



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



RAPORT

Scenariusze rozwoju społecznego

Technologie mechatroniczne i systemy sterowania do wspomagania procesów wytwarzania i eksploatacji

opracowany w ramach projektu

**Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne
dla zrównoważonego rozwoju kraju**

dr inż. Krzysztof Symela
dr hab. inż. Henryk Bednarczyk
mgr Małgorzata Sołtysiak
dr inż. Janusz Figurski
dr inż. Tomasz Giesko

Radom 2010

Wprowadzenie

Scenariusze rozwoju kwalifikacji i kompetencji opracowane zostały w ramach Zadania Z4, w którym budowane były scenariusze trajektorii rozwoju technologicznego i społecznego w obszarze technicznego wspomagania zrównoważonego rozwoju. Scenariusze zostały opracowane dla pięciu obszarów tematycznych objętych projektem „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju”:

- specjalizowana aparatura badawcza i testowa,
- technologie mechatroniczne i systemy sterowania do wspomagania procesów wytwarzania i eksploatacji,
- zaawansowane technologie materiałowe i nanotechnologie oraz systemy techniczne wspomagające ich projektowanie i aplikacje,
- technologie proekologiczne, racjonalizacja zużycia surowców i zasobów oraz odnawialne źródła energii,
- technologie bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego.

Podstawą przygotowania scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji były wcześniej opracowane scenariusze technologiczne, w których zidentyfikowano kluczowe – przyszłościowe obszary badań oraz w tych obszarach wybrane technologie przyrostowe i wyłaniające się.

Autorska metodyka przyjęta do opracowania scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji składa się z pięciu etapów prac, które umożliwiły budowanie scenariuszy rozwoju społecznego (rys. 1). W ramach ostatniego etapu wyodrębniono trzy faz działań bezpośrednio związane z opracowaniem scenariuszy (rys. 2).

Pierwsza faza działań polegała na zidentyfikowaniu trendów zewnętrznych (światowych i europejskich) w zakresie rozwoju kwalifikacji i kompetencji społeczeństwa opartego na wiedzy. Uwzględniono trendy o charakterze wspólnym dla wszystkich obszarów tematycznych oraz trendy specyficzne dla danego obszaru tematycznego. Podstawę identyfikacji trendów światowych stanowił raport „Diagnoza kształcenia formalnego, pozaformalnego i nieformalnego specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych”.

Druga faza budowy scenariuszy obejmowała identyfikację trendów wewnętrznych (krajowych) w zakresie rozwoju kwalifikacji i kompetencji wymaganych w innowacyjnej gospodarce. Również i w tej fazie uwzględniono trendy wspólne i specyficzne dla obszaru tematycznego. Podstawę identyfikacji trendów krajowych stanowiły analizy dotychczas zrealizowanych w Polsce projektów foresight w kontekście zapotrzebowania na kwalifikacje i kompetencje, raport „Bilans kwalifikacji i kompetencji dla specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych” oraz opisy „Charakterystyk technologii przyrostowych i wyłaniających się” wytypowanych w projekcie.

W trzeciej fazie działań dla każdego z pięciu obszarów tematycznych opracowano scenariusz dynamicznego rozwoju kwalifikacji i kompetencji oraz scenariusz stabilizacji. Podstawę ich opracowania stanowiły komplementarne do nich scenariusze rozwoju priorytetowych technologii przyrostowych i wyłaniających się oraz wyniki raportu „Zapotrzebowanie na nowe zawody, kwalifikacje i kompetencje specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych”.

W przygotowaniu scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji uczestniczyli eksperci wewnętrzni reprezentujący koordynatora projektu (ITeE – PIB) oraz eksperci zewnętrzni reprezentujący środowisko nauki i edukacji zawodowej.

Niniejszy raport prezentuje wyniki uzyskane dla obszaru technologie mechatroniczne i systemy sterowania do wspomagania procesów wytwarzania i eksploatacji.

Metodyka opracowania scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji

Założenia, etapy i fazy realizacji

Metodyka przyjęta do opracowania scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji zakłada występowanie pięciu etapów prac (rys. 1) prowadzących do opracowania zintegrowanych scenariuszy trajektorii rozwoju społecznego skoncentrowanych na kwalifikacjach i kompetencjach.

Przy opracowaniu scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji wykorzystane zostały wyniki uzyskane w ramach realizacji zadań:

- Z2 „Kwalifikacje i kompetencje w obszarze zaawansowanych technologii przemysłowych” (etapy: I, II, III).
- Z4 „Scenariusze” (etap IV) – w części dot. opisu scenariuszy „dynamicznego” oraz „stabilizacji” rozwoju wytypowanych technologii przyrostowych i wyłaniających się w poszczególnych obszarach tematycznych.
- Z1 „Mapy technologii” (etap V) – w części dot. warstwy „Zasoby”, tzn. kwalifikacji (w podziale na wiedzę i umiejętności) oraz kompetencji personelu naukowo-badawczego opracowującego innowacyjne rozwiązania technologiczne w ramach kierunków badawczych, wyspecyfikowanych dla każdego obszaru tematycznego wyodrębnionego w projekcie.



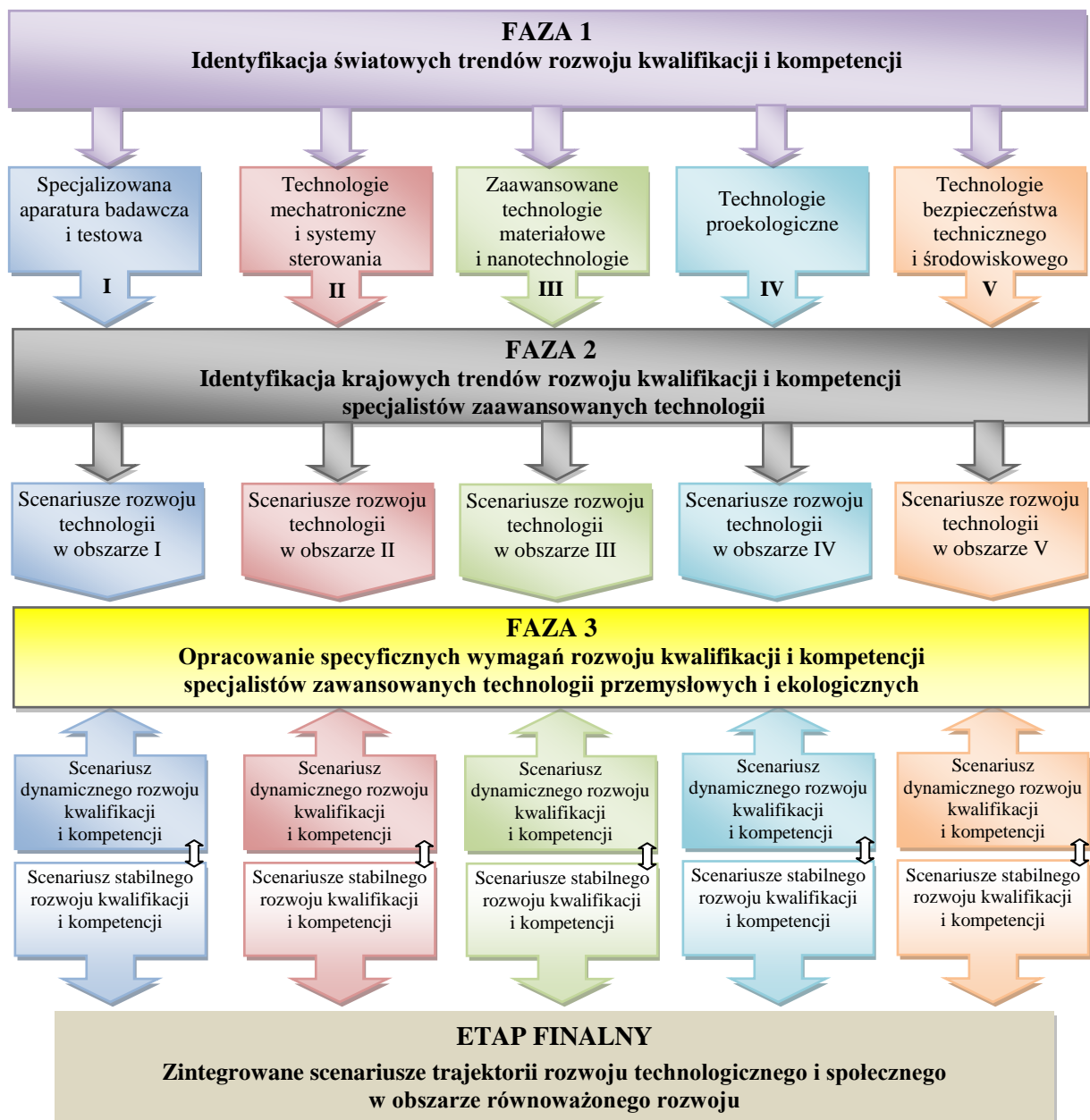
Rys. 1. Etapy prac w tworzeniu scenariuszy rozwoju społecznego (kwalifikacji i kompetencji)

Źródło: opracowanie własne

Skumulowana w ramach I, II i III etapu prac wiedza na temat aktualnych i przyszłych wymagań w zakresie rozwoju kwalifikacji i kompetencji specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych i ekologicznych umożliwiła określenie trendów światowych i krajo-

wych, które są „wspólne” dla wszystkich pięciu obszarów tematycznych oraz trendów rozwojowych „specyficznych” dla każdego obszaru (tabela 1).

W ramach Etapu V wyodrębniono trzy fazy działań prowadzących do sporządzenia opisu scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji (rys. 2). W fazie pierwszej i drugiej zostały zidentyfikowane światowe i krajowe trendy rozwoju kwalifikacji i kompetencji, z uwzględnieniem kluczowych czynników determinujących ten rozwój. Faza trzecia bezpośrednio jest związana z opracowaniem specyficznych wymagań rozwoju kwalifikacji i kompetencji specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych i ekologicznych, w kontekście opracowanych scenariuszy: dynamicznego rozwoju technologii oraz stabilizacji. W efekcie opracowano 10 scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji (po 2 scenariusze dla każdego z pięciu obszarów tematycznych projektu), które zostały zintegrowane w ramach etapu finalnego.



Rys. 2. Schemat realizacji prac prowadzących do opracowania scenariuszy rozwoju społecznego (kwalifikacji i kompetencji) w obszarze zrównoważonego rozwoju

Źródło: opracowanie własne

Struktura opisu scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji

W tabeli 1 przedstawiono komponenty, które stanowią strukturę opisu scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji.

Budowa scenariusza rozwoju kwalifikacji i kompetencji w danym obszarze tematycznym jest oparta na analizie scenariusza dynamicznego rozwoju technologii (SDRT) oraz scenariusz stabilizacji rozwoju technologii (SSRT). Scenariusze technologiczne determinują jednocześnie zakres „części specyficznej”, jaka została zawarta w scenariuszach rozwoju kwalifikacji i kompetencji w niżej wymienionych komponentach:

- trendy światowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji,
- trendy krajowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji,
- scenariusz dynamicznego rozwoju kwalifikacji i kompetencji,
- scenariusz stabilizacji rozwoju kwalifikacji i kompetencji.

Tabela 1. Komponenty składające się na opis scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji w obszarach tematycznych objętych projektem

| Scenariusze rozwoju technologii (SDRT i SSRT) dla obszarów tematycznych | Scenariusze rozwoju kwalifikacji i kompetencji | | | | | |
|---|--|-------------------|---|--|--|-----------------------------|
| | Trendy światowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji | | Trendy krajowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji | Scenariusz dynamicznego rozwoju kwalifikacji i kompetencji | Scenariusz stabilizacji rozwoju kwalifikacji i kompetencji | |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 | |
| 1. Specjalizowana aparatura badawcza | Część wspólna | Część specyficzna | Część wspólna | Część specyficzna | Część specyficzna dot. SDRT | Część specyficzna dot. SSRT |
| 2. Technologie mechatroniczne i systemy sterowania | | Część specyficzna | | Część specyficzna | Część specyficzna dot. SDRT | Część specyficzna dot. SDRT |
| 3. Zaawansowane technologie materiałowe i nanotechnologie | | Część specyficzna | | Część specyficzna | Część specyficzna dot. SDRT | Część specyficzna dot. SSRT |
| 4. Technologie proekologiczne | | Część specyficzna | | Część specyficzna | Część specyficzna dot. SDRT | Część specyficzna dot. SSRT |
| 5. Technologie bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego | | Część specyficzna | | Część specyficzna | Część specyficzna dot. SDRT | Część specyficzna dot. SSRT |

Źródło: opracowanie własne

W opisie „części wspólnej” dotyczącej trendów światowych i krajowych rozwoju kwalifikacji i kompetencji uwzględniono horyzont czasowy do roku 2020. Wzięto pod uwagę zwłaszcza te uwarunkowania i czynniki, które mają aktualnie i będą mieć w przyszłości największy wpływ na kształcenie, doksztalcanie i doskonalenie zawodowe specjalistów niezbędnych do opracowania i wdrażania zaawansowanych technologii przemysłowych i ekologicznych. W ramach trendów światowych w szczególności uwzględniono uwarunkowania wynikające z globalizacji gospodarki, priorytety UE oraz wynikające z podaży i popytu na pracę. Natomiast trendy krajowe w zakresie rozwoju kwalifikacji i kompetencji opisane w scenariuszach, które są pochodną trendów światowych, uwzględniają strategie i programy rozwoju innowacyjnej gospodarki (w tym zrealizowane w Polsce projekty foresight) oraz rozwoju systemu formalnej, pozaformalnej i nieformalnej edukacji zawodowej, zwłaszcza na poziomie akademickim (poziomy 6÷8 wg europejskich i krajowych ram kwalifikacji).

Trendy światowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji

- Globalne uwarunkowania rozwoju kadr.
- Priorytety nowej strategii „Europa 2020” na rzecz zatrudnienia i wzrostu gospodarczego.
- Rozwój kluczowych technologii wspomagających w UE.

- Rozwój społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy oraz digitalizacja przemysłu.
- Wdrażanie instrumentów UE wspierających rozwój, przejrzystość i uznawanie kwalifikacji i kompetencji.
- Tendencje rozwoju rynku pracy i zmiana charakteru zarządzania pracą.
- Problemy ochrony środowiska i edukacja dla zrównoważonego rozwoju.
- Uwarunkowania demograficzne i społeczno-gospodarcze.
- Rozwój społeczeństwa usługowego.
- Rozwój idei uczenia się przez całe życie.
- Rozwój inteligentnych organizacji w globalnej gospodarce.

Trendy krajowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji

- Kierunki rozwoju gospodarki i dziedzin, w których państwo będzie długoterminowo wspierać rozwój zasobów ludzkich.
- Uwarunkowania rozwoju kadr oraz podaży i popytu na pracę w długim horyzoncie czasowym.
- Perspektywa uczenia się przez całe życie w krajowych dokumentach strategicznych.
- Perspektywa rozwoju kwalifikacji i kompetencji w programach i projektach systemowych oraz zrealizowanych projektach foresight.
- Rozwój systemu Krajowych Ram Kwalifikacji.
- Rozwój systemu Krajowych Standardów Kwalifikacji Zawodowych.
- Strategiczne kierunki rozwoju szkolnictwa wyższego w aspekcie wysoko wykwalifikowanych absolwentów kierunków ścisłych i technicznych.
- Perspektywiczne kwalifikacje i kompetencje zawodowe oraz metody tworzenia i rozwijania wiedzy w organizacji sprzyjającej innowacyjności.
- Rozwój kwalifikacji i kompetencji personelu naukowo-badawczego w aspekcie przedsiębiorczości i komercjalizacji wyników badań.
- Edukacja społeczeństwa w zakresie zrównoważonego rozwoju.
- Perspektywiczne cele, metody i formy organizacyjne kształcenia, doksztalcania i doskonalenia zawodowego, wspierające rozwój specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych.
- Kierunki zwiększenia jakości edukacji zawodowej na poziomie akademickim i przedakademickim.

Procedura konstruowania scenariusza rozwoju kwalifikacji i kompetencji

Procedura konstruowania scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji dla obszarów tematycznych projektu obejmuje następujące działania:

1. Analiza scenariuszy rozwoju technologii dla danego obszaru tematycznego w celu określenia „wspólnych” dla całego obszaru tematycznego uwarunkowań rozwoju kwalifikacji i kompetencji powiązanych z wytypowanymi, ze względu na priorytet i poziom gotowości technologicznej, technologiami (przyrostowymi i wyłaniającymi się).
2. Wskazanie światowych trendów rozwoju kwalifikacji i kompetencji.
3. Wskazanie krajowych trendów rozwoju kwalifikacji i kompetencji.
4. Analiza scenariuszy rozwoju technologii dla danego obszaru tematycznego w celu określenia „specyficznych” dla danego obszaru tematycznego wymagań kwalifikacyjnych i kompetencyjnych powiązanych z wytypowanymi, ze względu na priorytet i poziom gotowości technologicznej, technologiami (przyrostowymi i wyłaniającymi się).

5. Dopasowanie zidentyfikowanych w badaniach dziedzin wiedzy, kierunków studiów i zawodów funkcjonujących w gospodarce do specyfiki grup technologii przyrostowych i wyłaniających się.
6. Sporządzenie syntetycznych opisów wymagań kwalifikacyjnych (wiedza i umiejętności) i kompetencyjnych (kompetencje poznawcze, osobiste, społeczne, instytucjonalne, menadżerskie) dla personelu naukowo-badawczego, uczestniczącego w przygotowaniu technologii innowacyjnych z wykorzystaniem wyników badań etapu I, II, III oraz raportu „Mapy technologii w obszarze zrównoważonego rozwoju”.
7. Scharakteryzowanie nowych zawodów, kwalifikacji i kompetencji powiązanych ze specyfiką grup technologii przyrostowych i wyłaniających się.
8. Wskazanie podstawowych obszarów doskonalenia kompetencji kadry dydaktycznej uczestniczącej w przygotowaniu zawodowym specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych.
9. Wskazanie kierunków rozwoju metod dydaktycznych oraz bazy technodydaktycznej zalecanej do kształtowania kwalifikacji i kompetencji specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych.
10. Weryfikacja opracowanych scenariuszy rozwoju kwalifikacji i kompetencji z udziałem ekspertów wewnętrznych i zewnętrznych.
11. Opracowanie zintegrowanego scenariusza rozwoju społecznego (kwalifikacji i kompetencji) w obszarze zrównoważonego rozwoju.

W poszczególnych obszarach tematycznych opracowano scenariusze dynamicznego rozwoju kwalifikacji i kompetencji oraz scenariusze stabilizacji. Przygotowane scenariusze rozwoju społecznego są komplementarne do scenariuszy technologicznych oraz uwzględniają trendy zewnętrzne (światowe i europejskie) oraz trendy wewnętrzne (krajowe) w zakresie rozwoju kapitału intelektualnego.

Scenariusze rozwoju kwalifikacji i kompetencji w obszarze technologii mechatronicznych i systemów sterowania

W obszarze technologii mechatronicznych i systemów sterowania opracowano scenariusz dynamicznego rozwoju kwalifikacji i kompetencji oraz scenariusz stabilizacji.

Trendy światowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji

Nowoczesne społeczeństwo i konkurencyjna gospodarka budowane są m.in. w oparciu o innowacyjne procesy, wyroby i usługi. Aby zapewnić innowacyjność, konieczne jest racjonalne wykorzystanie wiedzy, w tym odpowiednie kształtowanie procesu transformacji wiedzy ze sfery badań naukowych do środowiska edukacji zawodowej. Jednym z głównych kierunków strategii rozwoju edukacji powinno być szybkie i elastyczne dostosowanie się do zmian zachodzących w gospodarce i na rynkach pracy: lokalnym, regionalnym, krajowym, europejskim i globalnym. W okresie do roku 2020 przewidywana jest kolejna rewolucja technologiczna, a Komisja Europejska planuje ustanowić międzysektorową strategię polityki przemysłowej, mającą na celu identyfikację i wspieranie kluczowych technologii w UE.

Nowe zawody, kwalifikacje, kompetencje i umiejętności pojawiające się na rynku wykazują zazwyczaj bezpośredni związek z nowymi technologiami oraz wynikającymi z nich nowymi wzorcami zachowań produkcyjnych i konsumpcyjnych. Stąd wynika potrzeba transferu wyników badań nad rozwojem nowych technologii do sfery edukacji zawodowej.

Na kształtowanie wiedzy, umiejętności i kompetencji współczesnego społeczeństwa mają niewątpliwie wpływ nieustannie dokonujące się zmiany w treściach pracy. Ulegają one ciągłej ewolucji, zwłaszcza w kontekście rozwoju nauki i technologii. Obserwujemy rozwój cywilizacji naukowo-technicznej, społeczeństwa informacyjnego, globalizacji gospodarki oraz społeczeństwa wielokulturowego. Pochodną tych tendencji są m.in. zmiany w funkcjonowaniu państwa (osłabienie dominacji państwa na rzecz gospodarki rynkowej) oraz w zatrudnieniu (nowe formy zatrudnienia, np. telepraca) związane z rozwojem sektora usług i przetwarzania informacji (społeczeństwo usługowe), przy jednoczesnym obniżaniu zatrudnienia w sektorze rolniczym i przemysłowym. Narastające problemy ochrony środowiska, troska o zrównoważony rozwój, niekorzystne dla edukacji prognozy demograficzne (w Polsce niż demograficzny będzie pogłębiał się do roku 2030) oraz zjawisko starzenia się społeczeństwa europejskiego to kolejne tendencje mające wpływ na rozwój wymagań w zakresie edukacji społeczeństwa. Dotyczą one zwłaszcza permanentnego rozwoju kwalifikacji i kompetencji pracowników i kandydatów do pracy, zgodnie z ideą uczenia się przez całe życie po to, aby nadążać za zmianami w gospodarce i wdrażaniem innowacyjnych technologii. W efekcie treści pracy ulegają wzbogaceniu i przekształceniom, ale ma to również konsekwencje dla kształtowania się rynku pracy i struktury zatrudnienia oraz tworzenia oferty programowej usług edukacyjnych, w tym w szczególności kształcenia zawodowego, uwzględniającego potrzeby specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych i ekologicznych. W warunkach szybkiego rozwoju zaawansowanych i „inteligentnych” technologii produkcji i eksploatacji szczególnego znaczenia nabiera przygotowanie specjalistów o ukierunkowanych umiejętnościach w zakresie mechatroniki. Dotyczy to różnych poziomów kwalifikacji i kompetencji zawodowych w wielu różnych zawodach – od wykwalifikowanego robotnika, poprzez średni personel techniczny, do kadry inżynierskiej i zarządzającej oraz naukowo-badawczej i dydaktycznej.

Specjaliści w zakresie mechatroniki są aktualnie kształceni w krajach na całym świecie, zarówno w systemie szkolnym, jak i pozaszkolnym. Znajdują oni zatrudnienie w różnych specjalistycznych zawodach, branżach przemysłu, w ochronie środowiska i energetyce,

w rolnictwie i leśnictwie, medycynie i ochronie zdrowia, żegludze, lotnictwie i nawigacji oraz w innych obszarach praktycznego zastosowania „inteligentnych” maszyn i urządzeń.

Problem kształcenia specjalistów mechatroników jest ważnym zadaniem dla edukacji zawodowej w wymiarze europejskim i światowym. Trwające wysiłki na rzecz rozwoju nowych, zaawansowanych technologii w tym zakresie oraz przygotowania specjalistów „mechatroników” stają się jednym z kluczowych wyzwań dla poprawy istniejącego stanu oraz integracji gospodarki z edukacją. Współczesne kierunki kształcenia i rozwijania kompetencji muszą odpowiadać potrzebom i trendom rozwoju nowoczesnej gospodarki wykorzystującej zaawansowane technologie. Szczególną rolę w zapewnieniu zrównoważonego rozwoju odgrywa mechatronika jako dyscyplina nauki istniejąca na pograniczu takich dziedzin, jak: elektronika, informatyka, mechanika, automatyka, optyka, robotyka, programowanie i sterowanie procesami produkcyjnymi.

Ze względu na duże możliwości, jakie stwarza mechatronika, transfer wiedzy mechatronicznej ze sfery badań do edukacji i przemysłu staje się bardzo ważnym zagadnieniem dla rozwoju i konkurencyjności gospodarki.

Obserwacje i dane z wielu krajów wskazują, że pomocą dla podniesienia jakości standardów i rozwoju nowych technologii edukacyjnych, które umożliwią pojawienia się na rynku pracy nowych specjalistów o wysokich kwalifikacjach może być działalność wyspecjalizowanych firm produkcyjnych świadczących usługi edukacyjne w oparciu o własną, wysokorozwiniętą technologię. W zakresie wytwarzania maszyn, urządzeń i systemów dla zautomatyzowanej produkcji i mechatroniki są to takie firmy, jak Festo, Siemens, Bosch-Rexroth, EMCO czy Schneider. Posiadają one oferty dydaktyczne zarówno dla szkoleń w przemyśle, jak i dla rynku edukacji zawodowej i rynku pracy. W przypadku firmy Festo są to systemy edukacyjno-sprzętowe zawierające, oprócz nowoczesnych urządzeń i oprogramowania, również szkolenia nauczycieli i instruktorów, programy szkoleniowe i doradztwo techniczno-edukacyjne.

Istotna różnica w koncepcji oferty szkoleniowej firm europejskich w stosunku do amerykańskich polega na rozszerzeniu zakresu szkoleń w tej pierwszej o tematy pozatechniczne, w ramach elastycznych programów szkoleniowych (*flexible training*), w oparciu o pojęcie megaumiejętności (*megaskills*). Przykładowo wg koncepcji T-O-P (*Technology-Organization-People*) firmy Festo dla uzyskania niezbędnych kompetencji zawodowych CB-TO (*competency based training outcomes*), oprócz uzyskania wiedzy i kwalifikacji w zakresie technologii i organizacji produkcji, konieczne jest również nabycie tzw. umiejętności „miękkich” oraz umiejętności społecznych (*soft and social skills*), co skutkuje poprawą postaw pracowniczych wymaganych na stanowisku pracy, a w efekcie podnosi produktywność przedsiębiorstwa.

Trendy krajowe rozwoju kwalifikacji i kompetencji

W Polsce mechatronika jest stosunkowo nową dziedziną w nauce, technice i edukacji, zajmującą się projektowaniem, budową i użytkowaniem „inteligentnych” urządzeń i systemów służących zaspokajaniu różnych potrzeb w życiu codziennym, przemyśle i gospodarce. Jest zarazem jedną z najbardziej dynamicznie rozwijających się dziedzin nauki i techniki. Na uczelniach technicznych powstają nowe wydziały, kierunki i specjalności mechatroniczne. Porównując programowe różnice struktury edukacji mechatronicznej w Polsce z najbardziej rozwiniętymi krajami, dostrzega się jedynie pewne różnice w ofercie programowej uwarunkowane tradycjami danej uczelni. Z tego względu należy wprowadzić zmiany w programach nauczania tak, aby uczelnie kształcące w obszarze mechatroniki i systemów sterowania działały według europejskiego standardu edukacyjnego, stosując się między innymi do „Deklaracji Bolońskiej” w zakresie trójstopniowości kształcenia i systemu

punktowego ECTS. Obecnie studenci po ukończeniu studiów inżynierskich mają możliwość kontynuacji nauki na uzupełniających studiach magisterskich na kierunku mechatronika.

Krajowy przemysł okazuje rosnące zainteresowanie mechatroniką i potrzebuje fachowców o wysokich kwalifikacjach i kompetencjach zawodowych z obszaru inteligentnych technologii produkcji i eksploatacji. Również w edukacji zawodowej, która służy zaspokajaniu potrzeb rynku pracy, zainteresowanie mechatroniką sukcesywnie wzrasta. Mechatronika stwarza możliwości powstawania nowych zawodów, nie tylko w sferze produkcji przemysłowej, ale również w innych dziedzinach gospodarki (rolnictwo, leśnictwo, ochrona środowiska, budownictwo, medycyna, biotechnologie i inne), z uwzględnieniem obszaru usług.

Ze względu na możliwości, jakie stwarza mechatronika, niezwykle ważnym zagadnieniem staje się transfer wiedzy mechatronicznej do przemysłu i edukacji. Sektor przemysłowy jest zainteresowany wiedzą ukierunkowaną na rozwój nowych technologii i narzędzi produkcji, służących wzrostowi produktywności i uzyskaniu lepszych wyników ekonomicznych. Mechatronika służy optymalizacji procesów produkcyjnych i powstawaniu wyrobów o wysokich parametrach użytkowych i atrakcyjności rynkowej. Nowe technologie w zakresie automatyzacji produkcji powstają na podstawie nowej wiedzy naukowej, a ta rozwija się na podstawie nowych potrzeb i aplikacji. Wiedza mechatroniczna w rozumieniu przemysłu jest przede wszystkim źródłem uzyskiwania większej sprawności, funkcjonalności i wydajności maszyn i urządzeń oraz wyższych kwalifikacji i kompetencji zawodowych pracowników.

Specjaliści o profilu mechatronicznym mają możliwość zatrudnienia w przedsiębiorstwach o zautomatyzowanych i zrobotyzowanych cyklach produkcyjnych, prowadzących usługi w zakresie projektowania urządzeń i systemów mechatronicznych. świadczących usługi w zakresie prowadzenia napraw urządzeń i systemów mechatronicznych oraz w firmach serwisowych sprzętu z układami i systemami mechatronicznymi.

Zmiany dokonywane w systemie edukacji mechatronicznej na poziomie wyższym i w szkolnictwie przedakademickim zakładają rozwój edukacji interdyscyplinarnej. To z kolei wymaga stosowania innowacyjnych metod nauczania, np. zastosowanie w dydaktyce metody projektów. Te zmiany wynikają również z koncepcji Europejskich i Polskich Ram Kwalifikacji, zaleceń Parlamentu Europejskiego, a także potrzeb rynku pracy. Szczególnie ważne dla tych zmian są treści dokumentów dotyczących polityki na rzecz uczenia się przez całe życie, między innymi: promowanie innowacyjności i kreatywności oraz ułatwianie transferu nowych kwalifikacji wynikających z wdrażania innowacyjnych technologii mechatronicznych. Ważne jest również zwiększanie innowacyjności instytucji odpowiedzialnych za proces przygotowania specjalistów zaawansowanych technologii mechatronicznych, zwłaszcza na poziomie wyższym oraz lepsze reagowanie tych podmiotów na potrzeby uczących się i pracodawców, a także położenie nacisku na efekty kształcenia. Instytucje te powinny być silniej niż dotychczas promowane, aby wzmocnić transfer wiedzy o innowacyjnych technologiach ze sfery badań do edukacji.

Edukacja w obszarze mechatroniki ma swoją specyfikę i powinna się odbywać według ustalonych reguł, uwzględniając zasoby wiedzy z wielu uznanych dziedzin tworzących podobszary mechatroniki. Ponadto wymaga określonych, wysokich standardów wyposażenia technodydaktycznego, tj. nowych urządzeń i oprogramowania, łącznie z wykorzystaniem multimedialnych metod samodzielnej nauki i interaktywnego nauczania. Osobnym problemem jest przygotowanie nauczycieli zdolnych do przekazywania innowacyjnej wiedzy mechatronicznej i kształtowania umiejętności niezbędnych dla projektowania, wytwarzania i eksploatacji inteligentnych maszyn i urządzeń.

Scenariusz dynamicznego rozwoju kwalifikacji i kompetencji

Rozwój kwalifikacji i kompetencji personelu naukowo-badawczego i kadry dydaktycznej w zakresie technologii mechatronicznych i systemów sterowania do wspomagania procesów

wytwarzania i eksploatacji zakłada konieczność interdyscyplinarnego wykorzystania wiedzy z zakresu nauk technicznych, a w szczególności takich dyscyplin naukowych, jak: automatyka i robotyka, technologia budowy i eksploatacji maszyn, metrologia oraz specjalistyczna wiedza w takich dziedzin, jak: automatyka i robotyka, mechatronika, systemy sterowania, inżynieria systemów, informatyka, automatyka przemysłowa, systemy teleinformatyczne, optomechatronika, optyczna inspekcja, technologie teleinformatyczne, metody analizy obrazów.

Taki zakres wymagań jest konsekwencją tego, że w obszarze technologii mechatronicznych i systemów sterowania opracowywane i doskonalone są zaawansowane w coraz większym stopniu innowacyjne rozwiązania przeznaczone do aplikacji charakteryzujących się wysokim poziomem specjalizacji, cechujące się wysokim poziom interdyscyplinarności wykorzystywanej wiedzy na etapie prac badawczych. Warunkiem koniecznym zapewnienia ich skutecznego i dynamicznego rozwoju jest odpowiednio wysoki potencjał jakościowy i ilościowy specjalistów.

Do zawodów, które w szczególności powinny być rozwijane na użytek tego obszaru tematycznego w przyszłości należą: inżynier mechatronik, inżynier automatyki i robotyki, inżynier elektronik, inżynier mechanik, inżynier systemów i sieci komputerowych, inżynier bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, inżynier awionik, inżynier elektryk – automatyk i specjalista do spraw rozwoju oprogramowania systemów informatycznych, specjalista zastosowań informatyki, inżynier urządzeń zabezpieczenia i sterowania ruchem kolejowym, nanotechnolog, inżynier inżynierii środowiska oraz nowy zawód – inżynier ds. produktów mechatronicznych, jak również: technik mechatronik, technik elektronik, technik elektryk, technik informatyk, technik mechanik, technik metrolog, technolog inżynierii telekomunikacyjnej.

Zawansowana wiedza i umiejętności wymagane są do prowadzenia badań przyrostowych w obrębie specjalizowanych technologii i urządzeń mechatronicznych oraz technologii teleinformatycznych i systemów diagnostyki i sterowania, w szczególności dotyczących systemów sterowania urządzeń przemysłowych z tolerancją uszkodzeń w torach przesyłania danych.

Rozwijane technologie wyłaniające się również bazują na zaawansowanej wiedzy i umiejętnościach rozwiązywania złożonych problemów, które obejmują przede wszystkim specjalizowane technologie i urządzenia mechatroniczne oraz technologie teleinformatyczne i systemy diagnostyki i sterowania, w których przykładem jest rozwój interfejsów człowiek-komputer z funkcją sterowania głosem do zastosowań w systemach sterowania procesami wytwarzania i eksploatacji.

Specjaliści o profilu mechatronicznym powinni posiadać kompetencje, które obejmują: uzdolnienia naukowe, informatyczne, techniczne i organizacyjne, zdolność analizowania sytuacji oraz rozwiązywania problemów, wyobraźnię i myślenie twórcze, zdolność dostrzegania złożonych zjawisk i zależności przyczynowo-skutkowych, gotowość ustawicznego uczenia się i dzielenia się wiedzą, zdolność komunikowania się i pracy w zespole, odporność emocjonalną, operatywność i skuteczność, sumienność, zaangażowanie, otwartość na zmiany; dokładność i dbałość o jakość pracy, samodzielność i samokontrolę, świadomość roli transferu wiedzy, kreatywność techniczna oraz nastawienie na innowacje, myślenie interdyscyplinarne i systemowe w kontekście zrównoważonego rozwoju. Ważne są również kompetencje menadżerskie dotyczące budowania zespołu badawczego, zarządzania procesami i projektami, zarządzanie zmianą oraz nastawienie na wdrażanie i komercjalizację wyników badań.

Wymagania w zakresie projektowania, budowy i eksploatacji inteligentnych systemów mechatronicznych prowadzi będą w przyszłości również do powstawania nowych specjalności. Dotyczą one istniejących zawodów uzupełnionych treściami z zakresu mechatroniki. Przykładowo mogą je reprezentować pracownicy różnych działów przedsiębiorstwa: projektanci, informatycy, inżynierowie materiałowi, inżynierowie mechanicy, inżynierowie produk-

cji i utrzymania ruchu, inżynierowie mechanicy, elektrycy i elektronicy, automatycy, informatycy, logiści, specjaliści ds. jakości, inżynierowie produkcji i systemów, specjaliści komunikacji i łączności oraz operatorzy.

Wprowadzenie nowych zawodów o profilu mechatronicznym stwarza określone konsekwencje dla rynku pracy. Nowe zawody spowodują podaż nowych specjalistów, którzy będą bardziej konkurencyjni dla pracodawców. Nie należy jednak spodziewać się gwałtownego ich naboru, zarówno z powodu wciąż niskiej świadomości oraz niewystarczającej wiedzy mechatronicznej pracodawców. Tym niemniej przygotowywanie specjalistów w zawodach mechatronicznych ma szerokie znaczenie ogólnospołeczne, gdyż przyczynia się do rozkwitu gospodarki.

Scenariusz stabilizacji rozwoju kwalifikacji i kompetencji

Rozwój kwalifikacji i kompetencji personelu naukowo-badawczego i kadry dydaktycznej w obszarze mechatroniki i systemów sterowania jest konsekwencją kontynuacji prac w dotychczas prowadzonych kierunkach badań charakteryzujących się małą dynamiką i ukierunkowaniem na stopniowe doskonalenie istniejących rozwiązań poprzez systematyczne wdrażanie innowacyjnych produktów bazujących na nowej wiedzy. Generuje to ustabilizowaną dynamikę rozwoju technologii, jak i utrzymanie dotychczasowego progresu rozwoju edukacji zawodowej w obszarze mechatroniki na poziomie wyższym, średnim i zasadniczym.

Uzyskiwanie specjalistycznej i zaawansowanej wiedzy oraz kształtowanie umiejętności rozwiązywania problemów odnosi się zwłaszcza do technologii i systemów optomechatronicznych, w tym przede wszystkim systemów monitorowania wytwarzania zespołów materiałowych z wykorzystaniem metody wizyjnej i termowizji oraz specjalizowanych technologii i urządzeń mechatronicznych, w tym robotów do zastosowań medycznych, wykorzystujących zaawansowane komputerowe systemy sterowania.

Warunkiem koniecznym rozwoju technologii jest ustabilizowane zapotrzebowanie ilościowe na specjalistów (kadra naukowo-badawcza, personel dydaktyczny, konsumenci technologii) oraz wzrost jakości kształcenia, doskonalenia i doksztalcenia zawodowego w zakresie mechatroniki i systemów sterowania.

Rozwój innowacyjnych technologii generuje potrzebę posiadania odpowiedniego personelu naukowo-badawczego z wykształceniem na podstawowym (inżynier, magister) i zaawansowanym (doktorat) poziomie akademickim. W ramach rozwijanych technologii należy spodziewać się wzrostu zapotrzebowania na specjalistów z zakresu projektowania wdrażania i wykorzystania nowych technologii oraz komercjalizacji wyników prac naukowo-badawczych (np. specjaliści z zakresu sprzedaży licencji, patentów, idei biznesowych, szacowania skutków finansowych, uruchomienia produkcji, prognozowania ponoszonych kosztów i uzyskiwanych efektów ekonomicznych). Specjalizacje mechatroniczne na poziomie inżynierskim rozwijać należy poprzez studia podyplomowe i szkolenia specjalistyczne prowadzone na uczelniach przy udziale zaawansowanych w technologiach przemysłowych i edukacyjnych firm i ośrodków. Kompetencje inżynierskie w mechatronice powinny służyć realizacji wielu celów związanych z produkcją.

W związku z bardzo szerokim zakresem dyscyplin zintegrowanych w obszarze mechatroniki każda specjalizacja mechatroniczna może dotyczyć tylko określonego wycinka technologii. Tak więc uzasadnione jest nazewnictwo odnoszące się do wykonywanych zadań pracowniczych, np. monter-mechatronik urządzeń przemysłowych lub monter-mechatronik urządzeń medycznych, czy technik-mechatronik obróbki skrawaniem lub technik-mechatronik diagnostyki samochodowej. Analogicznie dotyczy to również inżynierów.

W systemie szkolnym na poziomie akademickim i przedakademickim kształcenie mechatroniczne zapewniać powinno solidne podstawy wiedzy, umiejętności i kompetencji i mieć miejsce tylko w połączeniu z konkretnym środowiskiem pracy i doksztalcaniem w systemie pozaszkolnym. Proces doskonalenia zawodowego w mechatronice powinien uwzględniać zarówno posiadaną wiedzę i umiejętności, jak i nowe działy wiedzy i nowe sposoby rozwiązywania złożonych problemów inżynierskich.

W ramach edukacji mechatronicznej powinny być rozwijane również nowe, interakcyjne metody nauczania i uczenia się dla poprawy efektywności i jakości kształcenia oraz budowanie oferty kształcenia z wykorzystaniem podejścia modułowego.

Niezbędne jest opracowanie krajowego modelu kształcenia i doskonalenia zawodowego z zakresu mechatroniki w systemie modułowym. Oznacza to konieczność skoordynowania treści programów kształcenia i doskonalenia zawodowego w zakresie mechatroniki, zarówno na uczelniach, jak i na poziomie średnim i zasadniczym, w różnego rodzaju centrach kształcenia ustawicznego i centrach doskonalenia zawodowego. Należy przy tym zapewnić odpowiednie wyposażenie technodydaktyczne ośrodkom edukacji zawodowej i ustawicznej realizującym lub mogącym realizować programy kształcenia i doskonalenia zawodowego z zakresu mechatroniki.

Należy utworzyć krajową i regionalne sieci instytucji promujących mechatronikę i realizujących transfer wiedzy i umiejętności niezbędnych dla przemysłu. Wdrożenie i umocnienie sieci powiązań dostawców mechatronicznych usług edukacyjnych z przedsiębiorstwami w regionie jest warunkiem aktualizacji wiedzy i umiejętności wymaganych na rynku pracy. Warto rozważyć powołanie wiodących ośrodków doskonalenia kompetencji mechatronicznych.

Bardzo istotnym elementem kształcenia i doskonalenia zawodowego w mechatronice jest uwzględnienie jej aspektów pozatechnicznych. W obszarze doskonalenia zawodowego związanym z produkcją i eksploatacją jest miejsce na zagadnienia związane z kształtowaniem postaw, wzajemnym komunikowaniem się i komunikacją z otoczeniem, pracą w grupie, zdobywaniem motywacji i zadowoleniem z wykonywanej pracy.

Podsumowanie

Opracowane scenariusze wskazują kierunki rozwoju kwalifikacji i kompetencji w obszarze technologii mechatronicznych i systemów sterowania do wspomagania procesów wytwarzania i eksploatacji. Przedstawione scenariusze dynamicznego i stabilnego rozwoju wskazują na bardzo pozytywne oddziaływanie tej grupy kwalifikacji i kompetencji na gospodarkę w wielu jej obszarach. Wynika to z wysokiego poziomu naukowego i technicznego cechującego rozwijane technologie oraz ich interdyscyplinarnego charakteru i wielokierunkowych możliwości aplikacyjnych.

Jednym z kluczowych wyzwań dla polskiego szkolnictwa wyższego, średniego i zasadniczego jest tworzenie warunków do pozyskiwania wiedzy, umożliwiającej rozwój kwalifikacji i kompetencji w obszarze mechatroniki i systemów sterowania. Tworzenie innowacyjnych technologii w tym zakresie oraz umiejętność ich wdrażania jest najlepszym dowodem na jakość kapitału intelektualnego. Jednakże uwarunkowane jest to ścisłą współpracą sektora nauki z przemysłem oraz sferą edukacji zawodowej.

Istnieje potrzeba modernizacji systemu kształcenia i doskonalenia zawodowego w takim zakresie, aby zapewnić zdobywanie wiedzy, umiejętności i kompetencji na kierunkach technicznych i informatycznych, oferując jednocześnie absolwentom kompleksowe, interdyscyplinarne przygotowanie zawodowe oraz specjalistyczny komponent nawiązujący do technologii przyrostowych i wyłaniających się w obszarze mechatroniki. Kierunki te stanowią pod-

stawę do rozwoju kwalifikacji poszukiwanych w sektorach zaawansowanych technologii przemysłowych i ekologicznych.

Trendy krajowe i światowe wskazują, że problematyka rozwoju kwalifikacji i kompetencji specjalistów z obszaru technologii mechatronicznych i systemów sterowania wynikają z polityk gospodarczych i edukacyjnych. Szczególna rola przypisana jest tworzeniu zintegrowanego, stojącego na wysokim poziomie systemu kształcenia w obszarze mechatroniki na poziomie wyższym, co ma znaczenie dla podniesienia poziomu wykształcenia technicznego, tworzenia nowych miejsc pracy, wzrostu efektywności produkcji i rozwoju ekonomicznego całego kraju.

Proponowane w scenariuszach technologicznych rozwiązania generują zapotrzebowanie na rozwój dotychczasowych i nowych kierunków kształcenia zawodowego, doskonalenie treści i metod kształcenia oraz unowocześnienia kompetencji personelu naukowo-badawczego i kadry dydaktycznej uczestniczącej w edukacji mechatronicznej.

Opracowane scenariusze stanowią wkład do scenariuszy zintegrowanych obejmujących pięć obszarów tematycznych projektu i uwzględniających zarówno aspekty technologiczne, jak i społeczne w odniesieniu do zapotrzebowania na nowe kwalifikacje i kompetencje niezbędne do opracowania i wdrożenia zaawansowanych technologii w tych obszarach.