

Rola rynków kapitałowych w stymulowaniu czwartej rewolucji przemysłowej

Nadesłany: 20.09.17 | Zaakceptowany do druku: 20.01.18

Lesław Pietrewicz*

Świat znajduje się na progu czwartej rewolucji przemysłowej. Zakres i głębokość zmian składających się na tę rewolucję czynią zasadnym analizę modelu jej finansowania, obejmującego finansowanie zarówno kompleksowych przekształceń procesów wytwórczych w tzw. inteligentnych fabrykach, jak i rozwoju potrzebnych do tego innowacji technologicznych. Przedmiotem pracy jest analiza względnych przewag sektora bankowego i rynków kapitałowych jako źródeł finansowania czwartej rewolucji przemysłowej. Z przeprowadzonych badań wylania się obraz wyraźnej przewagi rynków kapitałowych, a także wyzwania, z jakimi będą musiały się zmierzyć.

Słowa kluczowe: czwarta rewolucja przemysłowa, inteligentne fabryki, rynek kapitałowy, finansowanie innowacji.

The Role of Capital Markets in Stimulating the Fourth Industrial Revolution

Submitted: 20.09.17 | Accepted: 20.01.18

The world is on the brink of the fourth industrial revolution. The scope and depth of changes comprised by this revolution call for an analysis of its financing model, covering financing of both complex transformation of manufacturing processes in so-called smart factories and the development of technological innovations necessary to build and run such factories. The present article analyzes relative advantages of the banking sector and capital markets as sources of finance for the fourth industrial revolution. It is found that capital markets have a distinct advantage over the banking sector in this context; nevertheless, they will have to face significant challenges.

Keywords: fourth industrial revolution, smart factories, capital market, innovation financing.

JEL: G10, O12, O14, O16, O33

* **Lesław Pietrewicz** – dr, Instytut Nauk Ekonomicznych PAN.

Adres korespondencyjny: Instytut Nauk Ekonomicznych PAN, ul. Nowy Świat 72, 00-330 Warszawa;
e-mail: pietrewi@inepan.waw.pl.

1. Wstęp

We wszystkich obszarach działalności człowieka dokonuje się obecnie „cicha rewolucja” (Bloem i in., 2014, s. 4), bezprecedensowa w swojej skali, zakresie i złożoności (Schwab, 2016). Napędzana przez nagromadzenie i wzajemne oddziaływanie „wywrotowych” (*disruptive*) technologii (McKinsey, 2015) przekształca nasze życie, pracę, wzajemne relacje i interakcje z maszynami (World Economic Forum, 2016). W awangardzie owej transformacji znajduje się działalność przemysłowa (Bloem i in., 2014), od której owa rewolucja bierze swoją nazwę „czwartej rewolucji przemysłowej”, wpisując się w ciąg historycznych wydarzeń kształtujących świat, jaki znamy.

Jesteśmy dziś świadkami początków głębokich przekształceń obejmujących wszystkie sektory i branże działalności i dotyczących systemów produkcyjnych, modeli biznesowych, systemów transportowych i modeli konsumpcji (Schwab, 2016). Nadejście czwartej rewolucji przemysłowej stanowi ogromne wyzwanie dla rynku pracy, wpisując się w logikę procesu znanego w literaturze ekonomicznej jako polaryzacja rynku pracy, polegającego na eliminacji miejsc pracy związanych z wykonywaniem zadań rutynowych i wzroście popytu na działalność kreatywną, wymagającą wysokich zdolności poznawczych (np. Goos, Manning i Salomons, 2014). Procesy te w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej ulegają przyspieszeniu i przybierają na sile, pogłębiając nierówności społeczne (Brynjolfsson i McAfee, 2014; Schwab, 2016). Nowe sposoby wykorzystywania technologii przekładają się na zmiany preferencji konsumenckich, w tym sposobów komunikowania się, autoprezentacji, pozyskiwania informacji i spędzania wolnego czasu. Zachodzące zmiany stanowią też wyzwanie dla rządów i szeregu instytucji, wywołując zmiany w obszarze edukacji, ochrony zdrowia, transporcie i in. (Schwab, 2016).

Znakiem czasów i symbolem czwartej rewolucji przemysłowej są tzw. inteligentne fabryki, wyposażone w ogromne ilości sensorów umożliwiających bieżące monitorowanie i kontrolę procesów produkcyjnych, a także, dzięki internetowi rzeczy, koordynację dostaw i efektywną realizację indywidualnych zamówień na masową skalę (tzw. *mass customization*) (np. Roland Berger, 2016; Stanton Chase, 2016), dopełniając wizję „rynków jednostek” (a nie grup, zbiorowości) nakreśloną przez Glimore’a i Pine’a (2000).

Urzeczywistnienie tej wizji obwarowane jest uwarunkowaniami finansowymi po stronie zarówno nakładów, jak i efektów. Jeśli chodzi o samo przystosowanie fabryk do wymogów owej rewolucji, wymiana wymaga około 40–50% ich wyposażenia (McKinsey, 2015). Wymiana ta umożliwi bardziej efektywne wykorzystanie przez przedsiębiorstwa ich aktywów materialnych, co przełoży na znaczący wzrost marży i wskaźnika ROCE (*return on capital employed*, czyli zwrotu na zaangażowanym kapitale), np. w branży motoryzacyjnej o odpowiednio 6 i 25 punktów procentowych (Roland Berger, 2016).

Sfinansowania wymagać będzie jednak nie tylko wymiana wyposażenia fabryk, ale także rozwój wykorzystywanych tam technologii, czego koszt – ze

względu na ogromną niepewność, nierozzerwalnie związaną z działalnością innowacyjną, ale także nowe uwarunkowania dotyczące nowych form współpracy w formule otwartych innowacji i ich finansowania i niemożliwego do wyceny ryzyka regulacyjnego – jest właściwie niemożliwy do oszacowania z rozsądnym marginesem błędu. Niemniej jednak, natura zmian i wyzwań związanych z urzeczywistnianiem wizji czwartej rewolucji przemysłowej pozwala postawić tezę odnośnie źródeł i form zewnętrznego finansowania najbardziej adekwatnych do warunków i wymogów tej rewolucji. Zgodnie z nią szerokie wykorzystanie rynków kapitałowych jest warunkiem powodzenia czwartej rewolucji przemysłowej.

Ponieważ obecnie znajdujemy się na progu tej rewolucji, prezentowanej w literaturze jako nieunikniona przyszłość, stopniowo urzeczywistniająca się na naszych oczach (np. Schwab, 2016), celem badań w obszarze nauk społecznych powinno być zrozumienie charakteru nadchodzących i już zachodzących przemian, a także zwiększenie świadomości i przygotowanie świata praktyki gospodarczej na związane z nimi wyzwania. W tak rozumiane zadanie wpisuje się także niniejsza analiza, koncentrująca się na aspekcie dotyczącym źródeł finansowania tej rewolucji, co nabiera dodatkowego znaczenia w kontekście prowadzonych dyskusji modelowych dotyczących względnych przewag sektora bankowego i rynków finansowych.

Ze względu na charakter podjętej pracy, ograniczający zasadność podejmowania dodatkowych analiz danych historycznych, przeprowadzona analiza ma charakter studiów literaturowych z wykorzystaniem rozumowania dedukcyjnego. W pierwszej kolejności wyjaśniono podstawowe dla tej pracy pojęcie czwartej rewolucji przemysłowej i przedstawiono jej zasadnicze cechy wyróżniające. Następnie dokonany został przegląd literatury badającej rolę sektora finansowego w realnej gospodarce, a także różnic w jej wypełnianiu przez dwa główne segmenty sektora finansowego, czyli banki i giełdę. Główną wartość dodaną opracowania stanowi kolejna część, poświęcona analizie cech wyróżniających czwartej rewolucji przemysłowej istotnych z punktu widzenia finansowania, ze szczególnym uwzględnieniem miejsca i roli rynków kapitałowych. Opracowanie kończą podsumowanie i wnioski.

2. Pojęcie czwartej rewolucji przemysłowej

Termin „czwarta rewolucja przemysłowa”, stosowany wymiennie z określeniem „Przemysł 4.0”, stanowi wyraźne odwołanie do koncepcji rewolucji przemysłowych, a także uwypukla odmienną od tzw. ery cyfrowej, nazywanej też zamiennie erą informacji lub erą internetu, która uznawana jest za epokę trzeciej rewolucji przemysłowej.

Pierwsza rewolucja przemysłowa rozpoczęła około 1760 r. epokę węgla i stali i trwała do około 1840 r. Jej siłą napędową stanowiło wynalezienie silnika parowego, zaś najważniejszym przejawem była mechanizacja produkcji. Druga rewolucja przemysłowa rozpoczęła się około 1870 r. i trwała do

wybuchu I wojny światowej. Odkrycie elektryczności i wynalezienie silnika elektrycznego umożliwiły uruchomienie produkcji masowej i opracowanie taśmy produkcyjnej, stanowiących najważniejsze osiągnięcia tej rewolucji. Trzecią rewolucję przemysłową rozpoczęło pod koniec lat 60. ubiegłego wieku wynalezienie półprzewodników i mikroprocesorów, prowadzące do rozwoju komputerów, a w późniejszym okresie także internetu. Komputery stworzyły szerokie możliwości automatyzacji produkcji masowej. Rozwój technologii cyfrowych doprowadził do gwałtownego spadku kosztu przetwarzania, przechowywania i transmisji danych, co w konsekwencji doprowadziło do cyfryzacji coraz szerszych obszarów działalności gospodarczej (Goldfarb, Greenstein i Tucker, 2015).

Czwarta rewolucja przemysłowa wyrasta z rewolucji cyfrowej i wykorzystuje jej zdobycze, jednak skala, zakres, głębokość i tempo zachodzących obecnie zmian są tak wielkie, że uzasadniają koncepcyjne rozdzielenie jej od poprzedniej rewolucji (Schwab, 2016). Podczas gdy w ramach trzeciej rewolucji przemysłowej fizyczne systemy produkcji zaczęły być wspomagane przez systemy cyfrowe w ramach automatyzacji produkcji, czwartą rewolucję przemysłową charakteryzować mają hybrydowe systemy produkcyjne cyfrowo-fizyczne (Bloem i in., 2014; Colombo, Karnouskos, Kaynak i Yin, 2017). U podstaw tworzenia tych systemów znajduje się konwergencja szeregu nowych technologii, takich jak sztuczna inteligencja, robotyka, chmury obliczeniowe, *big data*, internet rzeczy, autonomiczne samochody, druk 3D, biotechnologia, nanotechnologia, przechowywanie energii, komputery kwantowe i in. Gwałtowny rozwój tych technologii odzwierciedla ich wzajemne powiązania i współzależności skutkujące tym, że rozwój jednych wspiera rozwój innych, prowadząc do łączenia (fuzji) technologii i obejmując pełen przekrój branż (Schwab, 2016).

Konwergencja i fuzja nowych technologii nie tylko przyspieszają lub wręcz warunkują osiąganie w nich przełomów, ale także umożliwia powstawanie wspomnianych we wstępie inteligentnych fabryk (*smart factories*), łączących technologie cyfrowe z fizycznymi, umożliwiającymi znaczący wzrost produktywności (McKinsey, 2015) i zapewniających całkowitą indywidualizację produktów (Roland Berger, 2016; Stanton Chase, 2016).

Czwartej rewolucji przemysłowej nie można jednak sprowadzać do wymiany aparatu produkcyjnego i skokowego wzrostu produktywności. Stawia ona przedsiębiorstwa wobec nowych wyzwań związanych z rozwojem technologii w nowym otoczeniu konkurencyjnym. Obejmujący kolejne branże wyścig technologiczny sprawia, że przedsiębiorstwa zmuszone są w nim uczestniczyć (Schwab, 2016), co wymaga jednak szerokiej współpracy z otoczeniem (Chesbrough, 2006). Tempo postępu i związane z przenikaniem i fuzją technologii zacieranie się granic między branżami (Alturi, Dietz i Henke, 2017) sprawia, że obecnie żadne, nawet największe przedsiębiorstwa nie mogą opierać procesów innowacyjnych wyłącznie na wiedzy generowanej wewnątrz organizacji i muszą korzystać z wiedzy

zewnętrznej (Chesbrough, 2006), w tym pochodzącej spoza branży. Szczególnego znaczenia nabiera w takich warunkach współpraca ze startupami (Christensen, 1997), często budowanymi wokół pojedynczej idei i stawiającymi sobie za cel rozwój wywrotowych technologii, zmieniając zasady gry i definicje branż.

3. Banki i giełda a realna sfera gospodarki – przegląd literatury

Badaniu relacji między rozwojem sektora finansowego a realną sferą gospodarki poświęcony jest nurt literatury określany w literaturze anglojęzycznej jako *finance and growth*. Dotyczy to także tematu względnych przewag sektora bankowego i rynkowego (giełdowego) w kontekście różnych aspektów funkcjonowania, w tym potrzeb finansowania, sfery realnej gospodarki.

Historia tego nurtu badawczego sięga co najmniej czasów Schumpetera (1911; 1981), który wskazywał, że sektor pośrednictwa finansowego wpływa na ścieżkę rozwoju gospodarczego za pośrednictwem mechanizmu alokacji oszczędności, co przekłada się na wzrost produktywności i postęp technologiczny. Teoria mikroekonomii wyjaśnia istnienie sektora finansowego istnieniem asymetrii informacyjnej i kosztów transakcyjnych (np. Freixas i Rochet, 2008; Levine 1997; 2005). Gdyby nie istniały owe tarcia, nie byłoby uzasadnienia dla ponoszenia kosztów na tworzenie i rozwój instytucji finansowych, które wydatkują zasoby na badanie projektów inwestycyjnych, kontrolę menedżerów, konstrukcję narzędzi zarządzania ryzykiem i ułatwianie transakcji (Levine, 1997). Sprawnie funkcjonujący sektor finansowy służy gospodarce realnej poprzez mobilizację oszczędności i poprawę efektywności ich alokacji w przedsięwzięcia gospodarcze, ułatwianie zarządzania ryzykiem za pomocą handlu nim, zabezpieczania się przed nim, dywersyfikacji i konsolidacji ryzyk, redukcję kosztów transakcyjnych między inwestorami i przedsiębiorcami, a także poprawę monitorowania menedżerów (np. Allen i Gale, 2001; Bencivenga i Smith, 1991; King i Levine, 1993; Levine, 2005). W teorii wszystkie zyskowne przedsięwzięcia biznesowe powinny znaleźć finansowanie, gdyż mechanizm cenowy powinien zapewnić zrównoważenie podaży i popytu na kapitał. W praktyce jednak część projektów nie znajduje finansowania ze względu na wspomnianą asymetrię informacyjną. Istotnym aspektem utrudniającym dopasowanie jest problem rozwoju poszczególnych segmentów sektora finansowego i instrumentów finansowych, a także ograniczenia instytucjonalne (Wonglimpiyarat, 2015), mogące wywoływać niewystarczającą podaż instrumentów o odpowiednich cechach.

Zgodnie z teorią, rozwój instytucji finansowych obniża koszty selekcji projektów inwestycyjnych i monitorowania menedżerów, zwiększając dostępność i obniżając koszt zewnętrznego finansowania. Dlatego też rozwój sektora finansowego powinien służyć rozwojowi gospodarczemu poprzez wspieranie

rozwoju branż i przedsięwzięć wymagających zewnętrznego finansowania (Rajan i Zingales, 1998).

Liczne badania empiryczne potwierdziły występowanie prawidłowości przewidzianych w studiach teoretycznych. Wiele prac, począwszy od artykułu Kinga i Levine'a (1993), wykazało empirycznie wpływ rozwoju finansowego kraju na jego wzrost gospodarczy (np. Beck, 2011, Christopoulos i Tsionas, 2004; Jayaratne i Strahan, 1996; Rajan i Zingales, 1998; Levine i Zervos, 1998). Rozwój finansowy mierzony jest zwykle wielkością aktywów banków (a dokładniej wielkością kredytów dla sektora prywatnego) lub kapitalizacją spółek krajowych w odniesieniu do PKB.

Beck, Levine i Loayza (2000) zbadali, przez jakie kanały rozwój finansowy wpływa na wzrost gospodarczy – oszczędności, kapitał fizyczny i całkowitą produktywność czynników produkcji (*total factor productivity*, TFP) – i wykazali, że najważniejszym kanałem wpływu jest produktywność. Z kolei wpływ rozwoju finansowego na wzrost produktywności dokonuje się za pośrednictwem trzech procesów: (1) postępu technologicznego wewnątrz poszczególnych przedsiębiorstw, (2) realokacji czynników produkcji z najmniej do najbardziej produktywnych firm wewnątrz branży i (3) realokacji zasobów z najmniej do najbardziej produktywnych branż (Bartelsman i Doms, 2000). Jeśli chodzi o przesunięcia międzybranżowe, a tym samym korzystną zmianę (unowocześnienie) struktury gospodarki, Rajan i Zingales (1998) wykazali, że na rozwoju finansowym korzystają bardziej te branże, które są silniej uzależnione od zewnętrznego finansowania. Uzależnienie od zewnętrznego finansowania jest z kolei powiązane z intensywnością nakładów na badania i rozwój (B+R) (Ilyina i Samaniego, 2012).

Zdecydowana większość prac studiujących relację między rozwojem finansowym a sferą realną gospodarki koncentrowała się na sektorze bankowym. Liczne wyniki badań (przegląd literatury: Levine, 1997; 2005; Beck, 2011) wskazują, że większy sektor bankowy jest dodatnio skorelowany z wyższym tempem wzrostu gospodarczego. Jednakże w szeroko cytowanym artykule Levine i Zervos (1998) wykazali istnienie dodatniej korelacji między obrotami akcjami krajowych spółek na krajowych parkietach w relacji do kapitalizacji tych spółek tamże notowanych a wzrostem gospodarczym. Co ciekawe jednak, analizy Levine'a i Zervos (1998) i późniejsza praca Gambacorty, Yang i Tsatsaronisa (2014) pokazały, że sektor bankowy i giełda niezależnie od siebie wpływają na wzrost gospodarczy, a więc owe segmenty sektora finansowego muszą pełnić w systemie gospodarczym w sposób statystycznie istotny odmienne funkcje. Co więcej, inne badania (Demirgüç-Kunt, Feyen i Levine, 2011) sugerują, że dopasowanie usług świadczonych przez banki i rynki finansowe do potrzeb sfery realnej ma charakter dynamiczny i zależy m.in. od poziomu rozwoju gospodarczego. Autorzy ci wykazali, że w miarę wzrostu gospodarczego (mierzono PKB na mieszkańca) znaczenie rozwoju sektora bankowego dla dalszego wzrostu gospodarczego maleje, rośnie zaś znaczenie rozwoju rynków finansowych. Oznacza to, że usługi

świadczone przez rynki finansowe zyskują na znaczeniu w miarę rozwoju gospodarek, czyli lepiej odpowiadają potrzebom bardziej zaawansowanych gospodarek. Związane to może być z rosnącą rolą innowacji dla podtrzymania wzrostu gospodarczego w miarę wzrostu poziomu owego rozwoju, jako że – jak pokazały badania (np. Giordano i Guagliano, 2014) – innowacjom technologicznym sprzyja system finansowy zorientowany bardziej giełdowo.

Szczegółowego przeglądu wzajemnych przewag banków i giełdy dokonali Rajan i Zingales (2003). Pokazali oni, że systemy oparte na finansowaniu bankowym lepiej sprawdzają się na małych rynkach, gdzie firmy są mniejsze, przy słabszej ochronie prawnej, mniejszej transparentności i przy innowacjach inkrementalnych (tzn. nie przełomowych). Przewaga systemu giełdowego ujawnia się na rynkach większych, przy firmach działających na większą skalę, gdzie przedsiębiorstwa są bardziej transparentne, a systemy prawne bardziej efektywne i przy bardziej przełomowych innowacjach. To, która forma systemu finansowego jest bardziej właściwa, silnie zależy od otoczenia instytucjonalnego. Rajan i Zingales (2003) wyszczególnili także względne przewagi i niedostatki sektora bankowego i rynkowego (giełdowego) odnośnie do szeregu aspektów realnej sfery gospodarki. Ich syntetyczne zestawienie zawiera tabela 1.

Sektor	Banki	Giełda
Rodzaje aktywów finansowanych przez każdy z sektorów	Branże o wysokich potrzebach finansowania aktywów rzeczowych (zwykle branże tradycyjne, mogące zaoferować zabezpieczenie)	Branże oparte na aktywach niematerialnych, wymagające wysokich inwestycji w zaawansowane technologie i B+R
Rodzaje przedsiębiorstw finansowanych przez każdy z sektorów	Przedsiębiorstwa o ugruntowanej pozycji na rynku, dysponujące historią rynkową	Duże przedsiębiorstwa, firmy nowe i startupy
Finansowanie innowacji	Innowacje inkrementalne	Innowacje skokowe, przełomowe
Stabilność versus zmienność otoczenia	Czasy stabilne, przewidywalne	Okres wysokiej niepewności i przełomu

Tab. 1. Względne przewagi finansowania bankowego i rynkowego. Źródło: opracowanie własne na podstawie R.G. Rajan i L. Zingales. (2003). *Banks and Markets: The Changing Character of European Finance*. Referat wygłoszony na 2nd ECB Central Banking Conference, Frankfurt.

Powyższy skrócony przegląd literatury wyraźnie pokazuje, że cechy przedsiębiorstw, branż i szerzej sfery realnej gospodarki przekładają się na względną atrakcyjność sektora bankowego i giełdowego. Otwiera to drogę do identyfikacji cech czwartej rewolucji przemysłowej istotnych z punktu widzenia dopasowania przewag i słabości alternatywnych form finansowania.

4. Cechy czwartej rewolucji przemysłowej a możliwości jej finansowania

Rozwój inteligentnych fabryk wymaga znaczących nakładów finansowych, zaś nowe formy współpracy z otoczeniem mogą wymagać nowych form i nowej logiki finansowania procesów innowacyjnych. Już dawno zauważono, że wraz z postępem technologicznym kompetencje B+R przesuwają się z firm o ustabilizowanej pozycji do startupów (Pisano, 1990), obecnie natomiast na tę prawidłowość nakładają się wspomniane nowe formy współpracy przy organizacji procesów innowacyjnych (Felin, Lakhani i Tushman, 2017), co wymaga adekwatnych form finansowania. Dlatego też wyzwania dotyczące finansowania czwartej rewolucji przemysłowej dotyczą nie tylko pozyskiwania nakładów na wdrożenia nowych technologii w inteligentnych fabrykach, ale także finansowania startupów i nowych form współpracy przedsiębiorstw o ustabilizowanej pozycji z otoczeniem.

Analiza względnych przewag sektora bankowego i giełdowego pozwala oczekiwać, że w finansowaniu rozwoju inteligentnych fabryk będą uczestniczyć zarówno banki, jak i rynki finansowe. Potrzebne będą znaczące nakłady na wymianę fizycznego parku maszynowego, na którym można ustanawiać zabezpieczenia, co predestynuje do zaangażowania finansowanie bankowe. Jednak wraz ze wzrostem nowości zastosowanych rozwiązań, a tym samym wzrostem trudności ich zrozumienia i porównania do bazy innych projektów finansowanych przez banki, rośnie możliwość wyciągnięcia przez te instytucje renty, a tym samym ryzyko wzrostu kosztu finansowania dla zainteresowanych przedsiębiorstw (Rajan i Zingales, 2003). Co więcej, w zakresie, w którym rozwiązania technologiczne, w tym związane z integracją, są szyte na miarę i stwarzają problemy z ich transferowalnością, banki nie będą skłonne do ich finansowania ze względu na trudności związane z ich ewentualną sprzedażą, a przedsiębiorstwom pozostanie poszukiwanie kapitału na giełdzie.

Im bardziej będzie można mówić o standaryzacji stosowanych w fabrykach rozwiązań i im łatwiej będą one transferowalne, na tym większe zainteresowanie ich finansowaniem przez banki można liczyć. Ponieważ warunki te przy budowie inteligentnych fabryk często nie będą spełnione, zapotrzebowanie na zewnętrzne finansowanie kierowane będzie w stronę rynków kapitałowych.

Jak już wspomniano, jednym z najważniejszych wyróżników czwartej rewolucji przemysłowej jest łączenie i przenikanie się technologii w wyścigu technologicznym, prowadzące do nagromadzenia się przełomów technologicznych, transferu i absorpcji technologii między poszczególnymi branżami i zacierania się granic między nimi. Już sama natura innowacji technologicznych predysponuje do ich finansowania rynki finansowe. Im bardziej innowacyjny projekt, tym trudniej oszacować szanse jego powodzenia. Rynki finansowe zapewniają firmom eksperymentującym z nowymi technologiami

większe szanse na pozyskanie finansowania dzięki występowaniu bardzo dużej liczby inwestorów o różnym wykształceniu i doświadczeniu, mogących z różnych perspektyw oceniać nowe projekty innowacyjne. Każdy pojedynczy inwestor jest subiektywny, każdy dokonuje oceny indywidualnie i tak firma uzyskuje szereg szans na pozyskanie finansowania (Rajan i Zingales, 2003). Banki natomiast komunikują się ze sobą i szukają konsensusu w sprawie danego przedsięwzięcia, stąd szanse na pozyskanie finansowania innowacyjnego przedsięwzięcia od banków są zdecydowanie niższe (Rajan i Zingales, 2003), jako że przyjmują one jeden punkt widzenia zamiast bardzo wielu. Rajan i Zingales wskazują, że w rezultacie sektor bankowy pozostawia bez finansowania więcej wartościowych projektów innowacyjnych, gdyż jest to dla niego zdecydowanie mniej kosztowne niż finansowanie porażek, zaś rynkowy system finansowy (giełda) jest skłonny finansować zdecydowanie więcej szans rynkowych. Przewaga podejścia rynków kapitałowych jest tym większa, im bardziej przełomowe są projekty innowacyjne, co oznacza, że finansowaniem takich projektów zainteresowane są głównie rynki kapitałowe. Należy więc oczekiwać, że – podobnie jak w odniesieniu do finansowania inteligentnych fabryk – zapotrzebowanie na finansowanie rozwoju innowacji technologicznych w przedsiębiorstwach będzie kierowane głównie do sektora giełdowego.

Co więcej, w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej, a więc w czasach przełomu i zwiększonej niepewności, pojawia się więcej szans rynkowych, zaś zapewnienie możliwości uczestnictwa w wyścigu technologicznym, by postęp mógł się urzeczywistniać, wymaga ponownie zaangażowania finansowania poprzez rynki kapitałowe. Rozwój rynków kapitałowych jest więc warunkiem powodzenia czwartej rewolucji przemysłowej, tym bardziej że, jak wskazują Rajan i Zingales (2003), ze względu na swój konserwatyzm w czasach gwałtownych zmian banki zbyt długo utrzymują zasoby w nisko-produktywnych zastosowaniach.

Zewnętrzne finansowanie nie tylko wspiera postęp technologiczny wewnątrz poszczególnych przedsiębiorstw, ale także sprzyja relokacji czynników produkcji z najmniej do najbardziej produktywnych firm wewnątrz branży i relokacji zasobów z najmniej do najbardziej produktywnych branż. Za pośrednictwem tych trzech kanałów zewnętrzne finansowanie wspiera przesuwanie zasobów do najbardziej produktywnych zastosowań (Bartelmann i Doms, 2000). Jeśli chodzi o przesuwanie zasobów w ramach branży, zewnętrzne finansowanie wpływa na procesy wejścia nowych firm na rynek, rozwoju na nim i wyjścia z niego, wzrost poziomu inwestycji, w tym nakładów na B+R. Procesy te zwiększają produktywność na poziomie zagregowanym, gdyż nowe firmy, często spoza branży, wypychają z rynku przedsiębiorstwa o ugruntowanej pozycji i niższej produktywności (Aghion, Fally i Scarpetta, 2007). Na gruncie logicznym, w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej nieodłącznym dopełnieniem przesunięć zasobów wewnątrz branży musi być relokacja zasobów z mniej do bardziej produktywnych branż. Kluczowym

czynnikiem determinującym taką relokację jest intensywność nakładów na B+R (Ilyina i Samaniego, 2011). Przenikanie się i łączenie technologii, prowadzące do transferu i adaptacji nowych technologii w kolejnych branżach, prowadzi do zacierania granic między nimi (Schwab, 2016). To zaś oznacza powszechność nowych wejść firm technologicznych, zaburzających dotychczasowy porządek i reguły gry w branżach, rozmazując granice między nimi i decydując o bezprecedensowym tempie i zakresie czwartej rewolucji przemysłowej.

Jak wykazali Ngai i Pissarides (2007), zmiany strukturalne w gospodarce są napędzane przez różnice między branżami w tempie wzrostu produktywności. W warunkach czwartej rewolucji przemysłowej zmiany te dokonują się za pośrednictwem procesów transferu technologii. Badania Ilyiny i Samaniego (2011) wykazały, że sprawność tych procesów zależy od dobrze funkcjonujących (rozwinętych) rynków finansowych. Zakrojona na szeroką skalę realokacja zasobów z najmniej do najbardziej produktywnych branż stanowi wyróżnik i warunek powodzenia czwartej rewolucji przemysłowej, zaś sprawne rynki finansowe warunkują ten proces.

Z charakterem zachodzących zmian technologicznych wiąże się ogromna popularność startupów (Bray, 2017), umożliwiających łatwiejsze wejście na nowe rynki. Startupy, w odróżnieniu od firm o dłuższej historii, ustabilizowanej pozycji i dysponujących korzyściami skali w adopcji nowych technologii (McElheran, 2015), nie są obciążone historią sukcesu wcześniejszych procesów i technologii (Bray, 2017) i wysokimi kosztami dostosowania (McElheran, 2015). Startupy, mając mniej do stracenia i dużo do zyskania, są bardziej otwarte na ryzyko. Cechy te czynią je także pożądanymi partnerami do współpracy przy innowacjach technologicznych z dużymi przedsiębiorstwami (np. Chesbrough, 2006; Heggstuen, Bakker i Toplin, 2016), których wewnętrzne działy badań i rozwoju okazują się być w obecnych warunkach mniej efektywne (Chesbrough, 2006). Znakiem czasów jest rosnąca popularność współpracy w modelu *lean startup* pozwalającym na maksymalnie efektywne finansowo i czasowo rozwijanie innowacji (Ries, 2011).

Jakkolwiek tradycyjnie najważniejszymi źródłami finansowania startupów są oszczędności przedsiębiorcy i jego rodziny, a także ich karty kredytowe, instytucje takie jak fundusze załóżkowe (*seed capital*) i *venture capital* (VC), indywidualni aniołowie biznesu i ich grupy, a ostatnio także *crowdfunding* pełnią nieproporcjonalnie ważną rolę w rozwoju nowych przedsięwzięć (Stangler, Tareque i Morelix, 2016). Szczególną wagę w finansowaniu startupów przypisuje się funduszom typu VC – jakkolwiek ich inwestycje stanowią niecały procent finansowania startupów nawet w Stanach Zjednoczonych (Hellman, Puri i Da Rin, 2011), wspierane przez nich przedsięwzięcia tworzą tam aż 5,3–7,3% nowych miejsc pracy (Puri i Zarutskie, 2012), szybciej wprowadzają nowe produkty i technologie na rynek (Hellman i Puri, 2000), mają większy udział w innowacjach (Kortum i Lerner, 2000), szybciej rosną i częściej wchodzi na giełdę (mają 35% udział w IPO – giełdowych emisjach

pierwotnych) (Hellman, Puri i Da Rin, 2011). Do sprawnego funkcjonowania fundusze te potrzebują jednak sprawnych rynków kapitałowych (Black i Gilson, 1998). Wzrost znaczenia startupów w ramach czwartej rewolucji przemysłowej przekłada się więc na dalsze jej uzależnienie od rozwoju giełd, które są dla funduszy VC optymalną ścieżką wyjścia z inwestycji.

Ważnym dopełnieniem organizacji procesów innowacyjnych w startupach jest model otwartych innowacji (Chesbrough, 2006), w tym zwłaszcza we wspomnianej już formule współpracy dojrzałych firm ze startupami. W tym zakresie w ostatnich latach na popularności zyskuje finansowanie za pomocą korporacyjnych funduszy *venture capital* – *corporate venture capital* (CVC) (Fulghieri i Sevilir, 2009). CVC stanowią ważne i bardzo perspektywiczne źródło finansowania rozwoju nowych technologii przez startupy, które inaczej nie byłyby w stanie pozyskać zewnętrznego finansowania, w tym przy pomocy niezależnych funduszy VC (Chemmanur i Louskina, 2009). Model otwartych innowacji obejmuje także współpracę dojrzałych przedsiębiorstw z innymi zewnętrznymi źródłami wiedzy, zwłaszcza byłymi pracownikami, dostawcami i klientami (Chesbrough, 2006), przy czym CVC pozostają tu podstawowym źródłem finansowania i ważnym dopełnieniem rynków kapitałowych w finansowaniu czwartej rewolucji przemysłowej.

5. Wnioski

Rynki kapitałowe mają do odegrania zasadniczą rolę w finansowaniu czwartej rewolucji przemysłowej. Po pierwsze, przenikanie się i fuzja technologii w inteligentnych fabrykach, a także niepewność związana z rozprzestrzenianiem się wyścigu technologicznego na kolejne branże i zacieraniem się granic między owymi branżami stanowią cechy, które wyraźnie predysponują rynki kapitałowe, kosztem banków, jako podstawowe źródło finansowania.

Po drugie, sprawnie funkcjonujące rynki kapitałowe są warunkiem rozwoju nowych technologii, które będą mogły być podstawą wyposażenia inteligentnych fabryk. Giełdy tradycyjnie służą do wychodzenia przez inwestorów takich jak fundusze *venture capital* z inwestycji w młode technologiczne firmy, a także lepiej niż banki finansują innowacyjne projekty firm już bardziej dojrzałych. Już samo wprowadzanie spółek technologicznych na giełdę należy uznać za sprzyjające rozwojowi czwartej rewolucji przemysłowej, gdyż liczne badania empiryczne udokumentowały dodatnią zależność między płynnością aktywów a ich ceną, z kolei wyższa cena akcji w stosunku do wartości księgowej pozwala przedsiębiorstwom więcej łożyć na wiedzę – nieujmowaną w księgach, a stanowiącą nośnik innowacji.

Powszechność innowacji w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej stawia przed rynkami finansowymi wyzwania nie ograniczające się do potencjalnie dużo większej skali wyjść inwestorów z firm technologicznych za pośrednictwem giełdy. Uzależnienie postępu owej rewolucji od rozwoju

segmentu startupów, a także już obserwowany gwałtowny rozwój owego segmentu stwarzają nowe wyzwania pod adresem ich finansowania. Badania Audretscha i Lehmana (2008) pokazują, że otwarcie w Europie nowych rynków dla mniejszych spółek miało istotny pozytywny wpływ na rozwój przedsięwzięć na wczesnym etapie rozwoju i w branżach hi-tech, a także na aktywność branży *venture capital*. Być może właśnie tutaj należy upatrywać jednego ze sposobów dopełnienia działalności *venture capital* w finansowaniu młodych innowacyjnych firm.

Zasadne także wydaje się otwarcie giełd na nowe formuły i instrumenty wspierające rozwój innowacyjnych przedsiębiorstw i różnych form ich współpracy z otoczeniem. Najbardziej znanym rozwiązaniem jest przybierająca różne formy *crowdfunding*, którego zasadniczym ograniczeniem jest jednak niewielka skala pozyskiwanych środków. Wydarzenia roku 2017 związane z ogromną popularnością kryptowalut mogą sugerować, że jesteśmy świadkami kształtowania się innowacji w obszarze form finansowania innowacyjnych przedsięwzięć. Paradoksalnie, bańka spekulacyjna, która zdaniem większości obserwatorów wykształciła się na rynku kryptowalut, sprzyja rozwojowi przedsięwzięć finansujących się w drodze *initial coin offerings*, czyli emisji pierwotnych kryptowalut, zapewniając im finansowanie, którego w innych warunkach mogłyby nie otrzymać. Regulatorzy rynków finansowych i operatorzy giełd stają przed wyzwaniem rewolucji finansowej na miarę czwartej rewolucji w przemyśle.

Bibliografia

- Aghion, P., Fally, T. i Scarpetta, S. (2007). Credit Constraints as a Barrier to the Entry and Post-entry Growth of firms. *Economic Policy*, 22(52), 731–779, <https://doi.org/10.1111/j.1468-0327.2007.00190.x>.
- Allen, F. i Gale, D. (2001). *Comparative Financial Systems: A Survey*. Wharton School Center for Financial Institutions, University of Pennsylvania
- Alturi, V., Dietz, M. i Henke, N. (2017). Competing in a World of Sectors without Borders. *McKinsey Quarterly*, (July).
- Audretsch, D.B. i Lehmann, E.E. (2008). The *Neuer Markt* as an Institution of Creation and Destruction. *International Entrepreneurship and Management Journal*, (4), 419–429, <https://doi.org/10.1007/s11365-008-0085-0>.
- Bartelsman, E. i Doms, M. (2000). Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata. *Journal of Economic Literature*, 38(3), 569–594, <https://doi.org/10.1257/jel.38.3.569>.
- Beck, T. (2011). The Role of Finance in Economic Development: Benefits, Risks, and Politics. *European Banking Center Discussion Paper*, (2011-038), <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1974471>.
- Beck, T., Levine, R., i Loayza, N. (2000). Finance and the Sources of Growth. *Journal of Financial Economics*, 58(1–2), 261–300, [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(00\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(00)00072-6).
- Bencivenga, V. i Smith, B. (1991). Financial Intermediation and Endogenous Growth. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 195–209.
- Black, B. i Gilson, R. (1998). Venture Capital and the Structure of Capital Markets: Banks Versus Stock Markets. *Journal of Financial Economics*, 47(3), 243–277, [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(97\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(97)00045-7).

- Bloem, J., van Doorn, M., Duivestijn, S., Excoffier, D., Maas, R. i van Ommeren, E. (2014). *The Fourth Industrial Revolution: Things to Tighten the Link Between IT and OT*. Sogeti VINT.
- Bray, D. (2017). *Three Meaningful Strategies for Managing Rapid Change*. Pozyskano z: <http://sloanreview.mit.edu/article/three-meaningful-strategies-for-managing-rapid-change/> (20.09.2017).
- Brynjolfsson, E. i McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Company.
- Chemmanur, T. i Loutskina, E. (2009). How Do Corporate Venture Capitalists Create Value for Entrepreneurial Firms? *SSRN Working Paper*, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1344376>.
- Chesbrough, H. (2006). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business Press.
- Christensen, C. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christopoulos, D. i Tsionas, E.G. (2004). Financial Development and Economic Growth: Evidence from Panel Unit Root and Cointegration Tests. *Journal of Development Economics*, 73(1), 55–74, <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2003.03.002>.
- Colombo, A., Karnouskos, S., Kaynak, O. i Yin, S. (2017). Industrial Cyberphysical Systems: A Backbone of the Fourth Industrial Revolution. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 11(1), 6–16, <http://doi.org/10.1109/MIE.2017.2648857>.
- Demirgüç-Kunt, A., Feyen, E. i Levine, R. (2011). The Evolving Importance of Banks and Securities Markets. *World Bank. Policy Research Working Paper*, (5805).
- Felin, T., Lakhani, K. i Tushman, M. (2017). Firms, Crowds, and Innovation. *Strategic Organization*, 15(2), 119–140, <https://doi.org/10.1177/1476127017706610>.
- Freixas, X. i Rochet, J. (2008). *Microeconomics of Banking* (volume 1). MIT Press Books.
- Fulghieri, P. i Sevilir, M. (2009). Organization and Financing of Innovation, and the Choice between Corporate and Independent Venture Capital. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44(6), 1291–1321, <https://doi.org/10.1017/S0022109009990391>.
- Gambacorta, L., Yang, J. i Tsaronis, K. (2014). Financial Structure and Growth. *BIS Quarterly Review*, (March), 21–35.
- Giordano, L. i Guagliano, C. (2014). Financial Architecture and the Source of Growth. International Evidence on Technological Change. *CONSOB Working Paper*, (78), <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2474991>.
- Glimore, J. i Pine, J. (2000). *Markets of One: Creating Customer-Unique Value through Mass Customization*. Boston: Harvard Business Press.
- Goldfarb, A., Greenstein, S. i Tucker, C. (2015). Introduction. W: A. Goldfarb, S. Greenstein i C. Tucker (red.), *Economic Analysis of the Digital Economy*. University of Chicago Press.
- Goos, M., Manning, A. i Salomons, A. (2014). Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509–2526, <http://dx.doi.org/10.1257/aer.104.8.2509>
- Heggestuen, J., Bakker, E. i Toplin, J. (2016). *The Fintech Revolution Lumascope*. BI Intelligence.
- Hellmann, T. i Puri, M. (2000). The Interaction between Product Market and Financing Strategy: The Role of Venture Capital. *Review of Financial Studies*, 13(4), 959–984, <http://dx.doi.org/10.1093/rfs/13.4.959>.
- Hellmann, T., Puri, M. i Da Rin, M. (2011). A Survey of Venture Capital Research. *NBER Working Paper*, (17523), <http://dx.doi.org/10.3386/w17523>.
- Ilyina, A. i Samaniego, R. (2011). Technology and Financial Development. *Journal of Money, Credit and Banking*, 43(5), 899–921, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1538-4616.2011.00401.x>.
- Ilyina, A. i Samaniego, R. (2012). Structural Change and Financing Constraints. *Journal of Monetary Economics*, 59(2), 166–179, <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2011.12.002>.

- Jayarathne, J. i Strahan, P. (1996). The Finance-growth Nexus: Evidence from Bank Branch Deregulation. *Quarterly Journal of Economics*, (111), 639–670.
- King, R. i Levine, R. (1993). Finance and Growth: Schumpeter Might be Right. *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 717–737.
- Kortum, S. i Lerner, J. (2000). Assessing the Contribution of Venture Capital to Innovation. *RAND Journal of Economics*, 31(4), 674–692.
- Levine, R. (1997). Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda. *Journal of Economic Literature*, 35(2), 688–726.
- Levine, R. (2005). Finance and Growth: Theory and Evidence. W: P. Aghion i S.N. Durlauf (red.), *Handbook of Economic Growth* (s. 865–934). Amsterdam: North-Holland Elsevier.
- Levine, R. i Zervos, S. (1998). Stock Markets, Banks, and Economic Growth. *American Economic Review*, 88(3), 537–558.
- Lucas, R.E.J. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(February), 3–42.
- McElheran, K. (2015). Do Market Leaders Lead in Business Process Innovation? The Case(s) of E-business Adoption. *Management Science*, 61(6), 1197–1216, <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.2020>.
- McKinsey (2015). *Industry 4.0: How to Navigate Digitization of the Manufacturing System*. McKinsey & Company.
- Moavenzadeh, J. (2015). *The 4th Industrial Revolution: Reshaping the Future of Production*. Referat wygłoszony na The DHL Global Engineering & Manufacturing Summit, Amsterdam.
- Ngai, R. i Pissarides, C. (2007). Structural Change in a Multisector Model of Growth. *American Economic Review*, 97(1), 429–443, <http://dx.doi.org/10.1257/aer.97.1.429>.
- Pisano, G. (1990). The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 153–176.
- Puri, M. i Zarutskie, R. (2012). On the Life Cycle Dynamics of Venture-Capital- and Non-Venture-Capital-Financed Firms. *The Journal of Finance*, 67(6), 2247–2293, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.2012.01786.x>.
- Rajan, R.G. i Zingales, L. (1998). Financial Dependence and Growth. *The American Economic Review*, 88, 559–586.
- Rajan, R.G. i Zingales, L. (2003). *Banks and Markets: The Changing Character of European Finance*. Referat wygłoszony na 2nd ECB Central Banking Conference, Frankfurt.
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. New York: Crown Books.
- Roland Berger. (2016). *The Industrie 4.0 Transition Quantified*. Roland Berger. Pozyskano z: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_industry_40_20160609.pdf. (12.12.2017).
- Schumpeter, J. (1911; 1981). *The Theory of Economic Development*. New Brunswick, London: Transaction Publishers.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- Stangler, D., Tareque, I. i Morelix, A. (2016). *Trends in Venture Capital, Angel Investments, and Crowdfunding across Fifty Largest U.S. Metropolitan Areas*. Ewing Marion Kauffman Foundation.
- Stanton Chase. (2016). *Leadership in the Fourth Industrial Revolution*. Stanton Chase.
- Wonglimpiyarat, J. (2015). *Technology Financing and Commercialization: Exploring the Challenges and How Nations Can Build Innovative Capacity*. London: Palgrave Macmillan.
- World Economic Forum. (2016). *World Economic Forum Annual Meeting 2016: Mastering the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.