

- umiejętność pracy zespołowej,
- umiejętność analizy problemu,
- kreatywność,
- poziom kadry kształcącej,
- poziom kadry inżynierskiej,
- dostosowanie zakresu kształcenia do potrzeb gospodarki,
- współpracę szkół średnich z uczelniami.

W grupie czynników technologicznych do kluczowych należą:

- dostęp do nowych technologii, maszyn i urządzeń,
- transfer wiedzy z obszaru nauki i badań do przemysłu,
- rozwój technologii i uczestnictwo w gospodarce globalnej,
- kształcenie w zakresie innowacyjności i komercyjności.

Wśród czynników gospodarczych najważniejszymi są:

- zapotrzebowanie gospodarki na określone grupy absolwentów szkół wyższych,
- zmodyfikowane instrumenty ekonomiczne i finansowe,
- zmiany koniunktury gospodarczej,
- współfinansowanie nauki przez przemysł,
- nakłady środków finansowych na naukę,
- wdrożenie nowych technologii.

W przypadku czynników środowiskowych najważniejsze okazało się spełnienie norm środowiskowych.

W obszarze czynników polityczno-prawnych jako najistotniejsze wybrano:

- podmiotowość systemu kształcenia,
- modyfikacja uregulowań prawnych,
- zwiększenie skuteczności instrumentów finansowych,
- zwiększająca się konkurencja,
- oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowych w Europie.

Poza tym, w zakresie wartości należy uwzględnić czynnik związany z oddziaływaniem i akceptacją społeczną.

5.2. Identyfikacja czynników kluczowych (analiza krzyżowa)

W wyniku kolejnych prac analitycznych, realizowanych przez ekspertów, wyłoniono 15 czynników wpływających na rozwój kadr dla przemysłu maszynowego o największej sile oddziaływania (tabela 5.4).

Tabela 5.4

Czynniki najsilniejszego oddziaływania (kluczowe)

Grupa czynników	Nazwa czynnika
1	2
Spoleczne	- polityka edukacyjna, - dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki, - zasoby i struktura kadry inżynierskiej, - poziom kadry kształcącej, - systemowa współpraca szkół średnich z uczelniami,
Technologiczne	- transfer wiedzy i technologii, - kształcenie w zakresie innowacyjności i przedsiębiorczości,
Gospodarcze	- zmiany koniunktury gospodarczej, - współfinansowanie nauki i kształcenia przez przemysł, - poziom nakładów państwa na naukę (strategia Lizbońska),
Środowiskowe	- normy środowiskowe,
Polityczno-prawne	- oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowej w Europie, - konkurencja na rynku światowym wynikająca z rosnącego udziału krajów azjatyckich, - dostosowanie regulacji prawnych do rozwiązań Unii Europejskiej,
Wartości	- oddziaływanie i akceptacja społeczna.

W oparciu o wyłonione przez ekspertów czynniki kluczowe (tabela 5.4), przeprowadzono analizę wpływów krzyżowych. W celu zidentyfikowania relacji występujących między nimi utworzono macierz wpływów bezpośrednich. W macierzy czynniki występują zarówno w wierszach, jak i w kolumnach.

Oznaczenia poszczególnych czynników przedstawiono w (tabeli 5.5). Eksperti, mając do dyspozycji skalę ocen od 0 do 3, ustalili stopień relacji: 0 oznaczało brak wpływu, 1, 2 odpowiednio słaby i średni wpływ, a 3 duży wpływ (tabela 5.6). Następnie macierz poddano analizie komputerowej, wykorzystując w tym celu program MIC-MAC [12]. Pozwoliło to na zakwalifikowanie poszczególnych czynników do odpowiednich grup: kluczowych, decydujących, regulujących, autonomicznych oraz zależnych.

Tabela 5.5

Oznaczenia czynników kluczowych

Lp.	Nazwa czynnika kluczowego	Oznaczenie	Grupa tematyczna
1	2	3	4
1	Polityka edukacyjna	I	społeczne
2	Dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki	II	społeczne
3	Zasoby i struktura kształcenia do potrzeb gospodarki	III	społeczne
4	Poziom kadry kształcącej	IV	społeczne
5	Systemowa współpraca szkół średnich z uczelniami	V	społeczne
6	Transfer wiedzy i technologii	VI	technologiczne
7	Kształcenie w zakresie innowacyjności i przedsiębiorczości	VII	technologiczne
8	Zmiany koniunktury gospodarczej	VIII	gospodarcze
9	Współfinansowanie nauki i kształcenia przez przemysł	IX	gospodarcze
10	Poziom nakładów państwa na naukę (strategia Lizbońska)	X	gospodarcze
11	Normy środowiskowe	XI	środowiskowe
12	Oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowej w Europie	XII	polityczno-prawne
13	Konkurencja na rynku światowym wynikająca z rosnącego udziału krajów zagranicznych	XIII	polityczno-prawne
14	Dostosowanie regulacji prawnych do rozwiązań Unii Europejskiej	XIV	polityczno-prawne
15	Oddziaływanie i akceptacja społeczna	XV	wartości

Czynniki kluczowe – łączą w sobie siłę oddziaływania z dużym stopniem zależności, wskazując, które działania powinny być uznane za priorytetowe w procesie opracowywania scenariuszy.

Czynniki decydujące – wywierają bardzo silny wpływ i mogą być traktowane jako czynniki napędzające i hamujące. Są one bardzo trudne do skontrolowania. Wiedza na ich temat jest niezwykle istotna w procesie obserwowania trendów długoterminowych, w badaniach nad przyszłością.

Czynniki regulujące – mogą okazać się pomocne do osiągnięcia celów strategicznych, jednakże ich wpływ nie jest decydujący.

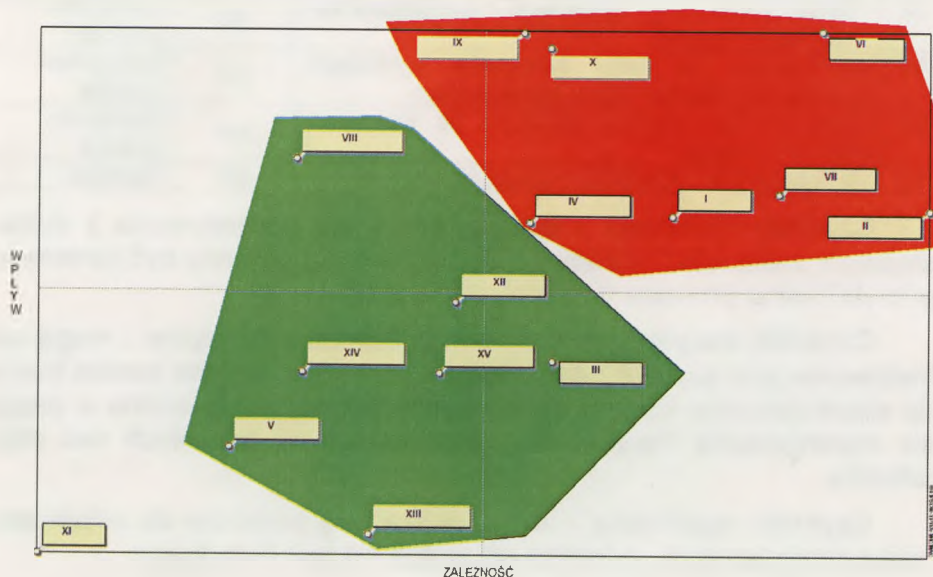
Czynniki autonomiczne – wywierają najmniejszy wpływ na zachodzące zmiany.

Czynniki zależne – charakteryzują się małym oddziaływaniem, przy dużej zależności od innych czynników. Są szczególnie podatne na zmiany czynników decydujących oraz kluczowych.

Tabela 5.6

Macierz kluczowych czynników oddziaływania

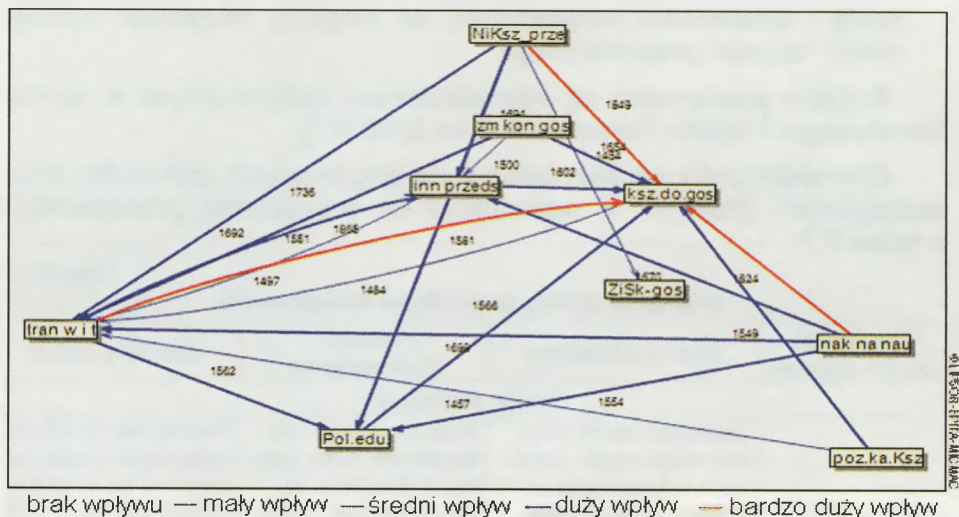
	1: I	2: II	3: III	4: IV	5: V	6: VI	7: VII	8: VIII	9: IX	10: X	11: XI	12: XII	13: XIII	14: XIV	15: XV
1: I	0	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
2: II	2	0	2	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2
3: III	2	3	0	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1
4: IV	2	3	2	0	2	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2
5: V	2	2	2	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2
6: VI	2	3	2	3	2	0	3	2	3	3	1	2	2	2	2
7: VII	2	3	2	2	1	3	0	2	2	2	1	2	2	1	2
8: VIII	3	3	2	2	1	3	2	0	2	2	1	2	2	1	2
9: IX	3	3	3	3	1	3	3	2	0	2	1	2	2	2	2
10: X	3	3	3	3	2	2	3	2	2	0	1	2	2	2	2
11: XI	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	2	2
12: XII	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	0	2	2	1
13: XIII	1	1	1	1	0	2	2	2	1	1	1	2	0	1	1
14: XIV	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	0	1
15: XV	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	0

Mapa pośrednich zależności

Rys.5.1. Mapa usytuowania czynników dla wpływów pośrednich

Analiza komputerowa macierzy pozwoliła na identyfikację czynników kluczowych (rys. 5.1) i określenie relacji wpływu i zależności (mapa pośrednich zależności) pomiędzy poszczególnymi czynnikami oddziaływania.

Dalsza analiza pozwoliła na ustalenie siły oddziaływania i powiązania poszczególnych czynników (rys. 5.2).



Rys.5.2. Graf pośrednich wpływów czynników

Z grafu pośrednich wpływów czynników (rys. 5.2) wynika, że największe oddziaływanie na dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki mają odpowiednio: transfer wiedzy i technologii; współfinansowanie nauki i kształcenia przez przemysł oraz poziom nakładów państwa na naukę. Czynniki te znalazły się również w strefie największych wpływów i zależności (rys. 5.1).

5.3. Warianty zmian czynników kluczowych

Przeprowadzona identyfikacja i analiza wpływów czynników kluczowych stanowiła podstawę opracowania wariantów ich zmian, w zależności od przyjętego scenariusza. Kolejnym działaniem ekspertów poprzedzającym przygotowanie scenariuszy było określenie zmian czynników kluczowych.

Przyjęto trzy warianty scenariuszy, które można scharakteryzować w następujący sposób:

- **Skok cywilizacyjny** zakłada optymistyczny rozwój zdarzeń i pełną realizację czynników kluczowych. Jest to pożądany, wzorcowy rozwój wydarzeń, do którego należałoby dążyć.

- **Twarde dostosowania** związany jest z umiarkowanym rozwojem. Występują w nim ograniczenia i niepełna realizacja czynników kluczowych, spowodowana przede wszystkim niepełnym zreformowaniem szkolnictwa wyższego oraz niedostatecznym finansowaniem sfery nauki i badań.
- **Słabnący rozwój** prezentuje niekorzystną tendencję zmian czynników kluczowych, która doprowadza do regresu w sferze kształcenia i działalności innowacyjnej, co mogłoby skutkować spowolnieniu rozwoju gospodarczego.

Przyjęte scenariusze są odpowiednikami opracowanymi w ramach Narodowego Projektu Foresight Polska 2020 [17].

Charakterystykę oddziaływania wyszczególnionych czynników, w poszczególnych grupach, w odniesieniu do scenariuszy przedstawiono w tabeli 5.7.

Tabela 5.7

Warianty zmian czynników kluczowych

Scenariusz Czynnik kluczowy	Skok cywilizacyjny	Twarde dostosowania	Słabnący rozwój
Trendy społeczne			
Polityka edukacyjna	Zaangażowanie instytucji rządowych i lokalnych w kreowanie tej polityki, zapewnienie środków finansowych odpowiadających potrzebom	Brak rozwiązań systemowych, brak spójności działania władzy centralnej i lokalnej, finansowanie nie pokrywające pełnych potrzeb	Pozostawienie dotychczasowych rozwiązań zarówno na szczeblu centralnym jak i lokalnym, zwiększające się dofinansowywanie systemu przez środki prywatne
Dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki	Wprowadzenie rozwiązań systemowych i mechanizmów regulacyjnych z uwzględnieniem potrzeb regionów	Ustalanie preferencyjnych kierunków bez porozumienia z władzami lokalnymi i przedstawicielami przemysłu	Brak zasadniczego wpływu przemysłu na kierunki kształcenia, pierwsze próby ustalania potrzeb na szczeblu lokalnym
Zasoby i struktura kadry inżynierskiej	System kształcenia w pełni pokrywa potrzeby w zakresie wykwalifikowanej kadry	Struktura kadry nie pokrywająca w pełni potrzeb przemysłu, uszczuplenie zasobów poprzez emigrację	Zasoby kadry inżynierskiej wystarczające jednakże nie następuje wzrost poziomu wykształcenia kadry
Poziom kadry kształcącej	Zapewnienie kadry gwarantującej wysoki poziom kształcenia i wiedzy praktycznej	Brak dostatecznego powiązania uczelni z przemysłem w zakresie zatrudniania specjalistów	Kadra kształcąca nie dostosowuje programów specjalizacji do nowych technologii
Systemowa współpraca szkół średnich z uczelniami	Dostosowanie programów kształcenia oraz systemu rekrutacji, uwzględniającego zdolności i wyniki w nauce	Brak powiązania systemu szkolnictwa średniego z wymogami uczelni	Absolwenci szkół średnich zmuszeni są do korepetycyjnego sposobu uzupełniania wiedzy przed podjęciem studiów

Technologiczne			
Transfer wiedzy i technologii	Utworzenie klastrów technologicznych zapewniających finansowanie tego procesu	Brak instytucjonalnej współpracy w zakresie finansowania i prowadzenia badań, a także wykorzystania ich wyników	Centra Transferu Technologii prowadzą działalność informacyjną, nie podejmują praktycznych działań merytorycznych
Kształcenie w zakresie innowacyjności i przedsiębiorczości	Pełna współpraca firm i uczelni w tym zakresie, łącznie z dofinansowaniem uczelni przez firmy	Prowadzenie kształcenia bez powiązania z dotychczasowymi doświadczeniami i osiągnięciami w zakresie zaawansowanych technologii	Szkoły średnie nie prowadzą kształcenia w zakresie przedsiębiorczości, kształcenie poprzestaje na formie czysto teoretycznej z pominięciem praktyki
Ekonomiczne			
Zmiana koniunktury gospodarczej	Zapewnie finansowania na wymaganym poziomie	Istotny wpływ koniunktury gospodarczej na finansowanie systemu edukacji	Początkowo finansowanie wystarczające, następnie zastój wynikający ze zmniejszenia dofinansowania z UE
Współfinansowanie nauki i kształcenia przez przemysł	Wprowadzenie uregulowań prawnych z uwzględnieniem ulgi podatkowej	Brak rozwiązania systemowego ograniczający zakres i formy pomocy	Pojedyncze próby w skali lokalnej wypracowania systemu współfinansowania przez przemysł
Poziom nakładów państwa na naukę	Zapewnienie nakładów na poziomie wynikającym z Procesu bolońskiego	Zbyt niski poziom nakładów wymaga wprowadzenia efektywnego systemu rozdziału środków	Kierowanie skromnych środków finansowych przedsiębiorców na kształcenie w uczelniach prywatnych
Środowisko			
Normy środowiskowe	Szybka poprawa umożliwiająca osiągnięcie najwyższych standardów światowych	Systematyczna ale powolna poprawa	Zastój lub pogorszenie stanu
Polityczno-prawne			
Oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowej w Europie	Dostosowanie kierunków kształcenia do wymogów wynikających ze specjalizacji regionów	Niedostateczne kreowanie wyrobów wytwarzanych w oparciu o rodzime rozwiązania	Poprzestanie na dotychczasowych tradycyjnych specjalizacjach kształcenia
Konkurencja na rynku światowym wynikająca z rosnącego udziału krajów azjatyckich	Kształcenie kadry dla kreowania rozwiązań konkurencyjnych i zapewnienia wysokiej jakości wyrobów	Kształcenie głównie na potrzeby wytwarzania, bez uwzględnienia możliwości włączenia się do konkurencji w zakresie rozwoju technologii	Kształcenie zapewniające kontynuację specjalizacji jednakże bez jej znaczącego dalszego rozwoju

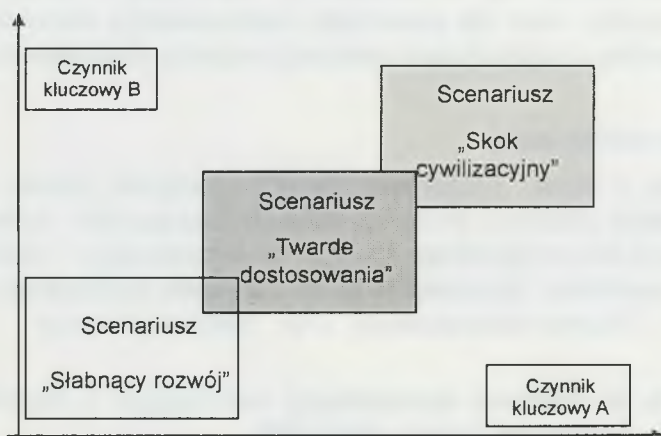
Dostosowanie regulacji prawnych do roz- wiązań Unii Europejskiej	Pełne dostosowanie systemu prawnego, aktywny udział w opracowywaniu dyrektyw i norm	Stopniowe dostosowywanie regulacji prawnych skutkujące ograniczeniem konkurencyjności polskich wyrobów	Opieszałe i opóźnione dostosowanie do wymagań prawa UE powodujące ograniczenie produkcji i eksportu przemysłu maszynowego
Wartości			
Oddziaływanie i akceptacja społeczna	Pełna akceptacja płatnego systemu kształcenia i systemu stypendialnego uwzględniającego: zasobność rodziny, wyniki w nauce, preferencje kształcenia	Brak pełnej akceptacji płatnego systemu kształcenia ze względu na brak powiązania z systemem stypendialnym uwzględniającym: zasobność rodziny, wyniki w nauce, preferencje kształcenia	Niewystarczające zasoby finansowe społeczeństwa i brak skutecznego systemu stypendiów nie pozwalają na wprowadzenie odpłatnego systemu kształcenia, szczególnie na kierunkach inżynierskich wymagających laboratoriów

6. SCENARIUSZE FORESIGHT ZAPOTRZEBOWANIA NA KADRY DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO

Marek Jaszczuk, Antoni Kozieł, Tadeusz Mazurkiewicz

6.1. Metodyka budowy scenariuszy

Podstawą opracowania scenariuszy jest analiza czynników kluczowych o różnej sile oddziaływania przedstawiona schematycznie na rysunku 6.1.



Rys.6.1. Identyfikacja ram tworzenia scenariuszy na podstawie czynników kluczowych A i B

Budowa scenariuszy w panelu tematycznym „Przemysł Maszynowy” projektu foresight pt.: „Kadry nowoczesnej gospodarki” uwzględniła znalezienie odpowiedzi na następujące pytania:

- Jak będzie kształtował się rozwój kadr dla przemysłu maszynowego w Polsce do 2020 roku?
- Jakie kierunki kształcenia kadr związane z rozwojem wysokich technologii będą miały kluczowe znaczenie dla przemysłu maszynowego?
- Jakie formy systemu kształcenia powinny uzyskać preferencje dla przyspieszenia efektywności kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego?

Przy budowie scenariuszy przyjęto następujące założenia:

- scenariusze powinny zawierać wizję przyszłości w odniesieniu do wytypowanych obszarów, a mianowicie: społecznego, technologicznego, ekonomicznego, środowiskowego, polityczno-prawnego i systemu wartości,
- horyzont czasowy scenariuszy obejmuje 10 lat, od 2010 do 2020 r.

Główne aspekty analizy panelu tematycznego, stanowiły dwa obszary, a mianowicie: obszar rozwoju nowych technologii oraz obszar produkcji i eksploatacji w przemyśle maszynowym. Stąd system kształcenia i rozwoju kadry rozpatrywany był z uwzględnieniem wyżej wymienionych obszarów.

Operacyjną bazę budowy scenariuszy, stanowiły realizowane równoległe prace obejmujące analizę SWOT, analizę STEEPV oraz wybór czynników kluczowych.

Drugą równoległą linię kształtowania i weryfikacji procesu budowy scenariuszy rozwoju kadr dla przemysłu maszynowego stanowiły badania Delphi, zgodnie z algorytmem realizacji projektu, przedstawionym na rysunku 4.1.

Opracowanie scenariuszy

W oparciu o wyniki przeprowadzonych uprzednio badań i analiz, oraz opracowane warianty zmian czynników kluczowych, opracowano trzy scenariusze dla przypadków silnego, umiarkowanego i niskiego oddziaływania czynników kluczowych, które nazwano odpowiednio: „Skok cywilizacyjny”, „Twarde dostosowania” oraz „Słabnący rozwój”.

6.2. Założenia do budowy scenariuszy wynikające z Narodowego Programu Foresight Polska 2020 [23].

Projekt „Narodowy Program Foresight POLSKA 2020”, obejmował trzy pola badawcze: zrównoważony rozwój, technologie informacyjne i telekomunikacyjne oraz bezpieczeństwo. W obszarze „Zrównoważony Rozwój Polski”, wyłoniono trzy scenariusze „Skok cywilizacyjny”, „Twarde dostosowanie” i „Słabnący rozwój”.

Uwzględniając wyniki wyżej wymienionego projektu w zakresie rozwoju kadr dla nowoczesnego przemysłu maszynowego, przyjęto następujące założenia dla poszczególnych scenariuszy:

Scenariusz „Skok cywilizacyjny”

- Kraj dysponuje wykształconą i mobilną kadrą naukową i inżynierską oraz nowoczesną, rozbudowaną infrastrukturą badawczą. Efektywny system edukacji, zapewnia równomierny dostęp do edukacji wszystkim środowiskom społecznymi, z uwzględnieniem rozwoju wirtualnych usług edukacyjnych, upowszechnienia e-learningu i telepracy. Zapewnia również łatwy dostęp do profesjonalistów, wśród których, z powodu utrudnionego rozwoju wybranych dziedzin w kraju, coraz większą popularność zyskują staże i podejmowanie stałej pracy za granicą.

- Rozwija się również współpraca instytucjonalna. Jednostki naukowe, uczelnie i instytucje badawcze ściśle i efektywnie współpracują z producentami w ramach rozwoju niszowych, zaawansowanych technologii, w tym technologii materiałowych, nanotechnologii, biotechnologii i bioniki oraz wybranych technologii chemicznych.
- Opracowane w kraju rozwiązania charakteryzuje wysoki poziom naukowy i technologiczny. Następuje rozwój aparatury badawczej i unikatowych urządzeń technologicznych. Opracowane innowacje technologiczne są korzystne dla rozwoju gospodarczego, ale generują wysokie koszty i mają niekorzystny wpływ na środowisko. Konieczność minimalizacji stwarza istotne bariery, zdecydowanie ograniczające możliwości aplikacji nowoczesnych rozwiązań w gospodarce. Utrzymuje się przemysł tradycyjny przy równoczesnym wzroście wysoko wyspecjalizowanej, ale małoseryjnej produkcji, w tym wyrobów unikatowych.

Scenariusz „Twarde dostosowania”

- W zakresie rozwoju kadr następuje stałe podnoszenie kwalifikacji oraz dostosowanie struktury kształcenia do potrzeb gospodarki. Powoduje to wzrost jakości kształcenia i skuteczne pozyskanie wysoko wykwalifikowanej kadry.
- Następuje integracja działalności naukowej w skali krajowej. Kluczowe znaczenie dla podniesienia efektywności gospodarki ma wprowadzenie rozwiązań organizacyjnych kształtujących konkurencyjność gospodarki. Za najistotniejszy element uważa się nowatorskie metody transformacji wiedzy i transferu zaawansowanych technologii.
- Wymiana i współpraca naukowa przyczynia się do eliminacji luki technologicznej. Wzrasta eksport krajowych rozwiązań technologicznych, w szczególności rozwijają się sektory: zaawansowanych technologii i edukacji. Duże znaczenie gospodarcze uzyskuje nowe i odnawialne źródła energii. Następuje rozwój własnej, wysoko kwalifikowanej kadry oraz rodzimych, nowoczesnych technologii. Znaczenie przemysłu tradycyjnego ulega zmniejszeniu.

Scenariusz „Słabnący rozwój”

- Występuje ograniczona emigracja wykształconej w kraju kadry, poziom technologiczny rozwiązań powstających w kraju jest niski. Rozwój gospodarczy determinowany jest inwestycjami zagranicznymi. Nie są rozwijane innowacyjne rozwiązania dla gospodarki, w efekcie w gospodarce dominują technologie tradycyjne.

Z analizy powyższych założeń do budowy scenariuszy wynika, że dla rozwoju wysokich technologii w przemyśle, w tym w przemyśle maszynowym, niezbędne jest dostosowanie struktury kształcenia do po-

trzeb gospodarki oraz stałe podnoszenie kwalifikacji kadr. Uwzględniono to we wszystkich scenariuszach: „Skok cywilizacyjny”, „Twarde dostosowanie” oraz „Słabnący rozwój” Narodowego Programu Polska 2020.

6.3. Scenariusz „Skok cywilizacyjny”

Dotychczasowe kierunki rozwoju sektora przemysłu maszynowego w Polsce wskazują na potrzebę uwzględnienia następujących czynników i uwarunkowań:

- gospodarka oparta na wiedzy,
- proinnowacyjne nastawienie kadr przemysłu maszynowego,
- dostęp do nowoczesnych technologii,
- wdrażanie rozwiązań z zakresu wysokich technologii,
- kreowanie łańcucha wartości dodanej we wszystkich fazach cyklu życia produktu,
- zwiększony poziom nakładów państwa na naukę,
- dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki,
- kształcenie w zakresie innowacyjności i przedsiębiorczości,
- zasoby dobrze wykształconej kadry,
- współfinansowanie nauki, sfery B+R i systemu kształcenia przez przemysł,
- dostosowanie systemu prawnego do rozwiązań UE,
- osiągnięcie standardów środowiskowych spełniających wymagania UE,
- akceptacja społeczna.

Najważniejszymi kierunkami rozwoju polskiego przemysłu maszynowego w scenariuszu „Skok cywilizacyjny” są:

- podniesienie poziomu technologicznego i potencjału wytwórczego, w celu osiągnięcia rozwoju technologicznego na poziomie światowym, przy zachowaniu wysokiej konkurencyjności i generowaniu wartości dodanej,
- rozwój metod, technik i technologii mających na celu optymalizację produkcji rozproszonej w sieciach kooperacyjnych oraz w synchronizowanych łańcuchach dostaw, zgodnie z nowymi zasadami organizacji produkcji,
- rozwój ekologicznych i energooszczędnych technologii wytwarzania dla sektorów przemysłu maszynowego o wysokim wolumenie produkcji obejmujących w szczególności: przemysł motoryzacyjny, AGD, maszyn górniczych, zbrojeniowy, rolniczy,
- szybki rozwój i integracja technologii oraz budowa systemów produkcyjnych, wytwórczych o wysokim poziomie automatyzacji, uniwersal-

ności, autonomiczności, kompleksowości, dla różnych materiałów, z wykorzystaniem zdywersyfikowanych źródeł energii do przetwarzania materiałów,

- digitalizacja wszystkich faz wytwarzania i nadzorowania całego cyklu życia produktu, w aspekcie minimalizacji kosztów, podnoszenia jakości i niezawodności, eksploatacji i serwisu,
- rozwój technologii demontażu i recyklingu powszechnie stosowanych wyrobów rynkowych (sprzęt AGD, samochody, RTV), maszyn i urządzeń, wraz z technologiami odtwarzania, przetwarzania i regeneracji.

Przedstawione kierunki rozwoju polskiego przemysłu maszynowego oparte są o paradygmat cyklu życia produktu, począwszy od jego ukształtowania według potrzeb rynkowych, poprzez jego projektowanie, badanie, dobór materiału i przygotowanie produkcji, wytwarzanie, eksploatację i serwis, aż do jego utylizacji.

Specyfikacja opracowanych technologii powinna kłaść główny nacisk na:

- opracowanie i wdrożenie nowych technologii o długofalowym zastosowaniu, na potrzeby medycyny, zaawansowanej aparatury badawczo-pomiarowej, mechatroniki, mikrosystemów, technologii laserowych, powłok funkcjonalnych, aplikacji IT oraz w sektorach stabilnych o wysokim udziale w PKB i eksporcie obejmujących m.in. produkcję: sprzętu AGD, maszyn górniczych,
- opracowanie zaawansowanych aplikacji wspomagających podejmowanie decyzji w projektowaniu, planowaniu, wytwarzaniu i zarządzaniu, wykorzystujących techniki IT i inżynierię wiedzy, dających możliwości zarządzania procesami, zleceniami i projektami, przy minimalizacji ryzyka,
- opracowanie technologii i narzędzi, maszyn, oprzyrządowania do obróbki materiałów anizotropowych i kompozytów, materiałów super twardych i trudno urabialnych, podatnych struktur materiałowych,
- opracowanie technologii dla produktów w skali mikro i o specyficznych właściwościach warstwy wierzchniej, istotnych z punktu widzenia funkcji eksploatacji i zużycia energii,
- opracowanie nowych standardów projektowania i wytwarzania, w warunkach wielostopniowej kooperacji w sieciach wytwórczych MŚP, w oparciu o zintegrowane, zsynchronizowane i zoptymalizowane systemy rozproszonego wytwarzania (sieci kooperacyjne),
- rozwój hybrydowych technologii wytwarzania, opartych na różnych formach fizykalnych materiałów takich na przykład jak: proszki metaliczne, ceramiczne i polimerowe oraz z zastosowaniem różnych źródeł energii,
- rozwój zaawansowanych technologii i procesów w wytwarzaniu konwencjonalnym: procesy cięcia, łączenia, odlewania i innych, mają-

cych na celu osiągnięcie wysokiej konkurencyjności przedsiębiorstw przemysłu maszynowego, w najważniejszych branżach przemysłu, już będących lub mających szansę zaistnieć na globalnym rynku.

Przykładowymi kierunkami prac badawczych związanych z wyżej wymienionymi technologiami powinny być:

- zaawansowane metody zarządzania produkcją,
- metody i techniki rozwoju produktu oraz wytwarzania i budowy prototypu,
- metrologia, monitorowanie wytwarzania i zarządzanie jakością TQM (Total Quality Management),
- systemy nadzorowania, diagnostyki, sterowania i automatyzacji procesów,
- technologie laserowe w wytwarzaniu,
- zaawansowane technologie obróbki skrawaniem,
- zaawansowane technologie łączenia i spajania,
- technologie wytwarzania powłoki powierzchni funkcjonalnych,
- zaawansowane technologie montażu, serwisu, demontażu i recyklingu.

Szanse rozwoju sektora przemysłu maszynowego w niniejszym scenariuszu wynikają z:

- szybkiego rozwoju gospodarczego kraju,
- rozwoju sfery biznesu oraz napływu inwestycji zagranicznych,
- możliwości skorzystania z programów rozwojowych i środków Unii Europejskiej na inwestycje infrastruktury kształcenia, bazę badawczą, systemy kształcenia i ochronę własności intelektualnej,
- możliwości skorzystania z informacji o uwidaczniających się nowych trendach kształcenia kadry dla przemysłu maszynowego w najbardziej rozwiniętych krajach świata,
- ukierunkowania absolwentów szkół średnich przy wyborze studiów na nowe przyszłościowe potrzeby przemysłu maszynowego, rozwój i globalizację na rynku,
- rozwoju nowych technologii wytwórczych,
- dostępności środków finansowych na rozwój przemysłu maszynowego,
- rozwoju infrastruktury informatycznej,
- wzrostu zainteresowania studiami wyższymi, w tym kierunkami technicznym,
- rozwoju instytucji wspierających transfer technologii,
- poprawy jakości kształcenia,
- wzrostu aktywności zawodowej seniorów,

- potrzeby obniżenia kosztów energetycznych i ochrony środowiska,
- tworzenia miejsc pracy w branży przemysłu maszynowego i branżach z nią związanych (nowe technologie),
- poprawy stanu zdrowia społeczeństwa,
- wzrostu zadowolenia społeczeństwa związanego ze wzrostem poziomu życia.

Barieri rozwoju sektora przemysłu maszynowego stanowią:

- skala i czas trwania kryzysu finansowego i gospodarczego w świecie i w kraju,
- brak dostatecznych środków finansowych na rozwój nowoczesnych technologii,
- niechęć do podejmowania studiów na trudnych kierunkach inżynierskich, związanych z przemysłem maszynowym,
- emigracja młodych, dobrze wykształconych ludzi,
- pogarszająca się struktura demograficzna (wzrost populacji ludzi starszych, zmniejszająca się liczba osób w wieku produkcyjnym),
- niska efektywność wykorzystania środków finansowych z funduszy strukturalnych,
- małe zaangażowanie przedsiębiorstw przemysłu maszynowego w kształcenie kadr na przyszłe potrzeby tej branży,
- niski poziom wiedzy w zakresie ochrony własności intelektualnej,
- komercyjny sposób podejścia szkolnictwa wyższego do kształcenia studentów (niedostosowanie do potrzeb przemysłu oraz niski poziom edukacji).

Zakładając rozwój i oddziaływanie czynników kluczowych związanych z kierunkami rozwoju branży, zdefiniowanymi szansami i barierami jej rozwoju w scenariuszu „Skok cywilizacyjny”, zakłada się wzrost zatrudnienia w przemyśle maszynowym o około 30 tysięcy osób, z równoczesnym zwiększeniem udziału osób z wyższym wykształceniem. Realizacja scenariusza doprowadzi do wskaźnika średniego zatrudnienia w przemyśle maszynowym na poziomie UE 25 do wartości około 7% ogółu zatrudnionych w gospodarce. Kluczowym czynnikiem dla branży przemysłu maszynowego będzie osiągnięta wartość dodana, przypadająca na jednego pracownika. Z dostępnych danych wynika, że wartość ta będzie się kształtować następująco [1]:

- Stany Zjednoczone 108 tys. euro,
- Japonia 104 tys. euro,
- 25 krajów UE 59 tys. euro,
- Polska 57 tys. euro.

Zmiana struktury zatrudnienia w branży przemysłu maszynowego obejmie kadre:

- dla systemu rozwoju i kształcenia kadry,
- dla rozwoju nowych technologii,
- dla produkcji i eksploatacji.

Przewiduje się zmniejszenie zatrudnienia o około kilkanaście tysięcy osób na stanowiskach produkcyjnych, związanych z wykonywaniem czasochłonnych i prostych operacji wytwarzania. Zdecydowane zwiększenie zatrudnienia nastąpi w sektorze **rozwoju nowych technologii** oraz częściowo na uczelniach **kształcących kadry** dla przemysłu maszynowego. Wzrost zapotrzebowania na kadry będzie dotyczył specjalistów z zakresu projektowania, wytwarzania i badania maszyn i urządzeń, z wykorzystaniem inżynierii materiałowej, w tym nanomateriałów związanych z możliwościami ich precyzyjnego kształtowania. Potrzebni będą specjaliści zarządzający wiedzą inżynierską z dziedziny nanotechnologii. Wiązać się to będzie z potrzebą kadrową z zakresu technologii „info”. Przedstawione kierunki rozwoju sektora przemysłu maszynowego dotyczyć będą osób zatrudnionych w całym cyklu życia produktu: projektowania, przygotowania, wytwarzania, eksploatacji, likwidacji i utylizacji. W związku ze wzrostem roli outsourcingu, związanej z rynkiem technologii oraz MSP potrzebni będą specjaliści z zakresu wykorzystania wiedzy pozyskanej z zewnątrz, uczący się od kooperantów, klientów i konkurentów. Kolejną grupę kadr będą stanowili specjaliści z zakresu sprzedaży licencji, patentów, idei biznesowych, zakupu firm z komplementarnymi technologiami, umiejący tworzyć nowe firmy technologiczne.

Zapotrzebowanie na kadry związane będzie również z rozwojem **Centrów Transferu Wiedzy**.

Kadry dla nowych technologii przemysłu maszynowego stanowić będą pracownicy naukowcy i naukowo-badawczy. Potrzebna będzie kadra przygotowana do komercjalizacji wyników prac naukowo-badawczych, która charakteryzować się będzie umiejętnością oszacowania skutków finansowych uruchomienia produkcji, zwłaszcza bio/nano, prognozowania ponoszonych kosztów i uzyskiwanych efektów ekonomicznych. W systemie kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego potrzebne będą kadry o umiejętnościach związanych z wyszczególnionymi uprzednio kierunkami rozwoju sektora na wydziałach mechanicznych, elektrycznych, automatyki, informatyki i inżynierii środowiska.

Zmniejszenie zatrudnienia w **sektorze produkcji i eksploatacji** przełoży się na wzrost potrzeb kadrowych w grupach zawodowych obejmujących:

- konstruktorów, technologów, pracowników służb kontroli jakości, utrzymania ruchu, zarządzania bezpieczeństwem oraz ochrony środowiska,
- pracowników zarządzających firmami, w działach: organizacji produkcji, zarządzania wiedzą, zarządzania zasobami ludzkimi, marketingiem i logistyką,
- pracowników serwisu, ze znajomością problematyki diagnostyki i obsługi technicznej, inżynierii środowiska w zakresie utylizacji odpadów.

Zatem potrzebne będą nowe kwalifikacje **kadry zarządzającej**.

Kwalifikacje kadry zarządzającej z zakresu organizacji przedsiębiorstw i organizacji produkcji powinny być kształtowane w trakcie studiów i poprzez studia podyplomowe na uczelniach technicznych i ekonomicznych. Nowe, przyszłościowe kwalifikacje tej kadry powinny obejmować następujące umiejętności:

- prowadzenie działalności w zakresie transferu technologii, zarządzania wiedzą i wdrażania innowacyjnych rozwiązań,
- badania i analizy rynku oraz stanu technologii, wykonywania biznesplanu, sprawozdawczości podatkowej, normalizacji, prowadzenia oceny zgodności wyrobów z Dyrektywami UE i znajomości prawa ochrony własności intelektualnej,
- zarządzania projektami,
- zarządzania cyklem życia produktu,
- oceny ryzyka oraz zarządzania bezpieczeństwem,
- zarządzania zasobami ludzkimi,
- zarządzania projektami inwestycyjnymi,
- zarządzania w sytuacjach kryzysowych.

Popyt na nowe kwalifikacje pracowników firm wymusi współpracę uczelni oraz producentów maszyn i urządzeń w zakresie kształtowania programów kształcenia i współfinansowania wybranych kierunków studiów. Skutkować to będzie zrównoważeniem popytu i podaży na kadry przemysłu maszynowego, z uwzględnieniem priorytetowych kierunków rozwoju sektora obejmującego „czyste” technologie, technologie bezodpadowe, recykling, informatykę, elektronikę, mechatronikę, robotykę. Konieczne będzie również kształcenie w zakresie digitalizacji, w całym cyklu życia produktu oraz autodiagnostyki maszyn i urządzeń.

Specyfikacja nowych kwalifikacji pracowników wiązać się będzie z następującymi umiejętnościami:

- projektowanie i opracowywanie nowych wyrobów,
- wykorzystanie technik komputerowych w procesie projektowania,
- wirtualne modelowanie, badanie i symulowania stanów obciążenia maszyn,
- modelowanie i badanie technologiczności wyrobu,
- zastosowanie centrów obróbczych sterowanych numerycznie,
- wprowadzenie technologii bezodpadowych i energooszczędnych,
- zastosowanie rozwiązań inżynierii materiałowej i nanotechnologii,
- kontrola jakości procesu produkcji poprzez stały monitoring wytwarzania i użytkowania maszyn i urządzeń,
- zastosowanie systemów teleinformatycznych,
- wytwarzanie komponentów w specjalistycznych MŚP.
- monitoring i ocena stanu technicznego maszyn,
- obsługa techniczna w oparciu o sygnały z systemów eksploatacji,
- zarządzanie procesem eksploatacji maszyn w układzie sieciowym,
- projektowanie rozwiązań mechatronicznych w celu poprawy wydajności i zapewnienia bezpieczeństwa użytkowania maszyn,
- sporządzanie wirtualnych instrukcji obsługi, montażu i serwisu technicznego,
- zabezpieczenia maszyn i urządzeń podczas transportu,
- utylizacja materiałów poprodukcyjnych,
- opracowanie proekologicznej dokumentacji remontów z uwzględnieniem problematyki regionalnej,
- interdyscyplinarność,
- znajomość języków obcych z uwzględnieniem terminologii technicznej.

6.4. Scenariusz „Twarde dostosowania”

Do zbudowania scenariusza „Twarde dostosowania” przyjęto następujące uwarunkowania:

- budowa gospodarki opartej na wiedzy,
- kreowanie łańcucha wartości dodanej we wszystkich fazach cyklu życia produktu,
- umiarkowanie wzrastający poziom nakładów na naukę,
- dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki,
- zasoby dobrze wykształconej kadry,
- dostosowanie systemu prawnego do rozwiązań UE,

- osiągnięcie standardów środowiskowych spełniających wymagania UE,
- akceptacja społeczna.

Najważniejszymi kierunkami rozwoju polskiego przemysłu maszynowego w scenariuszu „Twarde dostosowania” są:

- podniesienie poziomu technologicznego i potencjału wytwórczego, w celu osiągnięcia wyższego poziomu technologicznego produktów przy generowaniu wartości dodanej,
- rozwój metod, technik i technologii mających na celu optymalizację produkcji rozproszonej w sieciach kooperacyjnych oraz synchronizowanych łańcuchów dostaw i nowych zasad organizacji produkcji,
- modernizacja ekologicznych i energooszczędnych technologii wytwarzania dla sektorów przemysłu maszynowego o wysokim wolumenie produkcji obejmujących: przemysł motoryzacyjny, AGD, maszyn górniczych, zbrojeniowy, rolniczy,
- powolny rozwój systemów produkcyjnych (wytwórczych) o wysokim poziomie automatyzacji, uniwersalności, autonomiczności, kompleksowości, dla różnych materiałów, z wykorzystaniem zdwyersyfikowanych źródeł energii do przetwarzania materiałów,
- digitalizacja faz wytwarzania, a także rozwijająca się w zakresie nadzorowania cyklu życia produktu, w aspekcie minimalizacji kosztów, podnoszenia jakości i niezawodności, eksploatacji i serwisu,
- rozwój technologii demontażu i recyklingu powszechnie stosowanych wyrobów rynkowych, maszyn i urządzeń, wraz z technologiami przetwarzania i regeneracji.

Rozwijające się i modernizowane kierunki rozwoju polskiego przemysłu maszynowego oparte będą o paradygmat cyklu życia produktu, poczynawszy od zdefiniowania potrzeby i celu technicznego, poprzez jego projektowanie, badanie prototypu, dobór materiałów i przygotowanie produkcji, wytwarzanie, eksploatację i serwis, aż do jego utylizacji.

W tym scenariuszu przyjmuje się powolny, stabilny wzrost produkcji. Scenariusz uwzględnia następujące założenia:

- rozwój MŚP i napływ inwestycji zagranicznych,
- system edukacji dostosowujący się do potrzeb przemysłu,
- modernizacja i rozbudowa infrastruktury badawczej,
- efektywne wdrażanie zmian strukturalnych,
- wdrażanie reform i instrumentów prawnych oraz finansowych, wspierających rozwój przemysłu i potencjału badawczego.

W zakresie rozwoju technologii przewiduje się:

- wprowadzenie nowych standardów wytwarzania, w warunkach wielostopniowej kooperacji w sieciach wytwórczych MŚP, w oparciu o zin-

tegowane, synchronizowane systemy rozproszonego wytwarzania (sieci kooperacyjne),

- rozwój zaawansowanych technologii i procesów w wytwarzaniu konwencjonalnym: procesy cięcia, łączenia plastycznego, przetwarzania metali, spiekania, obróbki skrawaniem, odlewania i innych, mających na celu osiągnięcie wysokiej konkurencyjności przedsiębiorstw, w najważniejszych branżach przemysłu maszynowego, już będących lub mających szansę zaistnienia na globalnym rynku.

Przykładowymi kierunkami prac badawczych związanych z wyżej wymienionymi technologiami są:

- metody i techniki biznesowe w zarządzaniu produkcją,
- metody i techniki rozwoju produktu oraz wytwarzanie i badanie prototypu,
- metrologia, monitorowanie wytwarzania i zarządzanie jakością (TQM),
- systemy nadzorowania, diagnostyki, sterowania i automatyzacji procesów,
- technologie laserowe w wytwarzaniu,
- zaawansowane technologie obróbki skrawaniem,
- zaawansowane technologie łączenia i spajania,
- technologie wytwarzania powłok i powierzchni funkcjonalnych,
- zaawansowane technologie montażu, serwisu, demontażu i recyklingu.

Szanse rozwoju sektora przemysłu maszynowego w niniejszym scenariuszu wynikają z:

- umiarkowanego, lecz stabilnego rozwoju gospodarczego,
- rozwoju przemysłu oraz napływu inwestycji zagranicznych,
- efektywnego wykorzystania środków z funduszy strukturalnych,
- współpracy międzynarodowej w zakresie kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego z uwzględnieniem wysokich technologii,
- reformy szkolnictwa średniego z uwzględnieniem potrzeb przemysłu maszynowego,
- rozwoju i globalizacji rynku,
- transferu i modernizacji technologii wytwarzania,
- dostępności środków finansowych na rozwój przemysłu maszynowego,
- modernizacji infrastruktury informatycznej,
- wzrostu zainteresowania studiami wyższymi, w tym kierunkami technicznymi,
- rozwoju instytucji wspierających transfer technologii,
- reformy systemu edukacji systemu edukacji,
- wzrostu aktywności zawodowej seniorów,

- potrzeby obniżenia kosztów energetycznych i ekologicznych,
- umiarkowanego wzrostu poziomu życia.

Bariery rozwoju sektora przemysłu maszynowego związane są z następującymi czynnikami:

- skala i czas trwania kryzysu finansowego i gospodarczego na świecie i w kraju,
- brak środków finansowych na rozwój nowoczesnych technologii i wprowadzenie reformy systemu kształcenia uwzględniającego potrzeby przemysłu,
- niechęć do podejmowania studiów na trudnych kierunkach inżynierskich, związanych z przemysłem maszynowym,
- emigracja młodych i dobrze wykształconych ludzi,
- pogarszająca się struktura demograficzna (wzrost populacji ludzi starszych, zmniejszająca się liczba osób w wieku produkcyjnym),
- marginalne finansowanie systemu edukacji przez przedsiębiorstwa przemysłu maszynowego,
- niski poziom wiedzy w zakresie ochrony własności intelektualnej,
- niezadowalający rozwój szkolnictwa wyższego.

Spodziewana zmiana zatrudnienia w branży przemysłu maszynowego wynikająca z powyższych uwarunkowań będzie następująca: zakłada się wzrost zatrudnienia w przemyśle maszynowym o około 18 tysięcy osób, z równoczesnym zwiększeniem udziału osób z wyższym wykształceniem. Znacząco wzrośnie także udział imigrantów w procesie produkcyjnym, do około 10% zatrudnionych.

Zmiana struktury zatrudnienia w branży przemysłu maszynowego obejmie kadry:

- dla rozwoju i kształcenia kadry,
- dla rozwoju nowych technologii,
- dla produkcji i eksploatacji.

Przewiduje się zmniejszenie zatrudnienia o około kilkanaście tysięcy osób na stanowiskach produkcyjnych, związanych z wykonywaniem czasochłonnych i prostych operacji wytwarzania. Zdecydowane zwiększenie zatrudnienia nastąpi w sektorze **rozwoju nowych technologii** oraz częściowo na uczelniach **kształcących kadry** dla przemysłu maszynowego. Wzrost zapotrzebowania na kadry będzie dotyczył specjalistów z zakresu projektowania, wytwarzania i badania maszyn i urządzeń. Przedstawione kierunki rozwoju sektora przemysłu maszynowego dotyczyć będą osób zatrudnionych w całym cyklu życia produktu: projektowania, przygotowania produktu, wytwarzania, eksploatacji, likwidacji i utylizacji. W związku ze wzrostem roli outsourcingu, związanego

z rynkiem technologii oraz MŚP, potrzebni będą specjaliści z zakresu wykorzystania wiedzy pozyskanej z zewnątrz, uczący się od kooperantów, klientów i konkurentów. Kolejną grupę kadr będą stanowili specjaliści z zakresu ochrony własności intelektualnej i transferu technologii.

Zapotrzebowanie na kadry związane będzie również z **Centrami Transferu Wiedzy**.

Kadry dla nowych technologii przemysłu maszynowego stanowić będą pracownicy naukowcy i naukowo-badawczy. Potrzebna będzie kadra przygotowana do komercjalizacji wyników prac naukowo-badawczych, która charakteryzować się będzie kompetencjami w zakresie: badania technologii i analizy rynku, zarządzania wiedzą i kapitałem ludzkim, planowania produkcji. W **systemie kształcenia kadr** dla przemysłu maszynowego potrzebne będą kadry o umiejętnościach związanych z wyznaczonymi uprzednio kierunkami rozwoju sektora na wydziałach mechanicznych, elektrycznych, automatyki, informatyki i inżynierii środowiska.

Zmniejszenie zatrudnienia w **sektorze produkcji i eksploatacji** przełoży się na wzrost potrzeb kadrowych w grupach zawodowych obejmujących:

- konstruktorów, technologów, pracowników służb kontroli jakości, utrzymania ruchu, zarządzania bezpieczeństwem oraz ochroną środowiska,
- pracowników zarządzających firmami, w działach: organizacji produkcji, zarządzania wiedzą, zarządzania zasobami ludzkimi, marketingu i logistyki,
- pracowników serwisu, ze znajomością problematyki diagnostyki i obsługi technicznej, inżynierii środowiska w zakresie utylizacji odpadów.

Wysokie kwalifikacje kadry zarządzającej z zakresu organizacji przedsiębiorstw i organizacji produkcji powinny być kształtowane w trakcie studiów i poprzez studia podyplomowe na uczelniach technicznych i ekonomicznych. Nowe, przyszłościowe kwalifikacje powinny obejmować:

- umiejętność prowadzenia działalności w procesach transferu technologii, zarządzania wiedzą i wdrażania innowacyjnych rozwiązań,
- umiejętność badania i analizy rynku oraz rozwoju technologii, wykonywania biznesplanów, sprawozdawczości podatkowej, normalizacji, prowadzenia oceny zgodności wyrobów i prawa ochrony własności intelektualnej,
- umiejętności zarządzania cyklem życia produktu,
- umiejętność oceny ryzyka oraz zarządzania bezpieczeństwem,

- umiejętność zarządzania zasobami ludzkimi,
- umiejętność zarządzania projektami inwestycyjnymi.

Potrzebne, nowe kwalifikacje pracowników wynikać będą z kierunku rozwoju branży. W przypadku scenariusza „Twarde dostosowania”, kwalifikacje i kompetencje związane będą przede wszystkim z rozwojem sektora wytwórczego i wprowadzonymi w tym zakresie technologiami.

Ze względu jednak na ograniczone finansowanie edukacji i nauki przez przemysł, nie wszystkie wymagane kwalifikacje będą mogły być osiągnięte w uczelniach krajowych. Wymagane kwalifikacje będą zróżnicowane w zależności od miejsca zatrudnienia. W przypadku MŚP należy bowiem dysponować szerokimi zasobami wiedzy ogólnej, a w przypadku dużych firm szczególną wiedzą technologiczną. Aspekt ten powinien być uwzględniony w etapie opracowania planów studiów.

Nowe kwalifikacje pracowników przedsiębiorstw będą obejmowały w szczególności:

- projektowanie nowych wyrobów,
- wykorzystanie technik komputerowych w procesie projektowania,
- wielokryterialną optymalizację z uwzględnieniem problematyki technologii wytwarzania,
- projektowanie i programowanie centrów obróbkowych,
- kontrolę jakości procesu produkcji poprzez stały monitoring wytwarzania i użytkowania maszyn i urządzeń,
- użytkowanie systemów teleinformatycznych,
- monitoring i obsługę techniczną w oparciu o sygnały z systemów eksploatacji (serwis),
- planowanie obsługi technicznej maszyn i urządzeń,
- projektowanie systemów mechatronicznych,
- zastosowanie inżynierii materiałowej i nanotechnologii w procesie projektowania i wytwarzania,
- bezodpadowe technologie wytwarzania,
- utylizację odpadów produkcyjnych i materiałów eksploatacyjnych,
- techniki smarowania i diagnostyki oparte o analizę środków smarnych,
- samodzielne rozwiązywanie problemów,
- umiejętność pracy w zespole.

6.5. Scenariusz „Słabnący rozwój”

Kierunki rozwoju sektora przemysłu maszynowego w Polsce wyznaczają w tym scenariuszu następujące przesłanki i uwarunkowania:

- kontynuacja strategii budowy jednolitego rynku europejskiego, z za-

łożeniem swobodnej wymiany maszyn i urządzeń, a także otwartości w udostępnianiu miejsc pracy; następuje osłabienie procesów integracyjnych, wzrost protekcyjizmu i spadek na rynku wymiany maszyn i urządzeń,

- potrzeby polskiej gospodarki, wynikające z jej początkowo szybkiego, a potem spowolnionego rozwoju,
- potrzeby budowy gospodarki opartej na wiedzy,
- przeprowadzenie części planowanych reform wewnętrznych,
- selektywny rozwój poszczególnych, wybranych obszarów przemysłu maszynowego,
- ograniczony dostęp do odpowiednio wyszkolonych i wykształconych pracowników,
- niewystarczająco reformowany system edukacji, tylko częściowe dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki,
- utrzymywanie, w znacznym stopniu, dotychczasowych obszarów, stanu i struktury przemysłu maszynowego.

Najważniejszymi kierunkami rozwoju przemysłu maszynowego dla scenariusza „Stąbnący rozwój” są:

- wdrażanie nowych wysokich technologii wytwarzania w przemyśle maszynowym, warunkujących rentowność produkcji wyrobów rynkowych i ich eksport, przy rosnących kosztach energii, wynagrodzeń i innych składników kosztotwórczych,
- zastosowanie technologii IT, nano/mikro oraz systemów mechatronicznych, diagnostycznych, wizyjnych i robotyki w produkcji maszyn, urządzeń oraz linii technologicznych produktowo zorientowanych, jak również powszechna aplikacja inżynierii wiedzy, w ramach realizacji strategii gospodarki opartej na wiedzy,
- rozwój zaawansowanych technologii i procesów w wytwarzaniu konwencjonalnym: procesy cięcia, łączenia plastycznego, przetwarzania metali, spiekania, obróbki skrawaniem, odlewania i innych, mających na celu osiągnięcie wysokiej konkurencyjności przedsiębiorstw przemysłu maszynowego w najważniejszych branżach przemysłu już będących lub mających szansę zaistnienia na rynku globalnym,
- zmniejszenie oddziaływania przemysłu maszynowego na środowisko z uwzględnieniem całego cyklu życia wyrobu poprzez jego projektowanie, dobór materiałów, wytwarzanie, eksploatację i serwis, aż do jego utylizacji,
- modernizacja istniejącej infrastruktury technicznej wytwarzania, w szczególności poprzez ułatwiony dostęp do kapitału inwestycyjnego dla MŚP,
- kształcenie kadr umożliwiających wdrożenie i zastosowanie wysokich technologii produkcji i technologii ochrony środowiska.

Przyjęte kierunki rozwoju przemysłu maszynowego są w znacznym stopniu zależne od rynku rozwoju technologii, ekonomii, zasobów kadrowych i polityki państwa. Sektor maszynowy jest dostawcą dóbr kapitałowych dla gospodarki, a jego wyroby odpowiadają za istotną część wzrostu bazy produkcyjnej w pozostałych branżach. Podstawowym czynnikiem jest zatem rozwój gospodarki zapewniający popyt na dobra inwestycyjne i konsumpcyjne, jakimi są produkty przemysłu maszynowego.

W Polsce produkcja maszyn i urządzeń obejmuje przede wszystkim maszyny górnicze, hutnicze, rolnicze, budowlane, włókiennicze, papiernicze, drukarskie, obrabiarki, specjalistyczne linie technologiczne i inne.

W tym scenariuszu przewiduje się w początkowym okresie szybki wzrost spowodowany dopływem funduszy strukturalnych, a następnie jego spowolnienie wynikające z niższego dopływu tych funduszy w wyniku uzyskania w dalszym okresie wyższego poziomu PKB na mieszkańca w poszczególnych regionach Polski, jak i przystąpienia nowych krajów członkowskich do Unii Europejskiej. Przyczyną słabnącego rozwoju w tym scenariuszu jest również niepełna realizacji planowanych reform wewnętrznych, zmierzających do poprawy efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw na rynku, w tym szczególnie na rynku europejskim.

Scenariusz oparto na kierunkach działań i inicjatyw Rządu zapisanych przez Ministerstwo Gospodarki w „Kierunkach zwiększania innowacyjności gospodarki na lata 2007-2013” [10], głównie takich jak:

- wykorzystanie nowych technologii do podniesienia konkurencyjności tradycyjnych sektorów,
- tworzenie nowych firm wykorzystujących innowacyjne rozwiązania oraz rozwój MSP poprzez wykorzystanie nowoczesnych technologii oraz metod zarządzania wiedzą, oraz na właściwych dla niego cechach zawartych w NPF Polska 2020,
- znaczące w początkowym okresie zagraniczne jak i krajowe,
- ograniczony dostęp do wyszkolonych i wykształconych pracowników,
- niewystarczająco nowoczesny systemy kształcenia,
- efektywne systemy wdrażania funduszy strukturalnych, zmniejszony dopływ funduszy strukturalnych w UE w kolejnej perspektywie finansowej 2014-2020,
- wprowadzenie instrumentów prawnych, ekonomicznych i finansowych wspierających rozwój biznesu i potencjału badawczego.

Jednocześnie scenariusz ten jest osadzony w dokumencie Komisji Europejskiej, Dyrektoriatu Generalnego Przedsiębiorstw i Przemysłu,

„European Industry: A Sectoral Overview” – 2006, Mechanical Engineering, Competitiveness Assessment, a także wynikających z niego założeń dla przemysłu maszynowego [6]:

- zwiększenie tempa wzrostu sprzedaży sektora,
- wzrost efektywności sprzedaży na pracownika,
- ułatwienie dostępu do kapitału dla MŚP,
- podniesienia poziomu inwestycji powyżej 3%.

Dla rozwoju technologii występujących w niniejszym scenariuszu, kierunkami prac badawczych związanych z tym scenariuszem powinny być:

- metody i techniki biznesowe w zarządzaniu produkcją,
- metrologia, monitorowanie wytwarzania i zarządzanie jakością TQM,
- systemy nadzorowania, diagnostyki, sterowania i automatyzacji procesów,
- technologie laserowe w wytwarzaniu,
- zaawansowane technologie obróbki skrawaniem,
- zaawansowane technologie kształtowania objętościowego,
- zaawansowane technologie łączenia i spajania,
- zaawansowane technologie montażu, serwisu demontażu i recyklingu.

Szanse rozwoju sektora przemysłu maszynowego są następujące:

- szybki rozwój gospodarczy kraju,
- rozwój sfery biznesu i napływ inwestycji zagranicznych,
- możliwość skorzystania z programów rozwojowych i środków Unii Europejskiej na inwestycje infrastruktury, bazę badawczą, systemy kształcenia i ochronę własności intelektualnej,
- ukierunkowanie absolwentów szkół średnich przy wyborze studiów na nowe przyszłościowe potrzeby przemysłu maszynowego,
- rozwój i globalizacja rynku,
- rozwój nowych technologii wytwórczych,
- dostępność w początkowym okresie środków finansowych na rozwój przemysłu maszynowego,
- rozwój instytucji wspierających transfer technologii,
- wzrost aktywności zawodowej seniorów,
- potrzeba obniżenia kosztów energetycznych i ekologicznych,
- wzrost zadowolenia społeczeństwa związany ze wzrostem poziomu życia powodujący wzrost konsumpcji nieinwestycyjnych dóbr przemysłowych.

Bariery rozwoju sektora przemysłu maszynowego wynikają z:

- skali i czasu trwania kryzysu finansowego i gospodarczego na świecie i w kraju,
- braku środków finansowych na badania i rozwój nowoczesnych technologii,
- niechęci do podejmowania studiów na trudnych kierunkach inżynierskich związanych z przemysłem maszynowym,
- emigracji młodych i dobrze wykształconych ludzi, wynikającej z dużych różnic poziomu życia i możliwości szybkiego awansu zawodowego w innych krajach,
- pogarszającej się struktury demograficznej (wzrost populacji ludzi starszych, zmniejszająca się liczba osób w wieku produkcyjnym),
- obniżenia dostępnego poziomu środków finansowych z funduszy strukturalnych w kolejnych latach 2014-2020,
- małego zaangażowania przedsiębiorstw przemysłu maszynowego w kształcenie kadr na potrzeby tej branży,
- niedostosowania do potrzeb przemysłu oraz niskiego poziomu edukacji szkolnictwa wyższego, wynikającego z komercyjnego podejścia przy jednoczesnym braku zasadniczej konkurencji o studentów w szkolnictwie wyższym.

Zakładając rozwój i oddziaływanie czynników kluczowych, związanych z kierunkami rozwoju branży oraz zdefiniowane szanse i bariery jej rozwoju, zakłada się w niniejszym scenariuszu wzrost zatrudnienia o 10 tysięcy osób w pierwszym okresie, w drugim przy zmniejszonych nakładach inwestycyjnych stabilizację zwiększonego zatrudnienia, przy jednoczesnej zmianie poziomu zatrudnienia pracowników z wykształceniem wyższym do poziomu 15% zatrudnionych, wynikającego z konieczności wdrożenia i stosowania wdrożonych w tym okresie wysokich technologii. Realizacja scenariusza doprowadziłaby do zwiększenia wskaźnika zatrudnienia w przemyśle maszynowym wynoszącego obecnie 5% ogółu zatrudnionych. Nie osiągnięto by jednak średniego wskaźnika zatrudnienia w krajach EU 25, wynoszącego dla przemysłu maszynowego 7%. Skutkowałoby to utrudnieniem konkurowania przemysłu maszynowego na rynku globalnym, jak również utrudnieniem rozwoju innych krajowych gałęzi przemysłu, dla których przemysł maszynowy jest dostawcą dóbr inwestycyjnych. Poprawa kluczowego czynnika dla przemysłu maszynowego, jakim jest osiągnięta wartość dodana na jednego zatrudnionego pracownika, wynikałaby głównie z dużej efektywności zastosowanych technologii przy zmniejszonej wielkości nakładów inwestycyjnych.

Zmiany struktury zatrudnienia w przemyśle maszynowym obejmują dwie kategorie kadr o różnym przygotowaniu zawodowym:

- kadry dla rozwoju nowych technologii,
- kadry dla produkcji i eksploatacji.

Kadry dla nowych technologii stanowić będą pracownicy naukowcy i naukowo-badawczy, twórcy rozwiązań i wysokich technologii w skali laboratoryjnej. Potrzebne będą również kadry przygotowane do transferu i komercjalizacji opracowywanych technologii i wyników prac badawczo-rozwojowych, które charakteryzować się będą umiejętnością prognozowania i szacowania ponoszonych kosztów, opracowania technologii i możliwych do uzyskania efektów ekonomicznych po ich zastosowaniu.

Kadry dla produkcji i eksploatacji stanowić będą specjaliści związani z uprzednio wymienionymi kierunkami rozwoju sektora, głównie absolwenci wydziałów mechanicznych, elektrycznych, automatyki, informatyki technicznej i inżynierii środowiska. Zwiększenie zatrudnienia kadr dla produkcji i eksploatacji związane jest z wdrażaniem nowych, w tym wysokich technologii i obejmuje: konstruktorów, technologów, pracowników służb zapewnienia jakości, jak również utrzymania ruchu, zarządzania i ochrony środowiska. Przedstawione kierunki rozwoju sektora przemysłu maszynowego dotyczyć będą osób zatrudnionych w całym cyklu życia produktu: projektowania, przygotowania, wytwarzania, eksploatacji, likwidacji i utylizacji.

Wysokie kwalifikacje i kompetencje kadry zarządzającej w zakresie organizacji przedsiębiorstw i organizacji produkcji powinny być uformowane w trakcie studiów oraz poprzez studia podyplomowe na uczelniach technicznych i ekonomicznych. Nowe przyszłościowe kwalifikacje tej kadry powinny obejmować umiejętności:

- prowadzenia działalności w procesie transferu technologii, zarządzania wiedzą i wdrażania innowacyjnych produktów i technologii,
- badania, analizy rynku i rozwoju technologii, opracowania biznesplanu, sprawozdawczości produkcji, normalizacji, prowadzenia oceny zgodność wyrobów z Dyrektywami UE i znajomości prawa ochrony własności intelektualnej,
- analizy rozwoju przedsiębiorstwa, rynku konkurencji, dostawców, budowy i weryfikacji planów strategicznych,
- zarządzania projektami,
- zarządzania cyklem życia produktu,
- oceny ryzyka i zarządzania bezpieczeństwem,
- zarządzania zasobami ludzkimi,
- zarządzania projektami,
- zarządzania w sytuacjach kryzysowych.

Kwalifikacje pracowników producentów wymusi współpracę uczelni oraz producentów maszyn i urządzeń w zakresie kształtowania programów kształcenia i współfinansowania wybranych kierunków. Proces ten będzie jednak spowolniony, z niewystarczającym wprowadzeniem priorytetów dla przedsiębiorców ze strony Państwa, dla przyspieszenia wdrożenia modelu finansowania B+R zapisanego w strategii Lizbońskiej. Proces ten skutkować będzie stopniowym zrównoważeniem popytu i podaży na kadry dla przemysłu maszynowego z uwzględnieniem priorytetowych kierunków rozwoju sektora obejmujących czyste technologie, technologie bezodpadowe, elektronikę, mechatronikę, robotykę, informatykę techniczną.

Nowe kwalifikacje pracowników wiązać się będą z takimi umiejętnościami jak:

- projektowanie nowych wyrobów,
- wykorzystanie technik komputerowych w procesie projektowania,
- wirtualne modelowanie, badanie i symulacja stanów obciążenia maszyn,
- modelowanie i badanie technologiczności wyrobu,
- programowanie centrów obróbkowych sterowanych numerycznie z wykorzystaniem CAD-CAM,
- wprowadzenie technologii bezodpadowych i energooszczędnych,
- kontrola jakości procesu produkcji poprzez stały monitoring wykorzystania maszyn i urządzeń,
- wytwarzanie komponentów w specjalistycznych strukturach „outsourcing”-owych we współpracy z MŚP,
- monitoring i ocena stanu technicznego maszyn,
- serwis techniczny maszyn w oparciu o monitoring działający w oparciu o sieci rozproszone,
- zarządzanie procesem eksploatacji maszyn w układzie sieciowym,
- sporządzanie wirtualnych instrukcji obsługi, montażu i serwisu technicznego.
- utylizacja materiałów poprodukcyjnych,
- interdyscyplinarność (mechatronika),
- znajomość języków obcych.

REKOMENDACJE

Przeprowadzona w ramach Panelu Tematycznego „Przemysł maszynowy” analiza wskazuje na potrzebę podjęcia następujących działań:

- dokonanie reformy polityki edukacyjnej w kierunku współfinansowania procesu kształcenia przez przedsiębiorców i biznes, na przykład poprzez ulgi podatkowe od nakładów poniesionych na kształcenie pracowników,
- skuteczna realizacja Strategii Lizbońskiej, poprzez podniesienie poziomu nakładów finansowych na naukę,
- udział i współpraca sfer biznesu z Radami Programowymi wyższych uczelni,
- kształtowanie systemu i kierunków kształcenia zgodnie z potrzebami rynku pracy,
- dostosowanie standardów kształcenia do potrzeb wynikających z rozwoju technologii i zmian demograficznych,
- prowadzenie studiów interdyscyplinarnych,
- organizowanie studiów podyplomowych i kursów wakacyjnych,
- zatrudnianie na uczelniach praktyków z dużym doświadczeniem zawodowym i menedżerskim,
- rozwój międzynarodowej współpracy w procesie kształcenia,
- dostosowanie potrzeb kształcenia do potrzeb regionów,
- doskonalenie prawa przyjaznego rozwojowi technologicznemu,
- wykorzystanie e-learningu w procesie kształcenia w zakresie innowacyjności, przedsiębiorczości, transferu technologii i znajomości języków obcych na poziomie biznesowym,
- promocja i rozwijanie form finansowania rozwoju technologicznego i ochrony własności intelektualnej,
- zwiększenie nacisku w procesie edukacji i kształcenia na kompetencje i umiejętności kadry zarządzającej obejmujące:
 - transfer technologii, zarządzanie wiedzą i wdrażanie innowacyjnych rozwiązań,
 - badanie i analizę rynku oraz stanu technologii, wykonywanie biznesplanu, sprawozdań pokontrolnych, normalizacja, ocena zgodności wyrobów z Dyrektywami UE i prawo ochrony własności intelektualnej,
 - zarządzanie projektami,
 - zarządzanie cyklem życia produktu,
 - ocena ryzyka oraz zarządzanie bezpieczeństwem,
 - zarządzanie zasobami ludzkimi,

- zarządzanie projektami inwestycyjnymi,
- zarządzanie w sytuacjach kryzysowych,
- stale podnoszenie kwalifikacji pracowników w zakresie:
 - projektowania nowych wyrobów,
 - wykorzystania technik komputerowych w procesie projektowania,
 - wirtualnego modelowania, badania i symulacji stanów obciążenia maszyn,
 - badania technologiczności wyrobu,
 - zastosowania centrów obróbkowych sterowanych numerycznie,
 - wprowadzenia technologii bezodpadowych i energooszczędnych,
 - zastosowania materiałów nowej generacji,
 - zastosowania systemów teleinformatycznych,
 - utylizacji materiałów poprodukcyjnych,
 - znajomości języków obcych z uwzględnieniem terminologii technicznej.

Oczekiwanymi kompetencjami ogólnymi w przypadku kadry zarządzającej są:

- komunikacja interpersonalna i autoprezentacja,
- praca w zespole, zarządzanie zespołem,
- ochrona własności intelektualnej,
- zarządzanie wiedzą,
- kreatywność i przedsiębiorczość,
- znajomość języków obcych,
- umiejętność funkcjonowania w otoczeniu międzynarodowym,
- znajomość technologii informatycznych,
- mobilność i kreatywność zdobywania nowej wiedzy,

natomiast w przypadku pracowników najwyżej oceniana będzie umiejętność:

- pracy w zespole,
- kreatywności i przedsiębiorczości.

Literatura

- [1] Brandes F.: The Future of Manufacturing in Europe. European Commission, 2008.
- [2] Bednarczyk H., Jaszczyk T., Woźniak I.: Polskie standardy kwalifikacji zawodowych. ITeE-PIB, Radom, 2008.
- [3] Beitz W. Pahl G.: Engineering Design. Springer Verlag. Berlin Heidelberg New York, Tokyo 1977.
- [4] Commision of the European Communities: "Towards a European Qualifications Framework for Lifelong Learning" Brusseles, 8.0.2005, SEC (2005) 957.
- [5] Dietrych J.: System i konstrukcja. WNT, Warszawa 1985.
- [6] European Industry A Sectoral Oreview Technical Updato – 2006 – European Communities, sierpień 2006.
- [7] Koller R.: Konstruktionslehre fuer den Maschinenbau. Springer Verlag. Berlin Heidelberg New York, Tokyo 1985.
- [8] Kwiatkowski S.M., Woźniak I.: Elementy metodologii projektowania standardów kwalifikacji zawodowych [w] Krajowe standardy kwalifikacji zawodowych. Rozwój i współpraca, pod redakcją Bednarczyk H., Woźniak I., Kwiatkowski S.M., MP, PS Warszawa 2002.
- [9] Kwiatkowski S.M., Symela (red): Standardy kwalifikacji zawodowych. Teoria. Metodologia. Projekty IBE, Warszawa 2001.
- [10] Kierunki zwiększania innowacyjności gospodarki na lata 2007-2013. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 10.08.2008.
- [11] Lindemann U.: Bionik und Produktinnovation. Konstruktion 3-2007.
- [12] MIC MAC Structural Analysis [http:// www.3iefr/lipsor\)lipsor_uk/micmac-uk.htm](http://www.3iefr/lipsor)lipsor_uk/micmac-uk.htm)
- [13] Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 27 lipca 2005 r., Dz.U. z 2005 r., Nr 164, poz. 1365 z póź.zm.
- [14] Propozycja Programu Strategicznego „Nano-Mikro Technologie, Mikrosystemy, i Czujniki”, „Zaawansowane technologie wytwarzania i specjalistyczne urządzenia technologiczne”.
- [15] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej dnia 26 czerwca 2007 r. w sprawie klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego (Dz.U. Nr 124, poz. 860 z póź.zm).
- [16] Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 13 czerwca 2006 r. w sprawie nazw kierunków studiów.
- [17] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 26 czerwca 2007 r. w sprawie klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego (Dz.U. Nr 124, poz.860 z późn.zm.).

- [18] Rocznik Statystyczny Przemysłu 2007. GUS, Warszawa 2008.
- [19] Strategia rozwoju nauki w Polsce do 2015.
- [20] Strona internetowa Polskiej Agencji Informacji i Inwestycji Zagranicznych <http://www.paiz.gov.pl/index/?id=be93cca187e923aabc702667ba5f0d06>
- [21] Ustawa o systemie oświaty z dnia 7 września 1991 r., Dz.U. z 2004 r., Nr 173, poz. 1808 z póź.zm.
- [22] Woźniak I.: Wybrane obszary zastosowań krajowych standardów kwalifikacji zawodowych. Pedagogika pracy nr 51, ITE-PIB Radom, 2008.
- [23] <http://www.ippt.gov.pl/foresight/index.html>

UWARUNKOWANIA ROZWOJU KADR DLA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO DO ROKU 2020

Streszczenie

Cel i zakres projektu

Celem prac badawczych Panelu Tematycznego „Przemysł maszynowy”, realizowanego w ramach projektu „Foresight kadr nowoczesnej gospodarki”, było opracowanie scenariuszy określających zapotrzebowanie na kadry zarządzające i pracowników w sektorze przemysłu maszynowego, w perspektywie przyszłych 10 lat, z określeniem wymaganych kompetencji, w obszarach: kształcenia, innowacji oraz produkcji.

W pracach badawczych projektu wykorzystano narzędzia metodyki foresight obejmujące: spotkania panelowe ekspertów, burzę mózgów, analizy: SWOT, STEEPV i krzyżowa, badanie Delphi oraz budowę scenariuszy.

W oparciu o wiedzę i doświadczenie ekspertów z ośrodków naukowych, badawczych i przemysłowych przygotowano trzy scenariusze rozwoju kadr dla przemysłu maszynowego:

- „Skok cywilizacyjny” – optymistyczny,
- „Twarde dostosowania” – umiarkowany,
- „Słabnący rozwój” – pesymistyczny,

na podstawie których określono zapotrzebowanie na kadrę kształcącą, pracującą w sektorze innowacji oraz w sektorze produkcji maszyn, z podaniem wymaganych kwalifikacji i kompetencji.

Charakterystyka przemysłu maszynowego

Przemysł maszynowy jest dostawcą dóbr kapitałowych dla gospodarki, a jego wyroby kształtują bazę produkcji w pozostałych branżach. Analiza trendów i ocena makro-czynników wykazała, że przemysł maszynowy znajduje się w obliczu wyzwań, które wpłyną na jego rozwój lub stagnację w okresie przyszłych 20 lat.

Należą do nich: globalizacja, konkurencja, nowe technologie oraz wymagania: prawne, środowiskowe, społeczne, jakościowe i ekonomiczne.

Mimo trudnej obecnie sytuacji spowodowanej kryzysem finansowym na świecie, przewiduje się, że nastąpią zmiany doskonalące przepływ kapitału w skali globalnej, nastąpi zmiana technologii wytwarzania i określonych typów produktów oraz zmiana zapotrzebowania na dobra inwestycyjne, w tym produkty przemysłu maszynowego.

Rozwój gospodarki opartej na wiedzy stawia już obecnie nowe wymagania w zakresie kierunków i poziomu kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego.

Starzenie się społeczeństw w krajach wysoko rozwiniętych zmniejsza liczbę osób aktywnych zawodowo. Migracja i niski poziom kształcenia spowodują, że problem niedoboru specjalistycznych kadr w branży maszynowej będzie narastał i może stać się kluczowym, gdy gospodarka światowa zacznie wychodzić z kryzysu finansowego.

Rynek pracy i jego wymagania wpłyną na zmianę kwalifikacji i poziomu kształcenia kadry. Nastąpi zmiana lokalizacji producentów maszyn w regiony, gdzie koszty pracy są niższe. Globalny rynek wymusi większą skalę i zakres produkcji, ale również większą specjalizację.

W przypadku polskiego przemysłu maszynowego przewiduje się dwukrotny wzrost popytu w ciągu najbliższych 8 lat. Będą powstawały nowe miejsca pracy, co będzie wynikiem działalności innowacyjnej.

Umiejętności i kompetencje kadry dla przemysłu maszynowego będą musiały stale wzrastać na wszystkich poziomach zatrudnienia. Stąd prognozowanie rozwoju kadr w świetle przyszłych potrzeb, zarówno w obszarze kształcenia, tworzenia innowacyjnych rozwiązań, jak i produkcji jest bardzo istotne.

Uzyskanie zwiększonej efektywności produkcji maszyn i urządzeń wymaga dużej elastyczności, w tym dobrego wykorzystania zasobów materialnych i ludzkich. Rynek pracy będzie się charakteryzował w przyszłości: częstą zmianą zawodu lub stanowiska, podejmowaniem pracy krótkoterminowej, dążnością do doksztalcenia i zdobywania nowych umiejętności. Rzadkością będzie pozostanie przez całe życie zawodowe u tego samego pracodawcy. Coraz częstsze będzie przechodzenie do innych firm, zdobywanie nowych kwalifikacji, poprzez doksztalcenie się, wspierane przez pracodawców. Czynnikiemami decydującymi o rozwoju kadr dla przemysłu maszynowego będzie: system kształcenia, rynek pracy oraz rozwój technologii.

System kształcenia uwarunkowany będzie między innymi zmianami demograficznymi. W okresie objętym prognozą nastąpi w Europie wzrost liczby osób w wieku emerytalnym, a w Polsce zmniejszy się liczba osób w wieku produkcyjnym, w wyniku niżu demograficznego. Coraz większy udział w procesie kształcenia będą odgrywały osoby w wieku emerytalnym, zatrudnione jako wykładowcy, konsultanci lub doradcy. Pożądanymi cechami kreowania w procesie kształcenia powinny być: umiejętność pracy w zespole, umiejętność podejmowania decyzji, komunikacja oraz kreatywność, gdyż są one uważane za kluczowe w życiu zawo-

dowym. Dużą uwagę należy przyłożyć do praktycznego aspektu kształcenia, co znacznie ułatwi start zawodowy. Również zatrudnienie wykładowców i naukowców z krajów dawnej 15 oraz Europy Północnej pozwoli na uatrakcyjnienie systemu kształcenia. Realizowany będzie system ustawicznego kształcenia, w aspekcie interdyscyplinarności i zarządzania wiedzą.

Podstawą budowy scenariuszy rozwoju kadr dla przemysłu maszynowego stanowiły wyniki analizy czynników kluczowych obejmujące następujące aspekty:

- społeczne, związane z: polityką edukacyjną, dostosowaniu systemu kształcenia do potrzeb gospodarki, zasobami i strukturą kadry inżynierskiej, poziomem kadry kształcącej, współpracą szkół średnich z uczelniami,
- technologiczne, uwzględniające: transfer wiedzy i technologii, kształcenie w zakresie innowacyjności i przedsiębiorczości,
- ekonomiczne, dotyczące: zmiany koniunktury gospodarczej, współfinansowania nauki i systemów kształcenia przez przemysł, poziomu nakładów na naukę,
- środowiskowe,
- polityczno-prawne, obejmujące: globalny rynek i specjalizację zawodową, konkurencję na rynku, dostosowanie regulacji prawnych do wymagań UE.

Założono, że scenariusz „Skok cywilizacyjny” obejmuje sytuację, gdy wymienione powyżej czynniki kluczowe będą kształtowały się korzystnie. Zakładane reformy i budowa systemowa będą w pełni akceptowane przez społeczeństwo. Przemysł maszynowy będzie się rozwijał dzięki wdrażaniu i transferowi innowacyjnych technologii. Spełnione będą wymagania środowiskowe i opracowane uregulowania prawne, zgodne z wymaganiami UE. Zakłada się również, że szybko zakończy się kryzys finansowy i gospodarczy i nastąpi proces integracji gospodarczej poszczególnych państw.

W scenariuszu „Skok cywilizacyjny” następuje szybki rozwój gospodarczy kraju, również sfery biznesu, w tym poprzez napływ inwestycji zagranicznych. Fundusze strukturalne i środki UE wspomagają rozwój bazy badawczej, systemu kształcenia i ochrony własności intelektualnej. Następuje ukierunkowanie absolwentów szkół średnich na kształcenie w nowych, przyszłościowych kierunkach technicznych i organizacyjnych, związanych z potrzebami przemysłu maszynowego. Rozwijają się nowe technologie wytwórcze, dzięki dostępności do środków finansowych na rozwój przemysłu maszynowego. Następuje wzrost zainteresowania kształceniem na kierunkach technicznych. Poprawia się jakość kształ-

cenia. Następuje rozwój instytucji wspierających transfer technologii. Powstają nowe miejsca pracy w branży przemysłu maszynowego. Wzrasta aktywność zawodowa seniorów. Przewiduje się wzrost zatrudnienia w przemyśle maszynowym o około 30 tys. osób, w tym wzrost udziału osób z wyższym wykształceniem. Następuje zmniejszenie zatrudnienia o około kilkanaście tysięcy osób na stanowiskach produkcyjnych związanych z wykonywaniem czasochłonnych i prostych operacji wytwarzania.

Następuje zwiększenie zatrudnienia w obszarze rozwoju nowych technologii oraz na uczelniach. Wzrost zapotrzebowania na kadry będzie dotyczył specjalistów z zakresu projektowania, wytwarzania i badania maszyn oraz urządzeń. Potrzebni będą specjaliści zarządzania wiedzą inżynierską z dziedziny: nanotechnologii, informatyki, mechatroniki. Wraz ze wzrostem roli outsourcingu potrzebni będą specjaliści z zakresu wykorzystania wiedzy pozyskanej z zewnątrz, uczący się od kooperatorów, klientów i konkurentów. Potrzebna będzie kadra przygotowana do komercjalizacji wyników prac naukowo-badawczych. W sferze produkcji i eksploatacji nastąpi wzrost zapotrzebowania na konstruktorów, technologów, pracowników służb zapewnienia jakości, utrzymania ruchu oraz zarządzania bezpieczeństwem i ochroną środowiska. Potrzebni będą fachowcy zarządzający firmami z rozszerzonym zakresem kompetencji.

W opinii ekspertów scenariusz „Twarde dostosowania” jest najbardziej prawdopodobny. Przyjmuje się powolny, stabilny wzrost gospodarczy. Następuje napływ inwestycji zagranicznych. Coraz bardziej efektywnie wykorzystywane są fundusze strukturalne. Polityka państwa ustanawia instrumenty prawne oraz finansowe wspierające rozwój przemysłu maszynowego i zaplecza badawczego. Środki z funduszy strukturalnych są efektywnie wykorzystywane.

Rozwija się współpraca międzynarodowa w zakresie kształcenia kadr dla przemysłu maszynowego, z uwzględnieniem wysokich technologii. Następuje reforma szkolnictwa średniego uwzględniająca potrzeby gospodarki.

Poprawia się dostępność środków finansowych na rozwój przemysłu maszynowego, modernizowana jest infrastruktura informatyczna oraz zwiększa transfer i modernizacja technologii wytwarzania. Zakłada się wzrost zatrudnienia w przemyśle maszynowym o około 18 tys. osób. Znacząco wzrasta udział imigrantów w procesie produkcyjnym, do około 10% zatrudnionych, co jest wynikiem pogarszającej się struktury demograficznej oraz emigracji młodych i dobrze wykształconych ludzi.

Tendencje zapotrzebowania na kadrę w obszarze rozwoju nowych technologii, kształcenia kadr w sektorze dla produkcji i eksploatacji są

podobne jak w scenariuszu „Skok cywilizacyjny”. Wymagania kwalifikacyjne będą zróżnicowane, w zależności od miejsca zatrudnienia. W małych i średnich firmach preferowana będzie wiedza ogólna, a w dużych firmach wiedza technologiczna.

W scenariuszu „Stabilny rozwój” początkowo następuje kontynuacja strategii budowy jednolitego rynku europejskiego, ze swobodną wymianą handlową maszyn i urządzeń, otwartością w udostępnianiu miejsc pracy, a następnie występuje osłabienie procesów integracyjnych, wzrost protekcjonizmu i obrotów na rynku maszyn i urządzeń. Następuje selektywny rozwój poszczególnych, wybranych obszarów przemysłu maszynowego. Pogłębiają się trudności z dostępem do wyszkolonych i wykształconych pracowników. System edukacji jest niewystarczająco reformowany (częściowe dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki). Utrzymywane są w znacznym stopniu stan i struktura konwencjonalnego przemysłu maszynowego.

W niniejszym scenariuszu zakłada się w pierwszym okresie wzrost zatrudnienia o około 10 tys. osób, a następnie na skutek zmniejszenia nakładów inwestycyjnych, stabilizację zatrudnienia, przy jednoczesnym zwolnieniu poziomu zatrudnienia pracowników z wyższym wykształceniem do około 15% ogółu zatrudnionych.

Realizacja scenariusza doprowadziłaby do zwiększenia wskaźnika zatrudnienia w przemyśle maszynowym o około 5% ogółu obecnie zatrudnionych, co skutkowałoby utrudnieniem konkurencji na rynku globalnym.

CONDITIONS FOR DEVELOPMENT OF LABOUR FOR MACHINERY INDUSTRY TILL 2020

Abstract

Scope of the project and its objectives

Development of scenarios for determining the need for managers and workers in the engineering industry, in the future 10 years with identification of required competencies in the areas of: education, innovation and production was the objective of the research work of the Thematic Panel "Machinery Industry", implemented under the project "Foresight of modern economy labour".

The project's research work used the method of foresight tools, including: expert panel meetings, brainstorming, analysis: SWOT, STEEPV and cross, Delphi survey and making of scenarios. Basing on knowledge and experience of experts from research centers and industry, three scenarios for development of personnel for the machinery industry were prepared:

- "Leap of civilization" - optimistic,
- "Tough adaptation" - moderate,
- Weakening growth - pessimistic,

on the basis of which need for educating staff, working in the innovation sector and in the sector of machinery production, with the required skills and competencies was determined.

Characteristics of machinery industry

Machinery industry is a supplier of capital goods for the economy, and its products shape the base of production in other industries. Trend analysis and assessment of macro-factors showed that the machinery industry is facing challenges that affect its growth or stagnation over the future 10 years.

These include globalization, competition, new technologies and requirements: legal, environmental, social, quality and economic. Despite the difficult situation caused by the current global financial crisis, it is expected that there will be changes in improvement of flow of capital on a global scale, there will be change of production of certain types of products and change in demand for investment goods, including products of the machinery industry.

The development of knowledge-based economy now places new demands as regards direction and level of training of personnel for the machinery industry. Aging of society in developed countries will reduce the rate of economically active persons. Migration and low levels of

education mean that the problem of shortage of specialized personnel in the machinery industry will continue to grow and may become crucial if the global economy starts to go out from the financial crisis.

Labour market and its requirements will affect change in the level of qualifications and in training of labour. There will be a change in the machine manufacturer's location in regions where labour costs are lower. The global market will force a larger scale and scope of production, but also will require greater specialization. In the case of Polish machinery industry doubling in demand is expected over the next 8 years. New jobs will be created in a result of innovative activities. Skills and competences of labour for the machinery industry will have to grow steadily at all employment levels. Thus planning of labour development, in the light of future needs in the field of education, creating innovative solutions and production, is very important.

To obtain increased efficiency of machinery and equipment production requires a lot of flexibility, including the best use of material and human resources. In the future the labor market will be characterized by frequent changes of profession or position, taking short-term work with tendency to training and to increasing qualification level. Working for the same employer for the whole life will be very rare. Moving to other companies, acquiring new skills through further training supported by employers will be more frequent. Determining factor in development of labour for the machinery industry will be: the system of education, labour market and technology development.

The education system will depend, among others, on demographic changes. In the projection period the number of people of retirement age in Europe will increase, and in Poland the number of people of working age will decrease, as a result of demographic decline. People in retirement age, employed as lecturers, consultants or advisers will play an increasing role in education process. Desired characteristics in the training process should be: teamwork, decision-making skills, communication and creativity, as they are considered to be essential in life. Great attention should be paid to the practical aspect of education, which greatly facilitate professional start. Also, the employment of lecturers and researchers from countries of the former 15, and Northern Europe will improve the education system. System of continual learning, in the aspect of interdisciplinarity and knowledge management will be implemented.

Results of analysis of key factors including the following aspects, were the basis for making scenarios for the development of labour for the machinery industry:

- social, associated with education policies, adaptation of education system to needs of the economy, resources and structure of the engineering staff, level of education staff, school co-operation with universities,
- technological, including: knowledge and technology transfer, training in innovation and entrepreneurship,
- economical concerning: changes in economic situation, co-financing of education and training systems by the industry, level of investment for science,
- environmental,
- political and legal, covering the global market and professional specialization, market competition, adaptation of legal regulations to EU requirements.

It was assumed that the scenario "Leap of civilization" includes the situation when the above key factors will develop positively. Planned reforms and system creation will be fully accepted by society. Machinery industry will develop as a result of implementation and transfer of innovative technologies. Environmental requirements will be met and legal regulations will conform to EU requirements. It is also assumed that financial and economic crisis will end soon and process of economic integration will be realized.

In the scenario, "Leap of civilization" there is a rapid economic development of the country, including the business sector, among others, due to foreign investment inflows. Structural funds and EU funds support development of the research base, education system and intellectual property protection. Secondary school graduates are encouraged to study new specializations associated with needs of machinery industry. New technologies develop, due to the availability of financial resources for the development of machinery industry. There is an increased interest in studies of technical specializations. Quality of education improves. There is a development of organizations supporting technology transfer. New jobs are created in the machinery industry. Professional activity of seniors increases. It is expected that employment in the machinery industry will increase by about 30 thousand jobs with increase of share of people with university education. There will be a reduction in employment of about ten thousand or so production jobs with time-consuming and simple manufacturing operations.

There is an increase in employment in the area of new technology and in universities. Increase in demand for staff will concern specialists in designing, manufacturing and testing of machines and equipment. Knowledge management experts in the field of engineering: nanotechnology, information technology and mechatronics, will be required. Professionals on the use of knowledge gained from outside that learn from cooperators, clients and competitors will be required as the outsourcing increases. Personnel prepared to commercialize the results of scientific and research work will be needed. Demand for engineers, technologists, service personnel to ensure quality, maintenance and safety management and environmental protection in the area of production and exploitation will increase. Professionals with extended competence that manage companies will be required.

According to experts' opinion, the scenario "tough adaptations" is the most probable. Slow, stable, economic growth is assumed. Foreign investments flow. Structural funds are used more effectively. State policy establishes legal and financial instruments supporting development of machinery industry and research background. Structural funds are effectively used.

International collaboration as regards training of labour for machinery industry, including high technologies, develops. Reform of secondary schools, considering needs of economy, takes place.

Funds for a development of machinery industry become available, information infrastructure is modernized and transfer and modernization of manufacturing technologies improve. Increase of employment in machinery industry of about 18 thousand people is assumed. Share of immigrants in manufacturing process increases significantly, up to 10% of employed people, what is a result of worsening demographic structure and emigration of young and well-educated people.

The tendencies as regards demand for personnel in the area of development of new technologies, training of personnel in a sector of manufacturing and exploitation are similar to those in the scenario "leap of civilization". Qualification requirements will be different depending on the place of employment. General knowledge will be preferred in small and medium companies, while technological knowledge will be preferred in big companies.

In "stable development" scenario a continuation of strategy of building of uniform European market, with easy trading with machines and equipment and openness as regards workplaces, is realized and then weakening of integration processes and increase of protectionism and

turnovers of machines and equipment take place. A selective development of each, selected area of machinery industry takes place. Difficulties with access to well-trained and educated employees increase. System of education is reformed insufficiently (partial adaptation of the education system to economy demands). Condition and structure of conventional machinery industry are maintained to a high degree.

An increase of employment by about 10 thousand people, and then stabilization of employment, due to decrease of investments, at lowering of number of people with university education to about 15% of all employees, are assumed for the first period of the scenario.

Realization of the scenario would lead to increase of employment rate in the machinery industry by about 5% what in turn would result in decrease of competitiveness on the global market.

ISBN: 978-83-60708-39-2