

Mariusz Malinowski

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Ekonomii
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań
e-mail: mariusz.malinowski@up.poznan.pl

POTENCJAŁ LUDZKI A EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA PRZEDSIĘBIORSTW — WYKORZYSTANIE METOD TAKSONOMICZNYCH W UJĘCIU REGIONALNYM

Streszczenie: Celem artykułu jest określenie zależności między poziomem potencjału ludzkiego a efektywnością ekonomiczną przedsiębiorstw w poszczególnych województwach. Na potrzeby niniejszego artykułu podjęto próbę skonstruowania syntetycznego miernika oceny efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw, a także syntetycznego miernika potencjału ludzkiego w regionie w oparciu o wcześniej wyselekcjonowany zbiór zmiennych diagnostycznych. Badaniem objęto wszystkie 16 województw Polski. W badaniach wykorzystano metodę TOPSIS do uporządkowania oraz metody Warda i PAM w celu dokonania klasyfikacji województw. Ponadto przeprowadzono analizę korelacyjną i analizę autokorelacji przestrzennej. Głównym kryterium doboru zmiennych była ich kompletność i dostępność dla wszystkich badanych obiektów w latach 2009–2013.

Słowa kluczowe: potencjał ludzki, efektywność ekonomiczna, miernik syntetyczny.

HUMAN POTENTIAL AND ECONOMIC EFFECTIVENESS OF ENTERPRISES: APPLICATION OF TAXONOMIC MEASURES IN A REGIONAL SPECTRUM

Abstract: The aim of this paper is to define the relationship between the level of human potential and economic efficiency of companies in different voivodeships. For the purpose of this paper, a synthetic indicator was constructed to evaluate the economic efficiency of companies as well as a synthetic indicator of human potential in a region, based on previously selected set of diagnostic variables. All 16 Polish voivodeships were included in the research. The TOPSIS method, Ward's method and the PAM method were used in the research to classify different voivodeships. Moreover, correlation analysis and spatial autocorrelation analysis were carried out. The main criterion when selecting variables was their completeness and their accessibility for all objects in the research between the year 2009 and 2013.

Keywords: human potential, economic efficiency, synthetic indicator.

Pomimo często spotykanych opinii, że kapitał ludzki warunkuje konkurencyjność i rozwój przedsiębiorstw, w warunkach polskich w słabym stopniu¹ tego typu poglądy zostały zweryfikowane w sposób empiryczny. W znacznym stopniu wynika to z faktu, iż trudno jest zmierzyć zasoby niematerialne wykorzystywa-

¹ Znacznie częściej bowiem kapitał ludzki jest analizowany w kontekście wzrostu gospodarczego.

ne w działalności przedsiębiorstw, co istotnie ogranicza możliwość szacowania² ich roli w oddziaływaniu na efektywność przedsiębiorstw. Jednak wspomniana trudna wymierność nie może być powodem marginalizowania kapitału ludzkiego (często utożsamianego w literaturze przedmiotu z potencjałem ludzkim) (por. Grodzicki 2003; Perechuda 2005; Bochniarz 2008) w badaniach empirycznych, dotyczących czynników determinujących efektywność przedsiębiorstw.

Przedsiębiorstwa, które działają zgodnie z zasadą racjonalnego gospodarowania, często dążą do minimalizacji nakładów. Czynią tak m.in. poprzez racjonalizację nakładów w zakresie dokształcenia kadr, co jest powszechne zwłaszcza w przypadku mikroprzedsiębiorstw. Z drugiej strony kierują się zasadą maksymalizacji rentowności, co sprawia, że analizy dotyczące autokorelacji przestrzennej potencjału ludzkiego i efektywności przedsiębiorstw w znacznym stopniu wspierają podejmowanie przez nie decyzji. Właściwa identyfikacja czynników, warunkujących w zasięgu regionalnym efektywne prowadzenie działalności, pozwala zmniejszyć ryzyko niepowodzenia inwestycji. Tymczasem jednym z początkowych etapów procesu inwestycyjnego jest właśnie zatrudnienie kadry pracowniczej.

Celem artykułu jest określenie zależności między syntetycznymi miernikami efektywności przedsiębiorstw i potencjału ludzkiego w regionie oraz uporządkowanie województw ze względu na poziom analizowanych zjawisk. Badaniem objęto wszystkie 16 województw Polski. Ze względu na fakt, iż zarówno kapitał ludzki, jak i efektywność ekonomiczna są kategoriami złożonymi, w badaniach wykorzystano mierniki taksonomiczne, skonstruowane w oparciu o metodę TOPSIS, które zastępują opis badanych obiektów dokonywany za pomocą wielu cech opisem za pomocą jednej zagregowanej wielkości, co znacznie ułatwia ich analizę. Głównym kryterium doboru zmiennych była ich kompletność i dostępność dla wszystkich badanych obiektów w latach 2009–2013. Źródłem danych opisujących poszczególne elementy kapitału ludzkiego oraz mierniki efektywności przedsiębiorstw w poszczególnych województwach był Bank Danych Lokalnych GUS.

Oddziaływanie potencjału ludzkiego na efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa

W naukach ekonomicznych przez efektywność ekonomiczną najczęściej rozumie się stosunek uzyskanych efektów do wydatkowanych czynników produkcji (Marciniak 2005). Stąd w ujęciu ekonomicznym ocena efektywności odnosi się do relacji efektów i nakładów, a ogólny sposób budowania wskaźników wykorzystywanych do analizowania jej wielkości może przybierać postać następujących

² Pomimo trudnej wymierności kapitału ludzkiego współcześnie wypracowano liczne metody szacowania kapitału ludzkiego w organizacji, które opierają się m.in. o metody kosztowe (m.in. metoda ważonych kosztów pracy, metoda kosztów historycznych), metody wskaźnikowe (np. HR Scorecard), czy też finansowo-ekonomiczne (m.in. modele zaproponowane przez Baruchę Levę i Abę Schwartza). Szeroki opis metod pomiaru kapitału ludzkiego można znaleźć m.in. w pracach: Dobija 2003, Domański 1993.

formuł (Adamczyk 1995): różnica efektów i nakładów, iloraz efektów i nakładów, iloraz różnicy między efektami a nakładami oraz poniesionych nakładów.

Problem pomiaru efektywności przedsiębiorstw, pomimo licznych analiz, nie został kompleksowo rozwiązany. Zasadniczo metody pomiaru efektywności opierają się na trzech podejściach (Szymańska 2010): wskaźnikowym (konstruowanie relacji między różnymi wielkościami), parametrycznym (określenie zależności technicznej między nakładami a produkcją, przedstawiające maksymalną ilość produktu, jaką można otrzymać przy określonym poziomie nakładów) oraz nieparametrycznym (gdzie wykorzystuje się procedurę programowania liniowego, pomijając kwestię wpływu czynnika losowego oraz potencjalnych błędów pomiaru). W ocenie Marcina Bielskiego nie można mówić o najlepszym indykatorze efektywności, a jego wybór ma charakter subiektywny i dokonywany jest pod wpływem wartości, preferencji i interesów podmiotu dokonującego oceny. Nie jest możliwe wprowadzenie jednego syntetycznego kryterium efektywności, jak również nie jest możliwe skonstruowanie jednego i uniwersalnego systemu oceny wielokryterialnej. System taki musi być konstruowany indywidualnie, przy uwzględnieniu funkcji genotypowej organizacji, zestawu bieżących celów i uznawanej przez kierownictwo hierarchii ich ważności (Bielski 1996). Zdaniem Katarzyny Szczepańskiej (2009) stworzenie uniwersalnego modelu służącego ocenie efektywności jest znacznie utrudnione w związku z problemami w wyborze odpowiednich miar (z uwagi na ich mnogość), nieposiadaniem odpowiedniej wiedzy, relatywnie wysoką zmiennością miar pozafinansowych oraz kosztem informacji.

Przy rozpatrywaniu oddziaływania kapitału ludzkiego na efektywność przedsiębiorstw warto podkreślić, że samo pojęcie kapitału ludzkiego wyraźnie ukształtowało się dopiero w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku (m.in. koncepcja Gary'ego Beckera z 1964 r., zob. Jashapara 2006, s. 347). Początkowo wiele uwagi poświęcano głównie kwestii niezbędnych nakładów na edukację i przewidywanych efektów tych inwestycji. W ujęciu Beckera rozwój kapitału ludzkiego to „działania, które przynoszą korzyści pieniężne i psychiczne poprzez zwiększenie potencjału tkwiącego w ludziach” (Jashapara 2006, s. 347). Współcześnie w kontekście działalności gospodarczej kapitał ludzki można przedstawić nie tylko jako sumę kompetencji poszczególnych pracowników, ale również jako kombinację czynników takich, jak (za: Fitz-enz 2001) cechy wnoszone przez pracowników, zdolności do uczenia się czy motywacja do dzielenia się wiedzą. Zdaniem Jacka Grodzickiego (2003), kapitał ludzki *sensu stricto* oznacza wartości wynikające z sumy nakładów na kształcenie, łącznie składające się na potencjał edukacyjny społeczeństwa, natomiast *sensu largo* oznacza ogół walorów ludzkich będących efektem procesu adaptacji środowiskowej i cech własnych, jak również procesu kształcenia w systemie oświatowym.

Michał Woźniak (2008) zwrócił uwagę na to, jak z czasem zmieniał się zakres inwestycji związanych z kapitałem ludzkim. Początkowo kapitał ludzki utożsamiany był wyłącznie z wydatkami inwestycyjnymi na poziom edukacji. Współcześnie kategoria ta obejmuje również wydatki na badania naukowe i rozwój technologii, a w najszerszym ujęciu również wydatki na poziom zdrowotno-

ści. Stanisław Domański (1993) określa kapitał ludzki jako zasób wiedzy, umiejętności, zdrowia i energii witalnej zawarty w społeczeństwie. Autor podkreśla, że zasób ten jest dany przez genetyczne cechy danej populacji raz na zawsze, ale można go powiększać drogą inwestycji zwanych inwestycjami w człowieka.

Poziom wykształcenia może wpływać na funkcjonowanie przedsiębiorstw w różny sposób (Piasecki i in. 2001): udział ludności z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie ludności może decydować o jakości nowo zakładanych przedsiębiorstw, proporcje absolwentów kierunków ścisłych i technicznych oraz humanistycznych w ogólnej liczbie absolwentów mogą wpływać na „podaż przedsiębiorców” w sektorach zaawansowanych technologii, zaś metody nauczania na wszystkich poziomach edukacji mogą wywierać wpływ na stosunek do przedsiębiorczości. Zdolności i doświadczenie pracownika umożliwiają mu (według Jaca Fitz-enza, 2001) przetwarzanie dostarczonych danych w użyteczne informacje; pomagają przekształcać informacje w inteligencję zorientowaną na rozwiązywanie problemów związanych z pracą; pozwalają wspierać innych w zdobywaniu inteligencji poprzez dzielenie się z nimi wiedzą.

Współczesne przedsiębiorstwa poszukują przede wszystkim pracowników wiedzy, to znaczy ludzi o specyficznych umiejętnościach. Wynika to z faktu, iż przedsiębiorstwo nie może realizować strategii bez pracowników, którzy są sprawcami wszystkich działań w organizacji, zaś pozostałe jej składniki są ich dziełem (Grzebyk 2013). Z badań przeprowadzonych przez firmę PricewaterhouseCoopers (2015) wynika, że zwrot z inwestycji w kapitał ludzki kształtował się na poziomie 1,60 zł³ (to znaczy, że z każdej złotówki przeznaczonej na wynagrodzenia, pracodawca generował około 60 groszy zysku).

Problem złożonej natury kapitału ludzkiego podejmują liczne studia teoretyczne i empiryczne, dotyczące przede wszystkim kwestii pomiaru tej kategorii. Uwaga autorów skupia się głównie na opracowaniu lub praktycznym zastosowaniu metod służących do pomiaru kapitału ludzkiego w poszczególnych przedsiębiorstwach lub całej gospodarce. Na poziomie przedsiębiorstwa wykorzystywana jest najczęściej ekonomiczna wartość dodana lub wskaźnik oparty o wartość rynkową przedsiębiorstwa. Za głównego twórcę ekonomicznej wartości dodanej można uznać Gordona Bennetta Stewarta (1991), zaś za głównych propagatorów wskaźnika wartości rynkowej do wartości księgowej (*market to book value*) – Thomasa Stewarta (1997) i Davida Luthy’ego (1998). Natomiast na poziomie całej gospodarki najczęściej wykorzystywane są podejścia kosztowe i dochodowe. W swoich analizach podejście dochodowe wykorzystywali m.in. Gary Becker (1975) czy też Dale Jorgenson i Barbara Fraumeni (1989). W ramach podejścia

³ Autorzy badania zastosowali jeden z najbardziej znanych wskaźników stosowanych w sferze zarządzania zasobami ludzkimi – tzw. HC ROI, wyrażony wzorem:

$$HCROI = \frac{\text{przychód} - (\text{koszty} - \text{wynagrodzenie} + \text{świadczenia_dodatkowe})}{\text{średnia_liczba_etatów} \times \text{średnie_wynagrodzenie} + \text{świadczenie_dodatkowe}}$$

Świadczenia dodatkowe uwzględnione we wzorze obejmują m.in. pokrycie kosztów nauki pracownika.

kosztowego można wyróżnić model oparty na koszcie historycznym lub model oparty na koszcie odtworzenia zasobów ludzkich (Flamholtz 1985).

We współczesnym podejściu do pomiaru kapitału ludzkiego popularne wśród badaczy stało się łączenie wielu wskaźników cząstkowych w celu uzyskania miary agregatowej. Przykładem miernika syntetycznego wykorzystywanego do kwantyfikacji analizowanej kategorii jest *The European Human Capital Index* (Ederer 2006).

W ostatnich latach w literaturze zagranicznej można znaleźć liczne opracowania, wykorzystujące metody taksonomiczne w celu skonstruowania syntetycznych mierników kapitału ludzkiego i stosowania ich do szeregowania liniowego. Przykładowo Lai Wei Sieng i Ishak Yussof (2015) do określenia poziomu kapitału ludzkiego w Malezji na tle innych krajów (przede wszystkim sąsiadujących), wykorzystali rozmytą metodę TOPSIS. Natomiast Mohammad Tavakoli i Hadi Shirouyehzad (2013) zastosowali klasyczną metodę TOPSIS do utworzenia rankingów różnego rodzaju sektorów przedsiębiorstw ze względu na poziom kapitału ludzkiego. Znacznie rzadziej metody taksonomiczne wykorzystywane są do grupowania mniejszych jednostek przestrzennych (np. regionów) ze względu na poziom kapitału ludzkiego czy też efektywność przedsiębiorstw. Ponadto często zupełnie marginalizowana jest przez autorów potrzeba weryfikacji poprawności uzyskanych grupowań. Warto przy okazji podkreślić, że rzadko dokonywana jest przez badaczy ocena racjonalności gospodarowania przedsiębiorstw na tle wykorzystywanego kapitału ludzkiego.

Analiza zależności statystycznych między potencjałem ludzkim w regionie i efektywnością ekonomiczną przedsiębiorstw

Na potrzeby niniejszego artykułu podjęto próbę skonstruowania syntetycznego, taksonomicznego miernika oceny efektywności przedsiębiorstw. W kontekście wieloaspektowości tego pojęcia takie podejście może stanowić pewne uproszczenie, ale jednocześnie może być punktem wyjścia do formułowania bardziej kompleksowych wniosków.

Do oceny określonych relacji nakładów i wyników przydatna jest analiza wskaźnikowa, której przedmiotem najczęściej są cztery bloki problemowe (Skowronek-Mielczarek, Leszczyński 2008): sytuacja majątkowa, sytuacja kapitałowa, płynność finansowa oraz rentowność. Zdaniem Anny Skowronek-Mielczarek i Zdzisława Leszczyńskiego (2008) szczególne znaczenie w ocenie efektywności należy przypisywać analizie rentowności i płynności. Te dwa obszary oceny działalności pozwalają zdiagnozować skalę i poziom korzyści, jakie dany podmiot przynosi dla swoich właścicieli, oraz oszacować jego wypłacalność i zdolność generowania przepływów finansowych.

Ze względu na wieloaspektowość efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw, konieczne jest wykorzystanie znacznej liczby mierników. Jednocześnie należy pamiętać, że zbyt duża liczebność zestawu uwzględnionych cech grozi zakłóceniem, a nawet zablokowaniem możliwości skutecznej klasyfikacji obiektów (Młodak 2006). W celu określenia efektywności przedsiębiorstw wykorzystano

zbiór 15 potencjalnych zmiennych diagnostycznych, który podzielono na pięć grup tematycznych:

- I. Przychody i koszty uzyskania przychodów: P_{11} – wynik finansowy netto na jednego pracującego; P_{12} – przychody z całokształtu działalności na jednego pracującego; P_{13} – udział kosztów w przychodach.
- II. Rentowność działalności: P_{21} – wskaźnik rentowności obrotu brutto; P_{22} – wskaźnik rentowności obrotu netto; P_{23} – wskaźnik rentowności aktywów; P_{24} – wskaźnik rentowności aktywów obrotowych; P_{25} – wskaźnik rentowności kapitału własnego.
- III. Płynność: P_{31} – wskaźnik płynności pierwszego stopnia; P_{32} – wskaźnik płynności drugiego stopnia; P_{33} – wskaźnik płynności trzeciego stopnia.
- IV. Zadłużenie działalności: P_{41} – wskaźniki zadłużenia długoterminowego; P_{42} – wskaźniki zadłużenia krótkoterminowego; P_{43} – relacja zobowiązań do należności (z tytułu dostaw i usług).
- V. Wydajność pracy: P_{51} – wartość dodana brutto przypadająca na jednego pracującego.

Analogicznie – w wyniku merytoryczno-formalnej⁴ analizy zmiennych – zaproponowano 14 wskaźników cząstkowych, odzwierciedlających poziom potencjału ludzkiego w regionie:

- I. Kapitał ludzki: KL_1 – oczekiwana przeciętna długość życia kobiet w gminach miejsko-wiejskich; KL_2 – oczekiwana przeciętna długość życia mężczyzn w gminach miejsko-wiejskich; KL_3 – stopa śmiertelności noworodków; KL_4 – liczba patentów na 100 tys. os.; KL_5 – zgłoszone wzory użytkowe na 100 tys. os.; KL_6 – zgłoszone wynalazki krajowe na 1 mln os.; KL_7 – udział osób zatrudnionych w B+R w grupie pracujących ogółem; KL_8 – studenci szkół wyższych na 10 tys. os.; KL_9 – absolwenci szkół wyższych kierunków technicznych na 10 tys. os.; KL_{10} – uczestnicy studiów doktoranckich w relacji do absolwentów studiów na poziomie magisterskim; KL_{11} – liczba nauczycieli akademickich na 10 tys. osób.
- II. Wydatki na kapitał ludzki: KL_{12} – publiczne wydatki gmin (łącznie z miastami na prawach powiatu) na oświatę i wychowanie na osobę; KL_{13} – publiczne wydatki gmin (łącznie z miastami na prawach powiatu) na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego na osobę; KL_{14} – publiczne wydatki gmin (łącznie z miastami na prawach powiatu) na ochronę zdrowia na 100 tys. osób.

Oczywiście, wykorzystane zmienne diagnostyczne nie pozwalają w pełnym stopniu odzwierciedlić poziomu kapitału ludzkiego w regionie. W dużej mierze wynika to z ograniczonej dostępności danych, z heterogeniczności tej kategorii, jak również z trudnej wymierności analizowanego zjawiska. Dyskusyjne może

⁴ Kryterium merytoryczne oznacza, że cechy diagnostyczne muszą ujmować najbardziej istotne, a nie marginalne własności analizowanych obiektów, muszą być jednoznacznie i ściśle zdefiniowane oraz logicznie ze sobą powiązane. Natomiast kryterium formalne wymaga, aby cechy diagnostyczne były mierzalne w sensie możliwości liczbowego wyrażenia ich poziomu. Ponadto wymagana jest kompletność danych dla wszystkich obiektów i okresów badania, a także zapewnienie porównywalności obiektów w czasie i przestrzeni – Strahl 2006; Podogrodzka 2011.

być przede wszystkim użycie zmiennych dotyczących wydatków na kapitał ludzki. W tym przypadku wysokość ponoszonych nakładów nie musi być zbieżna z efektywnością tego typu inwestycji. Zdając sobie sprawę z niedoskonałości wykorzystanych zmiennych, należy je traktować jako pewne przybliżenie poziomu kapitału ludzkiego w regionie. Warto jednak w tym miejscu podkreślić, że w innych analizach poruszających problematykę kapitału ludzkiego (por. European Commission 2015⁵) wykorzystywane są analogiczne zmienne.

W celu uzyskania ostatecznego zbioru zmiennych diagnostycznych, zbadano zdolność dyskryminacyjną zmiennych oraz ich pojemność (stopień skorelowania z innymi zmiennymi). Przy doborze zmiennych wymagane jest, aby poszczególne obserwacje wykazywały odpowiednią zmienność, gdyż słabo zróżnicowana zmienna stanowi niewielką wartość analityczną. Przyjęto, że ze zbioru potencjalnych zmiennych zostaną wyeliminowane⁶ te cechy, dla których wartość klasycznego współczynnika zmienności była niższa od ustalonej w sposób arbitralny, krytycznej wartości progowej tego współczynnika na poziomie 10%. Ze względu na zbyt niską zmienność dwie⁷ cechy odnoszące się do poziomu kapitału ludzkiego w regionie zostały wyeliminowane ze zbioru zmiennych częściowych – KL_{11} i KL_{12} . Natomiast ze zbioru zmiennych opisujących poziom efektywności przedsiębiorstw wyeliminowano zmienne P_{13} , P_{33} , P_{42} i P_{43} .

Do oceny wartości informacyjnej wykorzystano tak zwaną metodę odwróconej macierzy korelacji (szerzej: Młodak 2006). Dla każdej podgrupy tematycznej zmiennych obliczono odwrotną macierz korelacji, a następnie wyeliminowano zmienną charakteryzującą się najwyższą wartością diagonalną, przekraczającą wartość progową (najczęściej ustalaną przez badaczy na poziomie $r^*=10$)⁸. W ten sposób ze zbioru potencjalnych zmiennych decyzyjnych opisujących poziom potencjału ludzkiego wyeliminowano zmienną KL_{11} . Analogicznie ze zbioru zmiennych opisujących poziom efektywności przedsiębiorstw wyeliminowano zmienne: P_{22} i P_{23} . Dla każdej zmiennej określono jej charakter (sposób oddziaływania na analizowane zjawisko) – mogła to być stymulanta, destymulanta lub nominanta. W przypadku zmiennych odnoszących się do potencjału ludzkiego do zbioru stymulant zaliczono prawie wszystkie zmienne – jedynie zmienną KL_3 zakwalifikowano do zbioru destymulant. Żadna ze zmiennych nie ma charakte-

⁵ Kapitał ludzki traktowany jest tutaj jako jedna z głównych sił sprawczych innowacyjności.

⁶ W analizowanym okresie zbiory wybranych i eliminowanych zmiennych różniły się od siebie w poszczególnych latach. Podstawą podjęcia ostatecznej decyzji dotyczącej określenia finalnego zbioru zmiennych diagnostycznych była częstotliwość pojawiania się danej zmiennej (uwzględnionej lub eliminowanej) w całym analizowanym okresie (Zeliaś 2004).

⁷ Zmienna KL_2 , odnosząca się do oczekiwanej długości życia mężczyzn w gminach miejsko-wiejskich, podobnie jak zmienna KL_1 charakteryzowała się w całym analizowanym okresie wartością współczynnika zmienności na poziomie niższym niż 10%. Jednak ze względu na wartość merytoryczną oraz na fakt znacznie większej wartości współczynnika zmienności niż w przypadku zmiennej KL_1 , w dalszej części analizy uwzględniono zmienną KL_2 .

⁸ Jeżeli pozostałe elementy diagonalne macierzy korelacji w znacznym stopniu przekraczały wartość progową, również je eliminowano. Wartości diagonalne macierzy R^{-1} zawarte są w przedziale $[1, \infty]$, dlatego w przypadku istotnej wartości merytorycznej zmiennej, dopuszczono odchylenie od wartości progowej ($r^*=10$), jednak nie większe niż 5 jednostek.

ru nominanty. Natomiast w przypadku zmiennych obrazujących poziom efektywności przedsiębiorstw do zbioru destymulant zaliczono zmienną P_{41} ⁹, zaś do zbioru nominant – zmienne P_{31} oraz P_{32} . W przypadku zmiennych o charakterze nominant, przeprowadzono stymulację za pomocą przekształcenia ilorazowego (Panek 2009):

$$x_{ij}^s = \frac{\min\{x_j^N; x_{ij}^N\}}{\max\{x_j^N; x_{ij}^N\}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m, \text{ gdzie:}$$

x_j^N – nominalna wartość j -tej zmiennej, x_{ij}^N – wartość j -tej zmiennej w i -tym obiekcie.

Za nominalne wartości wskaźników płynności pierwszego i drugiego stopnia przyjęto odpowiednio 20% i 100%¹⁰. Pozostałe zmienne mają charakter stymulant.

W celu uporządkowania województw ze względu na poziom potencjału ludzkiego i efektywność przedsiębiorstw, wykorzystano klasyczną metodę TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*). W odróżnieniu od metody wzorca rozwoju Hellwiga (najczęściej stosowanej przez badaczy), w metodzie tej uwzględniona jest odległość euklidesowa zarówno od wzorca, jak i od antywzorca. Etapy konstruowania syntetycznego miernika są następujące (Wysocki 2010):

1. Dla znormalizowanych cech ustala się współrzędne jednostek modelowych – wzorca (A^+) i antywzorca rozwoju (A^-):

$$A^+ = (\max_i(z_{i1}), \max_i(z_{i2}), \dots, \max_i(z_{ik})) = (z_1^+, z_2^+, \dots, z_k^+)$$

$$A^- = (\min_i(z_{i1}), \min_i(z_{i2}), \dots, \min_i(z_{ik})) = (z_1^-, z_2^-, \dots, z_k^-)$$

2. Obliczenie odległości euklidesowej każdego obiektu od wzorca i antywzorca:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^K (z_{ik} - z_k^+)^2}, \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{k=1}^K (z_{ik} - z_k^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

3. Obliczenie wartości cechy syntetycznej: $S_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$, gdzie $0 \leq S_i \leq 1$.

Na podstawie analizy wartości syntetycznych mierników można stwierdzić, że w Polsce istnieje znaczne regionalne zróżnicowanie poziomu potencjału ludzkiego i ekonomicznej efektywności przedsiębiorstw. Średnia wartość syntetycznego miernika potencjału ludzkiego w latach 2009–2013 kształtowała się na poziomie ok. 0,47. Najwyższy poziom tego miernika zidentyfikowano w województwach: mazowieckim (wartości oscyływały między 0,719 a 0,846), opolskim (gdzie średnioroczna wartość tego miernika wyniosła 0,668) i dolnośląskim (średniorocznie 0,592). Najniższe wartości uzyskiwały województwa warmińsko-mazurskie i lubuskie. Średniorocznie najwyższy poziom efektywności zidentyfikowano

⁹ Stymulacja została przeprowadzona poprzez odwracanie wartości cech (w całym analizowanym okresie wszystkie cechy były niezerowe).

¹⁰ Przyjmuje się, że optymalny poziom wskaźnika płynności pierwszego stopnia wynosi ok. 20%, wartości wskaźnika płynności drugiego stopnia powinny kształtować się w granicach 100%, zaś trzeciego stopnia – ok. 200% (por. Bednarski i in. 1998).

Tab. 1. Syntetyczne mierniki poziomu potencjału ludzkiego i efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw

J.p.	Syntetyczny miernik potencjału ludzkiego					Syntetyczny miernik efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw					ŚR
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013	
DS	0,577	0,553	0,614	0,602	0,612	0,592	0,601	0,607	0,596	0,593	0,607
KP	0,468	0,399	0,433	0,465	0,463	0,446	0,553	0,501	0,458	0,582	0,531
LB	0,420	0,366	0,441	0,473	0,395	0,419	0,357	0,327	0,373	0,418	0,388
LS	0,318	0,309	0,308	0,268	0,179	0,276	0,431	0,387	0,397	0,435	0,426
ŁD	0,435	0,463	0,502	0,484	0,428	0,462	0,564	0,551	0,383	0,545	0,516
MP	0,549	0,538	0,577	0,575	0,567	0,561	0,567	0,538	0,401	0,534	0,513
MZ	0,846	0,834	0,766	0,724	0,719	0,778	0,634	0,516	0,405	0,465	0,514
OP	0,758	0,734	0,681	0,590	0,576	0,668	0,558	0,504	0,409	0,443	0,486
PK	0,369	0,374	0,383	0,381	0,384	0,378	0,451	0,414	0,377	0,563	0,449
PD	0,384	0,404	0,392	0,384	0,353	0,383	0,449	0,402	0,343	0,488	0,420
PM	0,524	0,500	0,582	0,554	0,528	0,538	0,645	0,578	0,429	0,573	0,569
SL	0,540	0,535	0,589	0,539	0,517	0,544	0,582	0,516	0,449	0,474	0,511
ŚK	0,378	0,261	0,241	0,330	0,277	0,297	0,432	0,435	0,362	0,226	0,358
WM	0,300	0,259	0,239	0,273	0,250	0,265	0,399	0,428	0,365	0,290	0,356
WP	0,531	0,511	0,543	0,515	0,474	0,515	0,637	0,560	0,392	0,506	0,515
ZP	0,434	0,407	0,477	0,476	0,461	0,451	0,497	0,382	0,357	0,440	0,423
Miary zróżnicowania											
MIN	0,300	0,259	0,239	0,268	0,179	0,357	0,357	0,327	0,343	0,297	0,226
MAX	0,846	0,834	0,766	0,724	0,719	0,645	0,645	0,607	0,596	0,640	0,593
ŚR	0,490	0,465	0,486	0,477	0,449	0,522	0,522	0,478	0,406	0,490	0,473
MED	0,452	0,435	0,490	0,480	0,462	0,555	0,555	0,502	0,395	0,498	0,481

Tab. 1 – cd.

J.p.	Syntetyczny miernik potencjału ludzkiego					Syntetyczny miernik efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw				
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
SD	0,149	0,157	0,151	0,125	0,142	0,092	0,082	0,060	0,092	0,102
V _s	0,303	0,336	0,311	0,262	0,315	0,176	0,172	0,148	0,187	0,215
As.	1,141	0,938	-0,061	-0,091	-0,142	-0,294	-0,209	2,291	-0,506	-1,179
Q1	0,383	0,372	0,390	0,383	0,376	0,445	0,411	0,371	0,440	0,439
Q3	0,543	0,536	0,584	0,559	0,538	0,587	0,541	0,414	0,540	0,549

Oznaczenia: J.p. – jednostka przestrzenna; DS – dolnośląskie; KP – kujawsko-pomorskie; LB – lubelskie; LS – lubuskie; ŁD – łódzkie; MP – małopolskie; MZ – mazowieckie; OP – opolskie; PK – podkarpackie; PD – podlaskie; PM – pomorskie; SL – śląskie; ŚK – świętokrzyskie; WM – warmińsko-mazurskie; WP – wielkopolskie; ZP – zachodniopomorskie. MIN – wartość minimalna; MAX – wartość maksymalna; ŚR – wartość średnia; V_s – współczynnik zmienności; SD – odchylenie standardowe; As. – współczynnik asymetrii; MED – mediana; Q1 – kwartył pierwszy; Q3 – kwartył trzeci.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Lokalnych GUS.

wśród przedsiębiorstw zlokalizowanych w województwie dolnośląskim (0,607) i pomorskim (0,569). Najslabiej w tym względzie zostały ocenione województwa warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie (w których średnioroczne syntetyczne mierniki efektywności przedsiębiorstw wynosiły odpowiednio 0,356 i 0,358). W analizowanym okresie wartość współczynnika zmienności, obliczona dla syntetycznych mierników potencjału ludzkiego, oscylowała między 0,262 a 0,336, natomiast dla syntetycznych mierników efektywności przedsiębiorstw jego wartość wahała się między 0,148 a 0,215. Syntetyczne mierniki efektywności przedsiębiorstw w prawie całym okresie (wyjątek stanowi 2011 r.) charakteryzowały się asymetrią lewostronną, co oznacza, że dominowały wartości przekraczające wartość średniej arytmetycznej tych mierników. Podobną sytuację odnotowano w przypadku mierników potencjału ludzkiego dla danych z lat 2011–2013.

Dla kompletności analizy mierników uzyskanych metodą TOPIS, województwa zostały pogrupowane pod względem podobieństwa poziomu kapitału ludzkiego za pomocą tak zwanej metody progowej na cztery klasy: I – o bardzo wysokim mierniku, dla których $m_i \geq \bar{m} + c \cdot s_m$; II – o wysokim mierniku, dla których $\bar{m} \leq m_i < \bar{m} + c \cdot s_m$; III – o niskim mierniku, dla których $\bar{m} - c \cdot s_m \leq m_i < \bar{m}$; IV – o bardzo niskim mierniku, dla których $m_i < \bar{m} - c \cdot s_m$, gdzie s_m to odchylenie standardowe wartości miernika rozwoju, zaś c jest stałą większą bądź równą 1. Średnia arytmetyczna wartość miernika rozwoju wahała się w zależności od analizowanego okresu od 0,449 do 0,490, natomiast odchylenie standardowe od 0,125 do 0,157, zaś stałej c przypisano wartość 1. Na tej podstawie otrzymano podział zaprezentowany w poniższej tabeli.

Tab. 2. Wyniki grupowania województw ze względu na poziom kapitału ludzkiego w oparciu o metodę progową

Grupa	2009	2010	2011	2012	2013
I	MZ, OP	MZ, OP	MZ, OP	MZ	DS, MZ
II	DS, MP, PM, SL, WP	DS, MP, PM, SL, WP	DS, ŁD, MP, PM, ŚL, WP	DS, ŁD, MP, OP, PM, ŚL, WP,	KP, MP, OP, PM, SL, WP, ZP
III	KP, LB, ŁD, PK, PD, ŚK, ZP	KP, LB, LS, ŁD, PK, PD, ZP	KP, LB, PK, PD, ZP	KP, LB, PK, PD, ZP	LB, ŁD, PK, PD,
IV	LS, WM	ŚK, WM	LS, ŚK, WM	LS, ŚK, WM	LS, ŚK, WM

Oznaczenia: jak w tabeli 1.

Źródło: opracowanie własne.

W analizowanym okresie do grupy o najwyższym poziomie kapitału ludzkiego najczęściej kwalifikowane były województwa mazowieckie (pięciokrotnie – w 2009, 2010, 2011, 2012 i 2013 r.) i opolskie (trzykrotnie – w 2009, 2010 i 2011 r.). Pierwsza grupa województw charakteryzuje się znacznie wyższymi wartościami wskaźników cząstkowych w porównaniu do wartości przeciętnej w kraju. Najczęściej dotyczy to kwestii liczby patentów, zgłoszonych wzorów użytkowych oraz zgłoszonych wynalazków krajowych w przeliczeniu na liczbę

bę mieszkańców. Drugie skupisko tworzą województwa, w których cząstkowe wskaźniki poziomu kapitału ludzkiego zazwyczaj przewyższały średnie wartości, jednak w mniejszym stopniu, niż to miało miejsce w przypadku województw należących do pierwszej grupy. Trzecią grupę stanowią województwa, których wskaźniki najczęściej mają wartość zbliżoną do przeciętnej lub niższą. Do najniższej grupy najczęściej kwalifikowane było województwo warmińsko-mazurskie (pięciokrotnie – w 2009, 2010, 2011, 2012 i 2013 r.) oraz lubuskie (czterokrotnie – w 2009, 2011, 2012 i 2013 r.). W województwach tych zaobserwowano szczególnie niskie wskaźniki dotyczące liczby zgłoszonych patentów i wynalazków, a także niski odsetek osób zatrudnionych w dziale B+R.

W celu zbadania zależności między efektywnością przedsiębiorstw i potencjałem ludzkim regionów przeprowadzono analizę korelacyjną. Dla niwelacji negatywnego wpływu ewentualnych wartości odstających na wyniki analizy korelacji zastosowano nieparametryczny współczynnik korelacji rang Spearmana.

Tab. 3. Wartości współczynnika korelacji rang Spearmana między syntetycznymi miernikami efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw i miernikami poziomu potencjału ludzkiego

Wyszczególnienie	2009	2010	2011	2012	2013
Współczynnik korelacji	0,797	0,665	0,653	0,732	0,494

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzona analiza dowiodła, że istnieje dodatni związek korelacyjny pomiędzy rozpatrywanymi kategoriami. W analizowanym okresie można mówić o wysokim stopniu zależności na poziomie istotności $p < 0,05$. Wartość krytyczna rangowej korelacji Spearmana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i dla 16 obserwacji wynosi 0,503. Wyliczone wartości współczynnika korelacji w całym analizowanym okresie oscylowały między 0,494 a 0,797 i w latach 2009–2012 przewyższały wartość krytyczną, co pozwala stwierdzić istotność współczynnika korelacji na poziomie istotności 0,05.

W ocenie efektywności działalności przedsiębiorstw istotne jest nie tylko ustalenie wielkości mierników tej kategorii, ale również określenie, w jakim stopniu zostały one uzyskane w zgodności z wymogami racjonalnego gospodarowania. W określonych warunkach działalność gospodarcza może wykazywać cechy gospodarowania ekstensywnego lub intensywnego. Gospodarowanie ekstensywne polega na osiągnięciu wyższych przychodów i większego zysku w rezultacie większego angażowania kapitału własnego lub kapitału obcego. Natomiast gospodarowanie intensywne polega na osiągnięciu wzrostu przychodów ze sprzedaży i zysku ze sprzedaży na jednostkę zaangażowanych zasobów przez wyzwalanie rezerw wewnętrznych, szczególnie przez efektywny postęp techniczno-organizacyjny (Bednarski i in. 1998). Warto przeanalizować zróżnicowanie przestrzenne charakteru gospodarowania przedsiębiorstw na tle poziomu potencjału ludzkiego, m.in. ze względu na fakt, iż element ten warunkuje wykorzystanie pozostałych czynników stosowanych w procesie gospodarowania. Tego rodzaju syntetyczna ocena sposobu gospodarowania może być przeprowadzona w oparciu o za-

leżności zachodzące między wskaźnikami ekonomicznymi (wzorcowe układy nierówności indeksów dynamiki/tempa zmian wskaźników). W literaturze (por. Bednarski i in. 1998, Świetlik 2005, Janik i in. 2014) występuje dość duża dowolność badaczy w konstruowaniu tego rodzaju modeli następstwa szeregowego, jednak powinna być zachowana pewna racjonalna kolejność uwzględnionych wskaźników (ilościowych lub jakościowych). Przykładowo do oceny efektywności gospodarowania może zostać wykorzystany zestaw wskaźników następującej postaci (Bednarski i in. 1998):

$$iR < iM < iP < iZN^{11}$$

gdzie: i – indeks dynamiki, R – zatrudnienie, M – składniki majątkowe, P – przychód ze sprzedaży, ZN – zysk netto.

Tab. 4. Syntetyczna ocena charakteru gospodarowania

J.p.	Układ nierówności wskaźników ekonomicznych (dane w %) ^a				SGI 2009–2013
	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	
DS	101,20 < 106,8 < 109,1 < 130,3*	100,5 < 111,8 > 108,3 < 164,1	101,0 < 104,6 < 105,2 > 58,1	101,2 < 102,8 > 102,3 < 102,6	1
KP	99,9 < 108,2 < 111,8 > 107,2	99,6 < 108,5 < 111,2 < 119,0*	98,0 < 100,6 < 102,1 > 88,0	99,5 < 103,9 > 101,9 < 138,9	1
LB	108,7 < 132,0 > 111,7 < 120,2	100,3 < 110,8 < 113,5 < 160,6*	98,2 < 103,4 > 102,9 > 82,5	100,1 < 103,9 > 100,0 < 105,0	1
LS	100,8 > 97,0 < 106,9 > 96,4	101,2 < 106,1 < 110,5 > 94,2	95,0 < 97,0 < 103,4 < 122,9*	102,2 < 104,9 < 110,1 < 115,9*	2
ŁD	104,0 < 114,3 > 110,5 < 122,7	100,3 < 113,1 > 112,2 > 99,0	97,5 < 103,6 < 106,2 > 92,5	101,1 < 103,6 > 103,3 < 112,0	0
MP	102,0 < 106,0 < 106,8 > 106,1	102,1 < 115,0 > 113,9 > 101,1	99,4 < 108,3 > 102,6 < 103,7	101,9 < 103,7 > 100,7 < 108,9	0
MZ	99,8 < 106,4 < 106,6 < 115,4*	101,1 < 107,6 < 111,2 > 71,9	98,2 < 102,7 < 104,7 < 130,9*	101,7 < 105,8 > 100,0 < 88,2	2
OP	96,7 > 88,9 < 99,4 > 84,4	98,5 > 97,4 < 111,3 > 110,0	95,2 < 103,8 > 102,8 > 78,2	99,2 < 104,2 > 101,1 > 100,3	0
PK	101,4 < 116,2 < 128,2 > 119,9	99,9 < 118,4 > 111,6 < 111,2	96,0 < 109,0 > 101,4 > 91,4	101,3 < 110,4 > 103,7 < 158,3	0

¹¹ Z powyższego układu nierówności wskaźników ilościowych wynika, że wyposażenie techniczne powinno wyprzedzać przyrost liczby zatrudnionych (co ma wyrażać się wzrostem technicznego uzbrojenia pracy), stwarzając szanse rozszerzenia prowadzonej działalności. Aby wymienione relacje przyczyniały się do poprawy efektywności, zysk powinien rosnać szybciej niż produkcja. Procesom wzrostu rozmiarów zasobów majątkowych i produkcji powinna towarzyszyć poprawa efektywności, przejawiająca się w szybszym przyroście masy zysku. Wyższa dynamika zysku niż produkcji wskazuje na możliwość osiągnięcia wyższych cen sprzedaży lub może być rezultatem racjonalnego wykorzystania ogółu czynników działalności gospodarczej, prowadzącego do obniżenia kosztów własnych. Niespełnienie tej nierówności świadczy o rezerwach efektywnościowych prowadzonej działalności, a w szczególności o przejawach gospodarowania ekstensywnego – Bednarski i in. 1998, Janik i in. 2014.

Tab. 4 – cd.

J.p.	Układ nierówności wskaźników ekonomicznych (dane w %) ^a				SGI 2009–2013
	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013	
PD	98,2 > 92,9 < 96,4 > 85,4	101,8 < 111,5 > 109,6 > 102,4	98,3 < 103,4 > 100,7 > 85,6	99,8 < 106,4 > 105,2 < 126,8	0
PM	98,4 < 110,2 < 110,6 > 104,6	99,1 < 113,6 < 119,6 > 99,5	99,7 < 105,2 < 106,3 < 121,2*	101,4 < 105,1 > 98,5 < 101,2	1
SL	99,4 < 110,1 > 109,8 < 140,3	101,0 < 110,8 < 113,1 < 125,4*	100,2 < 100,3 > 99,3 > 66,9	98,4 < 104,7 > 97,6 < 100,7	1
ŚK	98,9 > 93,9 < 98,2 < 108,0	100,3 < 110,3 < 111,6 > 106,9	95,2 < 104,3 > 99,9 > 73,7	100,1 < 102,8 > 99,7 > 80,6	0
WM	98,7 < 107,6 > 105,7 < 142,9	99,8 < 106,9 < 112,6 > 89,4	103,6 < 112,0 > 103,7 > 90,1	95,0 > 92,7 < 100,2 < 129,5	0
WP	101,1 < 105,7 < 106,9 > 101,0	102,8 < 113,6 < 114,3 > 97,5	100,8 < 104,7 < 105,1 > 93,3	104,1 < 109,9 > 106,6 < 128,1	0
ZP	99,8 < 104,0 < 105,0 < 119,9*	100,3 < 104,3 < 112,1 < 118,6*	98,1 < 105,6 > 103,3 > 95,4	103,3 < 107,2 > 103,0 < 116,1	2

Oznaczenia: jak w tabeli 1; SGI – częstokrotność występowania symptomów gospodarowania intensywnego w latach 2009–2013. Symbolem * oznaczono symptomy gospodarowania intensywnego.

^a Do pogłębionej oceny efektywności gospodarowania może zostać wykorzystany zestaw wskaźników jakościowych (relatywnych) następującej postaci: $iMR < iPM < iPR < iZP < iZM < iZR$, gdzie: i – indeks dynamiki, MR – przeciętne zaangażowanie składników majątku (trwałego i obrotowego) na jednego zatrudnionego, PM – obrotowość majątku, PR – wydajność pracy jednego zatrudnionego, ZP – rentowność sprzedaży, ZM – rentowność majątku, ZR – rentowność pracy jednego zatrudnionego. Obrotowość majątku powinna rosnać szybciej niż wartość składników majątkowych przypadających na jednego zatrudnionego. Właściwe wykorzystanie zaangażowanych zasobów (osobowych i majątkowych) będzie prowadzić do wzrostu wydajności pracy na jednego zatrudnionego. Wzrost wydajności pracy niższy od dynamiki rentowności sprzedaży może świadczyć o korzystnym kształtowaniu się cen sprzedaży i kosztów własnych. Natomiast wyższa dynamika rentowności majątku może mieć źródło (niezależnie od wymienionych czynników) w racjonalizacji zaangażowania majątku trwałego i obrotowego. Z kolei dynamika rentowności pracy wyższa od dynamiki majątku świadczy o wyższym stopniu efektywności finansowej zaangażowania w działalność gospodarczej czynnika ludzkiego – Bednarski i in. 1998.

Dla danych z lat 2009–2013, tylko w przypadku województwa lubuskiego (w latach 2011–2012) zidentyfikowano (w oparciu o wskaźniki jakościowe) symptomy gospodarowania intensywnego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: GUS 2010–2014.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że w latach 2009–2013 w poszczególnych województwach wzorcowy układ dynamiki wskaźników najczęściej nie był w pełni zgodny. W związku z tym funkcjonowanie przedsiębiorstw w poszczególnych regionach nie spełnia wymogów gospodarowania intensywnego. W całym analizowanym okresie najwyżej dwukrotnie zaobserwowano symptomy gospodarowania intensywnego w trzech województwach – lubuskim, mazowieckim i zachodniopomorskim. Nie dostrzeżono zbieżności między częstością występowania symptomów gospodarowania intensywnego (co jest pożądaną z punktu widzenia racjonalnego gospodarowania) a poziomem potencjału ludzkiego w regionach.

W celu pogłębienia analiz dokonano klasyfikacji województw ze względu na podobny poziom potencjału ludzkiego przy zastosowaniu dwóch metod, opartych

na podobieństwie taksonomicznym: szeroko opisywanej w literaturze statystycznej metody Warda (szerzej: Stanisz 2007; Młodak 2006) (jako sposób mierzenia odległości między obiektami wykorzystano tu kwadrat odległości euklidesowej, aby przypisać większą wagę obiektom bardziej oddalonym od innych) oraz metody PAM (*Partitioning Around Medoids*).

Metoda podziałowa PAM jest znacznie rzadziej wykorzystywaną metodą klasyfikacji. Algorytm¹² polega na wyszukaniu k obiektów reprezentatywnych, które są centralnie położone w klastrach (*medoids*). Reprezentantem klastra jest obiekt, dla którego średnia odległość od pozostałych obiektów w klastrze jest najmniejsza. W rzeczywistości algorytm PAM minimalizuje sumę odmienności (odległości od wszystkich obiektów) zamiast średniej odmienności. Wybór k medoidów przeprowadzany jest w dwóch etapach. W pierwszym etapie uzyskuje się „początkową klasteryzację” poprzez kolejny wybór reprezentatywnych obiektów, aż do momentu uzyskania k takich obiektów.

Pierwszym takim obiektem jest ten, dla którego suma odległości od wszystkich innych obiektów osiąga wartość najmniejszą (jest to swojego rodzaju „wielowymiarowa mediana” obiektów N , stąd termin „medoid”). Dla tak wyznaczonego pierwszego reprezentanta i kolejnego, potencjalnego (zakłada się, że każdy obiekt niebędący reprezentantem jest potencjalnym drugim reprezentantem) następuje podział zbioru na dwie grupy, ze względu na odległość obiektu od reprezentanta (obecnego i potencjalnego – tych, które są bliższe reprezentantowi obecnemu i tych, dla których bliższy jest ów potencjalny reprezentant). W każdym następnym kroku wybierany jest kolejny obiekt, który zmniejsza wartość funkcji celu (tj. sumę odległości od pozostałych, niewybranych) w jak największym stopniu (kolejnym reprezentantem może być taki obiekt, dla którego suma odległości od pozostałych jest najmniejsza). Reprezentant jest wybierany w ten sposób po sprawdzeniu wszystkich (potencjalnych) kandydatów. Druga faza polega na próbie poprawy zestawu reprezentatywnych obiektów. Odbywa się to poprzez uwzględnienie wszystkich par obiektów (i, h), dla których obiekt i został wybrany do zbioru reprezentantów, natomiast obiekt h nie należy do zbioru reprezentantów, sprawdzając, czy po zamianie i na h zmniejsza się wartość funkcji celu (jeżeli wartość funkcji celu ulegnie zmniejszeniu, to reprezentant zostaje wymieniony). Końcowa średnia odległość (odmienność) – która postrzegana jest jako miernik „dobroci” ostatecznej klasteryzacji – wyrażona jest wzorem:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^N d_{i,m(i)}}{N}, \text{ gdzie } m(i) \text{ jest reprezentantem (medoidem) najbliższego obiektu } i.$$

W celu ułatwienia interpretacji wyniki grupowania przedstawiono w tabeli w kolejności malejącej według średnich arytmetycznych poszczególnych zmiennych wewnątrz danego skupiska.

Zastosowanie różnych metod klasyfikacji przyczyniło się do uzyskania różnorodnych rezultatów grupowania w poszczególnych latach. Niezgodności te mogą wynikać m.in. z odmiennego sposobu obliczania odległości między obiektami

¹² Skrócony algorytm opisano na podstawie: UNESCO 2008.

Tab. 5. Klasyfikacja województw ze względu na poziom potencjału ludzkiego

Grupa	2009	2010	2011	2012	2013
Metoda PAM					
I	MZ	MZ	MZ	DS	MP, MZ
II	LB, MP, PM, ŚL, WP	ŁD, MP, PM, ŚL, WP	DS, LB, MP, OP, PM, WP	KP, LB, MP, MZ, ŚL, WP,	DS, ŁD, ŚL, ZP
III	DS, KP, LS, ŁD, ZP	DS, KP, LB, LS, OP, WM, ZP	ŁD, ŚL	ŁD, OP, PM, ZP	LB, PM, WP
IV	OP, PK, PD, ŚK, WM	PK, PD, ŚK	KP, LS, PK, PD, ŚK, WM, ZP	LS, PK, PD, ŚK, WM	KP, LS, OP, PK, PD, ŚK, WM
Metoda Warda					
I	MP, MZ	DS, MZ, ŚL	DS, MP, MZ	MP, MZ	MP, MZ
II	DS, ŚL,	OP, PK, PD	ŁD, ŚL, ZP,	DS	DS, ŁD, ŚL, ZP
III	KP, LB, ŁD, PM, WP, ZP	LB, ŁD, MP, PM, WP, ZP	LB, OP, PK, PD, PM, WP	LB, ŁD, OP, PM, ŚL, WP, ZP	KP, LB, OP, PK, PD, PM, ŚK, WP
IV	LS, OP, PD, PK, ŚK, WM	KP, LS, ŚK WM	KP, LS, ŚK, WM	KP, LS, PK, PD, ŚK, WM	LS, WM

Oznaczenia: jak w tabeli 1.

Źródło: opracowanie własne.

czy też między samymi skupieniami. Popularnym narzędziem wykorzystywanym do oceny zgodności uzyskanych podziałów zbioru jest klasyczny indeks Randa. W związku z faktem, iż wykazuje on tendencję do zawyżania wartości w przypadku zwiększonej liczby uzyskanych klas, na potrzeby artykułu wykorzystano skorygowany indeks Randa pozbawiony tej wady (Santos, Embrechts 2009):

$$ARI = \frac{\binom{n}{2}(a+d) - [(a+b)(a+c) + (c+d)(b+d)]}{\binom{n}{2} - [(a+b)(a+c) + (c+d)(b+d)]}, \text{ gdzie:}$$

a – pary obiektów należące do tych samych skupień w grupie U i grupie V ; b – pary obiektów umieszczone w tej samej grupie U , ale różnych w V ; c – pary obiektów umieszczone w tej samej grupie V , ale różnych w U ; d – pary obiektów należące do różnych grup U i V , gdzie porównaniu ulegają podziały $U = (u_1, u_2, \dots, u_r)$ i $V = (v_1, v_2, \dots, v_c)$.

Dla metod opartych o podobieństwo taksonomiczne wartości skorygowanego indeksu Randa w analizowanym okresie były stosunkowo wysokie¹³ i wahały się od 0,675 do 0,792¹⁴. Natomiast dla metody progowej oraz metody PAM i Warda

¹³ Miara ta przyjmuje wartości z przedziału [0, 1]. Wartość 1 oznacza, że uzyskane wyniki grupowania są całkowicie zbieżne, natomiast wartość 0 oznacza zupełnie odmienne wyniki grupowania.

¹⁴ Wartości indeksu Randa dla metody Warda i PAM w 2009 r. – 0,750; w 2010 r. – 0,675; w 2011 r. – 0,717; w 2012 r. – 0,767; w 2013 r. – 0,792.

uzyskano nieco niższe wartości skorygowanego indeksu Randa, które oscylowały między 0,600 a 0,716¹⁵.

Analizując rozmieszczenie przestrzenne skupisk województw utworzonych według poziomu potencjału ludzkiego w regionie (bez względu na zastosowaną metodę klasyfikacji) można stwierdzić, iż nie tworzą one zwartych przestrzennie obszarów. Ponadto nie zarysowuje się wyraźny podział kraju na część wschodnią i zachodnią, co utwierdza w przekonaniu, że potencjał ludzki województw w słabym stopniu determinowany jest czynnikami historycznymi.

Po dokonaniu klasyfikacji różnymi metodami, dokonano weryfikacji ich poprawności (por. Młodak 2006). W tym celu wyznaczono mierniki homo- i heterogeniczności uzyskanych skupień. Mierniki homogeniczności określają poziom wewnętrznej jednorodności skupień (im mniejsza ich wartość, tym lepiej). Natomiast mierniki heterogeniczności określają poziom odrębności grup obiektów (wyższe wartości świadczą o większym dystansie między skupiskami).

Do oceny homogeniczności skupień wykorzystano miernik odzwierciedlający średnią arytmetyczną odległość obiektów w grupie, opisany za pomocą wzoru:

$$hm = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k \bar{d}_l; \quad \bar{d}_l = \frac{1}{(n_l^2 - n_l)} \sum_{i=1}^{n_l} \sum_{j=1}^{n_l} d_{i,j}, \text{ gdzie:}$$

n_l – liczebność l -tej grupy; k – liczba grup.

W celu dokonania oceny heterogeniczności skupień obliczono miernik odzwierciedlający średnią arytmetyczną między grupami, wyrażony wzorem:

$$hr = \frac{1}{k} \sum_{l=1}^k d_{\min}^{(l,l)}, \quad d_{\min}^{(l,l)} = \min_p (\min_{i \notin \{p\}} d_{p,i}), \text{ gdzie:}$$

$\{p\}$ – zbiór obiektów l -tej grupy; p – obiekt należący do zbioru $\{p\}$; i – zbiór obiektów nienależących do grupy l .

Miara poprawności skupień jest ilorazem miary homogeniczności i heterogeniczności.

W całym analizowanym okresie najslabsza wydaje się metoda grupowania wykorzystująca syntetyczny miernik skonstruowany w oparciu o metodę TOPSIS, natomiast za najefektywniejszą można uznać metodę PAM.

W kontekście analizy zróżnicowania przestrzennego poziomu kapitału ludzkiego warto przeanalizować zjawisko autokorelacji przestrzennej. Analiza zależności przestrzennych umożliwi określenie siły powiązań pomiędzy jednostkami przestrzennymi w zakresie poziomu kapitału ludzkiego, a także pozwala wyodrębnić skupiska województw podobnych do siebie ze względu na poziom analizowanego zjawiska. Jest to o tyle istotne w kontekście wcześniej zidentyfikowanych dysproporcji regionalnych w zakresie poziomu kapitału ludzkiego, że przedsiębiorstwa często prowadzą działalność o charakterze transregionalnym, a kadra pracownicza cechuje się mobilnością. Z tego powodu szczególnego znaczenia nabierają swo-

¹⁵ Wartości indeksu Randa:

a) Dla metody progowej i PAM w 2009 r. – 0,675; w 2010 r. – 0,658; w 2011 r. – 0,716; w 2012 r. – 0,647; w 2013 r. – 0,600.

b) Dla metody progowej i Warda w 2009 r. – 0,658; w 2010 r. – 0,667; w 2011 r. – 0,683; w 2012 r. – 0,692; w 2013 r. – 0,625.

Tab. 6. Sumaryczne mierniki homogeniczności, heterogeniczności oraz poprawności skupień

	Sumaryczne mierniki								
	Homogeniczności			Heterogeniczności			Poprawności		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2009	2,704	13,405	4,492	2,947	9,017	2,368	0,918	1,487	1,897
2010	2,636	12,861	4,363	2,867	8,400	2,396	0,919	1,531	1,821
2011	2,616	12,892	4,147	3,368	9,091	2,558	0,777	1,418	1,625
2012	2,712	9,682	2,695	2,889	10,199	2,595	0,939	0,949	1,038
2013	3,279	11,380	3,886	2,858	8,630	2,098	1,147	1,319	1,853

Oznaczenia: I – metoda PAM; II – metoda Warda, III – metoda progowa.

Źródło: opracowanie własne.

jego rodzaju „klastry kapitału ludzkiego”, czyli skupiska sąsiadujących ze sobą regionów, charakteryzujących się wysokim poziomem kapitału ludzkiego.

Wśród mierników wykorzystywanych do analizy autokorelacji przestrzennej można wyróżnić dwa typy miar – globalne i lokalne. Miary globalne są jednolicebowym wskaźnikiem autokorelacji przestrzennej lub ogólnego podobieństwa obszarów. Natomiast statystyki lokalne, które wyznaczane są dla każdego obszaru, pozwalają odpowiedzieć na pytanie, czy dany region otoczony jest regionami o wysokich, czy o niskich wartościach, albo też czy jest podobny/różny względem sąsiadujących regionów (Kopcewska 2007).

Podstawową czynnością w tego typu analizach jest określenie struktur sąsiedztwa za pomocą tzw. wag przestrzennych. Jako kryterium bliskości przyjęto wspólną granicę województw. W tym sposobie modelowania sąsiedztwa punktem wyjścia jest macierz składająca się z wartości binarnych. Wartość 1 oznacza, że dane obszary mają wspólną granicę, zaś 0 – że jej nie mają. Macierz ta jest symetryczna i kwadratowa. Dla tak zdefiniowanej macierzy zerowej jedynkowej przeprowadza się standaryzację wierszami do jedynki (por. LeSage, Pace 2009).

Do obliczenia siły i charakteru korelacji w całym analizowanym obszarze wykorzystano statystykę globalną¹⁶ Morana I (Suchecky 2010):

$$I = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

gdzie: x_i – zaobserwowana wartość w n różnych regionach ($i = 1, 2, \dots, n$), \bar{x} – średnia we wszystkich obszarach, w_{ij} – elementy macierzy wag przestrzennych.

¹⁶ Statystyka Morana I wskazuje, czy istnieje przestrzenny efekt aglomeracji. Dodatkowo istotne statystycznie wartości statystyki I oznaczają istnienie dodatniej autokorelacji przestrzennej (czyli podobieństwo badanych obiektów w określonej odległości d), natomiast ujemne wartości statystyki I oznaczają ujemną autokorelację (zróźnicowanie badanych obiektów). Dodatnia autokorelacja oznacza występowanie podobnych klastrów, natomiast ujemne wartości interpretuje się jako wyspy zdecydowanie innych wartości (wysokich lub niskich) (por. Kopcewska 2007).

W celu znalezienia udziału globalnej autokorelacji dla każdej z lokalizacji analizowanego obszaru (tj. województwa), wykorzystano lokalną statystykę Morana I_i , która w przypadku niestandardyzowanych wartości zmiennej i standaryzowanej wierszami macierzy wag ma postać (Suchecki 2010):

$$I_{i(w)} = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij}^* (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

gdzie elementy w_{ij} pochodzą z przestrzennej macierzy wag pierwszego rzędu standaryzowanej wierszami.

Tab. 7. Wartości globalnych statystyk Morana I w latach 2009–2013

Wyszczególnienie	2009	2010	2011	2012	2013
Syntetyczny miernik potencjału ludzkiego	-0,143	-0,140	-0,159	-0,220	-0,234

Testy istotności zostały oparte na analizie histogramów permutacji testu randomizacyjnego, a weryfikacja hipotez nastąpiła na podstawie wartości pseudopoziomu istotności.

Źródło: opracowanie własne.

Wartości statystyki globalnej Morana I obliczone dla syntetycznego miernika potencjału ludzkiego w regionie w całym analizowanym okresie były ujemne (i statystycznie nieistotne). Ujemne wartości obliczonych statystyk interpretuje

Tab. 8. Wartości lokalnych statystyk Morana I_i dla województw w latach 2009–2013.

J.p.	2009	2010	2011	2012	2013
DS	0,184	0,188	0,142	-0,155	-0,320
KP	-0,037	-0,130	-0,094	-0,025	0,022
LB	-0,015	-0,011	0,078	0,006	0,042
LS	-0,191	-0,159	-0,461	-0,719	-0,900
ŁD	-0,241*	-0,008	0,041	0,022	-0,058
MP	-0,163	-0,223	-0,326	-0,377	-0,332
MZ	-1,487*	-1,605*	-1,366*	-1,190*	-1,187
OP	0,382	0,548	0,657	0,417	0,373
PK	0,221	0,288	0,296	0,109	0,117
PL	-0,156	-0,052	0,014	-0,077	-0,027
PM	-0,088	-0,101	-0,265	-0,220	-0,146
SL	0,093	0,095	0,067	0,070	0,044
ŚK	-0,187	-0,441	-0,618	-0,490	-0,453
WM	-0,568	-0,579	-0,625	-0,712	-0,664
WP	0,024	0,028	0,072	0,034	0,019
ZP	0,080	0,061	0,003	0,002	-0,033

Oznaczenia: jak w tabeli 1; * wartości istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

się jako tak zwane *hot spots*, czyli wyspy zdecydowanie innych wartości (niskich lub wysokich; Kopczevska 2007). Brak statystycznej istotności oznacza, że wartość analizowanej zmiennej rozmieszczona jest w sposób losowy między poszczególnymi lokalizacjami.

W analizie wartości lokalnych statystyk Morana I_i , obliczonych dla syntetycznego miernika potencjału ludzkiego w regionie, tylko w województwie łódzkim (dla danych z 2009 r.) i mazowieckim (dla danych z lat 2009–2012) statystyka ta przyjmuje wartości ujemne i istotne statystycznie. Można więc wnioskować, że województwa te sąsiadują z regionami o znacznie różniących się między sobą wartościach syntetycznego miernika poziomu potencjału ludzkiego. W przypadku pozostałych województw lokalna statystyka Morana I_i dla analizowanej zmiennej przyjmowała najczęściej wartości ujemne, jednak nie były one statystycznie istotne, co nie pozwala przypisać otrzymanym wynikom szczególnej wagi.

Podsumowanie

Wśród wielu czynników determinujących efektywność ekonomiczną przedsiębiorstw, szczególną rolę odgrywa kapitał ludzki zlokalizowany w organizacji, co związane jest z tym, iż w istotnym stopniu warunkuje on efektywne wykorzystanie pozostałych czynników w działalności przedsiębiorstw i coraz częściej decyduje o uzyskaniu (i utrzymaniu) przewagi konkurencyjnej. Z drugiej strony istniejące w wielu regionach luki ilościowe i/lub jakościowe w zakresie potencjału ludzkiego mogą przyczyniać się do stagnacji i ograniczać możliwość racjonalnego wykorzystania pozostałych determinant rozwojowych.

Przeprowadzone badania pozwoliły zaobserwować znaczne dysproporcje między poszczególnymi województwami w zakresie poziomu efektywności przedsiębiorstw i potencjału ludzkiego. W oparciu o metodę Warda i metodę PAM wyodrębniono cztery grupy województw charakteryzujące się podobnym poziomem potencjału ludzkiego. Z przeprowadzonych badań wynika, że pomiędzy syntetycznymi miernikami potencjału ludzkiego w regionie i miernikami efektywności przedsiębiorstw w poszczególnych województwach, występuje wysoka zależność korelacyjna. W pewnym stopniu¹⁷ potwierdza to, że poszczególne komponenty potencjału ludzkiego warunkują sprawne i prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstw. W celu określenia siły powiązań pomiędzy województwami w zakresie poziomu potencjału ludzkiego przeprowadzono analizę autokorelacji przestrzennej. Zidentyfikowane wartości globalnej statystyki Morana I były w całym analizowanym okresie ujemne, ale jednocześnie statystycznie nieistotne.

¹⁷ Obliczone zależności korelacyjne pozwoliły stwierdzić istnienie pozytywnej zależności między poziomem potencjału ludzkiego a poziomem efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw, jednak nie pozwoliły ustalić związków przyczynowych między analizowanymi zjawiskami. Przeprowadzenie testów przyczynowości umożliwiłoby nie tylko potwierdzenie faktu istnienia zależności między zmiennymi i określenia jej charakteru, ale, co istotne, pozwoliłoby określić kierunek tej zależności. Ze względu na zbyt krótkie analizowane szeregi czasowe zrezygnowano z tego typu analiz.

W badaniach pominięto kwestię skuteczności zarządzania zasobami ludzkimi w organizacji oraz mobilności potencjalnej kadry. W dalszych badaniach warto byłoby uwzględnić ten aspekt. W analizie warto również wykorzystać podział na środowisko miejskie i wiejskie, co umożliwiłoby pełniejszą analizę rozpatrywanego zagadnienia. Istotnym jednak problemem jest brak danych statystycznych uwzględniających taki podział.

Literatura

- Adamczyk J., 1995, *Efektywność przedsiębiorstw sprywatyzowanych*, Kraków: Akademia Ekonomiczna.
- Balicki A., 2009, *Statystyczna analiza wielowymiarowa i jej zastosowanie społeczno-ekonomiczne*, Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Bank Danych Lokalnych GUS, <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>.
- Becker G.S., 1975, *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, New York: NBER.
- Bednarski L., Borowiecki R., Duraj J., Kurtys E., Waśniewski T., Wersty B., 1998, *Analiza ekonomiczna przedsiębiorstwa*, Wrocław: Wydawnictwo AE im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Bielski M., 1996, *Organizacje. Istota, struktury, procesy*, Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Bławat F., 1999, *Analiza ekonomiczna*, Gdańsk: Politechnika Gdańska.
- Bochniarz P. (red.), 2008, *Raport o Kapitale Intelktualnym Polski*, Warszawa: KPRM.
- Dobija D., 2003, *Pomiar i sprawozdawczość kapitału intelektualnego*, Warszawa: Wydawnictwo WSPiZ im. Leona Koźmińskiego.
- Domański S.R., 1993, *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Ederer P., 2006, *Innovation at Work: The European Human Capital Index*, Brussels: The Lisbon Council.
- European Commission, 2015, *Innovation Union Scoreboard 2015*, Belgium.
- Flamholtz E.G., 1985, *Human Resource Accounting*, San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Fitz-enz J., 2001, *Rentowność inwestycji w kapitał ludzki*, Kraków: OE, Dom Wydawniczy ABC.
- Grodzicki J., 2003, *Rola kapitału ludzkiego w rozwoju gospodarki globalnej*, Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Grzebyk M., 2013, *Kapitał ludzki i komunikacja w organizacji*, Tarnobrzeg: PWSZ w Tarnobrzegu.
- GUS, 2010–2014, *Bilansowe wyniki finansowe podmiotów gospodarczych*, Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.
- Janik W., Paździor A., Paździor M., 2014, *Analiza i diagnozowanie sytuacji finansowej przedsiębiorstwa*, Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej.
- Jashapara A., 2006, *Zarządzanie wiedzą*, tłum. J. Sawicki, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Jorgenson D., M. Fraumeni B., 1989, *The accumulation of human and nonhuman capital, 1948–84*, w: R.E. Lipsey, H.S. Tice (red.), *The Measurement of Saving, Investment, and Wealth*, Chicago: University of Chicago Press.

- Kopczewska K., 2007, *Ekonometria i statystyka przestrzenna z wykorzystaniem programu R-Cran*, Warszawa: CeDeWu.
- LeSage J.P., Pace R.K., 2009, *Introduction to Spatial Econometrics*, Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Luthy D.H., 1998, *Intellectual Capital and Its Measurement*, Logan, Utah: College of Business.
- Marciniak S. (red.), 2005, *Makro- i mikroekonomia. Podstawowe problemy*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Młodak A., 2006, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Warszawa: Difin.
- Panek T., 2009, *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, Warszawa: Szkoła Główna Handlowa.
- Perechuda K. (red.), 2005, *Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Piasecki B., Rogut A., Stawasz E., Johnson S., Smallbone D., 2001, *Warunki prowadzenia działalności gospodarczej przez MSP w Polsce i w krajach Unii Europejskiej*. Warszawa: PARP.
- Podogrodzka M., 2011, „Analiza zjawisk społeczno-ekonomicznych z zastosowaniem metod taksonomicznych”, *Wiadomości Statystyczne*, nr 11, s. 26–41.
- PricewaterhouseCoopers, 2015, *Podsumowanie wyników Badania Saratoga w edycji 2015*, <https://www.pwc.pl/pl/zarządzanie-kapitałem-ludzkim/assets/pwc-saratoga-hc-benchmarking-2015.pdf> (dostęp: 24.05.2016).
- Santos J.M., Embrechts M., 2009, „On the use of the adjusted Rand Index as a metric for evaluating supervised classification”, w: *Artificial Neural Networks – ICANN 2009*, seria Lecture Notes in Computer Science, t. 5769, s. 175–184.
- Sieng L.W., Yussof I., 2015, „Comparative study of Malaysia human capital with selected ASEAN and developed countries: A fuzzy TOPSIS method”, *Geografia. Malaysian Journal of Society and Space*, t. 11, nr 6, s. 11–22.
- Skowronek-Mielczarek A., Leszczyński Z., 2008, *Analiza działalności i rozwoju przedsiębiorstwa*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Stanisz A., 2007, *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny*, t. 3, Kraków: StatSoft.
- Strahl D., 2006, *Metody oceny rozwoju regionalnego*, Wrocław: Wydawnictwo AE im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Stewart G.B., 1991, *The Quest for Value*, New York: Harper and Collins.
- Stewart T.A., 1997, *Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations*, New York: Currency and Doubleday.
- Suchecky B. (red.), 2010, *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- Szczepańska K., 2009, *Koszty jakości dla inżynierów*, Warszawa: Placet.
- Szymańska E., 2010, „Efektywność przedsiębiorstw – definiowanie i pomiar”, *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G*, t. 97, z. 2, s. 152–164.
- Świetlik W., 2005, *Analiza działalności gospodarczej przedsiębiorstw*, Warszawa: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej.
- Tavakoli M.M., Shirouyehzad H., 2013, „Application of PCA/DEA method to evaluate the performance of human capital management: A case study”, *Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science*, t. 2013, s. 1–20.
- UNESCO, 2008, *IDAMS. Internationally Developed Data Analysis and Management Software Package*, Paris: UNESCO.

-
- Woźniak M.G., 2008, *Wzrost gospodarczy. Podstawy teoretyczne*, Kraków: Wydawnictwo UE w Krakowie.
- Wysocki F., 2010, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Poznań: Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.
- Zeliaś A. (red.), 2004, *Poziom życia w Polsce i krajach Unii Europejskiej*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.