

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Informatyki i Gospodarki Elektronicznej
Katedra Ekonometrii

Monika Osińska

Pomiar i ocena efektywności wykorzystania
kapitału intelektualnego województw w Polsce

ROZPRAWA DOKTORSKA

Promotor:
dr hab. Dorota Appenzeller, prof. nadzw. UEP

Poznań 2014

Spis treści

Wstęp	4
Rozdział 1.	
Kapitał intelektualny jako nieobserwowalne zjawisko złożone	12
1.1. Kapitał intelektualny przedsiębiorstwa.....	12
1.1.1. <i>Wybrane definicje kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa</i>	12
1.1.2. <i>Wybrane modele pomiaru kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa</i>	14
1.2. Kapitał intelektualny regionu.....	21
1.2.1. <i>Wybrane definicje kapitału intelektualnego regionu</i>	21
1.2.2. <i>Wybrane podejścia do struktury kapitału intelektualnego regionu</i>	25
1.2.3. <i>Pomiar kapitału intelektualnego regionu</i>	29
1.2.4. <i>Wybrane kierunki badań nad kapitałem intelektualnym regionu</i>	33
Rozdział 2.	
Kapitał intelektualny a konkurencyjność regionu	39
2.1. Wybrane definicje konkurencyjności regionu.....	39
2.2. Struktura i pomiar konkurencyjności regionu.....	42
2.3. Kapitał intelektualny a konkurencyjność czynnikowa i wynikowa regionu.....	49
Rozdział 3.	
Model pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu	52
3.1. Kapitał intelektualny regionu i jego struktura.....	52
3.2. Etapy tworzenia modelu.....	57
Rozdział 4.	
Wybrane metody analizy kapitału intelektualnego regionu	62
4.1. SEM jako narzędzie opisu relacji pomiędzy zmiennymi nieobserwowalnymi....	63
4.1.1. <i>Szacowanie parametrów SEM</i>	69
4.1.2. <i>Ocena jakości modelu SEM</i>	74

4.2.	<i>DEA</i> jako narzędzie oceny efektywności wykorzystania nakładów.....	83
4.2.1.	<i>Idea metody DEA</i>	85
4.2.2.	<i>Ukierunkowany na nakłady model (nad-) efektywności SBM</i>	89
4.2.3.	<i>Badanie źródeł nieefektywności</i>	93
4.3.	Miernik syntetyczny jako narzędzie opisu zjawisk wielowymiarowych.....	94
 Rozdział 5.		
	Wpływ kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw	98
5.1.	Pomiar kapitału intelektualnego i pozycji konkurencyjnej województw – dobór wskaźników.....	98
5.2.	Relacje pomiędzy elementami kapitału intelektualnego i pozycją konkurencyjną województw – wyniki <i>SEM</i>	107
 Rozdział 6.		
	Efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego a pozycja konkurencyjna województw	124
6.1.	Efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw – wyniki <i>DEA</i>	124
6.2.	Źródła nieefektywnego wykorzystania kapitału intelektualnego – dekompozycja współczynnika efektywności.....	135
6.3.	Pomiar kapitału intelektualnego a efektywność jego wykorzystania.....	152
6.4.	Wpływ efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw.....	158
	Zakończenie	167
	Wykaz tabel	171
	Wykaz rysunków	173
	Wykaz wykresów	173
	Bibliografia	174

Wstęp

Kapitał intelektualny regionu najczęściej jest utożsamiany z infrastrukturą tego regionu, wiedzą jego mieszkańców, ich kompetencjami, postawami, umiejętnościami, stanem zdrowia, otwartością na innowacje, relacjami z mieszkańcami innych regionów czy wizerunkiem regionu. Choć nie został on dotychczas jednoznacznie zdefiniowany, to jest obecnie uważany za jeden z najważniejszych czynników konkurencyjności regionu. Ustalenie sposobu jego pomiaru stanowi jedno z najważniejszych zadań badawczych. Węziak-Białowolska [2010] zwraca uwagę na fakt, że „rząd każdego kraju powinien znać słabe i mocne strony dotyczące kapitału intelektualnego tak, aby móc odpowiednio kształtować swoją politykę regulacyjną, a w konsekwencji zapewnić sobie realizację wyznaczonych celów związanych z rozwojem i poprawą dobrobytu społecznego w ramach odpowiednich polityk regionalnych” [Węziak-Białowolska 2010, s. 11].

Motywacją do podjęcia badań nad kapitałem intelektualnym regionu był zatem z jednej strony brak w literaturze jednego szeroko zaakceptowanego podejścia do jego analizy oraz z drugiej – rosnące w ostatnim czasie zainteresowanie nim w kontekście konkurencyjności regionu.

W literaturze dotyczącej konkurencyjności regionu wyróżnia się dwa główne jej typy: konkurencyjność czynnikową oraz wynikową. Pierwsza z nich – konkurencyjność czynnikowa utożsamiana jest z kapitałem intelektualnym i określana w literaturze również jako zdolność konkurencyjna regionu. Konkurencyjność wynikowa nazywana też pozycją konkurencyjną regionu zestawiana jest z jego szeroko rozumianą sytuacją gospodarczą [Nowicki 2008; Golejewska i Gajda 2012].

Kapitał intelektualny jest stosunkowo nowym i przez to słabo zbadanym zjawiskiem. Jeszcze do niedawna rozważano go jedynie na poziomie przedsiębiorstwa i utożsamiano z wiedzą. Z czasem jednak zauważono, że to „coś więcej” i rozszerzono zakres tego pojęcia również o inne aktywa niematerialne dające organizacji przewagę konkurencyjną, takie jak: patenty, pomysły, komputery, systemy administracyjne, kultura organizacyjna, relacje z klientami, dostawcami, marka, znaki handlowe, reputacja, czy wizerunek przedsiębiorstwa [Stewart 1997; Edvinsson i Malone 2001; Andriessen i Stam 2004; Sveiby 1997].

Na początku lat 90-tych XX wieku kapitał intelektualny zaczęto analizować również na poziomie kraju. Jak zauważa Markowska [2007], gospodarka wkroczyła wów-

czas w epokę, w której umiejętność kreowania wiedzy, pozyskiwania i przetwarzania informacji decyduje o jej sukcesie rozwojowym. Dokonujący się postęp technologiczny znoszący bariery transportowe, komunikacyjne czy informacyjne spowodował, że zaczęły rywalizować ze sobą nie tylko przedsiębiorstwa, ale również kraje, prześcigając się w ofercie coraz lepszych warunków do konkurowania. Schneider [2007] jest nawet zdania, że XXI wiek jest okresem silnej rywalizacji krajów oraz współpracy przedsiębiorstw, podczas gdy w XX wieku rywalizowały ze sobą przedsiębiorstwa, a kraje współpracowały.

Niemal równocześnie z rozwojem intensywnych badań nad kapitałem intelektualnym kraju zaobserwowano pogłębiające się różnice gospodarcze w obrębie także mniejszych jednostek terytorialnych. „Różnorodne uwarunkowania, w tym również umiejętność przystosowania się do nowych warunków gospodarki rynkowej spowodowały bowiem wykształcenie się regionów silnych i słabych” [Wyszkowska 2005, s. 1]. Czyż [2009] twierdzi, że „w teorii rozwoju regionalnego utwierdza się pogląd, że tradycyjne czynniki rozwoju – ziemia i zasoby kopalne, praca i kapitał ustępują miejsca wiedzy”, a więc kapitałowi intelektualnemu [Czyż 2009, s. 2]. Wkrótce przyczyniło się to do rozwoju nowych kierunków badań nad kapitałem intelektualnym.

Pierwsze analizy kapitału intelektualnego regionu pojawiły się dopiero na początku XXI wieku i dotyczyły krajów. W literaturze mówi się nadal o tzw. „zarodkowym stadium teorii kapitału intelektualnego” [Stahle 2008; Schiuma, Lerro i Carlucci 2008; Bontis 2004]. Dotychczas nie sformułowano bowiem takiej definicji kapitału intelektualnego regionu, która byłaby powszechnie akceptowana i wyznaczała w sposób jednoznaczny jego zakres. Mianem kapitału intelektualnego regionu w ogólności określa się wszystkie jego aktywa niematerialne (aktywa wiedzy, ukryte wartości), które mogą wpływać na osiągnięcie określonego rezultatu. Ustaleń jednoznacznych nie ma również w odniesieniu do wspomnianego „rezultatu”. Pod tym pojęciem kryje się bowiem, w zależności od podejścia, bogactwo regionu [Bontis 2004], jego obecny i przyszły dobrostan [Bochniarz 2008], wzrost gospodarczy, rozwój ludzi, jakość życia [Malhotra 2003], wzrost globalnej gospodarki [The World Bank 2008], podniesienie konkurencyjności [Schneider 2007], przewaga konkurencyjna [Pasher i Shachar 2007], kreowanie wartości [Edvinsson i Lin 2008; Schiuma, Lerro i Carlucci 2008], czy przyszły dobrobyt społeczny oraz wzrost gospodarczy [Węziak-Białowolska 2010].

Duża ogólnikowość definicji oraz wysoka złożoność pojęcia kapitału intelektualnego regionu sprawiają, że często uzupełniane są one o tzw. strukturę kapitału intelektualnego. Pozwala ona precyzyjniej określić zakres tego pojęcia. Ustalanie struktury kapitału intelektualnego sprowadza się do podziału aktywów wchodzących w jego skład na mniej złożone od samego kapitału intelektualnego regionu komponenty. Liczba wyróżnionych komponentów jest różna i w zależności od podejścia waha się od kilku do nawet kilkunastu.

Zdaniem niektórych autorów, prezentowanie kolejnych podejść do definiowania i ustalania struktury kapitału intelektualnego regionu pozwala rozszerzyć obecny stan wiedzy o charakterze kapitału intelektualnego i tym samym z czasem przyczynić się do ujednoczenia stanowisk w tym zakresie [Pomeda i in. 2002; Malhotra 2003; Lin i Lin 2008; Lopez, Nevado i Alfaro 2010]. Stahle [2008], Schiuma, Lerro i Carlucci [2008] oraz Bontis [2004] uważają, że dla lepszego zrozumienia istoty kapitału intelektualnego regionu oraz ukształtowania jednej powszechnie akceptowanej teorii niezbędne jest ciągle prowadzenie badań. W literaturze często podkreślana jest też potrzeba rozwijania i doskonalenia dostępnych modeli pomiaru i zarządzania kapitałem intelektualnym regionu. Malhotra [2000] twierdzi, że planowanie, opracowywanie oraz implementowanie systemów zarządzania wiedzą oraz informacjami jest nawet bardziej istotnym zagadnieniem od transformacji gospodarek. Bontis [2004] postrzega stworzenie systemu służącego do opisu, mierzenia oraz śledzenia rozwoju kapitału intelektualnego krajów jako podstawowe zadanie rządzących.

Kwestią otwartą pozostaje jednak kierunek przyszłej unifikacji tych podejść. Badania nad kapitałem intelektualnym regionu najczęściej przebiegają w podobny sposób. Najpierw dobiera się wskaźniki opisujące wyodrębnione w jego strukturze komponenty, a następnie wskaźniki te agreguje do jednej bądź kilku miar syntetycznych. Liczba oszacowanych mierników zależy od tego, na jakim poziomie struktury dokonywany jest pomiar. Oszacować można bowiem zarówno poziom całego kapitału intelektualnego regionu, jak i jego komponentów. Oszacowany poziom kapitału intelektualnego pozwala na przeprowadzenie analizy zależności, w jakiej pozostaje on z jednym z wymienionych wcześniej „rezultatów” (np. z bogactwem regionu, wzrostem gospodarczym, konkurencyjnością, kreowaniem wartości).

W takim sposobie analizy kapitału intelektualnego wymienia się szereg dyskusyjnych, choć powszechnie stosowanych rozwiązań. Chodzi tu między innymi o:

- intuicyjny, niepoparty analizą ilościową dobór wskaźników opisujących kapitał intelektualny regionu,
- traktowanie przy pomiarze kapitału intelektualnego regionu wszystkich jego wskaźników jako jednakowo ważnych,
- nieuwzględnianie przy pomiarze kapitału intelektualnego relacji zachodzących pomiędzy jego komponentami oraz efektywności ich wykorzystania.

Optymalnym, z punktu widzenia ustalenia jednego, powszechnie akceptowanego podejścia do badania natury kapitału intelektualnego, wydaje się zatem – zgodnie z sugestią wielu autorów – opracowywanie kolejnych modeli pomiaru [Pomeda i in. 2002; Malhotra 2003; Lin i Lin 2008; Lopez, Nevado i Alfaro 2010]. Należy jednak zaznaczyć, że modele te powinny pozbawione wyżej wymienionych wad.

Głównym celem rozprawy jest zaproponowanie modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu¹. Z jednej strony model ten ma umożliwiać analizę porównawczą poziomu kapitału intelektualnego regionów w ujęciu przestrzennym lub/i czasowym, z drugiej – wspierać procesy wykorzystania kapitału intelektualnego w tych regionach celem poprawy ich pozycji konkurencyjnej.

Proponuje się tutaj, aby najpierw – po sformułowaniu definicji i ustaleniu struktury kapitału intelektualnego regionu – zidentyfikować te jego komponenty, które wchodzą we wzajemne relacje przyczynowo-skutkowe, wpływają istotnie na pozycję konkurencyjną regionu. Wskaźniki opisujące poszczególne komponenty kapitału intelektualnego początkowo dobierane są intuicyjnie, ale na etapie identyfikacji czynników konkurencyjności oraz badania relacji przyczynowo-skutkowych pomiędzy nimi ich istotność poddawana jest weryfikacji. W tym celu proponuje się wykorzystanie modelowania równań strukturalnych *SEM*.

¹ W rozprawie przez model pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu rozumie się sposób postrzegania kapitału intelektualnego regionu, na który składa się jego definicja, struktura, relacje z pozycją konkurencyjną, zależności pomiędzy jego komponentami oraz sposób pomiaru kapitału intelektualnego i efektywności jego wykorzystania. Region z kolei oznacza zarówno kraj, jak i każdą mniejszą od niego jednostkę podziału administracyjnego, czyli województwo, powiat, gminę, miasto itp.

Proponowany model umożliwia również dokonanie oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu. Pozwala to na zbadanie relacji, w jakiej ona pozostaje z pozycją konkurencyjną regionu. Znaczenie tej efektywności bowiem z punktu widzenia zakładanego „rezultatu” (np. wzrostu gospodarczego regionu, dobrobytu społecznego, kreowania wartości, konkurencyjności), choć często podkreślane w literaturze, nie jest weryfikowane. Branko [Deloitte 2003] twierdzi, że wyzwania XXI wieku wymagają efektywnego zarządzania wiedzą oraz jej pochodnymi, czyli kapitałem intelektualnym, ponieważ uchodzi on za kluczowy czynnik w procesie tworzenia wartości. Pulic [Deloitte 2003] uważa nawet, że efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego lepiej oddaje sytuację gospodarczą regionów niż PKB na mieszkańca. Wosiek [2010] podkreśla, że podstawą konkurencyjności jest nie tylko dostęp do zasobów (czynników konkurencyjności), ale również efektywność ich wykorzystania, która w ostatecznym rozrachunku decyduje o poziomie życia mieszkańców. Krawczyk-Sokołowska [2009] zauważa, że „w warunkach gospodarki opartej na wiedzy koniecznością do osiągnięcia przewag konkurencyjnych staje się posiadanie wystarczających zasobów intelektualnych i umiejętność ich wykorzystania” [Krawczyk-Sokołowska 2009, s. 99]. W pracy zaproponowano, aby w celu oszacowania efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu zastosować model *SBM* należący do rodziny *DEA*.

Ponadto zaproponowany w pracy syntetyczny pomiar kapitału intelektualnego regionu uwzględniający efektywność jego wykorzystania daje możliwość odpowiedzi na pytanie czy oszacowanie poziomu kapitału intelektualnego regionu dostarcza informacji również o jego pozycji konkurencyjnej. Jeśli tak, to otwartą pozostaje kwestia tego, jak precyzyjna jest to informacja oraz czy uwzględnienie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego przy jego pomiarze zwiększa tę precyzję. W celu oszacowania poziomu kapitału intelektualnego wykorzystuje się jedynie istotne z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej wskaźniki, przy czym nadaje się im różne wagi w zależności od tego, jak silnie opisywane przez nie komponenty wpływają na pozycję konkurencyjną regionu.

W rozprawie zweryfikowano hipotezę główną rozprawy, która brzmi:

H₀. Kapitał intelektualny oraz efektywność jego wykorzystania istotnie wpływają na pozycję konkurencyjną województw w Polsce.

Obok hipotezy głównej poddano weryfikacji dwie hipotezy pomocnicze:

H₁. SEM jest użytecznym narzędziem identyfikacji relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego oraz oceny siły ich wpływu na pozycję konkurencyjną regionu.

H₂. Metody z rodziny DEA pozwalają na ocenę efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu.

Rozprawa doktorska została podzielona na sześć rozdziałów. Pierwsze cztery stanowią część teoretyczną, natomiast ostatnie dwa – część empiryczną rozprawy. Na część teoretyczną składa się przegląd literatury poświęconej analizie kapitału intelektualnego i konkurencyjności regionu, opis etapów tworzenia proponowanego modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu oraz opis podstaw teoretycznych metod zastosowanych w części empirycznej rozprawy. Część empiryczna zawiera przykład zastosowania proponowanego modelu dla województw w Polsce.

Pierwszy rozdział rozprawy ma charakter przeglądowy i został podzielony na dwa podrozdziały. Pierwszy z nich dotyczy stosowanych w literaturze podejść do definiowania i analizy kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa. W drugim przytoczono stosowane w literaturze podejścia do definiowania i pomiaru kapitału intelektualnego regionu oraz podstawowe kierunki badań empirycznych.

W **drugim rozdziale** skupiono się na podejściach do analizy konkurencyjności regionu oraz jej związku z kapitałem intelektualnym. Ze względu na przyjętą w rozprawie definicję kapitału intelektualnego regionu nawiązującą do pozycji konkurencyjnej niezbędne było wyjaśnienie pojęć konkurencyjności czynnikowej (zdolności konkurencyjnej) i wynikowej regionu (pozycji konkurencyjnej) oraz ich związku z kapitałem intelektualnym tego regionu.

W **trzecim rozdziale** rozprawy sformułowano definicję kapitału intelektualnego regionu oraz zaproponowano wynikającą z tej definicji jego strukturę. Opisano dalsze etapy tworzenia proponowanego modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu.

Czwarty rozdział zawiera charakterystykę narzędzi ilościowych zastosowanych w rozprawie do analizy kapitału intelektualnego województw. Podzielono go na trzy podrozdziały. W pierwszym z nich opisano podstawy teoretyczne modelowania równań strukturalnych *SEM*. Zaprezentowano procedurę *PLS* szacowania parametrów oraz sposoby oceny jakości, w tym metodę cięcia Tukeya pozwalającą na ocenę istotności parametrów modeli szacowanych za pomocą metody *PLS*. W drugim podrozdziale zaprezentowano ideę modeli z rodziny *DEA*. W szczególności skupiono się na opisanie modelu *SBM* wykorzystanego w rozprawie do oszacowania współczynnika efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego województw. Przedstawiono także sposób ustalania źródeł nieefektywności oraz poczyniono kilka uwag nt. liczebności zbioru zmiennych w modelach z rodziny *DEA*.

Piąty rozdział rozpoczyna część empiryczną rozprawy i jest poświęcony głównie badaniu relacji zachodzących pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego województw. Zaprezentowano wskaźniki użyte do opisu tych komponentów oraz pozycji konkurencyjnej województw. Przedstawiono wyniki oszacowania *SEM* oraz płynące z niego wnioski. Zweryfikowano w ten sposób przydatność *SEM* do analizy relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego (hipoteza H_1) oraz istotny wpływ kapitału intelektualnego województw na ich pozycję konkurencyjną (hipoteza H_0).

Szósty rozdział zawiera ocenę efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego województw. W rozdziale tym przedstawiono dekompozycję oszacowanego współczynnika efektywności w celu ustalenia źródeł nieefektywnego wykorzystania kapitału intelektualnego przez województwa. Podjęto również próbę odpowiedzi na pytanie, czy poziom kapitału intelektualnego województw może dostarczać informacji również o ich pozycji konkurencyjnej oraz czy uwzględnienie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego przy jego pomiarze zwiększa precyzję tej informacji. Sformułowano też wnioski dotyczące przydatności metod z rodziny *DEA* do oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu (hipoteza H_2) oraz istotności wpływu efektyw-

ności wykorzystania kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw (hipoteza H_0).

W **zakończeniu** podsumowano wyniki badań w kontekście sformułowanych celów oraz hipotez badawczych i wskazano kierunki dalszych badań mających na celu rozwój proponowanego modelu kapitału intelektualnego regionu.

Rozdział 1.

Kapitał intelektualny jako nieobserwowalne zjawisko złożone

Termin „kapitał intelektualny” po raz pierwszy został użyty na początku lat 70. XX wieku przez Johna K. Galbraitha. W liście do Michała Kaleckiego napisał on: „Nie wiem, czy zdaje Pan sobie sprawę z tego, jak wiele każdy z nas przez ostatnie kilka dziesięcioleci zawdzięcza Pańskiemu kapitałowi intelektualnemu (...)” [Bontis 2001]². Galbraith, używając terminu „kapitał intelektualny”, miał na myśli intelekt Kaleckiego. W tym kontekście obejmował on swoim zasięgiem cechy związane z jednostką ludzką, czyli jej zdolności, kwalifikacje, umiejętności, mądrość, kreatywność, predyspozycje osobowościowe, doświadczenie życiowe itd. Z czasem pojęcie to zaczęto odnosić również do przedsiębiorstw oraz regionów.

1.1. Kapitał intelektualny przedsiębiorstwa

Próby identyfikacji kapitału intelektualnego w przedsiębiorstwach rozpoczęto w latach 90. XX wieku. Szybko powiązano go z sukcesem wybranych przedsiębiorstw i uznano za nowy czynnik ich konkurencyjności.

1.1.1. Wybrane definicje kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa

Kapitał intelektualny przedsiębiorstwa – z racji swojego złożonego charakteru – nie został do dnia dzisiejszego w sposób jednoznaczny i powszechnie akceptowalny zdefiniowany. W literaturze przypisuje się mu takie cechy, jak: niematerialność, nienamacalność, bezpośrednią nieobserwowalność, trudność w kontrolowaniu, czy wielowymiarowość. Stąd też często kapitał intelektualny określa się jako aktywa niematerialne, aktywa wiedzy czy kapitał wiedzy.

Pierwszą formalną definicję kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa sformułowano na konferencji w 1995 roku. Utożsamiano go wtedy jedynie z wiedzą. Uznano, że

² „I wonder if you realize how much those of us the World around have owed to the intellectual capital you have provided over last decades”.

jest on czynnikiem podnoszącym wartość przedsiębiorstwa. Z czasem zakres tego pojęcia zaczął obejmować nie tylko wiedzę.

Już w 1997 roku **Stewart** zdefiniował kapitał intelektualny przedsiębiorstwa jako sumę wszystkiego, co wiedzą jego pracownicy i co daje temu przedsiębiorstwu przewagę konkurencyjną. Obok wiedzy pracowników, wyróżnił on takie czynniki kreowania bogactwa w przedsiębiorstwie, jak: informacje, własność intelektualna i doświadczenie.

Roos i Roos [1997] twierdzą, że kapitał intelektualny przedsiębiorstwa to suma niewidocznych aktywów, nieuwjmowanych w sprawozdaniach finansowych, czyli pracownicy organizacji oraz wszystko to, co pozostaje w firmie po wyjściu pracowników do domu.

Sveiby [1997] wymienia najważniejsze elementy aktywów niematerialnych przedsiębiorstwa. Zalicza do nich zdolność pracowników do szybkiego reagowania w różnych sytuacjach, patenty, pomysły, komputery, systemy administracyjne, kulturę, nastrój organizacji, relacje z klientami i dostawcami, markę, znaki handlowe, reputację, a także wizerunek przedsiębiorstwa.

Bratnicki i Dyduch [2001] określają kapitał intelektualny przedsiębiorstwa jako sumę wiedzy jego pracowników oraz rezultaty przekształceń tej wiedzy w inne czynniki, tworzące wartość przedsiębiorstwa.

Lev [2001] postrzega kapitał intelektualny przedsiębiorstwa jako prawa do przyszłych korzyści, które nie mają fizycznego ani finansowego ucieleśnienia. Te niefizyczne źródła wartości generowane są przez innowacje (odkrycia), unikatową kulturę organizacji i działania zasobów ludzkich.

W świetle rozważań **Edvinssona i Malone'a [2001]** kapitał intelektualny to, obok wiedzy, doświadczenie, technologia organizacyjna, stosunki z klientami i umiejętności zawodowe pracowników, dające przedsiębiorstwu przewagę konkurencyjną. Autorzy uważają, że aktywa niematerialne to korzenie wartości przedsiębiorstwa, czyli ukryte dynamiczne czynniki, które leżą u podstaw widocznego przedsiębiorstwa, budynków i produktów.

Malhotra [2003] utożsamia kapitał intelektualny z aktywami wiedzy. Jego zdaniem, aktywa wiedzy, oprócz samej wiedzy, obejmują także informacje, innowacje, pomysły, kreatywność i inne pochodne zasoby.

Bounfour [2003] określa kapitał intelektualny przedsiębiorstwa jako zasoby o charakterze niematerialnym tymczasowo związane z organizacją. Zasoby te są specy-

ficzne dla tego przedsiębiorstwa, niezbywalne, nie do podrobienia i nietransferowalne. Zalicza do nich markę, wiedzę technologiczną, zdolnych pracowników, kontakty handlowe, maszynię, efektywne procedury itd.

Andriessen i Stam [2004] do kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa zaliczają wszystkie dostępne zasoby niematerialne, które dają mu względną przewagę konkurencyjną oraz – jeśli są odpowiednio wykorzystane – są w stanie przynieść korzyści materialne w przyszłości.

Podsumowując:

- Obecnie uznaje się, że kapitał intelektualny przedsiębiorstwa obejmuje swoim zasięgiem nie tylko wiedzę, ale również pochodne tej wiedzy, takie jak:
 - odkrycia, unikatową kulturę organizacji, działania zasobów ludzkich [Lev 2001],
 - informacje, innowacje, pomysły, kreatywność [Malhotra 2003],
 - markę, wiedzę technologiczną, zdolnych pracowników, kontakty handlowe, maszynię, efektywne procedury [Bounfour 2003];
- Cechą wspólną szeregu definicji jest:
 - wymienianie wiedzy jako aktywa wchodzącego w skład kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa, który też często z tego względu określany jest jako aktywa wiedzy,
 - przypisywanie kapitałowi intelektualnemu przedsiębiorstwa niematerialnego charakteru, co powoduje, że często na jego określenie używa się terminu aktywa niematerialne.

1.1.2. Wybrane modele pomiaru kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa

Postrzeganie kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa w kategoriach czynników konkurencyjności oraz wyznaczników kierunku jego rozwoju spowodowało, że pomiar kapitału intelektualnego uznano za niezbędny element efektywnego zarządzania w przedsiębiorstwie oraz ważny dodatek do sprawozdawczości finansowej. Rozpoczęto intensywne badania nad pomiarem kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa. Duża różnorodność definicji doprowadziła z czasem do wypracowania wielu modeli pomiaru

kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa. Niektóre z tych modeli stanowiły punkt odniesienia dla opracowanych później modeli pomiaru kapitału intelektualnego regionu.

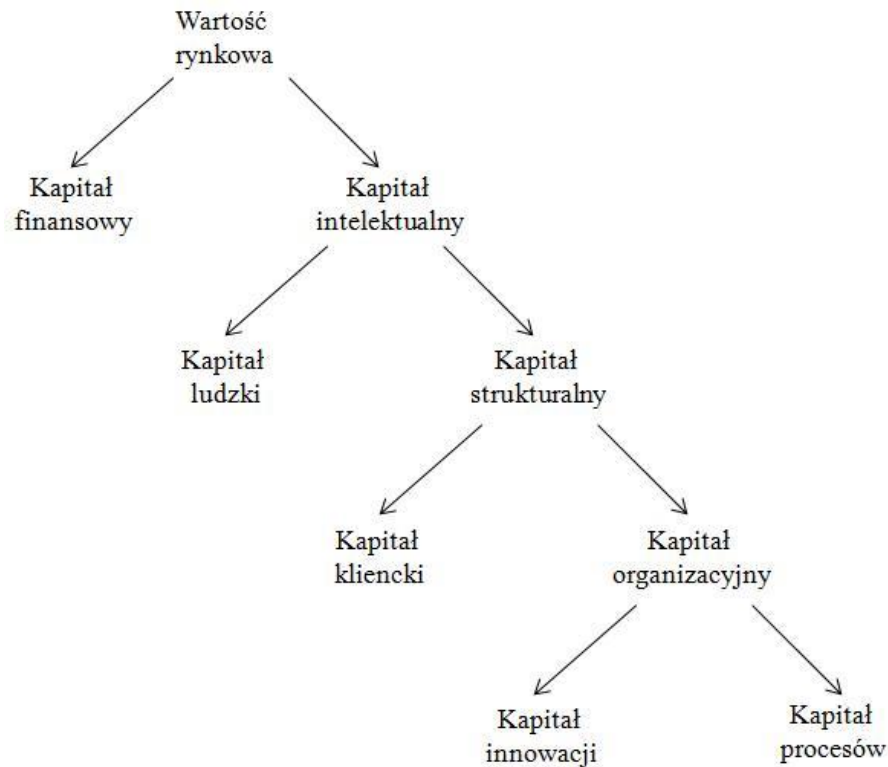
W niniejszym podrozdziale opisane zostaną tylko te modele kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa, które okazały się kluczowe w tworzeniu modeli kapitału intelektualnego regionu³. Należą do nich modele *BSC*, *IAM*, *The Skandia Navigator* i *VAIC*⁴.

Modelem, który doczekał się największej liczby zastosowań oraz modyfikacji jest model **The Skandia Navigator** [Edvinsson i Malone 1997]. Z jednej strony miał on wspomagać procesy zarządzania kapitałem intelektualnym w organizacji, z drugiej strony miał służyć jako narzędzie szacowania jego wartości.

Autorzy modelu wyróżniają, zgodnie z zaprezentowanym na rysunku 1.1 schematem, cztery komponenty kapitału intelektualnego: kapitał ludzki, kliencki, innowacji i kapitał procesów. *Kapitał ludzki* definiują jako wiedzę, umiejętności, doświadczenie, innowacyjność i zdolność pracowników do sprawnego wykonywania powierzonych im zadań. W skład *kapitału klienckiego* wchodzi głównie relacje z kluczowymi klientami, natomiast *kapitał innowacji* to umiejętność odnowy i wykorzystania innowacji w postaci chronionych praw handlowych, własności intelektualnej i innych aktywów niematerialnych przyspieszających wprowadzanie na rynek nowych produktów i usług. Czwartym i zarazem ostatnim komponentem kapitału intelektualnego – *kapitał procesów* obejmuje wszelkiego rodzaju programy pracownicze zwiększające i wzmacniające efektywność wytwarzania i dostawy usług.

³ Więcej szczegółów na temat modeli pomiaru kapitału intelektualnego przedsiębiorstw można znaleźć w książce Kasiewicza, Rogowskiego i Kicińskiej [2006].

⁴ Podziału prawie czterdziestu modeli kapitału intelektualnego przedsiębiorstw dokonał Sveiby a wyniki klasyfikacji opublikował na swojej stronie: <http://www.sveiby.com/articles/IntangibleMethods.htm> [dostęp 22.04.2014].



Rysunek 1.1. Schemat wartości rynkowej Skandii

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Edvinsson i Malone 2001, s. 17].

Szacowanie wartości kapitału intelektualnego odbywa się zgodnie z następującym wzorem:

$$KI = KIP * KIW, \quad (1.1)$$

gdzie:

KIP – miernik syntetyczny poziomu kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa, obliczany jako suma wartości wskaźników bezwzględnych opisujących wielkość poniesionych inwestycji i uzyskanych przychodów,

KIW – miernik syntetyczny wydajności kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa, obliczany jako średnia arytmetyczna względnych wskaźników procentowych odnoszących się do udziału w rynku, zadowolenia klientów, retencji pracowników, kierunków wykorzystania zasobów itd.

Ponieważ model ma między innymi wspierać procesy zarządzania kapitałem intelektualnym w przedsiębiorstwie, Edvinsson i Malone [1997] proponują graficzną prezentację wymienionych komponentów kapitału intelektualnego wraz z kapitałem finansowym w postaci domu. Dach domu utożsamiony z kapitałem finansowym reprezentuje

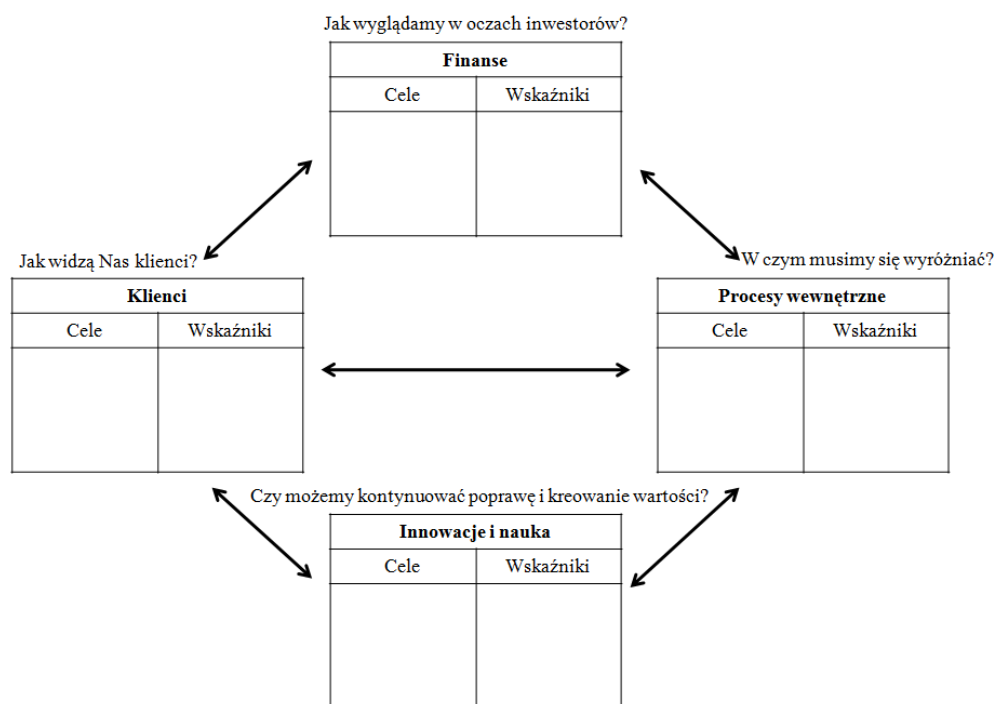
przeszłość organizacji i opisuje, jak przedsiębiorstwo radziło sobie w minionym okresie. Ściany domu, to przypisywane terażniejszości kapitał kliencki i kapitał procesów, natomiast fundamenty domu to kapitał innowacyjny wyznaczający kierunki zmian organizacji w przyszłości. W środku domu z kolei znajdują się pracownicy (kapitał ludzki), którzy jako jedyny zasób organizacji mają możliwość oddziaływania na wszystkie cztery pozostałe obszary.

Kolejnym modelem kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa jest model przedstawiony na rysunku 1.2, a zaproponowany przez Kaplana i Nortona w 1992 roku, nazywany w skrócie **BSC** (The Balanced Scorecard) [Kaplan i Norton 1992].

Autorzy wyróżniają trzy komponenty kapitału intelektualnego. Są to: procesy wewnętrzne, klienci oraz innowacje i nauka. *Procesy wewnętrzne* to procesy biznesowe mające największy wpływ na satysfakcję klienta, a odzwierciedlane przez czas produkcji, jakość produktów i usług, umiejętności pracowników oraz ich produktywność. Komponent *klienci* dotyczy oczekiwań klientów oraz wizerunku firmy, natomiast komponent *innowacje i nauka* określa zdolność przedsiębiorstwa do wprowadzania innowacji, ulepszania istniejących produktów i procesów biznesowych oraz ciągłego uczenia się.

Zarządzanie aktywami niematerialnymi przy użyciu tego modelu rozpoczyna się od przypisania do każdego komponentu kapitału intelektualnego celów oraz wskaźników pozwalających śledzić efekty ich realizacji. Obok trzech komponentów kapitału intelektualnego, monitorowaniu poddane są również finanse przedsiębiorstwa (rysunek 1.2).

U podstaw tego modelu leży przekonanie autorów, że uwzględnienie perspektywy finansowej w analizie jest tak samo ważne, jak śledzenie zmian w obrębie komponentów kapitału intelektualnego. Zdaniem autorów, z tego powodu stosowanie modelu nie wymaga od przedsiębiorstwa zmiany strategii biznesowej na nową, opartą na aktywach niematerialnych.



Rysunek 1.2. Model *BSC* (The Balanced Scorecard)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Kaplan i Norton 1992, s. 174].

Kolejnym z omawianych tutaj modeli jest model *IAM* (The Intangible Assets Monitor), którego podstawy teoretyczne opublikowane zostały przez Sveiby'ego w 1997 roku [Sveiby 1997]. Model ten często porównywany jest z poprzednio omówionym modelem *BSC* i nierzadko, ze względu na rok publikacji, wymieniany jest jako wtórny. Zdaniem Sveiby'ego model *IAM* różni się zasadniczo od *BSC* i stosowany był przez szwedzkie przedsiębiorstwa już w 1989 roku, a więc jeszcze przed publikacją Kaplana i Nortona.⁵

Sveiby [1997] wyróżnia trzy komponenty aktywów niematerialnych: kompetencje pracownicze, strukturę wewnętrzną i strukturę zewnętrzną. *Kompetencje pracownicze* definiuje jako zdolność ludzi do działania w różnych sytuacjach. Obejmują one ich umiejętności, wykształcenie, doświadczenie, wartości i umiejętności społeczne. *Struktura wewnętrzna* obejmuje patenty, pomysły, modele, komputery i systemy administracyjne, natomiast *struktura zewnętrzna* to relacje z klientami, dostawcami, marka, znaki handlowe, reputacja i wizerunek przedsiębiorstwa.

⁵ Szczegółową analizę porównawczą obu modeli można znaleźć w [Kasiewicz, Rogowski, Kicińska 2006] oraz na stronie internetowej Sveiby'ego: <http://www.sveiby.com/articles/BSCandIAM.html> [dostęp: 22.04.2014].

Zarządzanie kapitałem intelektualnym w opisywanym modelu polega na ocenie wyróżnionych komponentów kapitału intelektualnego z punktu widzenia wzrostu i odnowy, efektywności oraz stabilności przez przypisanie do każdego z nich wskaźników, które w przyszłości poddane będą systematycznej obserwacji (tabela 1.1).

Model ten, w przeciwieństwie do *BSC*, wymaga od przedsiębiorstwa zmiany strategii biznesowej na strategię opartą na aktywach niematerialnych. U podstaw tego modelu leży bowiem przekonanie, że ludzie są jedynymi prawdziwymi czynnikami sukcesu przedsiębiorstwa i są centralnym jego punktem, natomiast inne aktywa przedsiębiorstwa, takie jak np. fizyczne produkty czy niematerialne relacje, są jedynie rezultatem ludzkiej działalności.

Tabela 1.1. Model *IAM* (The Intangible Assets Monitor)

	Struktura zewnętrzna	Struktura wewnętrzna	Kompetencje pracowników
Wzrost i odnowa			
Efektywność			
Stabilność			

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Sveiby 1997, s. 78].

Czwarty i zarazem ostatni omawiany w niniejszej rozprawie model **VAIC (Value Added Intellectual Coefficient)** opracowany został przez Pulica w 2000 roku [Deloitte 2003]. W przeciwieństwie do trzech wcześniej omówionych modeli, nie skupia się on na monitorowaniu pojedynczych wskaźników kapitału intelektualnego, ale stanowi narzędzie szacowania efektywności wykorzystania przez przedsiębiorstwo kapitału intelektualnego.

Pulic [Deloitte 2000] wyróżnia dwa komponenty kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa: kapitał ludzki i kapitał strukturalny. *Kapitał ludzki* postrzega autor w kategoriach kosztów zatrudnienia, obejmujących koszty związane ze szkoleniem pracowników, ich kształceniem, wynagrodzeniami itd. *Kapitał strukturalny* definiuje jako

wynik aktywności kapitału ludzkiego w przeszłości, czyli uzyskane licencje, patenty, wizerunek, relacje itp.

Pulic uważa, że obok kapitału intelektualnego w procesie kreowania wartości przedsiębiorstwa istotny jest tzw. kapitał zaangażowany, który obejmuje wszystkie materialne i finansowe aktywa przedsiębiorstwa.

Autor modelu proponuje oszacowanie trzech miar efektywności: efektywności kreowania wartości przez kapitał ludzki, przez kapitał strukturalny oraz przez kapitał zaangażowany. Punktem wyjścia jest tutaj obliczenie tzw. wartości dodanej (VA) jako różnicy między przychodami i kosztami. Sposoby obliczania poszczególnych rodzajów efektywności przedstawiają wzory:

$$HCE = \frac{VA}{HC}, \quad (1.2)$$

$$SCE = \frac{SC}{VA} = \frac{VA - HC}{VA}, \quad (1.3)$$

$$CCE = \frac{VA}{CE}, \quad (1.4)$$

gdzie:

HCE – efektywność kreowania wartości przez kapitał ludzki,

SCE – efektywność kreowania wartości przez kapitał strukturalny,

CCE – efektywność kreowania wartości przez kapitał zaangażowany,

HC – wartość kapitału ludzkiego obliczana jako suma wszystkich kosztów zatrudnienia,

SC – wartość kapitału strukturalnego obliczana jako różnica wartości dodanej i wartości kapitału ludzkiego.

Autor proponuje również oszacowanie tzw. efektywności kreowania wartości przez kapitał intelektualny ogółem (ICE), zgodnie z poniższym wzorem:

$$ICE = HCE + SCE. \quad (1.5)$$

Efektywność kreowania wartości przez wszystkie typy kapitału ($VAIC$) oblicza się według wzoru:

$$VAIC = HCE + SCE + CCE. \quad (1.6)$$

1.2. Kapitał intelektualny regionu

Z powodzeniem wprowadzone w życie modele kapitału intelektualnego przedsiębiorstw znacznie ułatwiły wdrażanie idei jego pomiaru na poziomie regionów. Początkowo analizy dotyczyły krajów, później również mniejszych jednostek terytorialnych. Zdaniem Stahle [2008] pierwsze badania nad kapitałem intelektualnym regionu pojawiły się zaraz na początku XXI wieku.

W niniejszym podrozdziale przytoczono spotykane w literaturze definicje kapitału intelektualnego regionu oraz podejścia do ustalania wynikającej z przyjętej definicji jego struktury. Ponadto zaprezentowano różne podejścia do pomiaru kapitału intelektualnego regionu oraz opisano zastosowanie wybranych modeli do rozwiązywania problemów związanych z zasobami kapitału intelektualnego w regionach.

1.2.1. Wybrane definicje kapitału intelektualnego regionu

Większość dostępnych w literaturze definicji kapitału intelektualnego regionu odnosi się do kraju i powstała w oparciu o definicje kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa.

Najczęściej przytaczaną definicją kapitału intelektualnego kraju jest definicja zaproponowana przez **Bontisa [2004]**. Według niego kapitał intelektualny kraju to ukryte wartości ludzi, przedsiębiorstw, instytucji, społeczności i regionów, które są głównym źródłem kreowania bogactwa. Cechą charakterystyczną tego podejścia jest wielopoziomowość tzw. jednostek nośnych kapitału intelektualnego kraju: od najmniejszej, jaką jest człowiek, przez grupy formalnych (przedsiębiorstwa i instytucje) i nieformalnych (społeczność) relacji do regionów. Co ważne, Bontis zaznacza, że kapitał intelektualny jest jedynie potencjalnym źródłem bogactwa, czyli samo posiadanie kapitału intelektualnego wcale nie gwarantuje krajowi przewagi konkurencyjnej.

Pomeda i in. [2002] utożsamiają kapitał intelektualny kraju z niematerialnymi aktywami związanymi z ludźmi, relacjami i użyciem technologii. Zdaniem tych autorów klimat innowacyjny, procesy transferu technologii oraz systemy relacji są fundamentem kapitału intelektualnego kraju i wspierają kreowanie oraz wymianę wiedzy i informacji pomiędzy różnymi sferami społeczno-gospodarczymi.

W pracy **Bochniarza (red.) [2008]** kapitał intelektualny kraju (Polski) zdefiniowano jako ogół niematerialnych aktywów ludzi, przedsiębiorstw, społeczności, regionów i instytucji, które odpowiednio wykorzystane mogą być źródłem obecnego i przyszłego dobrostanu kraju (Polski). Zwraca się tutaj wprost uwagę, że dla zapewnienia przewagi konkurencyjnej konieczne jest odpowiednie wykorzystanie posiadanych aktywów.

Kapitał intelektualny regionu wiązany jest z aktywami wiedzy czy aktywami niematerialnymi do tego stopnia, że nierzadko terminy te stosowane są zamiennie.

Przykładowo **Malhotra [2003]** twierdzi, że kapitał intelektualny kraju to podzbiór aktywów wiedzy stanowiących źródło odnoszenia sukcesów przez ten kraj. Te aktywa wiedzy są ważne dla wzrostu gospodarczego, utrzymania przewagi konkurencyjnej, rozwoju ludzi i poprawy jakości życia.

The World Bank [2008] analizuje aktywa wiedzy krajów. Według niego jest to taki rodzaj aktywów, które przez odpowiednie wykorzystanie i dostosowanie do potrzeb, są kluczowym źródłem wzrostu globalnej gospodarki. Owo „odpowiednie wykorzystanie” przejawia się w relacjach przedsiębiorców, innowacjach, sektorze B&R, oprogramowaniu i jakości, natomiast wspomaganie tych procesów odbywa się przez inwestycje w kapitał ludzki, efektywne instytucje, technologie komunikacyjne, innowacyjne i konkurencyjne przedsiębiorstwa itd.

Schneider [2007] rozważa aktywa niematerialne kraju, które postrzega jako czynniki jego konkurencyjności, osadzone we wzorcach społeczno-kulturowych, otwartości na świat, przedsiębiorczości, przychylności dla zmian, a także w skłonnościach do nowych technologii, ambicjach, skłonnościach do ciężkiej pracy itd.

Przytoczone wyżej definicje dotyczą kapitału intelektualnego kraju. Początkowo to on znajdował się głównie w obszarze zainteresowań, ale kiedy zaczęto zwracać uwagę na ważność innych, mniejszych jednostek terytorialnych w procesie wzrostu gospodarczego kraju, definicje zaczęto formułować również w odniesieniu do nich. Przenoszono je nie tylko z poziomu przedsiębiorstwa, ale również formułowano w oparciu o definicje powstałe nieco wcześniej na poziomie kraju.

Schiuma, Lerro i Carlucci [2008] definiują kapitał intelektualny regionu jako grupę aktywów wiedzy, które są do niego przypisane i w najbardziej istotny sposób wpływają na kreowanie jego wartości. Aktywa wiedzy są przez autorów postrzegane jako wszelkie zasoby wytworzone z wiedzy lub wcielające wiedzę, które umożliwiają realizację procesów nakierowanych na kreowanie i utrzymywanie wartości.

Rodriguez i Viedma [2006] kapitał intelektualny regionu utożsamiają ze zdolnościami uczestników rynku do wprowadzania innowacji oraz poszerzania ich o nowe technologie i produkty, w kontekście stale skracanego czasu produkcji i stale rosnącej konkurencyjności. Zdolność do wprowadzania innowacji zależy od wielu czynników, takich jak: poziom technologii, obszar ich wykorzystania, lokalizacja geograficzna regionu, struktura instytucjonalna, strategia uczestników rynku, kompetencje, wartości i postawy kapitału ludzkiego.

Węziak-Białowolska [2010] opracowała definicję kapitału intelektualnego regionu, opierając się na definicjach Bontisa [2004], Andriessena i Stama [2004], Schiumy, Lerra i Carlucciego [2008]. W świetle jej definicji kapitał intelektualny regionu to „nie-obszerwalne bezpośrednio atrybuty mieszkańców, przedsiębiorstw, instytucji, organizacji, społeczności i jednostek administracyjnych, które są obecnymi i potencjalnymi źródłami poprawy przyszłego dobrobytu społecznego oraz wzrostu gospodarczego” [Węziak-Białowolska 2010, s. 24].

W literaturze spotkać można również bardziej uniwersalne definicje kapitału intelektualnego, które odnieść można jednocześnie do przedsiębiorstw, krajów czy innych mniejszych jednostek terytorialnych.

Pasher i Shachar [2007] definiują kapitał intelektualny kraju (przedsiębiorstwa) jako elementy, takie jak: wiedza, mądrość, zdolności i kwalifikacje ludzi, które dostarczają krajowi (przedsiębiorstwu) przewagę konkurencyjną nad innymi krajami (przedsiębiorstwami) i determinują potencjał do przyszłego wzrostu.

Edvinsson i Lin [2008] w celu zdefiniowania kapitału intelektualnego kraju posługują się wprost definicją Stewarta [1997] sformułowaną na gruncie przedsiębiorstwa. W świetle tej definicji kapitał intelektualny kraju (przedsiębiorstwa) to materiał intelektualny w postaci wiedzy, informacji, własności intelektualnej, doświadczenia, które mogą zostać wykorzystane do kreowania wartości. Kapitał intelektualny jest podstawą zdolności do osiągnięcia dużych zysków i powinno się go postrzegać jako kapitał ludzki funkcjonujący razem z elementami kapitału strukturalnego. Oznacza to, że kapitał intelektualny jest kombinacją kapitału ludzkiego oraz innych czynników go otaczających, które jawią się jako kluczowe źródła bogactwa na poziomie kraju (przedsiębiorstwa).

Andriessen i Stam [2004] uważają, że kapitał intelektualny regionu czy przedsiębiorstwa to wszystkie udostępnione tym obiektom niematerialne zasoby, które dają im

względną przewagę i w wyniku odpowiedniego wykorzystania są w stanie przynieść w przyszłości korzyści materialne.

Według **Lopeza, Nevado i Alfaro [2010]** przez kapitał intelektualny regionu czy przedsiębiorstwa należy rozumieć niematerialne aktywa, takie jak: wiedza, patenty i innowacje, które stały się w przeciągu ostatnich kilku dziesięcioleci fundamentalnym źródłem bogactwa, postępu i przewagi konkurencyjnej.

Podsumowując:

- Nie ma jednej powszechnie uznanej definicji kapitału intelektualnego regionu;
- Początkowo badania dotyczyły kapitału intelektualnego krajów, później zostały poszerzone o analizy kapitału intelektualnego mniejszych jednostek terytorialnych;
- Dla określenia kapitału intelektualnego regionu stosuje się takie pojęcia, jak: aktywa wiedzy czy aktywa niematerialne regionu;
- W literaturze pojawiają się próby formułowania bardziej uniwersalnej definicji odnoszącej się do kapitału intelektualnego ogółem (przedsiębiorstwa i regionu);
- Kapitał intelektualny regionu najczęściej postrzegany jest w literaturze jako „wszystkie aktywa niematerialne mogące wpływać na osiągnięcie określonego rezultatu”. Pod pojęciem „rezultatu” kryje się:
 - pobudzanie wzrostu gospodarczego (np. The World Bank [2008]; Malhotra [2000]; Pasher i Shachar [2007]; Malhotra [2003]; Węziak-Białowolska [2010]),
 - utrzymanie przewagi konkurencyjnej regionu (np. Rodriguez i Viedma [2006]; Pasher i Shachar [2007]),
 - kreowanie wartości regionu (np. Malhotra [2000]; Pomedá i in. [2002]; Schiuma, Lerro i Carlucci [2008]; Edvinsson i Lin [2008]),
 - podnoszenie jakości życia mieszkańców (np. Malhotra [2003]),
 - poprawa dobrobytu społecznego (np. Pomedá i in. [2002]; Węziak-Białowolska [2010]),
 - poprawa dobrostanu/bogactwa regionu (np. Bochniarz [2008]; Malhotra [2003]; Bontis [2004]);
- Samo posiadanie kapitału intelektualnego przez region nie gwarantuje zysku, istota sukcesu tkwi w odpowiednim jego wykorzystaniu (np. The World Bank [2008];

Malhotra [2003]; Bochniarz [2008]; Węziak-Białowolska [2010]; Schiuma i in. [2008]; Edvinsson i Lin [2008]; Andriessen i Stam [2004]; Bontis [2004]).

1.2.2. Wybrane podejścia do struktury kapitału intelektualnego regionu

Struktura kapitału intelektualnego regionu jest nieodłącznym uzupełnieniem jego definicji. Przede wszystkim pozwala na doprecyzowanie zakresu definiowanego pojęcia i ułatwia jego zrozumienie. Spotykane w literaturze sposoby ujmowania struktury kapitału intelektualnego regionu można podzielić ze względu na liczbę wyróżnianych komponentów.

Do modeli wyróżniających dwa komponenty kapitału intelektualnego regionu: kapitał ludzki i kapitał strukturalny, można zaliczyć modele zaproponowane przez Deloitte [2003] oraz Lopeza, Nevado i Alfaro [2010]⁶.

W pracy **Deloitte [2003]** *kapitał ludzki* rozumiany jest w kategoriach całkowitych kosztów zatrudnienia, podczas gdy *kapitał strukturalny* postrzegany jest jako rezultat kapitału ludzkiego.

Lopez, Nevado i Alfaro [2010] pod pojęciem *kapitału ludzkiego* rozumieją wiedzę, umiejętności, doświadczenie w osiąganiu celów, wartości kulturowe, kondycję krajowego rynku pracy oraz zasoby napływające od pracowników zagranicznych. Natomiast *kapitał strukturalny* postrzegają jako różne niematerialne aktywa związane ze społeczno-gospodarczą strukturą kraju. W ramach kapitału strukturalnego wyróżniają oni pięć kategorii: kapitał procesów, kapitał rynkowy i relacyjny, kapitał marketingu i wizerunku, kapitał B&R i innowacji, kapitał społeczny i środowiskowy, ale pomiarowi poddają jedynie kapitał ludzki i strukturalny.

Podejściem wyróżniającym trzy komponenty kapitału intelektualnego kraju: kapitał ludzki, strukturalny i relacyjny, jest podejście prezentowane przez **Andriessena i Stama [2004, 2008]**⁷. Autorzy definiują *kapitał ludzki* jako wiedzę, wykształcenie, kompetencje mieszkańców w realizowaniu regionalnych zadań i celów. *Kapitał strukturalny*

⁶ Potwierdza to duży wpływ modeli wypracowanych na gruncie przedsiębiorstw na kierunek rozwoju modeli kapitału intelektualnego kraju/regionu.

⁷ Trzy komponenty kapitału intelektualnego kraju: kapitał ludzki i kulturowy, kapitał społeczny i kapitał strukturalny wyróżnia w swoich badaniach również Schneider [2007].

ralny to według nich zasoby wiedzy niezwiązane z kapitałem ludzkim, które przejawiają się we wszelakich systemach technologicznych, informacyjnych i komunikacyjnych, i są reprezentowane przez urządzenia komputerowe, oprogramowanie, bazy danych, laboratoria, czy struktury organizacyjne. *Kapitał relacyjny* osadzony jest w wewnętrznych relacjach i obejmuje zdolność danego kraju do stwarzania atrakcyjnego i konkurencyjnego środowiska.

Najliczniejszą grupę stanowią modele wyróżniające cztery komponenty kapitału intelektualnego regionu. Malhotra [2000, 2003] oraz Bontis [2004] wyróżniają: kapitał ludzki, rynkowy, procesów oraz kapitał odnowy i rozwoju, w pracy Bochniarza (red.) [2008] badaniu poddane są: kapitał ludzki, społeczny, strukturalny i kapitał relacyjny, Węziak-Białowska [2010] analizuje: kapitał ludzki, społeczny, strukturalny i kapitał rozwoju, natomiast Schiuma, Lerro i Carlucci [2008] te cztery komponenty nazwali: Wetware, Netware, Hardware i Software.

Malhotra [2000; 2003] *kapitał ludzki* definiuje jako wszystkie aktywa niematerialne związane z ludźmi, *kapitał procesów* jako aktywa intelektualne kraju, które podtrzymują obecne aktywności związane z dzieleniem się wiedzą, jej wymianą, przepływami, wzrostem oraz transformacją. Do grupy tych aktywów zalicza systemy informacyjne, laboratoria, technologie, procesy zarządzania oraz procedury. Zdaniem Malhotry *kapitał rynkowy* odzwierciedla kapitał intelektualny osadzony w relacjach z innymi krajami, czyli jego zdolności do dostarczania zagranicznym klientom atrakcyjnych, konkurencyjnych, dostosowanych do ich potrzeb rozwiązań. *Kapitał odnowy i rozwoju* z kolei zdefiniował jako zdolność kraju do przyszłego wzrostu i poprawy stanu gospodarki. Ten komponent obejmuje ponadto B&R, publikacje naukowe, patenty, przedsiębiorstwa biotechnologiczne itp.

Zgodnie z definicją **Bontisa [2004]** *kapitał ludzki* to wiedza, edukacja oraz kompetencje obywateli istotne z punktu widzenia realizacji zadań i celów na szczeblu krajowym. *Kapitał procesów* definiuje jako zasoby wiedzy niezwiązane z kapitałem ludzkim, osadzone w technologicznych, informacyjnych i komunikacyjnych systemach reprezentowanych przez sprzęt komputerowy, oprogramowanie, bazy danych, laboratoria i struktury organizacyjne, przechowujące i uzewnętrzniające twórczość kapitału ludzkiego. Pod pojęciem *kapitału rynkowego* Bontis rozumie zdolności kraju do dostarczania innym krajom atrakcyjnych i ambitnych

rozwiązań, natomiast *kapitał odnowy i rozwoju* postrzega jako zdolność kraju do rozwijania przewagi konkurencyjnej.

W pracy **Bochniarza (red.) [2008]** przyjęto, że *kapitał ludzki* to potencjał zgromadzony w mieszkańcach kraju, wyrażający się w ich wykształceniu, doświadczeniu życiowym, postawach i umiejętnościach, natomiast *kapitał społeczny* zdefiniowano jako potencjał zgromadzony w społeczeństwie w postaci obowiązujących norm postępowania, zaufania i zaangażowania, które wspierają współpracę i wymianę wiedzy. *Kapitał strukturalny* z kolei to potencjał zgromadzony w namacalnych elementach infrastruktury narodowego systemu edukacji i innowacji – placówkach oświatowych, naukowych, badawczych, infrastrukturze teleinformatycznej, własności intelektualnej. Przez *kapitał relacyjny* rozumie się potencjał związany z wizerunkiem kraju na zewnątrz, poziomem integracji z globalną gospodarką, atrakcyjnością dla zagranicznych klientów (partnerów handlowych, inwestorów, turystów).

W pracy **Węziak-Białowolskiej [2010]** kapitał relacyjny zastąpiony został kapitałem rozwoju, który obok kapitału ludzkiego, społecznego i strukturalnego składa się na kapitał intelektualny regionu. Elementy kapitału relacyjnego, wyodrębnianego we wcześniejszych modelach zostały ukryte pod kategorią kapitału społecznego. *Kapitał społeczny* bowiem to, według autorki, zespół norm społecznych i prawnych oraz wspólnie podzielanych wartości i zwyczajów kształtujących świat relacji społecznych i ekonomicznych. *Kapitał ludzki* z kolei to wiedza i wykształcenie, umiejętności i zdolności posiadane przez ludzi oraz charakteryzujące ich cechy osobowościowe związane z przedsiębiorczością, skłonnością do innowacji oraz chęcią zdobywania formalnej i nieformalnej edukacji. Przez *kapitał strukturalny* rozumie zespół urządzeń publicznych zaspokajających socjalne, oświatowe i kulturalne potrzeby ludności (infrastruktura społeczna) oraz warunki życia i pracy (infrastruktura techniczna) rozdzielone pomiędzy następujące elementy: infrastruktura społeczna, infrastruktura transportowa, infrastruktura komunikacyjna. *Kapitał rozwoju* z kolei to zdolność jednostki do innowacji oraz przyszłe możliwości inwestycyjne w zakresie badań i rozwoju, jak również szeroko rozumiany poziom wymiany i aplikacji wiedzy, mające na celu jak najlepsze wykorzystanie potencjału regionu i stanowiące o jego przyszłym bogactwie.

Autorka tego podejścia zaznacza, że pomysł takiej kategoryzacji zrodził się na gruncie analiz prowadzonych przez Bontisa [2004], Andriessena i Stama [2004], Schiumę, Lerra i Carlucciego [2008].

Schiuma, Lerro i Carlucci [2008] przez *Wetware* rozumieją zestaw aktywów wiedzy wpływających na zachowania oraz kompetencje zasobów ludzkich. *Netware* z kolei to zestaw aktywów wiedzy, związanych z wszelkimi formami wewnętrznymi i zewnętrznymi relacji międzyludzkimi. Wreszcie pod pojęciem *Hardware* autorzy ci rozumieją wszelkie mierzalne aktywa wiedzy istotne dla rozwoju, wzbogacania się, zarządzania wiedzą i jej dyfuzji. Ostatni komponent – *Software* to postawy, normy, wartości, zachowania i inne aspekty kulturalne jednostek.

W literaturze można spotkać także podejścia wyróżniające pięć komponentów kapitału intelektualnego [Bounfour 2003] – kapitał ludzki, społeczny, strukturalny, innowacyjny i rynkowy, czy nawet osiem [Harvas-Oliver i Dalmau-Porta 2007] – kapitał technologiczny, ludzki i edukacyjny, polityki biznesowej, społeczny, strategii przedsiębiorstw, klastrów, połączeń i kapitał rynkowy.

Podsumowując:

- W spotykanych w literaturze modelach najczęściej wyróżnia się cztery komponenty kapitału intelektualnego regionu;
- Duża część modeli kapitału intelektualnego regionu ma swoje korzenie w modelu kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa The Skandia Navigator [Malhotra 2000, 2003; Bontis 2004; Węziak Białowolska 2010; Bochniarz (red.) 2008];
- We wszystkich modelach kapitał ludzki pojawia się jako osobny komponent kapitału intelektualnego, co wskazuje na duże znaczenie tego komponentu w strukturze kapitału intelektualnego;
- W prezentowanych podejściach najczęściej jako komponenty kapitału intelektualnego, obok wspomnianego kapitału ludzkiego, wymienia się: kapitał społeczny, relacyjny (rynkowy), odnowy (innowacyjny) oraz kapitał strukturalny;
- Zdania co do wyodrębniania kapitału społecznego jako komponentu kapitału intelektualnego są podzielone – większość prowadzących badania uwzględnia kapitał społeczny jako odrębny komponent kapitału intelektualnego [Rószkiewicz i in. 2007; Bochniarz (red.) 2008; Bounfour 2003; Harvas-Oliver i Dalmau-Porta 2007; Węziak-Białowolska 2010]. Są też tacy, którzy ujmują go niejawnie pod inną formą np. kapitału strukturalnego [Lopez, Nevado i Alfaro 2010], albo nie uwzględniają go w ogóle [Bontis 2004; Viedma 2003; Edvinsson i Lin 2008, 2010; Lin i Lin 2008; Malhotra 2000, 2003];

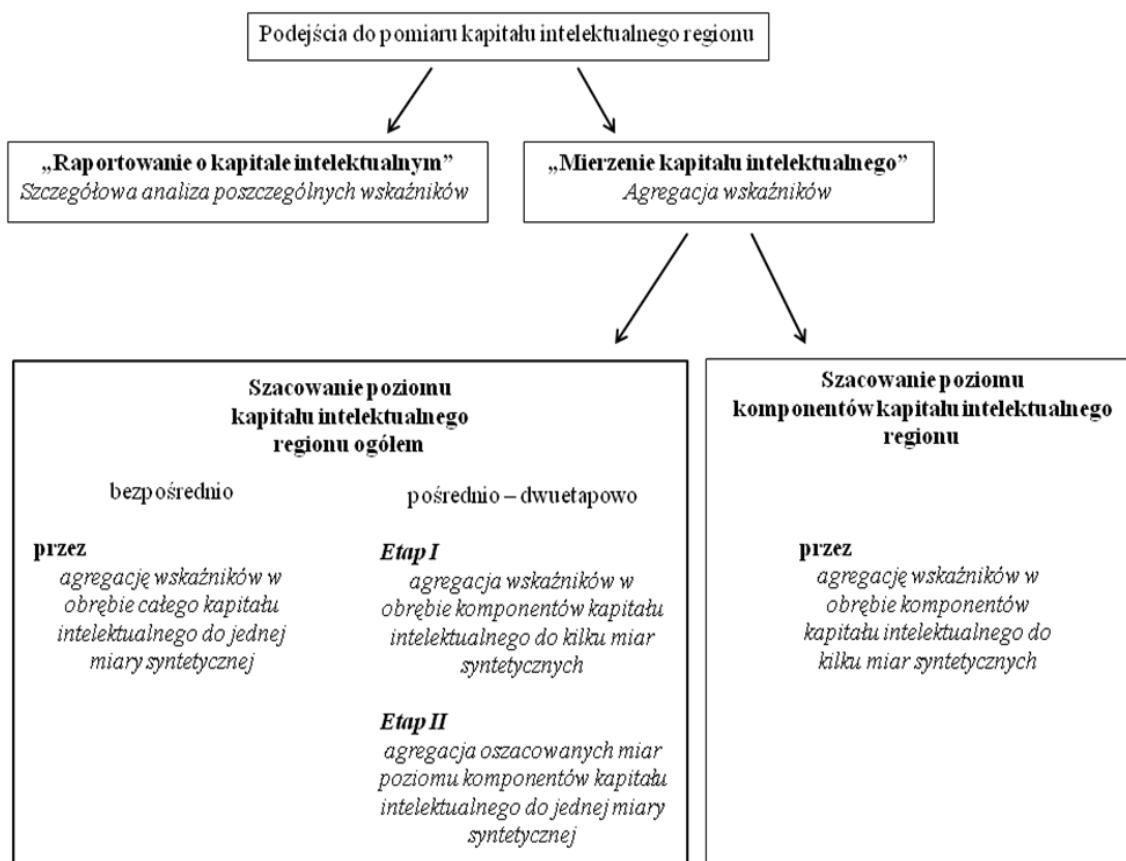
- Nierozstrzygnięta również pozostaje kwestia wyodrębniania kapitału odnowy jako osobnego komponentu kapitału intelektualnego – część prowadzących badania ujmuje go wprost w proponowanej kategoryzacji [Bontis 2004; Viedma 2003; Edvinsson i Lin 2008, 2010; Lin i Lin 2008; Malhotra 2000, 2003; Węziak-Białowolska 2010], a część ujmuje pod inną formą np. kapitału technologicznego [Harvas-Oliver i Dalmau-Porta 2007], czy częściej kapitału strukturalnego [Andriessen i Stam 2004, 2008; Bochniarz (red.) 2008].

1.2.3. Pomiar kapitału intelektualnego regionu

Pomiar kapitału intelektualnego regionu odbywa się dwuetapowo, a rozpoczyna od przyjęcia definicji i ustalenia wynikającej z tej definicji jego struktury.

Pierwszy etap polega na doborze wskaźników opisujących kapitał intelektualny regionu. Z racji tego, że nie jest on wielkością bezpośrednio mierzalną, jego pomiar dokonywany jest w oparciu o wiele wskaźników, które dobiera się na podstawie wyników innych badań oraz intuicji prowadzącego badanie. Dobór odpowiednich wskaźników jest jednym z najważniejszych etapów pomiaru, gdyż przesądza on o końcowym wyniku analizy.

Drugi etap pomiaru może przebiegać na dwa sposoby (rysunek 1.3). Pierwszy sposób sprowadza się do szczegółowej analizy wartości wskaźników dobranych w pierwszym etapie pomiaru i nazywany jest w literaturze „raportowaniem o kapitale intelektualnym” lub „opisywaniem kapitału intelektualnego” [Pasher i Shachar 2007; Bochniarz (red.) 2008]. Drugi sposób polega na oszacowaniu poziomu kapitału intelektualnego przez agregację tych wskaźników do jednej bądź kilku miar. Podejście to w literaturze określa się jako „mierzenie kapitału intelektualnego”. Ilość obliczonych miar agregatowych w drugim podejściu zależy od tego, na jakim poziomie struktury kapitału intelektualnego pomiar jest dokonywany. Pomiarowi poddawane są zarówno wyróżnione komponenty kapitału intelektualnego regionu [Andriessen i Stam 2004, 2008; Bontis 2004; Osińska 2010a, 2011c; Lopez, Nevado i Alfaro 2010; Węziak-Białowolska 2010; Edvinsson i Lin 2008, 2010], jak i kapitał intelektualny ogółem [The World Bank 2008; Bounfour 2003].



Rysunek 1.3. Podejścia do pomiaru kapitału intelektualnego regionu

Źródło: opracowanie własne.

Pomiar komponentów kapitału intelektualnego regionu sprowadza się do oszacowania wartości kilku miar syntetycznych. Wymaga to przypisania do każdego komponentu wskaźników, a następnie zagregowania ich w obrębie każdego z nich. Wspomniana agregacja dokonywana jest zwykle przy użyciu średniej arytmetycznej [Andriessen i Stam 2004, 2008; Osińska 2010b, 2011a; Edvinsson i Lin 2008, 2010] lub średniej ważonej [Bontis 2004; Osińska 2010a; Lopez, Nevado i Alfaro 2010]. Przy aplikacji drugiej metody konieczne jest określenie zróżnicowanych wag poszczególnych wskaźników. Bontis [2004] proponuje ustalenie wag na podstawie analizy eksperckiej, Osińska [2010a] wykorzystuje w tym celu analizę korelacji, natomiast Lopez, Nevado i Alfaro [2010] stosują analizę czynnikową. Średnia ważona, choć powszechnie uważana za bardziej trafną od średniej arytmetycznej metodę szacowania poziomu kapitału intelektualnego regionu, wciąż rzadko jest stosowana. Zwraca się bowiem uwagę na trudności przy ustalaniu wag [Andriessen i Stam 2004, 2008].

W ostatnim czasie w literaturze można również dostrzec rosnącą popularność użycia do szacowania poziomu komponentów kapitału intelektualnego regionu tzw. modelowania równań strukturalnych *SEM* (Structural Equation Modeling) [Węziak-Białowolska 2010; Osińska 2011c]. *SEM* jest zestawem technik analizowania zależności pomiędzy zmiennymi wielowymiarowymi, które nazywa się zmiennymi ukrytymi lub latentnymi. Przyjmuje się, że każda taka zmienna ukryta jest opisana za pomocą wielu wskaźników, a jej wartość szacuje się jako kombinację liniową tych wskaźników. Węziak-Białowolska [2010] w swojej pracy do oszacowania poziomu komponentów kapitału intelektualnego regionu stosuje tzw. confirmacyjną analizę czynnikową, w której zakłada się wzajemne skorelowanie pomiędzy wszystkimi parami zmiennych ukrytych. Osińska [2011c] z kolei wykorzystuje w tym celu tzw. model miękkiej, w którym parametry kombinacji liniowej szacuje się za pomocą Częściowej Metody Najmniejszych Kwadratów *PLS* (Partial Least Squares).

Szacowanie poziomu kapitału intelektualnego ogółem może odbywać się bezpośrednio przez agregację opisujących go wskaźników [The World Bank 2008; Bounfour 2003] lub pośrednio przez agregację obliczonych wcześniej miar komponentów kapitału intelektualnego regionu [Andriessen i Stam 2004, 2008; Bontis 2004; Osińska 2010a, Lopez, Nevado i Alfaro 2010; Edvinsson i Lin 2008, 2010]. W pierwszym przypadku do oszacowania poziomu kapitału intelektualnego regionu wykorzystuje się średnią arytmetyczną wskaźników opisujących kapitał intelektualny bez podziału pomiędzy wyróżnione komponenty, w drugim – średnią arytmetyczną oszacowanych wcześniej wartości miar jego komponentów [Andriessen i Stam 2004, 2008; Bontis 2004; Osińska 2010a] lub sumę wartości tych miar [Lopez, Nevado i Alfaro 2010].

W literaturze można spotkać również podejścia, w których poziom kapitału intelektualnego regionu szacuje się z różnych punktów widzenia. Przykładowo, Bounfour [2003] ocenia komponenty kapitału intelektualnego z punktu widzenia aktywów, zasobów (nakładów), procesów i rezultatów. Andriessen i Stam [2004, 2008] z kolei oceniają wyróżnione komponenty kapitału intelektualnego kraju z punktu widzenia aktywów, inwestycji (nakładów) oraz rezultatów, szacując w ten sposób wartości aż dwunastu miar syntetycznych.

Kapitał intelektualny regionu najczęściej ocenia się z punktu widzenia nakładów i rezultatów. Sugeruje to, że może on być zarówno wykorzystany, jak i wytworzony

w pewnym procesie, a jego poziom zmienia się w zależności od efektywności jego wykorzystania.

Na istotność uwzględniania efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu w procesie pomiaru zwracają uwagę Lopez, Nevado i Alfaro [2010], a w pracy Deloitte [2003] proponuje się nawet podejście, w którym postuluje się porównywanie kapitału intelektualnego jedynie pod względem efektywności. Autorzy uważają bowiem, że efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego kraju lepiej oddaje jego sytuację gospodarczą niż PKB na mieszkańca.

W literaturze zwraca się także uwagę na konieczność uwzględniania podczas pomiaru relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego regionu [Edvinsson i Lin 2008; Lin i Lin 2008; Wang i Chang 2005; Malhotra 2003; Bontis 1998; Bontis i Fitz-enz 2004; Hervas i Dalmau 2006; Andriessen i Stam 2008; Pomedá i in. 2002; Schiuma, Lerro i Carlucci 2008; Schneider 2007]. Uważa się, że takie postępowanie podnosi wiarygodność wyników analiz.

Podsumowując:

- Pomiar kapitału intelektualnego regionu odbywa się dwuetapowo,
 - pierwszy etap sprowadza się do doboru wskaźników możliwie najtrafniej odzwierciedlających poziom kapitału intelektualnego,
 - drugi etap przebiegać może na dwa sposoby: przez szczegółową analizę dobranych w pierwszym etapie wskaźników kapitału intelektualnego lub oszacowanie poziomu kapitału intelektualnego regionu przez agregację tych wskaźników;
- Pomiar kapitału intelektualnego regionu ogółem może odbywać się jedno- lub dwustopniowo, czyli albo bezpośrednio przez agregację wszystkich wskaźników kapitału intelektualnego, albo pośrednio przez agregację wskaźników w obrębie wyróżnionych komponentów, a następnie agregację wartości miar tych komponentów;
- W literaturze podkreśla się istotność uwzględniania przy pomiarze kapitału intelektualnego regionu efektywności jego wykorzystania oraz relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy jego komponentami.

1.2.4. Wybrane kierunki badań nad kapitałem intelektualnym regionu

Głównym celem pomiaru kapitału intelektualnego regionów jest przeprowadzenie analizy porównawczej jego poziomu w ujęciu przestrzennym lub/i czasowym. Oprócz tego pomiar kapitału intelektualnego regionu pozwala na:

- zbadanie zależności, w jakich pozostają wyróżnione komponenty kapitału intelektualnego regionu,
- weryfikację powszechnie funkcjonującej w literaturze hipotezy o występowaniu relacji pomiędzy kapitałem intelektualnym regionu a bogactwem regionu [Bontis 2004], obecnym i przyszłym dobrostanem [Bochniarz 2008], wzrostem gospodarczym, jakością życia mieszkańców tego regionu [Malhotra 2003], konkurencyjnością [Schneider 2007], kreowaniem wartości [Edvinsson i Lin 2008; Schiuma, Lerro i Carlucci 2008], czy wzrostem gospodarczym [Węziak-Białowolska 2010].

W niniejszym podrozdziale zestawiono prezentowane w literaturze podejścia do zastosowania skonstruowanych modeli kapitału intelektualnego regionów do rozwiązania powyższych problemów badawczych.

Analizę zależności pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego regionu można znaleźć między innymi w pracach Bontisa [2004], Andriessena i Stama [2004, 2008], Węziak-Białowolskiej [2010] i Osińskiej [2011a, 2011b]. W literaturze dostępne są też prace, w których skupiono się na analizie zależności pomiędzy kapitałem intelektualnym lub/i jego komponentami a poprawą dobrostanu/bogactwa regionu [Bontis 2004], zdolnością do kreowania wartości regionu [Schiuma, Lerro i Carlucci 2008; Edvinsson i Lin 2008], stanem gospodarki i poziomem rozwoju gospodarczego [Węziak-Białowolska 2010], sytuacją na rynku pracy [Osińska 2010b], czy po prostu poziomem PKB na mieszkańca [The World Bank 2008; Andriessen i Stam 2004, 2008].

Osińska [2011a] analizuje zależności pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego czterech grup wiekowych oraz relacje pomiędzy zasobami kapitału intelektualnego tych grup ogółem, bez wnikania w siłę ich wpływu na sytuację gospodarczą regionu⁸. Wykorzystuje do tego wartości współczynnika korelacji rang Spearmana. Autorka potwierdza występowanie współzależności pomiędzy kapitałem intelektualnym doro-

⁸ Analizy dokonano w oparciu o dane statystyczne i strukturę kapitału intelektualnego zawarte w pracy Bochniarza (red.) [2008].

słych i seniorów oraz występowanie istotnych relacji pomiędzy kapitałem ludzkim, strukturalnym i relacyjnym dorosłych.

Andriessen i Stam [2004, 2008] wykorzystują współczynnik korelacji liniowej Pearsona do badania relacji zachodzących pomiędzy trzema wyróżnionymi komponentami kapitału intelektualnego: kapitałem ludzkim, strukturalnym i relacyjnym. Komponenty te oceniają z punktu widzenia aktywów, inwestycji i rezultatów.

Wyniki zawarte w pracy z 2004 roku potwierdzają wysokie skorelowanie aktywów kapitału ludzkiego z aktywami kapitału strukturalnego oraz inwestycji w kapitał intelektualny z aktywami kapitału intelektualnego. Ponadto, obserwując poziomy mierników, autorzy dochodzą do wniosków, że wysoki poziom aktywów kapitału intelektualnego wcale nie stanowi gwarancji wysokiego poziomu rezultatów kapitału intelektualnego, ale niski poziom tych drugich równoznaczny jest z niskim poziomem aktywów. Dodatkowo autorzy badają zależność pomiędzy miernikami kapitału intelektualnego a wartością wskaźnika PKB na mieszkańca. Wyniki potwierdzają wysoką korelację PKB na mieszkańca z inwestycjami w kapitał strukturalny oraz rezultatami kapitału ludzkiego i relacyjnego.

Sformułowane hipotezy autorzy potwierdzają w 2008 roku, stosując inny zestaw wskaźników. Co więcej, tym razem stwierdzają istotną zależność pomiędzy inwestycjami w kapitał relacyjny a rezultatami kapitału strukturalnego oraz pomiędzy aktywami kapitału relacyjnego i kapitału strukturalnego.

Relacje pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego: kapitałem ludzkim, strukturalnym, relacyjnym i rozwoju bada w swojej pracy również **Węziak-Białowolska [2010]**. Autorka wykorzystuje do tego współczynnik liniowej korelacji cząstkowej. Przeprowadzone badania potwierdzają występowanie silnego dodatniego związku pomiędzy kapitałem ludzkim a kapitałem rozwoju, po wykluczeniu wpływu pozostałych dwóch komponentów. Zadziwiające są wyniki uzyskane w odniesieniu do kapitału społecznego, który okazał się słabo skorelowany z kapitałem ludzkim, a ujemnie z kapitałem strukturalnym i kapitałem rozwoju. Autorka uzasadnia to brakiem kapitału społecznego w Polsce.

Autorka stara się również ustalić stopień odzwierciedlenia stanu gospodarki i poziomu rozwoju gospodarczego regionów przez kapitał intelektualny. W tym celu analizuje współczynnik korelacji liniowej Pearsona pomiędzy kapitałem intelektualnym i jego komponentami a stopą bezrobocia, wskaźnikiem zatrudnienia, produkcją sprze-

daną przemysłu na mieszkańca oraz PKB na mieszkańca. Kapitał intelektualny okazuje się być powiązany istotnie ujemnie ze stopą bezrobocia. Najwyższy współczynnik korelacji można zaobserwować pomiędzy PKB na mieszkańca, produkcją sprzedaną przemysłu na mieszkańca a kapitałem rozwoju (por. inwestycje w kapitał intelektualny w modelu Andriessena i Stama [2004, 2008]).

Osińska [2010b] wykorzystuje współczynnik korelacji liniowej Pearsona oraz analizę regresji wielorakiej do analizy zależności pomiędzy kapitałem intelektualnym a sytuacją na rynku pracy (bez wnikania w zależności w obrębie struktury samego kapitału intelektualnego). Sytuację na rynku pracy opisuje za pomocą stopy bezrobocia, zatrudnienia, wynagrodzeń, wydajności pracy i wskaźnika przedsiębiorczości. Badanie prowadzi do wniosku, że istnieje istotna zależność liniowa pomiędzy kapitałem intelektualnym a sytuacją na rynku pracy.

Analiza regresji wielorakiej wniosła ten potwierdziła. Wskaźniki sytuacji na rynku pracy odgrywały w tym badaniu w kolejnych modelach ekonometrycznych (potęgowym, wykładniczym i liniowym) rolę zmiennych objaśnianych. Najslabsze zależności zaobserwowano pomiędzy miernikami kapitału intelektualnego a stopą bezrobocia, co jest sprzeczne z wnioskami płynącymi z badań Węziak-Białowolskiej [2010]. Wyjaśnienie zmienności stopy bezrobocia za pomocą prostych modeli regresyjnych wykorzystujących wskaźniki kapitału intelektualnego okazało się zadaniem bardzo trudnym. Żaden z zastosowanych modeli nie był w stanie w wysokim stopniu wyjaśnić zmienności tego wskaźnika.

Schiuma, Lerro i Carlucci [2008] badają istnienie zależności pomiędzy kapitałem intelektualnym oraz zdolnością regionu do kreowania wartości odzwierciedlanej przez PKB na mieszkańca, wskaźnik wydajności pracy, stopę zatrudnienia i wskaźnik ubóstwa. Autorzy stosują w tym celu analizę regresji. Zdaniem autorów uzyskane modele są dobrze dopasowane do danych i stanowią wystarczający dowód na to, że istnieje zależność liniowa pomiędzy kapitałem intelektualnym a zdolnością regionu do kreowania wartości.

The World Bank [2008] bada zależność pomiędzy stopniem zaawansowania gospodarki opartej na wiedzy *KEI* (ang. Knowledge Economy Index) oraz poziomem PKB na mieszkańca. W tym celu stosuje analizę regresji liniowej. Uzyskane wyniki potwierdzają występowanie takiej zależności. Zdaniem autorów, z jednej strony kapitał intelek-

tualny wpływa na zamożność regionów, z drugiej – bardziej zamożne regiony są w stanie zainwestować więcej pieniędzy w aktywa wiedzy.

Edvinsson i Lin [2008] badają relację pomiędzy kapitałem intelektualnym kraju a kapitałem finansowym odzwierciedlanym przez PKB na mieszkańca. Autorzy nie stwierdzili żadnej zależności pomiędzy poziomem kapitału intelektualnego kraju a poziomem kapitału finansowego. Ich zdaniem sam kapitał finansowy nie jest w stanie w wystarczającym stopniu wyjaśnić kreowania kapitału intelektualnego oraz w drugą stronę – kapitał intelektualny niekoniecznie musi przekładać się na wzrost kapitału finansowego. Autorzy zaznaczają, że takie wnioski mogą wynikać z braku opóźnień czasowych w przeprowadzonej analizie.

W innych badaniach autorzy ci próbują wskazać te komponenty kapitału intelektualnego kraju, które mogłyby najlepiej nadawać się do prognozowania zbliżającego się kryzysu finansowego [Edvinsson i Lin 2010]. W tym celu dokonują obserwacji poziomu procentowych rocznych stóp wzrostu PKB oraz kapitału intelektualnego krajów najmocniej odczuwających skutki kryzysu. Okazuje się, że kapitał ludzki oraz kapitał odnowy są najlepszymi predyktorami długoterminowego wzrostu gospodarczego, podczas gdy do prognoz krótkoterminowych lepiej nadają się kapitał rynkowy i procesów.

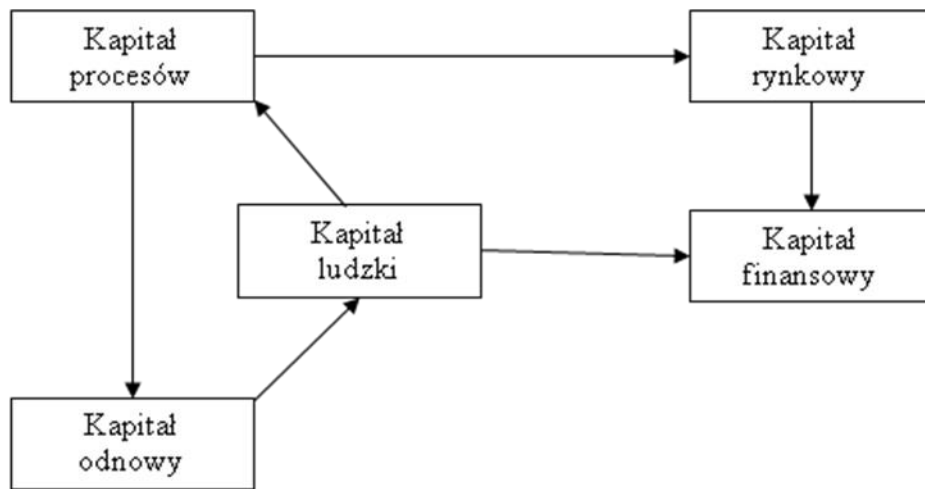
W dotychczas zaprezentowanych badaniach analiza różnych zależności odbywała się rozłącznie, tzn. albo badano zależności tylko w obrębie samego kapitału intelektualnego, albo badano zależności jedynie pomiędzy kapitałem intelektualnym a konkurencyjnością regionu, albo prowadzono oba typy analiz w sposób sekwencyjny.

Wspomniane w poprzednim podrozdziale *SEM* pozwalają analizować oba typy zależności jednocześnie. Zastosowanie tych modeli do analiz kapitału intelektualnego wydaje się uzasadnione, choć w literaturze wciąż mało popularne. Modele te pozwalają bowiem z jednej strony oszacować poziom kapitału intelektualnego, z drugiej – zbadać relacje zachodzące pomiędzy jego komponentami.

Zastosowanie *SEM* do analiz zależności można znaleźć między innymi w pracach Bontisa [2004] oraz Osińskiej [2011b].

Bontis [2004] w swojej pracy testuje zależności pomiędzy wyróżnionymi komponentami kapitału intelektualnego oraz ich wpływ na poziom kapitału finansowego. Zależności te prezentuje w postaci tzw. mapy konceptualnej kapitału intelektualnego kraju (rysunek 1.4). Kapitał finansowy odzwierciedlany jest w tym badaniu przez jeden wskaźnik – PKB na mieszkańca. Każda z zaprezentowanych relacji okazała się istotna,

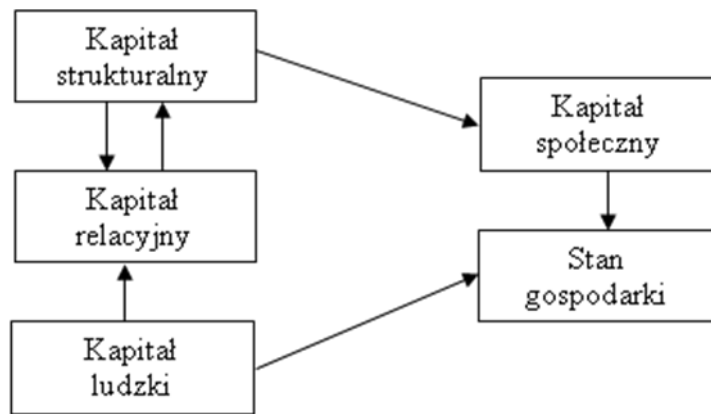
natomiast model wystarczająco dobrze (zdaniem autora) dopasowany jest do danych ($R^2=20,9\%$).



Rysunek 1.4. Relacje pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego i kapitałem finansowym

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Bontis 2004, s. 31].

Osińska [2011b] w swojej pracy bada zależności pomiędzy czterema komponentami kapitału intelektualnego województw: kapitałem ludzkim, strukturalnym, społecznym i relacyjnym oraz ich wpływ na stan gospodarki. Analizowane relacje zostały zaprezentowane na rysunku 1.5. Stan gospodarki scharakteryzowano w pracy za pomocą PKB na mieszkańca, stopy bezrobocia, wartości dodanej brutto na mieszkańca, produkcji globalnej na mieszkańca, wskaźnika wydajności pracy, produkcji sprzedanej przemysłu na mieszkańca, nakładów inwestycyjnych na mieszkańca, przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto oraz wskaźnika przedsiębiorczości. Skonstruowany model charakteryzuje się wysoką jakością dopasowania ($R^2=89,33\%$), a wszystkie parametry są istotne.



Rysunek 1.5. Relacje pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego a stanem gospodarki

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Osińska 2011b, s. 149].

Podsumowując:

- Oprócz relacji pomiędzy samymi komponentami kapitału intelektualnego regionu, weryfikacji poddaje się również zależności pomiędzy nimi a np. wzrostem gospodarczym, stanem gospodarki, rozwojem gospodarczym, zdolnością regionu do kreowania wartości czy kapitałem finansowym;
- W celu analizy powyższych zależności stosuje się zróżnicowane metody, takie jak: prosta obserwacja poziomów kształtowania się wskaźników, analiza korelacji, analiza regresji, modele równań strukturalnych *SEM*;
- W większości przypadków zastosowane metody potwierdzają hipotezę o występowaniu takich relacji;
- Najczęściej do opisu wymienionych wyżej: wzrostu gospodarczego, stanu gospodarki, rozwoju gospodarczego, zdolności regionu do kreowania wartości czy kapitału finansowego używa się wskaźnika PKB na mieszkańca, wskaźnika zatrudnienia, przedsiębiorczości i wydajności pracy;
- Wyniki badań potwierdzają również często przytaczaną w literaturze hipotezę, że najważniejszym komponentem kapitału intelektualnego jest kapitał ludzki. Człowiek bowiem, poprzez swoją aktywność, doprowadza do pomnażania innych komponentów kapitału intelektualnego.

Rozdział 2.

Kapitał intelektualny a konkurencyjność regionu

Rosnące zainteresowanie kapitałem intelektualnym regionu związane jest z coraz częstszym postrzeganiem go jako zasobu strategicznego z punktu widzenia między innymi wzrostu gospodarczego, stanu gospodarki, rozwoju gospodarczego, kreowania wartości czy kapitału finansowego regionu. W ostatnich latach zainteresowanie kapitałem intelektualnym można dostrzec również w literaturze dotyczącej konkurencyjności regionu. Stąd niniejszy rozdział poświęcony jest przeglądowi stosowanych w literaturze podejść do analizy konkurencyjności regionu. Rozpoczyna się on przytoczeniem wybranych definicji konkurencyjności, w dalszej części opisana jest jej struktura oraz podejścia do jej pomiaru. Na końcu znajduje się analiza porównawcza obu analizowanych pojęć – kapitału intelektualnego i konkurencyjności regionu.

2.1. Wybrane definicje konkurencyjności regionu

Definicji konkurencyjności, podobnie jak definicji kapitału intelektualnego, jest bardzo wiele. Kamerschen, McKenzie i Nardinelli [1991] definiują konkurencyjność krótko jako zdolność do osiągnięcia sukcesu w gospodarczej rywalizacji. Może ona dotyczyć przedsiębiorstw, sektorów gospodarczych czy regionów. Konkurencyjność regionów stała się tematem wielu badań naukowych dopiero w ostatnich latach. Różnorodność stanowisk w postrzeganiu zakresu pojęcia konkurencyjności regionu pozwala na chwilę obecną wyróżnić dwa kierunki rozwoju jej definicji [Berger 2010].

Pierwszym kierunkiem jest definiowanie konkurencyjności regionu przez analogię do konkurencyjności przedsiębiorstw. Wyróżnia się tutaj dwa podejścia. W pierwszym podejściu uważa się, że region jest tym bardziej konkurencyjny, im bardziej konkurencyjne są przedsiębiorstwa działające na jego terenie, czyli im wyższą produktywność osiągają w porównaniu z przedsiębiorstwami z innych regionów. Drugie podejście w tym nurcie nieco szerzej rozumie pojęcie konkurencyjności regionu. Zgodnie z nim ten region jest bardziej konkurencyjny, który nie tylko posiada bardziej konkurencyjne przedsiębiorstwa, ale również zapewnia przedsiębiorstwom lepsze warunki do tego, aby były one w stanie konkurować. Przykładem jest tutaj podejście reprezentowane przez

pracowników **IMD World Competitiveness Center [2013a]**⁹. Według nich konkurencyjność kraju to zdolność do stwarzania i utrzymywania warunków podtrzymujących konkurencyjność przedsiębiorstw. Oba opisane podejścia wyróżnione w ramach tego kierunku rozwoju definicji łączy przeświadczenie, że produktywność przedsiębiorstw działających w regionie jest tym, co ma największą wartość dla tego regionu.

Drugi kierunek – zdecydowanie popularniejszy – to taki, w którym konkurencyjność regionu definiowana jest bardziej z makroekonomicznego punktu widzenia. Region uchodzi tutaj za konkurencyjny, jeżeli jest zdolny do podtrzymania zwycięskich wyników (ang. winning outcomes) lub/i dysponuje warunkami, które umożliwiają wzrost poziomu życia mieszkańców. **Markowska [2001]** rozumie konkurencyjność jako wprowadzenie przewagi nad innymi regionami w określonej dziedzinie życia gospodarczego: zdolności do trwałego wzrostu wartości dodanej i wynikającego stąd wzrostu regionalnego dobrobytu.

Sala-i-Martin i in. [2009] są zdania, że konkurencyjność kraju to po prostu instytucje, polityka i inne czynniki, które determinują określony poziom produktywności kraju.

Z kolei **Wosiek [2010]** rozumie konkurencyjność jako zdolność regionu do takiego kształtowania struktury gospodarczej, która długookresowo gwarantuje rozwój społeczno-gospodarczy i wzrost poziomu realnych dochodów.

Kot [2007] uważa, że konkurencyjność regionów w najbardziej ogólnym sensie oznacza osiąganie lepszych wyników w zakresie wzrostu gospodarczego i poziomu dobrobytu społecznego.

Meyer-Stamer [2008] rozumie konkurencyjność regionu jako zdolność regionu do generowania wysokich i rosnących dochodów oraz wzrostu wynagrodzeń jego mieszkańców.

Klasik [2001] i Stawasz [2004] krótko definiują konkurencyjność regionów jako przewagę nad innymi regionami. Uważają, że przewaga ta jest wypadkową atrakcyjności oferty usługowej kierowanej do obecnych i potencjalnych mieszkańców regionu,

⁹ *IMD* to skrót nazwy szkoły biznesu w Lozannie o pełnej nazwie International Institute for Management Development, natomiast World Competitiveness Center to grupa jej pracowników zajmujących się badaniami nad konkurencyjnością krajów. Są oni również autorami rocznych raportów o konkurencyjności krajów o tytule „World Competitiveness Yearbook”.

firm, inwestorów czy gości. Źródłem tej przewagi jest nowoczesna infrastruktura materialna, instytucjonalna i intelektualna regionu.

Dijkstra, Annoni i Kozovska [2011] przez konkurencyjność regionu rozumieją zdolność regionu do oferowania przedsiębiorcom oraz mieszkańcom środowiska atrakcyjnego do zamieszkania i pracy.

Bossak i Bieńkowski [2004] uważają, że konkurencyjność jest cechą pozwalającą oceniać gospodarujące podmioty z punktu widzenia osiągniętych wyników i zdolności do ich osiągnięcia w przyszłości.

Kołomycew [2010] rozumie konkurencyjność regionu jako „efekt oddziaływania potencjałów generowanych na poszczególnych płaszczyznach funkcjonowania regionu, a więc: gospodarczej, społecznej, kulturalnej, innowacyjnej, techniczno-komunikacyjnej itd.” [Kołomycew 2010, s. 204].

Komisja Europejska [1999] definiuje konkurencyjność kraju jako zdolność do produkowania takich dóbr i usług, które zdają test na rynkach międzynarodowych, bądź inaczej - bardziej ogólnie - przez konkurencyjność rozumie zdolność przedsiębiorstw, sektorów, krajów i innych jednostek do generowania relatywnie wysokiego poziomu dochodu i zatrudnienia.

Gomułka i Czajkowski [2008] zwracają uwagę na konstrukcję większości definicji konkurencyjności, która ich zdaniem określana jest jako „zdolność jednostki do osiągnięcia określonego rezultatu”. Spostrzeżenie to pozwala wskazać jej dwa główne typy: czynnikową (jest nią owa „zdolność”) oraz wynikową (czyli rezultat tej „zdolności”). Konkurencyjność czynnikowa określana jest też w literaturze jako zdolność konkurencyjna regionu lub potencjał konkurencyjny, natomiast konkurencyjność wynikowa – jako pozycja konkurencyjna tego regionu [Nowicki 2008; Golejewska i Gajda 2012]. Konkurencyjność wynikową można rozumieć jako osiągnięty przez dany kraj poziom rozwoju gospodarczego, który jest odzwierciedlany zarówno przez poziom dochodu narodowego, jak i pozycję w handlu zagranicznym [Bieńkowski 1995]. Odnosi się ona zatem do efektów (rezultatów) osiągniętych przez daną gospodarkę. Konkurencyjność czynnikową z kolei Bieńkowski [1995] definiuje jako wszystko to, co decyduje o możliwościach konkurowania na rynkach zagranicznych i o osiągnięciu przez daną gospodarkę określonej pozycji konkurencyjnej (konkurencyjności wynikowej).

Podsumowując:

- Wyróżnić można dwa kierunki rozwoju definicji konkurencyjności regionu. W pierwszym definiuje się konkurencyjność przez analogię do konkurencyjności przedsiębiorstw, natomiast w drugim – z makroekonomicznego punktu widzenia;
- Konkurencyjność regionu postrzegana jest w literaturze najczęściej jako „zdolność regionu do osiągnięcia określonego rezultatu”. Pod pojęciem „rezultatu” kryć się może:
 - produktywność regionu [Sala-i-Martin i in. 2009],
 - trwały wzrost wartości dodanej i wynikający stąd wzrost regionalnego dobrobytu [Markowska 2001],
 - takie kształtowanie struktury gospodarczej, która długookresowo gwarantuje rozwój społeczno-gospodarczy i wzrost poziomu realnych dochodów [Wosiek 2010],
 - osiąganie lepszych wyników w zakresie wzrostu gospodarczego i poziomu dobrobytu społecznego od innych regionów [Kot 2007],
 - generowanie wysokich i rosnących dochodów oraz wzrost wynagrodzeń jego mieszkańców [Meyer-Stamer 2008],
 - oferowanie przedsiębiorcom oraz mieszkańcom atrakcyjnego do zamieszkania i pracy środowiska [Dijkstra, Annoni i Kozovska 2011];
- Na konkurencyjność regionu spojrzeć można z jednej strony przez pryzmat wspomnianej „zdolności tego regionu” oraz z drugiej – przez „osiągnięty rezultat”. Stąd w pierwszym przypadku mówi się o tzw. zdolności konkurencyjnej regionu lub konkurencyjności czynnikowej, a jej elementy składowe nazywa się krótko czynnikami konkurencyjności. W drugim przypadku jest to tzw. pozycja konkurencyjna regionu czy inaczej jego konkurencyjność wynikowa.

2.2. Struktura i pomiar konkurencyjności regionu

Bardzo szeroki zakres pojęcia konkurencyjności regionu spowodował, że autorzy zajmujący się tym zjawiskiem wyodrębniają mniej złożone komponenty, które nazywają wymiarami konkurencyjności regionu. W literaturze zazwyczaj analizuje się od kilku [Czyż 2009; *IMD World Competitiveness Center* 2013b; Huggins i Davies 2006] do

nawet kilkunastu [Sala-i-Martin i in. 2009; Annoni i Kozovska 2010] jej wymiarów. Zazwyczaj część z nich opisuje wspomnianą zdolność konkurencyjną regionu (konkurencyjność czynnikową), a druga część – jego pozycję konkurencyjną (konkurencyjność wynikową).

Czyż [2009] wymienia cztery wymiary konkurencyjności: kapitał ludzki i społeczny, kapitał wiedzy stosowanej, wyposażenie infrastrukturalne, efekty gospodarcze. *Wyposażenie infrastrukturalne* obejmuje swoim zasięgiem udział *GOW* (Gospodarki Opartej na Wiedzy) w regionie, natomiast *efekty gospodarcze* są miarą korzyści gospodarczych związanych z konkurencyjnością i obejmują zatrudnienie, produktywność pracy, eksport, inwestycje zagraniczne, dochód regionalny. Według autorki trzy pierwsze wymiary to tzw. czynniki konkurencyjności, które świadczą o zdolności konkurencyjnej regionu, natomiast ostatni odnosi się do jego pozycji konkurencyjnej.

Podobne podejście reprezentują pracownicy **IMD World Competitiveness Center [2013b]**. Wśród wymiarów konkurencyjności wyróżniają: efektywność rządu, efektywność biznesową, infrastrukturę i wyniki gospodarcze. *Efektywność rządu* określa stopień, w jakim polityka rządowa sprzyja konkurencyjności. Zalicza się tutaj: finanse publiczne, politykę fiskalną, otoczenie instytucjonalne, prawo handlowe i otoczenie społeczne. *Efektywność biznesowa* z kolei dotyczy stopnia, w jakim środowisko zachęca przedsiębiorców do podejmowania odpowiedzialnej działalności dochodowej oraz innowacyjnej. Wymiar ten odzwierciedlany jest przez produktywność, finanse, praktyki zarządzania, postawy i wartości. *Infrastruktura* odnosi się do stopnia, w jakim zasoby podstawowe, technologiczne, naukowe i ludzkie spełniają oczekiwania biznesowe. Zalicz się tutaj infrastrukturę technologiczną, naukową, czy wyposażenie służby zdrowia. Ostatni wymiar – *wyniki gospodarcze* – dotyczy sytuacji gospodarki, a więc handlu międzynarodowego, inwestycji, zatrudnienia, cen itp. Łatwo zauważyć – podobnie jak w poprzednim podejściu – wyraźne odseparowanie korzyści gospodarczych związanych z konkurencyjnością (wymiar wyników gospodarczych) od pozostałych wymiarów. Trzy pierwsze wymiary można powiązać ze wspomnianą wcześniej zdolnością konkurencyjną regionu, natomiast ostatni utożsamić z jego pozycją konkurencyjną. W tym podejściu, w przeciwieństwie do poprzedniego, nie analizuje się jednak wprost konkurencyjności z punktu widzenia jej czynników i rezultatów.

Pięć wymiarów konkurencyjności rozważają **Huggins i Davies [2006]**. Są to: kreatywność, infrastruktura i komunikacja, edukacja, zatrudnienie wysoko wykwalifikowa-

nych pracowników oraz sytuacja gospodarcza. *Kreatywność* odnosi się tutaj głównie do aplikacji patentowych, zatrudnienia oraz inwestycji i wydatków w sektorach opartych na wiedzy (np. szkoły wyższe czy sektor usług teleinformatycznych). *Infrastruktura i komunikacja* obejmuje głównie dostępność infrastruktury drogowej (autostrady, linie kolejowe i lotnicze) i łączny internetowych oraz stopień obciążenie linii lotniczych i autostrad. *Edukacja* oceniana jest głównie przez liczbę studentów oraz wydatki na szkolnictwo wyższe i ponadgimnazjalne, natomiast *zatrudnienie wysoko kwalifikowanych pracowników* dotyczy głównie sektorów wysokich technologii, takich jak: sektor biotechnologii i chemikaliów, produkcji komputerów, sektor badawczo-rozwojowy, telekomunikacji, maszyn i urządzeń produkcyjnych, motoryzacji i inżynierii mechanicznej. Ostatni wymiar – *sytuacja gospodarcza* – to zdaniem autorów przede wszystkim sytuacja na rynku pracy, jego produktywność, dochody ludności i bogactwo kraju mierzone za pomocą PKB na mieszkańca.

Podjęcie Hugginsa i Daviesa wskazuje po raz kolejny na występowanie pewnych relacji wewnątrz złożonej struktury konkurencyjności regionu. Wymiary kreatywności, infrastruktury i komunikacji oraz sytuacji gospodarczej analizowane są bowiem przez autorów z punktu widzenia nakładów oraz rezultatów krótko- i długookresowych [Huggins i Davies 2006, s. 3]. Poza tym – podobnie jak w poprzednich podejściach – wyraźnie widać odseparowanie wymiaru sytuacji gospodarczej od pozostałych wymiarów i, choć autorzy wprost tego nie zaznaczają, można go z powodzeniem powiązać z pozycją konkurencyjną regionu.

Odmienne podejście do analizy konkurencyjności kraju reprezentują **Sala-i-Martin i in. [2009]**. Analizują oni aż dwanaście jej wymiarów: instytucje, infrastruktura, stabilność ekonomiczna, zdrowie i edukacja podstawowa, edukacja wyższa i szkolenia, efektywność dóbr rynkowych, efektywność rynku pracy, zaangażowanie rynku finansowego, gotowość technologiczna, rozmiary rynku, zaangażowanie biznesu oraz innowacje. Wymiar *Instytucji* opisuje struktury prawne kraju. W odniesieniu do instytucji publicznych dotyczy regulacji prawnych, poziomu biurokracji, korupcji, sprawiedliwości przy zawieraniu kontraktów publicznych, politycznej niezależności sędowniczej. W odniesieniu do instytucji prywatnych wymiar ten obejmuje etykę biznesową i stopień odpowiedzialności za sprawozdawczość finansową. *Infrastruktura* dotyczy dostępności usług telekomunikacyjnych, dróg, linii kolejowych, portów, lotnisk oraz zaopatrzenia w energię elektryczną. *Stabilność ekonomiczna* to przede wszystkim deficit rządowy,

oszczędności narodowe, inflacja, stopy procentowe i dług państwowy. *Zdrowie i edukacja podstawowa* skupia się na pomiarze zapadalności na różne choroby i ich ekonomicznych skutkach, śmiertelności noworodków, oczekiwanej długości życia oraz jakości edukacji podstawowej. *Edukacja wyższa i szkolenia* charakteryzuje jakość edukacji wyższej, obciążenie szkół wyższych oraz szkolenia pracownicze. *Efektywność dóbr rynkowych* oceniana jest głównie przez zasady konkurencji miejscowej i zagranicznej oraz jakość popytu, natomiast *efektywność rynku pracy* obejmuje umiejętność dostosowywania się do zmian obserwowanych na rynku pracy i efektywne wykorzystanie talentów. *Zaangażowanie rynku finansowego* to w głównej mierze dostępność kapitału (akcje, pożyczki, venture capital itd.) oraz wiarygodność instytucji finansowych (giełdy, banki itp.). *Gotowość technologiczna* odzwierciedlana jest przez dostęp do nowoczesnych technologii, stopień absorpcji technologii na poziomie przedsiębiorstw, transfer technologii, liczbę użytkowników telefonów komórkowych, Internetu i komputerów osobistych. Wymiar *rozmiary rynku* obejmuje zarówno rozmiary rynku lokalnego, jak i zagranicznego. *Zaangażowanie biznesu* to głównie lokalni dostawcy (w aspekcie ilościowym i jakościowym), stopień rozwoju klastrów oraz strategie firmowe. *Innowacje* dotyczą jakości instytucji badań naukowych, wydatków prywatnych na badania i rozwój, współpracy badawczej przemysłu z sektorem naukowym, stopnia absorpcji innowacji, dostępu do kadry naukowej i inżynierów, patentów użytkowych i ochrony własności intelektualnej.

Powyższe podejście do analizy konkurencyjności krajów wykorzystano w swoich badaniach nad konkurencyjnością regionu również **Annoni i Kozovska [2010]**. Z listy wymiarów autorki usunęły efektywność dóbr rynkowych oraz zaangażowanie rynku finansowego, i odseparowały wymiar zdrowia i edukacji podstawowej. W ten sposób ostatecznie wyróżniają jedenaście wymiarów konkurencyjności regionu: instytucje, stabilność ekonomiczną, infrastrukturę, zdrowie, jakość edukacji podstawowej i ponadpodstawowej, edukację wyższą i szkolenia, efektywność rynku pracy, rozmiary rynku, zaangażowanie biznesowe, innowacje i ostatni wymiar – gotowość technologiczną. Choć autorki nie analizują konkurencyjności regionu od strony czynników i wyników, to zwracają uwagę, że każdemu z wyodrębnionych wymiarów można przypisać charakter nakładu lub wyniku. Przez „nakłady” rozumieją te wymiary, które opisują „siły napędzające konkurencyjność” (ang. driving forces of competitiveness), a które nazywane są długookresowym potencjałem. Wyniki z kolei to te wymiary, które

charakteryzują rezultaty (bezpośrednie i pośrednie) społeczne i ekonomiczne, i zalicza się do nich: efektywność rynku pracy, rozmiary rynku, zaangażowanie biznesowe i innowacje.

Zupełnie odmienne podejście do analizy konkurencyjności prezentuje **Komisja Europejska [1999]**, która utożsamia konkurencyjność regionu jedynie z rezultatami o charakterze gospodarczym. Wyróżnia natomiast cztery jej czynniki, które – zgodnie z tym podejściem – wpływają na poziom konkurencyjności. Należą do nich: struktura aktywności gospodarczej, stopień aktywności innowacyjnej, dostępność regionalna, umiejętności na rynku pracy. *Struktura aktywności gospodarczej* dotyczy głównie proporcji zatrudnienia w różnych sektorach gospodarczych: rolnictwie, przemyśle czy usługach (rynkowych i nierynkowych). *Stopień aktywności innowacyjnej* to przede wszystkim aplikacje patentowe, natomiast *peryferyjność regionu* obejmuje jakość infrastruktury drogowej. *Umiejętności na rynku pracy* odnoszą się do zatrudnienia osób o różnym stopniu wykształcenia: wysokim (ukończona szkoła wyższa), średnim (ukończona szkoła ponadgimnazjalna) i niskim (ukończona tylko szkoła podstawowa).

Podejście Komisji Europejskiej zastosowała w swoich badaniach nad determinantami konkurencyjności regionów Polski Wschodniej **Wosiek [2010]**. Wyniki badań pozwalają wskazać dwa główne jej czynniki: sektorową strukturę zatrudnienia oraz sektorową wydajność pracy.

Wyodrębnienie w ramach konkurencyjności regionu wymiarów pozwala dokładniej określić jej zakres oraz stanowi podwaliny dla jej pomiaru. Jak zauważają Gomułka i Czajkowski [2008], „konkurencyjność międzynarodowa państwa nie jest bezpośrednio mierzalną kategorią ekonomiczną. Nie posiada realizacji liczbowych ani jednostki miary. Jest raczej konglomeratem szeregu mierzalnych i obserwowalnych zjawisk” [Gomułka i Czajkowski 2008, s. 17]. Pomimo, że zaprezentowane wcześniej wymiary są nieobserwowalne bezpośrednio, to ich złożoność jest dużo mniejsza niż złożoność samej konkurencyjności. Pomiar konkurencyjności regionu zatem, podobnie jak pomiar kapitału intelektualnego regionu, odbywa się dwuetapowo. Najpierw do każdego wymiaru przypisuje się zestaw wskaźników, które w jego obrębie są poddawane agregacji. Po oszacowaniu wartości tych kilku mierników syntetycznych są one agregowane i prezentowane w postaci jednego miernika odpowiadającego poziomowi konkurencyjności ogółem. Najczęściej stosowaną metodą jest średnia ważona [Annoni i Kozovska 2010; Sala-i-Martin i in. 2009; IMD World Competitiveness Center 2013b].

W literaturze dostępne są też prace, w których do oszacowania poziomu konkurencyjności wykorzystuje się średnią arytmetyczną [Annoni i Kozovska 2010], analizę głównych składowych [Czyż 2009], analizę czynnikową [Huggins i Davies 2006], czy nawet metody z rodziny *DEA* [Huggins i Davies 2006].

Nie zawsze jednak przy szacowaniu poziomu konkurencyjności regionu bierze się pod uwagę wszystkie wyodrębnione w ramach struktury konkurencyjności wymiary. Przykładowo, Huggins i Davies [2006] proponują oszacowanie konkurencyjności jedynie na podstawie trzech z pięciu wyodrębnionych wymiarów: kreatywności, infrastruktury i komunikacji oraz sytuacji gospodarczej. Uważają oni bowiem, że wyróżnione przez nich wymiary edukacji i zatrudnienia wysoko kwalifikowanych pracowników nie świadczą o poziomie konkurencyjności, a jedynie pozostają z nią w relacji.

W literaturze dostrzec można również stanowiska propagujące ocenę konkurencyjności jedynie przez pryzmat „rezultatu” konkurowania. Dunning, Bannerman i Lundan [1998] uważają nawet, że konkurencyjność oznacza możliwość porównania sytuacji gospodarczej wybranych jednostek bez wyjaśnienia przyczyn różnic występujących między nimi. Gomułka i Czajkowski [2008] są zdania, że jedynie rezultaty pokazują, czy w danym okresie jednostka była zdolna do konkurowania czy nie, a wymiarów zdolności konkurencyjnej regionu (czyli czynników konkurencyjności) nie da się zmierzyć. Nowicki [2008] z kolei uważa, że osiągnięcie zamierzonych rezultatów jakimi są np. rosnące standardy życia czy wysoki poziom realnych dochodów jest cechą wspólną szeregu definicji konkurencyjności, co dodatkowo przemawia za takim sposobem pomiaru konkurencyjności regionu. Autor zaznacza jednak, że analiza czynników konkurencyjności jest istotna, ponieważ umożliwia wytłumaczenie tego, co leży u jej podstaw. Komisja Europejska [1999] do opisu konkurencyjności regionu stosuje jedynie wskaźnik PKB na mieszkańca. Wyodrębnione wymiary traktuje jedynie jako czynniki konkurencyjności i wykorzystuje je w celu uzasadnienia zmian poziomu PKB na mieszkańca¹⁰. Podobnego zdania są Golejewska i Gajda [2012] oraz Czyż [2009]. Golejewska i Gajda [2012] uważają, że tylko podejście uwzględniające zarówno wyniki gospodarcze, jak i czynniki konkurencyjności regionu pozwala trafnie wskazać wymiary determinujące jego pozycję konkurencyjną. Czyż [2009] uważa, że „u podstaw opisu

¹⁰ Przeprowadzona dekompozycja tego wskaźnika pozwala wymienić jeszcze dwa równie dobrze odzwierciedlające jej poziom wskaźniki wydajności pracy oraz zatrudnienia [Komisja Europejska 1999, s. 75].

konkurencyjności leży określenie specyficznych właściwości gospodarczych i społecznych regionu, które decydują o jego przewadze na innymi regionami i wyznaczają konkurencyjność regionu. Dobór tych właściwości (cech) i wyodrębnienie ich wymiarów, nawiązuje do charakterystyki konkurencyjności w kategoriach czynników konkurencyjności i korzyści, jakie region odnosi z tytułu efektów wywołanych przez oddziaływanie czynników konkurencyjności” [Czyż 2009, s. 4].

Podsumowując:

- Zdefiniowanie struktury pojęcia konkurencyjności regionu sprowadza się do wyodrębnienia nieobserwowalnych bezpośrednio – mniej złożonych od samej konkurencyjności – jej wymiarów;
- Pomiar konkurencyjności regionu sprowadza się do oszacowania wartości miernika syntetycznego. Po przypisaniu do każdego wymiaru zestawu wskaźników pomiar przebiega dwuetapowo przez:
 - oszacowanie poziomu poszczególnych wymiarów konkurencyjności (agregacja wskaźników w obrębie każdego z wymiarów),
 - oszacowanie poziomu konkurencyjności regionu ogółem (agregacja oszacowanych wcześniej wartości miar wymiarów konkurencyjności);
- Poszczególnym wymiarom konkurencyjności przypisuje się charakter czynników i wyników. Oznacza to, że niektóre z nich mogą odzwierciedlać zdolność regionu do osiągnięcia zamierzonego rezultatu (czynniki konkurencyjności lub inaczej zdolność konkurencyjna), natomiast inne – rezultat tej zdolności (wyniki konkurencyjności – pozycja konkurencyjna regionu);
- W literaturze dostrzec można również podejścia, w których nie wszystkie wymiary brane są pod uwagę przy ocenie poziomu konkurencyjności regionu. Niektóre z nich są pomijane w procesie pomiaru, ponieważ traktowane są jako determinanty konkurencyjności nieświadczące bezpośrednio o jej poziomie;
- Wybór wymiarów, które odzwierciedlają konkurencyjność regionu jest sprawą dyskusyjną. W literaturze spotkać można stanowiska, w których konkurencyjność ocenia się przez pryzmat:
 - jednocześnie czynników i rezultatów konkurencyjności regionu,
 - jedynie rezultatów konkurencyjności regionu. Jest to jednoznaczne z oceną pozycji konkurencyjnej regionu.

2.3. Kapitał intelektualny a konkurencyjność czynnikowa i wynikowa regionu

Kapitał intelektualny regionu oraz jego konkurencyjność nie są zjawiskami, które funkcjonują w regionie niezależnie od siebie. Kapitał intelektualny regionu coraz częściej postrzegany jest jako czynnik konkurencyjności tego regionu. Przykładowo, Brocka-Palacz [2008] zwraca uwagę, że kapitał intelektualny jest tym czynnikiem, któremu – obok zdolności do przyciągania zagranicznych inwestycji – w literaturze dotyczącej konkurencyjności międzynarodowej powinno poświęcać się szczególną uwagę. Florczak [2007] z kolei zauważa, że czynniki jakościowe, takie jak: kapitał ludzki, postęp techniczny i uwarunkowania instytucjonalne – obok czynników ilościowych – powinny być i są głównymi determinantami konkurencyjności gospodarek. Czyż [2009] wśród czynników konkurencyjności wymienia m.in. kapitał ludzki i społeczny, które w literaturze uznaje się za jeden z komponentów kapitału intelektualnego regionu.

Umieszczenie kapitału intelektualnego regionu w teorii konkurencyjności regionu jest łatwiejsze ze względu na konstrukcję większości definicji konkurencyjności¹¹. Pozwalają one bowiem wyróżnić dwa główne jej typy: konkurencyjność czynnikową i wynikową regionu. Konkurencyjność czynnikowa regionu – inaczej jego zdolność konkurencyjna lub potencjał konkurencyjny – utożsamiana jest właśnie z kapitałem intelektualnym tego regionu. Drugi typ konkurencyjności – konkurencyjność wynikowa regionu – odnosi się do „rezultatu” tej zdolności konkurencyjnej i utożsamiany jest z szeroko rozumianą sytuacją gospodarczą tego regionu. Zauważmy również, że w literaturze dotyczącej kapitału intelektualnego regionu, sam kapitał intelektualny jest postrzegany jako zasób determinujący poziom różnych zjawisk (np. bogactwo regionu, wzrost gospodarczy, kreowanie bogactwa, dobrobyt społeczny, czy kapitał finansowy). Analiza literatury pod kątem pomiaru tych zjawisk oraz pomiaru „rezultatów” konkurencyjności (konkurencyjności wynikowej regionu) wskazuje na pewną jednorodność wykorzystywanych do ich opisu wskaźników. Większość wskaźników opisujących „rezultaty” konkurencyjności regionu używana jest bowiem również w literaturze kapitału intelektualnego do opisu zjawisk, z punktu widzenia których jest on oceniany. Wskaźniki te to m.in.: PKB na mieszkańca, wydajność pracy mierzona PKB na pracującego

¹¹ Konkurencyjność regionu to krótko zdolność tego regionu do osiągnięcia określonego rezultatu.

lub wartością dodaną brutto na pracującego, stopa zatrudnienia, wynagrodzenia czy stopa bezrobocia (tabela 2.1).

Tabela 2.1. Zestawienie przykładowych wskaźników wykorzystywanych do pomiaru konkurencyjności wynikowej regionu

Wskaźniki konkurencyjności wynikowej	
Bieńkowski [2008]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca* 2. udziału eksportu w produkcji sprzedanej przemysłu 3. zagraniczny kapitał podstawowy na pracującego
Czyż [2009]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca* 2. wzrost PKB na mieszkańca 3. wartość dodana brutto na pracującego* 4. wzrost wartości dodanej brutto na pracującego 5. stopa zatrudnienia* 6. stosunek wzrostu wynagrodzeń do wzrostu zatrudnienia 7. wartość eksportu na mieszkańca 8. wartość eksportu do 26 krajów UE na mieszkańca 9. kapitał zagraniczny na 10 tys. mieszkańców 10. spółki z udziałem kapitału zagranicznego na 10 tys. mieszkańców 11. kapitał podstawowy przypadający na spółkę z udziałem kapitału zagranicznego 12. wskaźnik dynamiki wzrostu kapitału zagranicznego
Komisja Europejska [1999], Wosiek [2010]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca* 2. wydajność pracy – PKB na pracującego* 3. stopa zatrudnienia*
Nowicki [2008]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca* 2. udział eksportu w produkcji sprzedanej przemysłu 3. zagraniczny kapitał podstawowy na mieszkańca
Golejewska i Gajda [2012]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca*
Radło [2008]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca* 2. wskaźniki wydajności pracy: <ol style="list-style-type: none"> a. PKB na pracującego* b. wartość dodana brutto na pracującego* 3. wskaźniki udziału w handlu
Weresa [2008]	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca* 2. wynagrodzenia* 3. poziom inflacji 4. stopa bezrobocia* 5. udział deficytu obrotów bieżących w PKB 6. udział deficytu budżetowego w PKB 7. przewagi w handlu zagranicznym - średnia wartość wskaźników RCA 8. atrakcyjność inwestycyjna dla napływu kapitału (BIZ) 9. atrakcyjność dla napływu siły roboczej – salda migracji 10. wskaźnik ujawnionych przewag technologicznych (innowacyjnych)

*wskaźniki wykorzystywane do pomiaru zjawisk, z punktu widzenia których ocenia się kapitał intelektualny regionu

Źródło: opracowanie własne.

Powyższe spostrzeżenia potwierdzają zatem słuszność analizy kapitału intelektualnego regionu z punktu widzenia jego konkurencyjności wynikowej, czyli pozycji konkurencyjnej tego regionu. Ponadto złożony, nieobserwowalny bezpośrednio oraz wielowymiarowy charakter obu tych zjawisk skutkuje występowaniem wielu cech wspólnych w zakresie badania ich natury. Przeprowadzona wcześniej analiza literatury pozwala wskazać najważniejsze z nich:

- zarówno kapitał intelektualny regionu, jak i jego konkurencyjność są postrzegane jako zjawiska wielowymiarowe i nieobserwowalne bezpośrednio,
- nie zostały one jak dotąd w sposób jednoznaczny i powszechnie akceptowalny zdefiniowane,
- w obu przypadkach zachodzi konieczność określenia struktury zjawiska. Wyodrębnione komponenty w literaturze dotyczącej kapitału intelektualnego regionu noszą nazwę komponentów kapitału intelektualnego, natomiast w literaturze dotyczącej konkurencyjności regionu – wymiarów konkurencyjności,
- syntetyczny pomiar obu zjawisk odbywa się zwykle przez agregację wskaźników przy użyciu metod wielowymiarowej analizy porównawczej. Może on przebiegać bezpośrednio przez agregację wszystkich wskaźników opisujących poziom tych zjawisk lub pośrednio przez agregację wskaźników w obrębie komponentów kapitału intelektualnego regionu (wymiarów konkurencyjności), a następnie agregację oszacowanych miar poziomów tych komponentów (wymiarów).

Rozdział 3.

Model pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu

Głównym celem rozprawy jest zaproponowanie modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu. Składa się na niego sposób postrzegania i analizy kapitału intelektualnego regionu, a więc jego definicja, wynikająca z tej definicji struktura, a także sposób pomiaru jego poziomu oraz efektywności wykorzystania. Region oznacza w pracy zarówno kraj, jak i każdą mniejszą od niego jednostkę podziału administracyjnego, czyli województwo, powiat, gminę, miasto. Proponowany model ma umożliwić analizę porównawczą poziomu kapitału intelektualnego regionów w ujęciu przestrzennym lub/i czasowym. Ma też wesprzeć procesy zarządzania wykorzystaniem kapitału intelektualnego w tych regionach celem poprawy ich pozycji konkurencyjnej.

3.1. Kapitał intelektualny regionu i jego struktura

Punktem wyjścia konstrukcji modelu jest sformułowanie definicji kapitału intelektualnego regionu. Przesądza ona bowiem o przyjętej strukturze kapitału intelektualnego regionu, która z kolei stanowi podstawę do jego pomiaru i dalszej analizy. W rozprawie kapitał intelektualny regionu rozumiany jest zgodnie z definicją 3.1.

Definicja 3.1.

Kapitał intelektualny regionu to wszystkie nieobserwowalne bezpośrednio aktywa regionu, które mogą wpływać na pozycję konkurencyjną tego regionu. Są to między innymi umiejętności, kwalifikacje, stan zdrowia, osobowość mieszkańców regionu, wizerunek tego regionu, oraz możliwości jakie stwarza jego środowisko dla zamieszkania, rozwoju przedsiębiorczości, pracy oraz wypoczynku.

Kapitał intelektualny regionu oceniany jest w rozprawie z punktu widzenia jego pozycji konkurencyjnej. Konkurencyjność regionu rozumie się za Komisją Europejską [1999] jako zdolność regionu do generowania relatywnie wysokiego poziomu dochodu

i zatrudnienia. Pozycja konkurencyjna w sensie tej definicji oceniana jest głównie przez pryzmat bogactwa regionu oraz sytuacji na rynku pracy.

Sformułowanie definicji kapitału intelektualnego regionu pozwoliło na ustalenie trójstopniowej jego struktury (rysunek 3.1). Wyróżnia się nieobserwowalne bezpośrednio komponenty pierwszego, drugiego oraz trzeciego rzędu.

Komponenty pierwszego rzędu to kapitał ludzki i kapitał środowiskowy. Wśród pięciu komponentów drugiego rzędu trzy z nich (kapitał zdrowia, kapitał osobowościowy i kapitał wiedzy) odnoszą się do kapitału ludzkiego, dwa pozostałe (kapitał strukturalny i kapitał wizerunku) – do kapitału środowiskowego. Definicje wymienionych wyżej komponentów pierwszego i drugiego rzędu sformułowano poniżej.

Definicja 3.2.

Kapitał ludzki to predyspozycje mieszkańców do wykonywania powierzonych im zadań, czyli przykładowo ich zdolności, umiejętności, kwalifikacje, stan zdrowia czy osobowość.

Definicja 3.3.

Kapitał środowiskowy to wiedza i możliwości osadzone w środowisku regionu, czyli wszystkie nieobserwowalne bezpośrednio aktywa regionu z wykluczeniem predyspozycji jego mieszkańców. Kapitał środowiskowy regionu odzwierciedlany jest zatem przez jego wizerunek, infrastrukturę, środowisko naturalne, system oświaty, system służby zdrowia itd.

Definicja 3.4.

Kapitał zdrowia to stan zdrowia fizycznego i psychicznego mieszkańców regionu, od którego zależy ich samopoczucie, dyspozycyjność oraz sposób zachowania.

Definicja 3.5.

Kapitał osobowościowy to wrodzone cechy mieszkańców regionu oraz ich zdolności warunkujące jakość relacji społecznych oraz podejmowanych aktywności.

Definicja 3.6.

Kapitał wiedzy to ogół wiedzy, umiejętności i kwalifikacji mieszkańców regionu nabywanych na drodze edukacji zawodowej.

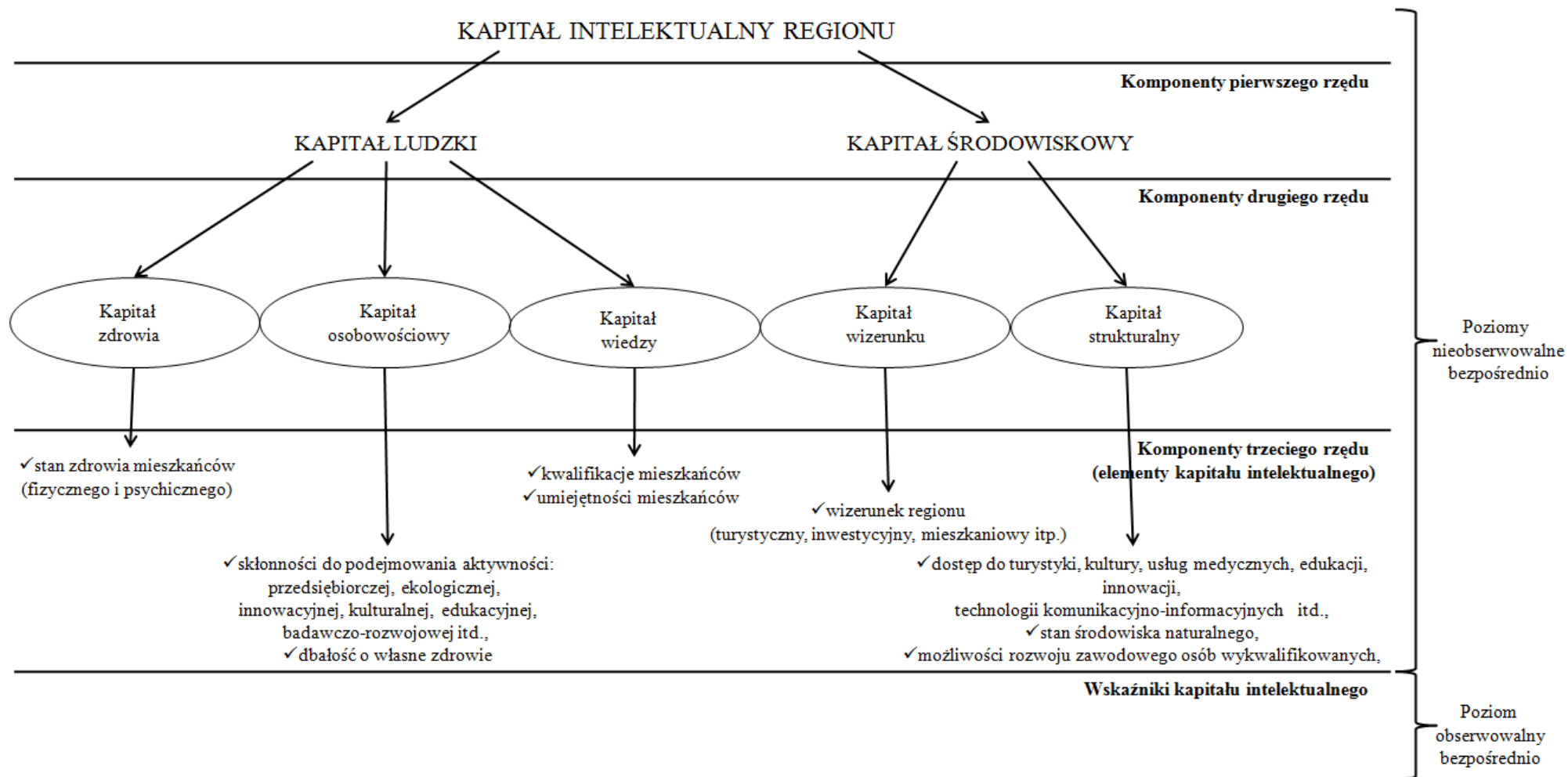
Definicja 3.7.

Kapitał wizerunku to nieobserwowalne bezpośrednio aktywa osadzone w marce regionu, czyli postrzeganiu go przez inne regiony jako atrakcyjnego „partnera”.

Definicja 3.8.

Kapitał strukturalny to nieobserwowalne bezpośrednio aktywa osadzone przykładowo w infrastrukturze regionu, środowisku naturalnym, systemie oświaty czy systemie służby zdrowia.

Na zdefiniowane wyżej komponenty drugiego rzędu składają się nieobserwowalne bezpośrednio komponenty trzeciego rzędu nazywane tutaj krótko elementami kapitału intelektualnego regionu. Są one najmniej złożonymi komponentami kapitału intelektualnego regionu. Każdy z wyróżnionych elementów opisywany jest za pomocą zestawu obserwowalnych wskaźników. Na liczbę wskaźników wpływa przede wszystkim przyjęty w badaniu stopień złożoności wyróżnionych elementów. Nie bez znaczenia jest w tym przypadku również dostępność danych statystycznych. Opisana struktura kapitału intelektualnego regionu przedstawiona została na rysunku 3.1, a wymienione tam elementy kapitału intelektualnego regionu są elementami przykładowymi.



Rysunek 3.1. Przyjęta struktura kapitału intelektualnego regionu

Źródło: opracowanie własne.

Kapitał intelektualny regionu w rozumieniu definicji 3.1 posiada cechy, które są mu przypisywane w większości podejść, a mianowicie:

- zarówno kapitał intelektualny regionu, jak i składające się na niego komponenty są zjawiskami złożonymi i wielowymiarowymi,
- kapitał intelektualny nie wpływa na pozycję konkurencyjną regionu bezwarunkowo. Istnienie takiej relacji powinno zostać poddane weryfikacji, ponieważ zależy od wielu czynników.

Do podstawowych cech wyróżniających przyjętą definicję i strukturę zaliczyć należy:

- przypisanie aktywom kapitału intelektualnego charakteru bezpośredniej nieobserwowalności w miejsce charakteru niematerialnego. W literaturze zwykle uważa się, że aktywa kapitału intelektualnego regionu mają charakter niematerialny, choć spotkać można też stanowiska przypisujące im charakter materialny [Schiuma, Lerro i Carlucci 2008]. W rozprawie przyjęto, że komponenty kapitału intelektualnego są nieobserwowalne bezpośrednio i mogą być konstruktami materialnych i mierzalnych aktywów (np. dostęp do infrastruktury regionu). Uważa się bowiem, że bezpośrednia nieobserwowalność jest terminem szerszym niż sama niematerialność. Oznacza to, że każdy niematerialny komponent jest zarazem nieobserwowalny bezpośrednio, ale nie na odwrót,
- ocena kapitału intelektualnego regionu z punktu widzenia jego pozycji konkurencyjnej. Jak zauważono w podrozdziale 2.1, ocena konkurencyjności dokonana przez pryzmat „rezultatu” konkurowania jest równoznaczna z oceną jego pozycji konkurencyjnej. Wśród „rezultatów” konkurowania wymienia się zjawiska (np. wzrost gospodarczy, rozwój gospodarczy, jakość życia jego mieszkańców, korzyści materialne, czy kapitał finansowy), które nierzadko stanowią w literaturze punkt odniesienia przy ocenie kapitału intelektualnego regionu. Ponadto, jak podkreślają Andriessen i Stam [2008], „wejście do środka pozycji konkurencyjnej” jest główną motywacją do pomiaru kapitału intelektualnego. Pomaga ono bowiem rozwijać politykę przez wskazanie kierunku przyszłego rozwoju gospodarczego,
- ujęcie w strukturze kapitału intelektualnego regionu niekompletnego stopnia podziału – elementów kapitału intelektualnego. Dostępne w literaturze podejścia do struktury kapitału intelektualnego regionu zwykle obejmują podziały kompletne. Oznacza to, że wszystkie aktywa wchodzące w skład kapitału intelektualnego regionu da się zaklasyfikować do któregoś z wyodrębnionych komponentów. Struktura taka

jednak zwykle zawiera komponenty o relatywnie wysokiej złożoności. Powoduje to, że wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych badań na takim stopniu struktury są bardzo ogólne i charakteryzują się niskim stopniem zastosowania praktycznego. W rozprawie proponuje się prowadzenie badań z wykorzystaniem elementów kapitału intelektualnego regionu. Ich złożoność można samodzielnie regulować w zależności od celu prowadzonego badania. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie wyników mających bezpośrednie zastosowanie praktyczne. Poza tym proponowane podejście nie przekreśla pomiaru kapitału intelektualnego również na pozostałych, kompletnych stopniach struktury (rysunek 3.1), gdzie komponenty zakresem zbliżone są do tych analizowanych w literaturze.

3.2. Etapy tworzenia modelu

Tworzenie modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu obejmuje trzy główne etapy. Są to:

1. analiza relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy elementami kapitału intelektualnego oraz ich wpływu na pozycję konkurencyjną regionu:
 - a. identyfikacja elementów kapitału intelektualnego istotnych z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej regionu (czynników konkurencyjności),
 - b. selekcja wskaźników najtrafniej opisujących ich poziom,
 - c. ocena siły wpływu elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną regionu,
2. analiza efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu:
 - a. identyfikacja tzw. strategicznych procesów gospodarczych,
 - b. oszacowanie ich efektywności, czyli efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego regionu (czynników konkurencyjności),
 - c. identyfikacja źródeł nieefektywnego wykorzystania elementów kapitału intelektualnego regionu,
3. pomiar kapitału intelektualnego regionu:
 - a. przez oszacowanie średniej ważonej zaobserwowanych wartości wskaźników,

- b. przez oszacowanie średniej ważonej wartości wskaźników skorygowanych współczynnikiem efektywności.

Pierwszy etap konstrukcji modelu daje możliwość weryfikacji, czy w danym okresie w badanych regionach kapitał intelektualny wpływał istotnie na ich pozycję konkurencyjną. Jeśli tak, to możliwe jest również wskazanie kluczowych z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej regionu elementów kapitału intelektualnego. Zakłada się przy tym, że mogą one wpływać na pozycję konkurencyjną w sposób pośredni lub/i bezpośredni, wchodząc we wzajemne relacje przyczynowo-skutkowe. Wszystkie elementy kapitału intelektualnego, które w sposób pośredni lub/i bezpośredni wpływają na pozycję konkurencyjną regionu to czynniki konkurencyjności.

W konstrukcji proponowanego modelu kluczową rolę pełni, oprócz identyfikacji elementów kapitału intelektualnego będących czynnikami konkurencyjności, przypisanie do każdego z nich oraz do pozycji konkurencyjnej zestawu wskaźników opisujących ich poziom. Wstępny dobór wskaźników odbywa się na podstawie literatury oraz intuicji prowadzącego badanie. Na etapie analizy empirycznej istotność poszczególnych wskaźników poddawana jest weryfikacji za pomocą odpowiednio dobranej metody. W pracy narzędziem wykorzystywanym do analizy relacji przyczynowo-skutkowych pomiędzy nieobserwowalnymi bezpośrednio elementami kapitału intelektualnego regionu jest modelowanie równań strukturalnych *SEM*.

Skomplikowane relacje przyczynowo-skutkowe, w celu większej przejrzystości, prezentowane są graficznie w postaci diagramu ścieżkowego. Nieobserwowalne bezpośrednio elementy kapitału intelektualnego (czynniki konkurencyjności) na diagramie połączone są strzałkami, których grot wskazuje kierunek łączącej je relacji. Pokazuje on, które elementy powiązane daną relacją stanowią przyczynę, a które skutek. Elementy te tworzą łańcuchy przyczynowo-skutkowe, na których końcu znajduje się pozycja konkurencyjna regionu. Oprócz relacji pomiędzy elementami kapitału intelektualnego, na diagramie umieszczone są informacje o sile tych relacji i opisujących te elementy wskaźnikach, ich istotności oraz udziale w tworzeniu poziomu elementu kapitału intelektualnego, którego poziom opisują.

Kolejnym etapem konstrukcji modelu jest oszacowanie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu. Punktem wyjścia jest tutaj zdefiniowanie tzw. strategicznego procesu gospodarczego, który rozumiany jest zgodnie z poniższą definicją.

Definicja 3.9.

Strategiczny proces gospodarczy to proces wykorzystania elementu kapitału intelektualnego będącego czynnikiem konkurencyjności.

Proces taki traktowany jest jako relacja przyczynowo-skutkowa, w której wykorzystywany element kapitału intelektualnego odgrywa rolę przyczyny, podczas gdy elementy utworzone – rolę skutków. Strategiczny proces gospodarczy wyznaczany jest zatem przez każdy element kapitału intelektualnego regionu będący czynnikiem konkurencyjności regionu i pełniący w łańcuchu relacji przyczynowo-skutkowych rolę przyczyny. Oszacowanie efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego regionu sprowadza się do oszacowania efektywności strategicznych procesów gospodarczych.

W celu oszacowania efektywności strategicznego procesu gospodarczego proponuje się wykorzystanie nieparametrycznej, granicznej metody *SBM* należącej do rodziny *DEA*. Efektywność strategicznego procesu gospodarczego rozumiana jest zatem zgodnie z definicją 3.10.

Definicja 3.10.

Efektywność strategicznego procesu gospodarczego to stosunek minimalnych nakładów oceniających poziom wykorzystywanego w tym procesie elementu kapitału intelektualnego regionu (czynnika konkurencyjności) możliwych do wykorzystania w stosunku do nakładów faktycznie poniesionych w celu wytworzenia określonego poziomu rezultatów.

Rolę nakładów w strategicznym procesie gospodarczym pełnią wskaźniki opisujące wykorzystywany element kapitału intelektualnego, natomiast rolę rezultatów – wskaźniki opisujące elementy kapitału intelektualnego będące jego skutkiem w strategicznym procesie gospodarczym lub/i wskaźniki opisujące pozycję konkurencyjną regionu, o ile wykorzystywany element wpływa na nią bezpośrednio. Zakłada się ponadto, że nakłady (wskaźniki) charakteryzujące poziom elementu kapitału intelektualnego mogą być wykorzystane z różną efektywnością. Efektywność wykorzystania elementu kapitału intelektualnego regionu to uśredniona efektywność wykorzystywania nakładów (wskaźników) opisujących go.

Na tym etapie konstrukcji modelu możliwe jest już:

- sprawdzenie, jak analizowane regiony wypadają na tle innych pod względem efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego,
- zidentyfikowanie przyczyn w sytuacji nieefektywnego ich wykorzystania,
- analiza wpływu efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego regionów na ich pozycję konkurencyjną.

Trzeci etap konstrukcji modelu polega na syntetycznym pomiarze kapitału intelektualnego regionu. Proponuje się, aby poziom kapitału intelektualnego oszacować nie tylko jako średnią ważoną zaobserwowanych wartości wskaźników, ale również jako średnią ważoną wskaźników skorygowanych efektywnością ich wykorzystania. Skorygowane wartości wskaźników informują o tym, jaki poziom poszczególnych nakładów wystarczyłby w danym regionie do wytworzenia takiego samego poziomu rezultatów. Skorygowaną wartość wskaźnika szacuje się według wzoru:

$$\forall_{i=1,\dots,I} \forall_{t=1,\dots,T} sx_{i,t} = \rho_{i,t} x_{i,t}, \quad (3.1)$$

gdzie:

$sx_{i,t}$ – wartość i -tego wskaźnika dla obiektu t -tego skorygowana efektywnością jego wykorzystania,

$\rho_{i,t}$ – współczynnik efektywności wykorzystania i -tego wskaźnika przez obiekt t -ty,

$x_{i,t}$ – zaobserwowana wartość i -tego wskaźnika dla obiektu t -tego.

Zakłada się ponadto, że wagi użyte do szacowania wartości miernika syntetycznego powinny uwzględniać udział poszczególnych wskaźników w tworzeniu poziomu elementu kapitału intelektualnego regionu (czynnika konkurencyjności), którego poziom opisują oraz siłę wpływu tego elementu na pozycję konkurencyjną regionu.

Podsumowując:

- Kapitał intelektualny regionu postrzegany jest jako wszystkie nieobserwowalne bezpośrednio aktywa, które mogą wpływać na pozycję konkurencyjną regionu;
- Na trójstopniową strukturę kapitału intelektualnego regionu składają się:
 - dwa komponenty pierwszego rzędu: kapitał ludzki i kapitał środowiskowy,
 - łącznie pięć komponentów drugiego rzędu: kapitał wiedzy, zdrowia, osobowościowy, wizerunku i strukturalny. Trzy pierwsze z nich dotyczą kapitału ludzkiego, natomiast dwa pozostałe – kapitału środowiskowego,

- komponenty trzeciego rzędu nazywane są elementami kapitału intelektualnego i opisywane za pomocą mierzalnych wskaźników. Liczba wyróżnionych elementów kapitału intelektualnego może być różna i zależy od prowadzonego badania;
- Konstrukcja proponowanego modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu składa się z trzech kolejnych etapów:
 1. wyodrębnienie tych elementów kapitału intelektualnego regionu, które wpływają istotnie na jego pozycję konkurencyjną. Etap ten sprowadza się do:
 - wskazania tych elementów kapitału intelektualnego, które są istotne z punktu widzenia poprawy pozycji konkurencyjnej regionu, czyli identyfikacji czynników konkurencyjności,
 - zbadania relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy nimi,
 - oceny siły wpływu tych elementów na pozycję konkurencyjną regionu,
 - selekcji wskaźników najtrafniej opisujących ich poziom,
 - oceny udziału tych wskaźników w tworzeniu poziomu elementów kapitału intelektualnego regionu (czynników konkurencyjności),
 2. zidentyfikowanie strategicznych procesów gospodarczych i oszacowanie efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego regionu (czynników konkurencyjności). Na tym etapie dokonywane jest:
 - ustalenie przyczyny nieefektywnego wykorzystania poszczególnych elementów kapitału intelektualnego (czynników konkurencyjności) przez region,
 - oszacowanie skorygowanych wartości wskaźników kapitału intelektualnego regionu przez przemnożenie wartości zaobserwowanych przez przypisany do nich współczynnik efektywności,
 3. oszacowanie poziomu kapitału intelektualnego. Proponowane są dwa sposoby. Pierwszy sposób polega na oszacowaniu poziomu kapitału intelektualnego jako średniej ważonej zaobserwowanych wartości wskaźników, natomiast drugi – na oszacowaniu średniej ważonej wartości wskaźników skorygowanych współczynnikiem efektywności ich wykorzystania.

Rozdział 4.

Wybrane metody analizy kapitału intelektualnego regionu

Zarówno sam kapitał intelektualny, jak i wyróżniane jego komponenty, mają charakter złożony, wielowymiarowy. W literaturze analiza kapitału intelektualnego rozpoczyna się od syntetycznego pomiaru kapitału intelektualnego regionu. Do każdego wyróżnionego komponentu przypisuje się zestaw mierzalnych wskaźników, a następnie agreguje je do jednej bądź kilku miar syntetycznych. Liczba oszacowanych mierników syntetycznych zależy od tego, na jakim poziomie struktury pomiar jest dokonywany. Na koniec ocenie poddawany jest jego wpływ na któryś z wymienionych wcześniej zjawisk (np. na wzrost gospodarczy regionu, dobrobyt społeczny, kreowanie wartości, konkurencyjność, bogactwo, czy kapitał finansowy). Wadą takiego sposobu analizy kapitału intelektualnego regionu jest między innymi to, że trafność dobranych do jego opisu wskaźników nie jest w żaden sposób weryfikowana. W sytuacji złego doboru wskaźników, wnioski wyciągnięte z przeprowadzonej analizy mogą okazać się błędne.

W niniejszej rozprawie proponuje się, aby syntetyczny pomiar kapitału intelektualnego następował na końcu analizy, po ocenie relacji, w jakiej pozostaje z pozycją konkurencyjną regionu. Do pomiaru wykorzystywany jest miernik syntetyczny. Przed przystąpieniem do jego konstrukcji ustala się te elementy kapitału intelektualnego, które istotnie wpływają na pozycję konkurencyjną regionu. Spośród opisujących te elementy wskaźników do konstrukcji miernika syntetycznego wybiera się te, które istotnie kształtują poziom tych elementów.

Kolejne etapy konstrukcji modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu opisane zostały szczegółowo w rozdziale 3. Na pierwszym etapie konstrukcji modelu, w celu dokonania analizy relacji przyczynowo-skutkowych, wykorzystano modelowanie równań strukturalnych *SEM*. Na drugim etapie, w celu zbadania efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu – modele z rodziny *DEA*. W celu dokonania syntetycznego pomiaru kapitału intelektualnego regionu proponuje się wykorzystać narzędzia wielowymiarowej analizy porównawczej. Podstawy teoretyczne wymienionych metod ilościowych przedstawione są poniżej.

4.1. SEM jako narzędzie opisu relacji pomiędzy zmiennymi nieobserwowalnymi

Modelowanie równań strukturalnych SEM (ang. Structural Equation Modeling) to zestaw technik analizowania relacji zachodzących pomiędzy zmiennymi bezpośrednio nieobserwowalnymi. Zmienne te, nazywane często zmiennymi ukrytymi lub latentnymi mają charakter wielowymiarowy, w związku z czym ich opis za pomocą tylko jednego wskaźnika uznaje się za niewystarczający. Każdą zmienną ukrytą charakteryzuje się za pomocą wielu wskaźników, a jej poziom szacuje jako kombinację liniową ich wartości.

W związku z tym na SEM składają się dwa modele. Pierwszy z nich opisuje relacje zachodzące pomiędzy zmiennymi ukrytymi i nazywany jest modelem strukturalnym (definicja 4.1). Drugi model – tzw. model miary lub model pomiarowy – opisuje relacje pomiędzy zmienną ukrytą a wskaźnikami opisującymi jej poziom.

Definicja 4.1.

Model strukturalny to układ równań ekonometrycznych, opisujących relacje zachodzące pomiędzy zmiennymi ukrytymi.

Definicja 4.2.

Model pomiarowy lub *model miary* to równania prezentujące zależności pomiędzy zmienną ukrytą a wskaźnikami opisującymi jej poziom.

Niech K oznacza liczbę analizowanych zmiennych ukrytych. Załóżmy, że zmienność M zmiennych ukrytych (tzw. endogenicznych, $M < K$) da się wyjaśnić za pomocą wybranych pozostałych zmiennych (tzw. egzogenicznych). Zdefiniowany wyżej model strukturalny w postaci ogólnej można zapisać następująco:

$$fen = \alpha + A \cdot fen + B \cdot feg + \zeta, \quad (4.1)$$

gdzie:

fen – oznacza wektor tych zmiennych ukrytych, które odgrywają w modelu rolę zmiennych endogenicznych (o wymiarze M),

f_{eg} – wektor tych zmiennych ukrytych, które odgrywają w modelu rolę zmiennych egzogenicznych (o wymiarze $(K-M)$),

α – wektor wyrazów stałych (o wymiarze M),

A – macierz parametrów charakteryzujących wzajemny wpływ zmiennych ukrytych, które odgrywają w modelu rolę zmiennych endogenicznych (o wymiarze $M \times M$),

B – macierz parametrów charakteryzujących wpływ zmiennych ukrytych, które odgrywają w modelu rolę zmiennych egzogenicznych, na zmienne odgrywające w modelu rolę zmiennych endogenicznych (o wymiarze $M \times (K-M)$),

ζ – wektor składników losowych (o wymiarze M).

Każda z analizowanych zmiennych jest opisana za pomocą dwóch grup wskaźników.

Niech pierwsze $R(k)$ wskaźników – $x_{k,1}, x_{k,2}, \dots, x_{k,R(k)}$ oznaczają tzw. wskaźniki tworzące k -tą zmienną ukrytą, natomiast pozostałe $S(k)$ – $x_{k,R(k)+1}, x_{k,R(k)+2}, \dots, x_{k,R(k)+S(k)}$ – wskaźniki odzwierciedlające tę zmienną. Wskaźniki tworzące stosowane są wtedy, gdy dana zmienna ukryta jest syntetycznym konstruktem kilku pojedynczych niepowiązanych ze sobą zjawisk. Każde z tych zjawisk opisywane jest za pomocą innego wskaźnika. Mówi się, że zjawiska kształtują daną zmienną ukrytą, a wskaźniki tworzą jej poziom. Wskaźniki odzwierciedlające nie tworzą poziomu zmiennej ukrytej, a jedynie go mierzą.

Na zdefiniowany wyżej model miary składają się dwie relacje. Pierwsza z nich pozwala oszacować poziom poszczególnych zmiennych ukrytych i nazywana jest relacją wagową.

Definicja 4.3.

Relacja wagowa to równanie pozwalające oszacować poziom nieobserwowalnych zmiennych ukrytych.

Przy powyższych oznaczeniach zdefiniowana wyżej relacja wagowa ma następującą postać:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{n=1,2,\dots,N} f_{k,n} = \sum_{r=1}^{R(k)+S(k)} v_{k,r} x_{k,r,n}, \quad (4.2)$$

gdzie:

$f_{k,n}$ – n -ty poziom k -tej zmiennej ukrytej,

$x_{k,r,n}$ – n -ta obserwacja r -tego wskaźnika opisującego k -tą zmienną ukrytą,

$v_{k,r}$ – parametr relacji wagowej.

Druga relacja stosowana jest w odniesieniu do wskaźników o charakterze odzwierciedlającym i mierzy stopień odzwierciedlenia poziomu poszczególnych zmiennych ukrytych przez te wskaźniki. Nazywana jest relacją odzwierciedlenia.

Definicja 4.4.

Relacja odzwierciedlenia to równanie określające, w jakim stopniu wskaźnik mierzy poziom nieobserwowalnej zmiennej ukrytej.

Relację odzwierciedlenia opisuje równanie:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{s=1,2,\dots,S(k)} \forall_{n=1,2,\dots,N} x_{k,s,n}^O = p_{k,s,0} + p_{k,s,1} f_{k,n} + \varepsilon_{k,s,n}, \quad (4.3)$$

gdzie:

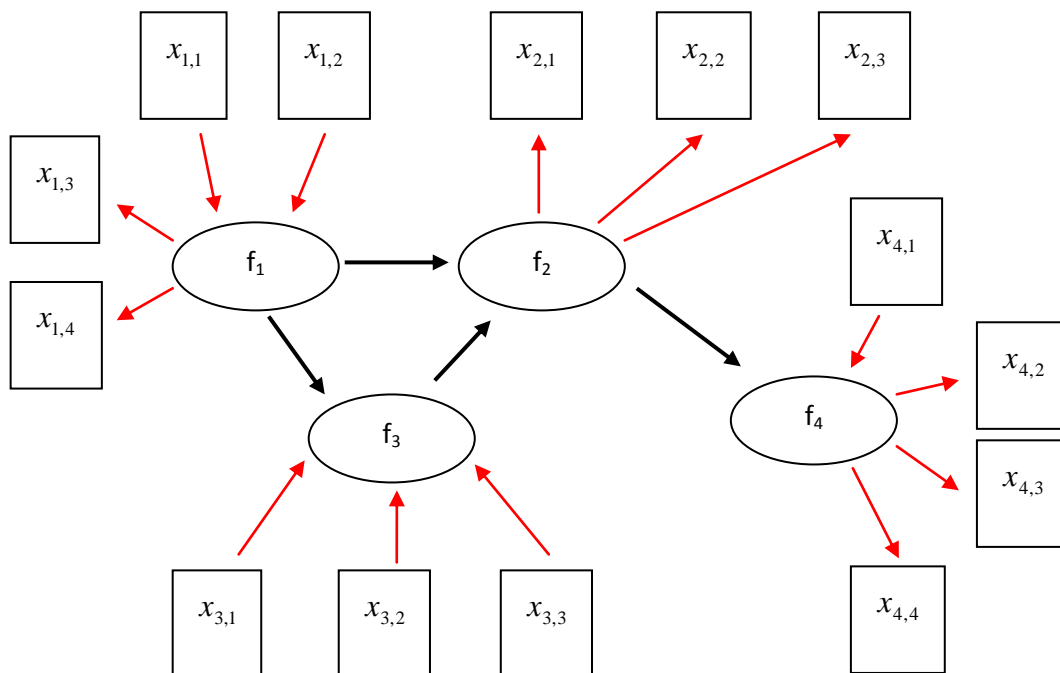
$\varepsilon_{k,s,n}$ – n -ty składnik losowy,

$p_{k,s,0}, p_{k,s,1}$ – parametry relacji odzwierciedlenia,

pozostałe oznaczenia jak wyżej.

Przykład (postać SEM)

Niech f_1, f_2, f_3, f_4 oznaczają zmienne ukryte. Zmienną f_1 opisują łącznie cztery wskaźniki: dwa tworzące $x_{1,1}, x_{1,2}$ oraz dwa odzwierciedlające $x_{1,3}, x_{1,4}$. Zmienna f_2 opisywana jest za pomocą trzech wskaźników odzwierciedlających $x_{2,1}, x_{2,2}, x_{2,3}$, natomiast f_3 – za pomocą trzech wskaźników tworzących $x_{3,1}, x_{3,2}, x_{3,3}$. Zmienną f_4 opisują trzy wskaźniki odzwierciedlające $x_{4,2}, x_{4,3}, x_{4,4}$ i jeden tworzący $x_{4,1}$.



Oznaczenia:

- nieobserwowalna bezpośrednio zmienna ukryta;
- obserwowalny wskaźnik opisujący poziom zmiennej ukrytej;
- relacja pomiędzy dwiema zmiennymi ukrytymi;
- relacja pomiędzy zmienną ukrytą a opisującym ją wskaźnikiem:
 - odzwierciedlającym;
 - tworzącym.

Rysunek 4.1. Przykładowy schemat relacji w SEM

Źródło: opracowanie własne.

Dla układu relacji zaprezentowanego na rysunku 4.1 model strukturalny (wzór 4.1) ma następującą postać:

$$\begin{matrix}
 \underbrace{f_2} & \underbrace{\alpha} & \underbrace{A} & \underbrace{f_2} & \underbrace{B} & \underbrace{f_1} & \underbrace{\zeta} \\
 \left[\begin{matrix} f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{matrix} \right] & = & \left[\begin{matrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{matrix} \right] & + & \left[\begin{matrix} 0 & a_{12} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & 0 & 0 \end{matrix} \right] \cdot \left[\begin{matrix} f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{matrix} \right] & + & \left[\begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ 0 \end{matrix} \right] \cdot f_1 & + & \left[\begin{matrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{matrix} \right],
 \end{matrix}$$

Relację wagową (wzór 4.2) zdefiniowaną dla każdej z czterech zmiennych ukrytych można zapisać następująco:

$$f_1 = v_{1,1}x_{1,1} + v_{1,2}x_{1,2} + v_{1,3}x_{1,3} + v_{1,4}x_{1,4},$$

$$f_2 = v_{2,1}x_{2,1} + v_{2,2}x_{2,2} + v_{2,3}x_{2,3},$$

$$f_3 = v_{3,1}x_{3,1} + v_{3,2}x_{3,2} + v_{3,3}x_{3,3},$$

$$f_4 = v_{4,1}x_{4,1} + v_{4,2}x_{4,2} + v_{4,3}x_{4,3} + v_{4,4}x_{4,4}.$$

Dla trzech zmiennych ukrytych (f_1, f_2, f_4) można zdefiniować relację odzwierciedlenia (wzór 4.3)¹²:

$$f_1: x_{1,3} = p_{1,3,0} + p_{1,3,1}f_1 + \varepsilon_{1,3}; x_{1,4} = p_{1,4,0} + p_{1,4,1}f_1 + \varepsilon_{1,4},$$

$$f_2: x_{2,1} = p_{2,1,0} + p_{2,1,1}f_2 + \varepsilon_{2,1}; x_{2,2} = p_{2,2,0} + p_{2,2,1}f_2 + \varepsilon_{2,2}; x_{2,3} = p_{2,3,0} + p_{2,3,1}f_2 + \varepsilon_{2,3},$$

$$f_4: x_{4,2} = p_{4,2,0} + p_{4,2,1}f_4 + \varepsilon_{4,2}; x_{4,3} = p_{4,3,0} + p_{4,3,1}f_4 + \varepsilon_{4,3}; x_{4,4} = p_{4,4,0} + p_{4,4,1}f_4 + \varepsilon_{4,4}.$$

Wykorzystanie *SEM* do analizy relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy zmiennymi ukrytymi opiera się na założeniu, że brak jest sprzężeń zwrotnych w łańcuchach relacji łączących poszczególne zmienne ukryte. Stąd macierz parametrów A stojąca przy wektorze zmiennych endogenicznych fen modelu strukturalnego we wzorze (4.1) jest macierzą sprowadzalną do macierzy trójkątnej.

Definicja 4.4.

SEM, w którym zakłada się brak sprzężeń zwrotnych w łańcuchach relacji pomiędzy zmiennymi ukrytymi i który pozwala na analizę relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy nimi nazywa się *analizą ścieżek PA* lub inaczej *modelowaniem ścieżek PM*.

Analiza relacji przyczynowo-skutkowych za pomocą *SEM* umożliwia nie tylko prezentację tych relacji w postaci tzw. diagramu ścieżkowego lub diagramu *SEM*, ale również ocenę wpływów bezpośrednich i pośrednich zmiennych ukrytych na inne zmienne ukryte występujące w łańcuchach relacji przyczynowo-skutkowych [Osińska 2008]. W tym celu szacuje się wartości tzw. współczynników wpływu całkowitego. Współczynniki równań w modelu wewnętrznym, to tzw. współczynniki bezpośredniego wpływu objaśniających zmiennych ukrytych na daną endogeniczną zmienną ukrytą. Objaśniające zmienne ukryte mogą oddziaływać na tę zmienną endogeniczną również pośrednio

¹² Wśród wskaźników opisujących poziom nieobserwowalnej bezpośrednio zmiennej ukrytej f_3 nie było ani jednego wskaźnika odzwierciedlającego (rysunek 4.1).

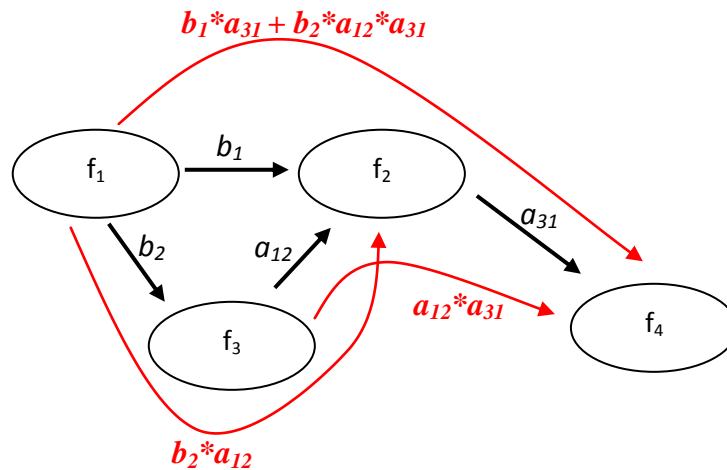
przez inne zmienne ukryte. Siłę tego oddziaływania określają tzw. współczynniki wpływu pośredniego. Suma wartości współczynników wpływu pośredniego i bezpośredniego to współczynnik wpływu całkowitego. Pozwala on ocenić, z jaką siłą poszczególne zmienne ukryte będące przyczyną (pośrednią lub/i bezpośrednią) dla endogenicznej zmiennej ukrytej wpływają na jej poziom. Procedurę szacowania wartości współczynników wpływu pośredniego wyjaśniono poniżej.

Przykład c.d. (szacowanie wartości współczynników wpływu całkowitego)

Weźmy pod uwagę endogeniczną zmienną ukrytą f_4 (rysunek 4.2). Jej poziom zależy od wszystkich pozostałych zmiennych ukrytych. Oddziałuje na nią bezpośrednio zmienna f_2 (z siłą a_{31}) oraz pośrednio zmienna f_3 – przez zmienną f_2 i zmienna f_1 – przez zmienną f_2 i f_3 . Na rysunku 4.2 zamieszczono schemat relacji w przykładowym modelu wewnętrznym *SEM*. Mając wartości współczynników wpływu pośredniego i bezpośredniego możliwe jest oszacowanie wartości współczynnika całkowitego wpływu jednej zmiennej ukrytej na inną.

Z rysunku 4.2 wynika, że współczynnik wpływu całkowitego:

- zmiennej f_1 na zmienną ukrytą f_2 wynosi $b_1 + b_2 * a_{12}$,
- zmiennej f_3 na zmienną ukrytą f_2 równy jest współczynnikowi wpływu bezpośredniego i wynosi a_{12} ,
- zmiennej f_1 na zmienną ukrytą f_3 równy jest współczynnikowi wpływu bezpośredniego wynosi b_2 ,
- zmiennej f_1 na zmienną ukrytą f_4 wynosi $b_1 * a_{31} + b_2 * a_{12} * a_{31}$,
- zmiennej f_2 na zmienną ukrytą f_4 równy jest współczynnikowi wpływu bezpośredniego i wynosi a_{31} ,
- zmiennej f_3 na zmienną ukrytą f_4 wynosi $a_{12} * a_{31}$.



Oznaczenia:

- **kolor czarny** – relacje bezpośrednie zachodzące pomiędzy zmiennymi ukrytymi i wartości współczynników wpływu bezpośredniego (współczynniki równań w modelu wewnętrznym SEM);
- **kolor czerwony** – relacje pośrednie zachodzące pomiędzy zmiennymi ukrytymi i wartości współczynników wpływu pośredniego.

Rysunek 4.2. Schemat wpływów pośrednich i bezpośrednich w SEM

Źródło: opracowanie własne.

W niniejszym podrozdziale opisano podstawy teoretyczne SEM, metodę PLS służącą do szacowania parametrów zdefiniowanych relacji, stosowane w literaturze miary oceny ich jakości, metodę ciecica Tukeya pozwalającą badać istotność zmiennych ukrytych oraz wskaźników opisujących ich poziom.

4.1.1. Szacowanie parametrów SEM

Szacowanie parametrów SEM dotyczy szacowania parametrów modelu pomiarowego oraz strukturalnego. Punktem wyjścia jest ustalenie relacji liniowych, w jakich pozostają zmienne ukryte, przypisanie do tych zmiennych ukrytych wskaźników opisujących ich poziom oraz ustalenie charakteru tych wskaźników (tworzący lub odzwierciedlający).

Istnieje wiele metod pozwalających na oszacowanie parametrów *SEM*. Większość z nich posiada jednak restrykcyjne założenia, których spełnienie w przypadku danych makroekonomicznych jest bardzo trudne, a niekiedy nawet niemożliwe [Gatnar 2003]. Rozwiązaniem jest technika iteracyjna wynaleziona w 1976 roku przez Wolda, nazywana metodą Częściowych Najmniejszych Kwadratów *PLS* (ang. Partial Least Squares). W metodzie tej brak jest założenia o niezależności zmiennych obserwowalnych, o ich rozkładzie, o rozkładzie składnika losowego, nie ma też ograniczeń co do wielkości próby oraz skali pomiaru [Rogowski 1990; Tenenhaus i in. 2005; Gatnar 2003; Vinzi i in. 2010]. Metoda ta pozwala oszacować parametry relacji wagowej przy uwzględnieniu zależności, jakie zachodzą pomiędzy zmiennymi ukrytymi oraz charakteru obserwowalnych wskaźników opisujących ich poziom. Mając oszacowania poziomu zmiennych ukrytych w celu oszacowania parametrów modelu wewnętrznego wykorzystuje się Klasyczną Metodę Najmniejszych Kwadratów *KMNK*, traktując poszczególne równania jako pojedyncze regresje. Parametry relacji odzwierciedlania (wzór 4.3) szacuje się również przy użyciu *KMNK*.

Definicja 4.5.

SEM, którego parametry szacuje się przy użyciu metody *PLS* określany jest w literaturze jako *modelowanie miękkie*.

W rozprawie skupiono się na opisanie metody *PLS*, ponieważ ta właśnie metoda posłużyła w części empirycznej do oszacowania parametrów relacji wagowej. Zdefiniowany wcześniej model miary lub model pomiarowy nazywany jest w terminologii *PLS* modelem zewnętrznym, natomiast model strukturalny – modelem wewnętrznym. Stąd w dalszej części rozprawy model pomiarowy i model strukturalny nazywane będą odpowiednio modelem zewnętrznym i wewnętrznym.

Założmy, że dostępnych jest N obserwacji wskaźników opisujących poszczególne zmienne ukryte. Ponadto niech $x_{k,1,n}, x_{k,2,n}, x_{k,3,n}, \dots, x_{k,R(k),n}, x_{k,R(k)+1,n}, \dots, x_{k,R(k)+S(k),n}$ ($n=1,2,\dots,N; k=1,2,\dots,K$) oznaczają n -tą obserwację wskaźników opisujących k -tą zmienną ukrytą, przy czym pierwsze $R(k)$ to wskaźniki tworzące, natomiast pozostałe – odzwierciedlające.

Aby oszacowana zmienna ukryta miała zerową średnią i jednostkową wariancję należy dokonać standaryzacji wskaźników oraz parametrów relacji wagowej. Niech $z_{k,t,n}$ oznacza standaryzowaną n -tą obserwację t -tego wskaźnika k -tej zmiennej ukrytej. Punktem wyjścia do zastosowania metody *PLS* jest przyjęcie pewnych początkowych wartości parametrów relacji wagowej $v_{k,t}$ we wzorze (4.4)¹³. Niech $v_{k,t}^0$ będzie pewną przyjętą w iteracji zerowej wartością parametru stojącego przy t -tym wskaźniku opisującym k -tą zmienną ukrytą w relacji wagowej. Parametry te poddawane są standaryzacji zgodnie ze wzorem:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{t=1,2,\dots,S(k)+R(k)} w_{k,t}^0 = \frac{v_{k,t}^0}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(\sum_{t=1}^{S(k)+R(k)} v_{k,t}^0 z_{k,t,n} \right)^2}}, \quad (4.5)$$

gdzie:

$w_{k,t}^0$ – standaryzowana wartość parametru stojącego przy t -tym wskaźniku opisującym k -tą zmienną ukrytą w relacji wagowej w iteracji zerowej.

Dzięki temu poziom zmiennych ukrytych oszacowany według wzoru:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{n=1,2,\dots,N} f_{k,n}^0 = \sum_{t=1}^{S(k)+R(k)} w_{k,t}^0 z_{k,t,n}, \quad (4.6)$$

gdzie:

$f_{k,n}^0$ – n -ty poziom k -tej zmiennej ukrytej w iteracji zerowej,

$z_{k,t,n}$ – n -ta obserwacja standaryzowanego t -tego wskaźnika opisującego k -tą zmienną ukrytą,

ma zerową średnią i jednostkową wariancję.

Na tym etapie kończy się iteracja zerowa. Każda następna sprowadza się najpierw do skorygowania parametrów relacji wagowej $w_{k,t}$ uzyskanych w kroku poprzednim przez oszacowanie tzw. wewnętrznych wartości zmiennych ukrytych. Celem tego zabiegu jest uwzględnienie założonych na początku relacji zachodzących pomiędzy

¹³ Początkowe wartości wag zależą od prowadzącego badanie. Najczęściej proponuje się, aby

$\forall_{k=1,\dots,K} \forall_{t=1,\dots,S(k)+R(k)} v_{k,t}^0 = 1$. Można też wykorzystać w tym celu generator liczb losowych [Rogowski

1986, s. 370].

zmiennymi ukrytymi. Załóżmy, że poprzednia $(s-1)$ -wsza iteracja zakończyła się oszacowaniem poziomu zmiennych ukrytych $f_{k,n}^{s-1}$. Wówczas n -ta wewnętrzna wartość k -tej zmiennej ukrytej oznaczana przez $P_{k,n}^s$ to kombinacja liniowa oszacowanych w poprzedniej iteracji poziomów wszystkich zmiennych ukrytych bezpośrednio powiązanych relacją z tą zmienną ukrytą. Zbiór wszystkich zmiennych ukrytych powiązanych bezpośrednio ze zmienną k -tą można podzielić na dwie grupy. Zmienna ukryta k -ta może bowiem wyjaśniać zmienność pewnej grupy zmiennych ukrytych. Mówi się wówczas, że te zmienne ukryte są bezpośrednim skutkiem zmiennej k -tej, a zbiór numerów tych zmiennych oznacza przez N_k^2 . Zmienność k -tej zmiennej może być również wyjaśniana przez pewną grupę zmiennych ukrytych. O zmiennych tych mówi się, że są bezpośrednią przyczyną dla zmiennej k -tej, a zbiór numerów tych zmiennych oznacza się przez N_k^1 .

Przy wprowadzonych oznaczeniach wewnętrzne wartości zmiennych ukrytych w s -tej iteracji szacowane są według wzoru:

$$\bigvee_{k=1,2,\dots,K} \bigvee_{n=1,2,\dots,N} P_{k,n}^s = \sum_{h \in N_k^1} q_h f_{h,n}^{s-1} + \sum_{h \in N_k^2} r_h f_{h,n}^{s-1}, \quad (4.7)$$

a następnie poddawane standaryzacji zgodnie ze wzorem:

$$\bigvee_{k=1,2,\dots,K} \bigvee_{n=1,2,\dots,N} \Pi_{k,n}^s = \frac{P_{k,n}^s}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (P_{k,n}^s)^2}}, \quad (4.8)$$

gdzie:

$P_{k,n}^s$ – to n -ta wewnętrzna wartość k -tej zmiennej ukrytej w s -tej iteracji,

$\Pi_{k,n}^s$ – n -ta standaryzowana wewnętrzna wartość k -tej zmiennej ukrytej w s -tej iteracji,

$f_{h,n}^{s-1}$ – n -ty poziom h -tej zmiennej ukrytej w $(s-1)$ -wszej iteracji,

N_k^1 – zbiór numerów zmiennych ukrytych będących bezpośrednią przyczyną zmiennej k -tej,

N_k^2 – zbiór numerów zmiennych ukrytych będących bezpośrednim skutkiem zmiennej k -tej,

q_h – oszacowany za pomocą *KMNC* parametr równania $f_k^{s-1} = \sum_{h \in N_k^1} q_h f_h^{s-1} + \varepsilon_k$,

q_h – parametr, którego wartość szacuje się według wzoru $r_h = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N f_{k,n}^{s-1} f_{h,n}^{s-1}$.

Wzór (4.7) oznacza, że dla każdej zmiennej ukrytej powiązanej bezpośrednio ze zmienną k -tą oszacować należy wartość parametru r_h lub q_h w zależności od tego, w jaki sposób są one powiązane z tą zmienną. Jeśli zmienność k -tej zmiennej ukrytej jest wyjaśniana przez pewne inne zmienne ukryte ($N_k^1 \neq \emptyset$), to w modelu wewnętrznym (wzór 4.1) występuje równanie, w którym zmienna k -ta odgrywa rolę zmiennej endogenicznej. Wtedy parametry tego równania oszacowane *KMNK* przyjmuje się za parametry q_h ($h \in N_k^1$) stojące przy tych zmiennych we wzorze (4.7). Jeżeli we wzorze (4.7) występują zmienne ukryte będące bezpośrednim skutkiem zmiennej k -tej ($N_k^2 \neq \emptyset$), wówczas za parametry r_h ($h \in N_k^2$) stojące przy tych zmiennych we wzorze (4.7) przyjmuje się wartości współczynnika korelacji liniowej pomiędzy k -tą zmienną ukrytą a tymi zmiennymi.

Po oszacowaniu wewnętrznych wartości zmiennych ukrytych dokonuje się modyfikacji oszacowań parametrów $v_{k,t}^{s-1}$ w relacji wagowej, uwzględniając charakter wskaźników opisujących te zmienne ukryte. Modyfikacja ta polega na oszacowaniu parametrów kilku prostych modeli liniowych. I tak, jeżeli t -ty wskaźnik odzwierciedla k -tą zmienną ukrytą, to parametr $v_{k,t}^{s-1}$ stojący przy tym wskaźniku w relacji wagowej zastępuje się oszacowaniem parametru modelu, w którym rolę zmiennej objaśniającej odgrywa nieobserwowalna zmienna ukryta, natomiast rolę zmiennej objaśnianej pełni analizowany wskaźnik. Opisaną procedurę można zapisać za pomocą wzoru:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{t=R(k)+1,R(k)+2,\dots,R(k)+S(k)} z_{k,t} = v_{k,t}^s \Pi_k^s + \varepsilon_{k,t} \quad (4.9)$$

Jeżeli t -ty wskaźnik tworzy k -tą zmienną ukrytą, to parametr $v_{k,t}^{s-1}$ stojący przy tym wskaźniku w relacji wagowej zastępuje się oszacowaniem parametru modelu, w którym wskaźnik ten odgrywa rolę zmiennej objaśniającej, natomiast rolę zmiennej objaśnianej pełni nieobserwowalna zmienna ukryta. Można to zapisać za pomocą wzoru:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{t=1,2,\dots,R(k)} \Pi_k^s = v_{k,t}^s z_{k,t} + \varepsilon_{k,t} \quad (4.10)$$

Uzyskane w ten sposób nowe oszacowania parametrów $v_{k,t}^s$ poddawane są standaryzacji zgodnie ze wzorem (4.5). Iteracja kończy się oszacowaniem poziomów zmiennych ukrytych (wzór 4.6). Jeżeli w bieżącej s -tej iteracji spełniony jest warunek:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \forall_{t=1,2,\dots,S(k)+R(k)} \left| \frac{w_{k,t}^s - w_{k,t}^{s-1}}{w_{k,t}^{s-1}} \right| < \varepsilon, \quad (4.11)$$

gdzie:

ε – to dowolnie mała bliska zeru liczba rzeczywista,

to procedura kończy się i za poziomy zmiennych ukrytych przyjmuje się te oszacowane w ostatniej iteracji. Procedura iteracyjna kontynuowana jest do momentu uzyskania zbieżności.

4.1.2. Ocena jakości modelu *SEM*

Tak jak każdy model ekonometryczny, również *SEM* musi on być zgodny z przyjętą teorią, intuicją prowadzącego badanie oraz poprawnie oddawać charakter zależności zachodzących w sferze zjawisk gospodarczych. Takie podejście w odniesieniu do *SEM* jest uzasadnione tym bardziej, że w literaturze często podkreśla się jego confirmacyjny charakter. *SEM* jest stosowany przede wszystkim w celu potwierdzenia pewnych zakładanych, merytorycznie poprawnych i uzasadnionych zależności. Uzyskanie modelu dobrej jakości nie jest traktowane jako dowód, ale jako potwierdzenie, że zakładane relacje w rzeczywistości są możliwe.

Brak założenia o rozkładzie zmiennych obserwowalnych w metodzie *PLS* powoduje, że weryfikacja statystyczna modelu szacowanego tą metodą jest w zasadzie niemożliwa. Do jego oceny używa się zwykle tzw. miar jakości (ang. Quality Index). W literaturze proponuje się dokonanie oceny:

- trafności doboru wskaźników opisujących poszczególne zmienne ukryte,
- jakości modelu zewnętrznego,
- jakości modelu wewnętrznego,
- modelu jako całości,
- istotności oszacowanych parametrów [Vinzi, Trinchera i Amato 2010].

Ponieważ poddawane modelowaniu zmienne ukryte opisuje się zwykle przy użyciu wielu wskaźników, to trafność doboru wskaźników do *SEM* oznacza ich wysoką jednorodność w obrębie poszczególnych zmiennych ukrytych. Oceny trafności doboru (stopnia jednorodności) wskaźników dokonuje się w oparciu o miarę α -Cronbacha, rho Dillona-Goldsteina oraz wyniki analizy głównych składowych.

Wartości miar α -Cronbacha i rho Dillona-Goldsteina oblicza się dla każdej zmiennej ukrytej zgodnie ze wzorami:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \alpha_k = \frac{(R(k) + S(k)) \left(\sum_{t=1}^{R(k)+S(k)} \sum_{\substack{t'=1 \\ t' \neq t}}^{R(k)+S(k)} r_{t,t'} \right)}{(R(k) + S(k) - 1) \left(R(k) + S(k) + \sum_{t=1}^{R(k)+S(k)} \sum_{\substack{t'=1 \\ t' \neq t}}^{R(k)+S(k)} r_{t,t'} \right)}, \quad (4.12)$$

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \rho_k = \frac{\left(\sum_{t=1}^{R(k)+S(k)} r_{t,k} \right)^2}{\left(\sum_{t=1}^{R(k)+S(k)} r_{t,k} \right)^2 + \sum_{t=1}^{R(k)+S(k)} (1 - r_{t,k}^2)}, \quad (4.13)$$

gdzie:

α_k – wartość miary α -Cronbacha dla k -tej zmiennej ukrytej,

ρ_k – wartość miary rho Dillona-Goldsteina dla k -tej zmiennej ukrytej,

$r_{t,t'}$ – współczynnik korelacji pomiędzy wskaźnikami t -tym a t' -tym opisującymi k -tą zmienną ukrytą,

$r_{t,k}$ – współczynnik korelacji pomiędzy t -tym wskaźnikiem i opisywaną przez niego k -tą zmienną ukrytą.

Oba wskaźniki jakości przyjmują wartości z przedziału $\langle 0;1 \rangle$. Jeżeli wszystkie wskaźniki przypisane do zmiennej ukrytej nie są wzajemnie skorelowane, to powyższe miary przyjmują wartości zerowe. Jeżeli wszystkie wskaźniki są doskonale skorelowane, to miary przyjmują wartości równe jeden. Przyjmuje się, że przypisany do zmiennej ukrytej zestaw wskaźników jest jednorodny, jeśli wartości tych miar plasują się na poziomie powyżej 0,7.

Miarę rho Dillona-Goldsteina uważa się w literaturze za ważniejszą w ocenie jednorodności zestawu zmiennych ze względu na jej konstrukcję. Przy obliczaniu jej war-

tości korzysta się bowiem z wyników oszacowania parametrów *SEM*, podczas gdy przy obliczaniu wartości miary α -Cronbacha bierze się pod uwagę jedynie korelacje pomiędzy samymi wskaźnikami¹⁴. Skutkiem tych różnic jest to, że miara α -Cronbacha traktuje każdy wskaźnik równorzędnie w opisywaniu zmiennej ukrytej, podczas gdy miara rho Dillona-Goldsteina uwzględnia ich zróżnicowany udział w tworzeniu jej poziomu.

Jednorodność zestawu wskaźników w obrębie każdej zmiennej ukrytej można również zbadać korzystając z wyników analizy głównych składowych. Celem jest tutaj redukcja zestawu wskaźników opisujących każdą ze zmiennych ukrytych do jednego wymiaru – pierwszej głównej składowej. Pierwsza główna składowa powinna wyjaśniać jak najwięcej zmienności zjawiska opisywanego za pomocą zestawu przypisanych do niego wskaźników. Stąd postuluje się, aby tylko pierwsza wartość własna macierzy korelacji wskaźników każdej zmiennej ukrytej była większa od jedności, natomiast kolejne miały wartości mniejsze od jeden. Oznaczać to będzie wówczas, że analizowany zestaw wskaźników można zastąpić jednym czynnikiem zachowując dużą część informacji.

Oprócz trafności doboru wskaźników, ocenie poddawana jest również szeroko rozumiana jakość modelu zewnętrznego i wewnętrznego. Oceny jakości modelu zewnętrznego dokonuje się za pomocą tzw. miary zmienności wspólnej, jakości modelu wewnętrznego za pomocą miary redundancji. W *SEM* możliwa jest również ocena modelu jako całości. Wykorzystuje się w tym celu miarę dobroci dopasowania *GoF* (ang. Godness of Fit index).

Miara zmienności wspólnej określa przeciętny odsetek zmienności poszczególnych wskaźników, wyjaśniany przez opisywaną przez nie zmienną ukrytą. Jej wartość dla każdej zmiennej ukrytej – dla każdej relacji odzwierciedlającej – można obliczyć zgodnie z poniższym wzorem:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} Com_k = \frac{1}{S(k) + R(K)} \sum_{\substack{t=1 \\ R(k)+S(k) \neq 1}}^{S(k)+R(k)} r_{t,k}^2, \quad (4.14)$$

gdzie:

$r_{t,k}$ – współczynnik korelacji pomiędzy t -tym wskaźnikiem i opisywaną przez niego k -tą zmienną ukrytą,

¹⁴ Do obliczenia wartości miary rho Dillona-Goldsteina potrzebna jest znajomość poziomu zmiennych ukrytych. Korzysta się tutaj z wyników oszacowań parametrów modelu zewnętrznego.

$r_{t,k}^2$ – odsetek wariancji k -tej zmiennej ukrytej wyjaśniany przez t -ty wskaźnik.

Powyższa miara ocenia jedynie jakość poszczególnych relacji odzwierciedlających.

Miarę redundancji oblicza się dla tych zmiennych ukrytych, które w modelu wewnętrznym pełnią rolę zmiennych endogenicznych. W ogólności można stwierdzić, że miara redundancji ocenia jakość poszczególnych równań modelu wewnętrznego – jakość zdefiniowanych relacji. Mierzy ona bowiem tę część wariancji wskaźników opisujących daną zmienną ukrytą wyjaśnianą przez zmienne ukryte będące bezpośrednią przyczyną dla tej zmiennej. Wartość tej miary oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} Red_k = Com_k \times R_k^2(f_k; f_{k': f_k \rightarrow f_k}), \quad (4.15)$$

gdzie:

$R_k^2(f_k; f_{k': f_k \rightarrow f_k})$ – współczynnik R^2 równania modelu wewnętrznego, w którym k -ta zmienna ukryta występuje w roli zmiennej endogenicznej.

Powyższe miary przyjmują wartości z przedziału $\langle 0; 1 \rangle$. Im wyższe są ich wartości, tym uzyskany model jest lepszej jakości.

Globalnej oceny modelu można dokonać za pomocą miary dobroci dopasowania *GoF*. Wartość bezwzględna tej miary oblicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$GoF = \sqrt{Com \times R^2}, \quad (4.16)$$

gdzie:

Com – średnia wartość miary zmienności wspólnej dla wszystkich zmiennych ukrytych,

R^2 – średnia wartość współczynnika dopasowania R^2 wszystkich równań w modelu wewnętrznym.

W tej postaci jest ona trudna do interpretacji ze względu na brak unormowania. W celu łatwiejszej interpretacji dokonuje się modyfikacji tej miary. Zmodyfikowana miara, określana w literaturze jako tzw. relatywna miara dopasowania *GoF*, przyjmuje wartości z przedziału $\langle 0; 1 \rangle$. Modyfikacja polega jedynie na zastąpieniu miar Com i R^2 występujących we wzorze (4.16) przez czynniki C_1 i C_2 zdefiniowane w następujący sposób:

$$C_1 = \frac{1}{\sum_{\substack{k=1 \\ R(k)+S(k) \neq 1}}^K R(k) + S(k)} \sum_{\substack{k=1 \\ R(k)+S(k) \neq 1}}^K \frac{\sum_{t=1}^{R(k)+S(k)} r_{t,k}^2}{\lambda_k^1}, \quad (4.17)$$

$$C_2 = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{R_j^2(f_j; f_j; f_j \rightarrow f_j)}{\rho_j^1}, \quad (4.18)$$

gdzie:

λ_k^1 – pierwsza wartość własna macierzy korelacji wskaźników opisujących k -tą zmienną ukrytą,

ρ_j^1 – pierwsza korelacja kanoniczna pomiędzy j -tą zmienną ukrytą ($j=1, 2, \dots, J$) a zmiennymi ukrytymi objaśniającymi jej zmienność,

J – liczba równań w modelu wewnętrznym.

Przy takich oznaczeniach relatywna miara dobroci dopasowania *GoF* obliczana jest według wzoru:

$$relGoF = \sqrt{C_1 \times C_2}. \quad (4.19)$$

Wartość tej miary niemniejsza od 0,9 świadczy o dobrej jakości oszacowanego modelu.

Kolejnym i zarazem ostatnim elementem, który podlega ocenie jest istotność parametrów. Zastosowanie metody *PLS* uniemożliwia użycie w tym celu tradycyjnych testów statystycznych. W literaturze dostępne są metody oparte na schematach losowania pozwalające w przybliżony sposób ocenić istotność zmiennych w modelu. Zaliczyć można do nich analizę bootstrapową (ang. *BOOTSTRAP ANALYSIS*) czy metodę cięcia Tukeya (ang. *JACKKNIFE*) [Gatnar 2003]. W części empirycznej rozprawy wykorzystano drugą z wymienionych metod, dlatego właśnie ta metoda zostanie dalej opisana.

Punktem wyjścia do jej zastosowania jest wskazanie zmiennej ukrytej, której istotność ma zostać poddana weryfikacji oraz przyjęcie pewnej liczby naturalnej d . Liczba d ustalana jest indywidualnie przez prowadzącego badanie, ale nie powinna być dzielnikiem żadnego z wymiarów macierzy obserwacji wskaźników weryfikowanej zmiennej ukrytej ani tych wymiarów przekraczać¹⁵.

Procedura polega na d -krotnej modyfikacji macierzy obserwacji wskaźników opisujących wybraną wcześniej zmienną ukrytą i d -krotnym oszacowaniu parametrów

¹⁵ Macierz wartości wskaźników opisujących k -tą zmienną ukrytą jest wymiaru $N \times (R(k)+S(k))$.

SEM. Pierwsza modyfikacja polega na pominięciu co d -tego elementu tej macierzy począwszy od jej pierwszego wyrazu¹⁶. Pominięte wyrazy w każdej kolumnie zastępuje się średnimi arytmetycznymi pozostałych wartości z tej kolumny i przy tak zmodyfikowanej macierzy obserwacji szacuje się przy pomocy *PLS* parametry *SEM*. Kolejne modyfikacje polegają na pominięciu co d -tego elementu wyjściowej macierzy obserwacji począwszy od jej drugiego, trzeciego, ... i d -tego wyrazu.

W wyniku zastosowania powyższej procedury otrzymuje się d nowych oszacowań parametrów. Odchylenie standardowe parametrów relacji wagowej szacuje się za pomocą następującego wzoru:

$$\forall_{k=1,2,\dots,K} \quad \forall_{t=1,2,\dots,S(k)+R(k)} \quad \delta(w_{k,t}) = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^d (w_{k,t}^m - \bar{w}_{k,t})^2}{d}}, \quad (4.20)$$

gdzie:

$\delta(w_{k,t})$ – odchylenie standardowe oceny oszacowania parametru stojącego przy t -tym wskaźniku opisującym k -tą zmienną ukrytą w relacji wagowej,

$$\bar{w}_{k,t} = \frac{1}{d} \sum_{m=1}^d w_{k,t}^m,$$

$w_{k,t}^m$ – wartość parametru relacji wagowej uzyskana na podstawie macierzy obserwacji zmodyfikowanej przez pominięcie co d -tego wyrazu począwszy od wyrazu m -tego w kolumnie pierwszej macierzy.

Jeżeli dana zmienna ukryta występuje w roli zmiennej objaśniającej w równaniu modelu wewnętrznego, wtedy odchylenie standardowe estymatora parametru stojącego przy tej zmiennej w tym równaniu oblicza się jako pierwiastek średniej kwadratów różnic wartości parametrów uzyskanych dla zmodyfikowanych macierzy obserwacji od ich wartości średniej.

Procedurę tę powtarza się dla każdej zmiennej ukrytej. Ponieważ weryfikacja statystyczna istotności nie jest możliwa, przyjmuje się, że jeśli iloraz wartości parametru przez jego odchylenie standardowe przekracza pewien założony próg, wtedy dany parametr uznaje się za istotny. W literaturze często przyjmuje się, że odchylenie standar-

¹⁶ Liczenie kolejnych wyrazów macierzy przebiega po kolumnach. Kolumny macierzy obserwacji ustawia się kolejno jedną za drugą i pomija co d -ty element w tym ciągu.

dowe parametru powinno być co najmniej dwukrotnie mniejsze od wartości tego parametru, aby uznać go za istotny (tzw. reguła $2s$).

Przykład c.d. (ocena istotności parametrów *SEM* - metoda cięcia Tukeya)

Niech badaniu istotności poddana zostanie zmienna ukryta f_l . Jak wynika z rysunku 4.1, opisują ją łącznie cztery wskaźniki – dwa tworzące $(x_{1,1}, x_{1,2})$ i dwa odzwierciedlające $(x_{1,3}, x_{1,4})$. Wskaźniki te oznaczono kolejno przez x_1, x_2, x_3, x_4 . Niech dostępnych jest dziesięć obserwacji tych wskaźników. Wówczas macierz obserwacji tej zmiennej ukrytej jest wymiaru 10×4 i ma następującą postać:

$$\begin{array}{cccc}
 & x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\
 \left[\begin{array}{cccc}
 x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} & x_{1,4} \\
 x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} & x_{2,4} \\
 x_{3,1} & x_{3,2} & x_{3,3} & x_{3,4} \\
 x_{4,1} & x_{4,2} & x_{4,3} & x_{4,4} \\
 x_{5,1} & x_{5,2} & x_{5,3} & x_{5,4} \\
 x_{6,1} & x_{6,2} & x_{6,3} & x_{6,4} \\
 x_{7,1} & x_{7,2} & x_{7,3} & x_{7,4} \\
 x_{8,1} & x_{8,2} & x_{8,3} & x_{8,4} \\
 x_{9,1} & x_{9,2} & x_{9,3} & x_{9,4} \\
 x_{10,1} & x_{10,2} & x_{10,3} & x_{10,4}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Liczba d nie może być dzielnikiem żadnego z wymiarów tej macierzy. Przyjmijmy zatem, że $d=3$. Macierz obserwacji powinna zostać zmodyfikowana trzykrotnie i w kolejnych krokach po pominięciu odpowiednich elementów przyjąć postać:

KROK I				KROK II				KROK III			
x_1	x_2	x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4
	$x_{1,2}$	$x_{1,3}$		$x_{1,1}$		$x_{1,3}$	$x_{1,4}$	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$		$x_{1,4}$
$x_{2,1}$	$x_{2,2}$		$x_{2,4}$		$x_{2,2}$	$x_{2,3}$		$x_{2,1}$		$x_{2,3}$	$x_{2,4}$
$x_{3,1}$		$x_{3,3}$		$x_{3,1}$	$x_{3,2}$		$x_{3,4}$		$x_{3,2}$	$x_{3,3}$	
	$x_{4,2}$	$x_{4,3}$	$x_{4,4}$	$x_{4,1}$		$x_{4,3}$	$x_{4,4}$	$x_{4,1}$	$x_{4,2}$		$x_{4,4}$
$x_{5,1}$	$x_{5,2}$		$x_{5,4}$		$x_{5,2}$	$x_{5,3}$		$x_{5,1}$		$x_{5,3}$	$x_{5,4}$
$x_{6,1}$		$x_{6,3}$		$x_{6,1}$	$x_{6,2}$		$x_{6,4}$		$x_{6,2}$	$x_{6,3}$	
	$x_{7,2}$	$x_{7,3}$	$x_{7,4}$	$x_{7,1}$		$x_{7,3}$	$x_{7,4}$	$x_{7,1}$	$x_{7,2}$		$x_{7,4}$
$x_{8,1}$	$x_{8,2}$		$x_{8,4}$		$x_{8,2}$	$x_{8,3}$		$x_{8,1}$		$x_{8,3}$	$x_{8,4}$
$x_{9,1}$		$x_{9,3}$		$x_{9,1}$	$x_{9,2}$		$x_{9,4}$		$x_{9,2}$	$x_{9,3}$	
	$x_{10,2}$	$x_{10,3}$	$x_{10,4}$	$x_{10,1}$		$x_{10,3}$	$x_{10,4}$	$x_{10,1}$	$x_{10,2}$		$x_{10,4}$

Pominięte wyrazy w każdej kolumnie zastępuje się średnimi arytmetycznymi pozostałych wartości z tej kolumny. Zmodyfikowana macierz obserwacji w kolejnych krokach przyjmuje postać:

KROK I				KROK II				KROK III			
x_1	x_2	x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4
a_1^I	$x_{1,2}$	$x_{1,3}$	a_4^I	$x_{1,1}$	a_2^{II}	$x_{1,3}$	$x_{1,4}$	$x_{1,1}$	$x_{1,2}$	a_3^{III}	$x_{1,4}$
$x_{2,1}$	$x_{2,2}$	a_3^I	$x_{2,4}$	a_1^{II}	$x_{2,2}$	$x_{2,3}$	a_4^{II}	$x_{2,1}$	a_2^{III}	$x_{2,3}$	$x_{2,4}$
$x_{3,1}$	a_2^I	$x_{3,3}$	a_4^I	$x_{3,1}$	$x_{3,2}$	a_3^{II}	$x_{3,4}$	a_1^{III}	$x_{3,2}$	$x_{3,3}$	a_4^{III}
a_1^I	$x_{4,2}$	$x_{4,3}$	$x_{4,4}$	$x_{4,1}$	a_2^{II}	$x_{4,3}$	$x_{4,4}$	$x_{4,1}$	$x_{4,2}$	a_3^{III}	$x_{4,4}$
$x_{5,1}$	$x_{5,2}$	a_3^I	$x_{5,4}$	a_1^{II}	$x_{5,2}$	$x_{5,3}$	a_4^{II}	$x_{5,1}$	a_2^{III}	$x_{5,3}$	$x_{5,4}$
$x_{6,1}$	a_2^I	$x_{6,3}$	a_4^I	$x_{6,1}$	$x_{6,2}$	a_3^{II}	$x_{6,4}$	a_1^{III}	$x_{6,2}$	$x_{6,3}$	a_4^{III}
a_1^I	$x_{7,2}$	$x_{7,3}$	$x_{7,4}$	$x_{7,1}$	a_2^{II}	$x_{7,3}$	$x_{7,4}$	$x_{7,1}$	$x_{7,2}$	a_3^{III}	$x_{7,4}$
$x_{8,1}$	$x_{8,2}$	a_3^I	$x_{8,4}$	a_1^{II}	$x_{8,2}$	$x_{8,3}$	a_4^{II}	$x_{8,1}$	a_2^{III}	$x_{8,3}$	$x_{8,4}$
$x_{9,1}$	a_2^I	$x_{9,3}$	a_4^I	$x_{9,1}$	$x_{9,2}$	a_3^{II}	$x_{9,4}$	a_1^{III}	$x_{9,2}$	$x_{9,3}$	a_4^{III}
a_1^I	$x_{10,2}$	$x_{10,3}$	$x_{10,4}$	$x_{10,1}$	a_2^{II}	$x_{10,3}$	$x_{10,4}$	$x_{10,1}$	$x_{10,2}$	a_3^{III}	$x_{10,4}$

$$\begin{aligned}
a_1^I &= \frac{\sum_{i=1,4,7,10}^{10} x_{i,1}}{6}, a_2^I = \frac{\sum_{i=1,4,7,10}^{10} x_{i,2}}{7}, a_3^I = \frac{\sum_{i=1,4,7,10}^{10} x_{i,3}}{7}, a_4^I = \frac{\sum_{i=1,4,7,10}^{10} x_{i,4}}{6} \\
a_1^{II} &= \frac{\sum_{i=2,5,8}^{10} x_{i,1}}{7}, a_2^{II} = \frac{\sum_{i=1,4,7,10}^{10} x_{i,2}}{6}, a_3^{II} = \frac{\sum_{i=3,6,9}^{10} x_{i,3}}{7}, a_4^{II} = \frac{\sum_{i=2,5,8}^{10} x_{i,4}}{7} \\
a_1^{III} &= \frac{\sum_{i=3,6,9}^{10} x_{i,1}}{7}, a_2^{III} = \frac{\sum_{i=2,5,8}^{10} x_{i,2}}{7}, a_3^{III} = \frac{\sum_{i=1,4,7,10}^{10} x_{i,3}}{6}, a_4^{III} = \frac{\sum_{i=3,6,9}^{10} x_{i,4}}{7}
\end{aligned}$$

Przy każdej zmodyfikowanej macierzy obserwacji oszacowano parametry relacji wagowej oraz modelu wewnętrznego za pomocą metody *PLS*. Poniżej rozpisano postaci oszacowanych w kolejnych krokach relacji wagowej dla zmiennej poddanej badaniu istotności (zmienna f_l) oraz modelu wewnętrznego¹⁷. Uzyskano następujące oszacowania parametrów:

KROK I:

$$f_1^I = w_{1,1}^I z_1 + w_{1,2}^I z_2 + w_{1,3}^I z_3 + w_{1,4}^I z_4,$$

$$\begin{bmatrix} f_2^I \\ f_3^I \\ f_4^I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1^I \\ \alpha_2^I \\ \alpha_3^I \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & a_{12}^I & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{31}^I & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f_2^I \\ f_3^I \\ f_4^I \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1^I \\ b_2^I \\ 0 \end{bmatrix} \cdot f_1^I + \begin{bmatrix} \zeta_1^I \\ \zeta_2^I \\ \zeta_3^I \end{bmatrix},$$

KROK II:

$$f_1^{II} = w_{1,1}^{II} z_1 + w_{1,2}^{II} z_2 + w_{1,3}^{II} z_3 + w_{1,4}^{II} z_4,$$

$$\begin{bmatrix} f_2^{II} \\ f_3^{II} \\ f_4^{II} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1^{II} \\ \alpha_2^{II} \\ \alpha_3^{II} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & a_{12}^{II} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{31}^{II} & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f_2^{II} \\ f_3^{II} \\ f_4^{II} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1^{II} \\ b_2^{II} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot f_1^{II} + \begin{bmatrix} \zeta_1^{II} \\ \zeta_2^{II} \\ \zeta_3^{II} \end{bmatrix},$$

KROK III:

$$f_1^{III} = w_{1,1}^{III} z_1 + w_{1,2}^{III} z_2 + w_{1,3}^{III} z_3 + w_{1,4}^{III} z_4,$$

$$\begin{bmatrix} f_2^{III} \\ f_3^{III} \\ f_4^{III} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1^{III} \\ \alpha_2^{III} \\ \alpha_3^{III} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & a_{12}^{III} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{31}^{III} & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f_2^{III} \\ f_3^{III} \\ f_4^{III} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_1^{III} \\ b_2^{III} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot f_1^{III} + \begin{bmatrix} \zeta_1^{III} \\ \zeta_2^{III} \\ \zeta_3^{III} \end{bmatrix}.$$

¹⁷ Parametry relacji wagowej szacowane są w kolejnych krokach również dla pozostałych trzech zmiennych ukrytych. Nie mają one jednak znaczenia z punktu widzenia istotności zmiennej ukrytej f_l .

Odchylenia standardowe ocen estymatorów parametrów modelu zewnętrznego wynoszą:

$$\forall_{i=1,2,3,4} \delta(w_{1,i}) = \sqrt{\frac{(w_{1,i}^I - \bar{w}_{1,i})^2 + (w_{1,i}^{II} - \bar{w}_{1,i})^2 + (w_{1,i}^{III} - \bar{w}_{1,i})^2}{3}}, \quad \bar{w}_{1,i} = \frac{w_{1,i}^I + w_{1,i}^{II} + w_{1,i}^{III}}{3}.$$

Zmienna f_l występuje w roli zmiennej endogenicznej w dwóch równaniach modelu wewnętrznego:

$$\begin{aligned} f_2 &= \alpha_1 + a_{12}f_3 + b_1f_1 + \zeta_1 \\ f_3 &= \alpha_2 + b_2f_1 + \zeta_2 \end{aligned}$$

Odchylenia standardowe parametrów stojących przy tej zmiennej w modelu wewnętrznym wynoszą:

$$\forall_{i=1,2} \delta(b_i) = \sqrt{\frac{(b_i^I - \bar{b}_i)^2 + (b_i^{II} - \bar{b}_i)^2 + (b_i^{III} - \bar{b}_i)^2}{3}},$$

gdzie:

$$\bar{b}_i = \frac{b_i^I + b_i^{II} + b_i^{III}}{3}.$$

4.2. DEA jako narzędzie oceny efektywności wykorzystania nakładów

Każdy rozważany proces gospodarczy opisują poniesione nakłady i uzyskane rezultaty. Niech N oznacza liczbę nakładów, R – liczbę rezultatów, natomiast T – liczbę obiektów.

Istnieje wiele sposobów badania efektywności. *DEA* mają istotną przewagę nad innymi sposobami z kilku powodów. Po pierwsze, *DEA* to rodzina nieparametrycznych, granicznych metod badania technicznej efektywności przekształcania nakładów w rezultaty bez potrzeby znajomości postaci funkcyjnej zależności pomiędzy nimi. Po drugie, *DEA* pozwalają rozpatrywać jednocześnie kilka nakładów i kilka rezultatów bez konieczności ich normalizowania. Po trzecie, dzięki *DEA* możliwe jest ustalenie w grupie wszystkich analizowanych obiektów tzw. obiektów wzorcowych (efektywnych) oraz dotarcie do przyczyny nieefektywności.

W literaturze dotyczącej *DEA* można spotkać dwa podejścia do definiowania efektywności rozważanego procesu w poszczególnych obiektach (w skrócie efektywności obiektów) [Guzik 2009a, s.33]. W pierwszym podejściu definiuje się efektywność od

strony uzyskanych rezultatów, a modele pozwalające na jej oszacowanie nazywa się modelami ukierunkowanymi na rezultaty. W drugim podejściu definiuje się efektywność od strony poniesionych nakładów, a modele pozwalające na jej oszacowanie nazywa się modelami ukierunkowanymi na nakłady.

W pierwszym podejściu efektywność obiektu rozumie się zgodnie z definicją 4.8.

Definicja 4.8.

Efektywność obiektu ukierunkowana na rezultaty to stosunek uzyskanych przez dany obiekt rezultatów do maksymalnych możliwych do uzyskania przy poniesionych przez ten obiekt nakładach.

W tym podejściu obiekt jest efektywny, jeżeli z poniesionych nakładów uzyskane rezultaty równe są maksymalnym możliwym do uzyskania przy tych nakładach. Obiekt jest nieefektywny, jeżeli przy wykorzystaniu poniesionych nakładów można uzyskać większe rezultaty.

W podejściu drugim efektywność obiektu rozumiana jest zgodnie z definicją 4.9.

Definicja 4.9.

Efektywność obiektu ukierunkowana na nakłady to stosunek minimalnych nakładów, które należy ponieść w celu wypracowania uzyskanych rezultatów do nakładów faktycznie poniesionych.

W tym podejściu obiekt jest efektywny, jeżeli nie można obniżyć poziomu nakładów bez zmniejszenia uzyskanych rezultatów. Obiekt jest nieefektywny, jeżeli nakłady te można obniżyć i uzyskać takie same rezultaty.

O ile w pierwszym podejściu efektywność można rozumieć jako efektywność uzyskania rezultatów, o tyle w drugim – jako efektywność wykorzystania nakładów. W dalszej części podrozdziału mowa jest o modelach ukierunkowanych na nakłady. Efektywność rozumie się zatem zgodnie z definicją 4.9.

4.2.1. Idea metody *DEA*

Przed przystąpieniem do opisu procedury szacowania efektywności za pomocą *DEA*, poniżej przytoczono definicje kilku podstawowych pojęć¹⁸.

Definicja 4.10.

Technologia empiryczna t -tego obiektu (T_t , $t=1,2,\dots,T$) to wektor zaobserwowanego w tym obiekcie poziomu nakładów i rezultatów postaci:

$$\forall_{t=1,2,\dots,T} T_t = \begin{bmatrix} x_{1,t} \\ \dots \\ x_{N,t} \\ y_{1,t} \\ \dots \\ y_{R,t} \end{bmatrix},$$

gdzie:

$x_{n,t}$ ($n=1,2,\dots,N$) – poziom n -tego nakładu poniesionego przez obiekt t -ty,

y_r ($r=1,2,\dots,R$) – poziom r -tego rezultatu uzyskanego przez obiekt t -ty.

Definicja 4.11.

Przestrzeń możliwości produkcyjnych to zbiór wszystkich liniowych kombinacji technologii empirycznych obiektów postaci:

$$\forall_{\substack{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_T \in \mathbb{R} \\ \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_T \geq 0}} T^w = \lambda_1 T_1 + \lambda_2 T_2 + \dots + \lambda_T T_T,$$

gdzie:

T_t – to technologia empiryczna t -tego obiektu,

λ_t – współczynniki intensywności ($t=1, 2, \dots, T$).

Definicja 4.12.

Technologia wspólna obiektów to pojedynczy element przestrzeni możliwości produkcyjnych.

¹⁸ Definicje sformułowano w oparciu o definicje znajdujące się w pracy Guzika [2009a].

Definicja 4.13.

Element podzbioru przestrzeni możliwości produkcyjnych, w którym znajdują się wszystkie technologie wspólne pozwalające uzyskać jego rezultaty nakładami niewiększymi od tych, ponoszonych w technologii empirycznej tego obiektu nazywa się *technologią wspólną zorientowaną na ten obiekt*.

Obiekt uważany jest za efektywny, jeśli jedynym elementem tego podzbioru będzie technologia empiryczna tego obiektu.

Poszukiwanie wartości współczynnika efektywności t -tego obiektu za pomocą *DEA* sprowadza się do oszacowania optymalnych współczynników intensywności λ_t ($t=1, 2, \dots, T$) w zbiorze technologii wspólnych zorientowanych na dany obiekt. Współczynnik ten wskazuje do jakiego poziomu jest możliwe zredukowanie nakładów poniesionych przez dany obiekt i uzyskanie takich samych rezultatów.

Najstarszą metodą badania efektywności wywodzącą się z rodziny *DEA* jest metoda zaproponowana w 1978 roku przez Charnesa, Coopera i Rhodesa nazywana, od pierwszych liter nazwisk autorów, metodą *CCR*¹⁹. Zadanie optymalizacyjne w modelu *CCR* można zapisać następująco [por. Cooper, Seiford i Tone 2006, s. 48]:

Funkcja celu:

$$\min \theta_t^{CCR} \quad (4.21)$$

przy warunkach ograniczających:

$$(a) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} \theta_t^{CCR} x_{n,t} = \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} x_{n,k} + s_{n,t}^-,$$

$$(b) \quad \forall_{r=1,2,\dots,R} y_{r,t} = \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} y_{r,k} - s_{r,t}^+,$$

$$(c) \quad \forall_{k=1,2,\dots,T} \lambda_{k,t} \geq 0,$$

$$(d) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} \forall_{r=1,2,\dots,R} s_{n,t}^-, s_{r,t}^+ \geq 0,$$

gdzie:

θ_t^{CCR} – współczynnik efektywności t -tego obiektu wyznaczony za pomocą modelu *CCR*,

¹⁹ Więcej na temat modelu *CCR* oraz jego możliwości można przeczytać w: [Guzik 2009a, 2009b; Domagała 2007a, 2007b, 2009; Cooper, Seiford i Tone 2006; Zhu i Cook 2007]

$s_{n,t}^-$ – nadmiar zredukowanego n -tego nakładu poniesionego przez t -ty obiekt w porównaniu z poziomem tego nakładu w technologii wspólnej zorientowanej na ten obiekt,

$s_{r,t}^+$ – niedomiar r -tego rezultatu uzyskanego przez t -ty obiekt w porównaniu do poziomu tego rezultatu w technologii wspólnej zorientowanej na ten obiekt.

Współczynnik efektywności spełnia warunek $0 \leq \theta_t^{CCR} \leq 1$. Jeżeli $\theta_t^{CCR} = 1$ oraz $\forall_{n=1,2,\dots,N} s_{n,t}^- = 0$ i $\forall_{r=1,2,\dots,R} s_{r,t}^+ = 0$, to obiekt t -ty jest uznawany za efektywny, w pozostałych przypadkach charakteryzuje się nieefektywnym wykorzystaniem nakładów. Jeżeli $\theta_t^{CCR} = 1$ oraz $\exists_{n=1,2,\dots,N} s_{n,t}^- \neq 0$ lub $\exists_{r=1,2,\dots,R} s_{r,t}^+ \neq 0$, to mówi się, że obiekt charakteryzuje się słabą efektywnością [Zhu i Cook 2007; Domagała 2007a]. Możliwa jest bowiem dalsza redukcja n -tego nakładu i uzyskanie takich samych rezultatów lub podniesienie r -tego rezultatu przy wykorzystaniu takich samych nakładów.

Efektywność w sensie modelu *CCR* określana jest mianem tzw. globalnej efektywności technicznej [ang. (global) technical efficiency]. Model zakłada stałe efekty skali i obniża efektywność obiektów za działanie w nieoptymalnych obszarach korzyści skali. Jeżeli obiekt prowadzi działalność na zbyt małą skalę (poziom ponoszonych nakładów jest bardzo niski), to może zostać uznany za nieefektywny nawet, jeżeli wśród wszystkich prowadzących działalność na podobną skalę najlepiej wykorzystuje ponoszone nakłady. Aby stać się efektywnym obiekt taki musi zwiększyć poziom ponoszonych nakładów. Mówi się, że ten obiekt działa w obszarze rosnących korzyści z małej skali. Podobnie jest z obiektem prowadzącym działalność na zbyt dużą skalę (poziom ponoszonych nakładów jest bardzo wysoki). Może on również zostać uznany za nieefektywny pomimo, że wśród wszystkich prowadzących działalność na podobną skalę najlepiej wykorzystuje ponoszone nakłady. Stąd, aby stać się efektywnym wystarczy, że zmniejszy poziom ponoszonych nakładów. Mówi się, że ten obiekt działa w obszarze malejących korzyści z dużej skali. Problem korzyści skali jest ważny, ponieważ nieuwzględnienie go w analizie może doprowadzić do wyciągnięcia błędnych wniosków.

Modelem, który pozwala ustalić obszar korzyści skali jest model *BCC*. Zadanie optymalizacyjne w modelu *BCC* można zapisać następująco [por. Cooper, Seiford i Tone 2006, s. 87]:

Funkcja celu:

$$\min \theta_t^{BCC} \quad (4.22)$$

przy warunkach ograniczających:

$$(a) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} \theta_t^{BCC} x_{n,t} = \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} x_{n,k} + s_{n,t}^-,$$

$$(b) \quad \forall_{r=1,2,\dots,R} y_{r,t} = \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} y_{r,k} - s_{r,t}^+,$$

$$(c) \quad \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} = 1,$$

$$(d) \quad \forall_{k=1,2,\dots,T} \lambda_{k,t} \geq 0,$$

$$(e) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} \forall_{r=1,2,\dots,R} s_{n,t}^-, s_{r,t}^+ \geq 0,$$

gdzie:

θ_t^{BCC} – współczynnik efektywności t -tego obiektu wyznaczony za pomocą modelu BCC ,

$s_{n,t}^-$ – nadmiar zredukowanego n -tego nakładu poniesionego przez t -ty obiekt w porównaniu z nakładem w technologii wspólnej zorientowanej na ten obiekt,

$s_{r,t}^+$ – niedomiar r -tego rezultatu uzyskanego przez t -ty obiekt w porównaniu z tym rezultatem w technologii wspólnej zorientowanej na ten obiekt.

Zadanie optymalizacyjne w modelu BCC różni się od modelu CCR tylko dodatkowym warunkiem ograniczającym (c). Podobnie jak w przypadku modelu CCR , współczynnik efektywności spełnia warunek $0 \leq \theta_t^{BCC} \leq 1$. Jeżeli $\theta_t^{BCC} = 1$

oraz $\forall_{n=1,2,\dots,N} s_{n,t}^- = 0$ i $\forall_{r=1,2,\dots,R} s_{r,t}^+ = 0$ „, to t -ty obiekt jest uznawany za efektywny,

w pozostałych przypadkach charakteryzuje się nieefektywnym wykorzystaniem nakładów.

Jeżeli $\theta_t^{BCC} = 1$ oraz $\exists_{n=1,2,\dots,N} s_{n,t}^- \neq 0$ lub $\exists_{r=1,2,\dots,R} s_{r,t}^+ \neq 0$, to mówi się, że obiekt

charakteryzuje się słabą efektywnością. Możliwa jest bowiem dalsza redukcja n -tego nakładu i uzyskanie takich samych rezultatów lub podniesienie r -tego rezultatu przy wykorzystaniu takich samych nakładów.

Model BCC uwzględnia działalność obiektów w nieoptymalnych obszarach korzyści skali i nie narzuca kary w postaci obniżonej efektywności. Stąd efektywność oszacowana za pomocą modelu BCC określana jest mianem tzw. (lokalnej) czystej efektyw-

ności technicznej (ang. (local) pure technical efficiency), a pomiędzy poziomami współczynników efektywności obiektu uzyskanymi z obu modeli zachodzi następująca zależność:

$$\theta_t^{CCR} \leq \theta_t^{BCC}. \quad (4.23)$$

Jeżeli $\theta_t^{CCR} = \theta_t^{BCC}$, to obiekt t -ty działa w obszarze stałych korzyści skali i jego nieefektywność wynika jedynie ze złego wykorzystania nakładów. Jeżeli $\theta_t^{CCR} < \theta_t^{BCC}$, to obiekt t -ty działa w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. Obiekt taki powinien zmienić poziom nakładów i znaleźć się w pożądanym obszarze stałych efektów skali.

4.2.2. Ukierunkowany na nakłady model (nad-) efektywności *SBM*

Wadą opisanych w poprzednim podrozdziale modeli z rodziny *DEA* jest możliwość wystąpienia w rozwiązaniu optymalnym dodatnich luzów po stronie nakładów $s_{n,t}^-$. Zarówno w zadaniu *CCR*, jak i *BCC* zakłada się proporcjonalną redukcję nakładów. Nakłady z dodatnim luzem $s_{n,t}^-$ oznaczają, że możliwa jest jeszcze dalsza redukcja tego nakładu w danym obiekcie bez obniżenia poziomu rezultatów. Obiekt może zostać uznany za efektywny podczas, gdy możliwa jest jeszcze redukcja któregoś z nakładów i uzyskanie niemniejszych rezultatów.

Aby tego uniknąć opracowano model należący do klasy *DEA*, który pozwala wyznaczyć tzw. efektywność cząstkową obiektu, czyli efektywność obiektu ze względu na poszczególne nakłady. Nie zakłada się tutaj, jak to jest w przypadku dwóch wcześniejszych modeli, proporcjonalnej redukcji nakładów. Każdy nakład redukowany jest w różnym stopniu w zależności od współczynnika efektywności cząstkowej. Model ten powszechnie nazywany jest *SBM*, a zadanie optymalizacyjne ma następującą postać [por. Cooper, Seiford i Tone 2006, s. 101]:

Funkcja celu:

$$\min \rho_t = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(1 - \frac{s_{n,t}^-}{x_{n,t}} \right), \quad (4.24)$$

przy warunkach ograniczających:

$$(a) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} x_{n,t} = \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} x_{n,k} + s_{n,t}^-,$$

$$\begin{aligned}
\text{(b)} \quad & \forall_{r=1,2,\dots,R} y_{r,t} = \sum_{k=1}^T \lambda_{k,t} y_{r,k} - s_{r,t}^+, \\
\text{(c)} \quad & \forall_{k=1,2,\dots,T} \lambda_{k,t} \geq 0, \\
\text{(d)} \quad & \forall_{n=1,2,\dots,N} \forall_{r=1,2,\dots,R} s_{n,t}^-, s_{r,t}^+ \geq 0,
\end{aligned}$$

gdzie:

$$1 - \frac{s_{n,t}^-}{x_{n,t}} = \rho_{n,t} - \text{współczynnik efektywności cząstkowej, czyli efektywności wykorzystania } n\text{-tego nakładu przez } t\text{-ty obiekt.}$$

stania n -tego nakładu przez t -ty obiekt.

Jak wynika z konstrukcji funkcji celu (4.24), w modelu *SBM* minimalizuje się średnią efektywność cząstkową nazywaną też nieradialną miarą efektywności [Domagała 2007a]. Podobnie jak w przypadku dwóch poprzednich modeli, współczynnik efektywności spełnia warunek $0 \leq \rho_t \leq 1$. Jeżeli $\rho_t = 1$, to t -ty obiekt jest uznawany za efektywny, w pozostałych przypadkach charakteryzuje się nieefektywnym wykorzystaniem nakładów. Mówi się, że model *SBM* jest modelem z karami za luzy. W modelach *CCR* i *BCC* współczynnik efektywności nie był obciążony takimi karami. Stąd, uwzględniając nierówność (4.23) oraz powyższą informację, pomiędzy trzema współczynnikami efektywności zachodzi następująca zależność:

$$\theta_t^{SBM} \leq \theta_t^{CCR} \leq \theta_t^{BCC}. \quad (4.25)$$

Współczynniki efektywności w dotychczas zaprezentowanych modelach zawsze przyjmowały wartości z przedziału $\langle 0; 1 \rangle$. Często zdarza się tak, że obiektów efektywnych jest kilka, a każdy z nich charakteryzuje się jednostkową wartością współczynnika efektywności. Powoduje to, że niemożliwe staje się porównanie takich obiektów między sobą. W związku z tym opracowano klasę modeli z rodziny *DEA*, które określane są w literaturze mianem modeli z nad-efektywnością (ang. superefficiency *DEA*). Dopuszczają przyjmowanie przez współczynnik efektywności dla obiektów efektywnych wartości większych od jedności.

Wyznaczenie współczynnika nad-efektywności w modelu *SBM* wiąże się z koniecznością rozwiązania następującego zadania optymalizacyjnego [por. Cooper, Seiford i Tone 2006, s. 308]:

Funkcja celu:

$$\min \delta_t = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (1 + \phi_{n,t}), \quad (4.26)$$

przy warunkach ograniczających:

$$(a) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} (1 + \phi_{n,t})x_{n,t} = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq t}}^T \lambda_{k,t} x_{n,k} + s_{n,t}^-,$$

$$(b) \quad \forall_{r=1,2,\dots,R} y_{r,t} = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq t}}^T \lambda_{k,t} y_{r,t} - s_{r,t}^+,$$

$$(c) \quad \forall_{k=1,2,\dots,T} \lambda_{k,t} \geq 0,$$

$$(d) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} \forall_{r=1,2,\dots,R} s_{n,t}^-, s_{r,t}^+ \geq 0,$$

$$(e) \quad \forall_{n=1,2,\dots,N} \phi_{n,t} \geq 0,$$

gdzie:

$\delta_{n,t} = 1 + \phi_{n,t}$ – współczynnik nad-efektywności cząstkowej, czyli współczynnik nad-efektywności wykorzystania n -tego nakładu przez t -ty obiekt.

W wyniku rozwiązania tego zadania obiektom nieefektywnym w sensie modelu efektywności *SBM* ($\rho_t < 1$) przypisany zostaje współczynnik nad-efektywności $\delta_t = 1$, natomiast obiekty, które okazały się efektywne w sensie modelu efektywności *SBM* ($\rho_t = 1$) charakteryzują się teraz współczynnikiem nad-efektywności $\delta_t > 1$. Ustalenie efektywności obiektów na podstawie modelu *SBM* przebiega dwuetapowo. Pierwszy etap polega na rozwiązaniu zadania (4.24) i przypisaniu obiektom nieefektywnym wartości współczynnika ρ_t . Drugi etap sprowadza się do rozwiązania zadania (4.26) i przypisania obiektom, które okazały się efektywne, wartości współczynnika nad-efektywności δ_t .

Jedną z głównych zalet modeli z rodziny *DEA* jest możliwość oceny efektywności przy jednoczesnym uwzględnieniu wielu nakładów i rezultatów. Liczba zmiennych opisujących poziom nakładów i rezultatów jest jednak uzależniona od liczby analizowanych obiektów. W literaturze zaleca się, aby w badaniach spełniona była nierówność [por. Guzik 2009a]:

$$T > \max\{NR; 3(N + R)\}, \quad (4.27)$$

gdzie:

T – liczba analizowanych obiektów,

N – liczba nakładów,

R – liczba rezultatów.

Często zdarza się, że warunek ten nie jest spełniony i łączna liczba analizowanych zmiennych (nakładów i rezultatów) jest zbyt duża. W literaturze można znaleźć szeroki zakres metod pozwalających na jej zmniejszenie. Metody te polegają na wyborze „najlepszych reprezentantów” nakładów (rezultatów) i oparciu na nich analizy. Problem sprowadza się wówczas do ustalenia kryterium, na podstawie którego zmienne zostaną usunięte lub pozostawione w modelu.

Kryterium to może stanowić współczynnik wariancji cząstkowej [Jenkins i Anderson 2002]. Wykorzystuje się w tym celu także analizę korelacji kanonicznej, w której decyzję o pozostawieniu zmiennych w modelu lub ich usunięciu podejmuje się na podstawie klasycznych miar oceny jakości modelu [Kosmowski 2011].

Przy redukcji liczby zmiennych często bazuje się na założeniu, że każda zmienna, której wprowadzenie do modelu lub usunięcie z modelu powoduje duże zmiany w zakresie oszacowanych wartości współczynników efektywności niesie ze sobą dodatkowe istotne informacje i powinna pozostać w modelu [Wagner i Shimshak 2007; Domagała 2009].

W literaturze można spotkać również podejścia, w których redukcja liczby zmiennych wiąże się z jego zastąpieniem mniej licznym zbiorem jego głównych składowych [Adler i Golany 2001; Adler i Yazhensky 2009].

W rozprawie proponuje się, aby w celu redukcji nakładów i rezultatów uwzględnianych w *DEA* wykorzystać informacje o wskaźnikach opisujących elementy kapitału intelektualnego regionu płynące z oszacowanego wcześniej *SEM*. Z dalszej analizy usuwane są te wskaźniki elementów kapitału intelektualnego, które charakteryzują się najmniej pożądanymi wartościami miar oceny jakości *SEM*. Taki zabieg uzasadniony jest tym bardziej, że w literaturze wykorzystuje się w tym celu metody o idei podobnej do *SEM*, takie jak: analiza głównych składowych, analiza korelacji kanonicznej, analiza regresji itd. Ponadto *SEM* wykorzystywane jest na jednym z wcześniejszych etapów konstrukcji modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu.

4.2.3. Badanie źródeł nieefektywności

Ukierunkowany na nakłady model *SBM* zastosowano w części empirycznej rozprawy z kilku powodów. Po pierwsze, dopuszcza on zróżnicowaną redukcję nakładów, co jest zdecydowanie bliższe rzeczywistości. Po drugie, pozwala on na wskazanie obiektów działających w nieoptymalnych obszarach korzyści skali. Po trzecie, model *SBM* w wersji z nad-efektywnością umożliwia porównanie między sobą nie tylko obiektów nieefektywnych, ale również obiektów efektywnych. Ponadto, pozwala on na wskazanie przyczyn nieefektywnego wykorzystania nakładów, co ma szczególne znaczenie, ponieważ czyni z modelu *SBM* – model o dużych właściwościach praktycznych.

Nieefektywność obiektów w sensie modelu *SBM* może wynikać z trzech powodów: nieproporcjonalnego wykorzystania nakładów, działania w nieoptymalnym obszarze korzyści skali lub/i błędów w zarządzaniu. Ustalenie źródła nieefektywności jest możliwe dzięki dekompozycji współczynnika efektywności ρ_t dla obiektów nieefektywnych na trzy czynniki zgodnie z poniższym wzorem [por. Cooper, Seiford i Tone 2006, s. 143]:

$$\rho_t = \frac{\theta_t^{CCR}}{\theta_t^{BCC}} \frac{\rho_t}{\theta_t^{CCR}} \theta_t^{BCC}. \quad (4.28)$$

Z zależności $\theta_t^{SBM} \leq \theta_t^{CCR} \leq \theta_t^{BCC}$ wynika, że $0 \leq \frac{\theta_t^{CCR}}{\theta_t^{BCC}} \leq 1$ oraz $0 \leq \frac{\rho_t}{\theta_t^{CCR}} \leq 1$.

Czynnik $\frac{\theta_t^{CCR}}{\theta_t^{BCC}}$ nosi w literaturze nazwę współczynnika efektywności skali i określa, w jakim stopniu niska wartość współczynnika efektywności ρ_t wynika z działania tego obiektu w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. Czynnikiem $\frac{\rho_t}{\theta_t^{CCR}}$ nazywany jest w literaturze współczynnikiem efektywności mieszanej (mix-efektywnością) i określa, w jakim stopniu niska wartość współczynnika efektywności ρ_t wynika z nieproporcjonalnego wykorzystania nakładów. Jak już zaznaczono wcześniej, czynnik θ_t^{BCC} nazywany jest współczynnikiem efektywności czystej. Określa on, w jakim stopniu wartość współczynnika efektywności ρ_t wynika z błędów w zarządzaniu nakładami, a więc błędów w wykorzystaniu tych nakładów.

Mniejsze od jeden wartości wyróżnionych czynników świadczą o nieefektywności i wskazują na jej źródło. Im wartość któregoś czynnika jest niższa na tle pozostałych dwóch, tym łatwiej jednoznacznie ustalić źródło nieefektywności. Ustalenie zatem źródła nieefektywności sprowadza się do porównania między sobą poziomów trzech wyżej wymienionych czynników.

4.3. Miernik syntetyczny jako narzędzie opisu zjawisk wielowymiarowych

Miernik syntetyczny to podstawowe narzędzie wielowymiarowej analizy porównawczej. Umożliwia on porównanie obiektów pod względem poziomu zjawiska nieobserwowalnego bezpośrednio i opisanego za pomocą wielu wskaźników. Konstrukcja miernika syntetycznego sprowadza się do agregacji wszystkich wskaźników opisujących analizowane zjawisko do jednej liczby. Niech T oznacza liczbę analizowanych obiektów, natomiast I – liczbę wskaźników opisujących to zjawisko. Punktem wyjścia jest tutaj ujednoczenie pod względem charakteru oraz jednostek pomiarowych wszystkich wskaźników opisujących analizowane zjawisko.

Założmy, że analizowane zjawisko opisywane jest za pomocą wskaźników o zróżnicowanym charakterze. Niech S oznacza zbiór indeksów wszystkich wskaźników o charakterze stymulant, D – zbiór indeksów wszystkich wskaźników będących destymulantami, natomiast N – zbiór indeksów wszystkich wskaźników będących nominantami. Stymulanty to wskaźniki, których wzrost wartości jest pozytywnie ocenianym z punktu widzenia zjawiska, którego poziom opisują. Destymulanty to wskaźniki, których spadek wartości jest pozytywnie ocenianym z punktu widzenia tego zjawiska, natomiast nominanty to wskaźniki, dla których istnieje pewien poziom pożądany z punktu widzenia analizowanego zjawiska. Odpowiednikiem tego poziomu może być punkt lub przedział. Wskaźnik ten wówczas nazywany jest odpowiednio nominantą punktową lub przedziałową.

Istnieje wiele metod ujednoczania charakteru wskaźników. W literaturze, konstruując miernik syntetyczny wykorzystuje się zwykle wskaźniki o charakterze stymulant. Najpopularniejszą metodą sprowadzania destymulant do stymulant jest przekształcenie ilorazowe opisane wzorem [Guzik, Appenzeller i Jurek 2007, s. 272]:

$$\forall_{i \in D} \forall_{t=1,2,\dots,T} x_{i,t} = \frac{1}{x_{i,t}^D + c_i}, \quad (4.29)$$

gdzie:

$x_{i,t}^D$ – t -ta obserwacja i -tego wskaźnika o charakterze destymulanty,

$x_{i,t}$ – t -ta obserwacja i -tego wskaźnika o charakterze stymulanty,

c_i – pewna nieujemna stała.

Sprowadzenie nominant do stymulant odbywa się zgodnie z następującymi przekształceniami ilorazowymi [Guzik, Appenzeller, Jurek 2007, s. 273]:

1. W przypadku nominanty punktowej:

$$\forall_{i \in N} \forall_{t=1,2,\dots,T} x_{i,t} = \frac{1}{|x_{i,t}^N - a_i| + c_i}, \quad (4.30)$$

gdzie:

$x_{i,t}^N$ – t -ta obserwacja i -tego wskaźnika o charakterze nominanty,

a_i – pożądaną poziom i -tego wskaźnika,

pozostałe oznaczenia jak wyżej,

2. W przypadku dominanty przedziałowej:

$$\forall_{i \in N} \forall_{t=1,2,\dots,T} x_{i,t} = \begin{cases} \frac{1}{a_i^d - x_{i,t}^N + c_i}, & \text{gdy } x_{i,t}^N < a_i^d \\ \frac{1}{c_i}, & \text{gdy } a_i^d \leq x_{i,t}^N \leq a_i^g \\ \frac{1}{x_{i,t}^N - a_i^g + c_i}, & \text{gdy } a_i^g < x_{i,t}^N \end{cases}, \quad (4.31)$$

gdzie:

a_i^d – dolny koniec pożądanego przedziału,

a_i^g – górny koniec pożądanego przedziału,

pozostałe oznaczenia jak wyżej.

Po ujednoczeniu charakteru wskaźników sprowadza się je do addytywności. Klasa metod pozwalających na ujednoczenie wskaźników pod względem jednostek pomiarowych nazywana jest normalizacją. Metody normalizacyjne ogólnie można opisać za pomocą wzoru [Guzik, Appenzeller i Jurek 2007, s. 274]:

$$\forall_{i=1,\dots,I} \forall_{t=1,\dots,T} z_{i,t} = \frac{x_{i,t} - a_i}{b_i}, \quad (4.32)$$

gdzie:

a_i – punkt odniesienia normalizacji,

b_i – czynnik skalujący.

To, która normalizacja zostanie zastosowana zależy od przyjętego punktu odniesienia oraz czynnika skalującego występujących we wzorze (4.30). Najpopularniejszym typem normalizacji jest standaryzacja wartości wskaźników opisana wzorem:

$$\forall_{i=1,\dots,I} \forall_{t=1,\dots,T} z_{i,t} = \frac{x_{i,t} - \bar{x}_i}{d(x_i)}, \quad (4.33)$$

gdzie:

$x_{i,t}$ – wartość i -tego wskaźnika dla t -tego obiektu,

$z_{i,t}$ – standaryzowana wartość i -tego wskaźnika dla t -tego obiektu,

\bar{x}_i – średnia wartość i -tego wskaźnika,

$d(x_i)$ – odchylenie standardowe wartości i -tego wskaźnika,

Za punkt odniesienia we wzorze (4.32) przyjmuje się tutaj średnią arytmetyczną wartości danego wskaźnika, natomiast za czynnik skalujący – odchylenie standardowe ich wartości. W wyniku zastosowania tej metody wszystkie standaryzowane wskaźniki charakteryzują się zerową średnią i jednostkową wariancją.

Ujednolicone pod względem charakteru oraz jednostek pomiarowych wskaźniki mogą zostać zagregowane do jednej miary syntetycznej. W literaturze występuje szeroka gama sposobów jej konstrukcji, które dzieli się na bezwzorcowe i wzorcowe. Metody bezwzorcowe polegają na konstrukcji miernika syntetycznego na podstawie ujednoliconych pod względem charakteru i znormalizowanych wartości wskaźników. Metody wzorcowe z kolei polegają na zdefiniowaniu sztucznego obiektu wzorcowego i zmierzeniu odległości od tego wzorca [Binderman, Borkowski i Szczesny 2009]. Najpopularniejszym miernikiem syntetycznym należącym do klasy mierników bezwzorcowych jest średnia ważona opisana wzorem:

$$\forall_{t=1,\dots,T} MS_t = \sum_{i=1}^I w_i z_{i,t}, \quad (4.34)$$

gdzie:

w_i – waga i -tego wskaźnika.

Przyjmując, że $\forall_{i=1,2,\dots,I} w_i = \frac{1}{I}$, zakłada się jednakowy udział wszystkich

wskaźników w opisywaniu poziomu analizowanego zjawiska. Taka teza jest jednak daleka od rzeczywistości. Stąd do opisu zjawisk złożonych preferuje się stosowanie w miejsce średniej arytmetycznej średniej ważonej. Sposób szacowania wag wykorzystanych przy konstrukcji miernika syntetycznego zostanie wyjaśniony na przykładzie w następnym rozdziale.

Rozdział 5.

Wpływ kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw

Część empiryczna pracy poświęcona jest zaprezentowaniu przykładu zastosowania modelu pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego w odniesieniu do województw w Polsce.

Kapitał intelektualny województw rozumiany jest zgodnie z definicją 3.1, natomiast otwartą kwestią pozostaje jego struktura. Zaproponowany w pracy model pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu odnosi się do poziomu trzeciego struktury, czyli do elementów kapitału intelektualnego.

Rozdział rozpoczyna się wylistowaniem elementów kapitału intelektualnego, które przy konstrukcji modelu uznane zostały za potencjalne czynniki konkurencyjności województw. Do każdego z nich oraz do pozycji konkurencyjnej województw przypisano wskaźniki opisujące ich poziom. W dalszej części rozdziału zestawiono wyniki identyfikacji elementów kapitału intelektualnego będących czynnikami konkurencyjności województw²⁰. Zbadano tym samym, czy modele *SEM* stanowią użyteczne narzędzie analizy relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy elementami kapitału intelektualnego regionu (hipoteza H_1). Sprawdzono także, czy kapitał intelektualny województw wpływa istotnie na ich pozycję konkurencyjną (hipoteza H_0).

5.1. Pomiar kapitału intelektualnego i pozycji konkurencyjnej województw – dobór wskaźników

Dane statystyczne użyte w badaniu pochodzą głównie ze strony Głównego Urzędu Statystycznego i dotyczą lat 2007-2009. Niektóre wskaźniki zaczerpnięto również z bazy danych Eurostat. W przypadku nielicznych wskaźników wystąpiły braki danych. Brakujące obserwacje wskaźników dla województwa przybliżono średnią arytmetyczną wartości tego wskaźnika z ostatnich trzech lat poprzedzających okres niedostępności.

W niniejszym podrozdziale wymienione elementy poklasyfikowano zgodnie ze strukturą kapitału intelektualnego regionu zaprezentowaną na rysunku 3.1.

²⁰ Wszystkie etapy konstrukcji proponowanego modelu opisano w rozdziale 3.

KAPITAŁ LUDZKI

W rozprawie przyjęto, zgodnie z definicją 3.3, że kapitał ludzki może ujawniać się przez stan zdrowia mieszkańców regionu (kapitał zdrowia), skłonności do pewnych typów zachowań (kapitał osobowościowy) oraz ich wiedzę (kapitał wiedzy) (rysunek 3.1).

Przyjęto też, że na **kapitał zdrowia** składają się dwa elementy: stan zdrowia fizycznego i stan zdrowia psychicznego mieszkańców regionu. Definicje wskaźników opisujących poziom obu wyodrębnionych elementów znajdują się w tabeli 5.1.

Tabela 5.1. Wyodrębnione elementy kapitału zdrowia oraz wskaźniki opisujące ich poziom

Elementy kapitału zdrowia	Definicje wskaźników
Stan zdrowia fizycznego mieszkańców	Przeciętne dalsze trwanie życia mężczyzn w momencie urodzenia [lata]
	Przeciętne dalsze trwanie życia kobiet w momencie urodzenia [lata]
	Liczba mieszkańców przypadająca na jedno zachorowanie na salmonellozę [osoba]
Stan zdrowia psychicznego mieszkańców	Liczba mieszkańców przypadająca na osobę zarejestrowaną w poradni zdrowia psychicznego, uzależnioną od alkoholu z zaburzeniami afektywnymi nastroju [osoba]
	Liczba mieszkańców przypadająca na osobę zarejestrowaną w poradni zdrowia psychicznego, uzależnioną od alkoholu, z zaburzeniami nerwicowymi [osoba]

Źródło: opracowanie własne.

Na **kapitał osobowościowy** składa się 15 elementów, które wraz ze wskaźnikami użytymi do ich opisu zestawiono w tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Wyodrębnione elementy kapitału osobowościowego oraz wskaźniki opisujące ich poziom

Elementy kapitału osobowościowego	Definicje wskaźników
Postawy przedsiębiorcze w sektorze turystycznym	Udział jednostek nowo zarejestrowanych wg PKD2004 w sekcji H w sektorze prywatnym wśród wszystkich nowo zarejestrowanych [%]
	Jednostki nowo zarejestrowanych wg PKD2004 w sekcji H w sektorze prywatnym na 1 tys. mieszkańców w wieku produkcyjnym [podmiot gospodarczy]
Skłonności ekologiczne mieszkańców	Liczba mieszkańców przypadająca na 1 tonę zanieczyszczeń gazowych wytworzonych w ciągu roku [osoba]
	Odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków [%]
	Udział ścieków przemysłowych odprowadzanych do sieci kanalizacyjnej wśród wszystkich ścieków odprowadzanych [%]

	Udział odpadów poddanych odzyskowi w ilości odpadów wytworzonych w ciągu roku [%]
	Liczba ogrodów i działek na 100 osób w wieku 15+ [szt.]
	Liczba nasadzeń drzew na 1 tys. mieszkańców [szt.]
	Ścieki oczyszczane biologicznie i z podwyższonym usuwaniem biogenów jako odsetek ścieków ogółem [%]
	Ścieki przemysłowe i komunalne oczyszczane jako odsetek ścieków wymagających oczyszczenia [%]
Skłonności ekologiczne rządzących	Odsetek wydatków samorządowych przeznaczonych na ochronę środowiska [%]
	Wydatki na ochronę powietrza atmosferycznego i klimatu na mieszkańca [zł]
	Wydatki na gospodarkę ściekową i ochronę wód na mieszkańca [zł]
	Wydatki na gospodarkę odpadami na mieszkańca [zł]
	Wydatki na oszczędzanie energii na mieszkańca [zł]
	Wydatki na ochronę środowiska na mieszkańca [zł]
Skłonności rządzących do rozwoju kulturalnego	Liczba imprez oświatowych organizowanych w muzeach przypadająca na muzeum [szt.]
	Odsetek wydatków samorządowych przeznaczonych na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego [%]
Skłonności mieszkańców do rozwoju kulturalnego	Czytelnicy bibliotek publicznych na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Widzowie w kinach stałych ogółem na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Zwiedzający muzea i oddziały na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Czytelnicy bibliotek publicznych na placówkę biblioteczną [osoba]
	Widzowie w kinach stałych ogółem na miejsce w kinach w Sali stałej [osoba]
	Zwiedzający muzea i oddziały przypadający na muzeum [osoba]
	Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na miejsce w Sali stałej w teatrze i instytucji muzycznej [osoba]
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	Odsetek osób w wieku 25-64 będących uczestnikami studiów podyplomowych [%]
	Odsetek osób w wieku 20-64 będących studentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych [%]
	Studenci na 10 tys. ludności w wieku 19-24 [osoba]
	Kształcenie ustawiczne osób w wieku 25-64 lata [%]
	Liczba doktorantów przypadająca na szkołę wyższą [osoba]
	Liczba doktorantów na nauczyciela akademickiego [osoba]
Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacyjnym	Odsetek jednostek nowo zarejestrowanych w sekcji M (PKD - 2004) wśród wszystkich nowo zarejestrowanych [%]
	Odsetek podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD - 2004) w sektorze prywatnym [%]
Skłonności badawczo-rozwojowe ogółem	Nakłady na B&R na mieszkańca [zł]
	Nakłady na B&R w relacji do PKB [-]
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usługowym	Nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze usługowym [zł]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach usługowych przeznaczonych na działalność badawczo-rozwojową [%]
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze przemysłowym	Nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze przemysłowym [zł]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych [%]

	wych przeznaczonych na działalność badawczo-rozwojową [%]
Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach usługowych przeznaczonych na zakup wiedzy ze źródeł zewnętrznych [%]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach usługowych przeznaczonych na zakup oprogramowania [%]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach usługowych przeznaczonych na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych [%]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach usługowych przeznaczonych na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów [%]
	Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze usługowym [zł]
	Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze usługowym [zł]
Postawy innowacyjne w sektorze przemysłowym	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przeznaczonych na zakup wiedzy ze źródeł zewnętrznych [%]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przeznaczonych na zakup oprogramowania [%]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przeznaczonych na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych [%]
	Odsetek nakładów na innowacje w przedsiębiorstwach przemysłowych przeznaczonych na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów [%]
	Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze przemysłowym [zł]
	Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze przemysłowym [zł]
	Odsetek nakładów na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych ze środków pozyskanych z zagranicy [%]
	Odsetek przedsiębiorstw przemysłowych, które poniosły nakłady na działalność innowacyjną [%]
	Przedsiębiorstwa przemysłowe, które współpracowały w zakresie działalności innowacyjnej jako odsetek ogółu przedsiębiorstw [%]
Dbałość o własne zdrowie	Przeciętne spożycie owoców na osobę [kg]
	Przeciętne spożycie warzyw na osobę [kg]
Sklonności prozdrowotne rządzących	Wydatki na ochronę zdrowia na mieszkańca regionu [zł]
Sklonności komunikacyjno-informacyjne mieszkańców	Odsetek gospodarstw domowych wyposażonych w telefon komórkowy [%]
	Odsetek gospodarstw domowych wyposażonych w komputer osobisty z dostępem do Internetu [%]
	Liczba abonentów radiowych przypadająca na 1 tys. mieszkańców w wieku 15+ [abonent]
	Liczba abonentów telewizyjnych przypadająca na 1 tys. mieszkańców w wieku 15+ [abonent]

Źródło: opracowanie własne.

Kapitał wiedzy składa się z 6 elementów. Dotyczą one głównie kwalifikacji kadry akademickiej i medycznej, kwalifikacji mieszkańców oraz umiejętności pracowników w zakresie prowadzonej działalności innowacyjnej. Lista wyróżnionych elementów oraz wskaźniki opisujące ich poziom zestawione są w tabeli 5.3.

Tabela 5.3 Wyodrębnione elementy kapitału wiedzy oraz wskaźniki opisujące ich poziom

Elementy kapitału wiedzy	Definicje wskaźników
Kwalifikacje kadry akademickiej	Odsetek nauczycieli akademickich posiadających tytuł profesora [%]
Kwalifikacje mieszkańców ogółem	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem wyższym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku [%]
	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem policealnym oraz średnim zawodowym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku [%]
	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem średnim ogólnokształcącym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku [%]
	Odsetek osób w wieku 25-64 będących absolwentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych [%]
Kwalifikacje mieszkańców uznane za strategiczne	Odsetek studentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) będących na kierunkach matematyczno-statystycznych [%]
	Odsetek studentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) będących na kierunkach informatycznych [%]
	Odsetek studentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) będących na kierunkach inżynieryjno-technicznych [%]
	Odsetek absolwentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) na kierunkach medycznych [%]
	Odsetek absolwentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) kierunków matematyczno-statystycznych [%]
	Odsetek absolwentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) kierunków informatycznych [%]
	Odsetek absolwentów szkół wyższych (publicznych i niepublicznych) kierunków inżynieryjno-technicznych [%]
Umiejętności pracownicze w zakresie działalności innowacyjnej w sektorze usługowym	Odsetek innowacyjnych przedsiębiorstw usługowych wprowadzających nowe lub istotnie ulepszone produkty [%]
	Odsetek innowacyjnych przedsiębiorstw usługowych wprowadzających nowe lub istotnie ulepszone dla rynku produkty [%]
	Odsetek innowacyjnych przedsiębiorstw usługowych wprowadzających nowe lub istotnie ulepszone procesy [%]
Umiejętności pracownicze w zakresie działalności innowacyjnej w sektorze przemysłowym	Odsetek innowacyjnych przedsiębiorstw przemysłowych wprowadzających nowe lub istotnie ulepszone produkty [%]
	Odsetek innowacyjnych przedsiębiorstw przemysłowych wprowadzających nowe lub istotnie ulepszone dla rynku produkty [%]
	Udział przychodów netto przedsiębiorstw przemysłowych ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przychodach netto ze sprzedaży ogółem [%]
	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych dla rynku w przedsiębiorstwach przemysłowych w przychodach netto

	ze sprzedaży ogółem [%]
	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych na eksport w przedsiębiorstwach przemysłowych w przychodach netto ze sprzedaży ogółem [%]
	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych dla rynku na eksport w przychodach netto ze sprzedaży ogółem [%]
	Odsetek przedsiębiorstw przemysłowych wprowadzających nowe lub istotnie ulepszone procesy [%]
Kwalifikacje kadry medycznej	Odsetek pracujących pielęgniarek posiadających tytuł magistra [%]

Źródło: opracowanie własne.

KAPITAŁ ŚRODOWISKOWY

Kapitał środowiskowy to drugi, obok kapitału ludzkiego, wyodrębniony komponent kapitału intelektualnego regionu. Rozumiany jest on tutaj, zgodnie z definicją 3.3, jako wiedza i możliwości osadzone w środowisku regionu. Uznano, że możliwości te ujawniają się przede wszystkim w sposobie postrzegania tego regionu przez inne regiony (kapitał wizerunku) oraz w jakości środowiska tego regionu (kapitał strukturalny).

W badaniu *kapitał wizerunku* utożsamiono z wizerunkiem turystycznym województw, a wskaźniki użyte do jego opisu zaprezentowano w tabeli 5.4.

Tabela 5.4. Wyodrębnione elementy kapitału wizerunku oraz wskaźniki opisujące ich poziom

Element kapitału wizerunku	Definicje wskaźników
Wizerunek turystyczny regionu	Korzystający z noclegów turyści polscy I-XII na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Korzystający z noclegów turyści zagraniczni I-XII na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Udzielone noclegi turystom polskim I-XII na jednego korzystającego z noclegu turystę polskiego [nocleg]
	Udzielone noclegi turystom zagranicznym I-XII na jednego korzystającego z noclegu turystę zagranicznego [nocleg]

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu *kapitału strukturalnego* wzięto pod uwagę 13 jego elementów. Ich szczegółowa lista wraz ze wskaźnikami je opisującymi znajduje się w tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Wyodrębnione elementy kapitału strukturalnego oraz wskaźniki opisujące ich poziom

Elementy kapitału strukturalnego	Definicje wskaźników
Dostęp do infrastruktury turystycznej	Odsetek dochodu przeznaczony na rekreację i kulturę [%]
	Turystyczne obiekty zbiorowego zakwaterowania całoroczne na 1 tys. mieszkańców [obiekt]
	Miejsca noclegowe całoroczne na 1 tys. mieszkańców [miejsce]
	Placówki gastronomiczne na 1 tys. mieszkańców [obiekt]
	Jednostki wpisane wg PKD 2004 w sekcji H na 1 tys. mieszkańców [podmiot gospodarczy]
Stan środowiska naturalnego	Udział obszarów prawnie chronionych w powierzchni ogółem [%]
	Liczba pomników przyrody na 10 tys. mieszkańców [sztuka]
	Udział gruntów leśnych w powierzchni ogółem [%]
	Udział gruntów pod wodami w powierzchni ogółem [%]
	Udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych - tereny rekreacji i wypoczynku w powierzchni ogółem [%]
	Powierzchnia przypadająca na 1 kg ładunków zanieczyszczeń w ściekach przemysłowych odprowadzonych do wód lub do ziemi w ciągu roku [ha]
	Udział powierzchni parków spacerowo-wypoczynkowych w powierzchni ogółem [%]
Dostęp do kultury	Liczba bibliotek i filii na 10 tys. mieszkańców [obiekt]
	Odsetek placówek bibliotecznych przystosowanych do osób poruszających się na wózkach [%]
	Liczba miejsc na widowni w kinach stałych na 1 tys. mieszkańców [miejsce]
	Liczba muzeów na 10 tys. mieszkańców [obiekt]
	Odsetek muzeów przystosowanych do osób poruszających się na wózkach [%]
	Miejsca na widowni w stałej Sali w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców [miejsce]
Dostęp do edukacji ogółem	Liczba podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD - 2004) w sektorze prywatnym na mieszkańca w wieku produkcyjnym [podmiot gospodarczy]
	Liczba nauczycieli akademickich na szkołę wyższą [osoba]
	Liczba nauczycieli akademickich na 1 tys. mieszkańców w wieku 15-64 bez wykształcenia wyższego [osoba]
Dostęp do edukacji publicznej	Odsetek studentów będących uczestnikami studiów w szkołach publicznych [%]
	Odsetek absolwentów będących absolwentami wyższych szkół publicznych [%]
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	Odsetek absolwentów szkół wyższych pracujących po raz pierwszy [%]
	Odsetek aktywnych zawodowo pracujących mających wykształcenie wyższe [%]
	Odsetek aktywnych zawodowo pracujących mających wykształcenie policealne lub średnie zawodowe [%]
	Odsetek aktywnych zawodowo pracujących mających wykształcenie średnie ogólnokształcące [%]
	Odsetek osób z wykształceniem wyższym aktywnych zawodowo pracujących [%]

	Odsetek osób z wykształceniem policealnym lub średnim zawodowym aktywnych zawodowo pracujących [%]
	Odsetek osób z wykształceniem średnim ogólnokształcącym aktywnych zawodowo pracujących [%]
Możliwości badawczo-rozwojowe	Nakłady na B&R ogółem na pracownika naukowo-badawczego [zł]
	Nakłady na B&R na zatrudnionego w sferze B&R [tys. zł]
	Nakłady na B&R w sektorze przedsiębiorstw na zatrudnionego w sektorze przedsiębiorstw [zł]
	Odsetek zatrudnionych w B+R jako pracownik naukowo-badawczy [%]
Dostęp do internetu w szkołach	Uczeniowie szkół podstawowych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów 4 lata wcześniej [osoba]
	Uczeniowie szkół gimnazjalnych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów 4 lata wcześniej [%]
	Uczeniowie szkół ponadgimnazjalnych przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu przeznaczony do użytku uczniów 4 lata wcześniej [%]
Dostęp do usług medycznych	Liczba pracujących lekarzy na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Liczba pracujących pielęgniarek na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Liczba aptek ogólnodostępnych na 1 tys. mieszkańców [obiekt]
	Liczba lekarzy posiadających prawo wykonywania zawodu na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Liczba pielęgniarek posiadających prawo wykonywania zawodu na 1 tys. mieszkańców [osoba]
	Liczba łóżek w szpitalach ogólnych na 1 tys. mieszkańców [sztuka]
	Liczba zakładów opieki zdrowotnej przypadająca na 10 tys. mieszkańców [obiekt]
	Liczba publicznych zakładów opieki zdrowotnej przypadająca na 10 tys. mieszkańców [obiekt]
	Odsetek publicznych zakładów opieki zdrowotnej [%]
Jakość infrastruktury drogowej	Odsetek dróg publicznych o nawierzchni twardej [%]
	Odsetek dróg publicznych o nawierzchni twardej ulepszonej [%]
	Odsetek linii kolejowych normalnotorowych zelektryfikowanych [%]
Możliwości mobilne mieszkańców	Odsetek ludności miejskiej mieszkającej w miastach obsługiwanych przez zakłady komunikacji miejskiej [%]
	Miejsca w wozach na 1 tys. ludności miast obsługiwanych przez komunikację [miejsce]
Bezpieczeństwo drogowe	Liczba mieszkańców przypadająca na wypadek drogowy [osoba]
	Liczba mieszkańców przypadająca na ofiarę śmiertelną w wypadku drogowym [osoba]
	Liczba mieszkańców przypadająca na osobę ranną w wypadku drogowym [osoba]
Dostęp do infrastruktury komunikacyjno-informacyjnej	Liczba placówek pocztowych na 10 tys. mieszkańców [obiekt]
	Liczba telefonicznych łączy głównych wszystkich operatorów na mieszkańca [sztuka]

Źródło: opracowanie własne.

POZYCJA KONKURENCYJNA

Przykładowe wskaźniki pozycji konkurencyjnej regionu zostały zestawione w tabeli 2.1. Można je podzielić na trzy grupy. Pierwszą grupę stanowią wskaźniki odnoszące się do dochodów regionu – PKB na mieszkańca, PKB na pracującego, wartość dodana brutto na pracującego, wynagrodzenia. Druga grupa to przede wszystkim wskaźniki opisujące sytuację na rynku pracy, takie jak: wskaźnik zatrudnienia i stopa bezrobocia. Ostatnią, trzecią grupę stanowią wskaźniki powiązane z handlem zagranicznym.

W pracy konkurencyjność województw rozumiana jest jako zdolność tych województw do generowania relatywnie wysokiego poziomu dochodów i zatrudnienia. Ze względu na przyjętą definicję oraz dostępność danych statystycznych nie wzięto pod uwagę wskaźników odnoszących się do pozycji w handlu zagranicznym. Pozycja konkurencyjna jest zatem oceniana głównie przez pryzmat osiąganego dochodu oraz sytuacji na rynku pracy. Do opisu pozycji konkurencyjnej województw użyto łącznie 10 wskaźników i zaklasyfikowano je do dwóch grup. Grupę pierwszą stanowią wskaźniki opisujące sytuację na rynku pracy województw. Należą do nich:

- odsetek aktywnych zawodowo posiadających pracę [%],
- wskaźnik zatrudnienia osób w wieku produkcyjnym [%],
- odsetek osób w gospodarstwie domowym pracujących [%],
- liczba osób w gospodarstwie domowym przypadająca na jedną osobę pozostającą na utrzymaniu [osoba],
- odsetek pracujących w sektorze usługowym [%],

Do drugiej grupy zaliczono wskaźniki opisujące osiągnięty poziom dochodów, a więc:

- PKB na mieszkańca [zł],
- PKB na pracującego [zł],
- wartość dodana brutto na mieszkańca [zł],
- przeciętny dochód do dyspozycji na osobę [zł].

5.2. Relacje pomiędzy elementami kapitału intelektualnego i pozycją konkurencyjną województw – wyniki *SEM*

Do analizy relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy elementami kapitału intelektualnego oraz oceny siły wpływu tych elementów na pozycję konkurencyjną województw wykorzystano modelowanie równań strukturalnych *SEM*. Parametry *SEM* oszacowano za pomocą Częściowej Metody Najmniejszych Kwadratów (*PLS*), wykorzystując program *R* (pakiet *PLS-PM*). Istotność parametrów zbadano w programie *PLSI* za pomocą metody cięcia Tukeya (*JACKKNIFE*)²¹.

Jak napisano w podrozdziale 3.1 na *SEM* składają się dwa modele: model wewnętrzny opisujący relacje zachodzące pomiędzy elementami kapitału intelektualnego województw i model zewnętrzny prezentujący relacje pomiędzy tymi elementami a wskaźnikami opisującymi ich poziom. Model wewnętrzny ma postać układu równań (wzór 4.1), natomiast na model zewnętrzny składają się dwie relacje: relacja wagowa (wzór 4.2) oraz relacja odzwierciedlania (wzór 4.3). W relacji wagowej zakłada się, że poziom każdego elementu kapitału intelektualnego województw to kombinacja liniowa wartości opisujących go wskaźników, natomiast relacja odzwierciedlania mierzy w jakim stopniu wskaźniki o charakterze odzwierciedlającym przypisane do tego elementu mierzą jego poziom. Przyjęto, że wszystkie wskaźniki przypisane do poszczególnych elementów kapitału intelektualnego województw mają charakter odzwierciedlający. Ponadto, zostały one zdefiniowane tak, aby miały charakter stymulant. Okresem podstawowym w konstrukcji modelu był rok 2009, natomiast dane z lat 2007 i 2008 posłużyły do uwzględnienia w modelu wewnętrznym opóźnień czasowych.

Przyjęto, że *SEM* jest dobrej jakości, jeżeli spełnione są następujące warunki:

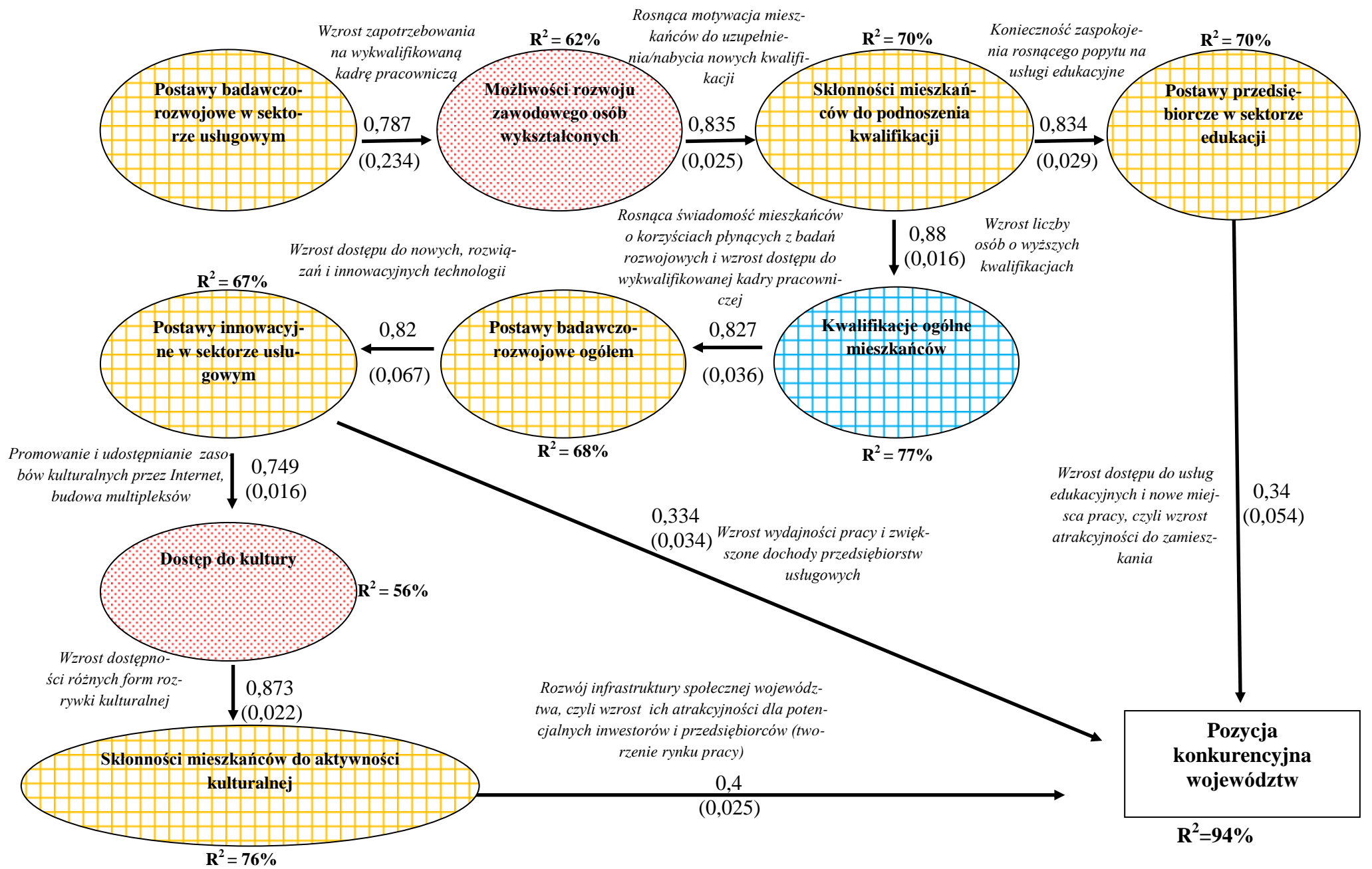
- relacje poddane weryfikacji są poprawne merytorycznie,
- wszystkie parametry są istotne (reguła 2s) i przyjmują wartości dodatnie,
- miary α -Cronbacha oraz rho Dillona Goldsteina dla każdego elementu kapitału intelektualnego przyjmują wartości nie mniejsze niż 0,7,
- tylko pierwsze wartości własne macierzy korelacji zestawu wskaźników w obrębie każdego elementu kapitału intelektualnego są większe od jedności,

²¹ Program został udostępniony dzięki życzliwości Pana Profesora J. Rogowskiego i zaangażowaniu Pani dr I. Skrodzkiej z Uniwersytetu w Białymstoku.

- względna miara jakości modelu *GoF* przyjmuje wartości nie mniejsze niż 0,9,
- miary zmienności wspólnej oraz redundancji mają zbliżone pożądane wartości w obrębie każdego elementu kapitału intelektualnego. Te wskaźniki, dla których wspomniane miary wartościami odbiegają od pozostałych były usuwane z modelu.

W toku analizy przetestowano wiele układów relacji przyczynowo-skutkowych pomiędzy wymienionymi w poprzednim podrozdziale elementami kapitału intelektualnego województw. *SEM* oszacowany dla zaprezentowanych na rysunku 5.1 łańcuchów relacji okazał się być najlepszej jakości spośród wszystkich rozpatrywanych.

Dwa pierwsze elementy kapitału intelektualnego – postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usługowym oraz możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych dotyczą 2007 roku i są uwzględnione w modelu z dwuletnim opóźnieniem czasowym, trzeci element – skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji – z opóźnieniem rocznym, natomiast pozostałe dotyczą roku 2009. Uwzględnienie opóźnienia czasowego poprawiło jakość uzyskanego modelu w stosunku do modelu szacowanego bez opóźnień czasowych. Przetestowanie tych relacji przy większych opóźnieniach czasowych nie było możliwe ze względu na brak danych statystycznych.



Oznaczenia:

Elementy (komponenty III rzędu) kapitału intelektualnego województw wyróżnione w ramach następujących komponentów II rzędu:

- kapitału osobowościowego i - kapitału wiedzy \subseteq kapitał ludzki (komponent I rzędu),

- kapitału strukturalnego \subseteq kapitał środowiskowy (komponent I rzędu);

→ - kierunek elacji przyczynowo-skutkowych łączących wyodrębnione elementy kapitału intelektualnego województw.

Uwagi:

Kursywą opisano założone relacje przyczynowo-skutkowe;

wartości nad strzałkami przedstawiają oszacowania parametrów równań w modelu wewnętrznym;

wartości pod strzałkami (w nawiasach) to błędy szacunku parametrów równań w modelu wewnętrznym (odchylenie standardowe wyznaczone metodą cięcia Tukeya);

R² to współczynniki dopasowania równań w modelu wewnętrznym.

Rysunek 5.1. Schemat wpływu elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw (model wewnętrzny)

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5.6. Wyniki oszacowań parametrów modelu zewnętrznego oraz wartości wybranych miar jakości

Elementy kapitału intelektualnego	Definicje wskaźników	Model zewnętrzny			Miara zmienności wspólnej	Miara redundancji
		Parametr relacji wagowej	Odchylenie standardowe	Parametr relacji odzwierciedlania		
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usługowym	Nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze usługowym	1	0,137	1	1	X
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	Odsetek absolwentów szkół wyższych pracujących po raz pierwszy	0,454	0,157	0,871	0,759	0,471
	Odsetek osób z wykształceniem wyższym aktywnych zawodowo pracujących	0,446	0,147	0,909	0,827	0,513
	Odsetek osób z wykształceniem średnim ogólnokształcącym aktywnych zawodowo pracujących	0,277	0,118	0,718	0,515	0,32
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	Odsetek osób w wieku 25-64 będących uczestnikami studiów podyplomowych	0,213	0,032	0,869	0,755	0,526
	Odsetek osób w wieku 20-64 będących studentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych	0,21	0,039	0,932	0,87	0,605
	Studenci na 10 tys. ludności w wieku 19-24	0,222	0,05	0,938	0,88	0,613
	Kształcenie ustawiczne osób w wieku 25-64 lata	0,164	0,036	0,682	0,465	0,323
	Liczba doktorantów przypadająca na szkołę wyższą	0,131	0,067	0,777	0,604	0,42
	Liczba doktorantów na nauczyciela akademickiego	0,209	0,02	0,943	0,889	0,619
Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	Odsetek jednostek nowo zarejestrowanych w sekcji M (PKD - 2004) wśród wszystkich nowo zarejestrowanych	0,556	0,123	0,853	0,728	0,507
	Odsetek podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD - 2004) w sektorze prywatnym	0,6	0,109	0,875	0,766	0,533
Kwalifikacje ogólne mieszkańców	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem wyższym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku	0,379	0,127	0,833	0,694	0,537
	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem średnim	0,339	0,062	0,822	0,676	0,523

	ogólnokształcącym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku Odsetek osób w wieku 25-64 będących absolwentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych	0,458	0,086	0,885	0,784	0,607
Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	Nakłady na B&R na mieszkańca	0,537	0,135	0,983	0,966	0,661
	Nakłady na B&R w relacji do PKB	0,482	0,136	0,979	0,958	0,655
Postawy innowacyjne w sektorze usług	Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze usługowym	0,509	0,138	0,973	0,947	0,637
	Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze usługowym	0,518	0,155	0,974	0,948	0,638
Dostęp do kultury	Odsetek placówek bibliotecznych przystosowanych do osób poruszających się na wózkach	0,369	0,082	0,829	0,686	0,385
	Liczba miejsc na widowni w kinach stałych na 1 tys. mieszkańców	0,374	0,06	0,81	0,656	0,368
	Miejsca na widowni w stałej Sali w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców	0,436	0,093	0,897	0,804	0,451
Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	Widzowie w kinach stałych ogółem na 1 tys. mieszkańców	0,357	0,039	0,965	0,931	0,71
	Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców	0,287	0,052	0,873	0,762	0,581
	Czytelnicy bibliotek publicznych na placówkę biblioteczną	0,275	0,044	0,851	0,724	0,552
	Widzowie w kinach stałych ogółem na miejsce w kinach w Sali stałej	0,224	0,054	0,766	0,587	0,448
Pozycja konkurencyjna	PKB na mieszkańca	0,267	0,06	0,983	0,967	0,907
	PKB na pracującego	0,248	0,048	0,949	0,901	0,845
	Przeciętny dochód do dyspozycji na osobę	0,253	0,056	0,946	0,895	0,84

Źródło: obliczenia własne.

W tabeli 5.6 zestawiono informacje dotyczące oszacowanych parametrów modelu zewnętrznego, czyli parametrów relacji wagowej i relacji odzwierciedlenia oraz wartości miar zmienności wspólnej i redundancji. Na podstawie danych z tabeli 5.7 można ocenić stopień trafności doboru wskaźników do modelu.

Tabela 5.7. Wartości miar jakości SEM

Elementy kapitału intelektualnego województw	Miara α -Cronbacha	Miara rho Dillona Goldsteina	Pierwsza wartość własna	Druga wartość własna
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usługowym	1	1	1	0
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	0,787	0,877	2,11	0,5953
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	0,928	0,945	4,47	0,907
Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	0,662	0,855	1,49	0,5054
Kwalifikacje ogólne mieszkańców	0,805	0,885	2,16	0,4566
Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	0,961	0,981	1,92	0,0751
Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	0,945	0,973	1,89	0,105
Dostęp do kultury	0,8	0,883	2,15	0,5259
Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	0,888	0,923	3,01	0,5695
Pozycja konkurencyjna województw	0,976	0,982	3,73	0,1427

Źródło: obliczenia własne.

Z informacji zamieszczonych na rysunku 5.1 oraz w powyższych tabelach wynika, że zarówno model wewnętrzny, jak i zewnętrzny można uznać za modele dobrej jakości. Niemal wszystkie równania modelu wewnętrznego charakteryzują się wysokimi współczynnikami dopasowania (na poziomie powyżej 60%, wyjątek stanowią: dostęp do kultury, którego zmienność udało się wyjaśnić w 56%). Ponadto w proponowanym modelu udało się wyjaśnić aż 94% zmienności pozycji konkurencyjnej województw (rysunek 5.1). Wartości współczynników dopasowania R^2 w kolejnych równaniach modelu wewnętrznego można uznać za akceptowalne, w szczególności biorąc pod uwagę małą liczebność próby statystycznej oraz rodzaj danych statystycznych użytych w badaniu. Poza tym wszystkie parametry równań w modelu wewnętrznym są istotne (reguła 2s).

Do oceny modelu wewnętrznego służy również miara redundancji, która określa, jaki odsetek zmienności wskaźnika opisującego zmienną ukrytą został wyjaśniony przez zmienne będące bezpośrednią przyczyną dla tej zmiennej. Średnia wartość tej miary dla

każdego elementu kapitału intelektualnego kształtuje się na poziomie powyżej 50% (wyjątek: dostęp do kultury - 40%, możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych – 43,5%) (por. tabela 5.6). Najwyższa średnia wartość miary redundancji to aż 95,9% (pozycja konkurencyjna województw).

O dobrej jakości relacji odzwierciedlania z kolei świadczą wysokie średnie wartości miar zmienności wspólnej. Średnia wartość tej miary dla każdego elementu kapitału intelektualnego kształtuje się na poziomie powyżej 70% (por. tabela 5.6). Najniższa średnia miara zmienności wspólnej odnotowana została przy możliwościach rozwoju zawodowego osób wykształconych i wynosi 70,03, najwyższa z kolei aż 96% (postawy badawczo-rozwojowe ogółem).

Wskaźniki opisujące elementy kapitału intelektualnego województw zostały trafnie dobrane. Po pierwsze, poprawnie został określony ich charakter. Najniższa wartość parametru relacji odzwierciedlania wynosi aż 0,718 i dotyczy odsetka osób z wykształceniem średnim ogólnokształcącym aktywnych zawodowo pracujących (wskaźnik opisujący możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych). Po drugie, miary α -Cronbacha oraz rho Dillona Goldsteina osiągają wysokie wartości – powyżej 0,7. Najniższą wartością miary α -Cronbacha charakteryzują się wspomniane wyżej możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych, natomiast najniższą wartością miary rho Dillona Goldsteina – postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji. Po trzecie, każdy element kapitału intelektualnego charakteryzuje się jednowymiarową reprezentatywnością, co oznacza, że najwięcej informacji o analizowanym elemencie kapitału intelektualnego zawiera pierwsza główna składowa. Pierwsze wartości własne macierzy korelacji są bowiem większe od jedności, podczas gdy pozostałe są mniejsze od jeden (tabela 5.7). Wreszcie, wszystkie wskaźniki uwzględnione w modelu są istotne (tabela 5.6).

Szczegółowa analiza obu modeli zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego pozwala uznać *SEM* za model dobrej jakości. Potwierdza to również wysoka wartość wskaźnika jakości dopasowania *GoF*, która wynosi aż 91,95% (pożądana wartość względnego *GoF* to minimum 90%).

Uzyskany model pozwala na wskazanie elementów kapitału intelektualnego województw istotnych z punktu widzenia ich pozycji konkurencyjnej, czyli wskazanie czynników ich konkurencyjności (por. rysunek 5.1). Są to:

6 elementów kapitału osobowościowego:

- postawy badawczo-rozwojowe ogółem i w sektorze usługowym,
- skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji,
- postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji i skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej,
- postawy innowacyjne w sektorze usługowym,

1 element kapitału wiedzy:

- kwalifikacje ogólne mieszkańców,

2 elementy kapitału strukturalnego:

- możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych,
- dostęp do kultury.

Kapitał ludzki

Kapitał środowiskowy

Wśród wymienionych elementów nie ma ani jednego odnoszącego się do kapitału zdrowia i kapitału wizerunku. Były one, podobnie jak pozostałe wymienione wcześniej elementy kapitału intelektualnego, brane pod uwagę przy konstrukcji *SEM*, jednak okazały na tyle nieistotne, że zostały z niego usunięte.

Oszacowany *SEM* pozwala sformułować następujące wnioski (rysunek 5.1):

- bezpośrednimi czynnikami konkurencyjności województw w 2009 roku były:
 - skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej,
 - postawy innowacyjne w sektorze usługowym,
 - postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji,
- elementy kapitału intelektualnego, które okazały się istotne z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej województw w 2009 roku dotyczą głównie:
 - innowacji, w tym B&R (postawy badawczo-rozwojowe ogółem i w sektorze usługowym, postawy innowacyjne w sektorze usługowym),
 - edukacji (skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji, postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji, kwalifikacje ogólne mieszkańców, możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych),
 - kultury (dostęp do kultury, skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej),

- istotną z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej województw jest aktywność w sektorze usługowym, w szczególności aktywność badawczo-rozwojowa i innowacyjna mieszkańców.

Nawiązując do ostatniego wniosku, warto zwrócić uwagę na fakt, że w modelu nie ma ani jednego elementu kapitału intelektualnego powiązanego z sektorem przemysłowym. Elementy te były rozpatrywane jako potencjalne czynniki konkurencyjności i pojawiły się próby ich włączenia na etapie konstrukcji *SEM*. Uwzględnienie jednak tych elementów kapitału intelektualnego województw znacznie zaniżało jakość *SEM*. Istotność sektora usług z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej województw świadczy o prawidłowym trendzie ich rozwoju gospodarczego. Wzrost znaczenia sektora usług w gospodarce wymieniany jest bowiem w literaturze jako jeden z głównych symptomów transformacji gospodarek w stronę tych opartych na wiedzy. Potwierdza to uzyskane wyniki badań nad konkurencyjnością regionu, w których właśnie aktywności w sektorze usługowym przypisuje się szczególne znaczenie z punktu widzenia poprawy pozycji konkurencyjnej regionów [Unia Europejska 1999; Wosiek 2010].

Jak wynika z rysunku 5.1, każdy wymieniony tam element kapitału intelektualnego wpływa w sposób pośredni lub/i bezpośredni na pozycję konkurencyjną województw. Tak skonstruowany *SEM* daje możliwość porównania siły tego wpływu przez oszacowanie wartości współczynnika wpływu całkowitego .

Dla ilustracji sposobu obliczania takiego współczynnika weźmy pod uwagę skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji. Wpływają one na pozycję konkurencyjną województw trzema ścieżkami (rysunek 5.1):

ŚCIEŻKA I:

Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji → Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji → Pozycja konkurencyjna województw

ŚCIEŻKA II:

Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji → Kwalifikacje ogólne mieszkańców → Postawy badawczo-rozwojowe ogółem → Postawy innowacyjne w sektorze usługowym → Pozycja konkurencyjna województw

ŚCIEŻKA III:

Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji → Kwalifikacje ogólne mieszkańców → Postawy badawczo-rozwojowe ogółem → Postawy innowacyjne w sektorze

usługowym → Dostęp do kultury → Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej → Pozycja konkurencyjna województw

Warto zauważyć, że skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji nie wpływają na pozycję konkurencyjną województw w sposób bezpośredni. Wszystkie trzy wymienione ścieżki dotyczą wpływu pośredniego, stąd wartość współczynnika wpływu bezpośredniego jest równa zero, a wartość współczynnika wpływu całkowitego równać się będzie wartości współczynnika wpływu pośredniego. W tabeli 5.8 zaprezentowano algorytm szacowania wartości współczynnika wpływu całkowitego skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji na pozycję konkurencyjną województw.

Analogicznie wyznaczono współczynnik wpływu całkowitego dla każdego elementu kapitału intelektualnego województw uwzględnionego w modelu wewnętrznym *SEM* (czynnika konkurencyjności). W tabeli 5.9 zestawiono wartości tego współczynnika dla wszystkich elementów kapitału intelektualnego. Okazuje się, że najsilniejszy wpływ na pozycję konkurencyjną województw mają skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji. Zatem z punktu widzenia poprawy pozycji konkurencyjnej najbardziej opłaca się inwestować w motywowanie mieszkańców do podejmowania kształcenia. Dochodzi tutaj do skumulowania efektów z różnych ścieżek.

Tabela 5.8. Algorytm szacowania wartości współczynników wpływu całkowitego na przykładzie skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji

Ścieżka	Relacja		Wartość parametru	Siła wpływu pośredniego	Współczynnik wpływu całkowitego
	Przyczyna	Skutek			
I	Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	0,83	$0,83 \cdot 0,34$ $=$ $0,28$	$0,28 + 0,198 + 0,16$ $=$ $0,638$
	Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	Pozycja konkurencyjna województw	0,34		
II	Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	Kwalifikacje ogólne mieszkańców	0,88	$0,88 \cdot 0,83 \cdot 0,82 \cdot 0,33$ $=$ $0,198$	
	Kwalifikacje ogólne mieszkańców	Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	0,83		
	Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	0,82		
	Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	Pozycja konkurencyjna województw	0,334		
III	Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	Kwalifikacje ogólne mieszkańców	0,88	$0,88 \cdot 0,83 \cdot 0,82 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 0,4$ $=$ $0,16$	
	Kwalifikacje ogólne mieszkańców	Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	0,83		
	Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	0,82		
	Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	Dostęp do kultury	0,75		
	Dostęp do kultury	Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	0,87		
	Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	Pozycja konkurencyjna województw	0,4		

Źródło: opracowanie własne.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że elementy kapitału intelektualnego województw charakteryzujące się najniższymi wartościami współczynników wpływu całkowitego, to elementy wpływające bezpośrednio na poprawę pozycji konkurencyjnej (postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji, skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej). Te z nich, które charakteryzują się największymi wartościami współczynników wpływu całkowitego znajdują się na początku łańcucha relacji (wyjątek stanowią: postawy innowacyjne w sektorze usługowym). Ma to sens o tyle, że korzyści płynące ze stymulowania poziomu tych elementów kapitału intelektualnego, które znajdują się na początku łańcucha relacji, są większe ze względu na możliwość wpływu na pozycję konkurencyjną województw większą liczbą ścieżek. Inwestowanie w nie wiąże się jednak z dłuższym okresem oczekiwania na efekty w postaci poprawy pozycji konkurencyjnej. Dzieje się tak przy założeniu, że w modelu występują opóźnienia czasowe. Inwestując w elementy będące bezpośrednią przyczyną poprawy pozycji konkurencyjnej można oczekiwać, że efekty będą widoczne znacznie szybciej, ale ich siła może być słabsza. Jedynie postawy innowacyjne w sektorze usługowym, które są bezpośrednią przyczyną poprawy pozycji konkurencyjnej pod względem siły wpływu zajmują drugie miejsce w rankingu. Wynika to stąd, że ścieżka bezpośrednia nie jest jedyną ścieżką poprawy pozycji konkurencyjnej przez ten element (rysunek 5.1).

Tabela 5.9. Wartości współczynnika wpływu całkowitego elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw

Elementy kapitału intelektualnego województw	Współczynnik wpływu:		
	Bezpośredniego	pośredniego	całkowitego
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	0	0,64	0,64
Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	0,334	0,262	0,595
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	0	0,534	0,534
Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	0	0,488	0,488
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usługowym	0	0,42	0,42
Kwalifikacje ogólne mieszkańców	0	0,404	0,404
Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	0,4	0	0,4
Dostęp do kultury	0	0,349	0,349
Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	0,341	0	0,341

Źródło: obliczenia własne.

Mając wartości współczynnika wpływu całkowitego elementów kapitału intelektualnego (tabela 5.9) oraz udziały opisujących je wskaźników w tworzeniu poziomu tych elementów (parametry relacji wagowej w tabeli 5.6), można porównać znaczenie poszczególnych wskaźników w tworzeniu poziomu kapitału intelektualnego województw ogółem. Proponuje się, aby w tym celu oszacować wartości współczynnika, który nazywany będzie współczynnikiem wpływu całkowitego wskaźników. Wskaźniki przypisane do poszczególnych elementów kapitału intelektualnego tworzą bowiem ich poziom (relacja wagowa), który dalej przekłada się w sposób pośredni lub/i bezpośredni na poziom pozycji konkurencyjnej województw (relacje w modelu wewnętrznym). Współczynnik ten szacuje się jako iloczyn wartości parametru stojącego przy danym wskaźniku w relacji wagowej przez oszacowaną wcześniej wartość współczynnika wpływu całkowitego opisywanego przez niego elementu kapitału intelektualnego.

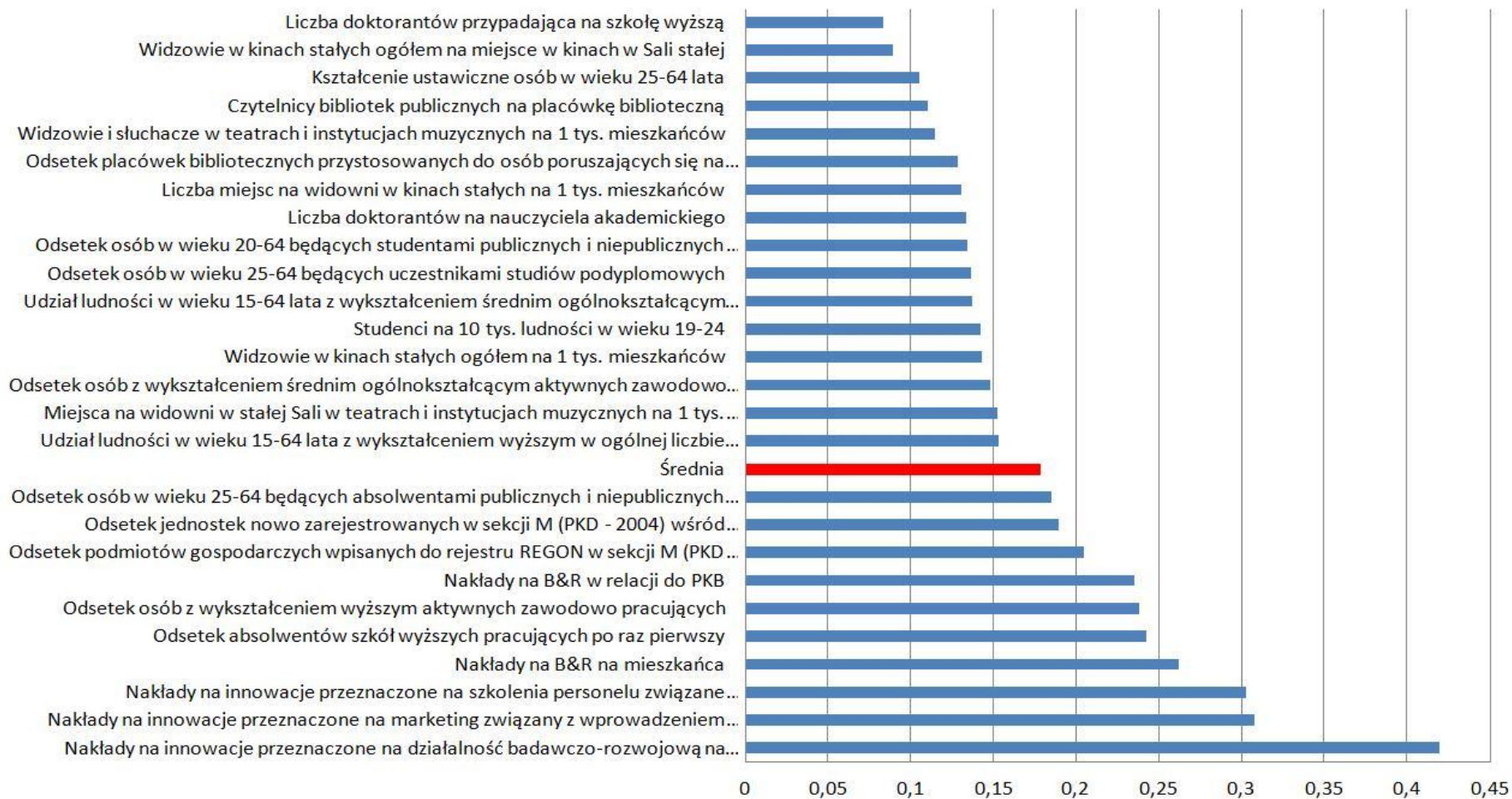
Wartości oszacowanego współczynnika dla poszczególnych wskaźników kapitału intelektualnego województw podano w tabeli 5.10. Średnia wartość współczynników wynosi 0,18 (wykres 5.1). Jak widać, największy udział w tworzeniu poziomu kapitału intelektualnego województw mają przede wszystkim wskaźniki opisujące postawy innowacyjne, badawczo-rozwojowe, przedsiębiorcze oraz wskaźniki oceniające rozwój zawodowy osób z wykształceniem wyższym. Wartości współczynnika oszacowanego dla tych wskaźników kształtują się na poziomie powyżej średniej. Dalej pod względem ważności znajdują się wskaźniki kwalifikacji mieszkańców i ich skłonności do podnoszenia kwalifikacji.

Tabela 5.10. Wartości współczynnika wpływu całkowitego wskaźników kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw

Elementy kapitału intelektualnego	Definicje wskaźników	Współczynnik wpływu całkowitego wskaźnika na pozycję konkurencyjną
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usług	Nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze usługowym	0,42
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	Odsetek absolwentów szkół wyższych pracujących po raz pierwszy	0,242
	Odsetek osób z wykształceniem wyższym aktywnych zawodowo pracujących	0,238
	Odsetek osób z wykształceniem średnim ogólnokształcącym aktywnych zawodowo pracujących	0,148
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	Odsetek osób w wieku 25-64 będących uczestnikami studiów podyplomowych	0,136
	Odsetek osób w wieku 20-64 będących studentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych	0,134
	Studenci na 10 tys. ludności w wieku 19-24	0,142
	Kształcenie ustawiczne osób w wieku 25-64 lata	0,105
	Liczba doktorantów przypadająca na szkołę wyższą	0,084
Liczba doktorantów na nauczyciela akademickiego	0,134	
Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	Odsetek jednostek nowo zarejestrowanych w sekcji M (PKD - 2004) wśród wszystkich nowo zarejestrowanych	0,19
	Odsetek podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD - 2004) w sektorze prywatnym	0,205
Kwalifikacje ogólne mieszkańców	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem wyższym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku	0,153
	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem średnim ogólnokształcącym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku	0,137
	Odsetek osób w wieku 25-64 będących absolwentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych	0,185
Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	Nakłady na B&R na mieszkańca	0,262
	Nakłady na B&R w relacji do PKB	0,235
Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze usługowym	0,303

	Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze usługowym	0,308
Dostęp do kultury	Odsetek placówek bibliotecznych przystosowanych do osób poruszających się na wózkach	0,129
	Liczba miejsc na widowni w kinach stałych na 1 tys. mieszkańców	0,131
	Miejsca na widowni w stałej Sali w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców	0,152
Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	Widzowie w kinach stałych ogółem na 1 tys. mieszkańców	0,143
	Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców	0,115
	Czytelnicy bibliotek publicznych na placówkę biblioteczną	0,11
	Widzowie w kinach stałych ogółem na miejsce w kinach w Sali stałej	0,09

Źródło: obliczenia własne.



Wykres 5.1. Współczynnik wpływu całkowitego wskaźników elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw na podstawie tabeli 5.10

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując:

- Kapitał intelektualny województw stanowił w 2009 roku istotny czynnik ich konkurencyjności. Elementy kapitału intelektualnego są w stanie wyjaśnić aż 94% zmienności pozycji konkurencyjnej województw. Dobrej jakości *SEM* potwierdza, że kapitał intelektualny wpływa istotnie na pozycję konkurencyjną województw;
- Do elementów kapitału intelektualnego istotnych z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej województw zalicza się elementy kapitału osobowościowego, kapitału wiedzy oraz kapitału strukturalnego. Są to elementy związane z edukacją, innowacjami, w tym działalnością badawczo-rozwojową oraz aktywnością kulturalną. Ani jeden element kapitału zdrowia i wizerunku nie okazał się w analizowanym okresie istotnym czynnikiem konkurencyjności województw;
- Zidentyfikowane elementy kapitału intelektualnego z różną siłą wpływają na pozycję konkurencyjną województw. Największy wpływ mają kolejno:
 - skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji,
 - postawy innowacyjne w sektorze usługowym,
 - możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych,
 - postawy badawczo-rozwojowe ogółem i w sektorze usługowym,
 - kwalifikacje ogólne mieszkańców,
 - skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej,
 - dostęp do kultury,
 - postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji;
- O poprawności merytorycznej skonstruowanego *SEM* świadczy obecność w modelu elementów kapitału intelektualnego związanych z sektorem usługowym. Wzrost jego istotności w gospodarce uważany jest w literaturze za podstawową cechę gospodarek XXI wieku.

Rozdział 6.

Efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego a pozycja konkurencyjna województw

Uzyskane oszacowania parametrów modelu wewnętrznego *SEM* stanowią pewną uśrednioną wartość siły, z jaką w analizowanych województwach dochodzi do przekształcania jednych elementów kapitału intelektualnego w inne. Siła tego oddziaływania jest jednak zróżnicowana pomiędzy województwami i zależy od efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego przez te województwa. Stąd, każdy element kapitału intelektualnego województw będący czynnikiem jego konkurencyjności powinien zostać poddany badaniu efektywności jego wykorzystania.

W niniejszym rozdziale zaprezentowano sposób realizacji dwóch ostatnich etapów konstrukcji proponowanego modelu. Zdefiniowano tzw. strategiczne procesy gospodarcze, oszacowano ich efektywność oraz zidentyfikowano źródła nieefektywnego wykorzystania kapitału intelektualnego przez województwa. Zbadano tym samym, czy modele z rodziny *DEA* nadają się do szacowania efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu (hipoteza H_2). Porównano województwa pod względem poziomu kapitału intelektualnego. Podjęto też próbę odpowiedzi na pytanie, czy oszacowanie poziomu kapitału intelektualnego dostarcza informacji o pozycji konkurencyjnej województw oraz, czy uwzględnienie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego przez województwa przy szacowaniu jego poziomu poprawia precyzję tej informacji. Na koniec sprawdzono, czy efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego w województwach wpływa istotnie na pozycję konkurencyjną tych województw (hipoteza H_0).

6.1. Efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw – wyniki *DEA*

Punktem wyjścia do oceny efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego województw jest identyfikacja strategicznych procesów gospodarczych w łańcuchach relacji przyczynowo-skutkowych zaprezentowanych na rysunku 5.1. Zgodnie z definicją 3.9 wyróżnić tam można dziewięć takich procesów. Są to:

Proces I – proces wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych w sektorze usługowym do zwiększenia na rynku pracy możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych,

Proces II – proces wykorzystania możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych do zwiększania skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji,

Proces III – proces wykorzystania skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji do kształtowania postaw przedsiębiorczych w sektorze edukacji oraz podnoszenia kwalifikacji ogólnych mieszkańców,

Proces IV – proces wykorzystania postaw przedsiębiorczych w sektorze edukacji do poprawy pozycji konkurencyjnej województw,

Proces V – proces wykorzystania kwalifikacji ogólnych mieszkańców do kształtowania postaw badawczo-rozwojowych ogółem,

Proces VI – proces wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych do kształtowania postaw innowacyjnych w sektorze usługowym,

Proces VII – proces wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usługowy do zwiększenia dostępu do kultury oraz poprawy pozycji konkurencyjnej,

Proces VIII – proces wykorzystania dostępu do kultury do zwiększania skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej,

Proces IX – proces wykorzystania skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej do poprawy pozycji konkurencyjnej województw.

W celu oszacowania efektywności powyższych procesów wykorzystano model *SBM*, a obliczenia wykonano w programie *R*. Rolę nakładów w każdym z dziewięciu strategicznych procesów gospodarczych odgrywają wskaźniki elementu, który stanowi przyczynę w łańcuchu relacji, natomiast rolę rezultatów – wskaźniki elementów będących jego bezpośrednim skutkiem. Warunek ograniczający liczebność zmiennych w modelach z rodziny *DEA* (wzór 4.27) przyjmuje postać $WO = \max\{NR; 3(N + R)\} < 16$. Stąd łączna liczba zmiennych w każdym procesie gospodarczym nie powinna przekraczać 5. Lista uwzględnionych w badaniu wskaźników znajduje się w tabeli 5.6. Prawa strona warunku (4.27) dla zidentyfikowanych wyżej strategicznych procesów gospodarczych przyjmuje odpowiednio wartości: $WO_I = 12$ ($N=1, R=3$), $WO_{II} = 27$ ($N=3, R=6$), $WO_{III} = 33$ ($N=6, R=5$), $WO_{IV} = 15$ ($N=2, R=3$), $WO_V = 15$ ($N=3, R=2$), $WO_{VI} = 12$ ($N=2, R=2$), $WO_{VII} = 21$ ($N=2, R=5$), $WO_{VIII} = 21$ ($N=3, R=4$), $WO_{IX} = 21$ ($N=4, R=3$).

Przed zastosowaniem modelu *SBM* konieczna jest zatem dalsza redukcja wskaźników. W *procesie II* bowiem łączna ich liczba wynosi 9, natomiast w *procesie III* – aż 11. Decyzję o usunięciu niektórych wskaźników podjęto na podstawie miar zmienności wspólnej, redundancji oraz parametrów stojących przy tych wskaźnikach w modelu zewnętrznym i w relacji odzwierciedlania (tabela 5.6). Posługując się tymi kryteriami:

- w przypadku możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych usunięto:
 - odsetek osób z wykształceniem średnim ogólnokształcącym aktywnych zawodowo pracujących (relatywnie niskie w porównaniu z innymi wskaźnikami tego elementu wartości parametrów relacji wagowej i relacji odzwierciedlania oraz niskie wartości miar zmienności wspólnej i redundancji),
- w przypadku skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji usunięto:
 - odsetek osób w wieku 25-64 będących uczestnikami studiów podyplomowych,
 - kształcenie ustawiczne osób w wieku 25-64 lata,
 - liczba doktorantów przypadająca na szkołę wyższą (relatywnie niskie w porównaniu z pozostałymi wskaźnikami tego elementu wartości parametrów relacji odzwierciedlania oraz najniższe wartości miar zmienności wspólnej i redundancji):
- w przypadku kwalifikacji ogólnych mieszkańców usunięto:
 - udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem średnim—ogólnokształcącym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku (relatywnie niska w porównaniu z pozostałymi wskaźnikami tego elementu wartość parametru modelu miary oraz najniższe wartości miar zmienności wspólnej i redundancji),
- w przypadku skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej usunięto:
 - widzowie w kinach stałych ogółem na miejsce w kinach w Sali stałej (relatywnie niskie w porównaniu z pozostałymi wskaźnikami tego elementu wartości parametrów modelu miary, relacji odzwierciedlania oraz miar zmienności wspólnej i redundancji),

- w przypadku pozycji konkurencyjnej województw usunięto:
 - przeciętny dochód do dyspozycji na osobę (najniższe wartości parametrów modelu miary, relacji odzwierciedlenia oraz miar zmienności wspólnej i redundancji).

Ostateczny, po dokonaniu powyższej redukcji wskaźników, układ nakładów i rezultatów w wymienionych procesach gospodarczych został zaprezentowany w tabeli 6.1. Prawa strona warunku (4.27) przyjmuje teraz odpowiednio wartości: $WO_I = 9$ ($N=1, R=2$), $WO_{II} = 15$ ($N=2, R=3$), $WO_{III} = 21$ ($N=3, R=4$), $WO_{IV} = 12$ ($N=2, R=2$), $WO_V = 12$ ($N=2, R=2$), $WO_{VI} = 12$ ($N=2, R=2$), $WO_{VII} = 18$ ($N=2, R=4$), $WO_{VIII} = 18$ ($N=3, R=3$), $WO_{IX} = 15$ ($N=3, R=2$).

W przypadku niektórych procesów prawa strona warunku (4.27) przekracza nieznacznie narzucone ograniczenie (*proces III, proces VII, proces VIII*). Biorąc jednak pod uwagę fakt, że warunek ten jest jedynie wynikiem przeprowadzonych symulacji, dopuszczono zastosowanie *SBM* w odniesieniu do bieżącego układu nakładów i rezultatów.

Tabela 6.1. Układ nakładów i rezultatów w strategicznych procesach gospodarczych

Elementy kapitału intelektualnego	NAKLADY	Elementy kapitału intelektualnego	REZULTATY
PROCES I			
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usług	1. Nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze usługowym	Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	1. Odsetek absolwentów szkół wyższych pracujących po raz pierwszy 2. Odsetek osób z wykształceniem wyższym aktywnych zawodowo pracujących
PROCES II			
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	1. Odsetek absolwentów szkół wyższych pracujących po raz pierwszy 2. Odsetek osób z wykształceniem wyższym aktywnych zawodowo pracujących	Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	1. Odsetek osób w wieku 20-64 będących studentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych 3. Studenci na 10 tys. ludności w wieku 19-24 4. Liczba doktorantów na nauczyciela akademickiego
PROCES III			
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji	1. Odsetek osób w wieku 20-64 będących studentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych 2. Studenci na 10 tys. ludności w wieku 19-24 3. Liczba doktorantów na nauczyciela akademickiego	Przedsiębiorczość w sektorze edukacji	1. Odsetek jednostek nowo zarejestrowanych w sekcji M (PKD – 2004) wśród wszystkich nowo zarejestrowanych 2. Odsetek podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD – 2004) w sektorze prywatnym
		Kwalifikacje ogólne mieszkańców	1. Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem wyższym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku 2. Odsetek osób w wieku 25-64 będących absolwentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych
PROCES IV			
Przedsiębiorczość w sektorze edukacji	1. Odsetek jednostek nowo zarejestrowanych w sekcji M (PKD - 2004) wśród wszystkich nowo zarejestrowanych 2. Odsetek podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD - 2004) w sektorze prywatnym	Pozycja konkurencyjna	1. PKB na mieszkańca 2. PKB na pracującego

PROCES V			
Kwalifikacje ogólne mieszkańców	<ol style="list-style-type: none"> 1. Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem wyższym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku 2. Odsetek osób w wieku 25-64 będących absolwentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych 	Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nakłady na B&R na mieszkańca 2. Nakłady na B&R w relacji do PKB
PROCES VI			
Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nakłady na B&R na mieszkańca 2. Nakłady na B&R w relacji do PKB 	Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze usługowym 2. Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze usługowym
PROCES VII			
Postawy innowacyjne w sektorze usługowym	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze usługowym 2. Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze usługowym 	Dostęp do kultury	<ol style="list-style-type: none"> 1. Odsetek placówek bibliotecznych przystosowanych do osób poruszających się na wózkach 2. Liczba miejsc na widowni w kinach stałych na 1 tys. mieszkańców 3. Miejsca na widowni w stałej Sali w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców
		Pozycja konkurencyjna	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca 2. PKB na pracującego
PROCES VIII			
Dostęp do kultury	<ol style="list-style-type: none"> 1. Odsetek placówek bibliotecznych przystosowanych do osób poruszających się na wózkach 2. Liczba miejsc na widowni w kinach stałych na 1 tys. mieszkańców 3. Miejsca na widowni w stałej Sali w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców 	Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	<ol style="list-style-type: none"> 1. Widzowie w kinach stałych ogółem na 1 tys. mieszkańców 2. Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców 3. Czytelnicy bibliotek publicznych na placówkę biblioteczną
PROCES IX			

Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej	<ol style="list-style-type: none"> 1. Widzowie w kinach stałych ogółem na 1 tys. mieszkańców 2. Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców 3. Czytelnicy bibliotek publicznych na placówkę biblioteczną 	Pozycja konkurencyjna	<ol style="list-style-type: none"> 1. PKB na mieszkańca 2. PKB na pracującego
--	---	-----------------------	---

Źródło: opracowanie własne.

Model *SBM* dopuszcza zróżnicowaną efektywność wykorzystania każdego z nakładów charakteryzujących analizowany proces, czyli pozwala wyznaczyć tzw. efektywność cząstkową obiektów. Stąd zastosowanie modelu *SBM* odrębnie do każdego strategicznego procesu gospodarczego daje w rezultacie współczynniki efektywności zróżnicowane pomiędzy wskaźnikami opisującymi wykorzystywany w tym procesie element kapitału intelektualnego. Przyjęto, że uśredniony w obrębie wymienionych strategicznych procesów gospodarczych poziom współczynników efektywności cząstkowej *SBM* wyznacza współczynnik efektywności strategicznego procesu gospodarczego ogółem, czyli efektywności wykorzystania elementu kapitału intelektualnego (por. zadanie (4.24) i (4.26)). Wartości współczynników efektywności województw w zakresie wykorzystania poszczególnych elementów kapitału intelektualnego zestawiono w tabeli 6.2.

Województwa okazują się być najbardziej zróżnicowane pod względem efektywności wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych oraz innowacyjnych w sektorze usługowym (zmienność współczynników efektywności tych procesów wynosi odpowiednio 111% i 114%). Niewiele mniejszym zróżnicowaniem charakteryzują się pod względem efektywności wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych ogółem do kształtowania postaw innowacyjnych w sektorze usług (współczynnik zmienności wynosi 92%).

Województwa mazowieckie oraz podlaskie okazały się efektywne w przypadku największej liczby rozważanych procesów (w przypadku 5 na 9 przeanalizowanych). Charakteryzują się one również największym zróżnicowaniem efektywności analizowanych procesów (tabela 6.2). Co więcej, województwo mazowieckie osiąga też najwyższy średni poziom współczynnika efektywności (0,906) wśród wszystkich analizowanych województw.

Najgorzej w rankingu wypadają województwa świętokrzyskie, śląskie i dolnośląskie. Województwo świętokrzyskie nie jest efektywne w przypadku ani jednego procesu. Poziom zróżnicowania współczynników efektywności w tym województwie jest także jednym z niższych (41% – drugie miejsce w rankingu). Województwo śląskie jest efektywne jedynie pod względem wykorzystania dostępu do kultury, choć tutaj średnia wartość współczynnika efektywności jest bardzo wysoka (1,009), a sam proces charakteryzuje się niskim stopniem zróżnicowania (18%). Województwo dolnośląskie, podobnie jak śląskie, jest efektywne tylko w przypadku jednego procesu gospodarczego – wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych ogółem.

Województwo wielkopolskie charakteryzuje się małą zmiennością pod względem efektywności przeanalizowanych procesów gospodarczych, ale jest efektywne jedynie w przypadku trzech z nich:

- wykorzystania skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji (*proces III*),
- wykorzystania dostępu do kultury (*proces VIII*),
- wykorzystania skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej (*proces IX*) (tabela 6.2).

Średni poziom efektywności analizowanych procesów w tym województwie wynosi 0,799 (4 miejsce w rankingu). Podobnie wypada województwo podkarpackie – średni poziom efektywności procesów wynosi 0,821 (2 miejsce w rankingu) przy relatywnie niskim stopniu zróżnicowania na poziomie 44% (4 miejsce w rankingu).

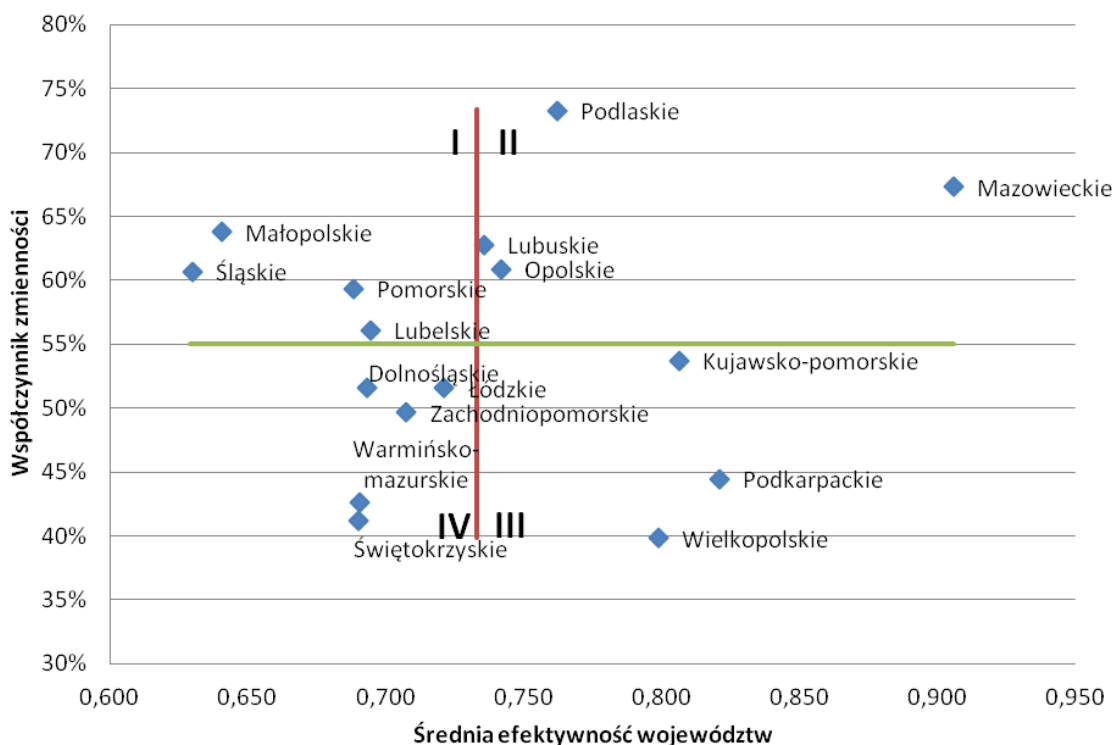
Tabela 6.2. Współczynniki efektywności strategicznych procesów gospodarczych w poszczególnych województwach

Województwa	Strategiczne procesy gospodarcze									Średnia	Współczynnik zmienności
	<i>proces I</i>	<i>proces II</i>	<i>proces III</i>	<i>proces IV</i>	<i>proces V</i>	<i>proces VI</i>	<i>proces VII</i>	<i>proces VIII</i>	<i>proces IX</i>		
Mazowieckie	0,006	0,885	0,756	1,214	1,958	1,195	0,012	1,114	1,012	0,906	67%
Podkarpackie	0,099	0,677	1,233	0,751	0,447	1,004	1,011	1,054	1,114	0,821	44%
Kujawsko-pomorskie	1,643	1,052	0,943	0,918	0,750	0,438	0,059	0,762	0,694	0,807	54%
Wielkopolskie	0,660	0,938	1,007	0,974	0,778	0,742	0,033	1,052	1,007	0,799	40%
Podlaskie	0,347	0,858	0,842	0,737	0,242	0,099	1,973	1,106	0,655	0,762	73%
Opolskie	0,211	1,027	0,842	0,936	0,317	0,061	1,395	0,758	1,129	0,742	61%
Lubuskie	0,210	0,826	1,185	0,883	0,155	1,024	0,249	1,463	0,628	0,736	63%
Łódzkie	0,230	1,084	1,105	0,703	0,649	0,038	0,900	1,003	0,778	0,721	52%
Zachodniopomorskie	0,977	1,034	0,863	0,916	0,267	0,295	0,186	1,007	0,823	0,707	50%
Lubelskie	0,116	1,077	0,888	0,607	0,617	0,071	0,727	1,109	1,039	0,695	56%
Dolnośląskie	0,257	0,884	0,843	0,897	0,578	1,233	0,043	0,753	0,751	0,693	52%
Warmińsko-mazurskie	0,814	1,013	1,073	0,752	0,364	0,212	0,444	0,855	0,687	0,690	43%
Świętokrzyskie	0,505	0,814	0,908	0,756	0,500	0,065	0,853	0,929	0,881	0,690	41%
Pomorskie	0,017	0,789	0,968	1,030	0,602	1,039	0,041	1,047	0,663	0,688	59%
Małopolskie	0,135	1,072	0,789	0,856	1,038	0,117	0,143	1,019	0,595	0,641	64%
Śląskie	0,087	0,801	0,952	0,980	0,685	0,335	0,085	1,111	0,633	0,630	61%
Średnia:	0,395	0,927	0,950	0,869	0,622	0,498	0,510	1,009	0,818		
Odchylenie standardowe:	0,439	0,127	0,139	0,149	0,424	0,458	0,583	0,177	0,186		
Współczynnik zmienności:	111%	14%	15%	17%	68%	92%	114%	18%	23%		

Źródło: obliczenia własne.

Analizowane województwa podzielono na cztery grupy ze względu na średnią efektywność wykorzystania elementów kapitału intelektualnego oraz zmienność w tym zakresie (por. wykres 6.1). Linia czerwona oraz linia zielona na wykresie 6.1. to średnie poziomy odpowiednio efektywności i zmienności w analizowanej grupie województw. Grupa I i II to województwa charakteryzujące się relatywnie wysoką zmiennością w zakresie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego, przy czym do grupy I zaklasyfikowano województwa, które słabo efektywnie wykorzystują swój kapitał intelektualny, natomiast do grupy II należą te, które charakteryzują się wysoką efektywnością wykorzystania kapitału intelektualnego. Grupę III i IV tworzą województwa, które charakteryzują się relatywnie niską zmiennością w zakresie wykorzystania kapitału intelektualnego. Województwa w grupie III osiągają wysoki średni poziom efektywności, natomiast w grupie IV – niski.

Najbardziej pożądaną sytuacją z punktu widzenia wykorzystania kapitału intelektualnego jest sytuacja województw zaliczanych do grupy III. Plasują się one wysoko w rankingu, jeśli chodzi o średnią efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego przy niskim stopniu zróżnicowania. Do grupy tych województw należą województwa: kujawsko-pomorskie, podkarpackie i wielkopolskie. Najmniej pożądaną sytuacją z punktu widzenia wykorzystania kapitału intelektualnego jest sytuacja województw zaliczanych do grupy IV. Województwa te charakteryzują się bowiem najniższą efektywnością wykorzystania kapitału intelektualnego przy niskim zróżnicowaniu tej efektywności. Do grupy tych województw należą województwa: dolnośląskie, łódzkie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie.



Wykres 6.1. Zmienność a średnia efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego w województwach

Źródło: opracowanie własne.

6.2. Źródła nieefektywnego wykorzystania kapitału intelektualnego – dekompozycja współczynnika efektywności

Nieefektywne wykorzystanie elementów kapitału intelektualnego przez województwo nie przesądza o tym, że województwo to popełnia błędy w zarządzaniu tymi zasobami. Nieefektywność ta może być np. rezultatem jego działania w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. Aby ustalić rzeczywiste źródła nieefektywności niezbędne jest przeprowadzenie dekompozycji współczynnika efektywności. Współczynnik efektywności *SBM* - ρ_t można bowiem zapisać jako iloczyn trzech czynników (wzór 4.28). Pierwszy

z nich - $\frac{\theta_t^{CCR}}{\theta_t^{BCC}}$ - określa stopień, w jakim oszacowana nieefektywność wynika

z działania w nieoptymalnym obszarze korzyści skali, drugi - $\frac{\rho_t}{\theta_t^{CCR}}$ - odpowiada nie-

równomiernemu wykorzystaniu nakładów, natomiast trzeci - θ_t^{BCC} - to tzw. czysta efek-

tywność techniczna. Czynniki $\theta_t^{BCC} < 1$ oznacza, że nieefektywność obiektu wynikać może z błędów w zarządzaniu.

W dalszej części rozdziału przeanalizowano szczegółowo źródła nieefektywnego wykorzystania elementów kapitału intelektualnego przez województwa. Dla każdego z dziewięciu zidentyfikowanych procesów gospodarczych przeprowadzono dekompozycję współczynnika efektywności *SBM*. Przyjęto, że na źródło nieefektywności wskazują te czynniki, które osiągają najniższe wartości i, które pod względem tych wartości odstają od pozostałych. Wartości czynników dla poszczególnych strategicznych procesów gospodarczych zestawiono w tabelach 6.3-6.11. W każdej z nich wymieniono jedynie województwa, które okazały się być nieefektywne w danym procesie gospodarczym.

Tabela 6.3. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu I

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Dolnośląskie	0,257	1	1	0,257
Mazowieckie	0,006	1	1	0,006
Wielkopolskie	0,660	1	1	0,660
Zachodniopomorskie	0,977	1	1	0,977
Warmińsko-mazurskie	0,814	0,823	1	0,990
Lubuskie	0,210	0,212	1	0,990
Lubelskie	0,116	0,118	1	0,987
Łódzkie	0,230	0,234	1	0,983
Świętokrzyskie	0,505	0,553	1	0,914
Podkarpackie	0,099	0,118	1	0,837
Podlaskie	0,347	0,481	1	0,721
Śląskie	0,087	0,137	1	0,631
Opolskie	0,211	0,340	1	0,622
Małopolskie	0,135	0,249	1	0,542
Pomorskie	0,017	0,042	1	0,391

Źródło: obliczenia własne.

Jedynym województwem efektywnym pod względem wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych w sektorze usługowym (*proces I*) jest województwo kujawsko-pomorskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu I* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.3. W procesie tym brano pod uwagę tylko jeden nakład (nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze usługowym), zatem nieefektywność województw nie może wynikać z nierównomiernego wykorzystania nakładów. Pierwsze cztery województwa – dolnośląskie, mazowieckie, wielkopolskie i zachodniopomorskie okazały się być nieefektywne z powodu działania w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. Warto jednak zwrócić uwagę na skalę tego źródła nieefektywności, która uzależniona jest od wartości współczynnika efektywności *SBM*. Przykładowo, województwom mazowieckiemu oraz zachodniopomorskiemu przypisano to samo źródło nieefektywności, ale różnice w efektywności wykorzystania analizowanego elementu kapitału intelektualnego są bardzo duże. Województwo mazowieckie skrajnie słabo efektywnie wykorzystuje postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usługowym ($\rho_t = 0,006$) podczas gdy województwo zachodniopomorskie jest pod tym względem prawie efektywne ($\rho_t = 0,977$). Nieefektywność pozostałych województw wynika głównie z błędów w zarządzaniu, w szczególności w województwach warmińsko-mazurskim, lubuskim, lubelskim i łódzkim popełnione błędy stanowią jedyne źródło nieefektywności. W przypadku województw podlaskiego, śląskiego, opolskiego, małopolskiego i pomorskiego źródłem nieefektywności jest, obok wspomnianych błędów, nieoptymalny obszar korzyści skali.

Aż siedem województw okazało się być efektywnymi pod względem wykorzystania możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych (*proces II*). Należą do nich województwa: kujawsko-pomorskie, lubelskie, łódzkie, małopolskie, opolskie, warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu II* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.4. Nieefektywność województw wielkopolskiego, mazowieckiego oraz dolnośląskiego wynika z nierównomiernego wykorzystania zasobów. W przypadku województw dolnośląskiego i mazowieckiego dodatkowo źródłem nieefektywności okazała się być działalność w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. Pozostałe województwa, w których odnotowano nieefektywność „zawdzięczają” ją błędom w zarządzaniu i nieoptymalnej

skali działalności (lubuskie, świętokrzyskie i podkarpackie). Trzy województwa z części wschodniej Polski – świętokrzyskie, podkarpackie i podlaskie – nieefektywność „zawdzięczają” błędom w zarządzaniu.

Tabela 6.4. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu II

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Dolnośląskie	0,884	1	0,907	0,974
Mazowieckie	0,885	1	0,958	0,923
Wielkopolskie	0,938	0,994	0,954	0,989
Lubuskie	0,826	0,925	0,988	0,904
Świętokrzyskie	0,814	0,915	0,969	0,918
Podkarpackie	0,677	0,905	0,952	0,786
Podlaskie	0,858	0,868	0,992	0,997
Śląskie	0,801	0,847	0,975	0,970
Pomorskie	0,789	0,823	0,962	0,996

Źródło: obliczenia własne.

Jeśli chodzi o wykorzystanie skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji (*proces III*), to efektywne w tym zakresie okazały się województwa lubuskie, łódzkie, podkarpackie, warmińsko-mazurskie i wielkopolskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu III* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.5. Błędy w zarządzaniu okazują się być źródłem nieefektywności w przypadku jedynie trzech województw: kujawsko-pomorskiego, podlaskiego i opolskiego. W przypadku pozostałych województw najczęstszą przyczyną nieefektywności była działalność w nieoptymalnym obszarze korzyści skali oraz nierównomierne wykorzystanie nakładów. Źródłem nieefektywności trzech województw z części wschodniej Polski – lubelskiego, świętokrzyskiego i podlaskiego – było działanie w nieoptymalnym obszarze korzyści skali, przy czym w przypadku ostatniego województwa źródłem nieefektywności są również błędy w zarządzaniu. Nieefektywne okazało się także województwo mazowieckie ($\rho_t = 0,76$) z powodu dzia-

łałności w nieoptymalnym obszarze korzyści skali i nierównomiernego wykorzystania nakładów.

Tabela 6.5. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla *procesu III*

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Dolnośląskie	0,843	1	0,963	0,875
Lubelskie	0,888	1	0,975	0,910
Małopolskie	0,789	1	0,947	0,833
Mazowieckie	0,756	1	0,946	0,799
Pomorskie	0,968	1	0,976	0,991
Śląskie	0,952	1	0,969	0,983
Zachodniopomorskie	0,863	1	0,967	0,892
Świętokrzyskie	0,908	0,981	0,963	0,961
Kujawsko-pomorskie	0,943	0,960	0,982	1
Podlaskie	0,842	0,940	0,983	0,912
Opolskie	0,842	0,918	0,920	0,996

Źródło: obliczenia własne.

Efektywne pod względem wykorzystania postaw przedsiębiorczych w sektorze edukacji (*proces IV*) są dwa województwa: mazowieckie i pomorskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu IV* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.6. W przypadku aż dziewięciu województw uznano, że nieefektywność ich wynika z błędów w zarządzaniu. Wszystkie województwa z części wschodniej Polski są nieefektywne z powodu działalności w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. W przypadku niektórych województw, jako przyczynę wskazać można dodatkowo nierównomierne wykorzystanie nakładów (podkarpackie, świętokrzyskie i lubelskie) oraz błędy w zarządzaniu (podlaskie, warmińsko-mazurskie i lubelskie). W przypadku województw wielkopolskiego, zachodniopomorskiego oraz lubelskiego wskazanie jednoznacznie źródła nieefektywności okazało się dość problematyczne ze względu na zbliżone wartości trzech wymienionych czynników. Można przyjąć zatem, że źródło nieefektywności rozkłada się równomiernie na wszystkie trzy czynniki.

Tabela 6.6. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu *IV*

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Kujawsko-pomorskie	0,918	1	0,953	0,963
Opolskie	0,936	1	0,941	0,995
Podkarpackie	0,751	1	0,844	0,889
Śląskie	0,980	1	1	0,980
Świętokrzyskie	0,756	1	0,964	0,784
Lubuskie	0,974	0,993	0,993	0,987
Wielkopolskie	0,883	0,983	0,997	0,901
Zachodniopomorskie	0,916	0,979	0,956	0,978
Podlaskie	0,737	0,940	0,966	0,812
Małopolskie	0,856	0,935	0,974	0,940
Dolnośląskie	0,897	0,916	0,992	0,986
Warmińsko-mazurskie	0,752	0,916	0,975	0,842
Lubelskie	0,607	0,904	0,885	0,758
Łódzkie	0,703	0,888	0,992	0,798

Źródło: obliczenia własne.

W przypadku procesu wykorzystania kwalifikacji ogólnych mieszkańców (*proces V*) efektywne okazały się jedynie dwa województwa: mazowieckie i małopolskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu V* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.7. Podobnie jak w przypadku *procesu IV*, źródło nieefektywności pozostałych województw tkwi w działalności w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. W przypadku aż dziewięciu z nich jako przyczynę można podać, obok nieoptymalnego obszaru korzyści skali, błędy w zarządzaniu. Do grupy tych województw należą wszystkie województwa z części wschodniej Polski. Przyczyną nieefektywności województwa wielkopolskiego jest nierównomierne wykorzystanie zasobów oraz nieoptymalna skala działalności.

Tabela 6.7. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* procesu *V*

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Kujawsko-pomorskie	0,750	1	0,956	0,784
Lubuskie	0,155	1	0,961	0,161
Śląskie	0,685	1	0,951	0,721
Wielkopolskie	0,778	1	0,884	0,881
Opolskie	0,317	0,99	0,975	0,328
Pomorskie	0,602	0,898	0,994	0,674
Świętokrzyskie	0,500	0,894	0,982	0,570
Podkarpackie	0,447	0,889	0,974	0,517
Dolnośląskie	0,578	0,853	0,937	0,724
Łódzkie	0,649	0,848	0,971	0,788
Warmińsko-mazurskie	0,364	0,837	0,977	0,445
Zachodniopomorskie	0,267	0,827	0,999	0,323
Lubelskie	0,617	0,819	0,970	0,777
Podlaskie	0,242	0,777	0,999	0,311

Źródło: obliczenia własne.

Jeżeli chodzi o wykorzystanie postaw badawczo-rozwojowych ogółem (*proces VI*), to efektywne pod tym względem okazały się województwa: dolnośląskie, lubuskie, mazowieckie, podkarpackie i pomorskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu VI* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.8. Za nieefektywne uznano aż jedenaście województw, w tym województwo wielkopolskie. Co więcej, w przypadku każdego z nich źródłem nieefektywności są błędy w zarządzaniu. W przypadku czterech województw z części wschodniej Polski – podlaskiego, warmińsko-mazurskiego, świętokrzyskiego i lubelskiego, obok błędów w zarządzaniu, źródłem nieefektywności jest ponownie nieoptymalna skala działalności.

Tabela 6.8. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu VI

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Wielkopolskie	0,742	0,760	0,978	0,998
Zachodniopomorskie	0,295	0,611	0,878	0,549
Podlaskie	0,099	0,516	0,958	0,199
Kujawsko-pomorskie	0,438	0,481	0,925	0,984
Opolskie	0,061	0,435	0,956	0,146
Warmińsko-mazurskie	0,212	0,355	0,949	0,629
Śląskie	0,335	0,345	0,977	0,995
Świętokrzyskie	0,065	0,249	0,972	0,270
Lubelskie	0,071	0,209	0,914	0,369
Łódzkie	0,038	0,167	0,995	0,231
Małopolskie	0,117	0,137	0,927	0,920

Źródło: obliczenia własne.

W przypadku wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usługowym (*proces VII*) efektywne są, obok województwa opolskiego, dwa województwa z części wschodniej Polski – podkarpackie i podlaskie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu VII* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.9. Źródłem nieefektywności w przypadku wszystkich województw nieefektywnych pod tym względem okazał się nieoptymalny obszar korzyści skali. W przypadku niektórych województw, w tym mazowieckiego i wielkopolskiego, powodem było również nierównomierne wykorzystanie nakładów.

Tabela 6.9. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu VII

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Lubelskie	0,727	1	0,998	0,729
Łódzkie	0,900	1	0,980	0,919
Lubuskie	0,249	1	0,971	0,256
Świętokrzyskie	0,853	1	0,969	0,880
Warmińsko-mazurskie	0,444	1	0,969	0,459
Pomorskie	0,041	1	0,963	0,043
Kujawsko-pomorskie	0,059	1	0,689	0,086
Wielkopolskie	0,033	1	0,675	0,049
Zachodniopomorskie	0,186	1	0,581	0,32
Mazowieckie	0,012	1	0,577	0,020
Śląskie	0,085	1	0,574	0,149
Małopolskie	0,143	1	0,569	0,252
Dolnośląskie	0,043	1	0,535	0,081

Źródło: obliczenia własne.

W przypadku wykorzystania dostępu do kultury (*proces VIII*) jedynie pięć województw okazało się nieefektywnych. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu VIII* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.10. Województwa opolskie i świętokrzyskie swoją nieefektywność pod tym względem odnotowały głównie z powodu nierównomiernego wykorzystania zasobów oraz nieoptymalnej skali działalności. W przypadku pozostałych trzech województw za przyczynę nieefektywności uznano błędy w zarządzaniu.

Tabela 6.10. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu VIII

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Opolskie	0,758	1	0,874	0,868
Świętokrzyskie	0,929	1	0,951	0,977
Dolnośląskie	0,753	0,767	0,989	0,993
Kujawsko-pomorskie	0,762	0,886	0,897	0,958
Warmińsko-mazurskie	0,855	0,936	0,920	0,993

Źródło: obliczenia własne.

Jeśli chodzi o wykorzystanie skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej (proces IX), efektywne okazały się województwa mazowieckie, opolskie, wielkopolskie i dwa województwa z części wschodniej Polski – lubelskie i podkarpackie. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *procesu IX* dla województw nieefektywnych zestawiono w tabeli 6.11. Aż jednaście województw okazało się być nieefektywnymi pod tym względem, w tym dziewięć z nich swoją nieefektywność „zawdzięcza” błędom w zarządzaniu (między innymi województwa z części wschodniej Polski – warmińsko-mazurskie i podlaskie). Źródłem nieefektywności województwa świętokrzyskiego jest nierównomierne wykorzystanie zasobów, natomiast zachodnio-pomorskiego nieoptymalna skala działalności.

Tabela 6.11. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności *SBM* dla procesu IX

Województwa nieefektywne	Współczynnik efektywności <i>SBM</i>	Wartości czynnika dekompozycji odpowiedzialnego za:		
		błędy w zarządzaniu	nierównomierne wykorzystanie nakładów	nieoptymalny obszar korzyści skali
Świętokrzyskie	0,881	1	0,903	0,976
Zachodniopomorskie	0,823	1	0,943	0,873
Dolnośląskie	0,751	0,918	0,912	0,897
Łódzkie	0,778	0,885	0,941	0,934
Śląskie	0,633	0,805	0,984	0,800
Warmińsko-mazurskie	0,687	0,796	0,878	0,982
Pomorskie	0,663	0,794	0,965	0,865
Podlaskie	0,655	0,782	0,839	0,998
Kujawsko-pomorskie	0,694	0,760	0,915	0,999
Lubuskie	0,628	0,746	0,844	0,997
Małopolskie	0,595	0,632	0,977	0,963

Źródło: obliczenia własne.

W tabeli 6.12 zestawiono informacje o źródłach nieefektywnego wykorzystania kapitału intelektualnego przez każde z województw. Najczęściej wymienianą przyczyną nieefektywnego wykorzystania kapitału intelektualnego przez województwa jest nieoptymalna skala działalności oraz błędy w zarządzaniu. Województwa mazowieckie i podkarpackie okazują się być nieefektywne jedynie w przypadku czterech strategicznych procesów gospodarczych. Źródłem nieefektywności każdego z nich jest działalność w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. W przypadku województwa mazowieckiego nieefektywność żadnego z rozważanych procesów nie wynika z błędów w zarządzaniu, natomiast w województwie podkarpackim były one przyczyną nieefektywności w przypadku aż trzech strategicznych procesów gospodarczych.

Najgorzej, pod względem efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego, wypada województwo podlaskie. Charakteryzuje się ono nieefektywnością w przypadku aż siedmiu strategicznych procesów gospodarczych oraz przy każdym z nich jako jedno ze źródeł nieefektywności wymienia się właśnie błędy w zarządzaniu.

Tabela 6.12. Procesy nieefektywne w poszczególnych województwach i ich odsetek według źródeł nieefektywności

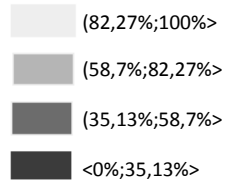
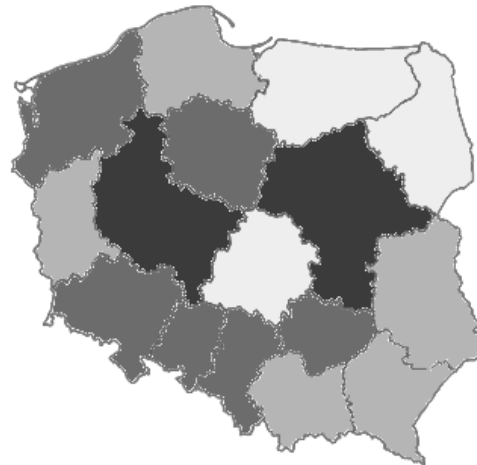
Województwo	Liczba procesów nieefektywnych	Odsetek procesów, których nieefektywność wynika z:		
		błędów w zarządzaniu	nieoptymalnej skali działalności	nierównomiernego wykorzystania nakładów
Mazowieckie	4	0,0%	100,0%	75,0%
Wielkopolskie	6	33,3%	66,7%	66,7%
Zachodniopomorskie	7	42,9%	100,0%	57,1%
Świętokrzyskie*	9	44,4%	88,9%	55,6%
Dolnośląskie	8	50,0%	75,0%	50,0%
Opolskie	6	50,0%	83,3%	33,3%
Śląskie	8	50,0%	75,0%	50,0%
Kujawsko-pomorskie	7	57,1%	42,9%	100,0%
Lubelskie*	6	66,7%	83,3%	33,3%
Lubuskie	6	66,7%	66,7%	16,7%
Małopolskie	6	66,7%	83,3%	33,3%
Pomorskie	6	66,7%	83,3%	16,7%
Podkarpackie*	4	75,0%	100,0%	14,3%
Łódzkie	6	83,3%	83,3%	16,7%
Warmińsko-mazurskie*	7	85,7%	57,1%	42,9%
Podlaskie*	7	100,0%	71,4%	25,0%
Średnia	-	58,7%	78,8%	42,9%

Źródło: obliczenia własne.

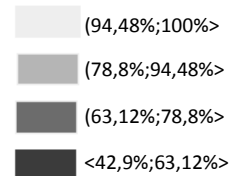
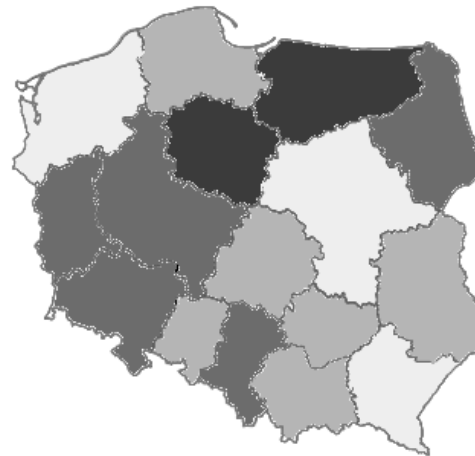
W celu ilustracji odsetek procesów nieefektywnych w poszczególnych województwach zaprezentowano na rysunku 6.1. Łatwo zauważyć, że nieefektywność województw z części wschodniej Polski wynika głównie z popełnionych błędów w wykorzystaniu elementów kapitału intelektualnego, a nie z nieoptymalnej skali działalności. Wyjątek stanowi województwo świętokrzyskie, które okazało się nieefektywne we wszystkich rozważanych procesach gospodarczych. Błędy w zarządzaniu są jednak przyczyną jego nieefektywności jedynie w 44,4% przypadków. Średni odsetek procesów, których nieefektywność w grupie wszystkich województw wynika z błędów w zarządzaniu, wynosi 58,7%.

Odsetek procesów nieefektywnych wynikających z:

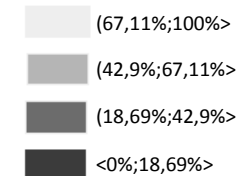
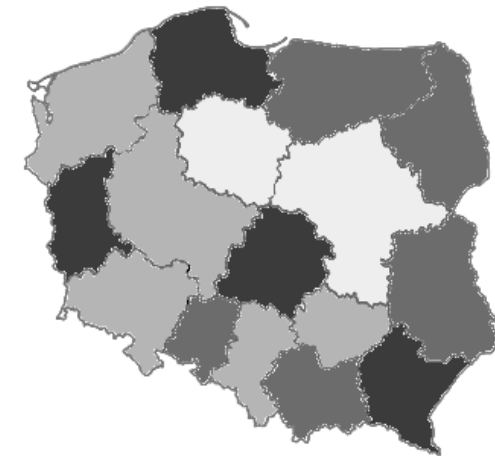
(a) błędów w zarządzaniu



(b) nieoptymalnej skali działalności



(c) nierównomiernego wykorzystania nakładów



Rysunek 6.1. Graficzna prezentacja odsetka procesów nieefektywnych dla poszczególnych województw według źródeł nieefektywności

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 6.12.

Nieefektywność województw z części zachodniej Polski wynika głównie z nierównomiernego wykorzystania nakładów, a nie z powodu błędów w zarządzaniu czy nieoptymalnej skali działalności. Wyjątek stanowi województwo lubuskie, które charakteryzuje się relatywnie wysokim odsetkiem procesów, których nieefektywność wynika z błędów w zarządzaniu i relatywnie niskim odsetkiem z powodu nieoptymalnej skali działalności oraz nierównomiernego wykorzystania nakładów.

Województwo wielkopolskie charakteryzuje się niskim odsetkiem procesów nieefektywnych wynikających z błędów w zarządzaniu (33,3%). Należą do nich procesy wykorzystania postaw przedsiębiorczych w sektorze edukacji oraz postaw badawczo-rozwojowych ogółem. Pod tym względem ustępuje miejsca jedynie województwu mazowieckiemu, w którym nieefektywność żadnego z procesów nie wynikała z popełnionych błędów w zarządzaniu.

W tabeli 6.13 zamieszczono informacje o źródłach nieefektywnego wykorzystania przez województwa poszczególnych elementów kapitału intelektualnego.

Tabela 6.13. Odsetek województw nieefektywnych pod względem wykorzystania elementów kapitału intelektualnego według źródeł nieefektywności

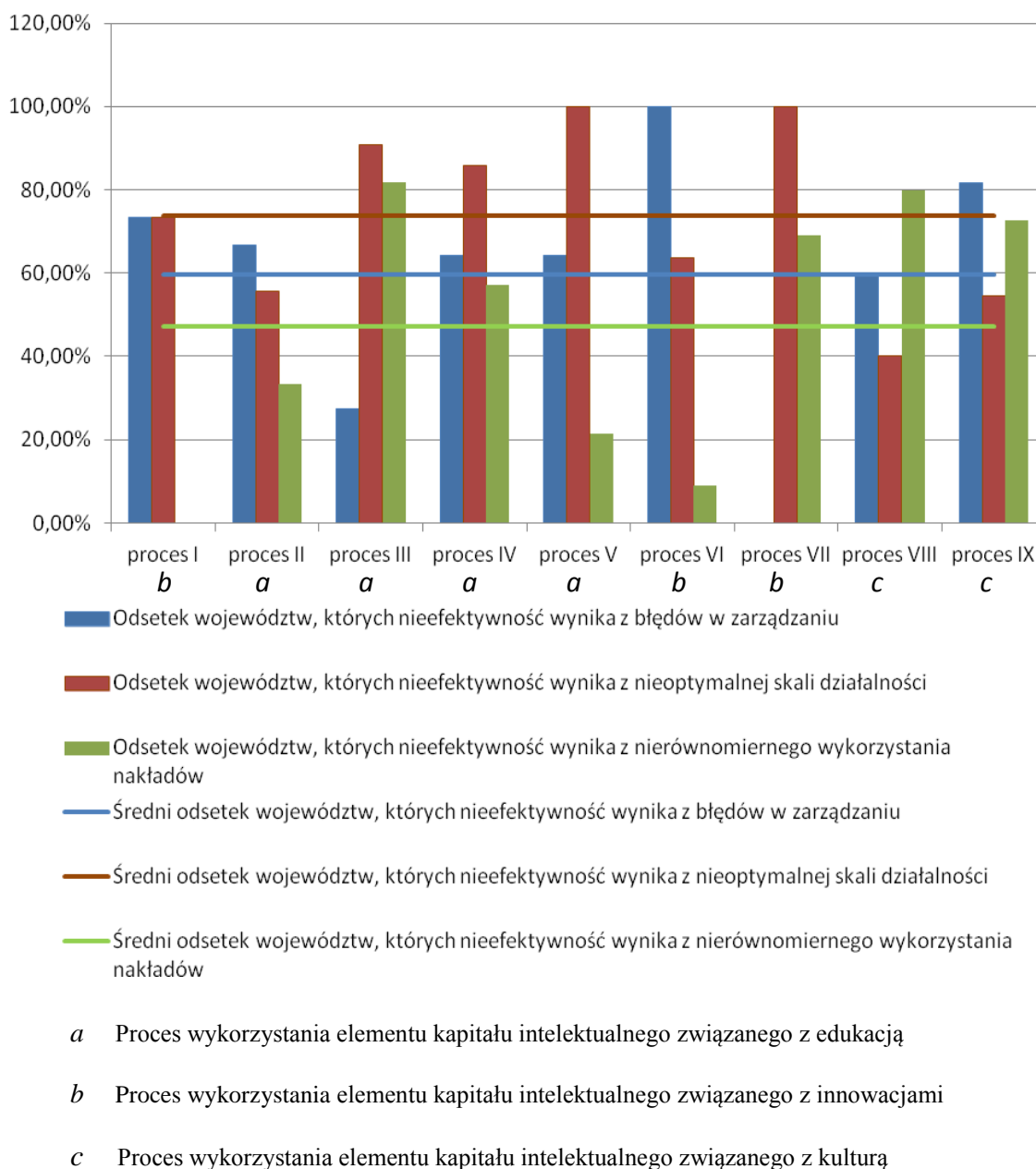
Elementy kapitału intelektualnego (strategiczne procesy gospodarcze)	Odsetek województw, których nieefektywność wynika z:		
	błędów w zarządzaniu	nieoptymalnej skali działalności	nierównomiernego wykorzystania nakładów
Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usług (proces I)	73,3%	73,3%	0,0%
Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych (proces II)	66,7%	55,6%	33,3%
Skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji (proces III)	27,3%	90,9%	81,8%
Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji (proces IV)	64,3%	85,7%	57,1%
Kwalifikacje ogólne mieszkańców (proces V)	64,3%	100,0%	21,4%
Postawy badawczo-rozwojowe ogółem (proces VI)	100,0%	63,6%	9,1%
Postawy innowacyjne w sektorze usługowym (proces VII)	0,0%	100,0%	69,2%
Dostęp do kultury (proces VIII)	60,0%	40,0%	80,0%
Skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej (proces IX)	81,8%	54,5%	72,7%
Średnia	59,7%	73,7%	47,2%

Źródło: obliczenia własne.

Nieoptymalna skala działalności stanowi przyczynę nieefektywnego wykorzystania skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji (*proces III*), postaw innowacyjnych w sektorze usługowym (*proces VII*) oraz kwalifikacji ogólnych mieszkańców (*proces V*). W przypadku skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji za źródło nieefektywnego ich wykorzystania można uznać dodatkowo nierównomierne wykorzystanie nakładów. Nieefektywność wykorzystania tego elementu kapitału intelektualnego wynika z nierównomiernego wykorzystania nakładów w przypadku aż 81,8% województw nieefektywnych pod tym względem. Nierównomierne wykorzystanie nakładów jest również przyczyną nieefektywności województw pod względem wykorzystania dostępu do kultury.

Błędy w zarządzaniu okazują się być źródłem nieefektywności wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych ogółem (*proces VI*). Podobnie w przypadku procesu wykorzystania skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej (*proces IX*) – aż 81,8% województw swoją niską efektywność „zawdzięcza” właśnie błędom w zarządzaniu tym procesem. Nieefektywność wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usługowym (*proces VII*) nie wynika z błędów w zarządzaniu w przypadku żadnego województwa. Jak zauważono wcześniej, przyczyną nieefektywności tego procesu jest nieoptymalna skala działalności.

Bardzo dobrze wypadają województwa pod względem wykorzystania postaw skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji (*proces III*) oraz postaw innowacyjnych w sektorze usługowym (*proces VII*). Błędy w zarządzaniu stanowią bowiem przyczynę nieefektywności pierwszego procesu jedynie w przypadku 27% wszystkich województw nieefektywnych w tym zakresie, a w przypadku wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usługowym nie ma ani jednego takiego województwa.



Wykres 6.2. Odsetek województw nieefektywnie wykorzystujących elementy kapitału intelektualnego według strategicznych procesów gospodarczych oraz źródeł nieefektywności

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 6.13.

Jak wynika z tabeli 6.13 oraz wykresu 6.2, nieefektywność województw pod względem wykorzystania kapitału intelektualnego związanego z edukacją (skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji – *proces III*, ich kwalifikacje ogólne – *proces V*, przedsiębiorczość w sektorze edukacyjnym – *proces IV*) oraz innowacjami (po-

stawy innowacyjne – *proces VII* i badawczo-rozwojowe w sektorze usług – *proces I*) wynika przede wszystkim z prowadzenia działalności w nieoptymalnym obszarze korzyści skali. Odsetek województw nieefektywnie wykorzystujących wymienione elementy kapitału intelektualnego z powodu nieoptymalnej skali działalności znajduje się na poziomie powyżej średniej lub, jak to jest w przypadku wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych w sektorze usług, na poziomie bliskim średniej (por. wykres 6.2). Wyjątki stanowią możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych oraz postawy badawczo-rozwojowe ogółem (por. *proces II* i *proces VI* na wykresie 6.2). Nieefektywność ich wykorzystania wynika głównie z błędów w zarządzaniu. Podobnie jest z procesami wykorzystania elementów kapitału intelektualnego związanego z kulturą (dostęp do kultury – *proces VIII* oraz skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej – *proces IX*). Odsetek województw nieefektywnie wykorzystujących te elementy kapitału intelektualnego z powodu popełnianych błędów plasuje się na poziomie powyżej średniej.

Podsumowując:

- Województwa mazowieckie i podkarpackie okazują się być nieefektywne w przypadku najmniejszej liczby procesów, przy czym źródłem nieefektywności województwa mazowieckiego nie były ani razu błędy w zarządzaniu, a głównie nieoptymalna skala działalności. W województwie podkarpackim popełniane błędy z kolei były przyczyną nieefektywności w przypadku aż 75% nieefektywnych strategicznych procesów gospodarczych;
- Pozostałe województwa z części wschodniej Polski – lubelskie, podlaskie, warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie – wypadają słabo pod względem efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego. Odsetek procesów nieefektywnych plasuje się tam na poziomie powyżej 66%;
- W województwach warmińsko-mazurskim i podlaskim popełniane błędy w zarządzaniu okazują się być źródłem nieefektywności w przypadku wykorzystania największego odsetka strategicznych procesów gospodarczych;
- Województwo świętokrzyskie nie wykorzystuje efektywnie żadnego elementu kapitału intelektualnego;
- W województwie wielkopolskim odsetek procesów nieefektywnych wynikających z błędów w zarządzaniu kształtuje się na poziomie 33,3% i jest niski w porównaniu

z innymi województwami. Ustępuje ono tutaj bowiem miejsca jedynie województwu mazowieckiemu, w którym nieefektywność żadnego z procesów nie wynikała z popełnionych błędów;

- Błędy w zarządzaniu stanowią najczęstszą przyczynę nieefektywności województw w zakresie wykorzystania postaw badawczo-rozwojowych;
- Nieoptymalna skala działalności stanowi przyczynę nieefektywności wszystkich województw w zakresie wykorzystania kwalifikacji ogólnych mieszkańców oraz postaw innowacyjnych w sektorze usługowym;
- Województwa nierównomiernie wykorzystują swoje nakłady, jeśli chodzi o skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji oraz dostęp do kultury.

6.3. Pomiar kapitału intelektualnego a efektywność jego wykorzystania

Po zidentyfikowaniu elementów kapitału intelektualnego istotnych z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej województw oraz oszacowaniu efektywności ich wykorzystania można przejść do syntetycznego pomiaru kapitału intelektualnego województw. W rozprawie proponuje się oszacowanie jego poziomu na dwa sposoby.

W każdym z nich wykorzystano zmienną agregatową będącą średnią ważoną wskaźników. W celu ustalenia wag tych wskaźników proponuje się wykorzystać informacje o wartościach współczynników wpływu całkowitego wskaźników uzyskane na pierwszym etapie badania (tabela 5.10)²². Dzięki temu wagi nadane poszczególnym wskaźnikom uwzględniają:

- ich udział w tworzeniu poziomu opisywanych przez nie elementów kapitału intelektualnego,
- siłę wpływu tych elementów na pozycję konkurencyjną województw.

Przy konstrukcji miernika syntetycznego nie wykorzystano wszystkich wskaźników, które uwzględniono w oszacowanym wcześniej *SEM* (por. tabela 5.10). Ograniczono się jedynie do tych, które odegrały w *DEA* rolę nakładów w strategicznych procesach gospodarczych. Informacje na temat wskaźników uwzględnionych przy syntetycznym

²² W celu oszacowania wagi wskaźnika wartość współczynnika wpływu całkowitego tego wskaźnika dzieli się przez sumę wartości współczynnika wpływu całkowitego wszystkich wskaźników uwzględnionych przy konstrukcji miernika.

pomiarze kapitału intelektualnego województw zestawiono w tabeli 6.14. Zawarto tam również oszacowania wag tych wskaźników i ich uśrednione w obrębie elementów kapitału intelektualnego i komponentów wyższych rzędów wartości.

Jak wynika z tabeli 6.14, do opisu kapitału intelektualnego użyto łącznie dwudziestu wskaźników. Wśród nich pięć opisuje kapitał środowiskowy, natomiast pozostałe odnoszą się do kapitału ludzkiego. Dwa wskaźniki kapitału ludzkiego oceniają kapitał wiedzy województw, a trzynaście - kapitał osobowościowy (nie ma ani jednego wskaźnika charakteryzujących kapitał zdrowia). Wszystkie wskaźniki opisujące kapitał środowiskowy dotyczą kapitału strukturalnego (brak wskaźników opisujących kapitał wizerunku). W badaniu przyjęto zasadę, że jeżeli jakiś element kapitału intelektualnego nie został ujęty w modelu na pierwszym etapie badania, to w analizowanym okresie nie był on na tyle istotny z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej województwa, aby brać go pod uwagę przy ocenie poziomu jego kapitału intelektualnego.

Największe znaczenie w tworzeniu poziomu kapitału intelektualnego mają wskaźniki opisujące te jego elementy związane z aktywnością innowacyjną i badawczo-rozwojową (podejmowanymi szczególnie w sektorze usługowym). Należą do nich wskaźniki opisujące postawy badawczo-rozwojowe i innowacyjne w sektorze usługowym oraz postawy badawczo-rozwojowe ogółem i możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych. Wskaźniki kapitału osobowościowego w największym stopniu decydują o poziomie kapitału intelektualnego ogółem. Średnia wag przypisanych do niego wskaźników to 6,1%, podczas gdy średnia wag wskaźników kapitału wiedzy i kapitału strukturalnego wynosi odpowiednio 4,2% oraz 4,7%.

Poziom kapitału intelektualnego regionu oszacowano na dwa sposoby. Wszystkie wskaźniki opisujące elementy kapitału intelektualnego województw zostały na etapie zbierania danych statystycznych zdefiniowane w taki sposób, aby miały charakter stymulant. Przed przystąpieniem do konstrukcji miernika syntetycznego dokonano jedynie standaryzacji ich wartości zgodnie ze wzorem (4.33).

Tabela 6.14. Wagi wskaźników kapitału intelektualnego województw

Nazwa komponentu pierwszego rzędu	Nazwa komponentu drugiego rzędu	Nazwa elementu kapitału intelektualnego	Definicja wskaźnika	Waga wskaźnika	Średnia	Średnia	Średnia
Kapitał ludzki	Kapitał osobowościowy	Postawy badawczo-rozwojowe w sektorze usług	Nakłady na innowacje przeznaczone na działalność badawczo-rozwojową na pracującego w sektorze usługowym	10,5%	10,5%	6,1%	5,2%
		Postawy proedukacyjne mieszkańców	Odsetek osób w wieku 20-64 będących studentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych	4,6%	3,9%		
			Studenci na 10 tys. ludności w wieku 19-24	3,6%			
			Liczba doktorantów na nauczyciela akademickiego	3,4%			
		Postawy przedsiębiorcze w sektorze edukacji	Odsetek jednostek nowo zarejestrowanych w sekcji M (PKD - 2004) wśród wszystkich nowo zarejestrowanych	4,8%	5,0%		
			Odsetek podmiotów gospodarczych wpisanych do rejestru REGON w sekcji M (PKD - 2004) w sektorze prywatnym	5,1%			
		Postawy badawczo-rozwojowe ogółem	Nakłady na B&R na mieszkańca Nakłady na B&R w relacji do PKB	6,6% 5,9%	6,2%		
	Postawy innowacyjne w sektorze usług	Nakłady na innowacje przeznaczone na szkolenia personelu związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji produktowych lub procesowych na pracującego w sektorze usługowym	7,6%	7,7%			
		Nakłady na innowacje przeznaczone na marketing związany z wprowadzeniem nowych lub istotnie ulepszonych produktów na pracującego w sektorze usługowym	7,7%				
	Postawy pro-kulturowe mieszkańców	Widzowie w kinach stałych ogółem na 1 tys. mieszkańców	3,6%	3,1%			
Widzowie i słuchacze w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców		2,9%					
Czytelnicy bibliotek publicznych na placówkę biblioteczną		2,8%					
Kapitał wiedzy	Kwalifikacje ogólne mieszkańców	Udział ludności w wieku 15-64 lata z wykształceniem wyższym w ogólnej liczbie ludności w tym wieku	3,8%	4,2%	4,2%		
		Odsetek osób w wieku 25-64 będących absolwentami publicznych i niepublicznych szkół wyższych	4,6%				

Kapitał środowiskowy	Kapitał strukturalny	Możliwości rozwoju zawodowego osób wykształconych	Odsetek absolwentów szkół wyższych pracujących po raz pierwszy	6,1%	6,0%	4,7%	4,7%
			Odsetek osób z wykształceniem wyższym aktywnych zawodowo pracujących	6,0%			
		Dostęp do infrastruktury kulturowej	Odsetek placówek bibliotecznych przystosowanych do osób poruszających się na wózkach	3,2%			
			Liczba miejsc na widowni w kinach stałych na 1 tys. mieszkańców	3,3%	3,4%		
			Miejsca na widowni w stałej Sali w teatrach i instytucjach muzycznych na 1 tys. mieszkańców	3,8%			
Suma:			100%	X	X	X	

Źródło: obliczenia własne.

Pierwszy sposób szacowania poziomu kapitału intelektualnego polega na obliczeniu wartości średniej ważonej standaryzowanych zaobserwowanych wartości wskaźników. W tabeli 6.15 zamieszczono ranking województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego oszacowanego tym sposobem. Najlepiej w tym zestawieniu wypada województwo mazowieckie. Województwo wielkopolskie zajmuje 5 miejsce w rankingu, natomiast ostatnie miejsca rankingowe zajmują województwa opolskie i lubuskie wraz ze wszystkimi województwami z części wschodniej Polski.

Tabela 6.15. Ranking województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego nieuwzględniający efektywności jego wykorzystania

Województwo	Miejsce rankingowe
Mazowieckie	1
Dolnośląskie	2
Pomorskie	3
Małopolskie	4
Wielkopolskie	5
Śląskie	6
Łódzkie	7
Zachodniopomorskie	8
Kujawsko-pomorskie	9
Lubelskie*	10
Podlaskie*	11
Warmińsko-mazurskie*	12
Świętokrzyskie*	13
Opolskie	14
Lubuskie	15
Podkarpackie*	16

* województwa z części wschodniej Polski

Źródło: obliczenia własne.

Drugi sposób szacowania poziomu kapitału intelektualnego województw sprowadza się do obliczenia wartości średniej ważonej standaryzowanych wartości wskaźników skorygowanych współczynnikiem efektywności. Skorygowane wartości wskaźników szacuje się według wzoru (3.1), a następnie poddaje się je standaryzacji. W tabeli 6.16 zamieszczono ranking województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego szacowany tym sposobem, czyli poziom uwzględniający efektywność jego wykorzystania. W nawiasach podano zmiany w zakresie miejsca rankingowego w porównaniu

z rankingiem utworzonym ze względu na poziom kapitału intelektualnego nieuwzględniający efektywności jego wykorzystania.

Tabela 6.16. Ranking województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego uwzględniający efektywność jego wykorzystania

Województwo	Miejsce rankingowe
Mazowieckie	1 (0)
Dolnośląskie	2 (0)
Pomorskie	3 (0)
Wielkopolskie	4 (1)
Zachodniopomorskie	5 (-3)
Małopolskie	6 (-2)
Śląskie	7 (-1)
Łódzkie	8 (-1)
Kujawsko-pomorskie	9 (0)
Podlaskie*	10 (1)
Lubelskie*	11 (-1)
Lubuskie	12 (3)
Podkarpackie*	13 (3)
Opolskie	14 (0)
Warmińsko-mazurskie*	15 (-3)
Świętokrzyskie*	16 (-3)

* województwa z części wschodniej Polski

Źródło: obliczenia własne.

Zmiany pozycji rankingowej odnotowano w przypadku aż jedenastu województw. Uwzględnienie efektywności przy pomiarze kapitału intelektualnego pozwala poprawić w stosunku do rankingu nieuwzględniającego tej efektywności pozycję sześciu województw, w tym dwóch aż o 3 miejsca (warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie) i jednego o 2 miejsca w rankingu (małopolskie). W przypadku pięciu województw odnotowano spadek pozycji rankingowej. Przy trzech województwach aż o 3 miejsca (zachodniopomorskie, lubuskie i podkarpackie), natomiast w przypadku województw wielkopolskiego i podlaskiego o 1 miejsce rankingowe. Jedynie pięć województw, w tym trzy województwa z czołówki obu rankingów, nie zmieniło swojej pozycji rankingowej. Podobnie jak poprzednio, ostatnie miejsca rankingowe zajmują województwa opolskie i lubuskie wraz ze wszystkimi województwami z części wschodniej Polski.

Podsumowując:

- Najwyższy poziom kapitału intelektualnego, bez względu na sposób pomiaru, obserwuje się kolejno w województwach mazowieckim, dolnośląskim i pomorskim;
- Ostatnie miejsca rankingowe pod tym względem zajmują wszystkie województwa z części wschodniej Polski oraz województwa lubuskie i opolskie;
- Uwzględnienie przy pomiarze kapitału intelektualnego województw efektywności jego wykorzystania nie zmienia w sposób istotny rankingu. Duże przesunięcia rankingowe można jednak zaobserwować w obrębie województw charakteryzujących się niskim poziomem kapitału intelektualnego (zajmujących ostatnie miejsca w obu rankingach).

6.4. Wpływ efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw

Opisane w poprzednim podrozdziale różnice w rankingach nasuwają kilka kwestii do rozstrzygnięcia. Pierwszą z nich jest pytanie o to, czy poziom kapitału intelektualnego województw może również dostarczać informacji o ich pozycji konkurencyjnej. Jeśli tak, to który z wyżej zaprezentowanych sposobów szacowania poziomu kapitału intelektualnego bardziej precyzyjnie ją przybliży. Co więcej, czy uwzględnienie efektywności wykorzystania zasobów intelektualnych przy ocenie jego poziomu pozwala na poprawę tej precyzji.

W celu rozwiązania powyższych problemów oszacowano wartości współczynnika korelacji rang Spearmana pomiędzy rankingami utworzonymi na podstawie wskaźników pozycji konkurencyjnej województw a utworzonymi wcześniej rankingami poziomu kapitału intelektualnego. Wyniki zestawiono w tabeli 6.17. Wynika z niej, że informacje o poziomie kapitału intelektualnego w województwach mogą być źródłem informacji również o pozycji konkurencyjnej tych województw, a dokładniej o osiągniętych przez nie dochodach. Województwa posiadające bowiem relatywnie duże zasoby kapitału intelektualnego charakteryzują się również wyższymi dochodami. Nie można tego powiedzieć o sytuacji na rynku pracy. Wysokie wartości współczynnika korelacji rang Spearmana obserwuje się jedynie w odniesieniu do rankingu opartego na wskaźniku odsetka aktywnych zawodowo posiadających pracę. Wnioski te są podobne niezależnie

od sposobu szacowania poziomu kapitału intelektualnego (z uwzględnieniem, jak też bez uwzględnienia efektywności jego wykorzystania).

Tabela 6.17. Współczynniki korelacji rang Spearmanna pomiędzy rankingami utworzonymi względem wskaźników pozycji konkurencyjnej oraz poziomu kapitału intelektualnego województw

Wskaźniki pozycji konkurencyjnej		Poziom kapitału intelektualnego:	
		nie uwzględniający efektywności	uwzględniający efektywność
Sytuacja na rynku pracy	Odsetek aktywnych zawodowo posiadających pracę	0,529*	0,494
	Wskaźnik zatrudnienia osób w wieku produkcyjnym	0,324	0,244
	Odsetek osób w gospodarstwie domowym pracujących	0,338	0,335
	Liczba osób w gospodarstwie domowym przypadająca na jedną osobę pozostającą na utrzymaniu	0,024	0,062
	Odsetek pracujących w sektorze usługowym	-0,038	0,024
Dochody	PKB na mieszkańca	0,815*	0,829*
	PKB na pracującego	0,724*	0,779*
	Wartość dodana brutto na mieszkańca	0,815*	0,829*
	Przeciętny dochód do dyspozycji na osobę	0,729*	0,768*

*współczynniki istotne statystycznie na poziomie istotności $\alpha=0,05$

Źródło: obliczenia własne.

W literaturze zwraca się uwagę nie tylko na istotność uwzględniania efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego przy jego pomiarze, ale również podkreśla się wysokie znaczenie z punktu widzenia oceny sytuacji gospodarczej regionów jej odrębnej analizy. Uważa się nawet, że efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego regionu daje bardziej obiektywny obraz jego sytuacji gospodarczej niż np. wskaźnik PKB na mieszkańca [Deloitte 2003].

W niniejszym rozdziale zbadano czy efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego wpływa istotnie na pozycję konkurencyjną województw (hipoteza H_0). W tym

celu przeanalizowano wartości współczynnika korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wskaźnikami pozycji konkurencyjnej województw a efektywnością wykorzystania przez nie poszczególnych elementów kapitału intelektualnego. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli 6.18. Nie wskazują one jednoznacznie na występowanie wspomnianej zależności. Istotnie dodatnio skorelowana z pozycją konkurencyjną województw, a dokładniej z osiąganymi przez nie dochodami, jest efektywność wykorzystania następujących elementów kapitału intelektualnego:

- postaw przedsiębiorczych w sektorze edukacji (*proces IV*),
- kwalifikacji ogólnych mieszkańców (*proces V*),
- postaw badawczo-rozwojowych ogółem (*proces VI*).

Stąd im bardziej efektywnie województwa wykorzystują wymienione wyżej elementy kapitału intelektualnego, tym wyższe osiągają dochody. Efektywność wykorzystania kwalifikacji ogólnych mieszkańców (*proces V*) pozostaje w relacji również z sytuacją na rynku pracy. Co więcej, województwa efektywniej wykorzystujące ten element kapitału intelektualnego posiadają wyższy wskaźnik zatrudnienia osób w wieku produkcyjnym, większy odsetek aktywnych zawodowo posiadających pracę oraz większy odsetek osób pracujących w gospodarstwie domowym. Z kolei wzrostowi efektywności wykorzystania skłonności mieszkańców do aktywności kulturalnej „towarzyszy” wzrost odsetka pracujących w sektorze usługowym.

Efektywność wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usługowym (*proces VII*) okazuje się być skorelowana istotnie ujemnie z pozycją konkurencyjną województw. Oznacza to, że wzrost efektywności wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usługowym województw prowadzi do pogorszenia ich pozycji konkurencyjnej. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na to, że oszacowany i analizowany tutaj współczynnik efektywności *SBM* obciążony jest karą nie tylko za błędy w zarządzaniu. Zaobserwowana tutaj zależność może wynikać przede wszystkim z tego, że przyczyną niskich wartości współczynnika efektywności wykorzystania tego elementu kapitału intelektualnego nie są popełniane błędy, ale głównie nieoptymalna skala działalności województw (tabela 6.13). Spostrzeżenie to potwierdza analiza współczynnika korelacji pomiędzy odsetkiem procesów nieefektywnych, których nieefektywność wynika z błędów w zarządzaniu a pozycją konkurencyjną województw. Przyjmuje on wartości istotnie ujemne. Oznacza to, że wzrost odsetka procesów nieefektywnych z powodu błędów w zarządzaniu wpływa negatywnie na pozycję konkurencyjną województw.

Tabela 6.18. Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wskaźnikami pozycji konkurencyjnej a współczynnikami efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego województw

Wskaźniki pozycji konkurencyjnej		Efektywność procesu									<i>Odsetek procesów nieefektywnych, których nieefektywność wynika z błędów w zarządzaniu</i>
		<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	
Sytuacja na rynku pracy	Odsetek aktywnych zawodowo posiadających pracę	-0,431	-0,113	-0,165	0,429	0,503*	0,141	-0,112	0,328	-0,256	-0,053
	Wskaźnik zatrudnienia osób w wieku produkcyjnym	-0,396	-0,038	-0,367	0,186	0,668*	0,065	0,240	0,139	0,228	-0,211
	Odsetek osób w gospodarstwie domowym pracujących	-0,344	0,166	-0,257	0,373	0,564*	0,190	0,046	0,042	0,235	-0,333
	Liczba osób w gospodarstwie domowym przypadająca na jedną osobę pozostającą na utrzymaniu	-0,086	0,409	-0,039	-0,045	0,198	-0,054	0,204	-0,280	0,318	-0,097
	Odsetek pracujących w sektorze usługowym	-0,382	-0,226	0,140	-0,305	-0,027	0,037	0,292	0,114	0,559*	0,134
Dochody	PKB na mieszkańca	-0,221	-0,125	-0,382	0,837*	0,800*	0,556*	-0,536*	0,085	0,056	-0,772*
	PKB na pracującego	-0,110	-0,143	-0,390	0,935*	0,589*	0,599*	-0,649*	0,014	-0,053	-0,736*
	Wartość dodana brutto na mieszkańca	-0,221	-0,125	-0,382	0,837*	0,800*	0,556*	-0,536*	0,085	0,056	-0,772*
	Przeciętny dochód do dyspozycji na osobę	-0,120	0,058	-0,399	0,801*	0,595*	0,441	-0,494	0,064	-0,159	-0,592*

* współczynniki istotne statycznie na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Źródło: obliczenia własne.

Sformułowane wyżej wnioski dotyczące wpływu efektywności wykorzystania podstaw innowacyjnych w sektorze usługowym na pozycję konkurencyjną województw nasuwają pytanie, czy wpływ efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw jest uzależniony od poziomu kapitału intelektualnego. W celu odpowiedzi na postawione pytanie dokonano klasyfikacji województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego, a następnie sprawdzono, czy można zaobserwować zależności pomiędzy efektywnością wykorzystania kapitału intelektualnego a pozycją konkurencyjną województw w obrębie wyróżnionych grup. Jeśli tak, to czy siła oraz kierunek takiej relacji różni się pomiędzy tymi grupami.

W celu dokonania klasyfikacji województw wykorzystano metodę Warda z kwadratem odległości euklidesowej uwzględniając wszystkie wskaźniki kapitału intelektualnego wymienione w tabeli 6.14. Optymalnym podziałem okazał się podział na cztery grupy (tabela 6.19)²³.

Tabela 6.19. Wynik klasyfikacji województw podobnych pod względem poziomu kapitału intelektualnego i jego średni poziom w poszczególnych grupach

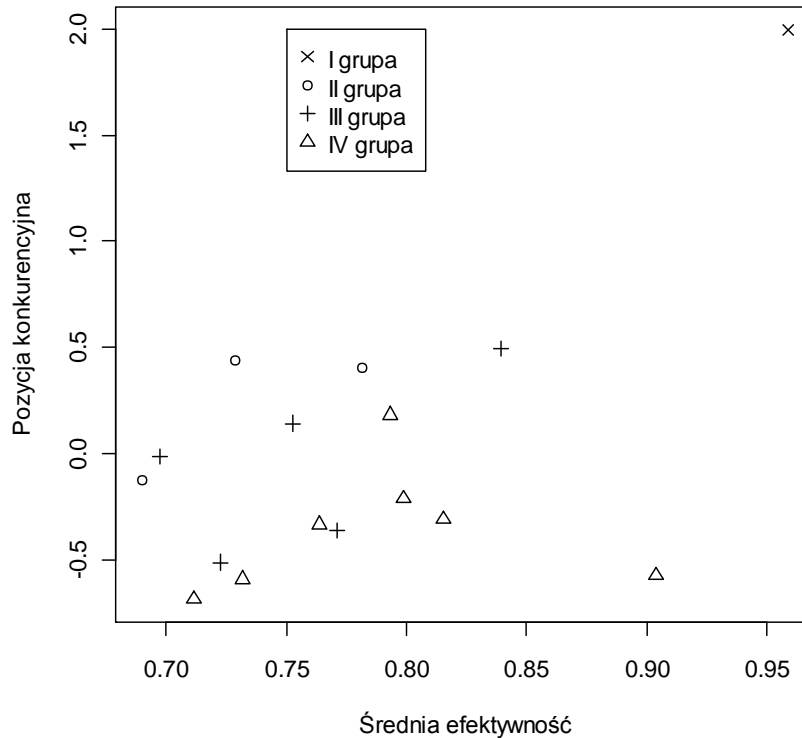
Grupy	Województwa	Średni poziom kapitału intelektualnego w grupach
I grupa	mazowieckie	2,623
II grupa	dolnośląskie, łódzkie i małopolskie	0,32
III grupa	lubelskie, pomorskie, śląskie, wielkopolskie, zachodniopomorskie	0,026
IV grupa	kujawsko-pomorskie, lubuskie, opolskie, podkarpackie, podlaskie, świętokrzyskie, warmińsko-mazurskie	-0,531

Źródło: obliczenia własne.

Poziom kapitału intelektualnego województw oszacowano zgodnie z pierwszym sposobem pomiaru, a więc jako średnią ważoną standaryzowanych zaobserwowanych wartości wskaźników. Oszacowano następnie średnią wartość tej miary dla poszczególnych grup województw. Wyniki zestawiono w tabeli 6.19. Pozycję konkurencyjną województw oszacowano jako zwykłą średnią arytmetyczną wskaźników, które posłużyły do opisu jej poziomu. Ponadto, w analogiczny sposób, ograniczając się do odpowiednich wskaźników, obliczono poziom osiągniętych dochodów oraz dokonano oceny sytu-

²³ W celu ustalenia optymalnej liczby skupień wykorzystano wskaźnik oceny jakości podziału *CNI* zaproponowany przez Osińską [2011c].

acji na rynku pracy. Ponadto oszacowano średnią wartość efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego w poszczególnych województwach.



Wykres 6.3. Pozycja konkurencyjna a efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw

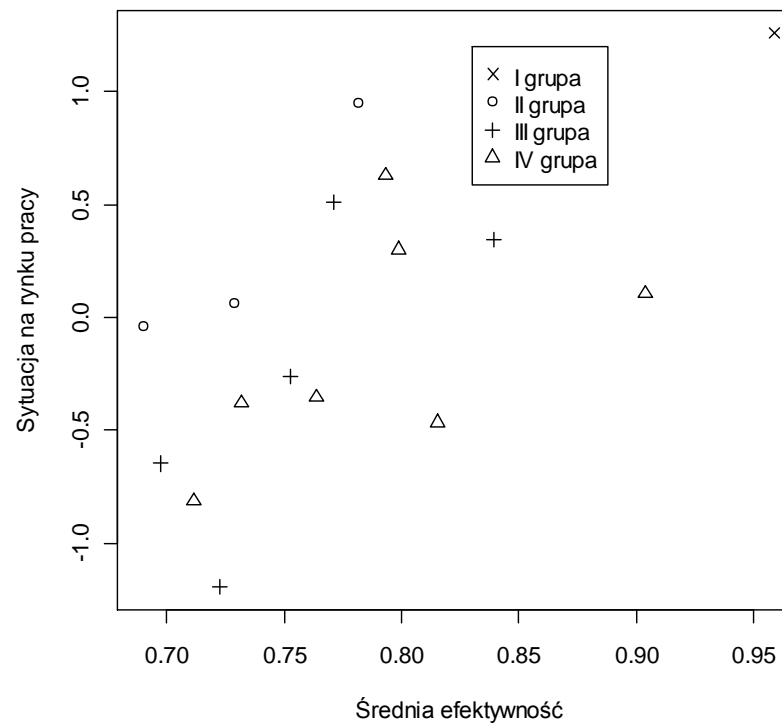
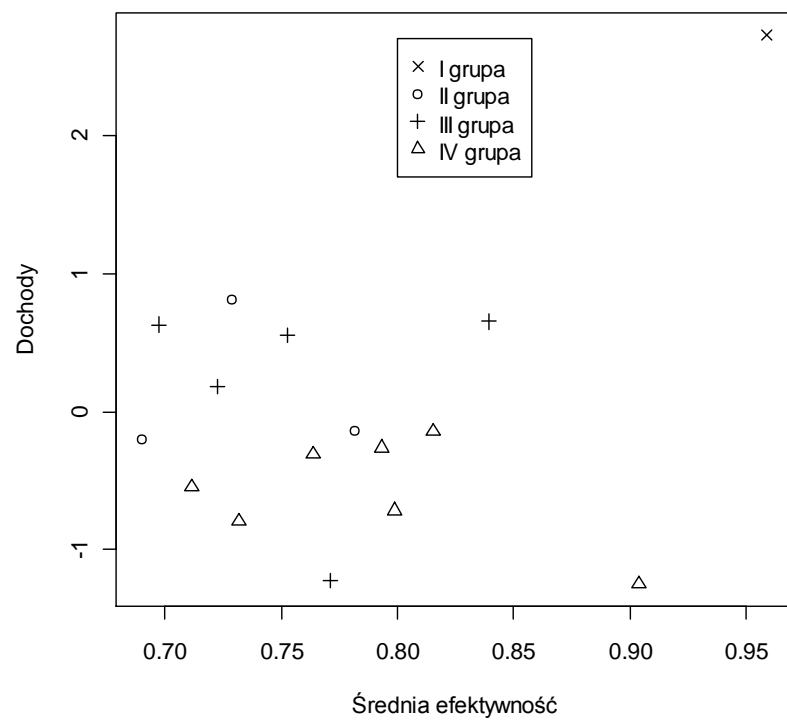
Źródło: opracowanie własne.

Wykres 6.3 to wykres pozycji konkurencyjnej województw względem średniej efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego województw. Globalnie nie da się zaobserwować żadnej jednoznacznej relacji pomiędzy efektywnością wykorzystania kapitału intelektualnego a pozycją konkurencyjną województw. Punkty na wykresie wydają się być rozrzucone losowo. Uwzględnienie poziomu kapitału intelektualnego województw pozwala twierdzić, że wraz ze wzrostem poziomu kapitału intelektualnego coraz większego znaczenia z punktu widzenia pozycji konkurencyjnej nabiera efektywność jego wykorzystania. Można bowiem zaobserwować, że w obrębie województw o najwyższym poziomie kapitału intelektualnego (grupa I i II) występuje dodatnia zależność pomiędzy efektywnością wykorzystania kapitału intelektualnego tych województw a ich pozycją konkurencyjną. Nie można tego jednak powiedzieć

o województwach z grupy IV charakteryzujących się najniższym poziomem kapitału intelektualnego. Potwierdzenie tych spostrzeżeń przez oszacowanie wartości współczynnika korelacji liniowej nie jest możliwe ze względu na małą liczebność powstałych grup województw.

Sytuacja przedstawia się tak samo, gdyby podobne badanie przeprowadzić nie dla pozycji konkurencyjnej ogółem, ale w podziale na osiągnięte dochody i sytuację na rynku pracy (wykres 6.3). Jak wynika z wykresu 6.3, można podejrzewać, że rzeczywiście zwiększona efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego przekłada się na osiągnięcie wysokich dochodów w przypadku województw o najwyższych zasobach kapitału intelektualnego. W przypadku województw z grupy IV relacja wydaje się być nawet odwrotna. Skupianie się na podnoszeniu efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego w województwach o niskim poziomie kapitału intelektualnego może nawet obniżyć poziom osiągniętych dochodów. W przypadku sytuacji na rynku pracy w każdej grupie województw relacja jest dodatnia, jednak w miarę wzrostu zasobów kapitału intelektualnego (kolejne grupy na wykresie) zależności stają się silniejsze i bardziej jednoznaczne.

Przeprowadzona analiza potwierdza sensowność podejrzenia, że efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw nie wpływa bezwarunkowo na ich pozycję konkurencyjną. Wyniki badania pozwalają sądzić, że w województwach ubogich w kapitał intelektualny dużo większe znaczenie z punktu widzenia ich pozycji konkurencyjnej ma dalsze zwiększanie jego poziomu niż efektywne jego wykorzystanie. W województwach bogatych w kapitał intelektualny na poprawę pozycji konkurencyjnej przekłada się bardziej efektywne jego wykorzystanie.



Wykres 6.4. Poziom dochodu i sytuacja na rynku pracy a efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując:

- Poziom kapitału intelektualnego pozwala precyzyjnie przybliżyć pozycję konkurencyjną województw, w szczególności osiągnęte przez nie dochody. Uwzględnienie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego tylko nieznacznie tę precyzję poprawia;
- Przeprowadzone badanie relacji pomiędzy efektywnością wykorzystania kapitału intelektualnego województw a ich pozycją konkurencyjną pozwala sądzić, że zależność ta nie dotyczy wszystkich województw i zależy od poziomu kapitału intelektualnego;
- W województwach o wysokim kapitale intelektualnym można zaobserwować silniejszą relację pomiędzy efektywnością jego wykorzystania a pozycją konkurencyjną tych województw niż w województwach charakteryzujących niskim poziomem kapitału intelektualnego;
- Istotnie dodatnio na pozycję konkurencyjną województw, a dokładniej na osiągnęte przez nie dochody, wpływa efektywność wykorzystania następujących elementów kapitału intelektualnego:
 - postaw przedsiębiorczych w sektorze edukacji,
 - kwalifikacji ogólnych mieszkańców,
 - postaw badawczo-rozwojowych ogółem;
- Efektywność wykorzystania kwalifikacji ogólnych mieszkańców istotnie dodatnio skorelowana jest również z sytuacją na rynku pracy województw;
- Efektywność wykorzystania postaw innowacyjnych w sektorze usług wpływa istotnie ujemnie na osiągnęte w województwach dochody. Przyczyną tego może być źródło nieefektywności województw w tym zakresie. Wartości współczynnika efektywności województw są bowiem zaniżone z powodu nieoptymalnej skali działalności, a nie popełnianych błędów w zarządzaniu;
- Popełniane błędy w zarządzaniu wpływają istotnie ujemnie na pozycję konkurencyjną województw, a dokładniej na osiągnęte przez nie dochody.

Zakończenie

W rozprawie doktorskiej zaproponowano autorski model pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu. Ze względu na obecność w literaturze wielu różnorodnych definicji kapitału intelektualnego regionu, w rozprawie sformułowano własną definicję, nawiązującą do szeroko rozumianej pozycji konkurencyjnej tego regionu. Zaproponowano również wynikającą z tej definicji trójstopniową strukturę kapitału intelektualnego regionu. Trzeci stopień tej struktury tworzą tzw. elementy kapitału intelektualnego regionu, które są ustalane dowolnie przez prowadzącego badanie. Dzięki temu złożoność tych elementów można swobodnie kontrolować i dopasowywać do celów aktualnie prowadzonej analizy. Pomedda i in. [2002] podkreślają, że każdy model kapitału intelektualnego powinien stanowić otwarty, elastyczny i dynamiczny system, który można dostosować do specyfiki badanych regionów. Cechy te posiada proponowany model, nie tylko ze względu na możliwość samodzielnej identyfikacji nieobserwowalnych bezpośrednio elementów kapitału intelektualnego regionu, ale również z uwagi na możliwość zastosowania go w odniesieniu do kraju, jak i każdej mniejszej od niego jednostki podziału administracyjnego, czyli województwa, powiatu, gminy, czy miasta.

W rozprawie założono, że elementy kapitału intelektualnego regionu mogą wpływać na jego pozycję konkurencyjną, wchodząc we wzajemne relacje przyczynowo-skutkowe. Wyróżniono i opisano trzy główne etapy tworzenia zaproponowanego modelu. Etapy te to kolejno:

1. ustalenie relacji przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy elementami kapitału intelektualnego regionu i weryfikacja istotności wpływu każdego z tych elementów na pozycję konkurencyjną regionu;
2. analiza efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionu;
3. syntetyczny pomiar kapitału intelektualnego regionu.

W części empirycznej rozprawy pokazano przykład zastosowania zaproponowanego modelu do pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego województw w Polsce.

W celu realizacji pierwszego etapu konstrukcji modelu wykorzystano modelowanie równań strukturalnych *SEM*. W wyniku przeprowadzonej analizy okazało się, że

z punktu widzenia konkurencyjności województw istotne są przede wszystkim elementy kapitału ludzkiego. Jest to zgodne z poglądami głoszonymi zarówno w literaturze dotyczącej konkurencyjności regionu (kapitał ludzki jest najczęściej wymienianym czynnikiem konkurencyjności regionu), jak i tej odnoszącej się do kapitału intelektualnego (kapitał ludzki postrzegany jest tutaj jako najważniejszy komponent kapitału intelektualnego z racji tego, że uchodzi za jego źródło). Na podkreślenie zasługuje fakt, że w badaniu empirycznym wzięto pod uwagę aż 37 nieobserwowalnych bezpośrednio elementów kapitału intelektualnego województw oraz 150 wskaźników opisujących ich poziom, uwzględniając opóźnienia czasowe. W literaturze przedmiotu dominuje podejście ograniczające się do analizy co najwyżej pięciu jego komponentów bez opóźnień czasowych.

Drugi etap konstrukcji proponowanego modelu został zrealizowany przy wykorzystaniu modelu *SBM* należącego do rodziny *DEA*. Oszacowano współczynniki efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego będących czynnikami konkurencyjności województw oraz zidentyfikowano źródła nieefektywnego wykorzystania tych elementów. Wyniki badania wskazują na podział Polski na część wschodnią i część zachodnią. Okazało się, że nieefektywność województw z części wschodniej Polski wynika głównie z popełnionych błędów w wykorzystaniu elementów kapitału intelektualnego (wyjątek stanowi jedynie województwo świętokrzyskie). Z kolei nieefektywność województw z części zachodniej Polski wynika głównie z nierównomiernego wykorzystania nakładów (wyjątek stanowi województwo lubuskie, którego nieefektywność spowodowana jest głównie błędami w zarządzaniu).

Wyniki uzyskane na tym etapie posłużyły do zbadania, czy istnieje zależność pomiędzy efektywnością wykorzystania elementów kapitału intelektualnego województw a ich pozycją konkurencyjną. Zastosowana w tym celu analiza korelacji liniowej pomiędzy współczynnikami efektywności wykorzystania zidentyfikowanych elementów kapitału intelektualnego województw a wskaźnikami ich pozycji konkurencyjnej nie dała jednoznacznych wyników. W kolejnym kroku analizy sprawdzono w związku z tym, czy występowanie tej relacji jest uzależnione od poziomu kapitału intelektualnego w województwach. W tym celu dokonano podziału województw na cztery grupy ze względu na poziom kapitału intelektualnego. Analiza wykresu rozrzutu pozycji konkurencyjnej województw względem średniej efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego prowadzi do wniosku, że zależność taka występuje

w województwach o wysokim poziomie kapitału intelektualnego: wzrostowi efektywności jego wykorzystania towarzyszy poprawa pozycji konkurencyjnej województw. Na uwagę zasługuje fakt, że wyciągnięte wnioski zgadzają się z tymi prezentowanymi w literaturze. Przykładowo w podejściu do pomiaru konkurencyjności regionu zaproponowanym przez *WEF* [2009] i stosowanym m.in. przez Unię Europejską wskaźnikom efektywności przypisuje się wyższą wagę w regionach bardziej rozwiniętych gospodarczo. Ponadto analiza źródeł nieefektywnego wykorzystania elementów kapitału intelektualnego województw pokazała, że występuje istotna ujemna zależność korelacyjna pomiędzy wskaźnikami pozycji konkurencyjnej województw a odsetkiem procesów nieefektywnych wynikających z błędów w wykorzystaniu kapitału intelektualnego.

Ostatni, trzeci etap konstrukcji modelu sprowadzał się do oszacowania poziomu kapitału intelektualnego województw jako średniej ważonej zaobserwowanych wartości wskaźników oraz średniej ważonej wartości skorygowanych współczynników efektywności. Dzięki temu, wykorzystując współczynnik korelacji rang Spearmana pokazano, że oszacowany poziom kapitału intelektualnego województw dostarcza informacji również na temat ich pozycji konkurencyjnej. Natomiast uwzględnienie efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego przy szacowaniu jego poziomu tylko nieznacznie poprawia stopień dokładności tej informacji.

Uzyskane wyniki pozwoliły pozytywnie zweryfikować postawione hipotezy badawcze. Wykazano, że *SEM* stanowi użyteczne narzędzie analizy kapitału intelektualnego regionu (hipoteza H_1), a *DEA* – użyteczne narzędzie badania efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionów (hipoteza H_2). Nie udało się natomiast w pełni potwierdzić prawdziwości sformułowanej we wstępie hipotezy H_0 . Wykazano co prawda, że kapitał intelektualny województw stanowi istotny czynnik ich konkurencyjności, ale nie udało się jednoznacznie potwierdzić istotnego wpływu efektywności jego wykorzystania na pozycję konkurencyjną województw.

Jak podkreślano w rozprawie, efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego regionów stanowi nadal słabo rozpoznany obszar badawczy. Dlatego warto kontynuować badania zapoczątkowane w rozprawie, co pozwoli na poszerzenie obecnego stanu wiedzy o naturze kapitału intelektualnego regionu i jego wpływie na pozycję konkurencyjną regionów. W szczególności uzyskane wyniki skłaniają do tego, aby skonstruować model pomiaru i oceny efektywności wykorzystania kapitału intelektualnego regionów:

- dla mniejszej liczby wskaźników opisujących elementy kapitału intelektualnego lub dla komponentów wyższych rzędów (kapitału osobowościowego, wiedzy, zdrowia, wizerunku i kapitału strukturalnego). Umożliwi to wydłużenie zakresu czasowego analizy i uwzględnienie dłuższych opóźnień czasowych;
- dla innego zakresu czasowego analizy, co da możliwość weryfikacji aktualności uzyskanych wyników;
- dla innych regionów np. krajów, powiatów, gmin czy regionów Unii Europejskiej.

Wykaz tabel

Tabela 1.1. Model <i>IAM</i> (The Intangible Assets Monitor).....	18
Tabela 2.1. Zestawienie przykładowych wskaźników wykorzystywanych do pomiaru rezultatów konkurencyjności regionu.....	49
Tabela 5.1. Wyodrębnione elementy kapitału zdrowia oraz wskaźniki opisujące ich poziom.....	98
Tabela 5.2. Wyodrębnione elementy kapitału osobowościowego oraz wskaźniki opisujące ich poziom.....	98
Tabela 5.3. Wyodrębnione elementy kapitału wiedzy oraz wskaźniki opisujące ich poziom.....	101
Tabela 5.4. Wyodrębnione elementy kapitału wizerunku oraz wskaźniki opisujące ich poziom.....	102
Tabela 5.5. Wyodrębnione elementy kapitału strukturalnego oraz wskaźniki opisujące ich poziom.....	103
Tabela 5.6. Wyniki oszacowań parametrów modelu zewnętrznego oraz wartości wybranych miar jakości.....	109
Tabela 5.7. Wartości miar jakości <i>SEM</i>	111
Tabela 5.8. Algorytm szacowania wartości współczynników wpływu całkowitego na przykładzie skłonności mieszkańców do podnoszenia kwalifikacji.....	116
Tabela 5.9. Wartości współczynnika wpływu całkowitego elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw.....	117
Tabela 5.10. Wartości współczynnika wpływu całkowitego wskaźników kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw.....	119
Tabela 6.1. Układ nakładów i rezultatów w strategicznych procesach gospodarczych.....	127
Tabela 6.2. Współczynniki efektywności strategicznych procesów gospodarczych w poszczególnych województwach.....	132
Tabela 6.3. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>I</i>	135
Tabela 6.4. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>II</i>	137

Tabela 6.5. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>III</i>	138
Tabela 6.6. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>IV</i>	139
Tabela 6.7. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>V</i>	140
Tabela 6.8. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>VI</i>	141
Tabela 6.9. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>VII</i>	142
Tabela 6.10. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>VIII</i>	143
Tabela 6.11. Wartości czynników dekompozycji współczynnika efektywności <i>SBM</i> dla procesu <i>IX</i>	144
Tabela 6.12. Procesy nieefektywne w poszczególnych województwach i ich odsetek według źródeł nieefektywności.....	145
Tabela 6.13. Odsetek województw nieefektywnych pod względem wykorzystania elementów kapitału intelektualnego według źródeł nieefektywności.....	147
Tabela 6.14. Wagi wskaźników kapitału intelektualnego województw.....	153
Tabela 6.15. Ranking województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego nieuwzględniający efektywności jego wykorzystania.....	155
Tabela 6.16. Ranking województw ze względu na poziom kapitału intelektualnego uwzględniający efektywność jego wykorzystania.....	156
Tabela 6.17. Współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy rankingami utworzonymi względem wskaźników pozycji konkurencyjnej oraz poziomu kapitału intelektualnego województw.....	158
Tabela 6.18. Współczynniki korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wskaźnikami pozycji konkurencyjnej a współczynnikami efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego województw.....	160
Tabela 6.19. Wynik klasyfikacji województw podobnych pod względem poziomu kapitału intelektualnego i jego średni poziom w poszczególnych grupach.....	161

Wykaz rysunków

Rysunek 1.1. Schemat wartości rynkowej Skandii	15
Rysunek 1.2. Model <i>BSC</i> (The Balanced Scorecard).....	17
Rysunek 1.3. Podejścia do pomiaru kapitału intelektualnego regionu.....	29
Rysunek 1.4. Relacje pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego i kapitałem finansowym.....	36
Rysunek 1.5. Relacje pomiędzy komponentami kapitału intelektualnego a stanem gospodarki.....	37
Rysunek 3.1. Przyjęta struktura kapitału intelektualnego regionu.....	54
Rysunek 4.1. Przykładowy schemat relacji w <i>SEM</i>	65
Rysunek 4.2. Schemat wpływów pośrednich i bezpośrednich w <i>SEM</i>	68
Rysunek 5.1. Schemat wpływu elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw (model wewnętrzny).....	108
Rysunek 6.1. Graficzna prezentacja odsetka procesów nieefektywnych dla poszczególnych województw według źródeł nieefektywności.....	146

Wykaz wykresów

Wykres 5.1. Współczynnik wpływu całkowitego wskaźników elementów kapitału intelektualnego na pozycję konkurencyjną województw na podstawie tabeli 5.10.....	121
Wykres 6.1. Zmienność a średnia efektywności wykorzystania elementów kapitału intelektualnego w województwach.....	134
Wykres 6.2. Odsetek województw nieefektywnie wykorzystujących elementy kapitału intelektualnego według strategicznych procesów gospodarczych oraz źródeł nieefektywności.....	149
Wykres 6.3. Pozycja konkurencyjna a efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw.....	162
Wykres 6.4. Poziom dochodu i sytuacja na rynku pracy a efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego województw	164

Bibliografia

- Adler, N., Golany, B., 2001, *Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis with an application to western Europe*, European Journal of Operational Research, vol. 132, s. 260-273.
- Adler, N., Yazhemsy, E., 2009, *Improving discrimination in data envelopment analysis: PCA-DEA Or variable reduction*, European Journal of Operational Research, vol. 202, s. 273-284.
- Andriessen, D. G., Stam, C. D., 2004, *The intellectual capital of the European Union. Measuring the Lisbon Agenda*, Center for Research in Intellectual Capital, <http://www.ejkm.com/issue/download.html?idArticle=200> [dostęp 05.07.2013].
- Andriessen, D. G., Stam, C. D., 2008, *Intellectual Capital of the European Union 2008: Measuring the Lisbon Strategy for Growth and Jobs*, Electronic Journal of Knowledge Management, vol. 7, no. 4, s. 489-500.
- Annoni, P., Kozovska, K., 2010, *EU Regional Competitiveness Index 2010*, European Commission, Ispra, <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/13666> [dostęp 05.07.2013].
- Guzik, B., Appenzeller, D., Jurek, W., 2007, *Prognozowanie i symulacje. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Berger, T., 2010, *An Overview and Analysis on Indices of Regional Competitiveness*, Review of Economics & Finance, 25 November, s. 17-33.
- Bieńkowski, W., 1995, *Reaganomika i jej wpływ na konkurencyjność gospodarki amerykańskiej*, PWN, Warszawa.
- Binderman, Z., Borkowski, B., Szczesny, W., 2009, *O pewnych metodach porządkowania i grupowania w analizie zróżnicowania rolnictwa*, Roczniki Nauk Rolniczych, tom 96, zeszyt 2, s. 77-90.
- Bochniarz, P., 2008, *Raport o Kapitale Intelktualnym Polski*, Centrum Obsługi Prezesa Rady Ministrów, Warszawa, <http://zds.kprm.gov.pl/przegladaj-raport-o-kapitale-intelektualnym> [dostęp 05.07.2013].
- Bontis, N., 1998, *Intellectual Capital: an exploratory study that develops measures and models*, Management Decision, vol. 36, no. 2, s. 63-76.

- Bontis, N., 2001, *Assessing knowledge assets: a review of the models used to measure intellectual capital*, *International Journal of Management Reviews*, vol. 3, no. 1, s. 41-60.
- Bontis, N., 2004, *National Intellectual Capital Index. a United Regions initiative for the Arab region*, *Journal of Intellectual Capital*, vol. 5, no. 1, s. 13-39.
- Bontis, N., Fitz-enz, J., 2002, *Intellectual Capital ROI: a causal map of human capital antecedents and consequents*, *Journal of Intellectual Capital*, vol. 3, no. 3, s. 223-247.
- Bossak, J. W., Bieńkowski, W., 2004, *Międzynarodowa zdolność konkurencyjna kraju i przedsiębiorstw. Wyzwania dla Polski na progu XXI wieku*, Oficyna Wydawnicza SGH w Warszawie, Warszawa.
- Bounfour, A., 2003, *The IC-dVAL approach*, *Journal of Intellectual Capital*, vol. 4, no. 3, s. 396-412.
- Brocka-Palacz, B., 2008, *Uwagi o międzynarodowej konkurencyjności gospodarek - pojęcie, czynniki konkurencyjności, mierzenie zjawiska*, w: *Czynniki i miary międzynarodowej konkurencyjności gospodarek w kontekście globalizacji - wstępne wyniki badań*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., Tone, K., 2006, *Introduction to Data Envelopment Analysis and its uses with DEA-Solver Software and References*, Springer, USA.
- Czyż, T., 2009, *Konkurencyjność regionu wielkopolskiego w aspekcie gospodarki opartej na wiedzy*, <http://igsegp.amu.edu.pl/RAPORTY/8.%20Konkurencyjnosc%20regionu%20wielkopolskiego%20w%20aspekcie%20GOW.pdf> [dostęp 05.07.2013].
- Deloitte, 2003, *Intellectual Capital. Efficiency on National and Company Level*, Croatian Chamber of Economy, http://www.entovation.com/press-room/Pulic_-_IC_EFFI_2003.pdf [dostęp 05.07.2013].
- Dijkstra, L., Annoni, P., Kozovska, K., 2011, *a New Regional Competitiveness Index: Theory, Methods and Findings*, Working Papers 2. Directorate-General for Regional Policy, European Union, http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2011_02_competitiveness.pdf [dostęp 01.07.2013].

- Domagała, A., 2007a, *Metoda Data Envelopment Analysis jako narzędzie badania względnej efektywności technicznej*, *Badania Operacyjne i Decyzje*, nr 3-4, s. 21-33.
- Domagała, A., 2007b, *Przestrzenno-czasowa analiza efektywności jednostek decyzyjnych metodą Data Envelopment Analysis na przykładzie banków polskich*, *Badania Operacyjne i Decyzje*, nr 3-4, s. 35-55.
- Domagała, A., 2009, *Zastosowanie metody Data Envelopment Analysis do badania efektywności europejskich giełd papierów wartościowych*, praca doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań, [maszynopis niepublikowany].
- Dunning, J., Bannerman, E., Lundan, S. M., 1998, *Competitiveness and Industrial Policy in Northern Ireland*, Northern Ireland Research Council.
- Edvinsson, L., Lin, Y.-Y. C., 2008, *National intellectual capital: comparison of the Nordic countries*, *Journal of Intellectual Capital*, vol. 9, no. 4, s. 525-545.
- Edvinsson, L., Lin, Y.-Y. C., 2010, *National intellectual capital: a comparison of 40 countries*, Springer Publishing Co., Nowy Jork.
- Edvinsson, L., Malone, M. S., 2001, *Kapitał intelektualny. Poznaj prawdziwą wartość swego przedsiębiorstwa odnajdując jego ukryte korzenie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Florczak, W., 2007, *Kapitał ludzki a rozwój gospodarczy*, w: Welfe, W. (red.), *Gospodarka oparta na wiedzy*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, s. 112-172.
- Gatnar, E., 2003, *Statystyczne modele struktury przyczynowej zjawisk ekonomicznych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego, Katowice.
- Golejewska, A., Gajda, D., 2012, *Analiza potencjału konkurencyjnego polskich regionów*, Katedra Ekonomiki Integracji Europejskiej, Wydział Ekonomiczny, Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Gomułka, M., Czajkowski, Z., 2008, *Konkurencyjność międzynarodowa - pojęcie i metodologia pomiaru; Materiały do dyskusji*, w: *Czynniki i miary międzynarodowej konkurencyjności gospodarek w kontekście globalizacji - wstępne wyniki badań*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa, s. 14-30.
- Guzik, B., 2009a, *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.

- Guzik, B., 2009b, *Podstawowe możliwości analityczne modelu CCR-DEA*, *Badania Operacyjne i Decyzje*, nr 1, s. 55-75.
- Hervas Oliver, J. L., Dalmau Porta, J. I., 2006, *How to measure IC in clusters: empirical evidence*, *Journal of Intellectual capital*, vol. 7, no. 3, s. 354-380.
- Huggins, R., Davies, W., 2006, *European Competitiveness Index 2006-07*, Robert Huggins Associates Ltd., <http://www.cforic.org/pages/competitiveness-reports.php> [dostęp 01.07.2013].
- Jenkins, L., Anderson, M., 2002, *A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis*, *European Journal of Operational Research*, vol 147, s. 51-61.
- Kaplan, R. S., Norton, D. S., 1992, *The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance*, *Harvard Business Review*, vol. 69, no. 1, s. 172-180.
- Kasiewicz, S., Rogowski, W., Kicińska, M., 2006, *Kapitał intelektualny – spojrzenie z perspektywy interesariuszy*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
- Klasik, A., 2001, *Konkurencyjność województwa śląskiego na tle innych regionów. Ujęcie syntetyczne*, w: *Województwo śląskie. Integracja, konkurencyjność, nowe inicjatywy*, II Śląskie Forum Rozwoju Lokalnego i Regionalnego, Katowice, s. 99-100.
- Kołomycew, A., 2010, *Wybrane aspekty konkurencyjności województwa podkarpackiego*, w: *Przedsiębiorczość a rozwój regionalny. Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae*, Uniwersytet Humanistyczno – Przyrodniczy Jana Kochanowskiego w Kielcach, nr 1, s. 203-212, http://miscellanea.ujk.edu.pl/data/Oferta/Pliki/117_a20_ko_omycew.pdf [dostęp 05.07.2013].
- Kosmański, R., 2011, *Konwergencja i nierówności regionalne w Polsce w świetle metody DEA*, praca doktorska, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań, [maszynopis niepublikowany].
- Kot, J., 2007, *Przegląd podstawowych pojęć w zakresie innowacji i konkurencyjności regionalnej*, www.ujk.edu.pl/iekon/zporr/raport/Kot.doc [dostęp 05.07.2013].
- Krawczyk-Sokołowska, I., 2009, *Analiza wybranych komponentów kapitału intelektualnego w Polsce w układzie przestrzennym*, w: Okoń-Horodyńska, E., Wisła, R. (red.), *Kapitał intelektualny i jego ochrona*, Wyd.Inst.Wiedzy i Innowacji, Warszawa.

- Lev, B., 2001, *Intangibles : Management, Measurement and Reporting*, Brookings Institution Press, Washington.
- Lin, C. Y., Lin, T. Y., 2008, *National intellectual capital: exploring Taiwan's standing*, International Journal of Learning and Intellectual Capital, vol. 5, no. 3/4, s. 311-331.
- Lopez, V. R. R., Nevado, D. P., Alfaro, J. N., 2010, *a Model to Measure Intellectual Capital Efficiency at National Level: Comparison, Results and Relationships*, w: Proceedings of the European Conference on Intellectual Capital, s. 513-520.
- Malhotra, Y., 2003, *Measuring Knowledge Assets of a Nation: Knowledge Systems for Development*. New York, <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan011601.pdf> [dostęp 05.07.2013].
- Malhotra, Y., 2000, *Knowledge Assets in the Global Economy: Assessment of National Intellectual Capital*, Journal of Global Information Management, vol. 8, no. 3, s. 5-15.
- Markowska, M., 2007, *Zróżnicowanie europejskiej przestrzeni regionalnej w świetle koncepcji gospodarki opartej na wiedzy*, w: Strahl, D. (red.), *Gospodarka lokalna i regionalna w teorii i praktyce*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław.
- Markowska, U., 2001, *Konkurencyjność regionów. Nowe spojrzenie na rozwój regionalny w Polsce*, w: *Gospodarka Przestrzenna IV*, Sudety Oficyna Wydawnicza Oddziału Wrocławskiego PTTK, Wrocław.
- Meyer-Stamer, J., 2008, *Systemic Competitiveness and Local Economic Development*, w: Bodhanya, W.S. (red.), *Large Scale Systemic Change: Theories, Modelling and Practices*, Duisburg.
- Nowicki, M., 2008, *RAPORT o KONKURENCYJNOŚCI WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO. Koncepcja metodyki badania względnej konkurencyjności polskich regionów wraz z jej pilotażowym zastosowaniem na przykładzie województwa pomorskiego*, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Gdańsk, http://midwig.pomorskie.eu/assets/files/RAPORTY_I_BADANIA/raport_konkurencyjnosc/Raport_konkurencyjnosc.pdf [dostęp 05.07.2013].
- OECD, 1996, *The knowledge based economy*, OECD, Paryż, <http://www.oecd.org/science/sci-tech/1913021.pdf> [dostęp 05.07.2013].

- Osińska, M., 2010a, *Efektywność wykorzystania kapitału intelektualnego w krajach członkowskich Unii Europejskiej w roku 2004 i 2007*, Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny, nr 3, s. 99-121.
- Osińska, M., 2010b, *Kapitał intelektualny województw a sytuacja na rynku pracy w latach 2006 i 2007*, w: Owiński, J.W. (red.), *Kapitał społeczny i ludzki - społeczeństwo informacyjne - gospodarka - zarządzanie – informatyka*, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, Bydgoszcz, s. 101-112.
- Osińska, M., 2011a, *Analiza porównawcza kapitału intelektualnego wybranych krajów europejskich*, w: Appenzeller, D. (red.), *Analiza danych gospodarczych – metody i zastosowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, s. 160-183.
- Osińska, M., 2011b, *Zastosowanie modelowania miękkiego do porównania kapitału intelektualnego województw Polski*, w: Appenzeller, D. (red.), *Matematyka i informatyka na usługach ekonomii: modelowanie zjawisk gospodarczych w praktyce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, s. 142-154.
- Osińska, M., 2011c, *Mierniki oceny jakości podziału w analizie skupień - porównanie ich efektywności* w: Jajuga, K., Walesiak, M. (red.), *Taksonomia 18 : klasyfikacja i analiza danych - teoria i zastosowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, s. 612-620.
- Pasher, E., Shachar, S., 2007, *The Intellectual capital of the State of Israel. 60 Years Achievements*, Office of the Chief Scientist, Jerusalem, <http://www.tamas.gov.il/NR/rdonlyres/C973239E-F6C2-453A-A4D9-5A30F59258E3/0/intellectualcapital.pdf> [dostęp 05.07.2013].
- Piotrkowski, K., 2006, *Praca w organizacji przyszłości*, w: Piotrkowski, K. (red.), *Zarządzanie potencjałem ludzkim w organizacji XXI wieku*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, s. 11-30.
- Pomeda, J. R., Moreno, C. M., Rivera, C. M., Martil, L. V., 2002, *Towards an Intellectual Capital Report of Madrid: New Insights and Developments*, Madryt.
- Przybyszewski, R., 2007, *Kapitał ludzki w procesie kształtowania gospodarki opartej na wiedzy*, Difin, Warszawa.

- Rodriguez, B. M., Viedma Marti, J. M., 2006, *The region's intellectual capital benchmarking system: enabling economic growth through evaluation*, Journal of Knowledge Management, vol. 10, no. 5, s. 41-54.
- Rogowski, J., 1986, *Kilka uwag o „miękkim” modelowaniu ekonometrycznym*, Przegląd statystyczny, R. XXXIII, zeszyt 4, s. 367-384.
- Rogowski, J., 1990, *Modele miękkie. Teoria i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Dział Wydawnictw Filii Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok.
- Rószkiewicz, M., Węziak, D., Wodecki, A., 2007, *Kapitał Intelktualny Lubelszczyzny – propozycja operacjonalizacji i pomiaru*, Studia Regionalne i Lokalne, tom 2, numer 28, s. 59-88.
- Sala-i-Martin, X., Blanke, J., Drzeniek Hanous, M., Geiger, T., Mia, I., 2009, *The Global Competitiveness Index 2009–2010: Contributing to Long-Term Prosperity amid the Global Economic Crisis*, w: *The Global Competitiveness Report 2009-2010*, World Economic Forum, Genewa, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2009-10.pdf [dostęp 05.07.2013].
- Schiuma, G., Lerro, A., Carlucci, D., 2008, *The Knoware Tree and the Regional Intellectual Capital Index. An assessment within Italy*, Journal of Intellectual Capital, vol. 9, no.2, s. 283-300.
- Schneider, U., 2007, *The Austrian National Knowledge Report*, Journal of Knowledge Management. Vol. 11, no. 5, s. 129-140.
- Stahle, S. S., 2008, *National Intellectual Capital as an Economic Driver: Perspectives on Identification and Measurement*, w: Ahonen (red.), *Inspired by knowledge in organizations*, Swedish School of Economics and Business Administration.
- Stawasz, D., 2004, *Ekonomiczno-organizacyjne uwarunkowania rozwoju regionu - teoria i praktyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Stewart, T. A., 1997, *Intellectual Capital. The New Wealth of Organizations*, Doubleday, New York.
- Sveiby, K. E., 1997, *The Intangible Assets Monitor*, Journal of Human Resources Costing and Accounting, vol. 2, no. 1, s. 73-97.
- Tenenhaus, M., Vinzi, V. E., Chatelin, Y.-M., Lauro, C., 2005, *PLS path modeling*, Computational Statistics & Data Analysis, vol. 48, s. 159-205.

- The IMD World Competitiveness Center, 2013a, *Methodology in a Nutshell*, w: *IMD WORLD COMPETITIVENESS YEARBOOK 2013*, s. 17, <http://www.imd.org/uupload/imd.website/wcc/nutshell.pdf> [dostęp 05.07.2013].
- The IMD World Competitiveness Center, 2013b, *Methodology and principles of analysis*, w: *IMD WORLD COMPETITIVENESS YEARBOOK 2013*, s. 480-484, <http://www.imd.org/uupload/imd.website/wcc/methodology.pdf> [dostęp 05.07.2013].
- The World Bank, 2008, *Measuring knowledge in the world's economies – Knowledge Assessment Methodology and Knowledge Economy Index*, http://siteresources.worldbank.org/INTUNIKAM/Resources/KAM_v4.pdf [dostęp 05.07.2013].
- Viedma Marti, J. M., 2003, *CICBS CITIES INTELLECTUAL CAPITAL SYSTEM. a methodology and a framework for measuring the intellectual Capital of cities – a practical application in the city of Mataro, Ontario*.
- Vinzi, V. E., Trinchera, L., Amato, S., 2010, *PLS Path Modeling: Recent Developments and Open Issues for Model Assessment and Improvement*, w: Vinzi, V.E., Chin, W., Henseler, J. (red.), *Partial Least Squares : Concepts, Methods and Applications*, Springer-Verlag.
- Wagner, J. M., Shimshak, D. G., 2007, *Stepwise selection of variables in data envelopment analysis: Procedure and managerial perspectives*, *European Journal of Operational Research*, vol. 180, s. 57-67.
- Unia Europejska, 1999, *Sixth Periodic Report on the Social and Economic Situation and Development of the Regions of the European Union*, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Bruksela, http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/toc_en.htm [dostęp 01.07.2013].
- Węziak-Białowolska, D., 2010, *Model kapitału intelektualnego regionu. Koncepcja pomiaru i zastosowanie*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, Warszawa.
- Wosiek, M., 2010, *Strukturalne uwarunkowania konkurencyjności regionów Polski Wschodniej w przestrzeni krajowej i europejskiej*, w: Woźniak, M.G. (red.), *Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy. Spójność społeczno-ekonomiczna*

a modernizacja gospodarki, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, s. 388-402.

Wyszkowska, D., 2005, *Polityka regionalna jako instrument podwyższania konkurencyjności polskich regionów*, w: Kaja, J., Piech, K. (red.), *Rozwój a polityka regionalna i lokalna w Polsce*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa.

Zhu, J., Cook, W. D., 2007, *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*, Springer, USA.