Ekonomia

Technologie informacyjne i komunikacyjne a produktywność w Polsce i krajach Europy Środkowo-Wschodniej

pod redakcją Łukasza Arendta i Elżbiety Kryńskiej

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

http://dx.doi.org/10.18778/7969-965-0.12

3.3. TIK i czynniki komplementarne – ujęcie modelowe

Zgodnie z założeniami przyjętymi z projekcie „Wpływ technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych na produktywność – analiza mikro i makroekonomiczna", badania w ramach komponentu mikroekonomicznego miały na celu określenie wpływu trzech czynników stanowiących główne elementy nowego paradygmatu przedsiębiorstwa: wykorzystania TIK, organizacji pracy oraz kapitału ludzkiego (Bresnahan *et al.*, 2002) na produktywność polskich przedsiębiorstw. Chodziło przede wszystkim o zbadanie, czy na poziomie mikro uda się potwierdzić występowanie pozytywnej zależności pomiędzy TIK a produktywnością (wydajnością pracy) oraz jakie czynniki komplementarne warunkują tę zależność.

Poza analizą opisową, przedstawioną w rozdziałach 3.1 i 3.2, zaplanowano również przeprowadzenie analiz ekonometrycznych, które pozwoliłyby określić siłę i kierunek tych związków. Pierwotnie zakładano, że zostanie w tym celu wykorzystana metodyka modelowania równań strukturalnych (SEM – *Structural Equation Modeling*). Jest to metodyka analizy wielowymiarowej, zawierająca wiele metod analitycznych – model składa się z licznych równań liniowych, w ramach których można zastosować modele regresji, równań symultanicznych, analizę czynnikową czy analizę ścieżek. Zmienne wykorzystane do modelowania mogą mieć charakter zmiennych obserwowalnych bądź zmiennych, które nie są mierzalne, ale prezentują pewne założenia teoretyczne (Bollen, 1998).

Głównym założeniem metody równań strukturalnych jest normalny rozkład zmiennych. Do estymacji parametrów i obliczania wskaźników dopasowania modelu najczęściej stosuje się metodę największej wiarygodności. Wymaga ona zmiennych ciągłych mających wielowymiarowy rozkład normalny. Zbiór danych powinien być 25 razy większy niż liczba estymowanych parametrów, a minimalny stosunek zmiennych do liczby obserwacji kształtować się na poziomie 10 : 1 (Kline, 1998). Innym podejściem jest zastosowanie uogólnionej metody najmniejszych kwadratów, której założenia są mniej restrykcyjne niż metoda największej wiarygodności. Zmienne nie muszą mieć wielowymiarowego rozkładu normalnego, ale mogą mieć inny rozkład z niewielką kurtozą. Gdy postać modelu jest poprawnie wybrana, uogólniona metoda najmniejszych kwadratów

dostarcza wyniki asymptotycznie równoważne do metody największej wiarygodności (Olsson *et al.*, 1999). Estymatory uzyskane za pomocą obu metod, w przypadku wielowymiarowego rozkładu normalnego oraz innego rozkładu z kurtozą zbliżoną do kurtozy wielowymiarowego rozkładu normalnego, są zgodne i asymptotycznie efektywne.

Dla zmiennych ciągłych, ale nieposiadających rozkładu normalnego, alternatywną metodą estymacji jest metoda asymptotycznie niewrażliwa na rozkład (ADF – *Asymptotically Distribution-Free*), jednak w tym podejściu liczba obserwacji musi być znacznie większa, liczyć powyżej 5000 (Yuan, Bentler, 1997). Estymacja tą metodą polega na minimalizacji funkcji rozbieżności wykorzystywanej w ważonej metodzie najmniejszych kwadratów, przy czym macierzą wag jest asymptotyczna macierz kowariancji (Kaplan, 2008). Alternatywnie może być zastosowana odporna metoda największej wiarygodności (RML – *Robust Maximum Likelihood*).

W kwestionariuszu wywiadu, który posłużył do zgromadzenia danych w projekcie „Wpływ technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych na produktywność – analiza mikro i makroekonomiczna", z przyczyn obiektywnych większość pytań została sformułowana w formie skali. Skala pomiaru rzutuje na wybór miary korelacji i pośrednio na wybór metody estymacji. W przypadku zmiennych ciągłych współczynnik korelacji liniowej Pearsona jest naturalnym wyborem, natomiast dla zmiennych mierzonych na skalach dychotomicznych lub porządkowych powinno się wybrać korelację tetrachoryczną (dla skal dychotomicznych) bądź polichoryczną (dla skal porządkowych) (Pleśniak, 2006). W praktyce współczynnik korelacji liniowej Pearsona stosuje się często również dla skal porządkowych. Zakłada się, że poszczególne kategorie skali porządkowej traktowane są jako środki przedziałów i metoda estymacji jest równoważna z używaną dla zmiennych ciągłych. Im dłuższa skala, tym takie zjawisko tłumienia korelacji jest słabsze (Olsson, 1979). W tej metodologii zakłada się, że wyższa pozycja skali odpowiada większemu natężeniu badanej cechy oraz że odległości między kolejnymi kategoriami skali są równe. Przekształcanie zmiennych badanych przy użyciu skali w zmienne ciągłe jest krytykowane w związku z zarzutami dotyczącymi nieprawdziwości tych założeń (Jöreskog, 2002). Zazwyczaj liczba kategorii skali jest niewielka i założenie o równych odległościach między poszczególnymi kategoriami skali nie jest spełnione w praktyce. W takim modelu korelacja Pearsona będzie zniekształcona, a w rezultacie model wyliczony na podstawie błędnie oszacowanych współczynników korelacji będzie nieprawidłowy.

Ze względu na charakterystyki zmiennych zawartych w kwestionariuszu wywiadu i ograniczenia metody równań strukturalnych podjęto decyzję o odejściu od tej metodologii w analizie ekonometrycznej. W miejsce

SEM zastosowano dwa podejścia – pierwsze bazujące na modelu wzrostu Solowa (które niestety nie przyniosło satysfakcjonujących wyników) i drugie, będące modyfikacją metody zaproponowanej przez Crépon *et al.* (1998), znanej w literaturze jako model CDM.

3.3.1. Zmodyfikowany model wzrostu Solowa

Dane zgromadzone w ramach badań pierwotnych są bogatym źródłem informacji na temat przedsiębiorstw (por. rozdziały 3.1 i 3.2), niestety nie zawierają tych, które charakteryzowałyby szczegółowo sytuację finansową firm. Mimo zapewnienia anonimowości w ramach badania, nie udało się pozyskać informacji dotyczących bilansu, rachunku zysków i strat, wartości przychodu netto ze sprzedaży danego przedsiębiorstwa, kapitału zakładowego firmy czy szczegółowych danych o wysokości inwestycji w technologie informacyjne i komunikacyjne. Próby uzyskania takich informacji najczęściej wiążą się z odmową odpowiedzi, w związku z czym po przeprowadzeniu pilotażu narzędzia podjęto decyzję o nieuwzględnianiu w kwestionariuszu pytań o tzw. dane wrażliwe.

Pomimo takiego ograniczenia podjęto próbę analizy mikroekonometrycznej, sięgając po metodologię analogiczną do opisanej w rozdziale 2.4. Wszystkie czynniki wzrostu inne niż kapitał i praca zostały uwzględnione we współczynniku łącznej produkcyjności czynników produkcji (TFP). Hipoteza, jaka była weryfikowana przy wykorzystaniu tego podejścia do modelowania ekonometrycznego, wskazywała, że wykorzystanie TIK, organizacja pracy oraz kapitał ludzki wpływają pozytywnie na produktywność polskich przedsiębiorstw. Takie podejście stosowano w badaniach prowadzonych na poziomie mikro przykładowo w Stanach Zjednoczonych (Bresnahan *et al.*, 2002) czy w analizach porównawczych firm z Grecji i Szwajcarii (Arvanitis, Loukis, 2009). W tej metodologii determinanty produktywności są wprowadzone do modelu równocześnie – pozwala to uzupełnić wpływ TIK zmianami organizacyjnymi i kapitałem ludzkim firmy.

Funkcja produkcji przyjmuje postać:

$$Y_i = A_i f(K_i, L_i) \tag{III.1}$$

gdzie, dla danej firmy *i*, *Y* jest średnią płacą w firmie; *A* jest współczynnikiem łącznej produkcyjności czynników produkcji (TFP), *K* jest nakładem kapitału fizycznego; *L* jest nakładem pracy.

Przyjęto, że łączna produkcyjność czynników produkcji (TFP) zostanie opisana wzorem:

$$A_{ti} = \exp(\delta_0 ZasiegZ + \delta_1 \mathrm{BR} + \delta_2 ORG + \delta_3 EDU + \delta_4 ITIK) \tag{III.2}$$

W rezultacie, ostateczna forma funkcyjna modelu ma postać:

$$\mathrm{lnPlaca} = \beta_1 \mathrm{ZasiegZ} + \beta_2 \mathrm{BR} + \beta_3 \mathrm{ORG} + \beta_4 \mathrm{EDU} + \beta_5 \mathrm{ITIK} + \\ + \beta_6 \mathrm{lnRozmiar} + \beta_7 \mathrm{Sektor} \tag{III.3}$$

Ze względu na brak danych finansowych przedsiębiorstw jako zmienną zależną w modelu, charakteryzującą wydajność pracy w danej firmie, wykorzystano logarytm średniego wynagrodzenia brutto pracowników pełnoetatowych. Wynagrodzenie stanowi aproksymantę wydajności pracy. Zgodnie z podejściem ekonomii neoklasycznej płaca odzwierciedla krańcową produktywność pracy. Natomiast w myśl teorii kapitału ludzkiego wysokość płacy uwzględnia wartość tegoż kapitału, przy czym zakłada się, że osoba posiadająca większy zasób kapitału ludzkiego jest bardziej wydajna, a co za tym idzie uzyskuje wyższe wynagrodzenie w stosunku do osób z niższym zasobem kapitału ludzkiego. Płaca jako wskaźnik opisujący produktywność przedsiębiorstw została zastosowana w badaniach empirycznych prowadzonych przez, między innymi, Lallemand *et al.* (2009), Faggio *et al.* (2010) czy Mahy *et al.* (2011).

Ze względu na brak informacji o wysokości wynagrodzenia pracowników, z analizy ekonometrycznej zostały usunięte 146 przedsiębiorstwa. Kolejnych 55 firm wyłączono ze względu na brak obserwacji dla zmiennych niezależnych. Ostatecznie próba wykorzystana do analizy obejmuje 805 przedsiębiorstw. Jest to próba wystarczająca również do analizy podzbiorów w zależności od wielkości przedsiębiorstwa. Zbiór został podzielony na cztery podzbiory, według kryterium rozmiaru firmy: mikroprzedsiębiorstwa (mniej niż 10 pracowników), przedsiębiorstwa małe (od 10 do 49 pracowników), średnie przedsiębiorstwa (od 50 do 249 pracowników) i duże przedsiębiorstwa (od 250 pracowników).

Występujący w modelu Solowa nakład pracy (L) jest przybliżony logarytmem liczby pracowników zatrudnionych na pełny etat w firmie – to zmienna Rozmiar. Nakład kapitału fizycznego firmy (K) ze względu na niedostępność danych nie został uwzględniony w estymowanym modelu. Następnie, w celu testowania hipotez o determinantach

produktywności, uwzględniono pięć zmiennych niezależnych: ZasiegZ, BR, EDU, ORG oraz ITIK. Model zawiera również zmienną kontrolną Sektor (tab. 3.12).

Zmienna niezależna ZasiegZ, przyjmuje wartość 1, gdy firma działa na rynku zagranicznym, 0 w przeciwnym przypadku. Zmienna BR, opisująca innowacyjność, przyjmuje wartość 1, gdy firma ma wyodrębniony dział badawczo-rozwojowy, 0 zaś, gdy go nie posiada. Zmienną kontrolną w modelu jest sektor działania przedsiębiorstwa.

Na potrzeby modelowania utworzono dwa syntetyczne indeksy ORG i EDU. ORG jest wskaźnikiem organizacji pracy. Do budowy tego indeksu zostały wykorzystane odpowiedzi na trzy pytania dotyczące następujących problemów: czy wdrażanie technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych w firmie powiązane było ze zmianami w sposobie funkcjonowania firmy (ORG1), czy pracownicy podejmują decyzje dotyczące zarządzania własnym czasem (ORG2), czy pracownicy uczestniczą w procesach zmianotwórczych – inicjowanie lub wprowadzanie zmian (ORG3) – por. tab. 3.12.

Biorąc pod uwagę różne skale odpowiedzi na pytania, wyniki zostały przetransformowane do z-wyników, poprzez normalizację każdego pytania do średniej równej zeru i odchylenia standardowego równego 1:

$$z_{p_i} = \frac{p_{i-\overline{p_i}}}{\sigma_{p_i}} \tag{III.4}$$

gdzie: z_{pi} jest z-wynikiem dla pytania p_i dla firmy i, m_i jest średnią nieważoną dla pytania p_i dla wszystkich firm, a σ_{pi} jest odchyleniem standardowym dla pytania p_i dla wszystkich firm.

Następnie z-wyniki dla każdego przedsiębiorstwa zostały zsumowane:

$$M_i = z_{p_1} + z_{p_2} + z_{p_3} \tag{III.5}$$

W kolejnym kroku suma wyników została znormalizowana poprzez odjęcie od danej obserwacji średniej i podzielenie tej różnicy przez odchylenie standardowe:

$$z_i = \frac{M_i - \overline{M_i}}{\sigma_i} \tag{III.6}$$

Nazwa	Definicja	Wskaźnik	Wartości
Płaca	Średnie wynagrodzenie brutto pracowników pełnoetatowych w firmie	Produktywność	Logarytm naturalny
Rozmiar	Liczba pracowników zatrudniona na pełny etat	Nakład pracy	Logarytm naturalny
Sektor	Branża	Zmienna kontrolna	1. Rolnictwo 2. Przemysł 3. Budownictwo 4. Handel 5. Pozostałe usługi 6. Produkcyjno-handlowo-usługowy 7. Inny
ZasiegZ	Zasięg zagraniczny	Uwarunkowania instytucjonalne	1 Tak 0 Nie
BR	Posiadanie wyodrębnionego wydziału B+R	Innowacyjność	1 Tak 0 Nie
ORG1	Zmiany w sposobie funkcjonowania firmy wraz z wdrożeniem TIK	Organizacja	1 Tak 0 Nie
ORG2	Podejmowanie decyzji dotyczące zarządzania własnym czasem przez pracowników	Organizacja	6. Zawsze 5. Bardzo często 4. Często 3. Rzadko 2. Bardzo rzadko 1. Nigdy
ORG3	Uczestniczenie w procesach zmianotwórczych przez pracowników – inicjowanie lub wprowadzanie zmian	Organizacja	6. Zawsze 5. Bardzo często 4. Często 3. Rzadko 2. Bardzo rzadko 1. Nigdy
EDU1	Wykształcenie kadry kierowniczej	Edukacja	3. Wyższe 2. Średnie 1. Poniżej średniego
EDU2	Wykształcenie pracowników	Edukacja	3. Wyższe 2. Średnie 1. Poniżej średniego
EDU3	Ocena poziomu umiejętności przez pracodawcę	Edukacja	1. Pracownicy dobrze wykonują wszystkie zlecone prace 0 Inne

Nazwa	Definicja	Wskaźnik	Wartości
ITIK	Inwestycje w TIK w ciągu ostatnich 24 miesięcy	TIK	1 Tak 0 Nie

Tabela 3.12. Zmienne i wskaźniki wykorzystane do estymacji modelu
Źródło: opracowanie własne.

W rezultacie tych przekształceń średnia dla wskaźników ORG w zbiorze jest równa 0. Wartości ujemne oznaczają gorsze praktyki organizacyjne w przedsiębiorstwie, dodatnie zaś wyniki – wyższy niż średnia dla wszystkich firm poziom praktyk organizacyjnych[38].

Taka sama metoda została wykorzystana do utworzenia syntetycznego wskaźnika EDU. Do jego budowy wykorzystano odpowiedzi na trzy pytania dotyczące wykształcenia kadry kierowniczej (EDU1), wykształcenia kadry niekierowniczej (EDU2) i oceny umiejętności pracowników (EDU3). Dodatnie odchylenie zmiennej EDU od zera wskazuje na wyższy potencjał kapitału ludzkiego w przedsiębiorstwie, ujemne odchylenie – na niższy poziom tego potencjału.

Jako zmienną zależną, będącą wskaźnikiem technologii informacyjnych i komunikacyjnych, wprowadzono zmienną ITIK. Przyjmuje ona dwie wartości: 1, gdy firma zainwestowała w TIK w ciągu 24 miesięcy poprzedzających moment badania, 0 – w przypadku braku inwestycji w TIK (tab. 3.12).

Estymację modeli przeprowadzono przy wykorzystaniu metody najmniejszych kwadratów. W celu sprawdzenia założeń klasycznego modelu regresji liniowej przeprowadzono testy diagnostyczne na poprawność formy funkcyjnej, homoskedastyczność wariancji, autokorelację i normalność rozkładu składnika losowego. Opisane testy sprawdzają założenia modelu liniowego oszacowanego na całej próbie.

Test RESET na poprawność formy funkcyjnej przyjął wartość $p = 0{,}03$ (dla poziomu istotności 0,01 nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o liniowej specyfikacji modelu). Następnie przeprowadzono test Goldfelda–Quandta, który dał wynik $p = 0{,}06$ (dla poziomu istotności 0,01 przyjęta została hipoteza zerowa o równości wariancji modelu). Możemy więc przyjąć, że wariancja składnika losowego jest stała – nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o homoskedastyczności składnika losowego. Wynik testu Durbina–Watsona osiągnął wartość $p < 0{,}01$, zatem odrzucamy hipotezę zerową o braku autokorelacji składnika losowego estymowanego modelu. Wynik testu na normalność składnika losowego

38 Taka metodologia tworzenia indeksów została zastosowana między innymi przez Rasel (2014) czy Bloom *et al.* (2012).

Shapiro–Wilka wyniósł $p < 0{,}01$, a więc hipoteza zerowa o normalności składnika losowego zostaje odrzucona. Podsumowując, nie wszystkie założenia klasycznego modelu regresji liniowej zostały spełnione dla modelu objaśniającego produktywność, oszacowanego dla całej próby. Występowanie autokorelacji oraz brak rozkładu normalnego składnika losowego powoduje, że wnioskowanie statystyczne jest zaburzone – w rezultacie, na bazie uzyskanych wyników, nie powinno się formułować wniosków, które można by uznać za wiarygodne, tym bardziej że wartość dopasowanego współczynnika determinacji R^2 dla szacowanych modeli wyniosła od 0,14 dla małych przedsiębiorstw do 0,27 dla firm mikro całej próby[39].

Wyniki estymacji, choć mało wiarygodne, wykazały, że inwestycje w technologie informacyjne i komunikacyjne są istotną zmienną wyjaśniającą zmiany w wydajności pracy dla całego zbioru ($\beta = 0{,}145$, $p < 0{,}001$) oraz dla innych podzbiorów poza średnimi przedsiębiorstwami. Zgodnie z postawioną hipotezą we wszystkich podzbiorach z wyjątkiem małych przedsiębiorstw firmy posiadające wyodrębniony dział badawczo-rozwojowy mają wyższe poziomy produktywności pracy. Zależność między produktywnością a edukacją, przybliżoną przez indeks EDU, jest istotna statystycznie i ma znak dodatni. Ta hipoteza nie znalazła potwierdzenia jedynie dla grupy dużych przedsiębiorstw. Natomiast hipoteza o pozytywnym wpływie zmian organizacyjnych w firmie, wpływających na wysokość płacy, nie została potwierdzona przez oszacowane modele. Zmienna ORG okazała się istotna statystycznie jedynie dla średnich przedsiębiorstw ($\beta = 0{,}069$, $p < 0{,}05$). Funkcjonowanie firm na rynku zagranicznym wyjaśnia poziom wydajności pracy dla wszystkich firm ($\beta = 0{,}054$, $p < 0{,}05$) oraz dla grupy małych przedsiębiorstw ($\beta = 0{,}137$, $p < 0{,}05$) (tab. III.13).

Zmienna	Wszystkie	Mikro	Małe	Średnie	Duże
(Intercept)	**7,515*****	**7,358*****	**7,702*****	**7,355*****	**7,751*****
	(0,173)	(0,275)	(0,379)	(0,366)	(0,239)
ZasiegZ	**0,054***	0,055	**0,137***	–0,004	0,038
	(0,026)	(0,044)	(0,068)	(0,053)	(0,066)
BR	**0,121*****	**0,179****	0,063	**0,122***	**0,140***
	(0,029)	(0,059)	(0,093)	(0,053)	(0,064)
ORG	0,025	0,010	–0,026	**0,069***	0,068
	(0,015)	(0,023)	(0,041)	(0,032)	(0,038)

39 Około 14–27% zróżnicowania wysokości płacy, będącej wskaźnikiem produktywności, można tłumaczyć zróżnicowaniem zmiennych objaśniających.

Zmienna	Wszystkie	Mikro	Małe	Średnie	Duże
EDU	**0,066*****	**0,053***	**0,086***	**0,081***	0,057
	(0,015)	(0,022)	(0,040)	(0,034)	(0,041)
ITIK	**0,145*****	**0,146*****	**0,223*****	0,084	**0,140***
	(0,023)	(0,032)	(0,061)	(0,050)	(0,066)
InRozmiar	**0,025*****	**0,091****	–0,044	0,071	–0,004
	(0,007)	(0,028)	(0,060)	(0,046)	(0,037)
Sektor	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
R^2	0,277	0,246	0,204	0,325	0,261
Adj. R^2	0,266	0,219	0,139	0,280	0,200
P-value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Num. obs.	805	348	146	178	133

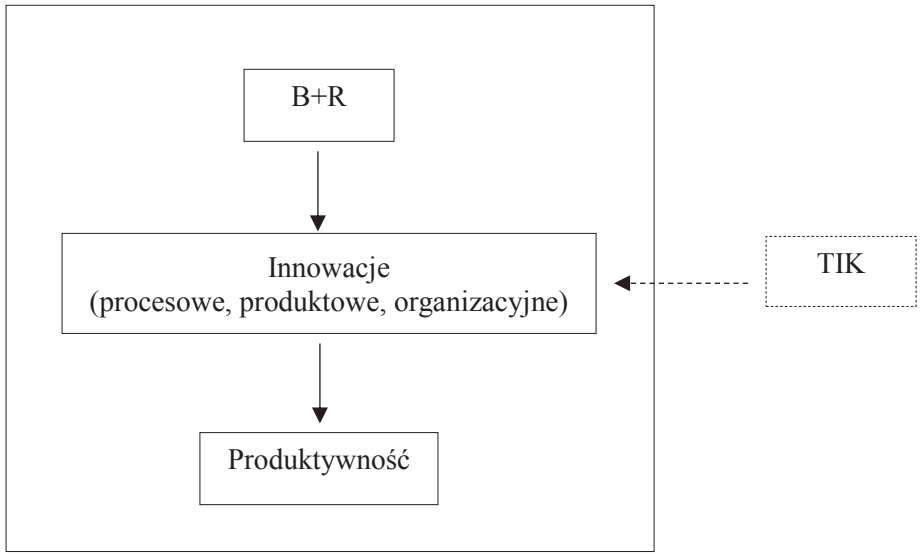
Uwaga: $^{***}p < 0{,}001$, $^{**}p < 0{,}01$, $^{*}p < 0{,}05$; błąd standardowy w nawiasie.

Tabela 3.13. Wpływ TIK i innych czynników na produktywność przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne.

3.2.2. Innowacje, inwestycje w TIK a wydajność pracy

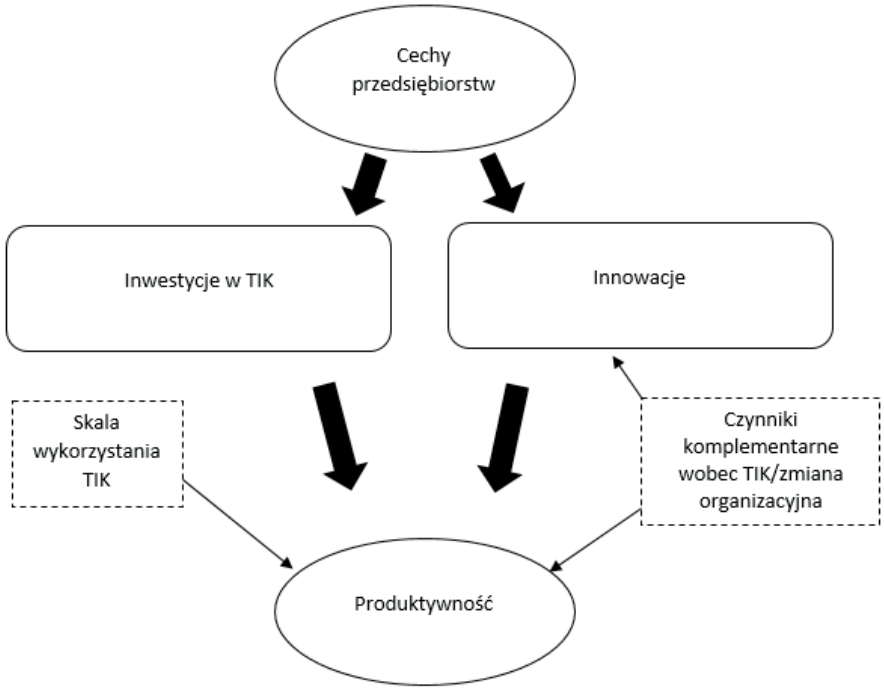
W drugim podejściu do ekonometrycznego modelowania powiązań między TIK a produktywnością polskich przedsiębiorstw za punkt wyjścia przyjęto metodę przedstawioną przez Crépon *et al.* (1998), która w literaturze przedmiotu nosi nazwę modelu CDM. W tym ujęciu modelowym procesy związane z wdrażaniem innowacji następują sekwencyjnie: proces rozpoczyna alokacja zasobów na działania badawczo-rozwojowe. W wyniku działań badawczo-rozwojowych kreowane są innowacje, które następnie oddziałują na produktywność przedsiębiorstwa. W nowszych badaniach (Polder *et al.*, 2009; Hall *et al.*, 2013; Nguyen Thi, Martin, 2011) wykorzystuje się rozszerzony model CDM, który uwzględnia TIK jako zasób warunkujący powstawanie innowacji, a w rezultacie oddziałujący na produktowość. W rozszerzonym modelu CDM w pierwszym kroku analizuje się determinanty określające skalę działalności B+R (uwzględniając w niej TIK), w drugim kroku ocenia się wpływ intensywności B+R i skali wykorzystania TIK na innowacje, a w ostatnim bada się zależność między innowacjami a wydajnością pracy (por. wykres 3.16).



Wykres 3.16. Rozszerzony model CDM
Źródło: Hall *et al*. (2013)

Ze względu na brak danych opisujących sytuację finansową polskich przedsiębiorstw biorących udział w badaniu, również w zakresie wydatków na prace badawczo-rozwojowe, zastosowanie rozszerzonego modelu CDM było niemożliwe. W związku z tym dokonano modyfikacji, proponując podejście dwustopniowe. W pierwszym kroku określono czynniki determinujące innowacyjność przedsiębiorstw oraz inwestowanie w technologie informacyjne i komunikacyjne – w tym celu oszacowano parametry dwurównaniowego modelu probitowego, po czym obliczono wartości teoretyczne dla zmiennych nieobserwowalnych, związanych z innowacyjnością oraz inwestycjami w TIK. Zmienne te zostały następnie uwzględnione w drugim kroku, w którym oszacowano model objaśniający czynniki warunkujące wydajność pracy w polskich przedsiębiorstwach.

Podejście to bazuje na wyjściowym założeniu, że zarówno decyzje o inwestowaniu w TIK, jak i decyzje o wprowadzeniu rozwiązań innowacyjnych przez przedsiębiorstwo nie są egzogeniczne i zależą od cech firm. Równocześnie oczekuje się, że oba typy działań będą miały wpływ na produktywność. Firmy, które są innowacyjne lub inwestują w TIK powinny mieć, teoretycznie, wyższą wydajność pracy. Wykres 3.17 ilustruje powiązania pomiędzy cechami firm, innowacyjnością, inwestycjami w TIK, skalą wykorzystania technologii informacyjnych i komunikacyjnych, a także produktywnością pracy, analizowane w ramach zastosowanego podejścia dwustopniowego.



Wykres 3.17. Zależności między innowacjami, inwestycjami w TIK, wykorzystaniem TIK i produktywnością pracy
Źródło: opracowanie własne

Jak widać innowacyjność oraz fakt wprowadzania inwestycji TIK zależy od cech firm. Mamy zatem do czynienia z dwiema dwumianowymi zmiennymi zależnymi, które mogą być ze sobą powiązane. Oczekuje się bowiem, że innowacyjność zwiększa skłonność do inwestowania, natomiast inwestycje TIK sprzyjają innowacyjności. W związku z tym w celu zbadania determinant innowacyjności oraz inwestowania w TIK, sięgnięto po estymację parametrów następującego dwurównaniowego modelu probitowego (Cameron, Trivedi, 2009):

$$y^*_{inw,i} = \mathbf{x}_i^{inw}\boldsymbol{\beta}^{inw} + \varepsilon_i^{inw}, \quad y_{inw,i} = 1\{y^*_{inw,i} > 0\},$$
$$y^*_{ino,i} = \mathbf{x}_i^{ino}\boldsymbol{\beta}^{ino} + \varepsilon_i^{ino}, \quad y_{ino,i} = 1\{y^*_{ino,i} > 0\}, \tag{III.7}$$

gdzie:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_i^{inw} \\ \varepsilon_i^{ino} \end{bmatrix} \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right).$$

Tabela 3.14 prezentuje definicje zmiennych, które okazały się istotne w modelu (III.7) lub w modelu identyfikującym determinanty produktywności (równanie III.9).

Zmienna	Definicja
BR	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm posiadających wyodrębniony wydział B+R oraz 0 w przypadku pozostałych firm
LRozmiar	Logarytm z liczby zatrudnionych
WWKK	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm, w których większość kadry kierowniczej ma wyższe wykształcenie oraz 0 w przypadku pozostałych firm
WWP	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm, w których większość kadry niekierowniczej ma wyższe wykształcenie oraz 0 w przypadku pozostałych firm
ORG1	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm, w których wraz z wprowadzeniem TIK zostały wprowadzone zmiany w sposobie funkcjonowania
ECP	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm, w których pracownicy mają całkowitą możliwość zarządzania swoim czasem pracy
ZasiegKZ	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm o krajowym lub zagranicznym zasięgu oddziaływania
ZesRob	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm, w których tworzone są zespoły robocze oraz 0 w przeciwnym przypadku
Budow	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 dla firm z branży budowlanej oraz 0 w przeciwnym przypadku
WTIK	Zmienna opisująca wykorzystanie TIK w firmach, przyjmująca wartości od 0 do 1, w zależności od skali tego wykorzystania*
DLN	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa dolnośląskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
KP	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa kujawsko-pomorskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
LUBLIN	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa lubelskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
LUBUSKIE	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa lubuskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
LODZ	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa łódzkiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm

Zmienna	Definicja
MALOP	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa małopolskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
MAZOW	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa mazowieckiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
PODK	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa podkarpackiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
PODL	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa podlaskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
SL	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa śląskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
SW	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa świętokrzyskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
WIEL	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa wielkopolskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
ZACH	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku firm z województwa zachodniopomorskiego oraz 0 w przypadku pozostałych firm
JAWNA	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku spółek jawnych oraz 0 w przypadku pozostałych firm
SPOLDZ	Zmienna zero jedynkowa przyjmująca wartość 1 w przypadku spółdzielni oraz 0 w przypadku pozostałych firm

Uwaga: ***** Zmienna *WTIK* została skonstruowana na bazie odpowiedzi uzyskanych w trakcie wywiadów kwestionariuszowych dotyczących obszarów biznesowych, w jakich przedsiębiorstwo wykorzystuje TIK (por. tab. 2.2). Jeśli firma korzystała z TIK w dwóch obszarach biznesowych, zmienna przyjmowała wartość 0, jeśli w trzech 1/7, w czterech 2/7, itd.

Tabela 3.14. Definicje zmiennych wykorzystywanych w badaniu czynników innowacyjności TIK, inwestycji TIK oraz wydajności pracy

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki estymacji dwurównaniowego modelu probitowego (tab. 3.15) wskazują, że posiadanie wyodrębnionego działu B+R w istotnym stopniu zwiększa prawdopodobieństwo zarówno kreowania innowacji, jak i dokonywania inwestycji w TIK . Jest ono o 0,26 wyższe w przypadku firm posiadających dział B+R w porównaniu z pozostałymi firmami. Czynnikami, które mają pozytywny wpływ zarówno na innowacyjność, jak i na inwestowanie w TIK są rozmiar firmy[40], wykształcenie kadry

40 Pozytywna zależność między wielkością przedsiębiorstwa a innowacjami nawiązuje do teorii Schumpetera (1994), korzyści skali i pozycja monopolistyczna charakterystyczna dla dużych firm stanowiły istotną determinantę innowacyjności. Jednakże

kierowniczej[41] oraz fakt wprowadzenia zmian w sposobie funkcjonowania wraz z wprowadzeniem TIK. Prawdopodobieństwo, że obie zmienne zależne przyjmują wartość 1 jest wyższe o 0,11 w przypadku firm, w których większość kadry kierowniczej legitymuje się wyższym wykształceniem oraz o 0,30 wyższe w przypadku przedsiębiorstw wprowadzających zmiany w sposobie funkcjonowania wraz z wprowadzeniem TIK.

Warto zwrócić również uwagę na międzywojewódzkie zróżnicowanie w zakresie innowacyjności oraz dokonywania inwestycji w TIK. Grupę referencyjną stanowią firmy z województw kujawsko-pomorskiego, lubelskiego, lubuskiego, małopolskiego, opolskiego, podkarpackiego, pomorskiego oraz warmińsko-mazurskiego. Jedynym regionem, w którym firmy wykazują wyraźnie wyższą skłonność zarówno do inwestowania w TIK, jak i wprowadzania innowacyjnych rozwiązań jest województwo zachodniopomorskie. Oszacowania efektów krańcowych wskazują, że prawdopodobieństwo jednoczesnego wprowadzenia innowacyjnego rozwiązania oraz inwestycji w TIK jest wyższe o 0,32 (w porównaniu z firmami należącymi do grupy bazowej).

Zmienna	***INNOW_TIK* Oszacowanie**	***INWEST_TIK* Oszacowanie**	**P11**	**P10**	**P01**
BR	1,16***	0,15	0,26***	0,17***	–0,20***
LRozmiar	0,23***	0,18***	0,07***	0,01**	–0,00
WWKK	0,32**	0,40***	0,11***	0,00	0,05
ORG1	0,66***	1,01***	0,30***	–0,04**	0,08***
DLN	0,70***	–0,69***	–0,02	0,29***	–0,24***
LODZ	–0,13	0,59***	0,04	–0,09***	0,18**
MAZOW	–0,36**	0,46***	–0,02	–0,10***	0,20***
PODL	–0,12	–0,40*	–0,07	0,03	–0,08
SL	–0,55***	0,05	–0,10**	–0,09***	0,12**

badania empiryczne nie dostarczają dowodów na występowanie jednoznacznie pozytywnej zależności między wielkością przedsiębiorstwa a innowacyjnością (Symeonidis, 1996). Okazuje się bowiem, że firmy o różnej wielkości mają różne strategie innowacji – duże przedsiębiorstwa przywiązują więcej wagi do procesów związanych z pracami badawczo-rozwojowymi i ekspansją rynkową, podczas gdy firmy małe skupiają się raczej na innowacjach produktowych (Vaona *et al.*, 2006; Plehn-Dujowich, 2009).

41 Na pozytywną zależność między poziomem wykształcenia pracowników, w tym kadry zarządzającej, a potencjałem innowacyjnym przedsiębiorstw wskazują również wyniki badań van Uden *et al.* (2014) czy Smith *et al.* (2011).

Zmienna	*INNOW_TIK* Oszacowanie	*INWEST_TIK* Oszacowanie	P11	P10	P01
SW	–0,47*	–0,15	–0,10**	–0,06	0,04
WIEL	–0,36*	0,12	–0,06	–0,07**	0,10*
ZACH	0,71***	0,85***	0,32***	–0,04	–0,01
JAWNA	0,38**	–0,08	0,06	0,09*	–0,10*
SPOLDZ	–0,52*	0,16	–0,08	–0,09*	0,15
cons	–1,86***	–1,39***	–	–	–
correlation	0,175***				
LR test of correlation = 0	Ch-square statistic = 7,126 p-value = 0,008				

Uwaga: *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Tabela 3.15. Oszacowania parametrów dwurównaniowego modelu probitowego dla zmiennych *INNOW_TIK* i *INWEST_TIK*

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowania parametrów przy zmiennej DLN wskazują, że firmy mające swoją siedzibę w województwie dolnośląskim istotnie częściej wprowadzają rozwiązania uznawane za innowacyjne i mają istotnie mniejszą skłonność do inwestowania w TIK w porównaniu z grupą referencyjną. Prawdopodobieństwo jednoczesnego wprowadzenia rozwiązań innowacyjnych i niedokonywania inwestycji TIK jest wyższe o 0,29 w przypadku firm zlokalizowanych w województwie dolnośląskim. Odwrotną tendencję wykazują firmy z województwa mazowieckiego. Porównując z firmami z ośmiu wyżej wymienionych województw, prawdopodobieństwo jednoczesnego wprowadzenia innowacyjnego rozwiązania oraz dokonania inwestycji w TIK jest wyższe o 0,20. W przypadku firm z województwa łódzkiego należy zauważyć istotnie wyższą skłonność do inwestowania w TIK (tab. 3.15).

Istotnie ujemne oszacowania przy odpowiednich zmiennych zero jedynkowych wskazują, że firmy z województw: śląskiego, świętokrzyskiego i wielkopolskiego mają mniejszą skłonność do wprowadzania rozwiązań innowacyjnych w porównaniu z firmami z grupy referencyjnej. W przypadku spółek jawnych prawdopodobieństwo wprowadzenia innowacji TIK oraz braku dokonywania inwestycji TIK jest o 0,09 wyższe, natomiast w przypadku spółdzielni prawdopodobieństwo to jest o 0,09 niższe.

Ze względu na istotnie różniący się od zera współczynnik korelacji między składnikami losowymi, estymację parametrów dwurównaniowego modelu probitowego należy uznać za dobre rozwiązanie.

W dalszej kolejności obliczono warunkowe wartości oczekiwane dla zmiennych *INNOW_TIK* oraz *INWEST_TIK*, zgodnie z następującymi wzorami:

$$E\left(y_{ai}^{*}\middle|y_{ai}^{*}>0,y_{bi}^{*}>0\right)=\mathbf{x}_i\hat{\boldsymbol{\beta}}_a+\frac{\phi\left(\mathbf{x}_i\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}{\Phi\left(\mathbf{x}_i\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}+\hat{\rho}\frac{\phi\left(\mathbf{x}_i\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)}{\Phi\left(\mathbf{x}_i\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)},$$

$$E\left(y_{ai}^{*}\middle|y_{ai}^{*}>0,y_{bi}^{*}<0\right)=\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a+\frac{\phi\left(\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}{\Phi\left(\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}-\hat{\rho}\frac{\phi\left(\mathbf{x}_{bi}\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)}{1-\Phi\left(\mathbf{x}_{bi}\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)},$$

$$E\left(y_{ai}^{*}\middle|y_{ai}^{*}<0,y_{bi}^{*}>0\right)=\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a-\frac{\phi\left(\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}{1-\Phi\left(\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}+\hat{\rho}\frac{\phi\left(\mathbf{x}_{bi}\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)}{\Phi\left(\mathbf{x}_{bi}\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)},$$

$$E\left(y_{ai}^{*}\middle|y_{ai}^{*}<0,y_{bi}^{*}<0\right)=\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a-\frac{\phi\left(\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}{1-\Phi\left(\mathbf{x}_{ai}\hat{\boldsymbol{\beta}}_a\right)}-\hat{\rho}\frac{\phi\left(\mathbf{x}_{bi}\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)}{1-\Phi\left(\mathbf{x}_{bi}\hat{\boldsymbol{\beta}}_b\right)}, \tag{III.8}$$

dla ($y_{ai}^{*}=y_{inw,i}^{*}$, $y_{bi}^{*}=y_{ino,i}^{*}$, $\hat{\boldsymbol{\beta}}_a=\hat{\boldsymbol{\beta}}^{inw}$ i $\hat{\boldsymbol{\beta}}_b=\hat{\boldsymbol{\beta}}^{ino}$) oraz

($y_{ai}^{*}=y_{ino,i}^{*}$, $y_{bi}^{*}=y_{inw,i}^{*}$, $\hat{\boldsymbol{\beta}}_a=\hat{\boldsymbol{\beta}}^{ino}$ i $\hat{\boldsymbol{\beta}}_b=\hat{\boldsymbol{\beta}}^{inw}$).

Obliczone w ten sposób warunkowe wartości oczekiwane zostały następnie wykorzystywane w kroku drugim – to jest w oszacowaniu modelu wydajności pracy. Zgodnie z wykresem 3.17 specyfikacja równania produktywności wymaga uwzględnienia zarówno zmiennej *WTIK*, jak również zmiennych ilustrujących fakt wprowadzenia zmian organizacyjnych w firmie wraz z wprowadzeniem TIK (czyli czynników komplementarnych wobec TIK). W związku z tym przyjęto następującą postać modelu wyjaśniającego wydajność pracy w przedsiębiorstwach[42]:

42 Wydajność pracy, podobnie jak w przypadku równania II.3, była aproksymowana przez wysokość przeciętnego wynagrodzenia w badanych przedsiębiorstwach.

$$pr_i = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{y}^*_{inw,i} + \alpha_2 \hat{y}^*_{ino,i} + \beta_1 WTIK_i + WTIK_i \mathbf{x}_i^{pr} \boldsymbol{\beta}_1^{pr} + \mathbf{z}_i \boldsymbol{\beta}_2 + \xi_i$$

(III.9)

gdzie parametry α_1 oraz α_2 mierzą odpowiednio wpływ inwestycji TIK oraz innowacyjności na wydajność pracy. Parametr β_1 mierzy wpływ wykorzystania technologii informacyjnych i komunikacyjnych na produktywność pracy przy założeniu, że firma nie wprowadza komplementarnych zmian w zakresie organizacji pracy. Wektor $\mathbf{x}_i^{pr}$ składa się ze zmiennych mających moderujący wpływ na analizowaną relację, natomiast wektor β_1^{pr} składa się z odpowiednich parametrów.

Zgodnie z przyjętą do zweryfikowania w projekcie „Wpływ technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych na produktywność – analiza makro i mikroekonomiczna" hipotezą, a także na podstawie przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu, należy oczekiwać, że

$$\beta_1 + \sum_{k=1}^{K} \beta_{1,k}^{pr} > 0,$$

co należy interpretować jako pozytywny wpływ wykorzystania technologii informacyjnych i komunikacyjnych na wydajność pracy pod warunkiem wprowadzenia komplementarnych wobec TIK zmian.

Estymacja modelu III.9 w pełni potwierdza przyjętą hipotezę, zbieżną z wynikami analiz Brynjolfssona (2005), Brynjolfssona i Hitt (2003), Breshanaha *et al.* (2002), Nguyen Thi i Martina (2011) czy Polder *et al.* (2009). Okazało się bowiem, że oszacowanie parametru przy zmiennej *WTIK* jest ujemne, co oznacza, że samo wdrożenie technologii informacyjnych i komunikacyjnych nie prowadzi do wzrostu produktywności (wydajności pracy), a wręcz przeciwnie, skutkuje spadkiem wydajności pracowników (tab. 3.16). Dopiero powiązanie TIK z czynnikami komplementarnymi prowadzi do wzrostu produktywności – oszacowania parametrów przy zmiennych *ECP*WTIK*, *WWP*WTIK*, *Zasięg KZ*WTIK*, *ORG1*WTIK*, *ZesRob*WTIK* są dodatnie, a suma oszacowań przy tych zmiennych oraz zmiennej *WTIK* wynosi 0,57.

Oznacza to zatem, że jeśli firma wdrożyła zmiany organizacyjne wraz z wprowadzeniem TIK, dysponuje wysoko wykwalifikowaną kadrą, tworzy zespoły robocze, umożliwia pracownikom zarządzanie swoim czasem pracy, działa na krajowym lub międzynarodowym rynku[43],

43 Pozytywny wpływ zasięgu rynkowego na produktywność można tłumaczyć efektami skali i większą presją konkurencyjną, jaka występuje w przypadku firm działających na rynkach krajowych lub międzynarodowych – por. m.in. Sala-i-Martin *et al.* (2012).

to wówczas skala wykorzystania technologii informacyjnych i komunikacyjnych ma pozytywny wpływ na wydajność pracy.

Zmienna	Oszacowanie	Zmienna	Oszacowanie
LRozmiar	0,02**	*SL*	–0,21***
WTIK	–0,35***	*SW*	–0,07**
$\hat{y}^{*}_{inw,i}$	0,07***	*ZACH*	0,31***
KP	–0,14***	*ECP*WTIK*	0,29***
LUBLIN	–0,16***	*WWP*WTIK*	0,26***
LUBUSKIE	–0,19***	*ZasiegKZ*WTIK*	0,15**
MALOP	0,11**	*ORG1*WTIK*	0,11**
MAZOW	0,04*	*ZesRob*WTIK*	0,11**
PODK	–0,24***	*Budow*	0,11**
PODL	0,17***	*Const*	6,84***
R^2	0,41		

Uwaga: ******* p < 0,01; ****** p < 0,05; ***** p < 0,1.

Tabela 3.16. Oszacowania parametrów modelu wyjaśniającego różnicę w wydajności pracy w przedsiębiorstwach. Estymator Neweya–Westa korygujący heteroskedastyczność

Źródło: opracowanie własne.

Ponadto, wydajność pracy jest wyższa wśród przedsiębiorstw charakteryzujących się większą skłonnością do inwestowania w TIK, co jest zgodne z oczekiwaniami. Parametr przy zmiennej $\hat{y}_{ino,i}$ okazał się nieistotny, nie została więc ona uwzględniona w finalnym modelu.

Oszacowanie parametru przy zmiennej *LRozmiar* należy interpretować jako dwuprocentowe zwiększenie średniego wynagrodzenia wynikające ze wzrostu rozmiaru przedsiębiorstwa o 100%, przy innych czynnikach niezmienionych. W firmach z branży budowlanej wynagrodzenie jest wyższe o 11% *ceteris paribus*. Widoczne jest również międzyregionalne zróżnicowanie średnich płac w przedsiębiorstwach. Grupę referencyjną stanowią firmy zlokalizowane w województwach dolnośląskim, łódzkim, opolskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim i wielkopolskim. W stosunku do grupy bazowej średnie wynagrodzenia są wyższe w województwach zachodniopomorskim, podlaskim, małopolskim i mazowieckim, przy innych czynnikach niezmienionych. Niższe średnie wynagrodzenia *ceteris paribus* obserwuje się w województwach: kujawsko-pomorskim, lubelskim, lubuskim, podkarpackim, śląskim i świętokrzyskim. Należy podkreślić, że uzyskane oszacowania nie informują o międzyregionalnym

zróżnicowaniu płac, lecz świadczą o różnicach w wynagrodzeniach niewyjaśnionych przez branżę, rozmiar, skłonność do inwestowania w TIK oraz skalę wykorzystania technologii informacyjnych i komunikacyjnych wspieraną zmianami w organizacji pracy.

Technologie informacyjne i komunikacyjne (TIK) odgrywają kluczową rolę w budowaniu gospodarki opartej na wiedzy, innowacyjności, a także dobrobytu. Wraz z rozwojem i rosnącym wykorzystaniem tych technologii coraz bardziej istotnym zagadnieniem staje się to, na ile wspierają one wzrost gospodarczy i poprawiają efektywność gospodarowania. Ta problematyka była przedmiotem badań w projekcie „Wpływ technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych na produktywność – analiza makro i mikroekonomiczna", który został zrealizowany w Katedrze Polityki Ekonomicznej Uniwersytetu Łódzkiego w latach 2014–2015 ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Monografia przedstawia wyniki przeprowadzonych analiz. Opisuje zależności pomiędzy technologiami informacyjnymi i komunikacyjnymi a produktywnością w kontekście paradoksu Solowa. Identyfikuje czynniki komplementarne wobec TIK, które warunkują produktywne wdrożenie i wykorzystanie tych technologii – w skali makroekonomicznej dla krajów Europy Środkowo-Wschodniej oraz w skali mikroekonomicznej dla Polski. W ramach badań dowiedziono, że technologie informacyjne i komunikacyjne podnoszą wydajność pracy pod warunkiem powiązania ich z czynnikami komplementarnymi – kapitałem ludzkim, zmianą organizacyjną, innowacyjnością. W rezultacie położenie większego nacisku na wdrażanie czynników komplementarnych wobec TIK w Polsce i krajach Europy Środkowo-Wschodniej powinno skutkować poprawą wydajności pracy, nawet jeśli wzrost nakładów na inwestycje w te technologie w najbliższych latach nie będzie tak dynamiczny jak w przeszłości.

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

ISBN 978-83-7969-965-0

788379 699650