

ANDRZEJ KAMIŃSKI<sup>1</sup>

## Metodyka realizacji projektów badawczo-rozwojowych w branży ICT

### Wprowadzenie

W artykule zostanie podjęta próba opracowania koncepcji metodycznej organizacji prac badawczo-rozwojowych (B+R) związanych z realizacją projektów w branży ICT (*Information Communication Technology*).

W latach 2018–2021 prognozowany jest dynamiczny rozwój programów badawczych w branży ICT, dotyczących m.in.: technologii wirtualizacji, diagnostyki medycznej, nanotechnologii, inteligentnych systemów sterowania procesami produkcyjnymi, oprogramowania wspomagającego analizę danych, metod prognozowania i symulacji, a także rozwiązań klasy Big Data, co uzasadnia potrzebę opracowania adekwatnych metod i technik zarządzania tego rodzaju przedsięwzięciem.

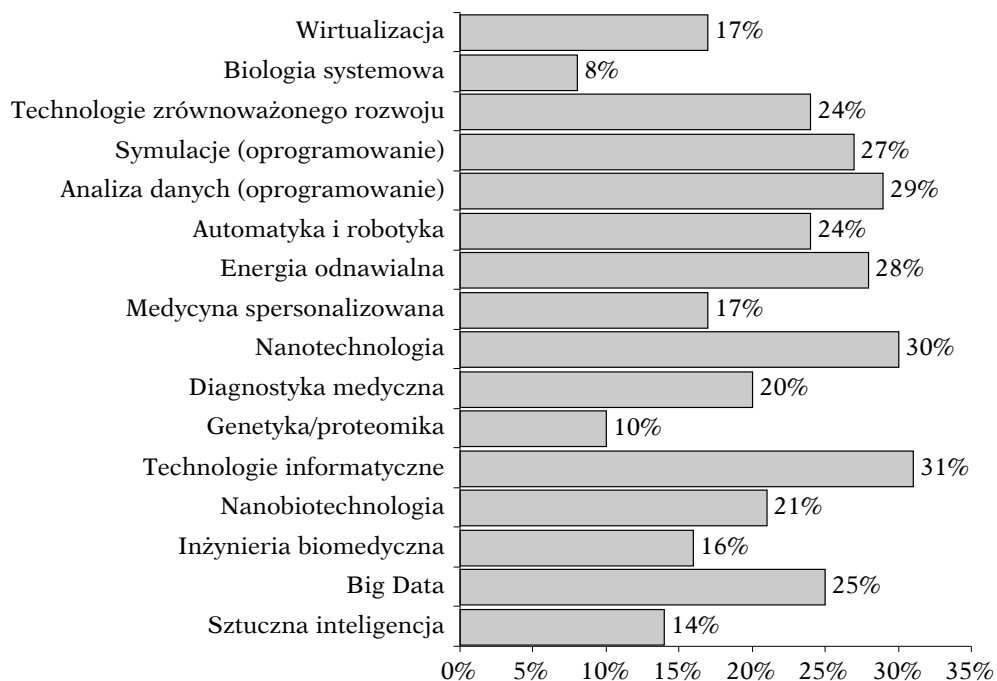
W artykule zostaną również przedstawione możliwości pozyskania funduszy Unii Europejskiej na realizację programu badań przemysłowych oraz eksperymentalnych prac rozwojowych, których rezultatem będzie opracowanie innowacyjnych produktów i technologii informatycznych. Wskazane zostaną szczególne uwarunkowania związane z realizacją projektów europejskich w odniesieniu do standardów i specyfiki branży ICT. Opracowany zostanie model zarządzania projektem badawczo-rozwojowym z uwzględnieniem krajowych i międzynarodowych regulacji dotyczących dofinansowania przedsięwzięcia tej kategorii z funduszy Unii Europejskiej.

Należy zwrócić uwagę, że problematyka zarządzania projektem badawczo-rozwojowym w branży ICT w istotny sposób różni się od klasycznego podejścia, powszechnie stosowanego w metodykach wdrożeniowych lub wytwórczych. W ujęciu szczegółowym celem realizacji projektu informatycznego jest opracowanie/wdrożenie produktu finalnego, tj. pakietu oprogramowania komputerowego

---

<sup>1</sup> Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Kolegium Analiz Ekonomicznych, Instytut Informatyki i Gospodarki Cyfrowej.

w oparciu o uprzednio pozyskane i zwerbalizowane wymagania funkcjonalne. Oprogramowanie komputerowe tworzone jest z wykorzystaniem sprawdzonych (przetestowanych) metod, technik i narzędzi. Tradycyjny proces budowy systemu informatycznego obejmuje prace analityczne, projektowe, programistyczne, testowanie, wdrożenie, serwis i dalszy rozwój produktu. Celem zastosowania sformalizowanych metodyk wdrożeniowych i wytwórczych w projekcie informatycznym jest wprowadzenie ściśle określonych procedur w obszarze planowania, monitorowania i kontroli postępu prac. Zamierzonym efektem jest uzyskanie odpowiedniej jakości produktu finalnego, racjonalnego zarządzania czasem, budżetem i zasobami projektu, a także minimalizacja ryzyka.



**Rysunek nr 1. Strategiczne kierunki prac badawczo-rozwojowych, prognoza na lata 2018–2021<sup>2</sup>**

Źródło: opracowanie własne

Zupełnie odmienne cele są stawiane projektom o charakterze badawczo-rozwojowym w branży ICT. Zasadniczym celem realizacji tej kategorii przedsięwzięć

<sup>2</sup> 2016 Global R&D Funding Forecast. A Supplement to R&D Magazine Winter 2016, [www.rdmag.com](http://www.rdmag.com) [dostęp 8.02.2018].

jest bowiem zdobycie nowej wiedzy oraz opracowanie nowych metod w zakresie informatycznego wsparcia określonego obszaru, dziedziny lub dyscypliny naukowej<sup>3</sup>. Realizacja tak sformułowanego celu determinuje konieczność przeprowadzenia badań przemysłowych oraz eksperymentalnych prac rozwojowych. Przykładowo, celem projektu badawczo-rozwojowego może być opracowanie nowej, oryginalnej metody planowania i optymalizacji produkcji z wykorzystaniem technologii sztucznych sieci neuronowych, a następnie implementacja adekwatnych algorytmów komputerowych, struktur danych i procedur programowych. W omawianym przypadku funkcjonalność oraz architektura techniczna przyszłego prototypu oprogramowania komputerowego jest ściśle uzależniona od rezultatów prac badawczych w dziedzinie systemów sztucznej inteligencji oraz możliwości ich zastosowania w inżynierii produkcji. Innymi słowy, w projektach o charakterze innowacyjnym trudno wyróżnić typowe etapy prac związane z analizą, projektowaniem czy też tworzeniem kodu oprogramowania, co wskazuje na potrzebę opracowania koncepcji metodycznej zarządzania projektem badawczo-rozwojowym w branży ICT.

## 2. Typologia działań innowacyjnych

Działalność innowacyjna to całokształt działań naukowych, technicznych, organizacyjnych, finansowych i wdrożeniowych, których efektem ma być wprowadzenie na rynek nowych, udoskonalonych technicznie produktów oraz usług. Innowacje bywają czasem utożsamiane z wynalazkami, a innowacyjność – z postępowaniem technicznym. Projekty innowacyjne, niezależnie od ich zakresu, obejmują zbiór wzajemnie zintegrowanych działań o charakterze: naukowym, badawczym, technologicznym, organizacyjnym, ekonomicznym i finansowym<sup>4</sup>. Są one częścią strategicznego planu rozwoju zarówno poszczególnych organizacji, jak i całej gospodarki.

---

<sup>3</sup> W Polsce obowiązuje trójstopniowy podział nauk, tj. obszary wiedzy, dziedziny nauki, dyscypliny naukowe, wprowadzony Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 roku w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych, Dz.U. 2011, Nr 179, poz. 1065.

<sup>4</sup> J. Kisielnicki, *Innowacyjność gospodarki polskiej na tle wybranych krajów Unii Europejskiej i świata*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2016, nr 281, s. 59.

Rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacjach jest jednym z priorytetów Strategii Europa 2020. W Polsce opracowano i przyjęto „Strategię na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020”. W dokumencie tym wskazano główne wyzwania, jakie stoją przed polską gospodarką, koncentrując propozycje adekwatnych działań wokół pięciu strategicznych filarów: rozwój społeczny i gospodarczy, reindustrializacja, rozwój innowacyjnych firm, kapitał dla rozwoju, ekspansja zagraniczna. Diagnoza głównych barier ekosystemu innowacji oraz propozycje ich ograniczania i eliminowania zostały przedstawione w dokumencie „Biała Księga Innowacji”<sup>5</sup>.

Wyróżnia się cztery typy innowacji: w obrębie produktów, w obrębie procesów, marketingowe oraz organizacyjne<sup>6</sup>.

**Innowacja produktowa** (*product innovation*) to wprowadzenie wyrobu lub usługi, które są nowe lub znacząco udoskonalone w zakresie swoich cech lub zastosowań. Ten typ innowacji obejmuje znaczące udoskonalenia pod względem specyfikacji technicznych, komponentów i materiałów, oprogramowania, łatwości obsługi lub innych cech funkcjonalnych.

**Innowacja procesowa** (*process innovation*), czyli innowacja w obrębie procesu, to opracowanie nowej lub znacząco udoskonalonej metody produkcji lub dostawy. Do tej kategorii zalicza się znaczące zmiany w zakresie technologii, urządzeń lub oprogramowania.

**Innowacja marketingowa** (*marketing innovation*) to opracowanie nowej metody marketingowej wiążącej się ze znaczącymi zmianami w projekcie (konstrukcji) produktu lub w opakowaniu, dystrybucji, promocji lub strategii cenowej.

**Innowacja organizacyjna** (*organizational innovation*) to opracowanie nowej metody organizacyjnej w przyjętych przez firmę zasadach działania, w organizacji miejsca pracy lub relacjach z podmiotami zewnętrznymi.

W odniesieniu do branży ICT dominującym typem działań innowacyjnych jest innowacja produktowa, tj. projekty ukierunkowane na opracowanie nowych produktów programowych. Działalność innowacyjna może obejmować m.in.: tworzenie oprogramowania o nowych cechach funkcjonalnych w odniesieniu do produktów firm konkurencyjnych, opracowanie nowych algorytmów i struktur danych, zastosowanie metod sztucznej inteligencji w przemyśle, medycynie, telekomunikacji, finansach i bankowości, a także opracowanie nowych metod i protokołów transmisji danych łączących maszyny i urządzenia (*Internet of*

<sup>5</sup> *Biała Księga Innowacji*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa 2016.

<sup>6</sup> *Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, 3<sup>rd</sup> edition, OECD/Eurostat, Paris 2005, s. 49–52.

*Things*) oraz technologii przetwarzania dużych wolumenów danych (*Big Data*). Innowacja produktowa może obejmować również projekty związane z rozwojem istniejących systemów informatycznych, np. opracowanie modułu analitycznego z wykorzystaniem rozwiązań klasy *Data Science*, który stanowić będzie funkcjonalne rozszerzenie istniejącego pakietu zintegrowanego klasy ERP/MES.

Innowacja procesowa może dotyczyć opracowania nowych rozwiązań technologicznych w dziedzinie produkcji oprogramowania. Przykładowo, badania dotyczące tworzenia oprogramowania z wykorzystaniem standardów otwartych klasy SOA (*Service-Oriented Architecture*) można rozpatrywać w kategorii innowacji procesowej. Wprowadzenie standardu SOA umożliwia tworzenie złożonych systemów informatycznych, jako zestawu wzajemnie powiązanych komponentów i usług sieciowych. W rezultacie prace programistyczne związane z implementacją poszczególnych składników nowo projektowanego systemu mogą być wykonywane równolegle przez niezależne zespoły programistów. Proponowane podejście może docelowo przelożyć się na poprawę jakości produktów finalnych, a także obniżyć koszty serwisu i rozwoju oprogramowania (wprowadzanie zmian i rozszerzeń funkcjonalnych będzie sprowadzało się do przeprogramowania pojedynczego komponentu). Wdrożenie standardu SOA w procesie produkcji oprogramowania wymaga opracowania nowych metod, wzorców projektowych i technologii przemysłowych, co niewątpliwie stanowi innowację w skali przedsiębiorstwa.

Z kolei innowacja marketingowa może przejawiać się w tworzeniu nowych form dystrybucji produktów programowych. Przykładowo, w odniesieniu do rynku systemów informatycznych wspierających procesy operacyjne i zarządcze w przedsiębiorstwach, tj. w pakietach klasy MRP/ERP, dominującą metodą dystrybucji oprogramowania jest sprzedaż licencji stanowiskowych. Licencje te zostają przypisane do poszczególnych użytkowników. Tym samym wartość sprzedaży stanowi iloczyn ceny pojedynczej licencji oraz liczby sprzedanych licencji. Innowacyjnym rozwiązaniem może być powiązanie strategii sprzedaży licencji z liczbą obiektów funkcjonalnych, które będą ewidencjonowane i przetwarzane w przyszłym systemie informatycznym nabywcy. Zakup kompleksowego pakietu oprogramowania wspomagającego zarządzanie przedsiębiorstwem przemysłowym może np. zostać bezpośrednio powiązany z jego zdolnościami produkcyjnymi. Opłata licencyjna uzależniona będzie od liczby obiektów technicznych (maszyn, urządzeń i stanowisk pracy) tworzących złożony system produkcyjny. Zaletą proponowanego rozwiązania jest możliwość dywersyfikacji oferty sprzedaży. Oprogramowanie będzie atrakcyjne cenowo zarówno dla małych firm produkcyjnych, jak również średnich i dużych przedsiębiorstw oraz holdingów przemysłowych. Cena licencji nie stanowi bariery, a nabywca otrzymuje kompletny

pakiet oprogramowania. Inny przykład innowacyjnej strategii dystrybucji oprogramowania to rezygnacja z opłat licencyjnych, a czerpanie przychodów z tytułu reklamy lub innych, pośrednich form komercjalizacji.

Innowacja organizacyjna może dotyczyć wdrażania nowych metod zarządzania projektami informatycznymi, form zatrudnienia, technik pracy zespołowej (np. telepraca), a także wirtualizacji działalności gospodarczej. Obecnie firmy z branży ICT coraz częściej stosują elastyczne formy czasu pracy i zatrudnienia. Do realizacji nowego projektu zespół specjalistów rekrutowany jest często zarówno spośród własnych pracowników, jak też z grona zewnętrznych inżynierów, konsultantów i ekspertów. W fazie przygotowania projektu kwestią priorytetową będzie precyzyjne określenie kwalifikacji i kompetencji członków przyszłego zespołu projektowego oraz umiejętność pozyskania z rynku odpowiednich, wykwalifikowanych kadr. Natomiast kwestią drugorzędną będzie miejsce świadczenia pracy i forma zatrudnienia. Z kolei w fazie realizacji kluczową rolę stanowić będzie racjonalne planowanie prac, sukcesywne zlecanie zadań zgodnie z harmonogramem, a także kontrola i monitorowanie postępu prac oraz poziomu wykorzystania zasobów. Przykładowo, jeżeli krajowa firma pozyska kontrakt na serwis i rozwój systemu analitycznego dla przedsiębiorstwa produkującego wyroby spożywcze na rynki wschodnie, kluczowym problemem może być rekrutacja osób posiadających określone kompetencje techniczne, a jednocześnie znających biegle język rosyjski. Rozwiązaniem tej kwestii może być pozyskanie wybranych specjalistów za granicą, kontraktacja określonych zadań i zleceń na rzecz projektu, konsultacje zdalne (wideokonferencje, dedykowane fora dyskusyjne, poczta elektroniczna) oraz realizacja prac z wykorzystaniem wirtualnych serwerów aplikacyjnych.

### 3. Innowacyjność krajowych przedsiębiorstw

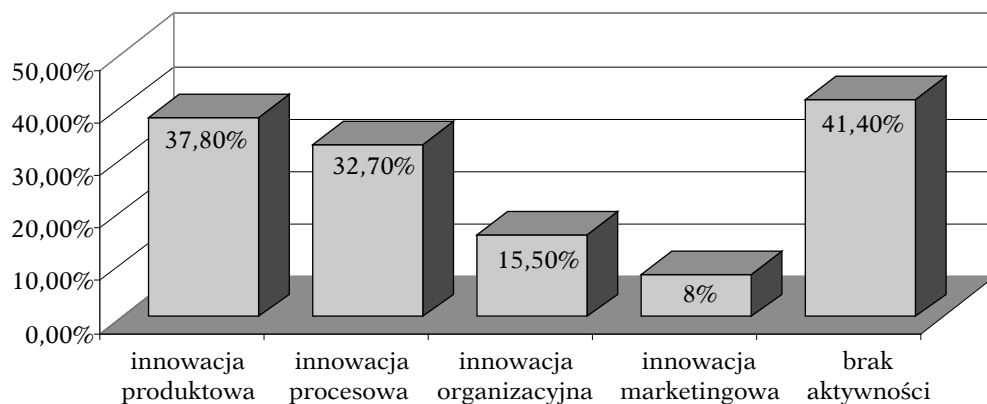
Badanie poziomu innowacyjności gospodarki opiera się na pomiarze wskaźników pozwalających stwierdzić, jakie są efekty działań proinnowacyjnych w skali mikro- i makroekonomicznej. Do przeprowadzenia analizy porównawczej poziomu innowacyjności w krajach członkowskich Unii Europejskiej stosowany jest tzw. Europejski Ranking Innowacyjności (*European Innovation Scoreboard*, EIS), obejmujący 8 wskaźników, pogrupowanych w 4 kategoriach tematycznych<sup>7</sup>. Poszczególne wskaźniki dotyczą m.in. poziomu wykształcenia społeczeństwa,

---

<sup>7</sup> *European Innovation Scoreboard 2017*, s. 8.

nakładów na prace badawczo-rozwojowe w sektorze publicznym i prywatnym, udziału przedsiębiorstw innowacyjnych w poszczególnych sektorach gospodarki, przychodów przedsiębiorstw z komercjalizacji innowacji i wynalazków, a także liczby zgłoszonych wynalazków i uzyskanych patentów. Polska w rankingu EIS plasuje się poniżej średniej dla Unii Europejskiej i należy do grupy umiarkowanych innowatorów, obok m.in. takich państw, jak Czechy, Węgry, Litwa, Włochy, Chorwacja. Liderzy innowacyjności to Dania, Finlandia, Niemcy, Holandia i Szwecja.

W Polsce statystykę działań proinnowacyjnych ilustrują wyniki badań ankietowych, które zostały przeprowadzone przez Instytut Kantar Millward Brown na zlecenie Ministerstwa Rozwoju oraz Siemens Sp. z o.o.<sup>8</sup> Badania przeprowadzono na ogólnopolskiej próbie małych i średnich przedsiębiorstw (MSP) z branży przemysłowej, prowadzących działalność produkcyjną na terenie Polski. Zrealizowano je na próbie 251 przedsiębiorstw, z których 89,6% stanowiły przedsiębiorstwa w całości z kapitałem polskim. Wykazano, że 58,6% przedsiębiorstw w 2016 r. wdrożyło innowacje produktowe lub procesowe. Najczęściej polegały one na wprowadzeniu zupełnie nowego lub znacząco ulepszonego produktu lub usługi (37,8%), czyli były innowacjami produktowymi. W drugiej kolejności polegały na wykorzystaniu zupełnie nowej lub znacząco udosконаłonej metody lub technologii produkcji bądź dostawy (32,7%), czyli były innowacjami procesowymi (technologicznymi).



**Rysunek nr 2. Innowacyjność przedsiębiorstw w Polsce w 2016 r. (badanie zrealizowane na próbie 251 przedsiębiorstw z sektora MSP)**

Źródło: *Raport Smart Industry Polska 2017. Adaptacja innowacji w działalności mikro oraz małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce*, Warszawa 2017, s. 28

<sup>8</sup> *Raport Smart Industry Polska 2017. Adaptacja innowacji w działalności mikro oraz małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce*, Warszawa 2017, s. 28.

Inwestycje w prace badawczo-rozwojowe oraz przemysłowe wdrażanie nowej generacji produktów i technologii stanowią domenę tzw. sektorów wysoko rozwiniętych. Z badań przeprowadzonych przez PwC na grupie 300 przedsiębiorstw (w tym 74% firm z sektora MSP) wynika, że w 2014 r. największych inwestycji w prace B+R dokonał sektor ICT (30% wszystkich wydatków), dalej uplasowała się produkcja pojazdów i maszyn (26% wydatków)<sup>9</sup>. Największy odsetek przychodów z B+R osiągnęły w 2014 r. sektory chemiczny i farmaceutyczny (47%), producenci pojazdów i maszyn (45%), producenci z sektora elektrycznego i elektronicznego (33%) oraz sektor ICT (25%). Natomiast najwięcej produktów będących wynikiem prac B+R, wśród nowych produktów wprowadzanych na rynek, wykazał sektor ICT (70% wszystkich produktów), następnie producenci pojazdów i maszyn (66%) oraz sektor chemiczny i farmaceutyczny (53%).

Czynnikiem stymulującym inwestycje w obszarze B+R są środki publiczne. W Polsce znacząca część nakładów na badania naukowe i prace rozwojowe jest przekazywana z budżetu państwa do jednostek naukowych. Zgodnie z Ustawą o zasadach finansowania nauki, jednostki naukowe to podmioty, które prowadzą w sposób ciągły badania naukowe lub prace rozwojowe<sup>10</sup>. W latach 2009–2013 jednostki naukowe zrealizowały blisko 12,9 tys. międzynarodowych i krajowych projektów obejmujących badania naukowe lub prace rozwojowe, na które przyznano środki o wartości 5,5 mld zł. Realizowane przedsięwzięcia zostały zapoczątkowane między 2002 a 2013 r., a ich zakończenie przewidziano odpowiednio między 2009 r. a 2027 r.<sup>11</sup> Projekty te były realizowane m.in. w ramach: Programów Ramowych Unii Europejskiej, Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, a także konkursów MNiSW, Narodowego Centrum Nauki i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Jednakże pomoc publiczna na badania, rozwój i innowacje nie jest przewidziana wyłącznie dla jednostek naukowych. Wprost przeciwnie – znaczna część środków, np. w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (2007–2013), a obecnie Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój (2014–2020), jest przewidziana dla przedsiębiorstw, których główną, dominującą

---

<sup>9</sup> *Oplacalność inwestowania w badania i rozwój*, raport opracowany przez ekspertów PwC przy współpracy NCBR, [www.ncbr.gov.pl](http://www.ncbr.gov.pl), s. 7 [dostęp 10.02.2018].

<sup>10</sup> Ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki, tekst jedn.: Dz.U. 2018, poz. 87.

<sup>11</sup> A. Bąk, *Polskie jednostki naukowe – rola w sektorze B+R [w:] Badania – Rozwój – Innowacje. Wybrane zagadnienia*, red. M. Baranowski, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017, s. 86.



działalnością jest działalność gospodarcza, w szczególności mikro, małych oraz średnich przedsiębiorstw, klastrów innowacyjnych bądź konsorcjów przedsiębiorstw i jednostek naukowych.

Celem pomocy publicznej przeznaczonej dla przedsiębiorstw jest osiągnięcie następujących efektów<sup>12</sup>:

- wzrost nakładów przeznaczanych przez beneficjentów na działalność B+R,
- zwiększenie przez beneficjentów liczby i tempa realizacji projektów B+R,
- wzrost zatrudnienia personelu B+R w przedsiębiorstwach z sektora MSP,
- zwiększenie dostępności finansowania przedsięwzięć proinnowacyjnych,
- zwiększenie liczby zgłoszeń patentowych u beneficjentów,
- wzrost komercjalizacji wyników badań wśród beneficjentów pomocy.

Pomoc publiczna na realizację przedsięwzięć innowacyjnych obejmuje wsparcie: badań podstawowych, badań przemysłowych, eksperymentalnych prac rozwojowych, prac przedwdrozeniowych, a także rozpowszechnianie na szeroką skalę wyników takich działań poprzez nauczanie, publikacje lub transfer wiedzy<sup>13</sup>.

#### 4. Cykl życia projektu badawczego

Z funduszy europejskich finansowane są projekty obejmujące badania przemysłowe oraz eksperymentalne prace rozwojowe. W założeniu, materialnym rezultatem prac badawczo-rozwojowych powinno być opracowanie rozwiązania prototypowego. Z kolei transfer nowo opracowanego produktu lub technologii do przemysłu odbywa się poprzez przeprowadzenie prac wdrozeniowych, a następnie komercjalizację.

Na potrzeby realizacji przedsięwzięć innowacyjnych, dofinansowanych ze środków Unii Europejskiej, stosowana jest metoda zarządzania cyklem projektu (*Project Cycle Management*). Cykl zarządzania projektem składa się z pięciu głównych faz: programowania, identyfikacji, formułowania, wdrażania, ewaluacji i audytu.

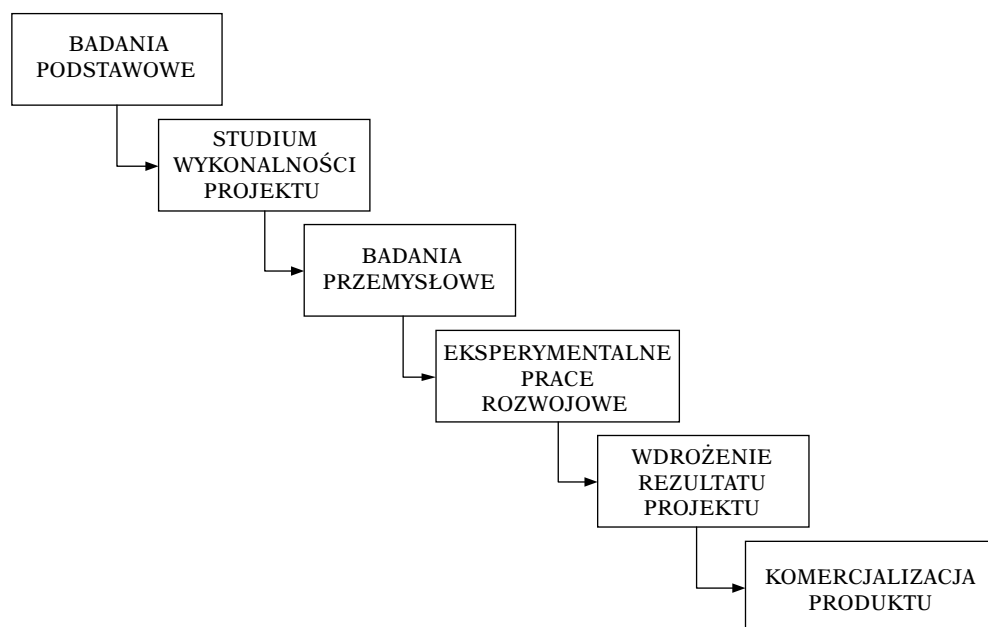
W ujęciu szczegółowym, podczas fazy programowania rozpoznawane są problemy na poziomie narodowym i sektorowym, tak aby określić obszary, które

---

<sup>12</sup> J. Głuszyński, A. Kowalewska, *Kultura organizacyjna w firmie innowacyjnej* [w:] *Badania – Rozwój – Innowacje. Wybrane zagadnienia*, red. M. Baranowski, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017, s. 159–160.

<sup>13</sup> Ł. Czeakański, P. Gajek, *Pomoc publiczna na badania, rozwój i innowacje*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2015.

należy objąć wsparciem. Faza programowania kończy się ogłoszeniem konkursów, w tym przyznaniem odpowiednich środków finansowych na ich realizację. W fazie identyfikacji następuje selekcja zgłoszonych projektów, na podstawie uprzednio opracowanych kryteriów oceny formalnej i merytorycznej. Z kolei w fazie formułowania ma miejsce precyzyjne określenie struktury przedsięwzięcia, sprawdzenie jego wewnętrznej logiki, sformułowanie celów i rezultatów, a także wskazanie zasobów, kosztów oraz harmonogramu realizacji projektu. Faza wdrażania polega na uruchomieniu i realizacji projektu zgodnie z przewidzianymi założeniami, które zostały określone przez beneficjenta we wniosku aplikacyjnym i innych dokumentach programowych. Ewaluacja i audyt dotyczą weryfikacji, czy zadeklarowane cele i rezultaty projektu zostały osiągnięte w funkcji budżetu i harmonogramu, które zostały określone w umowie o dofinansowanie projektu. Proponowane podejście opiera się na założeniu, że projekty mają cykliczny charakter, tzn. są zamkniętymi całościami składającymi się z powtarzalnych faz i etapów<sup>14</sup>.



**Rysunek nr 3. Cykl życia projektu badawczego**

Źródło: opracowanie własne

<sup>14</sup> M. Bonikowska, B. Grucza, M. Majewski, M. Małek (red.), *Podręcznik zarządzania projektami miękkimi w kontekście Europejskiego Funduszu Społecznego*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2006.

Z uwagi na specyfikę, interdyscyplinarność oraz innowacyjność projektów badawczo-aplikacyjnych w branży ICT, celowe wydaje się opracowanie adekwatnej koncepcji metodycznej zarządzania tej kategorii przedsięwzięciem z uwzględnieniem krajowych i międzynarodowych regulacji dotyczących możliwości dofinansowania z funduszy Unii Europejskiej.

Proponowany cykl życia projektu badawczego został opracowany na podstawie badań empirycznych Autora związanych z realizacją, doradztwem oraz audytem przedsięwzięć informatycznych w branży ICT. Cykl życia projektu badawczo-rozwojowego obejmuje sześć, wzajemnie zintegrowanych etapów, tj.: badania podstawowe, studium wykonalności projektu badawczego, badania przemysłowe, eksperymentalne prace rozwojowe, wdrożenie rezultatów projektu oraz komercjalizację produktu.

#### 4.1. Badania podstawowe

Uzyskanie dofinansowania z funduszy Unii Europejskiej na realizację projektu innowacyjnego uwarunkowane jest wcześniejszym przeprowadzeniem badań podstawowych, na podstawie których zostanie precyzyjnie określony problem badawczy, dokonana zostanie ocena stanu techniki, a także opracowany kompleksowy program badań przemysłowych oraz eksperymentalnych prac rozwojowych.

Badania podstawowe określane są jako oryginalne prace badawcze eksperymentalne lub teoretyczne, podejmowane przede wszystkim w celu zdobywania nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów bez nastawienia na bezpośrednie zastosowanie komercyjne<sup>15</sup>.

Na potrzeby mierzalnej oceny poziomu przygotowania projektu do rozpoczęcia realizacji programu badań przemysłowych oraz eksperymentalnych prac rozwojowych stosowany jest tzw. wskaźnik poziomu gotowości technologii (*Technology Readiness Level*, TRL). Przykładowo, w dokumentacji konkursowej dla wnioskodawców ubiegających się o dofinansowanie projektów w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (2007–2013), a obecnie Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój (2014–2020), określono, że projekt powinien znajdować się co najmniej na drugim poziomie gotowości technologicznej. Oznacza to, że zostały przeprowadzone badania podstawowe. Z kolei po zakończeniu realizacji projektu dokonywana jest ocena, czy rezultat badań

---

<sup>15</sup> Ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki, tekst jedn.: Dz.U. 2018, poz. 87, art. 2.

przemysłowych i eksperymentalnych prac rozwojowych doprowadził do powstania prototypu (minimum siódmy poziom gotowości technologicznej).

Eksperymentalne prace rozwojowe	<b>TRL 9</b>	<b>Actual system proven in operational environment</b> Sprawdzenie technologii w warunkach rzeczywistych odniosło zamierzony efekt
	<b>TRL 8</b>	<b>System complete and qualified</b> Zakończono badania i demonstrację ostatecznej formy technologii
	<b>TRL 7</b>	<b>System prototype demonstration in operational environment</b> Dokonano demonstracji prototypu technologii w warunkach operacyjnych
Badania przemysłowe	<b>TRL 6</b>	<b>Technology demonstrated in relevant environment</b> Dokonano demonstracji prototypu lub modelu systemu albo podsystemu technologii w warunkach zbliżonych do rzeczywistych
	<b>TRL 5</b>	<b>Technology validated in relevant environment</b> Zweryfikowano komponenty lub podstawowe podsystemy technologii w środowisku zbliżonym do rzeczywistego
	<b>TRL 4</b>	<b>Technology validated in lab</b> Zweryfikowano komponenty technologii lub podstawowe jej podsystemy w warunkach laboratoryjnych
	<b>TRL 3</b>	<b>Experimental proof of concept</b> Potwierdzono analitycznie i eksperymentalnie krytyczne funkcje lub koncepcje technologii
	<b>TRL 2</b>	<b>Technology concept formulated</b> Określono koncepcję technologii lub jej przyszłe zastosowanie
Badania podstawowe	<b>TRL 1</b>	<b>Basic principles observed</b> Zaobserwowano i opisano podstawowe zasady danego zjawiska

#### Rysunek nr 4. Wskaźnik poziomu gotowości technologii

Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentacji Horizon 2020<sup>16</sup> i Rozporządzenia MNiSW z 4 stycznia 2011 r.<sup>17</sup>

Należy podkreślić, że zasadniczo poziom gotowości technologicznej projektu określany jest na podstawie oceny eksperckiej. Wskaźnik TRL ma charakter uniwersalny, nie zostały opracowane szczegółowe instrukcje dla poszczególnych

<sup>16</sup> *Horizon 2020 Work Programme 2014–2015*, European Commission Decision C (2015) 8621 of 4 December 2015, s. 29.

<sup>17</sup> Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 4 stycznia 2011 r. w sprawie sposobu zarządzania przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju realizacją badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa Państwa, Dz.U. 2011, Nr 18, poz. 91.

branż i gałęzi przemysłowych. Dlatego też wnioskodawca powinien wykazać, jakie prace zostały przeprowadzone w ramach badań podstawowych oraz uzasadnić racjonalność i ekonomiczność proponowanego programu badań przemysłowych i eksperymentalnych prac rozwojowych.

Generalnie, badania podstawowe pozwolą zweryfikować, czy proponowany produkt/technologia przemysłowa cechuje innowacyjność, a także czy proponowane przez wnioskodawcę metody, techniki i instrumenty badawcze uwiarygodniają opracowanie produktu finalnego o określonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych.

## 4.2. Studium wykonalności projektu badawczego

W procesie przygotowania inwestycji istotną rolę odgrywa opracowanie studium wykonalności projektu badawczego (*feasibility study*). Studium wykonalności pozwala na ocenę zasadności realizacji przedsięwzięcia, możliwości jego przeprowadzenia w określonym horyzoncie czasowym oraz wybór najlepszej opcji inwestycyjnej. Należy podkreślić, że studium wykonalności jest dokumentem, który powstaje we wstępnej fazie przedsięwzięcia, zatem oszacowanie parametrów finansowych i technicznych inwestycji może wykazywać odchylenia od końcowych wartości rzędu 10–30%<sup>18</sup>.

Prace nad studium wykonalności projektu badawczego inicjuje precyzyjnie zdefiniowany cel, zakres i rezultaty projektu, a także sposób ich wykorzystania w działalności gospodarczej wnioskodawcy. Zwyczajowo rezultat projektu określany jest w sposób jakościowy (tj. opis produktu, usługi, technologii), jak również w sposób ilościowy (tj. wskaźniki techniczno-ekonomiczne). Wskaźniki ilościowe mogą określać parametry techniczne nowo opracowanego produktu (np. liczba równoległe przetwarzanych transakcji w systemie), efekty ekonomiczne (np. przychody ze sprzedanych licencji i usług wdrożeniowych) i efekty społeczne (np. liczba nowo utworzonych etatów naukowo-badawczych).

W odniesieniu do projektów informatycznych, zasadny jest podział nowo projektowanego systemu na tzw. makro-moduły funkcjonalne. Dla wyodrębnionych modułów przyszłego systemu informatycznego należy sporządzić szczegółowy opis zakresu, przeznaczenia, sposobu funkcjonowania, a także określić

---

<sup>18</sup> Instrukcja przygotowania studium wykonalności dla projektów informatycznych realizowanych w ramach 7. osi priorytetowej Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2008, <http://8poig.mac.gov.pl> [dostęp 20.02.2018].

architekturę oraz technologię implementacji poszczególnych warstw oprogramowania aplikacyjnego.

#### STUDIUM WYKONALNOŚCI PROJEKTU BADAWCZEGO

PROJEKT	PRODUKT	RYNEK
cel i zakres	innowacyjność	diagnoza potrzeb
rezultaty	funkcjonalność	grupa docelowa
wskaźniki	technologia	konkurencja

PLAN	BUDZET	WDROZENIE
etapy i zadania	personel	dystrybucja
punkty kontrolne	infrastruktura	marketing
harmonogram	usługi	strumienie przychodów

**Rysunek nr 5. Komponenty studium wykonalności**

Źródło: opracowanie własne

Rezultaty projektów badawczo-rozwojowych powinny znaleźć zastosowanie w praktyce gospodarczej. Dlatego też należy określić zapotrzebowanie rynkowe na rezultaty projektu oraz przeprowadzić dogłębną analizę produktów (technologii), oferowanych przez firmy konkurencyjne. W ujęciu szczegółowym należy wykazać, że rezultat projektu (tj. system informatyczny/usługa/technologia) ukierunkowany jest na rozwiązanie konkretnego problemu (niedoboru) występującego na rynku.

Projekty dofinansowane z funduszy Unii Europejskiej adresowane są zwykle do ściśle określonych grup potencjalnych odbiorców. Dlatego też, w studium wykonalności należy wskazać główne grupy odbiorców rezultatu projektu, a następnie je scharakteryzować, odnosząc się do ich cech mających istotne znaczenie dla sukcesu rynkowego rezultatu projektu, tj. w szczególności potrzeb, oczekiwań, preferencji, możliwości.

Immanentnym elementem analizy rynku jest badanie produktów firm konkurencyjnych. Celem tego badania jest określenie, w jakim stopniu rynek jest obecnie nasycony produktami konkurencyjnymi lub substytucyjnymi. Dlatego też należy przedstawić głównych konkurentów na rynku docelowym oraz oferowane przez nich rozwiązania informatyczne, które są komplementarne w odniesieniu do przyszłych produktów projektu. W przypadku braku bezpośredniej

konkurencji, należy odnieść się do podmiotów oferujących produkty posiadające choćby częściowo te same funkcjonalności (produkty substytucyjne)<sup>19</sup>.

Kluczową rolę w konstrukcji studium wykonalności projektu badawczego odgrywają: identyfikacja kluczowych etapów i zadań projektowych, identyfikacja niezbędnych zasobów oraz montaż finansowy. Identyfikacja kluczowych etapów i zadań projektowych powinna obejmować pełen zakres prac związanych z realizacją przedsięwzięcia. Etapy należy zdefiniować w taki sposób, aby każdy z nich kończył się punktem kontrolnym, tj. mierzalnym rezultatem, na podstawie którego każdorazowo będzie zapadała decyzja o kontynuacji prac (lub alternatywnie przerwaniu bądź modyfikacji zakresu rzeczowego projektu).

Zasoby projektu można umownie podzielić na: zasoby personalne, zasoby techniczne (infrastruktura) oraz usługi zlecane podwykonawcom. Studium wykonalności powinno zawierać precyzyjny opis poszczególnych ról i stanowisk w projekcie badawczo-rozwojowym (np. analityk systemowy, programista – stażysta, kierownik zespołu programistów). Ponadto należy uwzględnić specyfikację wymagań, kwalifikacji i kompetencji poszczególnych członków zespołu projektowego (tj. wykształcenie, ukończone kursy i szkolenia, znajomość określonych narzędzi, technologii i pakietów oprogramowania, staż pracy, doświadczenie zawodowe itp.), a także określić ramowy zakres zadań i obowiązków dla poszczególnych członków zespołu. Niezwykle istotne jest, aby przysły zespół projektowy dysponował kwalifikacjami i kompetencjami adekwatnymi do realizacji planowanego programu badań przemysłowych i eksperymentalnych prac rozwojowych. Kalkulując stawki wynagrodzeń, należy odnieść się do ogólnodostępnych danych statystycznych i raportów płacowych.

W odniesieniu do projektów badawczo-rozwojowych w branży ICT, zasoby techniczne zwyczajowo obejmują: infrastrukturę (tj. laboratoria komputerowe, pomieszczenia biurowe, serwery i stacje robocze itp.) oraz wartości niematerialne i prawne (tj. licencje, technologie, prawa własności intelektualnej), które zostaną wykorzystane w trakcie realizacji projektu. Dla zidentyfikowanych zasobów należy określić liczbę sztuk (licencji) oraz ich koszt jednostkowy. Ponadto dla każdego zasobu należy uzasadnić, że koszt jest bezpośrednio związany z realizacją projektu oraz niezbędny do jego realizacji. W przypadku korzystania z usług podwykonawców (tj. podmiotów zewnętrznych), należy określić przedmiot zamówienia, zakres świadczonych usług, a także wartość powierzonych prac.

---

<sup>19</sup> *Instrukcja wypełnienia wniosku o dofinansowanie projektu w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014–2020*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017, <http://www.patent.gov.pl/> [dostęp 16.02.2018].

Montaż finansowy projektu polega na przypisaniu zasobów (personalnych, technicznych) do poszczególnych etapów i zadań projektowych. Należy również uwzględnić możliwość delegowania prac i zadań projektowych podwykonawcom.

Z kolei, mając na uwadze przyszłe wdrożenie i komercjalizację rezultatów projektu, w studium wykonalności należy przedstawić zakładane: sposób dystrybucji (np. sprzedaż licencji na pakiet oprogramowania, świadczenie usług informatycznych, sprzedaż usług dostępu do poszczególnych funkcji systemu – formuła *Cloud-Computing*), strumienie prognozowanych przychodów, formy promocji i dystrybucji (m.in. strategię marketingową, kanały dystrybucji, politykę cenową względem konkurencji).

### 4.3. Badania przemysłowe

Badania przemysłowe to badania mające na celu zdobycie nowej wiedzy oraz umiejętności w celu opracowywania nowych produktów, procesów i usług lub wprowadzania znaczących ulepszeń do istniejących produktów, procesów i usług. Badania te uwzględniają tworzenie elementów składowych systemów złożonych, budowę prototypów w środowisku laboratoryjnym lub w środowisku symulującym istniejące systemy, szczególnie do oceny przydatności danych rodzajów technologii, a także budowę niezbędnych w tych badaniach linii pilotażowych, w tym do uzyskania dowodu w przypadku technologii generycznych<sup>20</sup>.

W projektach informatycznych, w których część badawcza wiąże się z przeprowadzeniem prac B+R w zakresie oprogramowania komputerowego, należy uwzględnić zasady określone w podręczniku Frascati<sup>21</sup>. Generalnie, opracowanie oprogramowania komputerowego może stanowić integralny element programu badawczego związanego z rozwojem określonej dziedziny naukowej, prace B+R mogą również dotyczyć zagadnień związanych z szeroko rozumianą technologią ICT.

Zgodnie z zaleceniami Frascati, do kategorii prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie inżynierii oprogramowania komputerowego można zaliczyć:

- opracowanie nowych systemów operacyjnych i języków programowania;
- projektowanie i implementację nowych mechanizmów wyszukiwania danych (systemy hierarchiczne, relacyjne, obiektowe);

---

<sup>20</sup> Art. 2 ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki, tekst jedn.: Dz.U. 2018, poz. 87.

<sup>21</sup> *Frascati Manual 2015. Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*, OECD Publishing, Paris 2015, s. 68–70.



- tworzenie nowych sterowników w celu zapewnienia bezproblemowej współpracy sprzętu i oprogramowania komputerowego;
- tworzenie nowych lub bardziej wydajnych algorytmów w oparciu o nowe metody i techniki kodowania;
- tworzenie nowych, oryginalnych rozwiązań w obszarze szyfrowania danych oraz bezpieczeństwa systemów informatycznych.

Natomiast czynności rutynowe związane z tworzeniem oprogramowania nie mogą być uznane za prace badawczo-rozwojowe. Przykłady czynności, które nie są pracami B+R:

- tworzenie aplikacji i systemów informatycznych z wykorzystaniem powszechnie dostępnych technik, narzędzi i środowisk programistyczno-projektowych;
- dodawanie nowych funkcji w istniejących programach komputerowych;
- projektowanie stron internetowych lub oprogramowania z wykorzystaniem typowych technik, narzędzi i komponentów programowych;
- wykorzystanie standardowych metod kodowania, procedur bezpieczeństwa i testowania integralności danych;
- adaptacja pakietu standardowego oprogramowania do specyfiki i potrzeb określonego grona odbiorców, o ile w ramach tego procesu nie jest uwzględniana wiedza, która przyczynia się do znaczącego ulepszenia istniejącej, podstawowej wersji produktu;
- rutynowe usuwanie błędów z systemów i programów komputerowych (*debugging*), o ile nie jest wykonywane jeszcze przed zakończeniem eksperymentalnych prac rozwojowych.

Przykładem innowacyjnego przedsięwzięcia o charakterze badawczo-rozwojowym w sferze technologii ICT był projekt, którego celem było opracowanie nowych rozwiązań technologicznych w dziedzinie zastosowania systemów inżynierii wiedzy w diagnostyce przemysłowej. Obejmował on program badań przemysłowych i eksperymentalnych prac rozwojowych, których mierzalnym rezultatem było opracowanie architektury systemu wspomagającego proces inteligentnej diagnozy maszyn, urządzeń i stanowisk pracy oraz prototypu oprogramowania aplikacyjnego (POIG.01.03.01-14-059/12).

W fazie badań podstawowych, w wyniku uprzednio przeprowadzonej kwerendy literaturowej oraz analizy krajowych i zagranicznych doświadczeń w dziedzinie projektowania systemów inżynierii wiedzy, stwierdzono, że klasyczne systemy eksperckie (tj. systemy eksperckie stosowane w medycynie, technice, ekonomii) mają istotne ograniczenia z punktu widzenia ich praktycznego zastosowania w procesie komputerowego wspomaganie procedur diagnostycznych w przedsiębiorstwach przemysłowych.

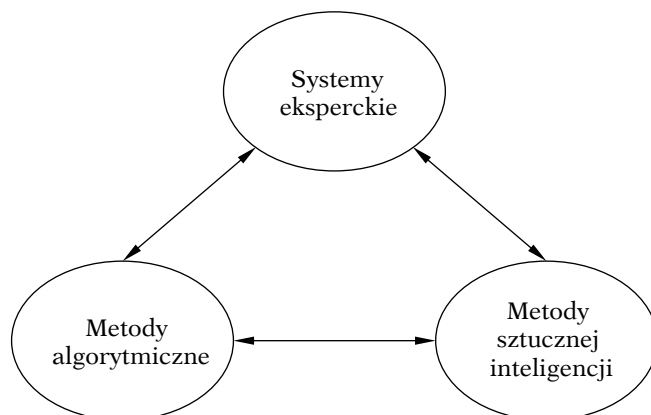
Koncentracja uwagi projektantów systemów eksperckich na logice pierwszego stopnia (dwuwartościowej) oraz symbolicznym przetwarzaniu wiedzy (cechy charakterystyczne dla narzędzi typu Shell) nie pozwala na rozwiązywanie praktycznych zadań natury inżynieryjno-ekonomicznej, które wymagają stosowania złożonych metod matematycznych. Istotny problem o charakterze ekonomiczno-społecznym stanowi również proces budowy bazy wiedzy systemu eksperckiego. Akwizycja specjalistycznej wiedzy eksperckiej jest długotrwałym procesem i wiąże się ze znacznym nakładem środków finansowych. Osobny problem to niepewność, niepełność i niedokładność pozyskanej wiedzy, potrzeba aktualizacji reguł wnioskowania oraz, przede wszystkim, konieczność adaptacji systemu do zmiennych warunków otoczenia. Zastosowanie technologii sztucznych sieci neuronowych stwarza możliwość automatyzacji procesu akwizycji wiedzy (tzw. mechanizm trenowania sieci). Kosztem tego rozwiązania jest ograniczenie w zakresie interpretacji uzyskanych wyników – wyjaśnienie i interpretacja rezultatów operacji przetwarzania danych z wykorzystaniem sterowników neuronowych są trudne lub wręcz niemożliwe.

Rezultatem badań podstawowych było zatem sformułowanie tezy, że integracja w obrębie szeroko rozumianych systemów sztucznej inteligencji stwarza możliwość wzajemnego uzupełniania i pełniejszego wykorzystania różnych metod. Stwierdzono również, że w praktyce przemysłowej celowe wydaje się opracowanie systemów eksperckich w zakresie oceny kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw (system ekspercki, którego misją stanowi ocena kondycji ekonomicznej firmy, natomiast proces wnioskowania odbywa się na podstawie analizy sprawozdań finansowych) oraz diagnostyki obiektów technicznych (diagnoza funkcjonujących w danym przedsiębiorstwie maszyn i urządzeń produkcyjnych, stanowisk pracy oraz kontrola poziomu jakości produkowanych wyrobów).

W związku z powyższym autorski program badań przemysłowych obejmował opracowanie rozwiązań technologicznych dotyczących integracji systemów eksperckich, metod i technik sztucznej inteligencji oraz klasycznych metod algorytmicznych, m.in. metod numerycznych, wskaźnikowych oraz statystycznych.

W ujęciu szczegółowym program badań przemysłowych obejmował:

- analizę i ocenę możliwości integracji kilku metod i technik sztucznej inteligencji, np. system ekspercki + sieć neuronowa. Przykładowo, system ekspercki może przejmować dane wychodzące z sieci neuronowej i przedstawiać (na podstawie posiadanej bazy wiedzy) rozszerzony opis badanego zjawiska;
- analizę i ocenę możliwości integracji systemów eksperckich z metodami numerycznymi, wskaźnikowymi oraz statystycznymi, stosowanymi w diagnostyce technicznej i ekonomicznej.



**Rysunek nr 6. Integracja w obszarze systemów sztucznej inteligencji**

Źródło: opracowanie własne

W ramach projektu zostały przeprowadzone badania przemysłowe związane z opracowaniem nowej generacji systemów inżynierii wiedzy, a także prace dotyczące opracowania technologii integracji systemów eksperckich oraz rozwiązań klasy Business Intelligence. Przede wszystkim opracowano oryginalną formułę reprezentacji wiedzy, tj. kodyfikację reguł produkcyjnych, sieci semantycznych oraz ram w konwencji obiektowej, a także wielowymiarowe modele analityczne z wykorzystaniem rozwiązań klasy OLAP.

Reasumując, rezultatem programu badań przemysłowych było opracowanie określonych rozwiązań technologicznych, aplikacyjnych i systemowych związanych z rozwojem systemów inżynierii wiedzy, co zgodnie z zaleceniami Frascati można uznać za prace B+R w sferze technologii informatycznej.

#### 4.4. Eksperymentalne prace rozwojowe

Eksperymentalne prace rozwojowe określane są jako nabywanie, łączenie, kształtowanie i wykorzystywanie dostępnej aktualnie wiedzy i umiejętności z dziedziny nauki, technologii i działalności gospodarczej oraz innej wiedzy i umiejętności do planowania produkcji oraz tworzenia i projektowania nowych, zmienionych lub ulepszonych produktów, procesów i usług. Są to w szczególności:

- opracowywanie prototypów i projektów pilotażowych oraz demonstracje, testowanie i walidacja nowych lub ulepszonych produktów, procesów lub usług w otoczeniu stanowiącym model warunków rzeczywistego funkcjonowania, w celu dalszego udoskonalenia technicznego produktów, procesów lub usług, których ostateczny kształt nie został określony;

- opracowywanie prototypów i projektów pilotażowych, które można wykorzystać do celów komercyjnych, w przypadku gdy prototyp lub projekt pilotażowy stanowi produkt końcowy gotowy do wykorzystania komercyjnego, a jego produkcja wyłącznie do celów demonstracyjnych i walidacyjnych jest zbyt kosztowna<sup>22</sup>.

Eksperymentalne prace rozwojowe nie obejmują rutynowych i okresowych zmian (ulepszeń) wprowadzanych w produktach, liniach produkcyjnych, procesach wytwórczych oraz w istniejących usługach.

Aby prawidłowo zakwalifikować określone prace i zadania projektowe do kategorii eksperymentalnych prac rozwojowych (lub – alternatywnie – do prac wdrożeniowych), niezbędne jest zdefiniowanie pojęcia „prototypu systemu informatycznego”. Prototyp określane jest jako „wstępna, próbna, uproszczona, ale działająca wersja systemu informatycznego”<sup>23</sup>. W literaturze przedmiotu występuje również pojęcie tzw. „doświadczalnego prototypu”<sup>24</sup>. Prototyp doświadczalny postrzegany jest jako reprezentatywny element przyszłego, złożonego systemu. Eksperymentalny charakter prac związanych z implementacją prototypu pozwala na weryfikację pierwotnych założeń, iteracyjną analizę i ocenę nowo opracowanych elementów przyszłego systemu, interaktywną wymianę doświadczeń oraz formułowanie nowych koncepcji, usprawnień, modyfikacji i rozwiązań projektowych.

Wyróżniamy tzw. prototyp pionowy (*vertical prototype*) oraz prototyp poziomy (*horizontal prototype*)<sup>25</sup>. Zakres prac związanych z implementacją prototypu pionowego obejmuje opracowanie kluczowych funkcji, algorytmów, metod przetwarzania danych niezbędnych do potwierdzenia zasadności prac związanych z realizacją przedsięwzięcia. Realizacja prototypu pionowego obejmuje implementację poszczególnych warstw oprogramowania, a także testy funkcjonalne i obciążeniowe. Natomiast prototyp poziomy zawiera wybrane elementy

---

<sup>22</sup> Art. 2 ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki, tekst jedn.: Dz.U. 2018, poz. 87.

<sup>23</sup> K. Subieta, *Słownik terminów z zakresu obiektowości*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1999, s. 161.

<sup>24</sup> M. Buchenau, J.F. Suri, *Experience prototyping*, DIS '00. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, New York, 17–19 August 2000, s. 424–433.

<sup>25</sup> M. Beaudouin-Lafon, W. Mackay, *Prototyping tools and techniques* [w:] *The human-computer interaction handbook*, L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale 2003, s. 1013; M. Völter, *Software Architecture – a pattern language for building sustainable software architectures*, EuroPLoP' 2006, Eleventh European Conference on Pattern Languages of Programs, Irsee, 5–9 July 2006.

programowe związane z implementacją określonej warstwy nowo projektowanego systemu informatycznego. Najczęściej prototyp poziomy zawiera makietę przyszłego interfejsu użytkownika, z uwzględnieniem możliwości nawigacji i sterowania pomiędzy poszczególnymi oknami dialogowymi. Prototyp poziomy pozwala zweryfikować zgodność projektowanego systemu z uprzednio opracowaną specyfikacją wymagań funkcjonalnych.

Oczywiście koncepcja realizacji prototypu pionowego lub poziomego może zostać zaadaptowana do potrzeb konkretnych rozwiązań funkcjonalnych lub technologicznych, np. do projektowania i implementacji serwisów internetowych zostały opracowane trzy poziomy szczegółowości dotyczące tworzenia rozwiązań prototypowych<sup>26</sup>.

Poziom pierwszy obejmuje opracowanie makiety poszczególnych okien dialogowych. Obiekty interfejsu użytkownika są statyczne, tzn. nie istnieje możliwość wprowadzania i edycji danych, a także interaktywnej nawigacji i sterowania. Zaletą tej kategorii prototypu jest stosunkowo niski koszt implementacji. Generalnie, makiety interfejsu użytkownika mogą stanowić istotne uzupełnienie raportu z uprzednio przeprowadzonej analizy systemowej. W celu redukcji kosztów, na potrzeby budowy obiektów interfejsu stosowane są narzędzia klasy CASE (*Computer-Aided Software Engineering*), np. Power Designer, MS VISO Professional, Enterprise Architect. Narzędzia te umożliwiają stosunkowo proste opracowanie modeli poszczególnych okien dialogowych, bez konieczności tworzenia złożonych skryptów i procedur programowych.

Poziom drugi uwzględnia implementację graficznego interfejsu systemu wraz z mechanizmami umożliwiającymi nawigację, sterowanie oraz testowanie wybranych obiektów i kontrolek osadzonych na formularzach ekranowych. Jednakże prototyp nie jest dopracowany pod względem ergonomii oraz grafiki informacyjnej, a także nie posiada mechanizmów kontroli poprawności danych.

Poziom trzeci obejmuje implementację wybranych funkcji przyszłego serwisu. Użytkownik może zweryfikować proces związany z przetwarzaniem wybranych dokumentów, co zwykle wymaga wykonania odpowiednich operacji na kilku, logicznie powiązanych, oknach dialogowych. Oczywiście implementacja tej kategorii prototypu wymaga wykonania odpowiednich struktur danych oraz procedur umożliwiających operacje zapisu, odczytu i edycji danych w poszczególnych formularzach.

---

<sup>26</sup> D. Engelberg, A. Seffah, *A Framework for Rapid Mid-Fidelity Prototyping of Web Sites*, Proceedings of the IFIP 17<sup>th</sup> World Computer Congress – TC13 Stream on Usability: Gaining a Competitive Edge, red. J. Hammond, T. Gross, J. Wesson, Boston, 25–29 August 2002, s. 204.

Do podstawowych metod prototypowania należy zaliczyć<sup>27</sup>:

- prototypowanie metodą jednorazowego użytku (*throw-away prototyping*) – podejście mające na celu identyfikację i formalizację potrzeb przyszłych odbiorców. Metodę tę najczęściej stosuje się na etapie prac analitycznych w celu uzgodnienia wspólnej wizji oraz ilustracji sposobu działania kluczowych funkcji i parametrów nowo opracowanego systemu. Charakterystyczną cechą tej metody jest nietrwałość, aczkolwiek nie wymaga ona zaawansowanych i kosztownych narzędzi informatycznych, makiety tworzone są zwykle w formie papierowej;
- prototypowanie przyrostowe – metoda ta polega na realizacji kluczowych funkcji przyszłego systemu informatycznego, a następnie iteracyjnej modyfikacji i rozbudowie prototypu w miarę formułowania nowych oczekiwań i potrzeb użytkowników. Technika ta jest szczególnie użyteczna w sytuacji, gdy nie istnieje formalna specyfikacja wymagań. Wymagania funkcjonalne są na bieżąco identyfikowane i weryfikowane w ramach postępu prac nad prototypem;
- prototypowanie ekstermalne (*extreme prototyping*) – istotą tej metody jest podział projektu na możliwie niewielkie pakiety funkcjonalne, a następnie sukcesywna ich implementacja przy założeniu ciągłej współpracy i weryfikacji rezultatów częściowych przez przyszłych użytkowników.

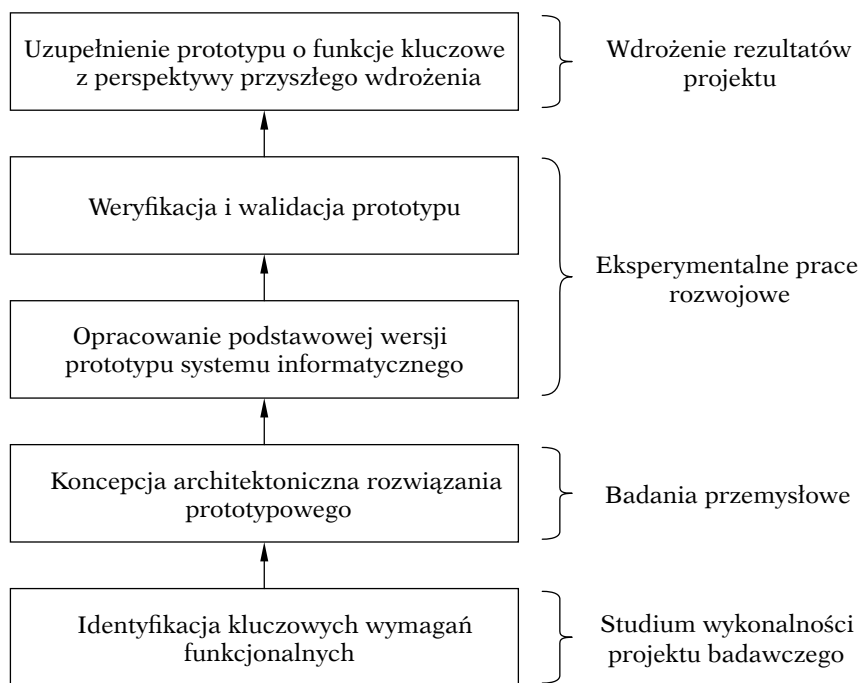
W odniesieniu do projektów informatycznych w sferze B+R, prace związane z realizacją rozwiązania prototypowego można podzielić na pięć zintegrowanych etapów:

- Identyfikacja kluczowych wymagań funkcjonalnych – określenie celu, zakresu oraz specyfikacja kluczowych funkcji, które powinny zostać zaimplementowane w wersji prototypowej oprogramowania w odniesieniu do uprzednio zdefiniowanego celu i rezultatów projektu badawczego.
- Koncepcja architektoniczna rozwiązania prototypowego – opracowanie ramowych założeń dotyczących architektury, technologii oraz metod implementacji prototypu, a także wersji finalnej produktu.
- Opracowanie podstawowej wersji prototypu systemu informatycznego – implementacja kluczowych funkcji, algorytmów, procedur w celu eksperymentalnego potwierdzenia zasadności zastosowania nowych, innowacyjnych rozwiązań technologicznych, aplikacyjnych i systemowych.

---

<sup>27</sup> B. Chrabski, K. Zmitrowicz, *Inżynieria wymagań w praktyce*, PWN, Warszawa 2015, s. 163–164; S. Ambler, *Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process*, John Wiley & Sons, Inc., New York 2002, s. 44–58.

- Weryfikacja i walidacja prototypu – analiza i ocena, czy przeprowadzone testy rozwiązania prototypowego pozwalają na naukowe potwierdzenie, że nowo opracowana technologia będzie spełniać parametry techniczno-eksploatacyjne, które zostały określone na etapie przygotowania studium wykonalności projektu badawczego. Na tej podstawie zostanie podjęta decyzja o kontynuacji przedsięwzięcia, lub – alternatywnie – zostanie sporządzona opinia, że kontynuacja prac jest nieopłacalna w odniesieniu do oczekiwanych założeń techniczno-ekonomicznych.
- Uzupełnienie prototypu o funkcje kluczowe z perspektywy przyszłego wdrożenia i komercjalizacji.



**Rysunek nr 7. Etapy realizacji prototypu systemu informatycznego w projekcie badawczo-rozwojowym**

Źródło: opracowanie własne

Za prace badawczo-rozwojowe można niewątpliwie uznać opracowanie nowej, oryginalnej metody planowania i optymalizacji produkcji z wykorzystaniem technologii sztucznych sieci neuronowych, a następnie implementację adekwatnych algorytmów komputerowych, struktur danych i procedur programowych. W omawianym przypadku program badawczy ukierunkowany jest

na zastosowanie innowacyjnych metod i technik sztucznej inteligencji w procesach planistycznych oraz opracowanie prototypu modułu produkcyjnego w celu empirycznej weryfikacji nowych rozwiązań aplikacyjnych i systemowych. Projekt cechuje interdyscyplinarność. Analiza i ocena zasadności zastosowania nieklasycznych metod w procesie planowania i optymalizacji produkcji wymaga opracowania rozwiązania prototypowego, a następnie przeprowadzenia szeregu testów funkcjonalnych i wydajnościowych. Na etapie testowania prototypu powinna zostać przewidziana możliwość wprowadzenia określonych ustawień i parametrów konfiguracyjnych w celu symulacji różnych wariantów procesu produkcyjnego, a także uczenia sztucznej sieci neuronowej.

Należy zwrócić uwagę, że proces projektowania i testowania prototypu modułu produkcyjnego nie może zostać ograniczony wyłącznie do wykonania prac ukierunkowanych na implementację nowych algorytmów planistycznych i optymalizacyjnych. Prototyp modułu produkcyjnego powinien zostać opracowany zgodnie z zasadami prototypowania pionowego (*vertical prototype*). Niezbędne jest wykonanie poszczególnych warstw oprogramowania, do których należy zaliczyć:

- interfejs użytkownika – wprowadzanie zmiennych parametrów procesu produkcyjnego, definiowanie struktury technologicznej wyrobu finalnego, ewidencja zasobów produkcyjnych, w tym prefabrykatów, podzespołów, części i innych elementów składowych, projektowanie wirtualnych linii produkcyjnych, maszyn, urządzeń i stanowisk pracy, tworzenie portfela zamówień rynkowych na produkty końcowe itp.;
- algorytmy planistyczne i optymalizacyjne – opracowanie komputerowego modelu planowania procesu produkcyjnego z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych oraz zapis nowo opracowanych funkcji, procedur, algorytmów w strukturalnych bądź obiektowych językach programowania;
- logika aplikacyjna – implementacja procedur związanych z obsługą nawigacji i sterowania systemem, procedur związanych z przetwarzaniem danych i współdziałaniem poszczególnych komponentów programowych;
- relacyjne struktury danych – opracowanie modelu fizycznego bazy danych na potrzeby ewidencji danych podstawowych dotyczących prototypowego procesu produkcyjnego, a także danych operacyjnych na potrzeby symulacji procesów planistycznych.

Proces implementacji prototypu modułu produkcyjnego będzie niewątpliwie obejmował prace, które zgodnie z zaleceniami Frascati można jednoznacznie zaliczyć do kategorii prac badawczo-rozwojowych. Rezultatem tych prac będzie opracowanie tzw. kodu podstawowego, który ma stanowić reprezentację modelu



sieci neuronowej. Jednakże przeprowadzenie komputerowej symulacji procesów planistycznych, analiza i ocena efektywności generowanych przez system harmonogramów, bilansów materiałowych i zestawień zleceń roboczych, a także testowanie nowo opracowanych algorytmów na danych rzeczywistych wymaga implementacji prototypu o funkcjonalności zbliżonej w dużej mierze do finalnej wersji przyszłego systemu informatycznego. Wybrane prace techniczne związane z projektowaniem interfejsu użytkownika czy też implementacją struktur danych można postrzegać jako tzw. działania rutynowe, związane z projektowaniem oprogramowania. Jednakże wykonanie tych prac jest niezbędne, aby opracować prototyp, który z kolei umożliwi przeprowadzenie eksperymentalnych prac rozwojowych dotyczących analizy i oceny poprawności funkcjonowania sieci neuronowej w realnych warunkach przemysłowych. Innymi słowy, wymienione prace techniczne związane z konstrukcją rozwiązania prototypowego nie stanowią zasadniczego celu przedsięwzięcia, aczkolwiek ich pominięcie uniemożliwia opracowanie prototypu modułu produkcyjnego.

Powyższe rozważania prowadzą do konkluzji, że zalecenia Frascati dotyczące realizacji prac B+R w projektach informatycznych należy stosować w odniesieniu do celu, zakresu i planowanych rezultatów przedsięwzięcia. W przeważającej większości przypadków tzw. prace rutynowe w obszarze ICT są niezbędne, aby opracować model symulacyjny, prototyp, czy też demonstracyjną wersję przyszłego produktu. W opinii Autora, umieszczenie tej kategorii prac w harmonogramie rzeczowo-finansowym projektu jest działaniem racjonalnym, a także w pełni zgodnym z praktyką realizacji informatycznych przedsięwzięć projektowych.

#### 4.5. Wdrożenie rezultatów projektu

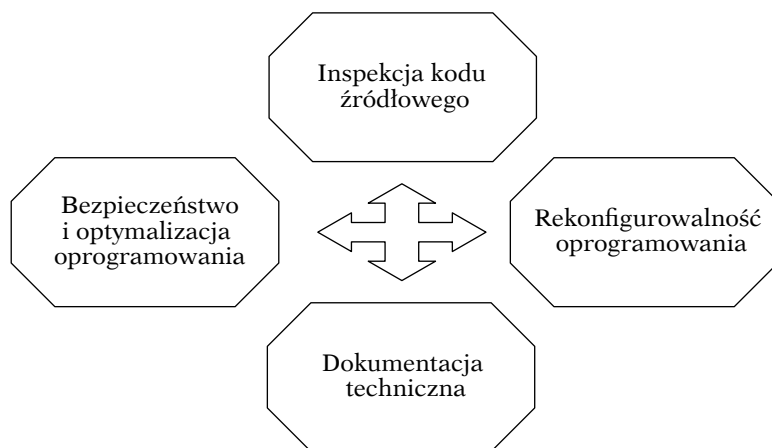
Prace wdrożeniowe polegają na wprowadzeniu określonego rozwiązania technicznego do działalności gospodarczej uprawnionego podmiotu, poprzez rozpoczęcie produkcji lub świadczenia usług na bazie uzyskanych wyników projektu. Przykładami czynności, które zwykle określane są mianem wdrożenia, są: przystosowanie nowo opracowanego rozwiązania technicznego do warunków przedsiębiorstwa, wykonanie pełnej dokumentacji technicznej, testowanie prototypu, wytworzenie próbnej serii wyrobu, uruchomienie produkcji seryjnej<sup>28</sup>. Jak już zostało wspomniane, w wersji prototypowej systemu informatycznego

---

<sup>28</sup> A. Niewęglowski, *Prawa i obowiązki stron umowy o prace badawcze*, „Kwartalnik Prawa Prywatnego” 2010, z. 4, s. 947–1003.

powinny zostać zaimplementowane jedynie kluczowe algorytmy, funkcje i obiekty programowe w celu eksperymentalnej weryfikacji nowych rozwiązań technologicznych, zgodnie z uprzednio zdefiniowanym celem i zakresem przedsięwzięcia.

Prace wdrożeniowe powinna zainicjować inspekcja kodu źródłowego prototypu w celu potwierdzenia zgodności zaimplementowanych funkcji oprogramowania z pierwotnymi założeniami oraz potwierdzenia jego walorów technologicznych. Następnie powinny zostać wdrożone rozwiązania techniczne dotyczące bezpieczeństwa i optymalizacji kodu źródłowego. Ponadto należy przeprowadzić testy regresyjne w celu potwierdzenia możliwości wprowadzania zmian w wersji dystrybucyjnej systemu (tzw. rekonfiguracja oprogramowania).



**Rysunek nr 8. Prace wdrożeniowe związane z przygotowaniem prototypu systemu informatycznego do wprowadzenia na rynek**

Źródło: opracowanie własne

W ujęciu szczegółowym prace wdrożeniowe powinny obejmować:

- Inspekcję kodu źródłowego oprogramowania – całościową analizę i ocenę rozwiązań architektonicznych, programistycznych i integracyjnych zaimplementowanych w wersji prototypowej systemu, inspekcję poprawności funkcjonowania algorytmów, funkcji, procedur, skryptów i komponentów programowych. Kryteria inspekcji: jakość kodu źródłowego, spójność semantyczna obiektów programowych, niezawodność, ergonomiczność interfejsu użytkownika, elastyczność konfiguracji komponentów aplikacyjnych, bezpieczeństwo, interoperacyjność.
- Integrację systemu nawigacji, komunikacji i sterowania – analizę i ocenę, czy emitowane przez system informatyczny informacje, komunikaty oraz

ostrzeżenia o błędach związanych z wprowadzeniem niepoprawnych wartości do poszczególnych kontrolek GUI są spójne semantycznie i syntaktycznie.

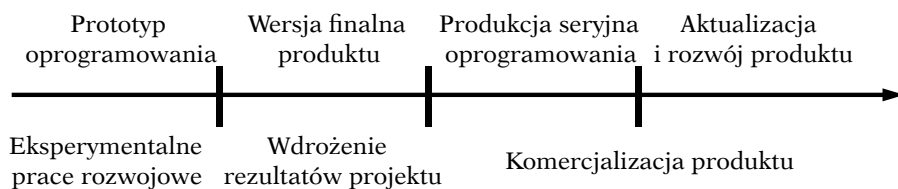
- Integrację mechanizmów identyfikacji, uwierzytelniania i autoryzacji – opracowanie centralnego dostępu do poszczególnych modułów, funkcji oraz formularzy aplikacyjnych w oparciu o system definiowalnych ról i uprawnień; identyfikację i uwierzytelnianie użytkowników (login, hasło) za pomocą zintegrowanego systemu kont aplikacyjnych oraz systemu kont serwera bazy danych; autoryzację użytkowników – opracowanie rozwiązań umożliwiających potwierdzenie, czy dany podmiot jest uprawniony do uzyskania dostępu do żądanego zasobu.
- Optymalizację kodu źródłowego – analizę i ocenę poziomu obciążenia poszczególnych tabel danych, badanie wydajności opracowanych procedur składowanych T-SQL; indeksację wybranych pól danych, optymalizację skryptów, a także wprowadzenie tabel redundantnych w celu archiwizacji danych historycznych na potrzeby przetwarzania analitycznego.
- Analizę i ocenę możliwości wprowadzania zmian, rekonfiguracji i parametryzacji wytworzonego oprogramowania – sprawdzenie, czy modyfikacja literalów nie wymaga bezpośredniej ingerencji w kod źródłowy aplikacji. Dotyczy to w szczególności adresów statycznych komputerów, lokalizacji plików wczytywanych i zapisywanych przez system, nazw własnych.
- Testy regresyjne – sprawdzenie, czy aktualnie wprowadzone zmiany, rozszerzenia funkcjonalne i aktualizacje nie mają negatywnego wpływu na zaimplementowane i wcześniej poprawnie działające funkcje systemu.
- Opracowanie dokumentacji technicznej – dokumentacja kodu aplikacyjnego powinna obejmować w szczególności: procedury programowe, struktury klas, obiektów, komponentów aplikacyjnych, procedury sterowania systemem ekranów i okien dialogowych, procedury weryfikacji i walidacji danych wprowadzanych przez użytkowników, procedury obsługi połączeń sieciowych, bazodanowych i aplikacyjnych, procedury integracji z zewnętrznymi systemami informatycznymi oraz procedury wewnętrznej integracji międzymodułowej. Kod źródłowy powinien zostać uzupełniony komentarzem wyjaśniającym znaczenie oraz sposób funkcjonowania poszczególnych zmiennych, procedur i obiektów programowych.

Konkludując powyższe rozważania należy podkreślić, że rezultatem prac wdrożeniowych powinno być opracowanie wersji finalnej systemu informatycznego, przeprowadzenie testów akceptacyjnych produktu w zewnętrznych laboratoriach komputerowych, a także przygotowanie adekwatnej dokumentacji technicznej.

## 4.6. Komercjalizacja produktu

W polskiej literaturze komercjalizacja prac badawczo-rozwojowych rozumiana jest jako wprowadzenie nowego produktu lub technologii na rynek. Komercjalizacja powinna uwzględniać kluczowe i niezbędne działania kształtujące wartość dodaną wyników badań, które z założenia mają przynieść właścicielowi tych wyników przychody i korzyści finansowe<sup>29</sup>.

Wyróżniamy komercjalizację bezpośrednią i pośrednią. Poprzez komercjalizację bezpośrednią należy rozumieć proces, w którym podmiot uprawniony do wyników B+R udziela licencji bezpośrednio podmiotowi wdrażającemu te wyniki, np. do produkcji według uprzednio uzyskanego patentu. Komercjalizacja pośrednia zaś ma miejsce wówczas, gdy podmiot posiadający prawa do wyników B+R wnosi prawa własności intelektualnej do spółki, której zadaniem jest podejmowanie dalszych działań w celu rozwinięcia technologii do takiego poziomu, na którym stanie się ona interesująca dla podmiotu mogącego dokonać wdrożenia<sup>30</sup>.



**Rysunek nr 9. Strategia komercjalizacji wyników projektów badawczo-rozwojowych**

Źródło: opracowanie własne

Powyższe rozważania prowadzą do konkluzji, że komercjalizacja może również obejmować prace wdrożeniowe. Jednakże, z uwagi na specyfikę projektów badawczo-rozwojowych w branży ICT, zasadny jest podział na tzw. wdrożenie, obejmujące prace związane z implementacją wersji finalnej (dystrybucyjnej) systemu informatycznego na bazie eksperymentalnego prototypu oraz komercjalizację. Komercjalizacja będzie obejmowała działania związane z wprowadzeniem nowo opracowanego produktu do powszechnego obrotu gospodarczego. Proponowane podejście potwierdzają wnioski z analizy podręcznika Frascati. Prace techniczne związane z przygotowaniem wersji finalnej (dystrybucyjnej)

<sup>29</sup> D. Trzmielak, *Komercjalizacja wiedzy i technologii – determinanty i strategie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2013, s. 21.

<sup>30</sup> *Komercjalizacja B+R dla praktyków 2016*, red. M. Barszcz, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017, s. 20.

produktu należy postrzegać jako tzw. czynności rutynowe związane z tworzeniem oprogramowania, które nie mogą być uznane za prace badawczo-rozwojowe.

Komercjalizacja produktów programowych może obejmować następujące działania:

- Uruchomienie produkcji oprogramowania – kompilację kodu źródłowego, a także wytworzenie mediów instalacyjnych oraz rozpoczęcie seryjnej produkcji oprogramowania.
- Strategię licencjonowania. W branży ICT stosowane są modele licencyjne, w których przedmiotem kalkulacji jest liczba użytkowników (tzw. licencje stanowiskowe) lub też wykorzystanie mocy obliczeniowej sprzętu komputerowego (tzw. licencje na procesor/rdzeń procesora). Alternatywnym rozwiązaniem może być powiązanie wysokości opłaty licencyjnej z liczbą obiektów (rekordów danych) przetwarzanych w systemie informatycznym. Przykładowo, w systemie płacowym wysokość opłaty licencyjnej może być uzależniona od liczby aktywnych rekordów pracowniczych, natomiast w systemie wspomagającym zarządzanie flotą taryfikator licencji może zostać powiązany z liczbą zaewidencjonowanych pojazdów. Z kolei dla małych i średnich przedsiębiorstw rozwiązaniem optymalnym kosztowo może być zdalny dostęp do poszczególnych funkcji oprogramowania – model *Cloud Computing*.
- Strategię serwisu i rozwoju produktu. Istotnym czynnikiem, mającym wpływ na całościowy koszt wdrożenia i eksploatacji systemu informatycznego jest wysokość tzw. opłaty serwisowej (*maintenance*). Opłata serwisowa naliczana jest w postaci rocznego abonamentu, zwyczajowo wynosi 8–16% wartości nabytych licencji. Standardowo opłata serwisowa obejmuje: aktualizację funkcjonalną produktu (dostosowanie produktu do zmian w krajowych przepisach prawnych i regulacjach branżowych), aktualizację techniczną (dostosowanie produktu do nowych wersji systemów operacyjnych, systemów baz danych, protokołów sieciowych itp.), prace rozwojowe (wprowadzanie nowych funkcjonalności) i pomoc telefoniczną.
- Strategię dystrybucji. Usługi informatyczne związane z wdrożeniem systemu informatycznego w działalności gospodarczej nabywców oprogramowania obejmują: analizę systemową, instalację, konfigurację, parametryzację, szkolenia dla użytkowników końcowych i administratorów. Usługi te mogą być świadczone bezpośrednio przez producenta oprogramowania lub też przez sieć przedsiębiorstw partnerskich. W sytuacji, gdy planowana jest ekspansja na rynki zagraniczne konieczna jest internacjonalizacja i lokalizacja oprogramowania (tj. adaptacja produktu do obowiązujących w danym kraju przepisów i regulacji prawnych).

- Strategię marketingową. Opracowanie wersji prezentacyjnej oprogramowania w celu demonstracji i promocji produktu oraz przygotowanie materiałów informacyjnych. Przykładowo, wersja demonstracyjna produktu może zostać opracowana z wykorzystaniem technologii maszyn wirtualnych, co umożliwia uruchomienie i prezentację pełnej funkcjonalności produktu bez konieczności przeprowadzenia czasochłonnych procedur instalacyjnych.

Jak już wspomniano, komercjalizacja związana jest z transferem technologii i wyników prac badawczo-rozwojowych. Komercjalizacja może polegać na udzieleniu licencji oraz tworzeniu nowych podmiotów gospodarczych, tzw. przedsiębiorstw technologicznych. Wyróżniamy trzy kategorie tej klasy podmiotów: przedsiębiorstwa utworzone na podstawie licencji przekazanej z jednostki macierzystej (*spin-offs*) lub wniesienia własności intelektualnej do spółki; przedsiębiorstwa utworzone np. przez absolwentów uczelni, ale niepowiązane licencją lub patentem z jednostką macierzystą (*spin-outs*) oraz samodzielne jednostki organizacyjne (w ramach danej organizacji) utworzone na podstawie transferu wiedzy (*spin-ins*). Przedsiębiorstwa *spin-out* mogą być również określane mianem tzw. podmiotów zależnych, które są powiązane kapitałowo z podmiotem macierzystym<sup>31</sup>.

W odniesieniu do projektów badawczo-rozwojowych dofinansowanych z funduszy Unii Europejskiej transfer technologii może być realizowany poprzez powołanie konsorcjum naukowego. Konsorcjum naukowe stanowi grupę jednostek organizacyjnych, w której skład wchodzi co najmniej jedna jednostka naukowa oraz co najmniej jeden przedsiębiorca. Celem utworzenia konsorcjum naukowego jest wspólna realizacja przedsięwzięcia badawczo-rozwojowego obejmującego badania przemysłowe oraz eksperymentalne prace rozwojowe. Rezultat projektu będzie natomiast przedmiotem wdrożenia i komercjalizacji w ramach działalności gospodarczej przedsiębiorcy.

## 5. Ochrona praw własności intelektualnej rezultatów projektu

Kluczowym, makroekonomicznym determinantem efektywności wydatków na B+R jest system ochrony praw własności intelektualnej. W literaturze podkreśla się, że prawidłowo zaprojektowane i przestrzegane prawa własności inte-

---

<sup>31</sup> D. Trzmielak, W. Bradley Zehner, *Metodyka i organizacja doradztwa w zakresie transferu i komercjalizacji technologii*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2011.

lektualnej tworzą korzystne środowisko dla prowadzenia działalności B+R oraz zmniejszają ryzyko imitacji, które jest szczególnie dotkliwe dla przedsiębiorstw i naukowców opracowujących nowe rozwiązania<sup>32</sup>. Warto jednak podkreślić, że dla zabezpieczenia interesu ogólnogospodarczego konieczne jest zachowanie właściwych proporcji pomiędzy prawną ochroną własności intelektualnej a możliwościami rozpowszechniania i udoskonalania wytworzonej wiedzy<sup>33</sup>.

Wśród dóbr niematerialnych, które mogą podlegać prawnej ochronie, można wyróżnić trzy grupy. Najliczniejsza jest grupa różnego rodzaju utworów wyrażonych słowem, symbolami matematycznymi, znakami graficznymi (m.in. utwory literackie, publicystyczne, naukowe, kartograficzne, programy komputerowe). Drugą grupę stanowią przedmioty zaliczane do tzw. własności przemysłowej (wynalazki w dowolnej dziedzinie techniki, wzory użytkowe, wzory przemysłowe). Do trzeciej grupy zaliczane są dobra, których nie można jednoznacznie zakwalifikować ani do utworów, ani do własności przemysłowej (np. know-how, nowe odmiany roślin, domeny internetowe)<sup>34</sup>.

W odniesieniu do branży ICT, szczególnie istotną kwestią jest ochrona praw własności intelektualnej rezultatu projektu oraz ochrona patentowa.

Patent to, w dużym uproszczeniu, dokument stwierdzający własność wynalazku i wyłączność na korzystanie z niego na terytorium danego kraju<sup>35</sup>. Szczególną ochronę prawną w postaci tzw. prawa z patentu mogą uzyskać niektóre nowe rozwiązania techniczne, spełniające kryteria określone przez ustawodawcę. Wyłączność na korzystanie z wynalazku podlega ochronie prawnej. Wyłączność tę przyznaje się w zamian za ujawnienie wynalazku, poprzez udokumentowanie jego celu, przeznaczenia, parametrów technicznych oraz opisu przemysłowego zastosowania nowo opracowanego produktu lub technologii. Niewątpliwie, pojęcie „wynalazek” kojarzy się z odkryciem, nowością, innowacją.

---

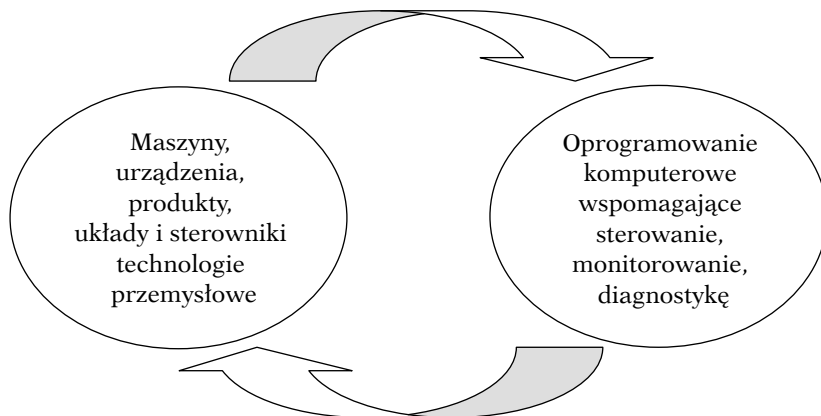
<sup>32</sup> C.P. Chen, J.L. Hu, C.H. Yang, *R&D Efficiency and the National Innovation System: an International Comparison Using the Distance Function Approach*, „Bulletin of Economic Research” 2014, vol. 66, no. 1, s. 55–71.

<sup>33</sup> M. Antosiewicz, P. Bartkiewicz, J. Frankowski, H. Kalinowski, M. Ośka, A. Regulski, J. Witajewski-Baltvilks, *Ewaluacja ex-post wpływu funduszy unijnych w ramach perspektywy finansowej 2007–2013 na podstawowe wskaźniki innowacyjności i działalności R+R*, s. 24, <https://www.poir.gov.pl> [dostęp 22.02.2018].

<sup>34</sup> W. Kotarba, *Problemy ochrony dóbr niematerialnych [w:] Budowa gospodarki opartej na wiedzy w Polsce – modele i doświadczenia*, red. M. Moszkowicz, R. Kamiński, M. Wąso-wicz, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2013, s. 84.

<sup>35</sup> L. Bieguński, *Ochrona własności przemysłowej. Poradnik przedsiębiorcy*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2004, s. 10.

Patenty są zatem udzielane – bez względu na dziedzinę techniki – na wynalazki, które posiadają takie atrybuty, jak: nowość, poziom wynalazczy oraz możliwość przemysłowego zastosowania<sup>36</sup>. Zgodnie z krajowym prawodawstwem tzw. programy do maszyn cyfrowych podlegają ochronie z tytułu praw autorskich, natomiast nie podlegają ochronie patentowej<sup>37</sup>. W dokumentach programowych Europejskiego Urzędu Patentowego pojęcie programów do maszyn cyfrowych można odnieść zarówno do kodu źródłowego, jak również do gotowych, skompilowanych komponentów programowych, wchodzących w skład poszczególnych modułów złożonych systemów informatycznych<sup>38</sup>. Innymi słowy, opracowanie algorytmów programowych oraz ich zapis w postaci sekwencji linii kodu źródłowego nie jest wynalazkiem w świetle krajowych i europejskich regulacji prawnych.



**Rysunek nr 10. Strategia patentowa – oprogramowanie komputerowe jako integralny element wynalazku**

Źródło: opracowanie własne

Ochroną patentową mogą zostać objęte innowacyjne metody i technologie przemysłowe, których immanentnym komponentem składowym będzie oprogramowanie komputerowe<sup>39</sup>. Przykładowo, opracowanie projektu nowej generacji układu sterowania tokarką rewolwerową będzie obejmować szereg innowacyjnych

<sup>36</sup> Art. 24 ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r. – Prawo własności przemysłowej, tekst jedn.: Dz.U. 2017, poz. 776.

<sup>37</sup> Ibidem, art. 28.

<sup>38</sup> Art. 52 §2C of European Patent Convention, <https://www.epo.org/law-practice/legal-texts/html/epc/2016/e/ar52.html> [dostęp 24.02.2018].

<sup>39</sup> *Patents for software. European law and practice*, European Patent Office, Munich 2013.



rozwiązań z dziedziny mechaniki i konstrukcji maszyn, a także informatyki, np. oprogramowanie systemu sterowania funkcjami maszyny, monitorowanie parametrów procesu technologicznego, adaptery do systemów klasy ERP/MES.

Decyzja o rozpoczęciu prac związanych z przygotowaniem wniosku patentowego powinna zostać poprzedzona analizą i oceną stanu techniki oraz badaniem tzw. „czystości patentowej” z wykorzystaniem zewnętrznych, ogólnodostępnych baz danych. Celem tych badań jest potwierdzenie, że wdrożenie rezultatów projektu nie naruszy praw własności intelektualnej innego podmiotu, a także istnieje możliwość objęcia ochroną praw własności intelektualnej rezultatów projektu. W Polsce badania tzw. „czystości patentowej” mogą zostać efektywnie przeprowadzone w oparciu o bazę danych Urzędu Patentowego RP oraz międzynarodowe, ogólnodostępne zasoby, m.in. European Patent Register (informacje z rejestru patentowego o zgłoszeniach i patentach EP), European Publication Server (pełne teksty zgłoszeń i opisów patentowych EP), Espacenet (baza dokumentów patentowych EPO).

Należy zwrócić szczególną uwagę na to, że opracowanie i złożenie wniosku patentowego powinno zostać dokonane przed promocją, popularyzacją nowo opracowanego produktu, a w szczególności przed jego wprowadzeniem do powszechnego obrotu gospodarczego.

Urząd Patentowy sporządza dla każdego wynalazku podlegającego ogłoszeniu sprawozdanie o stanie techniki, obejmujące wykaz publikacji, które będą brane pod uwagę przy ocenie zgłoszonego wynalazku<sup>40</sup>. W większości przypadków stan techniki obejmuje opisy zgłoszeniowe i patentowe różnych krajów, jak również publikacje książkowe, artykuły w czasopismach fachowych, prospekty oraz katalogi firmowe i asortymentowe, dowody stosowania i wystawienia na wystawie oraz publikacje internetowe.

Zgodnie z krajowym orzecznictwem „Nie jest nowym rozwiązaniem wynalazek (...), który wcześniej został udostępniony dwóm przedsiębiorcom w celu uzyskania opinii o przydatności i walorach wynalazku oraz wyceny produktu wytworzonego na podstawie tego wynalazku” (orzeczenie WSA Nr VI SA/Wa, Nr 2228/06).

Konkludując powyższe rozważania, w branży ICT ochroną patentową mogą zostać objęte tzw. rozwiązania zintegrowane, tj. metody, technologie, produkty, w których oprogramowanie komputerowe stanowi immanentny komponent tzw. większej, złożonej całości, np. komputerowo sterowana linia produkcyjna do

---

<sup>40</sup> *Poradnik wynalazcy. Procedury zgłoszenia w systemie krajowym*, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2009.

wytwarzania silników elektrycznych. Należy pamiętać, że komercjalizacja produktu powinna nastąpić dopiero po złożeniu wniosku w Urzędzie Patentowym RP. Uzyskanie ochrony patentowej gwarantuje przedsiębiorcy wyłączne prawo do komercjalizacji wynalazku, wykluczając jego swobodne wykorzystywanie przez konkurencję. Uzyskanie patentu na innowacyjne produkty i technologie przemysłowe wzmacnia pozycję rynkową przedsiębiorcy, kreuje pozytywny wizerunek, a także ułatwia pozyskanie funduszy na inwestycje i rozwój, a w szczególności środków typu *venture capital* oraz dotacji Unii Europejskiej. Posiadanie patentu wlicza się do aktywów przedsiębiorstwa. Podmiot uprawniony może uzyskać przychody ze sprzedaży licencji na komercyjne wykorzystanie wynalazku innemu przedsiębiorcy. Uzyskanie patentu może zwiększyć dochody przedsiębiorcy oraz umożliwić szybszy zwrot nakładów inwestycyjnych, które zostały przeznaczone na prace B+R.

## 6. Zakończenie

Projekty o charakterze badawczo-rozwojowym w branży ICT to przedsięwzięcia złożone, interdyscyplinarne, a jednocześnie ukierunkowane na wytworzenie praktycznego, mierzalnego rezultatu, który będzie przedmiotem przyszłego wdrożenia i komercjalizacji.

Uzyskanie dofinansowania na realizację tej kategorii przedsięwzięcia z funduszy Unii Europejskiej wymaga spełnienia wymagań formalnych i merytorycznych, a także opracowania złożonej dokumentacji konkursowej, m.in. wniosku o dofinansowanie projektu, studium wykonalności przedsięwzięcia, harmonogramu rzeczowo-finansowego. Pozytywna ocena wniosku o dofinansowanie projektu uwarunkowana jest spełnieniem licznych kryteriów, dotyczących m.in. innowacyjności przyszłego rozwiązania informatycznego w odniesieniu do realnych potrzeb rynku, spójności i zaawansowania merytorycznego programu badań przemysłowych i eksperymentalnych prac rozwojowych oraz racjonalności planu i budżetu inwestycji. Do podstawowych trudności związanych z przygotowaniem racjonalnego programu badań przemysłowych należy zaliczyć niejednoznaczność oraz brak szczegółowych wytycznych dotyczących interpretacji zaleceń Frascati. Obiektywną trudność może stanowić odpowiednie przypisanie prac związanych z budową i rozwojem prototypu oprogramowania do kategorii eksperymentalnych prac rozwojowych lub – alternatywnie – do prac wdrożeniowych.

W niniejszym artykule została przedstawiona koncepcja metodyczna realizacji projektów badawczo-rozwojowych w branży ICT ze szczególnym uwzględnieniem wymagań Unii Europejskiej oraz krajowych regulacji prawnych. Opis poszczególnych etapów realizacji tej kategorii przedsięwzięcia został zilustrowany przykładami rozwiązań aplikacyjnych. Praca może zostać wykorzystana praktycznie, jako przewodnik dla podmiotów ubiegających się o dofinansowanie projektu ze środków europejskich.

## Bibliografia

- 2016 *Global R&D Funding Forecast. A Supplement to R&D Magazine Winter 2016*, [www.rdmag.com](http://www.rdmag.com) [dostęp 8.02.2018].
- Ambler S., *Agile Modeling: Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process*, John Wiley & Sons, Inc., New York 2002.
- Antosiewicz M., Bartkiewicz P., Frankowski J., Kalinowski H., Ośka M., Regulski A., Witajewski-Baltvilks J., *Ewaluacja ex-post wpływu funduszy unijnych w ramach perspektywy finansowej 2007–2013 na podstawowe wskaźniki innowacyjności i działalności R+R*, <https://www.poir.gov.pl> [dostęp 22.02.2018].
- Bąk A., *Polskie jednostki naukowe – rola w sektorze B+R* [w:] *Badania – Rozwój – Innowacje. Wybrane zagadnienia*, red. M. Baranowski, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017.
- Beaudouin-Lafon M., Mackay W., *Prototyping tools and techniques* [w:] *The human-computer interaction handbook*, L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale 2003.
- Biała Księga Innowacji*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa 2016.
- Bieguński L., *Ochrona własności przemysłowej. Poradnik przedsiębiorcy*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2004.
- Bonikowska M., Grucza B., Majewski M., Małek M. (red.), *Podręcznik zarządzania projektami miękkimi w kontekście Europejskiego Funduszu Społecznego*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2006.
- Buchenau M., Suri J.F., *Experience prototyping*, DIS '00 Proceedings of the 3<sup>rd</sup> conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques, New York, 17–19 August 2000.
- Chen C.P., Hu J.L., Yang C.H., *R&D Efficiency and the National Innovation System: an International Comparison Using the Distance Function Approach*, „Bulletin of Economic Research” 2014, vol. 66, no. 1, s. 55–71.
- Chrabski B., Zmitrowicz K., *Inżynieria wymagań w praktyce*, PWN, Warszawa 2015.
- Czekański Ł., Gajek P., *Pomoc publiczna na badania, rozwój i innowacje*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2015.

- Engelberg D., Seffah A., *A Framework for Rapid Mid-Fidelity Prototyping of Web Sites*, Proceedings of the IFIP 17<sup>th</sup> World Computer Congress – TC13 Stream on Usability: Gaining a Competitive Edge, red. J. Hammond, T. Gross, J. Wesson, Boston, 25–29 August 2002.
- European Innovation Scoreboard 2017*.
- Frascati Manual 2015, Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*, OECD Publishing, Paris 2015.
- Głuszyński J., Kowalewska A., *Kultura organizacyjna w firmie innowacyjnej [w:] Badaania – Rozwój – Innowacje. Wybrane zagadnienia*, red. M. Baranowski, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017.
- Horizon 2020 Work Programme 2014–2015*, European Commission Decision C (2015) 8621 of 4 December 2015.
- Instrukcja przygotowania studium wykonalności dla projektów informatycznych realizowanych w ramach 7. osi priorytetowej Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2008, <http://8poig.mac.gov.pl> [dostęp 20.02.2018].
- Instrukcja wypełnienia wniosku o dofinansowanie projektu w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014–2020*, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017, <http://www.ncbr.gov.pl/> [dostęp 16.02.2018].
- Kisielnicki J., *Innowacyjność gospodarki polskiej na tle wybranych krajów Unii Europejskiej i świata*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2016, nr 281.
- Komercjalizacja B+R dla praktyków 2016*, red. M. Barszcz, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa 2017.
- Kotarba W., *Problemy ochrony dóbr niematerialnych [w:] Budowa gospodarki opartej na wiedzy w Polsce – modele i doświadczenia*, red. M. Moszkowicz, R. Kamiński, M. Wąsowicz, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2013.
- Niewęglowski A., *Prawa i obowiązki stron umowy o prace badawcze*, „Kwartalnik Prawa Prywatnego” 2010, z. 4, s. 947–1003.
- Opłatność inwestowania w badania i rozwój*, raport opracowany przez ekspertów PwC przy współpracy NCBR, [www.ncbr.gov.pl](http://www.ncbr.gov.pl) [dostęp 10.02.2018].
- Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, 3<sup>rd</sup> edition, OECD/Eurostat, Paris 2005.
- Patents for software. European law and practice*, European Patent Office, Munich 2013.
- Poradnik wynalazcy. Procedury zgłoszenia w systemie krajowym*, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2009.
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 4 stycznia 2011 r. w sprawie sposobu zarządzania przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju realizacją badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa Państwa, Dz.U. 2011, Nr 18, poz. 91.

- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 r. w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych, Dz.U. 2011, Nr 179, poz. 1065.
- Smart Industry Polska 2017, Adaptacja innowacji w działalności mikro oraz małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce*, Warszawa 2017.
- Subieta K., *Słownik terminów z zakresu obiektowości*, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa 1999.
- Trzmielak D., *Komercjalizacja wiedzy i technologii – determinanty i strategie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2013.
- Trzmielak D., Bradley Zehner W., *Metodyka i organizacja doradztwa w zakresie transferu i komercjalizacji technologii*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2011.
- Ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki, tekst jedn.: Dz.U. 2018, poz. 87.
- Ustawa z dnia 30 czerwca 2000 r. – Prawo własności przemysłowej, tekst jedn.: Dz.U. 2017, poz. 776.
- Völter M., *Software Architecture – a pattern language for building sustainable software architectures*, EuroPLOP' 2006, Eleventh European Conference on Pattern Languages of Programs, Irsee, 5–9 July 2006.
- The European Patent Convention, <https://www.epo.org/law-practice/legal-texts/html/epc/2016/e/ar52.html> [dostęp 24.02.2018].

\* \* \*

## **Methodology of research and development projects realization in the ICT industry**

### **Summary**

The article describes the method of research and development projects implementation in the ICT industry. The requirements of the European Union and national legal regulations have been taken into consideration. The individual stages of the project were presented, taking into account the specificity of the ICT. The article was created based on the results of the project no. POIG.01.03.01–14–059/12.

**Keywords:** research and development, management of ICT project, information technology

