

Iwona Staniec

Politechnika Łódzka
e-mail: iwona.staniec@p.lodz.pl

ZASTOSOWANIE MODELOWANIA RÓWNAŃ STRUKTURALNYCH W POSZUKIWANIU CZYNNIKÓW DETERMINUJĄCYCH WSPÓLPRACĘ W PRZEDSIĘBIORCZOŚCI TECHNOLOGICZNEJ

THE USE OF STRUCTURAL EQUATION MODELLING IN SEARCH OF FACTORS DETERMINING COLLABORATION IN TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP

DOI: 10.15611/pn.2017.469.19

JEL Classification: C46, 032, M11

Streszczenie: W tworzeniu kapitału relacyjnego współpraca jest determinowana przez wiele wielowymiarowych czynników i do jej pomiaru konieczna jest skala złożona. W literaturze istnieje kilka modeli przyczynowo-skutkowych determinujących współpracę w wybranych przedsiębiorstwach. Badania potwierdzające przydatność tych modeli dla przedsiębiorczości technologicznej przeprowadzono na 324-elementowej próbie. W celu ich weryfikacji wykorzystano modelowanie strukturalne. Po pierwsze, ze względu na możliwość testowania modeli przyczynowych oraz po drugie, ze względu na możliwość wprowadzania zarówno zmiennych ukrytych, jak i obserwowanych.

Słowa kluczowe: modelowanie strukturalne, współpraca, przedsiębiorczość technologiczna, analiza relacji przyczynowo-skutkowej.

Summary: In the relational capital, collaboration is determined by a number of multi-dimensional factors and to measure it complex scale is necessary. The literature review shows several models of causal determinants of collaboration in selected enterprises. Research confirming the usefulness of these models for technological entrepreneurship was carried out on a 324-element sample. Because of the qualitative variables measured on Likert 5-point scale making a structural equation modeling was decided.

Keywords: structural equation modeling, collaboration, technological entrepreneurship, analysis of cause and effect.

1. Wstęp

W literaturze można znaleźć opinię, że współpracę w przedsiębiorczości technologicznej determinuje: wybór partnera, warunki kontraktu, doświadczenie decydenta, elastyczność, szybkość reakcji, innowacyjność, technologia, finanse itp. [Flaszewska, Lachiewicz 2013]. Wymienione czynniki są wielowymiarowe i związane z uprzednimi wyborami celów i strategii. Zatem bardzo ważne z praktycznego punktu widzenia jest zidentyfikowanie, które czynniki i w jaki sposób wpływają na współpracę. Ważny z punktu operacyjnego jest kierunek wpływu, czyli identyfikacja, co jest przyczyną, a co skutkiem, jak również przyczyną bezpośrednią i pośrednią.

Analizy zostały przeprowadzone z użyciem programu Statistica 12. Zastosowanie modelowania strukturalnego pozwoliło na empiryczną identyfikację czynników determinujących współpracę w przedsiębiorczości technologicznej na podstawie uwarunkowań zidentyfikowanych w literaturze i zbudowanych modeli teoretycznych.

2. Modelowanie równań strukturalnych

Ideą modelowania strukturalnego jest testowanie, czy zbiór wariancji i kowariancji w macierzy kowariancji pasuje do określonej struktury. Czyli sprawdzamy, czy model pasuje na tyle dobrze do danych, żeby być pożytecznym przybliżeniem rzeczywistości i rozsądnym wyjaśnieniem prawidłowości występujących w danych. Model strukturalny składa się z dwóch części: z modeli pomiarowych – wskazujących na powiązania zmiennych ukrytych z obserwowanymi oraz modelu strukturalnego koncentrującego się na związkach między zmiennymi ukrytymi. W modelowaniu równań strukturalnych¹ związki przyczynowe między zmiennymi wyraża się za pomocą tzw. współczynnika ścieżki: wystandaryzowany (wariancja równa 1) oznacza, o ile zmieni się skutek, gdy przyczyna zmieni się o jednostkę², a niewystandaryzowany – regresyjny współczynnik ścieżki [Brzeziński (red.) 1987, s. 82-112] oznacza, o ile swoich odchyłeń standardowych zmieni się wartość skutku, gdy wartość przyczyny wzrośnie o jej jedno odchylenie standardowe. Wartości współczynników opisują więc kierunek (dodatni/ujemny) oraz siłę wpływu przyczyny na skutek. Siłę wpływu można porównywać pomiędzy skutkami za pomocą współczynników wystandaryzowanych. Wartości współczynników niestandaryzowanych zależą bowiem od jednostek, w których mierzone są zmienne. Podstawowa zaleta modelowania strukturalnego to możliwość wprowadzenia zmiennych ukrytych, czyli takich, których

¹ Modele równań strukturalnych estymuje się, wykorzystując najczęściej metodę największej wiarygodności, uogólnioną metodę najmniejszych kwadratów oraz metodę asymptotycznie niewrażliwą na rozkład. Ich wybór zależy od liczebności próby oraz jej rozkładu. Przegląd literatury potwierdza za Westlandem [2010], że wymagania dotyczące liczebności próby i jej rozkładu w przypadku stosowania modeli strukturalnych i wykorzystywanych metod estymacji są najczęściej niespełniane.

² Warto zwrócić uwagę, że Loehlin [1987, s. 29] zaleca, aby standaryzację przeprowadzać przy porównywaniu zmiennych, natomiast zaniechać jej przy porównywaniu populacji.

nie można bezpośrednio mierzyć, ale kryje się ona za kilkoma zmiennymi obserwowalnymi, czyli bezpośrednio mierzalnymi.

Ograniczenia modelowania strukturalnego to przede wszystkim liniowość (czasami zależności są nieliniowe) oraz brak rozróżnienia między współzmiennością a przyczynowością [Cwalina 2000, s. 18]. Zalety modelowania strukturalnego to analiza relacji przyczynowej [Gatnar 2003, s. 23], przewaga nad analizą regresji (nie zależy od kolejności wprowadzania zmiennych, konieczności uproszczenia relacji między zmiennymi), analiza efektów pośrednich i bezpośrednich wpływu poszczególnych zmiennych, różne skale pomiarowe zmiennych. Jest metodą testowania teorii proponowanej przez badacza, gdyż weryfikowana struktura zależności przyczynowych powstaje wyłącznie jako konsekwencja teorii.

Parametry modelu są szacowane na podstawie macierzy korelacji dzięki wykorzystaniu procedury obliczeniowej Cudecka [1989]. Ważnym aspektem modelowania strukturalnego jest jego weryfikacja. W tym celu dokonuje się analizy sensowności otrzymanych paramentów oraz dobroci modelu. Aaker, Bagozzi [1979] przekonują, że należy dążyć do maksymalizacji stopni swobody³ przy jednoczesnym dobrym dopasowaniu modelu do danych. Jak podaje Sagan [2003], dopasowanie modelu do danych empirycznych ocenia się na podstawie weryfikacji hipotezy H_0 : reszty standaryzowane macierzy empirycznej i teoretycznej są równe zero, czyli ograniczenia nałożone przez badacza, wynikające z modelu teoretycznego, są trafne. Do weryfikacji tak postawionej hipotezy wykorzystuje się statystykę λ^2 , która powinna być nieistotna statycznie ($p > 0,05$ – rzadko spełnione) [Konarski 2009]. Inni badacze [Hu i in. 1999; Kline 2005; Cizkowicz 2014, s. 112] podają, że w tym celu można posłużyć się: pierwiastkiem średniokwadratowym błędu aproksymacji [RMSEA]⁴, ilorzem λ^2 /liczbę stopni swobody [Joerskog, Sorbom 1979], indeksem GFI Joerskoga, indeksem dobroci dopasowania AGFI Joerskoga. Kryterium Akaike jest wykorzystywane jak wskaźnik porównawczy wielu modeli [Sagan 2003, s. 90; Sroka 2009, s. 198].

3. Czynniki determinujące współpracę

Ostatnie lata w światowej nauce i praktyce zarządzania przynoszą wiele nowych koncepcji i metod zarządzania organizacjami. Turbulentne otoczenie, globalizacja oraz wzrost konkurencyjności stawiają przedsiębiorstwom nowe wyzwania i zmuszają je do zrewidowania dotychczasowych koncepcji działania. Współczesne koncepcje współpracy powstały na skutek nowego paradygmatu zarządzania zalecają-

³ Liczba stopni swobody to liczba unikalnych korelacji lub kowariancji w macierzy wyjściowej danych minus liczba szacowanych współczynników. Ich liczba nie powinna być mniejsza niż zero [Sagan 2003].

⁴ Wartości [0,06;0,08] to zadowalające dopasowanie [0,08;0,10] – mierne. Wartości REMSE $> 0,1$ wskazują na złe dopasowanie modelu [Browne, Cudeck 1992].

cego kompleksowe analizowanie ryzyka wszystkich interesariuszy oraz kierunków i obszarów działalności [Krzakiewicz 2013, s. 135]. Autorzy badań, m.in. Flaszewska, Lachiewicz [2013, s. 18-21], podkreślają, że to właśnie od świadomości decydentów oraz odpowiedzialnego podejmowania ryzyka i zarządzania nim w dużej mierze zależy powodzenie współpracy. Wciąż niewiele jest w literaturze informacji o postrzeganiu ryzyka i o uwarunkowaniu procesów decyzyjnych podejmowanych przez innowacyjnych przedsiębiorców. Bratnicki [2000] i Sroka [2009, s. 198-199] twierdzą, że do rozwoju przedsiębiorczości dochodzi dzięki kreowaniu, odkrywaniu lub wykorzystaniu nieeksplorowanych do tej pory szans i podkreślają największe w tym procesie znaczenie zasobów ludzkich, czyli samo podejście decydenta.

Światowiec-Szczepańska [2012, s. 243-277] pokazuje, że na wyniki partnerstwa strategicznego⁵ istotny wpływ bezpośredni mają normy relacyjne (dodatni), ryzyko relacyjne (ujemny), pośredni: złożoność kontraktu, kompetencje partnera, *goodwill*, ryzyko gospodarcze. Światowiec-Szczepańska [2012, s. 243-277] ponadto zwraca szczególną uwagę na ryzyko relacji. Dodatkowo badania Urbanowskiej-Sojkin [2013, s. 360-409] pokazują, że konieczne jest utrzymywanie przez przedsiębiorstwa wyższego poziomu zwinności strategicznej w celu prewencji antycypowania lub minimalizowania konsekwencji związanych z wystąpieniem ryzyka.

W tabeli 1 przedstawiono wybrane na podstawie przeglądu literatury czynniki, które mogą determinować współpracę w przedsiębiorczości technologicznej. Dla każdego z czynników zdefiniowano opisane zmienne obserwowalne, przestrzegając zasady, aby model pomiarowy był identyfikowalny, tzn. dana zmienna ukryta powinna być związana z co najmniej trzema zmiennymi obserwowalnymi [Sagan 2011, s. 73]. Nadrzędnym jednak warunkiem była merytoryczna definicja tworzonego konstruktów oraz wynikające z jego wielowymiarowości zmienne obserwowalne, potwierdzone w badaniach pilotażowych lub w badaniach literaturowych.

Na podstawie przeglądu literatury zbudowano dwa modele współpracy w przedsiębiorczości technologicznej rys. 1 i rys. 2. Model I pokazuje bezpośredni wpływ ryzyka relacji i ryzyka gospodarczego na wyniki współpracy. Ponadto zakłada, że uwarunkowania kontraktu, dobre praktyki oraz zasoby mentalne decydenta wpływają bezpośrednio na ryzyko relacji, a przez to pośrednio na wyniki współpracy. Istotny w tym modelu jest też wpływ ryzyka gospodarczego na ryzyko relacji. Model II zakłada bezpośredni wpływ dobrych praktyk, ryzyka relacji oraz ryzyka gospodarczego na wyniki współpracy, a pośredni poprzez ryzyko relacji zasoby mentalne decydenta oraz kontrakt. Wszystkie zaproponowane w nich czynniki to konstrukty ukryte, dla których określono odpowiednie zmienne obserwowalne przedstawione w tabeli 1.

⁵ Partnerstwo strategicznie definiowane jest jako celowa współpraca dwóch lub więcej odrębnych przedsiębiorstw, oparta na normach relacyjnych, polegająca na wzajemnej wymianie, uwspólnianiu i rozwoju zasobów lub zdolności strategicznych ukierunkowanych na poprawę konkurencyjności zaangażowanych przedsiębiorstw.

Tabela 1. Czynniki ukryte i odpowiadające im zmienne obserwowalne

| Czynnik | Wskaźniki dla danego czynnika |
|--------------------------|--|
| Kontrakt* | K1. Umowa formalizuje szczegóły współpracy K2. Umowa wyraźnie określa, rozdziela obowiązki i odpowiedzialności obu stron K3. Umowa przewiduje określone działania obu stron w przypadku zagrożeń współpracy |
| Ryzyko relacji* | RR1. Partner zacznie działać w sposób wychodzący poza zakres kontraktu RR2. Partner nie będzie wystarczająco elastyczny w przypadku wystąpienia niepowodzenia RR3. Partner będzie w przypadku niepowodzenia forsował niekorzystną dla nas zmianę warunków finansowych RR4. Partner nie posiada kompetentnego i elastycznego personelu |
| Ryzyko gospodarcze* | RG1. Oczekiwane wyniki współpracy są zagrożone poprzez zamiany popytu RG2. Zagrożeniem dla współpracy jest silna konkurencja RG3. Zagrożeniem dla współpracy jest nie odpowiedni poziom technologii RG4. Zagrożeniem dla współpracy jest zmiana prawa patentowego |
| Zasoby mentalne decydena | ZM1. Decyzja o współpracy podejmowana jest na zasadzie zaufania ZM2. Decyzja o współpracy nie podejmowana jest na zasadzie uprzedzeń ZM3. Decyzja o współpracy podejmowana jest na podstawie doświadczenia ZM4. Decyzja o współpracy jest podejmowana na zasadzie indywidualnego podejścia |
| Dobre praktyki | DP1. Istotne dla współpracy jest ujednoczenie procesów i standardów DP2. Istotne dla współpracy jest wykorzystywanie nowoczesnych technologii DP3. Istotne dla współpracy jest zwinne i elastyczne podejście DP4. Istotne dla współpracy jest kształtowanie kultury bezpieczeństwa DP5. Istotne dla współpracy jest stałe podnoszenie jakości współpracy |
| Współpraca | W1. Wynik współpracy w porównaniu z oczekiwaniami firmy W2. Efekty docelowe współpracy w porównaniu z ustalonymi w kontrakcie |

* Wskaźniki pomiaru przytoczono za [Światowiec-Szczepańska 2012, s. 243-277].

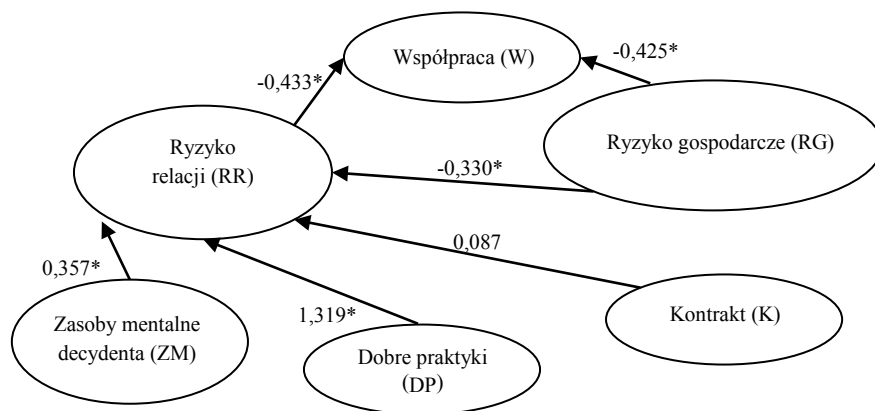
Źródło: opracowanie własne na podstawie [Światowiec-Szczepańska 2012, s. 243-277; Sroka 2009, s. 200].

4. Empiryczna weryfikacja modelu

Cała procedura badawcza składa się z dwóch części (toczy się na ten temat spór metodologiczny w literaturze) [Anderson, Gerbing 1992; Schumacker, Lomax 1996; Sagan 2003, s. 92]: po pierwsze, modelu pomiarowego, który określa, w jaki sposób konstrukty ukryte są identyfikowalne i wyjaśniane przez zmienne obserwowalne. Model ten szacuje ich własności pomiarowe poprzez określenie rzetelności danych, w tym celu wyznaczono wartości współczynnika alfa Cronbacha i dla każdej zmiennej obserwowalnej ładunki czynnikowe. Po drugie, modelu strukturalnego, którego celem jest określenie przyczynowej relacji między czynnikami ukrytymi i wielkości niewyjaśnionej wariancji.

Do potwierdzenia przedstawionych modeli teoretycznych wykorzystano dane zebrane podczas badań realizowanych przez pracowników Katedry Zarządzania Politechniki Łódzkiej w latach 2014-2015. Badania empiryczne zostały przeprowadzone na 324-elementowej próbie wybranej w sposób losowy. Losowanie zostało przeprowadzone przez GUS na podstawie PKD. Wylosowano 2000 firm realizujących przedsiębiorczość technologiczną z całej Polski (po 125 z województwa). Z prośbą o przeprowadzenie badań zwrócono się do wszystkich, ale ostatecznie wywiady udało się zrealizować tylko w 324 firmach. Zatem zwrotność wynosi około 16,2%. Na podstawie danych empirycznych zweryfikowano, czy wszystkie zmienne obserwowalne spełniają warunek, że wystandaryzowane ładunki czynnikowe są powyżej 0,7 oraz rzetelność pomiaru każdej ze zmiennych ukrytych jest co najmniej 0,7.

Na podstawie przedstawionych wyników zdecydowano, że zmienna ukryta *dobre praktyki* będzie mierzona poprzez trzy zmienne obserwowalne DP1, DP3, DP4, bo dla DP2 ładunek czynnikowy wynosił 0,6405, a dla DP5 0,5273. Oszacowane wartości współczynników alfa Cronbacha to: dla *kontraktu* 0,797, *ryzyka relacji* 0,7750, *ryzyka gospodarczego* 0,7378, *zasobów mentalnych decydenta* 0,7718 oraz dla *dobrych praktyk* 0,7164. W przypadku współpracy występowały dwie zmienne obserwowalne i dla nich współczynnik korelacji jest istotny statystycznie i wynosi 0,4094.

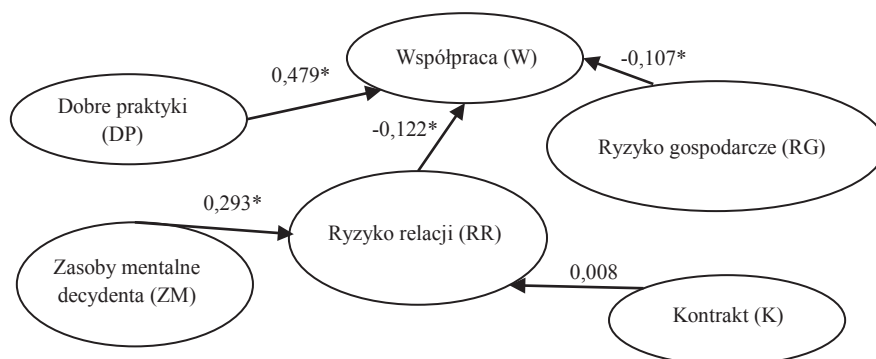


Na strzałkach podano oszacowane w badaniach empirycznych parametry, *oznacza zależności istotne dla $p < 0,01$.

Rys. 1. Model teoretyczny i czynników determinujących współpracę z wyznaczonymi standaryzowanymi współczynnikami ścieżkowymi

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Światowiec-Szczepańska 2012, s. 268; Sroka 2009, s. 200].

W modelu pomiarowym zidentyfikowano istotne zależności korelacyjne ($p < 0,05$) między *ryzykiem gospodarczym* a *ryzykiem relacyjnym* ($-0,320$), *zasobami mentalnymi decydenta* a *ryzykiem relacyjnym* ($0,291$), *współpracą* a *ryzykiem rela-*



Na strzałkach podano oszacowane w badaniach empirycznych parametry, * oznacza zależności istotne dla $p < 0,01$.

Rys. 2. Model teoretyczny II czynników determinujących współpracę z wyznaczonymi standaryzowanymi współczynnikami ścieżkowymi

Źródło: opracowanie własne uwzględniające tendencje w zarządzaniu ryzykiem.

cyjnym ($-0,216$), kontraktem a ryzykiem gospodarczym ($0,282$), dobrymi praktykami a zasobami mentalnymi ($-0,209$), współpracą a zasobami mentalnymi decydenta ($-0,187$) oraz współpracą a dobrymi praktykami ($0,709$).

Dane empiryczne potwierdzają oba modele teoretyczne. Jeśli jednak przyjrzymy się ich weryfikacji (tabela 2), to przemawia ona na korzyść modelu II. Zatem dane empiryczne potwierdzają, że zarówno dobre praktyki, jak i ryzyko relacji i ryzyko gospodarcze mają istotny bezpośredni wpływ na wyniki współpracy. Im wyżej jest oceniane przez respondentów ryzyko, tym niższe są wyniki współpracy. W tym przypadku dobre praktyki mają najistotniejszy wpływ, i to dodatni, na wyniki współpracy. Zatem im wyżej oceniamy dobre praktyki realizowane przez partnerów, tym możemy się spodziewać wyższego wyniku współpracy. Dodatkowo zidentyfikowano, że zasoby mentalne decydenta pośrednio poprzez istotny wpływ na ryzyko relacyjne wpływają też na wyniki współpracy.

Tabela 2. Zestawianie wskaźników dla modeli

| Miary | MI | MII | Miary | MI | MII |
|-----------------------|--------|---------|----------------|-------|-------|
| λ^2 | 436,11 | 301,133 | λ^2/ss | 2,643 | 1,825 |
| Liczba stopni swobody | 165 | 165 | CFI | 0,900 | 0,918 |
| p | 0,0000 | 0,0000 | AGFI | 0,899 | 0,900 |
| RMSEA | 0,071 | 0,048 | Akaike (AIC) | 1,738 | 1,21 |

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze:

- na współpracę negatywnie wpływa ryzyko relacji oraz na ryzyko relacji negatywnie wpływa ryzyko gospodarcze (takie wyniki badań uzyskała Światowicz-Szczepańska [2012, s. 268]),
- zasoby mentalne decydenta mają pozytywny wpływ na ryzyko relacji, co wynika z pracy Sroki [2009, s. 200],
- nie udało się potwierdzić istotności wpływu kontraktu na ryzyko relacyjne.

5. Zakończenie

We współczesnej gospodarce coraz większego znaczenia nabiera zarządzanie ryzykiem. Na podstawie przedstawionych modeli widać, że postrzegany wynik współpracy jest tym gorszy im wyższe jest postrzeganie ryzyka relacji i ryzyka gospodarczego. Dodatkowo pierwszy model pokazuje, że istotny ujemny jest wpływ ryzyka gospodarczego na ryzyko relacji, czyli świadomość zagrożeń zbliża do osiągnięcia celu. W przypadku drugiego modelu istotny dodatni wpływ na postrzeganie wyników współpracy mają dobre praktyki, czyli im bardziej jesteśmy świadomi, co jest istotne dla współpracy, tym osiągamy lepsze wyniki. Wyniki badań empirycznych nie pokazują wpływu formalizacji kontraktu na ryzyko relacji, co potwierdza też wnioski teoretyczne i wynika z coraz większej świadomości zarządzających, że poprawny kontrakt jest jedną z metod minimalizacji ryzyka.

Dzięki wykorzystaniu modelowania strukturalnego możliwe było pokazanie związku przyczynowo-skutkowego między wybranymi czynnikami ukrytymi determinującymi współpracę w przedsiębiorczości technologicznej. Ograniczeniem wykorzystanej metody modelowania strukturalnego jest uwarunkowanie, że dobre dopasowanie modelu nie dowodzi teorii, lecz czyni ją bardziej prawdopodobną. Model popiera prawdziwość modelu przyczynowego, a nie dowodzi go i stanowi tylko jedno z potencjalnych wyjaśnień badanej rzeczywistości.

Literatura

- Aaker D.A., Bagozzi R.P., 1979, *Unobservable variables in structural equation models with an application in industrial selling*, Journal of Marketing Research, 16, s. 147-158.
- Anderson J.C., Gerbing D.W., 1992, *Assumption and comparative Strengths of the Two-Steps Approach*, Sociological Methods and Research, vol. 20, s. 321-333.
- Bratnicki M., 2000, *Podstawy współczesnego myślenia o zarządzaniu*, TRIADA, Dąbrowa Górnicza.
- Browne M., Cudeck R., 1992, *Alternative ways of assessing model fit*, Sociological Methods and Research, 21(2), s. 230-259.
- Brzeziński J. (red.), 1987, *Wielozmiennowe modele statystyczne w badaniach psychologicznych*, PWN, Warszawa.
- Cizkowicz B., 2014, *Zastosowanie modelowania równań strukturalnych w badaniu związków przyczynowych na przykładzie danych PISA 2012*, [w:] Niemierko B., Szmigel M.K. (red.), *Diagnozy*

- edukacyjne: dorobek i nowe zadania, XX Krajowa Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej Gdańsk, 18-20 września 2014 r., Kraków, s. 107-118.
- Cudeck R., 1989, *Analysis of correlation matrices using covariance structure models*, Psychological Bulletin, 105, s. 317-327.
- Cwalina W., 2000, *Zastosowanie modelowania równań strukturalnych w naukach społecznych*, [w:] *Zastosowania statystyki i data mining w badaniach naukowych*, StatSoft Polska, Warszawa, s. 15-23.
- Fłaszewska S., Lachiewicz S., 2013, *Przedsiębiorczość technologiczna we współczesnej gospodarce*, [w:] Lachiewicz S., Matejun M., Walecka A. (red.), *Przedsiębiorczość technologiczna w małych i średnich firmach. Czynniki rozwoju*, Wydawnictwo WNT, Warszawa, s. 11-24.
- Gatnar E., 2003, *Statystyczne modele struktury przyczynowej zjawisk ekonomicznych*, Akademia Ekonomiczna, Katowice.
- Hu L., Bentler P., Kano Y., 1992, *Can test statistics in covariance structure analysis be trusted?*, Psychological Bulletin, 112(2), s. 351-362.
- Joerskog K.G., Sorbom D., 1979, *Advances in Factor Analysis and Structural Equation Models*, Abt Books, Cambridge.
- Kline R.B., 2005, *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, The Guilford Press, New York – London.
- Konarski R., 2009, *Modele równań strukturalnych. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Korol J., 2005 *Modele równań strukturalnych i sieci neuronowe w modelowaniu rozwoju zrównoważonego*, Akademickie Wydawnictwo Ekonomiczne, Gorzów Wielkopolski.
- Krzakiewicz K., 2013, *Zintegrowane podejście do zarządzania ryzykiem w zarządzaniu strategicznym*, [w:] Urbanowska-Sojkin E., Brzozowski M. (red.), *Ryzyko w zarządzaniu strategicznym. Natura i uwarunkowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, s. 135-146.
- Loehlin J.C., 1987, *Latent Variable Models: An Introduction to Factor, Path and Structural Equation Analysis*, Lawrence Erlbaum, New Jersey.
- Sagan A., 2003, *Model pomiarowy satysfakcji i lojalności*, Statsoft Polska.
- Sagan A., 2011, *Modele strukturalne w analizie zachowań konsumenta – ewolucja podejść*, Konsumpcja i Rozwój, 1, s. 67-76.
- Schumacker R., Lomax R., 1996, *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*, Prentice Hall.
- Sroka W., 2009, *Wykorzystanie modelu równań strukturalnych do oceny wpływu kapitału ludzkiego na sukces ekonomiczny przodujących gospodarstw karpaccich*, Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, t. 96, z. 4, s. 194-203.
- Światowiec-Szczepańska J., 2012, *Ryzyko partnerstwa strategicznego przedsiębiorstw. Ujęcie modelowe*, UE, Poznań.
- Urbanowska-Sojkin E. (red.), 2013, *Ryzyko w wyborach strategicznych w przedsiębiorstwach*, PWE, Warszawa.
- Westland J.C., 2010, *Lower bounds on sample size in structural equation modeling*, Electronic Commerce Research and Applications, 9(6), s. 476-487. DOI: 10.1016/j.elerap.2010.07.003.