

Problemy efektywności ekonomicznej prac naukowo-badawczych i rozwojowych

Wzrost nakładów na prace naukowo-badawcze i rozwojowe oraz ogromny wpływ rezultatów tych prac na rozwój gospodarki narodowej powodują, że problemy ich efektywności nabierają coraz większego znaczenia. Ocena efektywności ekonomicznej prac badawczo-rozwojowych jest zagadnieniem niezwykle skomplikowanym, które jeszcze dotychczas zadawałając nie zostało rozwiązane. O ile jednak w zasadzie można z dostatecznym stopniem dokładności wymierzyć efekt ekonomiczny wynikający z wprowadzenia nowych inwestycji, tzn. porównać zwrot środków, jaki zapewniają te przedsięwzięcia z tymi nakładami, które ten zwrot powodują, to w odniesieniu do efektywności badań i prac rozwojowych zrobić tego nie można. Efekt prac naukowo-badawczych i rozwojowych przejawia się bowiem dopiero w wyniku współdziałania z innymi czynnikami rozwoju i do tego aby przekształcił się w realny rozwój ekonomiczny niezbędny jest cały łańcuch nakładów i różnego rodzaju przedsięwzięć. Stąd — ze względu na brak wyraźnych granic między sferami i obiektami zastosowania pracy w cyklu „badanie—produkcja” — ściśle wymierzenie i ocena wkładu badań jest bardzo trudne.

Efektywność ekonomiczną prac naukowo-badawczych i rozwojowych można ocenić w dwóch ujęciach, które różnią się zakresem obszaru działania ekonomicznego i charakterem czynników przyjętych do oceny. Są to oceny efektywności ekonomicznej dokonywane:

- w skali makroekonomicznej, czyli z punktu widzenia wpływu, jaki wywierają prace naukowo-badawcze i rozwojowe na całą gospodarkę narodową,
- w skali mikroekonomicznej, tj. dotyczącej:
 - a) efektywności podmiotowej dokonywanej w oparciu o całą działalność placówki naukowo-badawczej,
 - b) efektywności przedmiotowej ustalonej w odniesieniu do poszczególnych przedsięwzięć badawczo-rozwojowych.

Efektywność w skali makroekonomicznej pozwala określić szeroko pojmowane wyniki gospodarcze działalności naukowo-badawczej w skali całego kraju, a także poza jego granicami, porównane z szeroko ujętymi kosztami tej działalności¹⁾. Określenie to w zasadzie

pokrywa się z rozpatrywaną przez I. Maleckiego efektywnością zbiorczą, która odpowiada ekonomiczności nauki w przedziale samej tylko pracy badawczej wykonywanej przez ogół placówek badawczych resortu lub kraju (w odpowiednio dłuższym czasie), a ocenianej w przedziale obejmującym już nie tylko działalność naukową, lecz także praktykę społeczną, np. produkcję w skali resortu lub kraju oraz całą gospodarkę narodową²⁾.

Większość autorów stoi na stanowisku, że zbiorcza ocena efektywności badań w skali makroekonomicznej jest bardzo problematyczna lub wręcz niemożliwa. Wprawdzie wielu badaczy podjęło próbę ustalenia, jaka część wzrostu dochodu narodowego jest rezultatem prac naukowo-badawczych, przy czym próby tych ustaleń opierają się zawsze na dość dowolnych przesłankach, a wnioski autorów tych prac okazały się pesymistyczne i mogą być zawsze podane w wątpliwość. Wypowiedzi tych autorów, jakoby nauka była najbardziej efektywną sferą gospodarki narodowej, wydają się przesadne, a próby ustalania wpływu badań na wielkości dochodu narodowego muszą się opierać na wartościach szacunkowych³⁾.

Precyzja i łatwość ustalenia w sposób ilościowy wyników badań rośnie z reguły w miarę zawężania rozpatrywanego przedziału działalności badawczej oraz skracania okresu czasu objętego oceną. Stąd wynika, że znacznie mniej trudności, niż w przypadku efektywności w skali makroekonomicznej, sprawia ustalenie efektywności podmiotowej. Choć i w tym zakresie nie wypracowano dotychczas prostej i skutecznej metody pozwalającej ocenić całość działalności placówki badawczo-rozwojowej. Trudność skonstruowania miernika syntetycznej oceny pracy instytutu badawczego wywodzi się z różnorodnych efektów, jakie przynosi działalność tej placówki. Najogólniej efekty te można podzielić następująco:

- 1) efekty informacyjne (naukowe).
- 2) efekty ekonomiczne (które z kolei dzielą się na efekty występujące na szczeblu placówki, takie jak zysk ze sprzedaży opracowań, dokumentacji, prototypów oraz efekty występujące na szczeblu przedsiębiorstwa wdrażającego rezultaty prac badawczo-roz-

wojowych a także na szczeblu użytkownika, wykorzystującego u siebie rezultaty tych wdrożeń,

3) efekty społeczne.

A więc dla każdego rodzaju efektu zachodzi potrzeba znalezienia odpowiedniego miernika (lub grupy mierników), który miałby postać wymiarną, celem obliczenia syntetycznego efektu obrazującego całokształt działalności placówki. Przedstawiane w literaturze ekonomicznej propozycje rozwiązań kompleksowej oceny efektywności działalności badawczej instytutów przemysłowych można uważać za dyskusyjne i nie pozbawione pewnej dozy subiektywizmu⁴).

Łatwiej i z większą dokładnością można ocenić efektywność jednego tematu badawczego niż całej działalności placówki badawczo-rozwojowej.

W literaturze stosunkowo największa ilość prac odnoszących się do ekonomicznej efektywności badań dotyczy głównie oceny poszczególnych problemów lub tematów badawczych. Mimo tego, że efektywność przedmiotowa jest najlepiej opracowana pod względem teoretycznym oraz najszerszej stosowana w praktyce gospodarczej — w procesie oceny prac badawczych i rozwojowych napotyka się jeszcze cały szereg podstawowych trudności występujących przy dokładnym wyznaczeniu czynników, od których zależy wyliczenie efektywności.

Głównymi elementami ogólnej formuły rachunku efektywności ekonomicznej są efekty (które stanowią licznik tej formuły) i nakłady (figurujące w mianowniku) wyrażone w jednostkach pieniężnych.

Jednakże prace badawczo-rozwojowe trwają niekiedy dość długo, zanim skryształizuje się ich rezultat w postaci gotowej do wykorzystania w produkcji materialnej. Zawsze istnieje ponadto mniejszy lub większy okres czasu, który musi upłynąć od momentu zakończenia twórczej pracy badawczej do chwili, gdy społeczeństwo zaczyna z niej korzystać, i okresem przez który ono z niej korzysta. Stąd przy ocenie ekonomicznej efektywności należy brać pod uwagę nie tylko wielkość nakładów i efektów (wyrażonych w formie wartościowej) lecz także czas oczekiwania na efekty i czas trwania efektów, bowiem efekty działalności badawczo-rozwojowej pozostają cenne przez pewien okres (zakres ich wykorzystania zmienia się wraz z upływem czasu) a jej koszty mają konkretny rozkład w czasie. Czas jest więc trzecim elementem oceny efektywności ekonomicznej, którego wpływ na obie te wielkości (efekty i nakłady) należy rozważyć; ma on bowiem charakter wymierny i daje się obliczyć w pieniądzu.

Czynnik czasu jest wyjątkowo czułym elementem rachunku efektywności ekonomicznej prac badawczo-rozwojowych. Nawet niewielkie zahamowanie w czasie wykonywania ba-

dań angażujących duży potencjał naukowy może spowodować nieproporcjonalne zmiany w realizacji i wynikach. Może to oznaczać automatycznie redukcję przewidywanych efektów. Przedłużanie się badań może w niektórych przypadkach przekreślić w ogóle celowość realizacji dalszych faz cyklu rozwojowego (takich jak wdrażanie i przemysłowe stosowanie) ze względu na spóźnienie ich w stosunku do innych rozwiązań naukowych i postępu w produkcji oraz pojawiania się bardziej nowoczesnych i atrakcyjnych towarów w sprzedaży. Wydłużanie się bowiem okresu czasu jaki upływa od momentu narodzin pomysłu do jego realizacji w praktyce, powoduje oprócz strat wynikających z tytułu zamrożenia nakładów na badania ujemne zjawiska związane z moralnym (ekonomicznym) zużyciem rezultatów prac badawczych.

Im szybszy jest postęp techniczny w danej dziedzinie, tym szybsze jest zużycie ekonomiczne rezultatów prac badawczo-rozwojowych, a tym samym krótszy okres żywotności nowych rozwiązań⁵).

Uczeni amerykańscy szczególnie mocno podkreślają, że 30—60% wydatków na badania i prace rozwojowe jest zmarnowanych, gdyż w momencie uzyskania określonych innowacji są one już przestarzałe⁶).

Zagadnienie wpływu przyspieszenia tempa rozwiązania prac badawczo-rozwojowych na ich ekonomiczność oraz sposoby tego przyspieszenia omówił J. Zieleniewski. Według tegoż autora skrócenie czasu prac badawczo-rozwojowych można osiągnąć przez:

- podniesienie intensywności pracy zespołu badawczego (co wiąże się z wypłatami dodatkowych wynagrodzeń);
- zwiększenie ogólnych zasobów przeznaczonych na opracowanie danego zagadnienia (zwiększa to koszty placówki więcej niż proporcjonalnie w porównaniu ze wzrostem wyników ich pracy);
- zastosowanie tzw. koncentracji tematycznej w czasie, która w zasadzie jest możliwa tylko w wąsko wyspecjalizowanych placówkach, gdzie tematy badawcze są tak do siebie podobne, że można bez większych trudności przesuwać zasoby z jednego tematu na drugi⁷).

Dłuższy okres uzyskiwania efektów i to relatywnie wyższych gwarantuje szybkie wdrożenie wyników badań do produkcji. Najwyższe efekty ekonomiczne z zastosowania rezultatów badań przypadają producentowi, który pierwszy zastosował nową technikę. To pierwszeństwo zapewnia mu najwyższy dodatkowy zysk — rentę wyprzedzenia technicznego — i przez najdłuższy okres czasu. Tempo wdrażania wyników badań do produkcji zależy od całego szeregu czynników. Ogólnie jednak należałoby stwierdzić, iż na całym świecie, w tym również w krajach socjalistycznych zaostrza się dysproporcja między stale rosna-

cym, dzięki szybkiemu rozwojowi nauki, zasobem wiedzy naukowej a możliwością realizowania (zastosowania) tej wiedzy w gospodarce narodowej i uzyskania w ten sposób wzrostu gospodarczego. Gdy potencjał naukowy rośnie szybciej od potencjału ekonomicznego nieuchronnie staje się uśmiercanie (zużycie moralne) określonej ilości idei naukowych⁸).

Istnieje ponadto cały szereg hamulców i barier na drodze skracania czasu od zakończenia badań do momentu, w którym rezultat badań znalazł zastosowanie w produkcji. Jednym z takich hamulców jest świadomy lub podświadomy opór ze strony kierownictwa jednostki gospodarczej, przeciwko wprowadzaniu innowacji wnoszącej nowe metody organizacji i kierowania do praktyki gospodarczej a tym samym naruszającej tradycyjny układ wśród pracowników. Jednakże wiadomą jest rzeczą, że zarówno tempo wdrażania wyników w produkcji materialnej, jak i ich upowszechnianie jest uwarunkowane przez istniejące mechanizmy społeczno-ekonomiczne, a przede wszystkim właściwe im bodźce (które powinny być tak wmontowane w te mechanizmy, aby same jednostki gospodarcze odczuwały głód postępu technicznego) i anty-bodźce. Tymczasem fakt powodujący, że rezultaty zastosowania wyników badań w produkcji ujawniają się dopiero po upływie pewnego czasu, podczas gdy w toku bieżącej działalności produkcyjnej przedsiębiorstw nakłady i efekty są oddzielone znacznie krótszym odstępem czasu, jest źródłem sprzeczności między zastosowaniem tych wyników a gospodarczą stroną działalności przedsiębiorstw. Sprzeczność ta występuje szczególnie jaskrawo wówczas, gdy wskaźniki oceny działalności przedsiębiorstw pogarszają się w wyniku zastosowania innowacji.

Przeprowadzenie prac badawczych oraz zastosowanie ich wyników w postaci nowej techniki i technologii wymaga znacznych nakładów, przy czym dokładne ustalenie nakładów dotyczących rozpatrywanego efektu wiąże się z szeregiem problemów. Stosunkowo łatwiej mierzyć nakłady na prace badawcze w skali całej gospodarki narodowej lub globalne nakłady danej placówki badawczej niż koszty poszczególnych przedsięwzięć badawczych. W rzeczywistości nie wszystkie rodzaje kosztów dadzą się jednoznacznie i równie łatwo przyporządkować poszczególnym opracowywanym problemom badawczym. Zależy to w dużej mierze od rachunkowości placówki badawczej, zwłaszcza zaś od tego, które elementy kosztu traktuje się jako tzw. koszty bezpośrednie oraz jak szeroko ujęte fragmenty działalności badawczej uważa się za nośniki kosztów.

Efekty ekonomiczne przynosi dopiero suma kosztów:

— prac badawczych i rozwojowych;

— sprawdzenia wyników badań w warunkach przemysłowych;

— uruchomienia ciągłej produkcji przemysłowej opartej na tych wynikach.

Działanie czasu dotyczy nie tylko wyników badań, ale rozciąga się również na koszty, które jak wiadomo są ważnym elementem efektywności badań i muszą kształtować się w odpowiedniej proporcji do spodziewanych efektów. Koszty prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych porównać można do kosztów procesu inwestycyjnego; analogicznie bowiem jak w procesie inwestowania następuje tu przesunięcie w czasie między nakładami (narastającymi nierównomiernie⁹) przez dłuższy okres czasu), a efektami — uzyskiwanymi sukcesywnie po uruchomieniu produkcji opartej na wynikach tych prac badawczych.

W okresie narastania kosztów realizacji cyklu badawczo-rozwojowego i wdrożeniowego mamy więc do czynienia z ich „zamrożeniem”. Zjawisko to należy uwzględniać przede wszystkim w rachunku ekonomicznej efektywności dokonywanym „*ex ante*”¹⁰). Problem ten rozwiązuje się stosując metodę wartości bieżącej¹¹) opartej na zmiennej wartości pieniądza, którą wyprowadza się z wielkości stopy zysku i czasu. Istota jej polega na porównywaniu zdyskontowanych (sprowadzonych do wartości bieżącej) wpływów i nakładów na określony moment (najczęściej moment przemysłowego zastosowania wyniku pracy naukowo-badawczej).

Ustalenie efektywności ekonomicznej prac naukowo-badawczych i rozwojowych wymaga wyrażenia zarówno wartości użytkowej badań jak i nakładów poniesionych na ich otrzymanie w jednostkach pieniężnych. Stąd problem oceny efektywności ekonomicznej tych prac wiąże się z cenami, jakie stosujemy, przeprowadzając rachunek efektywności. W rachunku ekonomicznej efektywności prac naukowo-badawczych ceny powinny spełniać:

— funkcję narzędzia rachunku ekonomicznej efektywności pozwalającego określić w kategoriach towarowo-pieniężnych wielkość społecznych nakładów pracy na jednostkę efektu;

— rolę bodźca postępu technicznego, zarówno u producenta, jak i użytkownika, skłaniając producenta do podejmowania produkcji nowych wyrobów, doskonalenia metod produkcji itp., a użytkownikowi zapewniając dodatkowe korzyści z tytułu zakupu nowych wyrobów.

Rola cen w rachunku ekonomicznej efektywności jest wciąż jeszcze nie doceniana, a problem podziału, za jej pomocą, efektów z tytułu postępu naukowo-technicznego między producenta i użytkownika, decydujący o przyspieszeniu tego postępu, nie jest w praktyce należycie rozwiązany¹²).

Dokonana krótka charakterystyka problemów związanych z efektywnością ekonomiczną

na prac naukowo-badawczych i rozwojowych pozwala zauważyć, że w praktyce sporządzenie poprawnego lecz niezbyt skomplikowanego i zrozumiałego rachunku należy do zagadnień trudnych i pracochłonnych. Napotkane przy

tym trudności dotyczą najczęściej samej techniki ustalenia i szczegółowego wyliczania elementów formuły efektywności, które są ze sobą wzajemnie powiązane i mają wielokierunkowe oddziaływanie.

PRZYPISY

- 1) Patrz: W. Spruch: *Strategia postępu technicznego*. Warszawa 1973 r., s. 417.
- 2) Por. I. Malecki: *Ogólne zagadnienia efektywności badań naukowych*, *Zagadnienia Naukoznawstwa* 1/1965 r., s. 11. W ogóle niemożliwe jest — według tego autora — ujęcie innych, bardzo istotnych następstw rozwoju badań naukowych, takich jak: podniesienie poziomu nauczania, zdrowotności, kultury, autorytetu kraju za granicą. Podobnie ujmuje to zagadnienie S. Szefler: *Niektóre problemy efektywności badań* ZN 1/1975, s. 53.
- 3) Świadczą chociażby o tym m. in. duże rozbieżności w ocenie wpływu badań na wzrost dochodu narodowego. I tak J. Mayo stwierdził, że każdy dolar wydatkowany na badania przynosi 3 dolary zysku; J. Popow jest zdania, że w USA każdy dolar włożony w naukę przynosi 1—2 dolarów rocznego dochodu (patrz S. Szefler: *Niektóre problemy efektywności badań*, op. cit. s. 47). Wg. W. Trapeznikowa współczynnik absolutnej efektywności nakładów na naukę i opanowanie wynosi przeciętnie 1,45. Natomiast W. Somiński twierdzi, że każdy rubel wydatkowany na naukę powoduje przyrost dochodu narodowego w wysokości 3—4 rubli (patrz W. A. Zamin: *Nauka a gospodarka socjalistyczna*. Warszawa 1974, s. 295). B. M. Grinczel obliczył, że w latach 1954—1970 średnia efektywności jednego rubla wydatkowanego na naukę wynosi 0,78 rubla, czyli, że zwrot nakładów na rozwój nauki dokonuje się w okresie 1,2—1,3 roku; zaś zdaniem S. J. Golasowskiego 0,48—0,65 rubla przyrostu dochodu narodowego (patrz B. M. Grinczel: *Zmierzanie efektywności naukowo-technicznej postępu*. Moskwa 1974, s. 176 i 177).
Jeszcze inaczej efektywność nakładów na B+R dla gospodarki amerykańskiej w latach 1946—1966 ocenia B. Komzine. Jego zdaniem, w pierwszych latach każdy dolar zainwestowany w wyposażenie i urządzenie gospodarcze przynosił 0,366 dol. wartości przyrostu produkcji, a każdy dolar wydatkowany na B+R przynosił po 5 latach od jego wydatkowania przeciętnie 2,39 dolara, a po upływie 10 lat — 4,36 dolara. (por. B. Komzine, *L'efficacite economique du progres scientifique et technique*, w: *Le role de la science et de la technologie dans le developpement economique*, UNESCO, Paris 1971).
- 4) Por. Z. Jach: *Efektywność pracy badawczej instytutów przemysłowych* 1972, s. 89 i dalsze. Patrz także: *Jednostka badawczo-rozwojowa jako specyficzne przedsiębiorstwo* w: *Praca zbiorowa INES Politechniki Warszawskiej* 1977, Nr 18, s. 21.
- 5) Okres żywotności nowych rozwiązań wyznacza czas, jaki upływa między okresem wprowadzenia nowej techniki, a okresem, w którym zostaje ona wyparta przez nowszą technikę.
- 6) Por. Fr. Budziński, *Wybrane zagadnienia rozwoju nauki i techniki w Polsce*, Warszawa 1972.
- 7) Por. J. Zieleniewski: *O organizacji badań naukowych*, Warszawa 1975, s. 133.
- 8) Patrz H. Chołaj: *Nauka jako siła wytwórcza a problem wzrostu gospodarczego*. *Ekonomista* Nr 1, 1975, s. 50—51, a także S. Szefler: *Niektóre problemy efektywności badań*. *Zagadnienia Naukoznawstwa* 1975, z. 1, s. 56.
- 9) Jeśli chodzi o narastanie kosztów w czasie — to największa część kosztów przypada na ostatnią fazę cyklu postępu naukowo-technicznego; zaś najwięcej czasu pochłaniają prace badawcze (70%). Wg B. R. Williamsa nakłady na wdrożenie wynoszą około 65% całości nakładów na badania (*Recherche et activite economique* — pod red. Fr. Perroux, s. 262). W Polsce z ogółu nakładów na prace naukowo badawcze i rozwojowe wypadają:
— w 1966 r. 33,8% na prace naukowo-badawcze, a 66,2% na prace rozwojowe,
— w 1968 r. 23,3% i 76,7%,
— w 1971 r. 28,6% i 71,4% (Por. M. Dąbrowa-Szefler, *Wynalazki a postęp techniczny* w: *Prace INES Politechniki Warszawskiej*, s. 20).
- 10) Efektywność ekonomiczną prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych rozpatruje się zarówno w kategoriach efektu spodziewanego, tj. ex ante, jak i efektu uzyskanego, czyli ex post. Ocena efektywności ex ante dotyczy badań zamierzonych lub realizowanych i daje pogląd na efekty potencjalne; zaś ocena ex post czyli badań zakończonych i zrealizowanych — dostarcza informacji o rzeczywistej efektywności badań. Porównanie tych dwu ocen i poznanie występujących prawidłowości oraz zależności może przyczynić się do lepszego oddziaływania na przyszłe procesy badawcze i wytyczania właściwej polityki doboru tematyki badań.
- 11) Patrz: S. Szwedowski: *Efektywność postępu naukowo-technicznego metody oceny*. Warszawa 1976, s. 141 i dalsze.
- 12) Podobnie jak funkcjonujące w praktyce ceny oparte na kosztach, tak i propozycje stosowania cen rynku światowego (które są wyrazem aktualnej sytuacji rynkowej) nie mogą stać się bodźcem w kierunku właściwej realizacji polityki naukowo-badawczej i rozwojowej.