

Pomiar i ocena działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie

Agnieszka Kurczewska

Celem artykułu jest przedstawienie problemu oceny działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie oraz zaproponowanie wskaźników jej pomiaru. W pracy skonstruowano kilkanaście wskaźników, które ujęto w trzy grupy: wskaźniki nakładów na badania i rozwój, wskaźniki rezultatów działalności badawczo-rozwojowej oraz wskaźniki intensywności, badające relacje między nakładami a rezultatami tej działalności. Stworzone mierniki uwzględniają zasoby i nakłady o charakterze zarówno finansowym, technicznym, jak i ludzkim. Mogą stać się przydatnym narzędziem badania dynamiki i struktury działalności badawczo-rozwojowej, służącym usprawnieniu procesów analizy ekonomicznej, zarządzania i controllingu w firmach. W pracy nakreślone zostaną również obszary największych trudności i najczęściej popełnianych błędów metodologicznych przy pomiarze aktywności badawczo-rozwojowej.

1. Wstęp

Prace badawczo-rozwojowe (B+R) stanowią istotny element procesu innowacyjnego zachodzącego w przedsiębiorstwach. Wraz z tzw. technologią materialną (zaawansowane technicznie maszyny i urządzenia, sprzęt o podwyższonych parametrach technicznych) i niematerialną (patenty, licencje, usługi techniczne) decydują o poziomie działalności innowacyjnej firmy (GUS 2005: 74). Jak każda sfera funkcjonowania przedsiębiorstwa, również badania i rozwój wymagają monitorowania i oceny. Potrzebny jest zatem jak najbardziej uniwersalny zestaw wskaźników finansowo-technicznych, umożliwiający pomiar, analizę i kontrolę tego podstawowego komponentu innowacyjności podmiotów gospodarczych.

Podjęcie tematu mierzalności sfery badawczo-rozwojowej na poziomie pojedynczego przedsiębiorstwa ma szerokie uzasadnienie. Konieczność pomiaru tej działalności Ojanen i Vuola (2006: 280) tłumaczą jej istotnym wpływem na produktywność i pozycję rynkową firmy. Co więcej, zauważają, że inwestycje w B+R często konkurują z innymi kategoriami inwestycji, wskaźniki pomogłyby zatem w rzetelnej ocenie efektywności poszczególnych projektów inwestycyjnych i dokonywaniu racjonalnych wyborów. Do innych przesłanek podjęcia tematu można zaliczyć silną orientację na promowanie

innowacyjności i prac badawczo-rozwojowych w przedsiębiorstwach. Mnożość krajowych i europejskich programów wsparcia dla firm innowacyjnych (np. konkursy organizowane w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, projekty celowe zarządzane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego czy Naczelną Organizację Technologiczną, Inicjatywa Technologiczna) wymaga od przedsiębiorców umiejętności zaprezentowania, w możliwie jak najbardziej skwantyfikowany sposób, własnej działalności badawczo-rozwojowej. Również przy korzystaniu z alternatywnych form finansowania, takich jak fundusze *venture capital* czy rynek giełdowy NewConnect, wymagane jest eksponowanie badawczego aspektu innowacyjności firmy. Znaczenie ma także pogłębiające się umiędzynarodowienie sfery B+R oraz jej rosnący udział w wydatkach przedsiębiorstwa, niezależnie od branży funkcjonowania. Ponadto, popularyzacja zagadnienia pomiaru sfery B+R w przedsiębiorstwach może mieć istotny wpływ na percepcję innowacyjności przez niektóre firmy. Badania wskazują bowiem, że statystyki narodowe mogą nie uwzględniać sfery badawczo-rozwojowej niektórych małych i średnich przedsiębiorstw (Kleinknecht 1987: 253–256). Małe firmy mogą być często nieświadome prowadzenia prac B+R.

Celem artykułu jest przedstawienie problemu oceny działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie oraz zaproponowanie wskaźników jej pomiaru. Stworzone mierniki mogą stać się przydatnym narzędziem badania dynamiki i struktury działalności B+R, służącym usprawnieniu procesów analizy ekonomicznej, zarządzania i controllingu w firmach. W pracy zostaną również nakreślone obszary największych trudności i najczęściej popełnianych błędów metodologicznych przy pomiarze aktywności badawczo-rozwojowej.

2. Etapy pomiaru działalności badawczo-rozwojowej oraz podstawowe kwestie definicyjne

Większość badań naukowych (np. Griliches 1998; Mairesse i Sassenou 1991) potwierdza dodatnią korelację między działalnością badawczo-rozwojową a rozwojem przedsiębiorstwa, zwłaszcza wzrostem jego produktywności. Wpływ tej kategorii działalności na efektywność funkcjonowania firmy może mieć charakter bezpośredni i obejmować poprawę takich wskaźników, jak na przykład TFP (produktywność czynników produkcji), jak też pośredni – dawać tzw. efekt rozlewu wiedzy (*spillover effect*), polegający na zwiększaniu własnej produktywności przy wykorzystaniu dorobku badawczo-rozwojowego innych firm (Jaffe 1986: 984). Dwoistość wpływu powoduje większe trudności w pomiarze rzeczywistego wpływu B+R na wyniki przedsiębiorstwa. Problemy potęguje brak umiejętności wyodrębnienia działalności badawczo-rozwojowej z innych obszarów funkcjonowania firmy oraz uwzględnianie relacji z otoczeniem, zwłaszcza z innymi firmami oraz instytucjami otoczenia biznesu.

Analiza działalności badawczo-rozwojowej nie jest prostym zadaniem. Proces pomiaru działalności B+R w firmie cechuje złożoność. Wymaga

kompleksowego podejścia, na które powinny się składać następujące przedsięwzięcia:

- zdefiniowanie istoty i zakresu tej działalności wraz z przedstawieniem powiązań z innymi sferami działania przedsiębiorstwa,
- wybranie podejścia badawczego i metodologii pomiaru w zależności od potrzeb firmy,
- określenie sposobów analizy danych i stworzenie adekwatnych mierników, przy czym mierniki te mają nie tylko charakter finansowy, ale również techniczny,
- identyfikacja źródeł danych umożliwiających kalkulację mierników sfery badawczo-rozwojowej,
- przeprowadzenie wielowymiarowej analizy służącej ocenie działalności badawczo-rozwojowej w danym przedsiębiorstwie, również w przekroju czasowym.

2.1. Zdefiniowanie istoty i zakresu działalności badawczo-rozwojowej

Badania i rozwój są elementem procesów innowacyjnych zachodzących w przedsiębiorstwie. Bardzo często są mylone z innymi aspektami innowacyjności w firmie. W związku z tym ważne staje się rozróżnianie i zrozumienie takich pojęć, jak: działalność naukowo-technologiczna, innowacja technologiczna, TPP, sfera B+R, jednostka badawczo-rozwojowa. Warto uporządkować te terminy, często bowiem są one powiązane definicyjnie, ale ich rozróżnianie staje się kluczowe przy wyodrębnianiu działalności badawczo-rozwojowej.

Działalność naukowo-technologiczna obejmuje działania edukacyjno-szkoleniowe o charakterze naukowym i technicznym, jak również usługi o tym profilu, czyli zalicza się tu m.in. działalność usługową bibliotek i muzeów, wykonywanie tłumaczeń, gromadzenie danych o zjawiskach społeczno-ekonomicznych, testowanie, standaryzację i kontrolę jakości, doradztwo (OECD 2002: 18).

Przez **innowację technologiczną** rozumiane są wszystkie przedsięwzięcia naukowe, technologiczne, organizacyjne i komercjalizacyjne, również inwestycje w nową wiedzę, które prowadzą do wdrożenia nowego (czy udoskonalonego) technologicznie produktu lub procesu. Innowacje technologiczne obejmują innowacje technologiczne produktów i procesów, dlatego często do ich określania stosuje się akronim **TPP** (*technological products and processes*). Badania i rozwój to element innowacji technologicznej, mogący zachodzić na różnych etapach procesu innowacyjnego (OECD 2002: 18).

Działalność badawczo-rozwojowa jest definiowana jako „systematycznie prowadzone prace twórcze, podjęte dla zwiększenia zasobu wiedzy, w tym wiedzy o człowieku, kulturze i społeczeństwie, jak również dla znalezienia nowych zastosowań dla tej wiedzy” (GUS 2009: 36). Jej cechą charakterystyczną jest wyraźny element nowości i eliminacja niepewności naukowej

lub technicznej, czyli doprowadzanie do rozwiązania problemu, które nie wypływa w sposób oczywisty z dotychczasowego stanu wiedzy. Zdecydowanie terminem „działalność badawczo-rozwojowa” nie można objąć przedsięwzięć związanych z edukacją i szkoleniem, administracją, jak również usług naukowo-technicznych (gromadzenia i kodyfikacji danych, klasyfikacji, tłumaczeń, analizy, ewaluacji).

Prace badawczo-rozwojowe obejmują: badania podstawowe (*basic research*), badania stosowane (*applied research*) i prace rozwojowe (*experimental development*). **Badania podstawowe**, obejmujące przede wszystkim oryginalne opracowania teoretyczne i eksperymentalne, są ukierunkowane na zwiększanie zasobów wiedzy. Ich rezultaty mogą, ale nie muszą znaleźć zastosowania w praktyce. Istotą **badania stosowanych** jest pozyskanie nowej wiedzy, która będzie miała zastosowanie w praktyce, lub znalezienie zastosowań dla rezultatów badań podstawowych. **Prace rozwojowe** polegają na nabywaniu, łączeniu, kształtowaniu i wykorzystywaniu dostępnych wiedzy oraz umiejętności do tworzenia i projektowania produktów, procesów lub usług.

Przez pojęcie „sfera B+R” rozumie się najczęściej wszystkie instytucje i osoby zajmujące się pracami twórczymi, podejmowanymi w celu zwiększenia zasobu wiedzy, jak również znalezienia nowych zastosowań dla tej wiedzy (GUS 2005: 27).

W Polsce status i zakres działania **jednostek badawczo-rozwojowych (JBR)** definiuje Ustawa o jednostkach badawczo-rozwojowych (Dz. U. z 2001 r. nr 33, poz. 388) oraz Ustawa o zmianie ustawy o jednostkach badawczo-rozwojowych (Dz. U. z 2007 r. nr 134, poz. 934). Zgodnie z ustawą, są to państwowe jednostki organizacyjne prowadzące badania naukowe i prace rozwojowe. Bardzo często prowadzenie prac badawczo-rozwojowych stanowi jednak kryterium ubiegania się o publiczne dofinansowanie projektów innowacyjnych przez przedsiębiorstwa prywatne. Przedsiębiorstwa te, aby kwalifikować się do ubiegania się o taką dotację, muszą posiadać wpis do KRS o zaklasyfikowaniu do działu 73 „Działalność badawczo-rozwojowa” według PKD, i przedstawić dotychczasowe osiągnięcia z tego zakresu.

Większe przedsiębiorstwa mogą się starać o uzyskanie statusu **centrum badawczo-rozwojowego**. Zgodnie z Ustawą o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej z 29 lipca 2005 roku (Dz. U. nr 179, poz. 1484, art. 12) o nadanie takiego statusu może starać się przedsiębiorstwo:

- którego przychody netto ze sprzedaży towarów, produktów i operacji finansowych za ostatni rok obrotowy wyniosły co najmniej równowartość w złotych 800 tys. euro,
- którego przychody netto ze sprzedaży wytworzonych przez siebie wyników badań lub prac rozwojowych stanowią co najmniej 50% przychodów określonych w poprzednim punkcie,
- które nie zalega z zapłatą podatków, składek na ubezpieczenia społeczne i składek na ubezpieczenia zdrowotne.

2.2. Podejścia badawcze i metodologie do pomiaru B+R w przedsiębiorstwie

Sferę badawczo-rozwojową w przedsiębiorstwie można mierzyć od strony nakładów (analiza *input*) lub też od strony efektów, czyli rezultatów powstałych na skutek poniesionych nakładów (analiza *output*). Zdecydowanie prościej przeprowadzić analizę *input*, opiera się ona bowiem na wysokości i strukturze poniesionych przez firmę kosztów oraz nakładów fizycznych. Na wyniki analizy *output* trzeba poczekać do momentu zakończenia prac B+R.

Analiza typu *input* wymaga zgromadzenia danych na temat nakładów na działalność badawczo-rozwojową, czyli przede wszystkim wydatków poniesionych na badania i rozwój oraz zasobów ludzkich zaangażowanych w B+R.

Aby zaklasyfikować nakład zasobów ludzkich, stosuje się dwie klasyfikacje: na podstawie zawodu (zgodnie z międzynarodową klasyfikacją zawodów stworzoną przez Międzynarodową Organizację Pracy – The International Standard Classification of Occupation, ISCO-88) oraz na podstawie wykwalfikowania kadr (zgodnie z wytycznymi UNESCO w sprawie międzynarodowych standardów klasyfikacji edukacji – International Standard Classification of Education – ISCED, UNESCO 1997).

Opracowanie *Frascati Manual* (OECD 2002) dzieli wydatki na badania i rozwój na wewnętrzne (czyli podejmowane w przedsiębiorstwie) i zewnętrzne (zamawiane i wykonywane poza firmą). Wydatki wewnętrzne sfery B+R mogą mieć charakter bieżący (*current expenditures*) lub kapitałowy (*capital expenditures*). Do wydatków bieżących zalicza się przede wszystkim: wynagrodzenia i premie pracowników oraz dobra nieinwestycyjne (np. surowce naturalne, chemikalia, prenumeraty czasopism fachowych, opłaty serwisowe, sprzęty). Wydatki kapitałowe, czyli wydatki brutto na aktywa trwałe używane w pracach badawczo-rozwojowych, obejmują z kolei: zakup ziemi lub budynków, zakup sprzętu i oprogramowania komputerowego; ich amortyzacja nie należy jednak do wydatków sfery B+R (OECD 2002: 108–111).

Analiza typu *output* koncentruje się na efektach działań badawczo-rozwojowych, co w rzeczywistości oznacza najczęściej wyniki działań całego procesu innowacyjnego. Analiza taka służy identyfikacji i ocenie produktów finalnych działalności B+R. Ten rodzaj ewaluacji jest trudniejszy do przeprowadzenia niż analiza nakładów. Często przeprowadza się ją na zasadzie badań ankietowych. Jej minusem jest możliwość przeprowadzenia dopiero po zakończeniu procesu innowacyjnego w firmie oraz trudność w ocenie rzeczywistej siły wpływu prac badawczo-rozwojowych na poszczególne kategorie działania firmy (np. na wynik finansowy firmy czy też na koszt jednostkowy). Jednym z przykładów mierników używanych do pomiaru efektów prac badawczo-rozwojowych są wskaźniki własności intelektualnej (*intellectual property indicators*).

2.3. Sposoby analizy danych. Mierniki sfery badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie

Zgodnie z metodologią OECD w artykule zaproponowano kilka przykładów wskaźników dla obu analiz – *input* i *output* – wzięto również pod uwagę kategorię mieszaną, tworząc wskaźniki intensywności, badające relacje między nakładami a rezultatami działalności B+R. Przy konstruowaniu wskaźników skupiono się na trzech rodzajach nakładów i zasobów przedsiębiorstwa:

- zasobach i nakładach finansowych,
- zasobach i nakładach technicznych,
- zasobach i nakładach ludzkich.

Zaproponowane wskaźniki można wykorzystać zarówno do pomiaru i oceny pojedynczego projektu badawczo-rozwojowego (niezależnie od okresu jego trwania), jak też całkowitej działalności w danym przedziale czasowym (np. roku kalendarzowym).

2.3.1. Wskaźniki analizy *input* – pomiar nakładów na działalność badawczo-rozwojową w firmie

Na potrzeby analizy typu *input* można skonstruować następujące wskaźniki:

- a) **Wskaźnik nakładów finansowych poniesionych na działalność badawczo-rozwojową:**

$$W_1 = \frac{\text{Nakłady finansowe poniesione na działalność B+R w danym okresie}}{\text{Suma inwestycji podejmowanych przez firmę w danym okresie}}$$

Wskaźnik pokazuje, jaką część wydatków inwestycyjnych firma przeznacza na finansowanie działalności badawczo-rozwojowej. Pozwala on ocenić politykę badawczo-rozwojową firmy w zakresie przeprowadzania prac eksperymentalnych.

- b) **Wskaźnik zewnętrznych nakładów badawczo-rozwojowych:**

$$W_2 = \frac{\text{Zewnętrzne nakłady finansowe na B+R}}{\text{Nakłady finansowe na B+R ogółem}}$$

Wskaźnik ten mierzy udział zewnętrznych nakładów finansowych (czyli nakładów związanych z zamawianymi, wykonywanymi poza firmą pracami) w całkowitych nakładach finansowych na B+R w firmie. Pokazuje tym samym, w jakim stopniu działalność badawczo-rozwojowa jest przeprowadzana poza firmą.

- c) **Wskaźnik udziału wewnętrznych nakładów badawczo-rozwojowych:**

$$W_3 = \frac{\text{Wewnętrzne nakłady finansowe na B+R}}{\text{Nakłady finansowe na B+R ogółem}}$$

Wskaźnik ten określa, jaki udział mają nakłady wewnętrzne (czyli nakłady finansujące prace B+R podejmowane w firmie) w nakładach na B+R ogółem. Wskaźnik tym samym mierzy stopień samodzielności działalności badawczo-rozwojowej w firmie. Należy jednak pamiętać, że innowacyjność oferty firmy może być spowodowana zakupem technologii lub wynikać z faktu zakupienia innowacyjnych maszyn i urządzeń. Są to również wewnętrzne nakłady, przyczyniające się do powstania innowacyjnych produktów lub usług, ale nie pociągające za sobą zaawansowanych prac badawczo-rozwojowych. Ocena działalności badawczo-rozwojowej firmy na ich podstawie jest jednak kontrowersyjna.

d) Wskaźnik poziomu zaangażowania kapitału ludzkiego w podejmowanie działalności badawczo-rozwojowej w firmie:

$$W_4 = \frac{\text{Liczba osobogodzin zaangażowanych w działalność B+R}}{\text{Liczba osobogodzin dostępnych w ramach B+R firmy}}$$

Wskaźnik ten wskazuje, w jakim stopniu jest wykorzystywany potencjał kadrowy działu badawczo-rozwojowego w firmie. Wskaźnik ten może mieć różnego rodzaju mutacje. Na przykład może dotyczyć tylko określonego profilu pracowników (ze stopniem doktora, inżynierów, informatyków). Pozwala również określić czasochłonność projektu/działalności badawczo-rozwojowej.

e) Wskaźnik średniego dobowego wykorzystania aparatury badawczo-rozwojowej:

$$W_5 = \frac{\text{Średnia liczba godzin pracy urządzenia dziennie}}{24h}$$

Wskaźnik ten pokazuje, jakie jest rzeczywiste dzienne wykorzystanie (zużycie) aparatury. Gdy zna się specyfikę projektu badawczo-rozwojowego, na podstawie wielkości wskaźnika i porównania w czasie (lub cyklach) można zidentyfikować efektywność wykorzystania aparatury w firmie.

f) Wskaźnik ciągłości projektu badawczo-rozwojowego:

$$W_6 = \frac{\text{Liczba dni rzeczywistego trwania projektu}}{\text{Liczba dni od rozpoczęcia do zakończenia projektu}}$$

Wskaźnik ten ma na celu wykazanie ciągłości prowadzenia projektu. Pokazuje liczbę dni niewykorzystanych na działalność badawczo-rozwojową. Wskaźnik pokazuje tym samym, jak efektywnie przedsiębiorstwo zarządza czasem.

2.3.2. Wskaźniki analizy *output* – pomiar rezultatów działalności badawczo-rozwojowej w firmie

Na potrzeby analizy typu *output* można skonstruować następujące wskaźniki:

a) Wskaźnik skuteczności działalności badawczo-rozwojowej:

$$W_7 = \frac{\text{Liczba zakończonych projektów badawczo-rozwojowych w danym okresie}}{\text{Liczba podjętych projektów badawczo-rozwojowych w danym okresie}}$$

Wskaźnik pokazuje, jaki procent podejmowanych projektów badawczo-rozwojowych doprowadzany jest do końca (kończy się sukcesem); bada tym samym skuteczność firmy na polu B+R.

b) Wskaźnik rozprzestrzenienia się technologii wypracowanej przez firmę:

$$W_8 = \frac{\text{Wartość sprzedaży wyrobów i usług wytworzonych dzięki technologii będącej rezultatem B+R}}{\text{Wartość sprzedaży ogółem}}$$

Wskaźnik ten przedstawia wykorzystanie nowej technologii (będącej rezultatem prac B+R) w wytwarzanych i sprzedawanych przez firmę wyrobach lub usługach. Im większa jest wartość tego wskaźnika, tym prace badawczo-rozwojowe firmy znajdują większe zastosowanie w ofercie sprzedażowej firmy.

c) Wskaźniki dynamiki naukowo-technologicznej firmy:

Wśród wskaźników dynamiki naukowo-technologicznej firmy można wyróżnić dwie grupy: wskaźniki własności intelektualnej i wskaźniki bibliometryczne.

Wskaźniki własności intelektualnej obejmują przede wszystkim wskaźniki dotyczące patentów. Jak wynika z badań, zależność między B+R a patentami jest wysoka (Griliches, Pakes i Hall 1986; Griliches 1990). Ponadto, analiza działalności patentowej pozwala zmierzyć na poziomie firmy zarówno

ilościowy, jak i jakościowy wymiar innowacji (zasięg geograficzny, czas, innowacji, jej ujęcie branżowe). Dokument patentowy zawiera bowiem takie elementy, jak: abstrakt, opis wynalazku, rok wynalezienia, dane wynalazcy, klasę technologiczną, poziom cytowalności (Kürtössy 2004: 94). Wśród wskaźników własności intelektualnej można wyróżnić:

- wskaźnik liczby patentów firmy, w tym liczbę patentów składanych i liczbę patentów przyznanych,
- wskaźnik liczby wznowień patentów,
- wskaźnik efektywności działalności patentowej, badający relacje między liczbą patentów przyznanych a liczbą patentów złożonych,
- wskaźnik liczby rodzin patentów udzielonych przez tzw. *triad patent family* (USPTO/EPO/JPO), umożliwiający określenie zasięgu geograficznego patentu czy *mapping* krajów, w których zgłoszono patent,
- średnia liczba cytowań na jeden patent (liczba cytowań danego patentu), wzbogacająca analizę działalności patentowej o stronę jakościową, przy czym zwykle kalkulacja dotyczy ostatnich pięciu lat działania firmy.

Ciekawą modyfikacją wskaźnika liczby cytowań jest wskaźnik bieżącego wpływu CII (*Current Impact Indicator*). Informuje on, ile razy patent wydany w bieżącym roku cytuje patenty wydane danej firmie w ostatnich pięciu latach. Następnie wielkość ta może być dzielona przez liczbę patentów firmy w każdym z pięciu lat i, tym samym, tworzony jest średni poziom cytowalności (Kürtössy 2004: 97). Wielkość tę można następnie odnieść do średnich branżowych lub średnich krajowych.

Wskaźniki bibliometryczne służą podmiotowej ocenie działalności B+R, czyli są oparte na informacjach z czasopism technicznych. Mamy tu:

- wskaźnik liczby artykułów naukowych w prestiżowych pismach,
- wskaźnik liczby cytowań tych artykułów.

3.3.3. Wskaźnik intensywności nakładów B+R

Na potrzeby analizy intensywności B+R, badającej zależność między nakładami a rezultatami prac badawczo-rozwojowych, można skonstruować następujące wskaźniki:

a) **Wskaźnik rentowności brutto nakładów na badania i rozwój:**

$$W_9 = \frac{\text{Zysk brutto firmy z działalności B+R}}{\text{Nakłady na B+R}}$$

Wskaźnik ten pokazuje, w jakim stopniu nakłady na działalność badawczo-rozwojową wpłynęły na zysk brutto z działalności B+R firmy (jest to różnica między przychodami i kosztami z działalności badawczo-rozwojowej).

b) **Wskaźnik dodatkowych korzyści z prowadzenia B+R:**

$$W_{10} = \frac{\text{Suma korzyści podatkowych wynikająca z prowadzenia prac B+R}}{\text{Nakłady na B+R}}$$

Wskaźnik ten znajduje zastosowanie w przypadku, gdy w danym kraju prowadzenie prac badawczo-rozwojowych wiąże się ze zwolnieniami lub ulgami podatkowymi. Informuje, jak wysokie są korzyści podatkowe wynikające z prowadzenia działalności badawczo-rozwojowej w stosunku do poniesionych na nią nakładów.

W Polsce system ulg i zwolnień z tytułu prowadzenia działalności badawczo-rozwojowej nie jest rozbudowany. Przedsiębiorcy mogą odliczyć od podstawy opodatkowania wydatki poniesione na zakup nowej technologii (do których zalicza się również licencje i oprogramowanie komputerowe) w wysokości 50%, niezależnie od wielkości przedsiębiorstwa. Do innych przywilejów, gwarantowanych przez Ustawę o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej, należy możliwość dokonania odpisów amortyzacyjnych od pełnej wartości początkowej zakupionej technologii. Ponadto, niezależnie od wyników prac rozwojowych, koszty tych prac mogą być zaliczone do kosztów firmy.

Na dodatkowe preferencje podatkowe mogą liczyć również przedsiębiorstwa badawczo-rozwojowe rozpoczynające działalność gospodarczą na obszarach specjalnych stref ekonomicznych.

c) **Wskaźnik wpływu prac B+R na jednostkową cenę produktu (jeśli prace B+R dotyczą udoskonalania sprzedawanych wcześniej przez firmę produktów lub usług):**

$$W_{11} = \frac{\text{Cena jednostkowa produktu lub usługi po wdrożeniu prac B+R}}{\text{Cena jednostkowa produktu lub usługi przed wdrożeniem prac B+R}}$$

Wskaźnik ten pozwala ocenić kierunek i siłę wpływu prac badawczo-rozwojowych na cenę jednostkową produktu lub usługi, udoskonaloną w efekcie tych prac. Oczywiście należy pamiętać, że jednostkowa cena produktu może być wynikiem nie tylko prac badawczo-rozwojowych, ale także relacji rynkowych lub decyzji strategicznych. W przypadku gdy na cenę firmy mają istotny wpływ inne czynniki, głównie o charakterze marketingowym, bardziej uzasadniona będzie budowa analogicznego wskaźnika uwzględniającego zmiany w kosztach jednostkowych lub krańcowych produktów. Sytuacja taka będzie dotyczyć przede wszystkim rozwiązań opartych na elementach niematerialnych. Kluczowym elementem przy pomiarze wartości tego wskaźnika jest ustalenie horyzontu czasowego oczekiwanego zwrotu z inwestycji.

Wskaźnik wpływu prac B+R na jednostkową cenę produktu musi być ostrożnie interpretowany i uwzględniać całokształt funkcjonowania firmy.

d) Wskaźnik produktywności aparatury naukowo-badawczej:

$$W_{12} = \frac{\text{Przychody ze sprzedaży wyrobów i usług będących rezultatem prac B+R}}{\text{Wartość aparatury naukowo-badawczej}}$$

Wskaźnik ten pokazuje, w jakim stopniu nakłady finansowe poniesione na aparaturę badawczo-rozwojową przyczyniają się do wzrostu przychodów firmy. Mierzy efektywność zakupu aparatury.

e) Wskaźnik wpływu na wartość firmy:

$$W_{13} = \frac{\text{Przyrost wartości rynkowej firmy}}{\text{Nakłady finansowe na B+R}}$$

Wskaźnik ten pozwala menedżerom firmy na ocenę, do jakiego stopnia zwiększanie inwestycji w badania i rozwój przyczynia się do zmian wartości rynkowej firmy. Dodatnią korelację między wielkością nakładów na badania i rozwój a wartością rynkową firmy potwierdzają liczne prace (Warusawitharana 2008; Pindado, Queiroz i Torre 2006). W przypadku firm notowanych na rynku kapitałowym informacja o zamiarach przeprowadzenia kapitałochłonnych inwestycji w B+R może wpłynąć negatywnie na decyzje inwestorów, zwłaszcza o orientacji krótkookresowej. Kluczowe wydaje się określenie czasu między inwestycją a przyrostem wartości firmy. Bardzo często już same plany inwestycyjne w B+R wpływają na wartość rynkową przedsiębiorstwa.

2.3.4. Zestawienie wskaźników pomiaru działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie

Należy zwrócić uwagę, że przedstawione wskaźniki intensywności nakładów B+R dotyczą przede wszystkim firm o wąskim asortymencie produkcji. W przypadku firm wieloproduktowych kalkulacja byłaby bardzo utrudniona. Należałoby stworzyć wskaźniki syntetyczne.

Tabela 1 na s. 162 zawiera wszystkie omówione wcześniej wskaźniki działalności B+R. Przedstawiona lista nie wyczerpuje oczywiście szerokich możliwości tworzenia mierników działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie. Przedstawione mierniki mają charakter ogólny. Za cel ich tworzenia przyjęto bowiem jak największą ich uniwersalność. Dla każdego z przytoczonych przykładów mierników można tworzyć kolejne wersje, uwzględniające specyfikę danej firmy lub zawężające badany obszar. Należy również podkreślić, że sfera badawczo-rozwojowa w przedsiębiorstwie powinna być badana jak największą liczbą różnych składników. Analiza jedno- lub kilkuwskaźnikowa może prowadzić do błędnych wniosków.

Pomiar działalności badawczo-rozwojowej w firmie		
Wskaźniki analizy <i>input</i>	Wskaźniki analizy <i>output</i>	Wskaźniki intensywności B+R
Wskaźnik nakładów poniesionych na działalność B+R	Wskaźnik skuteczności działalności B+R	Wskaźnik rentowności brutto nakładów na B+R
Wskaźnik zewnętrznych nakładów B+R	Wskaźnik rozprzestrzenienia się technologii wypracowanej przez firmę	Wskaźnik dodatkowych korzyści z prowadzenia B+R
Wskaźnik udziału wewnętrznych nakładów B+R	Wskaźniki dynamiki naukowo-technologicznej firmy	Wskaźnik wpływu prac B+R na jednostkową cenę produktu
Wskaźnik poziomu zaangażowania kapitału ludzkiego w podejmowanie działalności B+R w firmie		Wskaźnik produktywności aparatury naukowo-badawczej
Wskaźnik średniego dobowego wykorzystania aparatury B+R		Wskaźnik wpływu na wartość firmy
Wskaźnik ciągłości projektu B+R		

Tab. 1. Wskaźniki pomiaru działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie. Źródło: opracowanie własne.

2.2. Źródła danych umożliwiających kalkulację mierników sfery badawczo-rozwojowej

Adaptując klasyfikację wydatków związanych z działalnością przedsiębiorstwa zawartą w *Oslo Manual*, nakłady na badania i rozwój można sklasyfikować pod kątem przedmiotowym i podmiotowym (OECD 2005: 11). W podejściu podmiotowym bierze się pod uwagę nakłady na całą działalność badawczo-rozwojową prowadzoną przez firmę w danym roku lub innym przedziale czasu. Z kolei podejście przedmiotowe uwzględnia konkretne nakłady związane z daną inwestycją w B+R, niezależnie od roku, w którym zostały poniesione.

Dane można gromadzić w dwóch kierunkach (OECD 2005: 62). W podejściu oddolnym (*bottom-up approach*), dodając do siebie pojedyncze działania badawczo-rozwojowe, uzyskujemy całkowity rozmiar i zakres działalności B+R w firmie. Podejście odgórne (*top-down approach*) polega na stopniowym rozkładaniu całkowitych wydatków na poszczególne rodzaje działalności.

Przy gromadzeniu danych warto korzystać z dotychczasowego dorobku w zakresie metodologii pomiaru procesów innowacyjności i działalności B+R. W tabeli 2 przedstawiono syntetyczny zbiór takich opracowań.

Nazwa dokumentu	Wydawca i rok	Zakres
Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development – Frascati Manual	OECD 2002	Wyznaczenie międzynarodowych standardów w zakresie danych statystycznych związanych z działalnością B+R
OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual	OECD/Eurostat 2005	Wyznaczenie standardów w zakresie opracowywania danych statystycznych związanych z innowacją
Recommendation concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology	UNESCO 1978	Rekomendacje dotyczące tworzenia narodowych statystyk działalności naukowo-technicznej oraz działalności badawczo-rozwojowej
The Handbook on Economic Globalisation Indicators	OECD 2005	Wyznaczenie wskaźników globalizacji w kontekście innowacji, propozycja wskaźników dla przedsiębiorstw międzynarodowych
The International Standard Classification of Occupation ISCO-88	ILO 1990*	Międzynarodowa klasyfikacja organizująca zawody w poszczególne grupy i podgrupy w zależności od zakresu obowiązków
International Standard Classification of Education – ISCED	UNESCO 1997	Porównanie i klasyfikacja międzynarodowych systemów edukacji oraz sprowadzenie ich do wspólnych definicji i grup.

* Międzynarodowa Organizacja Pracy (ILO) zaakceptowała ISCO-88, w 1988 r. W wersji papierowej dokument pojawił się w 1990 r.

Tab. 2. Przegląd literatury z zakresu metodologii gromadzenia danych wykorzystywanych przy pomiarze działalności badawczo-rozwojowej. Źródło: opracowanie własne.

2.3. Ocena działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie

Znajomość i wybór odpowiednich dla danej firmy wskaźników działalności badawczo-rozwojowej, a następnie zebranie danych umożliwiających ich policzenie, daje podstawy do oceny tej sfery funkcjonowania przedsiębiorstwa. W dziedzinie B+R trudno jednak o prawidłowości i uniwersalne przedziały wartości poszczególnych wskaźników (jak to powszechnie przyjmuje się przy niektórych wskaźnikach analizy finansowej), nawet w wąsko sprecyzowanej branży. Firma powinna zatem wypracować własne normy, uwzględniając charakter swojej działalności, specyfikę firmy i branży oraz obraną strategię

rozwoju. Kluczowym zagadnieniem jest określenie rzeczywistego czasu między podjętymi nakładami na B+R a ich faktycznymi rezultatami.

Pomiar i ocena działalności badawczo-rozwojowej są narażone na popełnienie wielu błędów. Najczęstszym źródłem pomyłek w mierzeniu B+R jest nieumiejętność postawienia granicy między eksperymentalnym rozwojem a działaniami pokrewnymi związanymi z prowadzeniem działalności innowacyjnej (OECD 2002: 20). Wiąże się z tym problem nieuchwytności części nakładów związanych ze sferą badawczo-rozwojową. Dodatkowo, niektóre z prac związanych z tą sferą funkcjonowania firmy są wykonywane poza jednostkami badawczo-rozwojowymi firmy. Co więcej, ważnym aspektem działalności badawczo-rozwojowej jest to, że zazwyczaj jest ona prowadzona w sposób ciągły. Nie można więc wykluczyć wpływu przeszłych (zakończonych) prac B+R na prace aktualnie podejmowane. Należy zatem brać pod uwagę długoterminowość ich wpływu na sytuację firmy (Hagedoorn i Cloudt 2003: 1368).

Należy także zwrócić uwagę na fakt, że w większości metod statystycznych nakłady na działalność innowacyjną obejmują wszelkie nakłady w danym roku na wszystkie rodzaje działalności innowacyjnej, na prace zakończone sukcesem (tzn. wdrożeniem innowacji), prace kontynuowane oraz prace przerwane. Działalność B+R obejmuje zaś prace prowadzone w sposób ciągły, regularny, przez specjalnie w tym celu stworzone komórki firm (GUS 2005: 71).

Warto również zauważyć, że działalność badawczo-rozwojowa nie musi się bezpośrednio wiązać z powstawaniem innowacji produktowych. W jej wyniku może dojść do innowacji procesowych, na przykład udoskonalień w zakresie linii produkcyjnej czy systemów logistycznych. Przedsiębiorstwa mogą także zatrzymać swoją działalność badawczo-rozwojową na pracach podstawowych, których naczelnym celem jest pozyskanie nowej wiedzy lub jej poszerzenie w danym zakresie. Prace podstawowe mogą znacznie później być wykorzystane w pracach stosowanych i pracach rozwojowych. Jeszcze innym przypadkiem może być chęć budowy zdolności absorpcyjnej firmy, pozwalającej na przyswajanie nowych rozwiązań technologicznych, a nie na tworzenie własnych rozwiązań.

Motywy podjęcia aktywności badawczo-rozwojowej mogą być odmienne. Celem może być nie tylko chęć wprowadzenia innowacji produktowych czy procesowych, ale także konieczność zainwestowania w alternatywne technologie produkcyjne czy materiałowe, prowadzące do uzyskania produktów podobnych do dotychczasowych. Firma, aby zachować parametry produktu, może być zmuszona podjąć nowe wyzwania produkcyjne, na przykład musi rozwiązać problem ograniczonej dostaw kluczowych materiałów i komponentów czy wypracować nowe metody wytwarzania przy znaczącym zwiększeniu skali produkcji. Bardzo często w takich przypadkach koszt jednostkowy produktu rośnie, ale decyzja o podjęciu prac jest niezbędna dla kontynuacji funkcjonowania firmy.

3. Podsumowanie

Literatura dotycząca innowacji skupia się częściej na podejściu do pomiaru działalności badawczo-rozwojowej od strony gospodarek poszczególnych krajów czy obszarów geograficznych, rozważaniom poddając przede wszystkim wysokość i strukturę nakładów na B+R. W artykule podjęto się analizy problemu pomiaru wydatków na badania i rozwój z perspektywy pojedynczego przedsiębiorstwa. Poruszono problem mierzalności i oceny działalności badawczo-rozwojowej w przedsiębiorstwie. Przedstawiono etapy i metodologię procesu ewaluacji tej sfery funkcjonowania firmy. Skonstruowano kilkanaście przykładów wskaźników do badania działalności B+R od strony nakładów i zasobów finansowych, technicznych oraz ludzkich. Wskaźniki te umożliwiają analizę typu *input*, *output*, a także pozwalają mierzyć intensywność (efektywność) działalności badawczo-rozwojowej w firmie. Przy ich konstrukcji starano się położyć nacisk na uniwersalność zastosowania.

Nie ulega wątpliwości, że firmy powinny dążyć do jak najbardziej skwantyfikowanego ujmowania działalności badawczo-rozwojowej. Większość wskaźników wymaga jednak porównania w czasie. Wynika stąd konieczność stałego pomiaru działań B+R, pozwalającego ocenić realizację polityki innowacyjności w firmie.

Informacje o autorce

Dr Agnieszka Kurczewska – Katedra Finansów i Rachunkowości MSP, Uniwersytet Łódzki. E-mail: akurczewska@wp.pl.

Bibliografia

- Dz. U. z 2001 r. nr 33, poz. 388. Ustawa z dnia 25 lipca 1988 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych.
- Dz. U. nr 179, poz. 1484, Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o niektórych formach wspierania działalności innowacyjnej.
- Dz. U. nr 134, poz. 934. Ustawa z dnia 5 lipca 2007 r. o zmianie ustawy o jednostkach badawczo-rozwojowych.
- Griliches, Z. 1990. Patent statistics as economic indicators: A survey – part I. *NBER Working Paper*, nr W3301, s. 1–47. Cambridge.
- Griliches, Z. 1998. *R&D and Productivity. The Econometric Evidence*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Griliches, Z., Pakes, A. i B. Hall. 1986. The Value of Patents as Indicators of Inventive Activity. *NBER Working Paper*, nr 2083, s. 1–31. Cambridge.
- GUS. 2005. *Nauka i technika w 2004 roku. Informacje i opracowania statystyczne*, Warszawa: GUS.
- GUS. 2009. *Nauka i technika w 2007 roku. Informacje i opracowania statystyczne*, Warszawa: GUS.
- Hagedoorn, J. i M. Cloudt. 2003. Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? *Research Policy*, nr 32, s. 1365–1379.

- Jaffe, A.B. 1986. Technological opportunity and spillovers of R & D: Evidence from firms' patents, profits, and market value. *The American Economic Review*, Vol. 76, nr 5, s. 984–999.
- Kleinknecht, A. 1987. Measuring R&D in small firms: How much we are missing? *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 36, nr 2, s. 253–256.
- Kürtösy, J. 2004. Innovation indicators derived from patent data. *Periodica Polytechnica*, Vol. 12, nr 1, s. 91–101.
- Mairesse, J. i M. Sassenou. 1991. R&D and productivity: a survey of econometric studies at the firm level. *NBER Working Paper*, nr W3666, s. 1–34. Cambridge.
- OECD. 2002. *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development – Frascati Manual*, OECD.
- OECD. 2005. *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual*, OECD/EC/Eurostat.
- Ojanen, V. i O. Vuola. 2006. Coping with the multiple dimensions of R&D performance analysis. *International Journal of Technology Management*, Vol. 33, nr 2/3, s. 279–290.
- Pindado, J., Queiroz, V. i Ch. Torre. 2006. How do firm characteristics influence the relationship between R&D and firm value? *Documentos de Trabajo “Nuevas Tendencias en Dirección de Empresas”*. *Working Papers “New Trends on Business Administration”*, nr 9, s. 1–30.
- Warusawitharana, M. 2008. *Research and Development, Profits and Firm Value: A Structural Estimation*, Washington: Federal Reserve Board, <http://www.federalreserve.gov/Pubs/feds/2008/200852/200852pap.pdf>.