

dr hab. Maria Majewska

Katedra Nauk Ekonomicznych, Wydział Prawa i Administracji
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Ocena zdolności technologicznych kraju

WPROWADZENIE

Poprawa zdolności technologicznych pozwala żyć obywatelom danego kraju prościej i bardziej efektywnie, a same zdolności technologiczne są uważane za jedno z najważniejszych źródeł trwałej przewagi konkurencyjnej i dobrobytu. Jednym z niezwykle ważnych czynników, który spowodował intensyfikację tempa postępu technologicznego, ułatwiając także tworzenie zdolności technologicznych, jest rozwój technologii informacyjno-komunikacyjnej. Rola zdolności technologicznych w tworzeniu dobrobytu wzrosła również wraz z globalizacją i otwieraniem się rynków¹.

Ocena poziomu zdolności technologicznych kraju i osiągniętych dzięki nim rezultatów jest zadaniem trudnym z uwagi na kompleksowy i wielowymiarowy charakter wiedzy i technologii oraz otoczenia sprzyjającego bądź nie ich rozwojowi. Co więcej, różne miary, tak jak przykładowo analizują to w swojej pracy J.E. Coombs i P.E. Bierly III, mogą prowadzić do istotnie odmiennych wyników. Badacze ci twierdzą, że zrozumienie, co dany miernik faktycznie odzwierciedla i jakie ma słabe strony jest potrzebne, aby pojąć, skąd się biorą te odmiennie oceny zdolności technologicznych krajów².

Głównym celem pracy jest omówienie, w jaki sposób obecnie podchodzi się do mierzenia zdolności technologicznych kraju. Toteż skoncentrowano się przede wszystkim na wskaźnikach dotyczących gospodarki jako całości. Duża część tych wskaźników na poziomie makro stanowi tak zwane miary pośrednie danego zjawiska, gdyż w sytuacji oceny na przykład jakości kapitału ludzkiego na poziomie gospodarki, występują problemy z uzyskaniem właściwych danych do pomiaru za pomocą wskaźników bezpośrednich. Są to więc miary uproszczone, często zjawisk niepoliczalnych i trudno obserwowalnych, które mogą nie oddzielać wpływu jednych zmiennych od drugich na kształtowanie się końcowego

¹ A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis*, World Development, 2011, nr 7, s. 1110; M.F.A. Zaidi, S.N. Othman, *Understanding Dynamic Capability as an Ongoing Concept for Studying Technological Capability*, International Journal of Business and Social Science, 2011, nr 6, s. 224.

² Zob. np.: J.E. Coombs, P.E. Bierly III, *Measuring technological capability and performance*, „R&D Management”, 2006, nr 4, s. 421–438.

wyniku i ulegać wpływowi różnych sił zewnętrznych. Jednakże w literaturze przedmiotu podkreśla się, iż zróżnicowane składniki zdolności technologicznych są względem siebie komplementarne, co powoduje przyjęcie założenia o strukturze agregatowych wskaźników złożonych z uzupełniających się zmiennych, które mogą być łączone razem. Będziemy je w pracy nazywać także wskaźnikami syntetycznymi. Można też badać krajowe zdolności technologiczne poprzez agregację danych na poziomie firm, ale jest to bardzo skomplikowane i nie stanowi przedmiotu zainteresowania tego opracowania.

W pierwszej części niniejszej pracy zostaną przedstawione sposoby definiowania zdolności technologicznych, gdyż wiedza na temat tego, czym jest dane zjawisko stanowi warunek wstępny opracowania właściwych jego mierników. W drugiej części najpierw zaprezentowano te wskaźniki, w podziale na wyróżnione kategorie, w tym technologię informacyjną, które należą do najczęściej stosowanych mierników poziomu zdolności technologicznych kraju. Następnie w skrócie omówiono metodykę tworzenia agregatowych (syntetycznych) wskaźników zdolności technologicznych kraju oraz wskazano użyteczne źródła danych do sporządzania własnych analiz tego zjawiska.

POJĘCIE ZDOLNOŚCI TECHNOLOGICZNYCH JAKO PRZEDMIOTU BADAŃ

W węższym ujęciu zdolności technologiczne utożsamiane są głównie ze zdolnościami danej jednostki, organizacji, czy kraju w obszarach związanych z wykorzystywaniem rozwijanej przez te podmioty wiedzy i technologii, zwłaszcza z działalnością innowacyjną. Tego typu zdolności służą rozwojowi wiedzy i opracowywaniu różnego typu nowych technologii oraz prowadzić do zrozumienia dlaczego (wiedza typu *know-why*) i jak (wiedza typu *know-how*) należy dokonać danej czynności, np. ulepszyć proces czy produkt. W związku z tym dla wielu autorów zdolności technologiczne na poziomie firmy to różnego typu wiedza, kompetencje i umiejętności, które są niezbędne, aby móc pozyskiwać i adaptować wiedzę w celu doskonalenia wytwarzanych produktów i usług oraz lepszego zaspakajania potrzeb konsumentów.

W literaturze przedmiotu zdolności technologiczne charakteryzuje się często jako rzadkie, trudne do imitacji, niesubstytucyjne, kompleksowe i specyficzne oraz określa jako niepoliczalne (*ciche*) aktywa. Różne źródła zdolności technologicznych są komplementarne, jak przykładowo pracownicy i dopasowana do ich potrzeb infrastruktura. Ostatecznie znajdują one między innymi odzwierciedlenie w strategiach działania, produktach i usługach oraz jakości kapitału ludzkiego. Powstają one przede wszystkim w procesie uczenia się (w tym zwłaszcza przez działanie) i absorpcji wiedzy oraz umożliwiają rekonfigurację i odnawianie zasobów lub kompetencji w celu dostosowania się do szybko zmieniającego

się otoczenia. Dlatego też L. Kim³, jeden z badaczy zdolności technologicznych, definiuje je jako zdolności do efektywnego stosowania wiedzy technicznej w celu asymilacji i adaptacji oraz zmiany istniejących technologii. Pozwalają one w takim razie na efektywne działanie i podtrzymywanie przewagi konkurencyjnej w warunkach szybkiego postępu technologicznego.

Kapitał ludzki traktowany jest często przez badaczy zdolności technologicznych jako główny czynnik, który decyduje o rozwoju tych zdolności, będąc jednocześnie ich elementem składowym. Jakość kapitału ludzkiego jest kluczowa nie tylko dla rozwoju nowej wiedzy, ale także dla absorpcji technologii rozwiniętej przez resztę świata. W jakości kapitału ludzkiego upatruje się obecnie podstawowego źródła różnic w poziomach zdolności technologicznych, a wiedzę i umiejętności w zakresie uczenia się postrzega się jako aktywa strategiczne kraju, które warunkują jego rozwój.

W szerszym sposobie podchodzenia do zdolności technologicznych, rozumiane są one także jako różnego typu umiejętności w zakresie tworzenia warunków do wystąpienia postępu technologicznego. Obecnie technologię definiuje się mianowicie nie tylko jako metodę postępowania przy realizacji jakiegoś zadania, czy celu lub sposób łączenia czynników produkcji w odpowiednich proporcjach. Włącza się do tego pojęcia też wszystko to, co jest niezbędne do zamiany zasobów w produkty i usługi, jak i możliwości działania, a więc i tworzenie warunków sprzyjających bądź nie temu procesowi. Zdolności odnoszą się zatem również do potencjału jednostki, organizacji, czy kraju, który umożliwia przekształcenie zasobów w aktywa, co powinno znaleźć odzwierciedlenie we wzroście produktywności i redukcji kosztów⁴.

Innymi słowy, tak postrzegane zdolności technologiczne określają potencjał strategiczny umożliwiający uzyskiwanie wartości z posiadanych przez kraj zasobów i absorbowanej z zewnątrz wiedzy i technologii. Może mieć to przykładowo miejsce w ramach narodowych systemów innowacyjnych czy edukacyjnych, które powinny stanowić środowisko ułatwiające rozwój zdolności technologicznych. Różnice w zdolnościach technologicznych wynikają więc też z tego jak kraj radzi sobie z imitacją i adopcją zagranicznej wiedzy i technologii, na przykład zawartej w imporcie czy zagranicznych inwestycjach bezpośrednich.

³ L. Kim, *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*, Harvard: Harvard Business School Press 1997, s. 4.

⁴ Zob. np.: D. Archibugi, A. Coco, *A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo)*, *World Development*, 2004, nr 4, s. 630; M. Bielski, *Podstawy teorii organizacji i zarządzania*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2004, s. 46, 79, 89; R.W. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 77; J.E. Coombs, P.E. Bierly III, *Measuring...*, s. 422–423; A. Morrison, C. Pietrobelli, R. Rabellotti, *Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries*, *Oxford Development Studies*, 2008, nr 1, s. 41–42; M. F. A. Zaidi, S. N. Othman, *Understanding...*, s. 224–225; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1109.

Inaczej mówiąc, z poziomu potencjału absorpcji, który jest istotny w identyfikacji, pozyskaniu i adaptacji wiedzy pochodzącej ze źródeł zewnętrznych⁵.

W związku z powyższym w literaturze przedmiotu rozwój zdolności absorpcji wiedzy jest utożsamiany z tworzeniem zdolności technologicznych kraju. Zdolność do absorpcji wiedzy można zdefiniować jako umiejętność identyfikacji, pozyskania, asymilacji (integracji z posiadaną już wiedzą) i późniejszego wykorzystania pozyskanej wiedzy. Ważne są szczególnie umiejętności w obszarze uczenia się, które określają jednocześnie szybkość oraz efekty przyswajania nowej wiedzy i jej adaptacji w podejmowane działania. Ten sposób pojmowania zdolności do absorpcji wiedzy, preferowany przez W.M. Cohena i D.A. Levinthala⁶, jest bardzo popularny wśród badaczy tej problematyki. Poziom zdolności w zakresie absorpcji wiedzy określa natomiast potencjał absorpcji wiedzy. Potencjał absorpcji wiedzy jest rozumiany jako posiadane rzeczywiste możliwości efektywnego pozyskiwania wiedzy z różnych źródeł, jej rozwoju i wykorzystywania. Określa więc efektywność, z jaką kapitał ludzki pozyskuje i wykorzystuje wiedzę z zewnętrznych źródeł, aby móc ją wdrożyć we własne działania i stworzyć na tej podstawie nową wiedzę⁷.

WSKAŹNIKI I METODYKA MIERZENIA ZDOLNOŚCI TECHNOLOGICZNYCH KRAJU

Zdolności technologiczne są składową wielu elementów, które w literaturze przedmiotu analizuje się często w podziale na trzy następujące klasyfikacje: 1) tak zwana wiedza wbudowana i niewbudowana (*embodied/disembodied knowledge*), 2) wiedza cicha i jawna, 3) rozwój i dyfuzja wiedzy, łączona z potencjałem absorpcji. Jednakże jeżeli chodzi o ocenę zdolności technologicznych kraju najbardziej popularny wydaje się być podział na rozwój i dyfuzję wiedzy, w którym następnie niektórzy badacze wprowadzają rozróżnienie na wiedzę wbudowaną i niewbudowaną, zwłaszcza przy analizie problematyki dyfuzji wiedzy przez różne jej kanały.

⁵ Zob. np.: S.A. Zahra, G. George, *Absorptive capacity: a review and reconceptualization*, Academy of Management Proceedings, 2000, BPS, s. K1-K3; A. Daghfous, *Absorptive capacity and the implementation of knowledge intensive best practices*, „SAM Advanced Management Journal”, 2004, nr 69, s. 22; D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice*, Research Policy, 2005, nr 34, s. 176–177; J.E. Coombs, P.E. Bierly III, *Measuring...*, s. 424; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1109–1110; M.F.A. Zaidi, S.N. Othman, *Understanding...*, s. 229.

⁶ W.M. Cohen, D.A. Levinthal, *Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation*, „Administrative Science Quarterly”, 1990, nr 35, s. 128, 131.

⁷ Zob. np.: M. Majewska-Bator, *Rozwój endogenicznej przewagi w handlu międzynarodowym a proces zmniejszania luki technologicznej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Poznań 2010, s. 142–148.

Zdolności technologiczne mogą być bowiem przykładowo zawarte w dobrach kapitałowych stanowiących przedmiot importu, patentach czy publikacjach naukowych lub bezpośrednio transferowane w trakcie współpracy między pracownikami. Kolejne dwie szerokie kategorie, które są niemal obecnie standardem przy ocenie zdolności technologicznych kraju, to różnego typu infrastruktura, inaczej nazywana otoczeniem technologicznym miękkim lub twardym oraz kapitał ludzki, zazwyczaj analizowany w kontekście jakości jego wykształcenia i profilu kwalifikacji⁸.

Spośród wskaźników rozwoju wiedzy zazwyczaj wybieranymi przez badaczy są różnego rodzaju miary działalności B+R, w tym zwłaszcza patenty. Zakłada się w tym wypadku, że im wyższy poziom tej działalności, tym większe powinny być zdolności technologiczne kraju.

Wśród wskaźników rozwoju wiedzy znajdują się zwłaszcza wskaźniki wielkości i struktury wydatków na działalność B+R, w tym miary nakładów i zasobów kapitału B+R oraz wskaźniki efektywności (wyników) tej działalności, jak właśnie patenty czy nowe produkty i procesy. Tabela 1 przedstawia wskaźniki rozwoju wiedzy często wykorzystywane w ocenie zdolności technologicznych kraju.

Patenty są szczególnie często wykorzystywane w ocenie zdolności technologicznych z uwagi na większą dostępność danych niż w przypadku działalności B+R. Jednakże i ta miara jest problematyczna głównie z powodu tego, że patenty różnią się znacznie ich jakością i ekonomicznym znaczeniem i nie wszystkie firmy patentują swoje innowacje procesowe czy produktowe. Jakość patentów może być na przykład sprawdzana przez liczbę cytowania danego patentu w kolejnych zgłaszanych wnioskach. Ponadto, różne są procedury prawne legalizacji patentów, dlatego niektórzy badacze zalecają korzystanie z danych o patentach, które są rejestrowane przez wszystkie kraje w jednej wiarygodnej instytucji, jak na przykład Amerykańskie Biuro Patentowe. Także stosuje się wskaźniki aktywności naukowej pracowników sektora prywatnego, czy publicznego⁹.

⁸ Zob. np.: S. Lall, *Technological capabilities and industrialization*, World Development, 1992, nr 20(2), s. 165–186; D. Archibugi, A. Coco, *A New Indicator...*, s. 629–654; D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities...*, s. 175–194; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1108–1121.

⁹ D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities ...*, s. 178, 183; D. Archibugi, A. Coco, *A New Indicator...*, s. 634; J.E. Coombs, P.E. Bierly III, *Measuring...*, s. 421, 425–426, 429; H. Grupp, T. Schubert, *Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance*, „Research Policy”, 2010, nr 39(1), s. 68–69; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1110; L. Edvinsson, M. Malone, *Kapitał intelektualny*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 88–89, 90–91, 109, 131; P. Gustavsson, P. Hansson, L. Lundberg, *Technology, resource endowments and international competitiveness*, European Economic Review, 1999, nr 43, s. 1502, 1508; L. Bottazzi, G. Peri, *Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data*, European Economic Review, 2003, nr 47, s. 688.

Tabela 1. Wybrane wskaźniki rozwoju wiedzy określające poziom zdolności technologicznych kraju

Obszar: Wielkość i struktura nakładów na rozwój wiedzy Przykłady stosowanych wskaźników
<ul style="list-style-type: none"> ▪ nakłady na B+R w stosunku do wydatków ogółem, ▪ nakłady na B+R w stosunku do wielkości produktu narodowego czy krajowego, także w przeliczeniu <i>per capita</i>, ▪ nakłady na B+R w podziale na wydatki prywatne albo publiczne, także w przeliczeniu <i>per capita</i>, ▪ nakłady na B+R przeznaczone na badania podstawowe, projekty produktów czy procesów i badania wdrożeniowe, ▪ nakłady na B+R w układzie branżowym, ▪ wydatki na działalność B+R w wartości produkcji lub sprzedaży krajowej i zagranicznej, ▪ udział wydatków na działalność B+R w wartości dodanej sprzedaży kraju, ▪ udział wydatków na działalność B+R w wartości dodanej sprzedaży branży czy danego rodzaju działalności.
Obszar: Efektywność nakładów na rozwój wiedzy Przykłady stosowanych wskaźników
<ul style="list-style-type: none"> ▪ miary zasobów kapitału badawczo-rozwojowego, np. jakość publicznych naukowych jednostek badawczych, liczba naukowców i inżynierów zaangażowanych w działalność B+R, dostępność dla przedsiębiorstw i jakość usług wyspecjalizowanych instytucji badawczych i szkoleniowych, ▪ dostępność dla przemysłu nowoczesnych technologii, ▪ patenty i różnego rodzaju opracowane i wdrożone innowacje, także w przeliczeniu <i>per capita</i> ▪ nowo stworzone rodzime produkty i procesy (innowacje produktowe i procesowe), w tym dobra kapitałowe, ▪ modyfikacje importowanych substytutów, ▪ wskaźniki aktywności naukowej pracowników sektora prywatnego, czy publicznego, jak np. publikacje naukowe, w tym współautorstwo prac oraz skala współpracy między uczelniami a przedsiębiorstwami w zakresie wspólnie prowadzonej działalności innowacyjnej.

Źródło: opracowanie własne.

Drugą kategorię wchodzącą w skład zdolności technologicznych kraju stanowi kapitał ludzki, którego modelowanie jest bardzo trudne, choćby z powodu nadal ograniczonej wiedzy na temat sposobów jego akumulacji. Kapitał ludzki może być wyrażony bardzo wieloma wskaźnikami, których wybór zależy od celu analizy¹⁰. Tak jak ilustruje to tabela 2 do oceny zdolności technologicznych zasobów kapitału ludzkiego danego kraju stosuje się przeważnie różnego rodzaju wskaźniki poziomu i struktury edukacji społeczeństwa oraz osób zatrudnionych, które później koreluje się ze zmianami poziomu produktywności. Obecnie podkreśla się bardzo mocno znaczenie wiedzy technicznej w rozwoju zdolności technologicznych. Ponadto bada się także wydatki w zakresie podnoszenia po-

¹⁰ Szerszy opis metod oceny jakości kapitału ludzkiego w kontekście badania zdolności technologicznych zob.: M. Majewska-Bator, *Rozwój...*, s. 192–202.

ziomu edukacji i kwalifikacji, czyli poszerzania wiedzy traktując je jako inwestycje w potencjał rozwoju zdolności technologicznych kapitału ludzkiego¹¹.

Tabela 2. Wybrane wskaźniki zdolności technologicznych zasobów kapitału ludzkiego

Obszar: Poziom i struktura edukacji kapitału ludzkiego (przykłady)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ liczba dorosłych osób umiejących pisać i czytać, ▪ całkowita lub przeciętna liczba lat edukacji siły roboczej, ▪ roczne godziny edukacji pomaturalnej na jednego mieszkańca powyżej 18. roku życia, ▪ odsetek osób ze średnim poziomem wykształcenia w zasobach ludności w wieku produkcyjnym lub w grupie osób, które ukończyły 25 lat lub w grupie zatrudnionych, ▪ udział osób z wyższym wykształceniem w zasobach ludności w wieku produkcyjnym lub w grupie osób, które ukończyły 25 lat lub w grupie zatrudnionych, ▪ liczba przyjęć do różnego typu szkół i na różne kierunki oraz ich procentowa struktura, ▪ punkty testowe osiągnięte w trakcie egzaminów weryfikujących wiedzę uczniów lub wyniki porównawczych międzynarodowych testów badających umiejętności uczniów i studentów w różnych obszarach, ▪ czas poświęcony na szkolenia mierzony przeciętną liczbą dni albo godzin szkoleń na jednego pracownika.
Obszar: Edukacja w zakresie wiedzy technicznej (przykłady)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ liczba osób lub ich odsetek, które zdobyły wykształcenie wyższe lub uzyskały stopień doktora w zakresie nauk ekonomicznych, w naukach ścisłych i inżynierii, czyli z zakresu wiedzy technicznej, ▪ liczba pracowników informatyki w liczbie pracowników ogółem oraz umiejętności pracowników w zakresie stosowania technologii informatycznej, ▪ odsetek kierowników z wyższym stopniem naukowym z zakresu wiedzy technicznej.
Obszar: Nakłady na wzrost poziomu edukacji i kwalifikacji kapitału ludzkiego (przykłady)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ roczne wydatki na edukację uczniów szkół ponadpodstawowych w przeliczeniu na jednego ucznia lub mieszkańca, ▪ roczne wydatki na szkolnictwo wyższe w przeliczeniu na jednego studenta lub mieszkańca, ▪ roczne wydatki na przekwalifikowanie lub rozwój kwalifikacji osób poszukujących pracy, ▪ wielkość wydatków różnego typu na cele edukacyjne i związane z rozwojem zawodowym pracowników w porównaniu do kosztów realizacji innych celów państwa, np. na administrację państwową, ▪ udział wydatków różnego typu na cele edukacyjne i rozwoju zawodowego pracowników w PKB lub PNB, ▪ roczne wydatki na szkolenia w różnych przekrojach, np. grup pracowników.

Źródło: opracowanie własne.

¹¹ P.M. Romer, *Capital, Labor, and Productivity*, Brookings Papers on Economic Activity, 1990, Special Issue Microeconomics, s. 346; R. Barro, J.-W. Lee, *International comparisons of educational attainment*, „Journal of Monetary Economics”, 1993, nr 32, s. 364–365; H.J. Engelbrecht, *International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: An empirical investigation*, „European Economic Review”, 1997, nr 41, s. 1480; L. Edvinsson, M. Malone, *Kapitał...*, s. 83, 87–88, 99–100, 109, 113, 131–132, 139–140; J. Fitz-Enz, *Rentowność inwestycji w kapitał ludzki*, Oficyna Ekonomiczna, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2001, s. 54–55, 117, 119, 158, 180; D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities...*; D. Archibugi, A. Coco, *A New Indicator...*, s. 632, 636.

Badanie zdolności technologicznych w zakresie dyfuzji wiedzy jest ściśle powiązane z szacowaniem potencjału absorpcji. W tym wypadku wykorzystuje się wskaźniki zdolności do absorpcji wiedzy jako miary zdolności technologicznych¹². Przykładowo D. Archibugi i A. Coco jako wskaźniki absorpcji obcej technologii przyjmują zagraniczne inwestycje bezpośrednie, import dóbr kapitałowych i opłaty za licencjonowanie technologii¹³. Jednakże badacze specjalizujący się w ocenie samego potencjału absorpcji, a zatem i produktywności uczenia się, wydają się preferować raczej miary związane ze skalą działalności innowacyjnej, które w tym wypadku powinny być odnoszone do osiąganego poziomu produktywności (np. wydatki na działalność B+R przypadające na jednostkę produkcji). Ponadto, obecnie dość często stosowaną miarę potencjału absorpcji stanowi wspomniany już wcześniej wskaźnik, to jest liczba absolwentów uczelni o profilu technicznym.

Natomiast do samej oceny potencjału uczenia się kraju i wzrostu doświadczenia w tym zakresie wykorzystuje się przeważnie różnego rodzaju wskaźniki produktywności, wśród których najbardziej popularne są miary pozwalające wyliczyć produktywność kapitału ludzkiego i zmiany wielkości wyniku produkcji czy eksportu *per capita*. Przyjmuje się bowiem w tym wypadku, te same założenia, co w koncepcji krzywej doświadczenia. Bardzo popularną miarą zdolności do adopcji obcych technologii, zwłaszcza dla krajów rozwijających się, jest również zmiana ilości i różnorodność dóbr pośrednich, które są wykorzystywane przez daną gospodarkę w procesie produkcji. Z kolei, wielkości lub udziały handlu wysoce i średnio intensywnego technologicznie w handlu ogółem traktowane są jako źródło aktywnego transferu technologii i dyfuzji innowacji. Dodatkowo, badając zdolności do absorpcji wiedzy technicznej zawartej w handlu międzynarodowym nie powinno się zapominać o analizie importu produktów pośrednich. Określając w ten sposób potencjał absorpcji warto też zbadać, jaka część importowanego wkładu pochodzi z krajów bardziej, a jaka z mniej rozwiniętych od gospodarki importera¹⁴.

¹² Zob. np.: W.M. Cohen, D. Levinthal, *Absorptive...*, s. 128–152; D.T. Coe, E. Helpman, A.W. Hoffmaister, *North-South R&D Spillovers*, „Economic Journal”, 1997, nr 107, s. 134–149.

¹³ D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities...*, s. 180.

¹⁴ Zob. np.: T. Bayoumi, D.T. Coe, E. Helpman, *R&D spillovers and global growth*, „Journal of International Economics”, 1999, nr 47, s. 403; G. Das Gopal, *Trade, Technology and Human Capital: Stylised Facts and Quantitative Evidence*, Blackwell, Oxford 2002, s. 257–259; G. An, M.F. Iyigun, *The export technology content, learning by doing and specialization in foreign trade*, *Journal of International Economics*, 2004, nr 64, s. 468–469, 470–471; Y. Todo, *Empirically consistent scale effects: An endogenous growth model with technology transfer to developing countries*, „Journal of Macroeconomics”, 2003, nr 25, s. 30; P. Gustavsson, P. Hansson, L. Lundberg, *Technology...*, s. 1510–1511; S. Bhaduri, A. S. Ray, *Exporting Through Technological Capability: Econometric Evidence from India's Pharmaceutical and Electrical/Electronics Firms*, *Oxford Development Studies*, 2004, nr 32, s. 92–93; G. Cameron, J. Proudman, S. Redding, *Technological convergence, R&D, trade and productivity growth*, *European Economic Review*, 2005, nr 49., s. 777, 780–781, 790; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1109.

Kolejny obszar oceny zdolności technologicznych kraju to analiza technologicznej infrastruktury różnego typu i związanych z jej rozwojem działań rządu. Do najbardziej popularnych wskaźników infrastruktury w przypadku oceny poziomu zdolności technologicznych należą mierniki Internetu, telefonii stacjonarnej i komórkowej oraz zużycia energii. Można powiedzieć, że są to obecnie trzy podstawowe sieci wchodzące w skład infrastruktury rozwoju społeczno-ekonomicznego gospodarki każdego kraju. Analizuje się także inne elementy otoczenia twardego i miękkiego sprzyjające rozwojowi zdolności technologicznych w podziale na wyszczególnione składniki tego otoczenia. Tych wskaźników jest bardzo dużo i są one różnorodne. Dlatego też badacze zdolności technologicznych wybierają na ogół tylko niektóre, a obecnie bardzo często ograniczają się do analizy infrastruktury informatycznej jako sieci wymiany wiedzy i jej przepływu, na co wskazuje przegląd literatury przedmiotu. W tym wypadku stosują oni między innymi następujące wskaźniki:

- liczba komputerów przypadających na jednego mieszkańca lub pracownika,
- liczba i szerokość pasm łączy internetowych,
- liczba użytkowników Internetu, także w przeliczeniu na jednego mieszkańca,
- wiek narzędzi technologii informatycznej i oczekiwana ich długość życia,
- przyrost narzędzi infrastruktury informatycznej w przeliczeniu na jednego mieszkańca, czy pracownika,
- wydatki na wyposażenie w narzędzia technologii informatycznej w przeliczeniu na jednego mieszkańca lub pracownika.

Ocenę infrastruktury rozwoju zdolności technologicznych powinno się również w dzisiejszej rzeczywistości gospodarczej poszerzyć o badanie narodowych systemów innowacyjnych. Jednakże jest to utrudnione głównie z powodu braku ogólnodostępnych międzynarodowych baz danych. Narodowe systemy innowacyjne stanowią zestawy różnego rodzaju rozwiązań instytucjonalnych tworzących warunki do rozwoju i dyfuzji wiedzy, jak klastry, parki technologiczne, inkubatory przedsiębiorczości, centra transferu technologii itp.¹⁵

Jeżeli chodzi o metodologię konstrukcji syntetycznych wskaźników zdolności technologicznych kraju, to preferowane są proste lub ważone mierniki składające się z kilku zmiennych, na ogół łączonych w szersze podgrupy, jak przykładowo wskazane wyżej kategorie kapitał ludzki czy infrastruktura. Tak, jak piszą znani badacze zdolności technologicznych D. Archibugi i A. Coco: „Kiedy wskaźniki są sumowane, odejmowane, mnożone czy dzielone wynik będzie poprawny, gdy jest poparty teorią”¹⁶. Należy jednak pamiętać o numerycznych aspektach łączenia w całość różnych statystycznych danych, w tym zwłaszcza o potrzebie ich normalizacji. Jest to jeden z głównych problemów przy sporządzaniu wskaźników agregatowych. Często spotykaną normalizacją w przypadku

¹⁵ Zob. np: D. Archibugi, A. Coco, *A New Indicator...*, s. 631–632, 634–635; M. Majewska-Bator, *Rozwój...*, s. 166–189; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1111.

¹⁶ D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities ...*, op. cit., s. 177.

różnych zmiennych poziomu rozwoju gospodarczego jest wyrażanie wartości absolutnych wskaźników w logarytmach naturalnych. Jest to jednak zbędne przy miarach liczonych w punktach procentowych, gdyż przekształcenie logarytmiczne nie znormalizuje wyników. Ponadto, badacze zdolności technologicznych wyraźnie preferują przypisywanie relatywnych wag każdemu komponentowi wskaźnika syntetycznego, a rzadko stosują w tym celu metody statystyczne. Warto też konstruując wskaźnik syntetyczny tak dobierać zmienne, aby opisywały one odmienne aspekty zdolności technologicznych.

Traktując kraje jako jednostki statystyczne należy także nie zapominać, po pierwsze, o konieczności ważenia poszczególnych miar absolutnych takimi wielkościami jak przykładowo populacja czy PKB. Po drugie, co jest szczególnie mocno podkreślane w literaturze przedmiotu, o uwzględnianiu poziomu rozwoju gospodarczego analizowanych krajów. Jest to istotne, gdyż charakterystyka zdolności technologicznych ulega ewolucji w pewien określony sposób, wraz z odrabianiem przez kraj dystansu w poziomie rozwoju gospodarczego do krajów tak zwanych liderów technologicznych. Tłumaczy to, dlaczego lepszym postępowaniem badawczym jest porównywanie państw, co do ich zdolności technologicznych, w grupach krajów o podobnych strukturach społeczno-gospodarczych. Dodatkowo pojawia się też problem gorszej dostępności i wiarygodności danych opisujących zdolności technologiczne krajów mniej rozwiniętych¹⁷.

W ocenie zdolności technologicznych można także korzystać ze wskaźników dotyczących różnych aspektów zdolności technologicznych krajów opracowywanych przez międzynarodowe instytucje, takie jak Bank Światowy, Światowe Forum Ekonomiczne, Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju, Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju Przemysłowego (UNIDO), czy Komisja Europejska. Instytucje te publikują dane lub gotowe wskaźniki dotyczące poszczególnych elementów zdolności technologicznych krajów. Można zatem samemu dokonać agregacji danych potrzebnych do oceny zdolności technologicznych i na tej podstawie stworzyć indeks syntetyczny. Dobrym przykładem jest wydawane corocznie przez Światowe Forum Ekonomiczne opracowanie pt. *The Global Competitiveness Report*, które zawiera szereg użytecznych wskaźników zdolności technologicznych dla 142 krajów objętych badaniem, w tym przykładowo miary transferu i adopcji technologii, jakości systemu edukacji i naukowych jednostek badawczych, użyteczności patentów oraz stopnia wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnej (ICT)¹⁸.

¹⁷ D. Archibugi, A. Coco, *Measuring technological capabilities...*, s. 175–179; D. Archibugi, A. Coco, *A New Indicator...*, s. 630, 652; J. James, *An Institutional Critique of Recent Attempts to Measure Technological Capabilities across Countries*, „Journal of Economic Issues”, 2006, nr 3, s. 745–747; A. Filippetti, A. Peyrache, *The Patterns...*, s. 1108.

¹⁸ Zob. np.: *The Global Competitiveness Report 2011–2012*, World Economic Forum, Geneva 2011.

ZAKOŃCZENIE

Zainteresowanie tematyką rozwoju zdolności technologicznych krajów rosło wraz z kolejnymi sukcesami gospodarczymi osiąganymi przez kraje Azji Wschodniej, zaliczane do Tygrysów Azjatyckich. Kwestią, którą interesowali się badacze zdolności technologicznych krajów było znalezienie odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób gospodarki Tygrysów Azjatyckich zmniejszyły tak szybko zacofanie gospodarcze dzielące je od liderów technologicznych. W związku z tym potrzebne były wskaźniki pozwalające ocenić zdolności technologiczne krajów.

Kwantyfikacja zdolności technologicznych kraju jest właśnie przede wszystkim przeprowadzana, aby zrozumieć, dlaczego jedne gospodarki są bardziej innowacyjne i konkurencyjne na rynkach międzynarodowych od innych, co przekłada się na poziom osiąganego dobrobytu. Dzięki ocenie zdolności technologicznych krajów można mianowicie zarówno zidentyfikować słabości, jak i silne strony badanych gospodarek. Wiedza ta jest niezwykle pomocna w wyznaczaniu strategicznych kierunków polityki inwestowania w zdolności technologiczne w celu zwiększenia tempa rozwoju gospodarczego.

LITERATURA

- An G., Iyigun M.F., *The export technology content, learning by doing and specialization in foreign trade*, „Journal of International Economics”, 2004, nr 64.
- Archibugi D., Coco A., *A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo)*, „World Development”, 2004, nr 4.
- Archibugi D., Coco A., *Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice*, „Research Policy”, 2005, nr 34.
- Barro R., Lee J.W., *International comparisons of educational attainment*, „Journal of Monetary Economics”, 1993, nr 32.
- Bayoumi T., Coe D.T., Helpman E., *R&D spillovers and global growth*, „Journal of International Economics”, 1999, nr 47.
- Bhaduri S., Ray A.S., *Exporting Through Technological Capability: Econometric Evidence from India's Pharmaceutical and Electrical/Electronics Firms*, „Oxford Development Studies”, 2004, nr 32.
- Bielski M., *Podstawy teorii organizacji i zarządzania*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2004.
- Bottazzi L., Peri G., *Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data*, „European Economic Review”, 2003, nr 47.
- Cameron G., Proudman J., Redding S., *Technological convergence, R&D, trade and productivity growth*, „European Economic Review”, 2005, nr 49.

- Coe D.T., Helpman E., Hoffmaister A. W., *North-South R&D Spillovers*, „Economic Journal”, 1997, nr 107.
- Cohen W.M., Levinthal D.A., *Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation*, „Administrative Science Quarterly”, 1990, nr 35.
- Coombs J.E., Bierly III P.E., *Measuring technological capability and performance*, „R&D Management”, 2006, nr 4.
- Daghfous A., *Absorptive capacity and the implementation of knowledge intensive best practices*, „SAM Advanced Management Journal”, 2004, nr 69.
- Edvinsson L., Malone M., *Kapitał intelektualny*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- Engelbrecht H.J., *International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD economies: An empirical investigation*, „European Economic Review”, 1997, nr 41.
- Filippetti A., Peyrache A., *The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis*, „World Development”, 2011, nr 7.
- Fitz-Enz J., *Rentowność inwestycji w kapitał ludzki*, Oficyna Ekonomiczna, Dom Wydawniczy ABC, Kraków 2001.
- Griffin R.W., *Podstawy zarządzania organizacjami*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
- Gopal Das G., *Trade, Technology and Human Capital: Stylised Facts and Quantitative Evidence*, Blackwell, Oxford 2002.
- Grupp, H., Schubert, T., *Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance*, „Research Policy”, 2010, nr 39 (1).
- Gustavsson P., Hansson P, Lundberg L., *Technology, resource endowments and international competitiveness*, „European Economic Review”, 1999, nr 43.
- James J., *An Institutional Critique of Recent Attempts to Measure Technological Capabilities across Countries*, Journal of Economic Issues, 2006, nr 3.
- Kim L., *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*, Harvard: Harvard Business School Press 1997.
- Lall, S., *Technological capabilities and industrialization*, „World Development”, 1992, nr 2.
- Majewska-Bator M., *Rozwój endogenicznej przewagi w handlu międzynarodowym a proces zmniejszania luki technologicznej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Poznań 2010.
- Morrison A., Pietrobelli C., Rabellotti R., *Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries*, „Oxford Development Studies”, 2008, nr 1.
- Romer P.M., *Capital, Labor, and Productivity*, Brookings Papers on Economic Activity, 1990, Special Issue Microeconomics.
- The Global Competitiveness Report 2011–2012*, World Economic Forum, Geneva 2011.
- Todo Y., *Empirically consistent scale effects: An endogenous growth model with technology transfer to developing countries*, „Journal of Macroeconomics”, 2003, nr 25.

Zahra S.A., George G., *Absorptive capacity: a review and reconceptualization*, Academy of Management Proceedings, 2000, BPS.

Zaidi M.F.A., Othman S.N., *Understanding Dynamic Capability as an Ongoing Concept for Studying Technological Capability*, „International Journal of Business and Social Science”, 2011, nr 6.

Streszczenie

Poprawa zdolności technologicznych pozwala żyć obywatelom danego kraju prościej i bardziej efektywnie. Głównym celem pracy jest pokazanie, w jaki sposób obecnie podchodzi się do mierzenia zdolności technologicznych kraju. Z uwagi na tematykę niniejszej pracy skoncentrowano się na wskaźnikach dotyczących gospodarki jako całości. Dlatego też w pracy omawiane są wskaźniki poziomu zdolności technologicznych kraju, które stanowią na ogół miary możliwości w zakresie uczenia się i absorpcji wiedzy. Część tych wskaźników na poziomie makro stanowi tak zwane miary pośrednie danego zjawiska, gdyż w sytuacji oceny na przykład jakości kapitału ludzkiego na poziomie gospodarki występują problemy z uzyskaniem właściwych danych do pomiaru za pomocą wskaźników bezpośrednich. Są to więc miary uproszczone, które mogą nie oddzielać wpływu jednych zmiennych od drugich na kształtowanie się końcowego wyniku i ulegać wpływowi różnych sił zewnętrznych, jak przy wykorzystywaniu produktu narodowego czy produktu krajowego *per capita* do określenia zmian w poziomie produktywności uczenia się kraju. Niemniej jednak prezentowane wskaźniki w podziale na wyróżnione kategorie, w tym technologię informacyjną, należą do często stosowanych mierników poziomu zdolności technologicznych kraju przez uznanych badaczy tej dziedziny.

Evaluation of the technological capabilities of a country

Summary

Improvement of technological capabilities allows citizens of a given country to live easier and more efficiently. The aim of this paper is to present the current approaches to measure country's technological capabilities. For this reason, this work focused on analysis of indicators for the economy as a whole. Therefore, in this work are discussed indicators determining the level of country's technological capabilities, which are usually measures of the capacity to learn and absorb knowledge. Some of these indicators at the macro level are indirect measures of a given phenomenon because when estimating for example human capital quality at the level of the economy, there are problems with obtaining relevant data to measure by direct indicators. There are thus the simplified indices that can not separate the impact of some variables from others variables on the final outcome and be influenced by a variety of external forces as in the case of using national product and gross domestic product per capita to determine changes in the level of country's learning productivity. However, the indicators presented in the division over the studied categories in this work, including information technology, are often applied to evaluate technological capabilities by famous researchers in the field.