**Hanna Godlewska-Majkowska***
**Dorota Perło****

# Zastosowanie metody wagowo-korelacyjnej i modelowania miękkiego do analizy atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce

## Wstęp

W dobie globalizacji i większej mobilności zasobów pracy decyzje o wyborze miejsca zamieszkania czy inwestowania są bardziej płynne, choć zależne od wielu determinant. Ważnym czynnikiem decydującym o wyborze miejsca na świecie jest jakość życia, która wiąże się z potrzebą rozwoju, realizacji własnych planów i wykorzystania doświadczeń. Jest ona skorelowana z jakością pracy. Wiele miast w Polsce określiło swoją misję rozwoju jako miejsce o wysokiej jakości życia i atrakcyjnym rynku pracy. Udziały w podatku z PIT i CIT stanowią kluczowe źródło dochodów własnych gminy, dzięki którym mogą się one rozwijać. Oznacza to, że zarządzanie takimi jednostkami skupia się na przyciąganiu inwestorów i osiąganiu dodatniego salda migracji.

Dlatego tak dużego znaczenia nabiera obecnie dostęp do kompleksowej informacji o miejscach atrakcyjnych inwestycyjnie, w których są relatywnie lepsze warunki do rozwoju własnej firmy lub znalezienia interesującej pracy, a także o tym, jakie czynniki je kształtują. Potrzeba tworzenia takich analiz i zestawień wynika zarówno z oczekiwań mieszkańców, inwestorów, jak i decydentów, odpowiedzialnych za kształtowanie warunków poprawiających walory lokalizacyjne, przyciągające potencjalnych inwestorów. Naukowcy wychodzą im naprzeciw, tworząc różne rankingi regionów, podregionów, powiatów, czy gmin pod względem szeroko rozumianej atrakcyjności inwestycyjnej. Ich odbiorcami są wszystkie zainteresowane strony. Uczeni, konstruując modele, opracowując analizy i interpretując wpływ określonych zmiennych, zależności między nimi, biorą pod uwagę różne wyspecyfikowane obszary badawcze (mikroklimaty), dobierają często odmienne czynniki decydujące o podjęciu konkretnej decyzji

* Prof. dr hab., Zakład Otoczenia Biznesu, Instytut Przedsiębiorstwa, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, al. Niepodległości 162, 02-554 Warszawa, hgodle@sgh.waw.edu.pl
** Dr, Zakład Ekonometrii i Statystyki, Wydział Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet w Białymstoku, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 14, 15-097 Białystok, dorota.perlo@uwb.edu.pl

lokalizacyjnej, a także stosują w tym celu różne metody badawcze, najczęściej wywodzące się z wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP)[1].

Efektem zastosowanej niejednorodnej metodyki badań są zazwyczaj miary syntetyczne, wykorzystywane do budowy rankingów, a skonstruowane na bazie różnych narzędzi. Przykładowo, w badaniach nad potencjałem atrakcyjności inwestycyjnej (PAI) pod kierunkiem H. Godlewskiej-Majkowskiej stosowana jest metoda wagowo-korelacyjna [Godlewska-Majkowska, 2012]. Natomiast w analizach prowadzonych przez Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową – procedura jednocechowa [Tarkowski, 2015, s. 13]. W województwie śląskim w celu zbadania atrakcyjności inwestycyjnej został wykorzystany syntetyczny miernik atrakcyjności inwestycyjnej gmin (SMAIG) [*Atrakcyjność…*, 2009, s. 16]. Z kolei atrakcyjność inwestycyjną gmin pod względem miejsca lokalizacji hoteli w Południowo-Zachodniej Polsce badano za pomocą taksonomicznego miernika wg wzorca i regresji logistycznej [Puciato, Dziedzic, 2016, s. 1–10]. Inny przykład stanowi wskaźnik atrakcyjności inwestycyjnej Ukrainy (EBA), który jest obliczany w prosty sposób, jako średnia nieważona ocen opartych na pięciu wyodrębnionych obszarach wskazujących na klimat inwestycyjny [*EBA…*, 2017]. Jednak konstrukcję miary syntetycznej poprzedzają w tym przypadku badania jakościowe. Praktycznie w każdym z wymienionych przykładowych badań nad atrakcyjnością inwestycyjną wykorzystywane są narzędzia, które bazują na odmiennych podstawach metodologicznych. Analizowane są również odmienne obszary badawcze. W obecnej sytuacji na rynku globalnym czynniki lokalizacyjne są bardzo zróżnicowane, zależą w znacznym stopniu od specyfiki inwestycji (czy ma powstać główna siedziba, czy jej oddział, jakiego rodzaju branży dotyczy, jakie znaczenie posiadają koszty i dostępność zasobów pracy, jakie jest oddziaływanie inwestycji na środowisko, jaki jest klimat inwestycyjny itp.), co uzasadnia potrzebę prowadzonych badań naukowych.

Celem artykułu jest analiza porównawcza wyników badania atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce wykonanego za pomocą dwóch metod wyznaczania wskaźnika syntetycznego: wagowo-korelacyjnej i modelowania miękkiego. Postawiono hipotezę, że zastosowanie różnych sposobów wyznaczania miernika syntetycznego daje w przybliżeniu takie same wyniki klasyfikacji powiatów w Polsce pod względem atrakcyjności inwestycyjnej. Skonfrontowanie wyników badań uzyskanych za pomocą dwóch analizowanych sposobów wyznaczania miernika syntetycznego ma na celu zdiagnozowanie ich podobieństw i różnic oraz pozwala na

[1] Należą do nich m.in. publikacje z kanonu badań statystyczno-ekonometrycznych, jak: [Borys, Walesiak, 1983; Grabiński i inni, 1983; Kolenda, 2006; Ostasiewicz, 1989; Zaucha i inni, 2015].

zdywersyfikowane, w określonym stopniu, podejście do analizowanego zagadnienia. Umożliwia również dokonanie weryfikacji uzyskanych różnic/podobieństw pod kątem zakłóceń wynikających z konieczności wykorzystania „uproszczeń" w stosowanych modelach. Analizy porównawcze zastosowania różnych metod statystyczno-ekonometrycznych stanowią przedmiot zainteresowania wielu naukowców[2].

Analizę porównawczą przeprowadzono na podstawie danych statystycznych z 2015 r., zagregowanych na poziomie 379 powiatów ziemskich i grodzkich.

## 1. Sposoby wyznaczania miernika syntetycznego

W badaniu wykorzystano dwa sposoby wyznaczania miernika syntetycznego: metodę wagowo-korelacyjną i modelowanie miękkie.

### 1.1. Metoda wagowo-korelacyjna w pomiarze atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce

O atrakcyjności inwestycyjnej regionów różnych szczebli taksonomicznych świadczą cechy poszczególnych miejsc wpływające na koszty prowadzenia działalności w danym miejscu, możliwe do uzyskania przychody, a także wysokość podatków. Dlatego na liście najważniejszych dla inwestorów czynników determinujących decyzje inwestycyjne umieszczonej w *World Investment Report 2010 UNCTAD* znajdują się takie elementy, jak: dynamiczny wzrost rynku wewnętrznego, wielkość rynku wewnętrznego, dostęp do wykwalifikowanych pracowników, dostęp do międzynarodowych rynków, obecność poddostawców i partnerów, atrakcyjny system zachęt inwestycyjnych. Wagę tych czynników potwierdzają także wyniki badań decyzji lokalizacyjnych inwestorów zagranicznych w Polsce[3].

Atrakcyjność inwestycyjną rozpatrywaną łącznie dla całej gospodarki regionalnej powinno opisywać możliwie dużo zmiennych diagnostycznych,

[2] Przykładowo w artykule [Guzik, 2008] porównywane są wyniki badania atrakcyjności inwestycyjnej uzyskane przez Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową [Kalinowski, 2006] z badaniami własnymi wykonanymi za pomocą modeli ekonometrycznych (regresyjnych). W. Guzik w badaniu naukowym zakłada, podobnie jak autorzy raportów IBnGR, że w empirii ocena atrakcyjności inwestycyjnej jest zazwyczaj dokonywana przez pryzmat poniesionych nakładów inwestycyjnych, a analizy na gruncie wielowymiarowej analizy porównawczej stanowią jedynie jej modelową ocenę, dlatego pojawiają się znaczne rozbieżności w wynikach badań realizowanych w ww. kategoriach. Inny przykład stanowi artykuł [Migdał-Najman, Najman, 2013], w którym autorzy wykonują analizę porównawczą klasycznych i hybrydowych metod grupowania, wykonując eksperymenty bazujące na jednakowych zbiorach, wykazując wyższość metod hybrydowej sieci neuronowej typu SOM+GNG nad klasycznymi.

[3] Najważniejszymi czynnikami lokalizacji kapitału zagranicznego są korzystne położenie i połączenia komunikacyjne miejscowości, duży rynek zbytu w regionie, znaczna podaż i niska cena siły roboczej, a także możliwość przejęcia wolnych obiektów, możliwość znalezienia nowych rynków zbytu, związek polskiego partnera z regionem oraz związki partnera zagranicznego z regionem [Durka, 2000].

odnoszących się do szerokiego spektrum rozwoju społeczno-gospodarczego. Czynniki te znajdują odzwierciedlenie w doborze 47 zmiennych, składających się na wskaźnik potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej regionów dla inwestycji w gospodarkę narodową (PAI2_GN). Składa się on z mikroklimatów: „zasoby pracy", „infrastruktura techniczna", „infrastruktura społeczna", „rynkowy", „administracja" – patrz tablica A w aneksie.

Przy doborze zmiennych i konstrukcji wskaźnika potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej kierowano się następującymi zasadami:

- w ocenie atrakcyjności inwestycyjnej dopuszczone są zmienne jednocechowe i pseudojednocechowe, stanowiące w sposób jednoznaczny stymulanty lub destymulanty potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej;
- wszystkie zmienne jednocechowe i pseudojednocechowe nie są ze sobą silnie skorelowane ($r < 0{,}70$); jeśli jednak informacja o skorelowanych zmiennych jest potrzebna do dalszych analiz, np. analizy strategicznej jednostek samorządu terytorialnego (JST), wówczas do modelu można wprowadzić skorelowane zmienne z przelicznikiem ⅓, gdy trzy zmienne są skorelowane, lub ½, gdy korelacja dotyczy pary zmiennych;
- wskaźniki pseudojednocechowe składają się na mikroklimaty, a mikroklimaty na wskaźnik syntetyczny potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej;
- wskaźniki pseudojednocechowe są konstruowane przy dążeniu do eliminacji subiektywności wag.

Za podstawę prac nad parametryzacją atrakcyjności inwestycyjnej została przyjęta metoda wagowo-korelacyjna. Jej istota tkwi w zastosowaniu współczynników korelacji liniowej Pearsona pomiędzy zmiennymi pseudojednocechowymi a wskaźnikiem końcowym, jako wag umożliwiających budowanie wskaźnika syntetycznego, służącego ocenie jednostek terytorialnych.

Procedura jest następująca:

1. Standaryzacja zmiennych składowych, tworzących wskaźnik pseudojednocechowy atrakcyjności, w oparciu o następujące wzory:
   - w przypadku cech o charakterze negatywnym,

$$\frac{X_{\max} - X_{\mathrm{i}}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot 100\% \tag{1}$$

   - w przypadku cech o charakterze pozytywnym,

$$\frac{X_{\mathrm{i}} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot 100\% \tag{2}$$

gdzie:
$X_{max}$ – wartość maksymalna cechy w badanym zbiorze jednostek,
$X_{min}$ – wartość minimalna cechy w badanym zbiorze jednostek,
$X_i$ – *i*-ta wartość cechy w badanym zbiorze jednostek.

2. Obliczenie wartości poszczególnych wskaźników pseudojednocechowych (mikroklimatów) jako średniej ważonej wystandaryzowanych zmiennych wyjściowych. Wagi pojawiające się na tym etapie są stosowane, w przypadku gdy w zestawie zmiennych wyjściowych następuje nadreprezentatywność określonych zmiennych wyjściowych lub gdy są one nadmiernie skorelowane.
3. Obliczanie końcowego wskaźnika syntetycznego na podstawie poniższych kroków:
   1) wyznaczenie nieważonej średniej arytmetycznej zmiennych pseudojednocechowych (mikroklimatów) – początkowej postaci wskaźnika syntetycznego;
   2) obliczenie wskaźników korelacji pomiędzy zmiennymi pseudocechowymi a wskaźnikiem syntetycznym, czyli pomiędzy mikroklimatami a ich średnią arytmetyczną w postaci wskaźnika syntetycznego;
   3) następnie, wykorzystując obliczone współczynniki, na nowo przelicza się miernik pseudojednocechowy (wskaźnik syntetyczny) potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej jako średnią ważoną mierników cząstkowych, gdzie poziom wag wyznaczony został przez kolejne iteracje współczynnika korelacji (pomiędzy danym mikroklimatem a średnią ważoną wszystkich mikroklimatów), prowadzące do jego stabilizacji.

W celu ułatwienia porównania wyników osiągniętych przez poszczególne jednostki terytorialne wielkości poszczególnych wskaźników cząstkowych i miernika pseudojednocechowego zostały przyporządkowane do 6 klas, których zakres został wyznaczony przez lewostronnie domknięte przedziały o następujących dolnych granicach:

– klasa A: Av + S($x$),
– klasa B: Av + 0,5 S($x$),
– klasa C: Av,
– klasa D: Av – 0,5 S($x$),
– klasa E: Av – S($x$),
– klasa F: 0,

gdzie:
Av – średnia arytmetyczna,
S($x$) – odchylenie standardowe[4].

[4] Opis metody zawiera m.in. publikacja [Poniatowska-Jaksch, 2006].

Zgodnie z przedstawioną metodą stworzono wskaźniki potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej w wersji zredukowanej – PAI1, które są porównywalne na wszystkich szczeblach taksonomicznych. Jest to możliwe dzięki budowie na wszystkich szczeblach terytorialnych kompatybilnych baz danych, zawierających identyczne zestawy zmiennych wyjściowych.

Wskaźnik ten jest przede wszystkim użyteczny w badaniu atrakcyjności inwestycyjnej dowolnych konglomeratów jednostek statystycznych. Pozwala zatem na badanie jednostek administracyjnych w ujęciu zarówno *a priori*, jak i *ex post* – czyli regionów planowanych lub już nieistniejących. Ma to bardzo duże znaczenie dla prowadzenia analiz przestrzennych, wyprzedzających korekty podziału administracyjnego.

W oparciu o badania nad atrakcyjnością inwestycyjną prowadzone w Instytucie Przedsiębiorstwa SGH systematycznie od 2007 r. można stwierdzić, że wskaźniki te wykazują niezmiennie wysoki poziom ocen mikroklimatu rynkowego i infrastruktury technicznej, co potwierdza duże znaczenie wyposażenia infrastrukturalnego danego terenu, jak również jego zamożność lub zdolność do generowania efektu dochodowego w sferze przedsiębiorstw. Również ta zasada znajduje potwierdzenie w ocenie wagi poszczególnych mikroklimatów w wyznaczonych wskaźnikach PAI1 dla gospodarki narodowej dla wszystkich szczebli podziału na regiony statystyczne (tab. 1).

**Tablica 1. Wagi mikroklimatów tworzących wskaźnik potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej dla gospodarki narodowej (PAI1_GN) dla roku 2015**

| JST | Mikroklimat zasoby pracy | Mikroklimat infra-struktura techniczna | Mikroklimat infra-struktura społeczna | Mikroklimat rynkowy | Mikroklimat administra-cja |
|---|---|---|---|---|---|
| Woje-wództwo | 0,245961 | 0,895526 | 0,289616 | 0,819305 | 0,686149 |
| Podregion | 0,370055 | 0,915134 | 0,450115 | 0,949205 | 0,639077 |
| Powiat | 0,350096 | 0,903024 | 0,402357 | 0,929154 | 0,658598 |
| Gmina | 0,245957 | 0,895534 | 0,289616 | 0,819305 | 0,686145 |

Źródło: Opracowanie własne.

Walory lokalizacyjne poszczególnych miejsc składają się na atrakcyjność inwestycyjną. Z uwagi na to, że satysfakcję inwestora można rozpatrywać z punktu widzenia walorów lokalizacyjnych danego miejsca, jak i oczekiwanych efektów dokonanej inwestycji, proponuje się rozróżnienie atrakcyjności inwestycyjnej na potencjalną atrakcyjność inwestycyjną oraz rzeczywistą atrakcyjność inwestycyjną.

Potencjalna atrakcyjność inwestycyjna to ujęcie nawiązujące do oceny lokalizacji przed przystąpieniem do inwestycji. W tym ujęciu są analizowane walory lokalizacyjne. Konstrukcja wskaźników opisujących potencjalną atrakcyjność inwestycyjną nawiązuje do wiodących czynników lokalizacji, pogrupowanych na komponenty opisujące czynnik demograficzny, rynkowy, infrastrukturę techniczną, infrastrukturę społeczną oraz proinwestycyjne zachowania samorządów[5].

Zaletą tego wskaźnika jest konstrukcja umożliwiająca pełną porównywalność ocen atrakcyjności inwestycyjnej na wszystkich szczeblach podziału statystycznego kraju. Wadą jest natomiast ograniczenie zestawu zmiennych diagnostycznych, z uwagi na konieczność ich dostępności dla wszystkich szczebli podziału statystycznego kraju. Mimo tych trudności w wyniku ewaluacji wskaźników i włączenia do miary syntetycznej wskaźnika administracyjnego w wersji podstawowej wskaźnik ten opiera się na łącznie 47 zmiennych diagnostycznych, co wydaje się wystarczająco szerokim fundamentem porównań (por. tablica A).

Wszystkie wskaźniki są wyznaczane na podstawie metody wagowo-korelacyjnej, umożliwiającej wyznaczenie wag zmiennych pseudojednocechowych w oparciu o cechy rozkładu statystycznego, dzięki czemu następuje minimalizacja subiektywizmu ocen końcowych.

Przyjęta metoda pozwala na zminimalizowanie wpływu subiektywnej oceny autora na wyniki końcowe, przy jednoczesnym uwzględnieniu niejednakowego wpływu poszczególnych zmiennych na wielkość wskaźnika końcowego. Odpowiada to w większym stopniu rzeczywistości niż w przypadku pominięcia rang poszczególnych zmiennych cząstkowych.

Obliczone wartości syntetycznego wskaźnika pseudojednocechowego są podstawą podziału zbioru jednostek przestrzennych na klasy od A do F, których zakres został wyznaczony przez lewostronnie domknięte przedziały o następujących dolnych granicach: Klasa A: Av + S($x$), Klasa B: Av + 0,5S($x$), Klasa C: Av, Klasa D: Av – 0,5S($x$), Klasa E: Av – S($x$), Klasa F: 0, gdzie: Av – średnia arytmetyczna, S($x$) – odchylenie standardowe.

### 1.2. Modelowanie miękkie w pomiarze atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce

W celu dokonania analizy porównawczej wyników pomiaru atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce badanych na podstawie różnych metod jako drugą z nich zastosowano modelowanie miękkie. Specyfikacji modelu miękkiego dokonano na bazie analogicznego jak w przypadku metody wagowo-korelacyjnej zbioru 47 zmiennych diagnostycznych. Do obliczeń wykorzystano program MM (modelowanie miękkie)

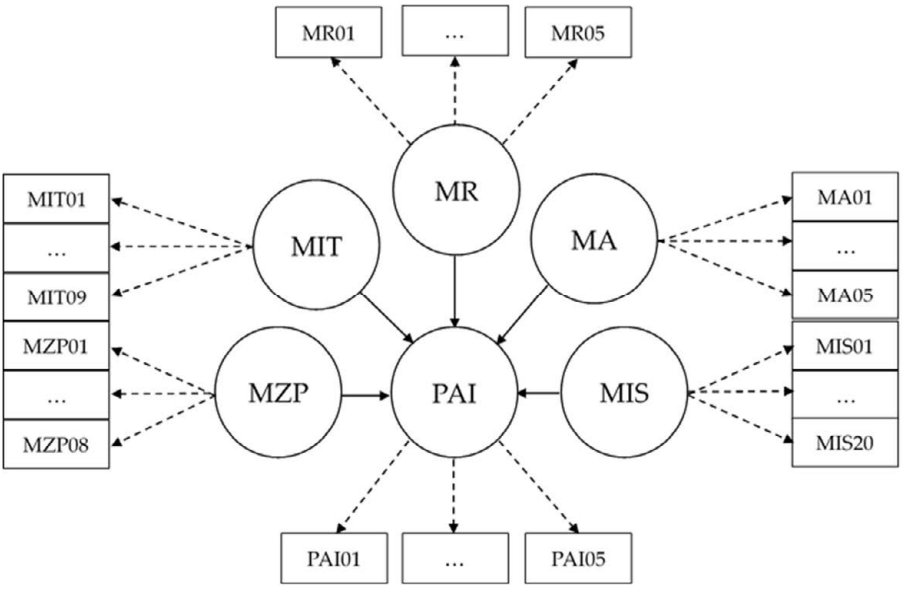
[5] Więcej na ten temat metodyki pomiaru w: [Godlewska-Majkowska, 2012; Godlewska-Majkowska, 2011; Godlewska-Majkowska, 2010].

autorstwa M. Karaś (SGH) opracowany na bazie programu PLS autorstwa J. Rogowskiego.

Każdy model miękki składa się z dwóch części: modelu wewnętrznego (teoretycznego) oraz zewnętrznego (miary) [Joreskog, Wold, 1982; Rogowski, 1990; Rogowski, 2002, s. 23–34; Perło, 2014, s. 86–100; Kock, Mayfield, 2015, s. 113–130; Lee i inni, 2013, s. 1705–1722; Servera-Francés i inni, 2012; Tenenhaus i inni, 2005, s. 159–205; Wold, 1982]. Obydwa modele są ze sobą powiązane, tzn. obydwa jednocześnie są wykorzystywane w procesie estymacji parametrów. Model wewnętrzny opisuje relacje zachodzące między zmiennymi nieobserwowalnymi, czyli opisuje relacje teoretyczne wynikające z przyjętej teorii. W modelu wewnętrznym potencjału atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce (PAI) zdefiniowano identyczne mikroklimaty jak w przypadku metody wagowo-korelacyjnej, tj.: mikroklimat zasobów pracy (MZP), mikroklimat infrastruktury technicznej (MIT), mikroklimat infrastruktury społecznej (MIS), mikroklimat rynkowy (MR) i mikroklimat administracja (MA). Model teoretyczny bada wpływ wszystkich ww. mikroklimatów na potencjalną atrakcyjność inwestycyjną. Zastosowanie analizowanej metody wymaga założenia, że relacje w modelach miękkich mają charakter liniowy. Drugi model – model miary – pokazuje, w jaki sposób indykatory odzwierciedlają swoje zmienne ukryte, czyli zawiera on definicje zmiennych teoretycznych. W przypadku modelu miękkiego przyjmuje się, że zmienne ukryte są kombinacjami liniowymi swoich indykatorów (są to tzw. relacje wagowe).

Zmienne nieobserwowalne można definiować dwoma sposobami: dedukcyjnie i indukcyjnie. W zależności od podejścia otrzymuje się różnice w sposobie i w wynikach estymacji. W artykule przyjęto podejście dedukcyjne, które zakłada, że zmienna ukryta, jako pojęcie teoretyczne, jest punktem wyjścia do poszukiwania danych empirycznych (przejście od pojęć teoretycznych do indykatorów), co oznacza, że jest to zmienna pierwotna w stosunku do danego indykatora. Wskaźniki tego typu zmiennych nieobserwowalnych nazywa się odbijającymi (odzwierciedlającymi). Indykatory odbijające, z założenia, powinny charakteryzować się wysoką korelacją między sobą, dlatego przy doborze zmiennych należy kierować się względami merytorycznymi, a nie opierać się na klasycznych metodach doboru. Metody klasyczne zakładają bowiem niską zależność między zmiennymi objaśniającymi [Kuszewski, 2000, s. 14–16]. W modelu pomiaru atrakcyjności inwestycyjnej wszystkie zmienne ukryte zostały zdefiniowane na podstawie zmiennych diagnostycznych wyspecyfikowanych metodą wagowo-korelacyjną (por. tablica A). Schemat modelu wewnętrznego i zewnętrznego prezentuje rysunek 1.

**Rysunek 1. Schemat modelu miękkiego atrakcyjności inwestycyjnej**




W którym:
⟶ relacja wewnętrzna,
- - - ► relacja zewnętrzna,
○ zmienna ukryta,
▭ indykator.
Źródło: Opracowanie własne.

Model wewnętrzny prezentuje wpływ badanych mikroklimatów na atrakcyjność inwestycyjną. Relację przedstawia poniższe równanie liniowe:

$$\mathbf{PAI}_t = \alpha_1\mathbf{MZP}_t + \alpha_2\mathbf{MIT}_t + \alpha_3\mathbf{MIS}_t + \alpha_4\mathbf{MR}_t + \alpha_5\mathbf{MA}_t + \alpha_6 + \varepsilon_t \qquad (3)$$

gdzie:
$\mathbf{PAI}_t$ – zmienna ukryta endogeniczna w momencie t,
$\mathbf{MZP}_t$, $\mathbf{MIT}_t$, $\mathbf{MR}_t$, $\mathbf{MA}_t$, $\mathbf{MIS}_t$ – zmienne ukryte egzogeniczne w momencie $t$,
$\alpha_i$ – parametry strukturalne modelu, $i = 1, 2, \ldots, 6$;
$\varepsilon_t$ – składnik losowy.

Model miękki jest szacowany częściową metodą najmniejszych kwadratów PLS (*partial least squares*). W metodzie PLS szacuje się jednocześnie parametry modelu miary i modelu teoretycznego. W wyniku estymacji, oprócz tych parametrów, otrzymuje się również oszacowania wartości zmiennej ukrytej, które można traktować jako miarę syntetyczną. Wielkości te zależą nie tylko od relacji zewnętrznych, ale również od założonych w modelu wewnętrznym związków między zjawiskami złożonymi. Oznacza to, że proces poznania jest uzależniony od opisu teoretycznego. Oszacowania zmiennych nieobserwowalnych nie mają interpretacji merytorycznej, ale

można interpretować zmiany ich wartości. Zmienne analizowane w modelowaniu miękkim określane są jako stymulanty lub destymulanty. Jeżeli estymatory wag i ładunków czynnikowych dla indykatorów będących stymulantami danej zmiennej obserwowalnej są dodatnie, a dla będących destymulantami ujemne, to większa wartość tej zmiennej wskazuje na wyższy poziom badanego zjawiska na danym obiekcie. Interpretując kolejność tych liczb, dokonuje się analizy porównawczej.

Przed przystąpieniem do analizy wyników porządkowania otrzymanych na podstawie modelu miękkiego należy dokonać jego weryfikacji. Na początku, podobnie jak w klasycznym modelu ekonometrycznym, weryfikacji merytorycznej, a dopiero później statystycznej. Oceny parametrów relacji zewnętrznych i wewnętrznych muszą być zgodne z przyjętym opisem teoretycznym. W celu sprawdzenia jakości modelu miękkiego można posłużyć się miernikami należącymi do „klasyki" ekonometrii, traktując oszacowane wartości zmiennych ukrytych jako wartości zaobserwowane w rzeczywistości. W ten sposób wyznacza się kwadraty współczynników korelacji wielorakiej ($R^2$), czy też na przykład odchylenia standardowe estymatorów parametrów.

Własności statystyczne modelu miękkiego sprawdza się głównie w oparciu o test Stone'a-Geissera (test S-G), który jest miarą dokładności predykcji dokonanej na podstawie modelu w stosunku do predykcji „trywialnej" oraz metodą tzw. cięcia Tuckey'a [Wold, 1980; Rogowski, 1990]. Są to metody specyficzne dla modelowania miękkiego. Test S-G, nazwany w ten sposób przez H. Wolda, nie jest typowym testem statystycznym, nie zawiera bowiem ani hipotez, ani statystyki, ani wartości krytycznej. Procedura badania istotności zmiennych jest zupełnie inna, stanowiąca pewnego rodzaju sprawdzian, a nie test statystyczny. Wartości testu S-G nie są ograniczone z dołu, zaś górne ograniczenie wynosi 1. Jeśli wartość testu jest ujemna, to model miękki ma gorszą własność predykcyjną w stosunku do prognozy trywialnej. W przypadku wartości testu równej 1 prognozy są bezbłędne, natomiast dla wartości równej 0 jakości prognozy z modelu i prognozy trywialnej są identyczne.

Do wyznaczenia wartości testu S-G należy $L$-krotnie oszacować parametry modelu miękkiego. Dla każdego parametru relacji zewnętrznej i wewnętrznej można wyznaczyć odchylenie standardowe uzyskanych $L$ jego estymatorów: $b_1, b_2,...,b_L$ według wzoru:

$$s_\beta = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^{L}(b_l - \bar{b})^2}{L}} \tag{4}$$

gdzie $\overline{b} = \frac{\sum_{l=1}^{L} b_l}{L}$.

Wówczas ocenę istotności parametrów modelu przeprowadza się stosując regułę „2s". Metoda ta nazywana jest „metodą cięć Tukey'a".

## 2. Interpretacja wyników pomiaru atrakcyjności inwestycyjnej

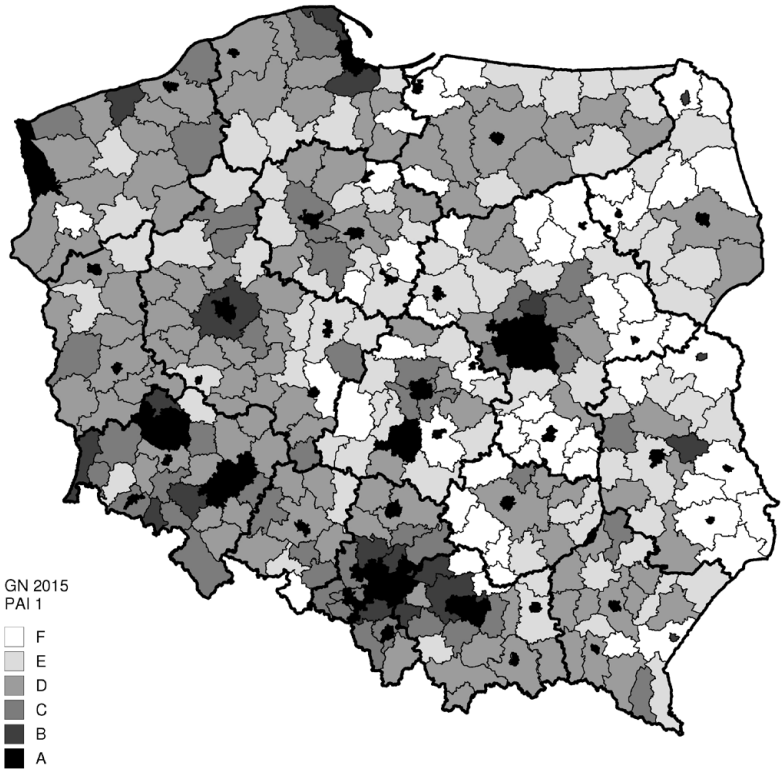
Zastosowanie metody wagowo-korelacyjnej pozwala na osiągnięcie licznych możliwości analitycznych w procesie zarządzania lokalizacją lub ich zbiorem. Dotyczy to monitorowania lokalizacji już wybranych, w których istnieje dane przedsiębiorstwo, w tym wielozakładowe o rozbudowanej strukturze przestrzennej. Umożliwia także rozpatrywanie przyszłych lokalizacji na tle istniejącego rozmieszczenia własnych firm, jak i konkurencji. Wynika to z faktu, że wskaźniki atrakcyjności są liczone wg tej samej metody dla wszystkich jednostek samorządu terytorialnego w Polsce, w podziale wg gmin, powiatów, podregionów, województw i makroregionów.

Utworzone na ich podstawie kartogramy pozwalają na ocenę atrakcyjności inwestycyjnej nie tylko konkretnych miejsc, gdzie jest zlokalizowana firma, ale także zbioru potencjalnych lokalizacji. Bardzo ważne jest określenie na podstawie analizy mapy atrakcyjności inwestycyjnej jednostek pierwszego rzędu sąsiedztwa, drugiego rzędu sąsiedztwa, czy w razie potrzeby dalszych jednostek. Tak samo jest możliwe dokonanie analizy porównawczej atrakcyjności inwestycyjnej wg innego klucza, np. położenia względem głównych szlaków komunikacyjnych czy kompleksów leśnych (ważne dla turystyki)[6].

Przykładowym opracowaniem kartograficznym jest prezentacja wskaźnika potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej dla polskich powiatów, w oparciu o dane za rok 2015 – por. rys. 2.

[6] Bardzo pomocne do tego celu są wskaźniki potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej, które są tworzone dla sekcji: hotele i gastronomia.

**Rysunek 2. Atrakcyjność inwestycyjna powiatów w Polsce w roku 2015 na podstawie metody wagowo-korelacyjnej**




Źródło: Opracowanie własne na podstawie obliczeń H. Godlewskiej-Majkowskiej.

Z zaprezentowanego rysunku wynika, że najbardziej atrakcyjne lokalizacje tworzą duże aglomeracje miejskie i miejsko-przemysłowe, przy czym im większy jest dany zespół miejski, tym większy obszar zajmuje koncentracja atrakcyjnych lokalizacji. Największą koncentrację przestrzenną atrakcyjnych gmin tworzy konurbacja górnośląska wraz z aglomeracją krakowską. Wyjątkiem jest aglomeracja łódzka, której oddziaływanie jako bieguna wzrostu jest ograniczone przestrzennie. Może mieć to związek ze specjalizacją przemysłu w dziedzinie tradycyjnych rodzajów przemysłu. Również aglomeracja warszawska obejmuje stosunkowo mały obszar wpływów. Może to wynikać z silnej specjalizacji usługowej w Warszawie i tym samym braku wystarczająco silnych mechanizmów pobudzających rozwój sektorów pokrewnych w strefie podmiejskiej. Warto także zauważyć, iż w województwie mazowieckim występują bardzo silne dysproporcje wewnątrzwojewódzkie pod względem poziomu rozwoju gospodarczego i tym samym atrakcyjności inwestycyjnej.

Na podstawie wskaźników można także dokonać ich uszeregowania od najbardziej atrakcyjnych do najmniej atrakcyjnych oraz wykonać profil atrakcyjności w oparciu o podstawowe grupy czynników lokalizacji, nazwane w tej metodzie mikroklimatami. W ten sposób można też wykorzystać wskaźniki i ich składowe do pogłębionej analizy mocnych i słabych stron, odnosząc cechy diagnostyczne do profilu obszaru referencyjnego lub określonych wielkości granicznych (np. za dopuszczalne lokalizacje można uznać te, które mają do 90% wielkości lidera w danym mikroklimacie).

Stosowanie tej metody w odniesieniu do przynajmniej kilkuletniego okresu pozwala na identyfikację jednostek, które podwyższają swoją atrakcyjność w porównaniu do innych, utrzymują wysoką pozycję, względnie ją tracą.

Wskaźniki potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej mają zastosowanie na etapie wstępnej selekcji zbioru potencjalnych lokalizacji inwestycji. Ocena syntetyczna wyrażona za pomocą wskaźnika PAI 1 pozwala nie tylko na ocenę ogólną miejsca, w którym może zostać przeprowadzona dana inwestycja. Oceny otoczenia danego miejsca ukazują także dostęp do zasobów oraz rynków położonych w sąsiedztwie. Konstrukcja wskaźników pozwala też na ich dekompozycję do poziomu subagregatów, dzięki czemu każdą jednostkę terytorialną można ocenić pod względem atrakcyjności walorów uwzględnionych w poszczególnych mikroklimatach (zasobów pracy, infrastruktury technicznej, infrastruktury społecznej, rynku zbytu oraz administracji). Dowolna jednostka może mieć zatem stworzony profil, ukazujący jej silne i słabe strony. Porównywalność metodyczna ocen dla wszystkich poziomów podziału statystycznego umożliwia także dokonywanie ocen dowolnych agregatów jednostek. W razie potrzeby można sięgnąć głębiej do profilu danej jednostki oraz określić mocne i słabe strony na poziomie zmiennych źródłowych. Daje to bardzo duże możliwości analizy dowolnego zbioru dopuszczalnych lokalizacji, rozpatrywanych pod względem różnego rodzaju filtrów, np. w postaci zakresu objęcia danej jednostki miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego.

Tego typu analizy są przydatne dla obu stron regionalnego rynku inwestycyjnego, zarówno przedsiębiorstw poszukujących siedziby, jak i władz samorządowych przygotowujących ofertę terenów inwestycyjnych.

Przedsiębiorca otrzymuje informację zbiorczą, w oparciu o gotowe wskaźniki PAI ogólnie dla gospodarki narodowej lub dla poszczególnych rodzajów usług lub dla działalności produkcyjnej. Ponadto może otrzymać informację sprofilowaną, stosownie do znaczenia poszczególnych walorów lokalizacyjnych w danym konkretnym przypadku. Z kolei władze jednostki samorządu terytorialnego otrzymują informacje o mocnych i słabych stronach ofert terenów inwestycyjnych rozpatrywanych na tle konkurencji, na

dowolnym poziomie analizy lokalizacji ogólnej (gmina, powiat, podregion, województwa, makroregion).

Wskaźniki potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej można analizować w czasie pod warunkiem ujednolicenia ich metodyki. W ten sposób można określić, czy zmienia się, i w jakim kierunku, atrakcyjność inwestycyjna danego miejsca, jak również można określić bardzo konkretnie rodzaj zmian i ich wielkość w oparciu o porównanie ze zmianami w dowolnie określonym obszarze referencyjnym (powiat, województwo, kraj, Unia Europejska). Dlatego analiza wskaźników potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej ma bardzo duże walory praktyczne.

Podobne efekty można uzyskać, stosując metodę modelowania miękkiego. W wyniku budowy takiego modelu otrzymuje się oszacowania relacji wewnętrznej i zewnętrznej. Oszacowania modelu wewnętrznego mają dwie zalety. Pokazują wpływ poszczególnych mikroklimatów na atrakcyjność inwestycyjną, a także umożliwiają tworzenie rankingów i podział na klasy wszystkich badanych obiektów.

Oszacowania modelu wewnętrznego atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce kształtują się w następujący sposób:

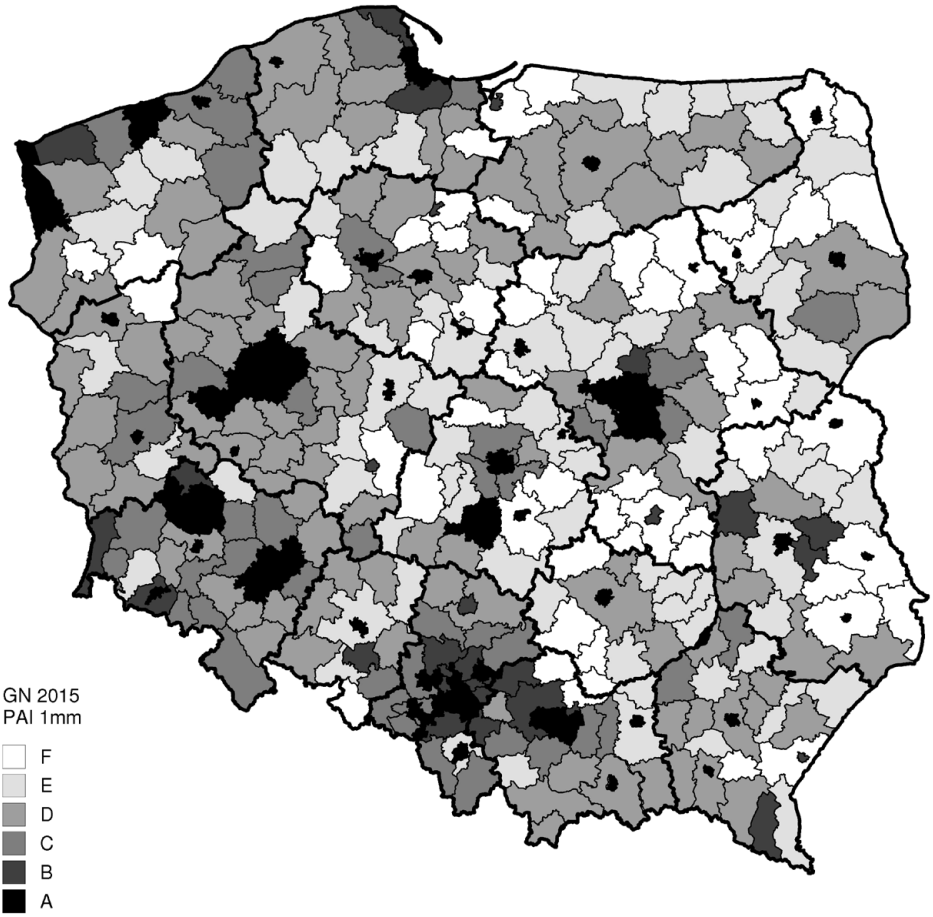
$$\mathbf{P\hat{A}I} = \underset{(0{,}0402)}{0{,}1136}\,\mathbf{MZP} + \underset{(0{,}0207)}{0{,}2911}\,\mathbf{MIT} + \underset{(0{,}0026)}{0{,}1640}\,\mathbf{MIS} + \underset{(0{,}0211)}{0{,}2460}\,\mathbf{MRY} + \underset{(0{,}0261)}{0{,}3107}\,\mathbf{MAD} + \underset{(0{,}1350)}{1{,}4186} \quad \mathbf{R}^2 = 0{,}9491 \tag{5}$$

Oznacza to, że wpływ analizowanych mikroklimatów na atrakcyjność inwestycyjną powiatów w Polsce jest bardzo podobny – dodatni i umiarkowany. Wszystkie oszacowane parametry (ładunki czynnikowe) są weryfikowane pozytywnie na podstawie testu cięć Tuckey'a. Największy wpływ na atrakcyjność inwestycyjną ma mikroklimat administracyjny (0,3107), mikroklimat infrastruktury technicznej (0,2911) i mikroklimat rynkowy (0,2460). Potwierdza to tezę o dużym wpływie sposobu zarządzania jednostką samorządu terytorialnego na jej potencjalną atrakcyjność inwestycyjną. Decyzje decydentów o realizacji na terenie JST konkretnych inwestycji (rozwój infrastruktury komunikacyjnej, uzbrojenie terenów itp.) w zakresie poprawy warunków lokalizacji inwestycji wpływa bezpośrednio na wzrost jej atrakcyjności. Jakość modelu jest bardzo wysoka. Kwadrat współczynnika korelacji wielorakiej oznacza, że w 94,91% zmienność atrakcyjności inwestycyjnej jest determinowana zmiennością badanych mikroklimatów. Model jest również weryfikowany pozytywnie na podstawie testu Stone'a-Geissera (ogólny test SG wynosi 0,5404), co wskazuje na pozytywną wartość prognostyczną otrzymanych oszacowań.

Oszacowania wewnętrzne umożliwiły dokonanie rankingu powiatów w Polsce pod względem atrakcyjności inwestycyjnej i ich podział na klasy

A-F, zgodnie z metodologią zastosowaną w analizie wyników uzyskanych metodą wagowo-korelacyjną. Najwyższe pozycje w rankingu, identycznie jak w przypadku metody wagowo-korelacyjnej, zajmują powiaty grodzkie, a także te, które skupione są wokół metropolii (rys. 3).

**Rysunek 3. Atrakcyjność inwestycyjna powiatów w Polsce w roku 2015 na podstawie metody modelowania miękkiego**

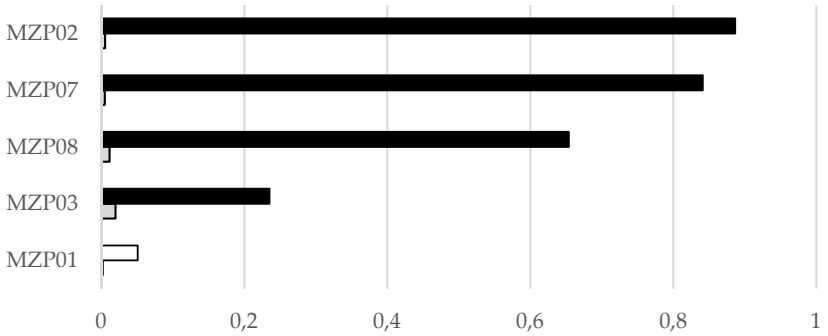



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Oszacowania modelu zewnętrznego są również zgodne z oczekiwaniami. Na etapie estymacji i weryfikacji modelu zostały usunięte zmienne diagnostyczne, które były ocenione negatywnie. W ostatecznej wersji modelu pozostało 35 zmiennych diagnostycznych. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych i błędy ich szacunku zostały zaprezentowane na rysunkach 4–8.

Najwyższe ładunki czynnikowe występują w mikroklimacie infrastruktura techniczna. Widoczny jest bardzo wysoki (ok. 0,9 i więcej) dodatni wpływ na badany mikroklimat zmiennych diagnostycznych opisujących uzbrojenie techniczne w postaci sieci kanalizacyjnych, gazociągowych i wodociągowych. Z kolei mikroklimat rynkowy najsilniej odbijają dochody budżetów gmin z podatku PIT na mieszkańca (0,9336), co potwierdza ważny wpływ jakości życia (i jakości pracy) na wzrost atrakcyjności inwestycyjnej. Współcześnie w dobie powszechnego dostępu do Internetu i globalizacji wiele branż, np. związanych z szeroko pojętym rynkiem nowych technologii (IT), może rozwijać się praktycznie w każdym miejscu na świecie. Wyznacznikiem lokalizacji miejsca inwestycji jest wówczas np. jakość życia. Potwierdza to np. dynamiczny rozwój tego rynku w Białymstoku, który zajmuje bardzo wysokie pozycje w rankingach jakości życia, a relatywnie niskie pod względem rozwoju infrastrukturalnego. Ponadto wyższe dochody mieszkańców wpływają na wyższe możliwości dynamicznego wzrostu rynku endogenicznego, co również przekłada się na decyzje lokalizacyjne. Udział w podatku dochodowym od osób fizycznych stanowi często główne źródło dochodów własnych gmin. Zmienna ta (MA03) ma najwyższy wpływ na mikroklimat administracyjny (0,7935). Przekłada się to bezpośrednio na większe możliwości rozwojowe gmin w zakresie promocji gospodarczej, a także działalności inwestycyjnej gmin mającej na celu poprawę warunków lokalizacyjnych, poprzez rozwój badanych mikroklimatów.

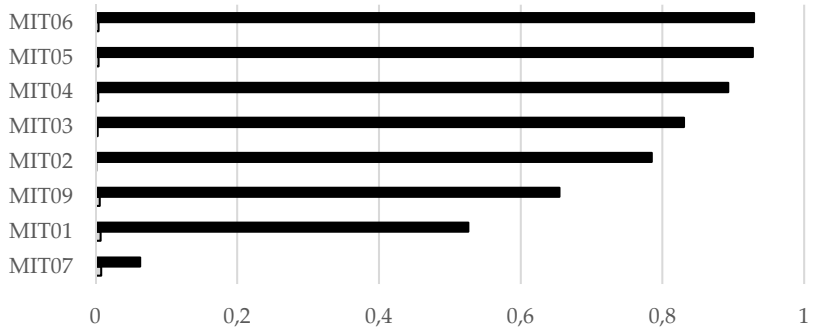
**Rysunek 4. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych mikroklimatu zasoby pracy (MZP)***




| | MZP01 | MZP03 | MZP08 | MZP07 | MZP02 |
|---|---|---|---|---|---|
| ■ MZP | 0,051 | 0,2352 | 0,6539 | 0,8409 | 0,8862 |
| □ Błąd | 0,0021 | 0,0198 | 0,0118 | 0,0049 | 0,0054 |

* Kolor biały – oznacza destymulantę, a czarny – stymulantę.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

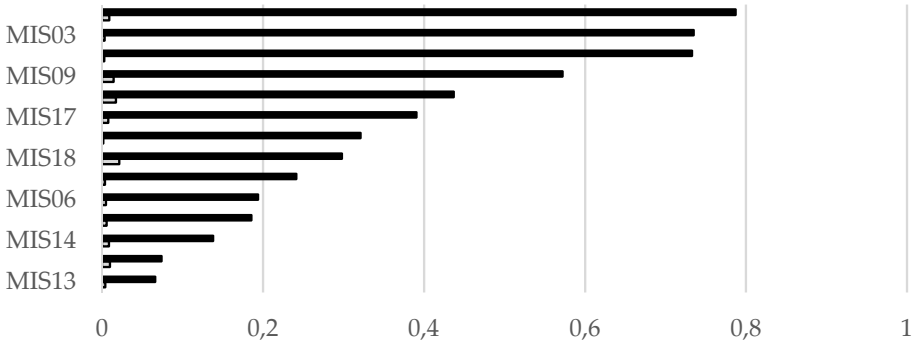
**Rysunek 5. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych mikroklimatu infrastruktura techniczna (MIT)***




| | MIT07 | MIT01 | MIT09 | MIT02 | MIT03 | MIT04 | MIT05 | MIT06 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MIT | 0,0628 | 0,5259 | 0,6548 | 0,7849 | 0,8303 | 0,8927 | 0,9275 | 0,9292 |
| Błąd | 0,008 | 0,007 | 0,0057 | 0,001 | 0,0029 | 0,0037 | 0,0043 | 0,0044 |

* Kolor czarny oznacza stymulantę.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

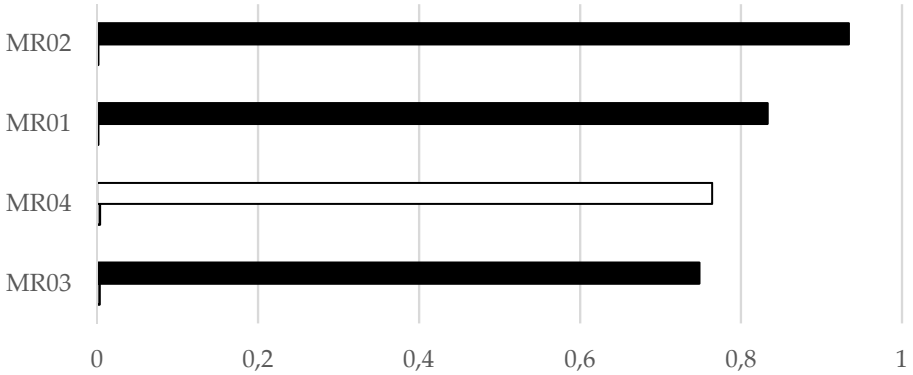
**Rysunek 6. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych mikroklimatu infrastruktura społeczna (MIS)***




| | MIS 13 | MIS 04 | MIS 14 | MIS 19 | MIS 06 | MIS 15 | MIS 18 | MIS 05 | MIS 17 | MIS 16 | MIS 09 | MIS 02 | MIS 03 | MIS 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MIS | 0,066 | 0,074 | 0,138 | 0,185 | 0,194 | 0,241 | 0,298 | 0,321 | 0,39 | 0,437 | 0,572 | 0,733 | 0,735 | 0,787 |
| Błąd | 0,004 | 0,01 | 0,008 | 0,006 | 0,005 | 0,003 | 0,021 | 0,001 | 0,007 | 0,017 | 0,014 | 0,003 | 0,003 | 0,009 |

* Kolor czarny oznacza stymulantę.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

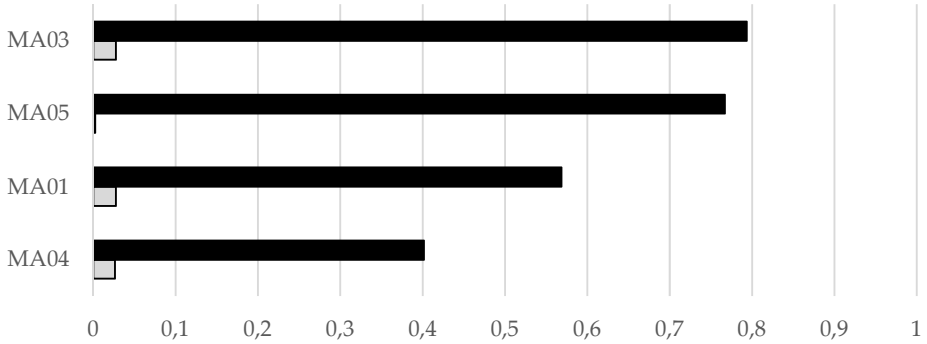
**Rysunek 7. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych mikroklimatu rynkowego (MR)***




| | MR03 | MR04 | MR01 | MR02 |
|---|---|---|---|---|
| MR | 0,7483 | 0,7640 | 0,8331 | 0,9336 |
| Błąd | 0,0032 | 0,0035 | 0,0012 | 0,0015 |

* Kolor biały – oznacza destymulantę, a czarny – stymulantę.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

**Rysunek 8. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych mikroklimatu administracyjnego (MA)***




| | MA04 | MA01 | MA05 | MA03 |
|---|---|---|---|---|
| MA | 0,4016 | 0,5685 | 0,767 | 0,7935 |
| Błąd | 0,0262 | 0,0274 | 0,0023 | 0,0276 |

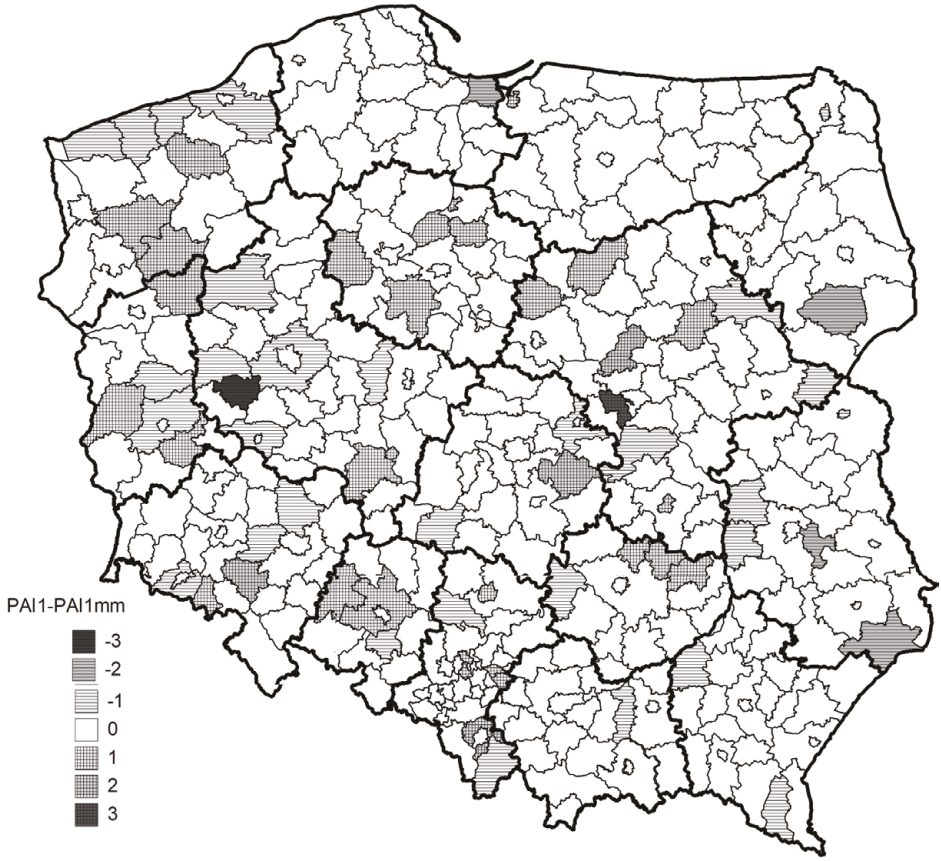
* Kolor czarny oznacza stymulantę.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Modelowanie miękkie, w porównaniu do metody wagowo-korelacyjnej, daje dodatkowe możliwości analityczne. Oszacowania modelu zewnętrznego pozwalają na określenie, które ze zmiennych diagnostycznych najsilniej, a które najsłabiej wpływają na kształtowanie się konkretnego mikroklimatu. Model miękki umożliwia również pełną weryfikację, zarówno merytoryczną, jak i statystyczną. W związku z tym modelowanie miękkie może być traktowane jako źródło walidacji zmiennych diagnostycznych w analizach wykonywanych metodą wagowo-korelacyjną. Z kolei model wewnętrzny, poza możliwością uporządkowania obiektów i podziałem ich na klasy, pokazuje wpływ badanych mikroklimatów na atrakcyjność inwestycyjną. Informacje te mogą być źródłem pomocnym przy określaniu wag w pierwszej z analizowanych metod. Wadą modelowania miękkiego, w porównaniu do metody wagowo-korelacyjnej, jest wyeliminowanie z analiz, często bardzo ważnych z merytorycznego punktu widzenia, zmiennych diagnostycznych (np. saldo migracji zewnętrznych), z powodu ich negatywnej weryfikacji statystycznej. Ważniejsze są w tym przypadku testy statystyczne niż kryteria merytoryczne.

Wyniki uporządkowania powiatów w Polsce pod względem atrakcyjności inwestycyjnej uzyskane metodą wagowo-korelacyjną i modelowania miękkiego są zbieżne. Współczynnik korelacji rang Spearmana ($r_s$) kształtuje się na bardzo wysokim poziomie 0,9923. Nieco niższe zależności widoczne są w wynikach dotyczących poszczególnych mikroklimatów. Najbardziej podobne uporządkowania, na podstawie współczynnika $r_s$, dotyczą mikroklimatów: rynkowego (0,9932), infrastruktury technicznej (0,9601) i administracyjnej (0,9071). Najmniej podobne są pod względem dwóch mikroklimatów: infrastruktury społecznej (0,6523) i zasobów pracy (0,4845). Największe różnice wynikają z eliminacji dwunastu zmiennych diagnostycznych z modelu miękkiego, z uwagi na ich negatywną weryfikację. Dotyczyło to trzech zmiennych z mikroklimatu zasoby pracy, sześciu z mikroklimatu infrastruktura społeczna, a także po jednej zmiennej z mikroklimatów: MIT, MR i MA.

Analiza porównawcza kartogramów ilustrujących wyniki pomiaru atrakcyjności inwestycyjnej wskazuje na dużą zbieżność wyników w skali większości województw (rys. 9).

**Rysunek 9. Atrakcyjność inwestycyjna powiatów w Polsce w roku 2015 – w ujęciu porównawczym**




Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników obliczeń autorów.

Na 379 wszystkich ocenianych powiatów 311, czyli 82%, uzyskało tę samą klasę atrakcyjności inwestycyjnej. Po 29 powiatów, czyli po 8%, różniło się o +/– jedną klasę, a po 4, czyli po 1%, powiatów uzyskało oceny o dwie wyższe lub niższe. Tylko jeden powiat – grodziski w województwie wielkopolskim – uzyskał ocenę rozbieżną o 3 klasy. Niedoszacowana w oparciu o metodę wagowo-korelacyjną wydaje się być atrakcyjność inwestycyjna terenów przemysłowych wokół Poznania oraz leżących na szlakach komunikacyjnych łączących Poznań z granicą zachodnią Polski, jak również obszary turystyczne Pomorza zachodniego. Natomiast metoda ta ukazuje w większym stopniu niż metoda modelowania miękkiego atrakcyjność ośrodków przemysłowych Dolnego Śląska, np. Opola, Kamiennej Góry, Świdnicy i Brzegu, jak również Mazowsza, zwłaszcza Grodziska Mazowieckiego, Mławy, a także Białego Zagłębia. Jednak są to różnice dotyczące co najwyżej kilku powiatów w każdym województwie.

## Zakończenie

Celem artykułu była analiza porównawcza wyników badania atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce wykonanego za pomocą dwóch metod badawczych: wagowo-korelacyjnej i modelowania miękkiego. Postawiono hipotezę, że zastosowanie różnych sposobów wyznaczania miernika syntetycznego nie ma istotnego wpływu na wyniki klasyfikacji powiatów w Polsce pod względem atrakcyjności inwestycyjnej, a stanowi komplementarne źródło wnioskowania umożliwiające osiągnięcie efektu synergii. Hipotezę weryfikowano poprzez zastosowanie metody wagowo-korelacyjnej i modelowania miękkiego do analizy tego samego zestawu 47 zmiennych diagnostycznych, dobranego na podstawie pierwszej z wykorzystanych metod. Dodatkowo specyfikacji modelu miękkiego w zakresie relacji wewnętrznych dokonano na bazie mikroklimatów określonych metodą wagowo-korelacyjną. Uzupełnieniem wykonanych badań była analiza kartograficzna. Warto podkreślić, że w przypadku modelowania miękkiego nie cały zbiór 47 zmiennych diagnostycznych został zweryfikowany pozytywnie. Oznacza to, że metoda ta może stanowić uzupełniające narzędzie oceny przydatności poszczególnych zmiennych diagnostycznych do analizy atrakcyjności inwestycyjnej powiatów. Wskazuje bowiem, które mikroklimaty najsilniej odbijają zmienną endogeniczną w postaci wskaźnika syntetycznego „potencjalna atrakcyjność inwestycyjna", a także, które zmienne diagnostyczne tworzące określone „mikroklimaty" odznaczają się najwyższym ładunkiem czynnikowym.

W artykule wskazano zalety i wady zastosowanych sposobów wyznaczania miernika syntetycznego. Zaletą wskaźnika skonstruowanego metodą wagowo-korelacyjną jest pełna porównywalność ocen atrakcyjności inwestycyjnej na wszystkich szczeblach podziału statystycznego kraju, a także wykorzystanie specjalistycznej wiedzy eksperckiej przy konstruowaniu poziomu wag. Wadą natomiast – podobnie, jak w przypadku innych narzędzi badawczych stosowanych do konstrukcji wskaźników na bazie danych dostępnych na podstawowym poziomie JST – zawężenie zbioru zmiennych diagnostycznych do tych, które są dostępne na najniższym szczeblu – gminy. Zaletą modelowania miękkiego jest możliwość wskazania, który z mikroklimatów ma najwyższy wpływ na potencjalną atrakcyjność inwestycyjną oraz możliwość merytorycznej i statystycznej weryfikacji wyników. Jednak z drugiej strony, weryfikacja statystyczna wymaga często wyeliminowania zmiennych bardzo istotnych z punktu widzenia merytorycznego – wynikającego m.in. z zaangażowania wiedzy eksperckiej. Taka eliminacja zmiennych diagnostycznych z przyczyn statystycznych nie przekłada się na rzeczywistą sytuację gospodarczą, w której większość badanych zjawisk odznacza się zależnością również

od czynników niemierzalnych. Można to określić jako wadę tego modelu. Ograniczeniem jednej i drugiej metody są ponadto relacje liniowe.

Zastosowanie obydwu sposobów wyznaczania miernika syntetycznego wskazało na identyczne, najbardziej atrakcyjne lokalizacje, występujące w dużych aglomeracjach miejskich i miejsko-przemysłowych. Uzyskane wyniki są bardzo podobne. Współczynnik korelacji rang Spearmana między uporządkowaniem powiatów wg atrakcyjności inwestycyjnej uzyskanej metodą wagowo-korelacyjną i modelowania miękkiego wskazuje na silną zależność miedzy nimi na poziomie 0,9923, co było przewidywalne z uwagi na zbliżony zestaw zmiennych diagnostycznych . Różnice w uzyskanych rankingach przeanalizowano na podstawie metody kartograficznej. Analizując różnice w ostatecznym składzie zmiennych diagnostycznych, poziomy wag w metodzie wagowo-korelacyjnej, poziomy ładunków czynnikowych w metodzie modelowania miękkiego, można wyciągać bardzo szczegółowe wnioski, dotyczące konkretnej jednostki samorządu terytorialnego, co przekłada się na jej duże znaczenie aplikacyjne i jest zaletą przeprowadzonej analizy porównawczej. Dotyczy to w szczególności czynników lokalizacji inwestycji, które są bardzo zróżnicowane i trudne do całkowitego zidentyfikowania. Włodarze jednostek samorządu terytorialnego powinni odznaczać się proinwestycyjnym i innowacyjnym myśleniem, warunkującym dynamiczny rozwój ich lokalnych gospodarek w burzliwym i konkurencyjnym otoczeniu. Kluczowe znaczenie w zakresie przyciągania inwestorów mają nadal warunki związane z dostępnością transportową, infrastrukturą techniczną, zasobami i kosztami pracy, cenami nieruchomości, położeniem geograficznym. Jednak coraz częściej istotną rolę odgrywa wizerunek JST, klimat do rozwoju przedsiębiorczości, aktywność ośrodków naukowo-badawczych, poziom obsługi inwestorów przez instytucje publiczne, jakość życia, jakość środowiska, profesjonalizm firm doradczych i konsultingowych. Już sam proces pobudzania atrakcyjności inwestycyjnej jest zjawiskiem korzystnym, ponieważ wymusza szereg pozytywnych zmian, przyczyniając się do rozwoju społeczno-gospodarczego jednostek samorządu terytorialnego.

## Literatura

*Atrakcyjność inwestycyjna i potencjał gospodarczy gmin województwa śląskiego. Raport końcowy* (październik 2009), Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Katowice.

Borys T., Walesiak M. (red.) (1983), *Statystyczna analiza porównawcza*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.

Durka B. (2000), *Udział podmiotów z kapitałem zagranicznym w polskim handlu za-granicznym*, w: B. Durka (red.), *Inwestycje zagraniczne w Polsce*, Instytut Koniunktur i Cen Handlu Zagranicznego, Warszawa.

*EBA Investment Attractiveness Index*, http://www.eba.com.ua/en/press-and-media/press-room/indices/investment-attractiveness-index, dostęp: 25.09.2017.

Godlewska-Majkowska H. (red.) (2012), *Atrakcyjność inwestycyjna regionów Polski jako źródło przedsiębiorczych przewag konkurencyjnych*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.

Godlewska-Majkowska H. (red.) (2010), *Innowacyjność jako czynnik wzrostu atrakcyjności inwestycyjnej polskich regionów w latach 2002–2007*, Studia i Analizy Instytutu Przedsiębiorstwa, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.

Godlewska-Majkowska H. (red.) (2011), *Atrakcyjność inwestycyjna a przedsiębiorczość regionalna w Polsce*, Studia i Analizy Instytutu Przedsiębiorstwa, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.

Godlewska-Majkowska H. (red.) (2012), *Atrakcyjność inwestycyjna regionów Polski jako źródło przedsiębiorczych przewag konkurencyjnych*, Studia i Analizy Instytutu Przedsiębiorstwa, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.

Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A. (1983), *Metody prognozowania rozwoju społeczno-gospodarczego*, PWE, Warszawa.

Guzik W. (2008), *Atrakcyjność inwestycyjna województw*, „Gospodarka Narodowa", nr 3.

Joreskog K.G., Wold H. (1982), *Systems under indirect observation. Causality – Structure – Prediction*, Part II, North-Holland.

Kalinowski T. (red.), *Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów Polski 2006*, IBnGR, Gdańsk.

Kock N., Mayfield M. (2015), *PLS-based SEM Algorithms: The Good Neighbour Assumption*, Collinearity, and Nonlinearity, Texas A&M International University, USA, „Information Management and Business Review", Vol. 7, No. 2.

Kolenda M., (2006), *Taksonomia numeryczna: klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.

Kuszewski T. (2000), *Wprowadzenie do modelowania ekonometrycznego*, w: M. Gruszczyński, M. Podgórska (red.), *Ekonometria*, Wydawnictwo SGH, Warszawa.

Lee Ch.-S., Chen Y.-Ch., Tsui P.-L., Yu T.-H. (2013), *Examining the relations between open innovation climate and job satisfaction with a PLS path model*, „Quality & Quantity", Vol. 48, No. 3.

Migdał-Najman K., Najman K. (2013), *Analiza porównawcza wybranych metod analizy skupień w grupowaniu jednostek o złożonej strukturze grupowej*, „Zarządzanie i Finanse", nr 3, cz. 2.

Ostasiewicz W. (red.) (1989), *Statystyczne metody analizy danych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.

Perło D. (2014), *Modelowanie zrównoważonego rozwoju regionów*, Trans Humana, Białystok.

Poniatowska-Jaksch M. (2006), *Przemysłowe bezpośrednie inwestycje zagraniczne źródłem konkurencyjności regionu*, „Monografie i Opracowania", nr 544, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.

Puciato D., Dziedzic E. (2016), *Attractiveness of South-West Poland municipalities for independent hotel investors*, „Tourism Economics", Vol. 23, No. 3.

Rogowski J. (1990), *Modele miękkie. Teoria i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Wydawnictwo Filii UW w Białymstoku, Białystok.

Rogowski J. (2002), *Modele miękkie w budowie strategii finansowej regionu*, „Optimum. Studia Ekonomiczne", nr 1.

Servera-Francés D., Arteaga-Moreno F., Gil-Saura I., Gallarza M.G. (2012), *A multiblock PLS-based algorithm applied to a causal model in marketing*, „Applied Stochastic Models in Business and Industry", Vol. 29, No. 3.

Tarkowski M. (red.) (2015), *Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów Polski 2015*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową przy współpracy z Fundacją Konrada Adenauera, Gdańsk.

Tenenhaus M., Esposito Vinzi V., Chatelin Y.-M., Lauro C. (2005), *PLS path modeling*, „Computational Statistics & Data Analysis", Vol. 48, No. 1.

Wold H. (1980) *Soft Modelling: Intermediate between Traditional Model Building and Data Analysis*, Banach Centre Publication 6, Mathematical Statistics.

Wold H. (1982), *Soft modeling: The basic design and some extensions*, w: K.G. Jöreskog, S. Wold (eds.), *Systems under indirect observation: causality, structure, prediction*, Amsterdam.

Zaucha J., Brodzicki T., Ciołek D., Komornicki T., Mogiła Z., Szlachta J., Zaleski J. (2015), *Terytorialny wymiar wzrostu i rozwoju*, Difin, Warszawa.

## Aneks

**Tablica A. Składowe wskaźnika potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej (PAI1_ GN) dla gospodarki narodowej**

| Symbol | Wyszczególnienie | Charakter zmiennej (stymulanta: S, destymulanta: D) | Przelicznik |
|---|---|---|---|
| **MZP** | MIKROKLIMAT ZASOBY PRACY | | |
| MZP01 | Odsetek ludności w wieku nieprodukcyjnym na 100 os. w wieku produkcyjnym | D | 1 |
| MZP02 | Wskaźnik aktywności zawodowej – liczba osób pracujących w przeliczeniu na 100 os. w wieku produkcyjnym | S | 1 |
| MZP03 | Saldo migracji stałej wewnętrznej na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MZP04 | Saldo migracji zagranicznej na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MZP05 | Ludność w wieku poprodukcyjnym na 100 osób w wieku przedprodukcyjnym | D | 1 |
| MZP06 | Udział % ludności w wieku produkcyjnym | S | 1 |

| Symbol | Wyszczególnienie | Charakter zmiennej (stymulanta: S, destymulanta: D) | Przelicznik |
|---|---|---|---|
| MZP07 | Wydatki na oświatę i wychowanie w zł/mieszk. | S | 1 |
| MZP08 | Wydatki na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego w zł/ mieszk. | S | 1 |
| **MIT** | MIKROKLIMAT INFRASTRUKTURA TECHNICZNA | | |
| MIT01 | Udział % ludności obsługiwanej przez wodociąg | S | 1 |
| MIT02 | Udział % mieszkań z podłączeniem do gazociągu | S | 1 |
| MIT03 | Udział % ludności obsługiwanej przez kanalizację | S | 1 |
| MIT04 | Gęstość sieci wodociągowej w km na 100 km$^2$ | S | 0,333 |
| MIT05 | Gęstość sieci gazociągowej w km na 100 km$^2$ | S | 0,333 |
| MIT06 | Gęstość sieci kanalizacyjnej w km na 100 km$^2$ | S | 0,333 |
| MIT07 | Udział % odpadów wytworzonych w ciągu roku i unieszkodliwionych do odpadów wytworzonych w ciągu roku | S | 1 |
| MIT08 | Udział % ścieków oczyszczonych w ściekach wymagających oczyszczenia | S | 1 |
| MIT09 | Wydatki na transport i łączność w zł/mieszk. | S | 1 |
| **MIS** | MIKROKLIMAT INFRASTRUKTURA SPOŁECZNA | | |
| MIS01 | Praktyki lekarskie na wsi i w mieście na 100 tys. mieszkańców | S | 1 |
| MIS02 | Liczba zakładów opieki zdrowotnej ogółem na 100 tys. mieszkańców | S | 1 |
| MIS03 | Liczba aptek na 100 tys. mieszkańców | S | 1 |
| MIS04 | Powierzchnia użytkowa mieszkań w m$^2$ *per capita* | S | 1 |
| MIS05 | Liczba komputerów podłączonych do internetu do ogółu komputerów w szkołach podstawowych (%) | S | 1 |

| Symbol | Wyszczególnienie | Charakter zmiennej (stymulanta: S, destymulanta: D) | Przelicznik |
|---|---|---|---|
| MIS06 | Liczba komputerów podłączonych do internetu do ogółu komputerów w gimnazjach (%) | S | 1 |
| MIS07 | Liczba uczniów na komputer z dostępem do internetu w szkołach podstawowych | D | 1 |
| MIS08 | Liczba uczniów na komputer z dostępem do internetu w gimnazjach | D | 1 |
| MIS09 | Wypożyczenie księgozbioru na zewnątrz na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS10 | Liczba mieszkańców przypadających na 1 kino stałe | D | 1 |
| MIS11 | Liczba widzów w kinach stałych na 100 mieszkańców | S | 1 |
| MIS12 | Kubatura nowych budynków mieszkalnych w $m^3$ na 100 mieszkańców | S | 1 |
| MIS13 | Liczba mieszkańców przypadających na 1 muzeum z oddziałami | d | 1 |
| MIS14 | Liczba zwiedzających muzea z oddziałami na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS15 | Hale sportowe o wymiarach od 36x19 do 44x22 m oraz 44x22 m i większe na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS16 | Korty tenisowe otwarte i kryte na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS17 | Pływalnie otwarte i kryte na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS18 | Aquaparki na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS19 | Skateparki na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| MIS20 | Długość ścieżek rowerowych na 1000 mieszkańców | S | 1 |
| **MR** | MIKROKLIMAT RYNKOWY | | |
| MR01 | Gęstość zaludnienia ($km^2$ na os.) | S | 1 |
| MR02 | Dochody budżetów gmin z podatku PIT na mieszkańca (zł) | S | 1 |
| MR03 | Dochody budżetów gmin z podatku CIT na tysiąc pracujących (zł) | S | 1 |

| Symbol | Wyszczególnienie | Charakter zmiennej (stymulanta: S, destymulanta: D) | Przelicznik |
|---|---|---|---|
| MR04 | Udział % wpływów z podatku rolnego w dochodach podatkowych | D | 1 |
| MR05 | Udział % wydatków na pomoc społeczną i pozostałe zadania w zakresie polityki społecznej w wydatkach gmin | D | 1 |
| **MA** | MIKROKLIMAT ADMINISTRACJA | | |
| MA01 | Powierzchnia objęta planem zagospodarowania przestrzennego odniesiona do powierzchni gminy (%) | S | 1 |
| MA02 | Środki na dofinansowanie własnych zadań pozyskane z innych źródeł w zł na 1 mieszkańca | S | 1 |
| MA03 | Udział % dochodów własnych w dochodach ogółem | S | 1 |
| MA04 | Wydatki majątkowe ogółem na wydatki bieżące ogółem (%) | S | 1 |
| MA05 | Udział % wydatków na gospodarkę komunalną i ochronę środowiska, kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego, bezpieczeństwo publiczne i ochronę przeciwpożarową | S | 1 |

Źródło: Opracowanie własne.

**Streszczenie**

Celem artykułu jest analiza porównawcza wyników badania atrakcyjności inwestycyjnej powiatów w Polsce wykonanego za pomocą dwóch metod badawczych: wagowo-korelacyjnej i modelowania miękkiego. Postawiono hipotezę, że zastosowanie różnych sposobów wyznaczania miernika syntetycznego daje w przybliżeniu takie same wyniki klasyfikacji powiatów w Polsce pod względem atrakcyjności inwestycyjnej. Analizę porównawczą przeprowadzono na podstawie danych statystycznych z 2015 r., zagregowanych na poziomie 379 powiatów ziemskich i grodzkich. Artykuł składa się z dwóch kluczowych części: opisu metod badawczych ze wskazaniem ich zalet i wad, a także interpretacji otrzymanych wyników. Kluczowe znaczenie poznawcze posiada metoda wagowo-korelacyjna, na podstawie której zostały wyspecyfikowane zmienne diagnostyczne. Atrakcyjność inwestycyjną rozpatrywaną łącznie dla całej gospodarki regionalnej powinno opisywać możliwie dużo zmiennych diagnostycznych, odnoszących się do szerokiego spektrum rozwoju społeczno-gospodarczego. Czynniki te znajdują

odzwierciedlenie w doborze 47 zmiennych, składających się na wskaźnik potencjalnej atrakcyjności inwestycyjnej regionów dla inwestycji w gospodarkę narodową (PAI2_GN). Składa się on z mikroklimatów: „zasoby pracy", „infrastruktura techniczna", „infrastruktura społeczna", „rynkowy", „administracja". Badania i analizy przeprowadzone za pomocą metody wagowo-korelacyjnej stanowiły podstawę do konstrukcji modelu miękkiego. Zastosowanie badanych metod pozwala na osiągnięcie licznych możliwości analitycznych w procesie zarządzania lokalizacją lub ich zbiorem. Dotyczy to monitorowania lokalizacji już wybranych, w których istnieje dane przedsiębiorstwo, w tym wielozakładowe o rozbudowanej strukturze przestrzennej. Umożliwia także rozpatrywanie przyszłych lokalizacji na tle istniejącego rozmieszczenia własnych firm, jak i konkurencji.

**Słowa kluczowe**
atrakcyjność inwestycyjna, metoda wagowo-korelacyjna, modelowanie miękkie, powiaty

## Implementation of weight-correlative method and soft modeling in investment attractiveness analysis of districts in Poland

The aim of the article is a comparative analysis of the research results of Polish districts' investment attractiveness conducted by means of two research methods: weight-correlative and soft modeling. It has been assumed that the implementation of various methods for determining the synthetic measure gives approximately the same results of the Polish districts' classification in terms of investment attractiveness. Comparative analysis was carried out on the basis of statistical data of 2015, aggregated at the level of 379 urban and rural districts. The article is composed of two key parts: description of research methods together with their pros and cons as well as interpretation of the obtained results. The key cognitive significance was given to the weight-correlative method, on the basis of which the diagnostic changes were specified. Investment attractiveness, considered jointly for the whole regional economy, should be described by a possibly vast number of diagnostic variables, pertaining to a wide spectrum of social and economic development. These factors are reflected in the selection of 47 variables, comprising the index of potential investment attractiveness of regions in terms of investment in the national economy (PAI2_GN). It is composed of microclimates: 'labour resources', 'technical infrastructure', 'social infrastructure', 'market', 'administration'. The research and analysis conducted with the use of the weight-correlative method constituted the basis for the construction of soft model. The implementation of the studied methods allows to achieve numerous analytical possibilities in the process of location management and their collection. It applies to monitoring the already selected locations, where the given enterprises exist, including the multi-plant ones with developed spatial structure. It also enables the consideration on the future locations against the background of the existing arrangement of own companies as well as the competition.

**Keywords**
investment attractiveness, weight-correlative method, soft modelling, districts