

JOANNA KISIELIŃSKA

Warsaw University of Life Science

joanna_kisielinska@sggw.edu.pl

ORCID id: <https://orcid.org/0000-0003-3289-1525>

BOLESŁAW BORKOWSKI

Warsaw University of Life Science

boleslaw_borkowski@sggw.edu.pl

ORCID id: <https://orcid.org/0000-0001-6073-6173>

JOURNAL OF MODERN SCIENCE

TOM 1/48/2022 str. 43-59

www.jomswsge.com

DOI: <https://doi.org/10.13166/jms/149204>

APPLICATION OF THE TOPSIS METHOD TO COMPARE THE LEVEL OF MEDICAL CARE AND THE HEALTH SITUATION OF THE POPULATION IN VOIVODESHIPS IN CONNECTION WITH THE COVID-19 PANDEMIC

ZASTOSOWANIE METODY TOPSIS DO PORÓWNANIA POZIOMU OPIEKI MEDYCZNEJ I SYTUACJI ZDROWOTNEJ LUDNOŚCI W POLSCE W ZWIĄZKU Z PANDEMIĄ COVID-19 W UJĘCIU WOJEWÓDZTW

ABSTRACT

The main aim of the research is to compare the level of medical care and the health situation of the population in voivodships. An additional goal is to look for factors that are most associated with Covid-19 death rate. The TOPSIS method and the Pearson correlation coefficient were used in the research. Research has shown that the level of medical care in voivodships varies, much more so than the health situation of its inhabitants. The prepared rankings allowed to distinguish voivodships in

which the level of medical care is relatively better and those in which there is neglect. The Covid-19 death rate is most closely related to the number of flu cases (the more people who have had influenza in the past, the lower the death rate), although the relationship is weak. The research results, indicating areas of neglect, may be useful in taking actions aimed at improving the state of health care in Poland.

STRESZCZENIE

Celem podstawowym wykonanych badań jest porównanie poziomu opieki medycznej i sytuacji zdrowotnej ludności w województwach. Celem dodatkowym jest poszukiwanie czynników, które mają największy związek ze śmiertelnością z powodu Covid-19. W badaniach wykorzystano metodę TOPSIS oraz współczynnik korelacji Pearsona. Badania pokazały, że poziom opieki medycznej w województwach jest zróżnicowany, znacznie bardziej niż sytuacja zdrowotna jej mieszkańców. Sporządzone rankingi pozwoliły wyodrębnić województwa, w których poziom opieki medycznej jest relatywnie lepszy, oraz te w których występują zaniedbania. Największy związek śmiertelności z powodu Covid-19 ma liczba zachorowań na grypę (im więcej mieszkańców chorowało na grypę w przeszłości, tym mniejsza była śmiertelność), choć związek ten jest słaby. Wyniki badań, wskazujące obszary zaniedbań, mogą być przydatne do podejmowanych działań w celu poprawy stanu opieki zdrowotnej w Polsce.

KEYWORDS: *medical care, health situation, Covid-19 death rate, TOPSIS method*

SŁOWA KLUCZOWE: *opieka medyczna, sytuacja zdrowotna, śmiertelność na Covid-19, metoda TOPSIS*

WPROWADZENIE

W XXI w. wydarzeniem, które dotychczas uznawane było za najistotniejsze dla kształtowania sytuacji gospodarczej i społecznej Polski, było jej wstąpienie do Unii Europejskiej (UE). Rok 2004 stał się rokiem przełomowym, dzielącym okres badawczy na czas przed – i poakcesyjny. Wiele publikacji naukowych poświęcono analizie wpływu tego wydarzenia na sferę życia gospodarczego i społecznego. Z pewnością lata 2020 i 2021 w przyszłości ocenione zostaną jako równie ważne w historii najnowszej, dzieląc czas na sprzed i po pandemii. O ile konsekwencje wstąpienia do UE dotyczyły w większym stopniu sfery

gospodarczej niż społecznej, o tyle konsekwencje pandemii w sferze społecznej są przynajmniej równie istotne jak w gospodarczej.

Dobry stan zdrowia człowiek jest jednym z kluczowych elementów wpływających na jego samopoczucie i wszelkie badania nad jakością i poziomem życia jednostki muszą czynnik ten uwzględniać. Pandemia, zwłaszcza w okresach jej szczególnego nasilenia, zburzyła poczucie bezpieczeństwa zarówno jednostek, jak i społeczeństwa. Objawy ostrego zaburzenia stresowego obejmują ok. 20% w populacji pandemicznej, natomiast stres w mniejszym lub większym stopniu z pewnością odczuwa każdy (Heitzman, 2020, s. 189).

Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego jest jedną z najważniejszych funkcji państwa (Bober, 2016, s. 33). Pandemia obnażyła zaniedbania, jakie występują w tej dziedzinie w Polsce. Kwestią pierwszą jest niedofinansowanie opieki zdrowotnej. Jak wynika z danych EUROSTATU, w 2018 r. wydatki na opiekę zdrowotną wyniosły w Polsce 6,33% PKB, podczas gdy średnio kraje UE wydają na ten cel 9,87%. Drugą sprawą to niedobory kadry medycznej – w Polsce na 1 tys. mieszkańców praktykuje 2,4 lekarzy, podczas gdy w UE 3,8. Kwestia kolejna to zła organizacja systemu ochrony zdrowia, wynikająca w dużej mierze z braku konkurencji. Warto wspomnieć, że w Polsce jest relatywnie dużo łóżek w szpitalach, bo aż 6,6 na 1 tys. mieszkańców w 2017 r., podczas gdy średnia unijna wynosi 5,0 (Dokument Roboczy Służb Komisji Unii Europejskiej, s. 39). Leczenie szpitalne pochłania w Polsce ponad jedną trzecią środków i jest formą znacznie droższą niż leczenie ambulatoryjne.

Organizacji systemu ochrony zdrowia w Polsce i wskazanym kierunkom jej zmian poświęcono wiele prac. Przykładami publikacji przeglądowych są: Nojszewska, 2011; Golinowska (red.), 2012; Zgliczyński, 2012; Ślęzak i in., 2017; Bromber i in., 2019; Paszkowska, 2020, czy raporty Departamentu Zdrowia NIK (np. *Raport: system ochrony zdrowia w Polsce – stan obecny i pożądane kierunki zmian*, 2018).

O słabości organizacji polskiego systemu ochrony zdrowia świadczy fakt, że w okresach szczególnego nasilenia pandemii to właśnie łóżka szpitalne (zwłaszcza te wyposażone w respiratory) były wąskim gardłem w walce z COVID-19. Szczyt obłożenia odnotowano 8 kwietnia 2021 r., kiedy to było 34 864 zajętych łóżek (dane Ministerstwa Zdrowia). Warto wspomnieć, że w tym okresie wszyscy chętni medycy (łącznie z rodzinami) byli już zaszczepieni.

A przecież w Polsce łóżek szpitalnych w 2018 r. było aż 181,7 tys. (*Zdrowie i ochrona zdrowia w 2018 r.*, s. 40).

Co do tego, że reforma systemu ochrony zdrowia, zaniedbywana przez kolejne rządy III RP, jest konieczna, zgadzają się wszyscy. Właściwe jej przeprowadzenie wymaga jednak dokładnej i starannej diagnostyki. Z tak postawionym zadaniem łączy się problematyka, która poruszona zostanie w niniejszym artykule. Autorka za cel obrała porównanie poziomu opieki zdrowotnej oraz stanu zdrowia mieszkańców w poszczególnych województwach. Celem dodatkowym jest poszukiwanie czynników, które mają największy związek z przebiegiem COVID-19, mierzonym śmiertelnością tej choroby. Podejrzewać bowiem można, że wirus ten wraz z kolejnymi mutacjami na stałe wplecie się w naszą zdrowotną rzeczywistość.

Postawione cele zostaną zrealizowane poprzez analizę danych zdrowotnych, prowadzoną zarówno jedno-, jak i wielowymiarowo. Do analizy wielowymiarowej użyta zostanie metoda TOPSIS, która umożliwi opracowanie rankingu województw ze względu na stan systemu ochrony zdrowia oraz sytuację zdrowotną jej mieszkańców. Siła związków między cechami oceniana będzie przy pomocy współczynnika korelacji liniowej Pearsona.

W badaniach wykorzystano przede wszystkim dane zdrowotne publikowane na stronach Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) z 2019 r., a więc jeszcze przed wybuchem pandemii. Nowsze dane nie są jeszcze dostępne. Należy przy tym wziąć pod uwagę, że działania podjęte w ramach przygotowania systemu ochrony zdrowia do walki z pandemią były tak zaawansowane, że powstały obraz jej funkcjonowania pokazywałby jedynie sytuację nadzwyczajną, a nie stan typowy.

W badaniach wykorzystano ponadto dane pochodzące z bazy EUROSTAT. Dane o zakażeniach pochodzą z wojewódzkich stacji sanitarno-epidemiologicznych oraz urzędów wojewódzkich i są dostępne na portalu Koronawirus w Polsce (SARS-CoV-2).

METODA BADAWCZA

Stan systemu ochrony zdrowia i sytuacja zdrowotna ludności to zjawiska złożone, ponieważ przy ich ocenie należy wziąć pod uwagę nie jedną, lecz wiele cech. Analiza zjawiska złożonego może być prowadzona jednowymiarowo (czyli dla każdej cechy oddzielnie), warto jednak w takich przypadkach zastosować również podejście wielowymiarowe. Przydatne w tym zakresie są metody porządkowania liniowego (MPL), umożliwiające sporządzenie rankingu obiektów ze względu na badane zjawisko złożone. Do tej grupy metod zaliczana jest metoda TOPSIS (ang. Technique for Order Preference using Similar to Ideal Solution) zaproponowana przez Hwanga i Yoon (Hwang, Yoon, 1981, s. 58). O jej popularności świadczyć może przegląd jej zastosowań w zarządzaniu i planowaniu, dokonany przez Behzadiana, Otaghsara, Yazdaniego i Ignatiusa (Behzadian, Otaghsara, Yazdani, Ignatius, 2012).

Metoda TOPSIS opracowana została jako narzędzie wspomagające proces podejmowania decyzji w sytuacjach złożonych, gdy należy uwzględnić wiele różnych kryteriów. Dlatego też zaliczana jest do grupy wielokryterialnych metod podejmowania decyzji, oznaczanych w literaturze jako MADM (ang. *multiple attribute decision making*). Może być ona również wykorzystana do tworzenia rankingów obiektów i z tego też względu zaliczana jest również do MPL. Metoda ta przedstawiona zostanie dalej zgodnie z terminologią stosowaną w MPL.

MPL obiektów opisane są w licznych pozycjach literatury. Wymienić można następujące publikacje: Nowak, 1989; Grabiński, 1992; Kukuła, 2000; Młodak, 2006; Panek, 2009 i wiele innych.

Zastosowanie MPL (w tym metody TOPSIS) odbywa się w kilku etapach.

Etap 1. Punktem wyjścia we wszystkich analizach wielowymiarowych jest dobór i selekcja zmiennych diagnostycznych. Podstawowe w tym zakresie są kryteria merytoryczne. Wybrane zmienne powinny stanowić w miarę pełną charakterystykę badanego zjawiska złożonego, z uwzględnieniem możliwości pozyskania danych. Następnie wskazana jest selekcja statystyczna oparta głównie na korelacjach między zmiennymi. Postuluje się, aby między zmiennymi nie występowały zbyt silne związki. W podanej literaturze problem doboru zmiennych jest obszernie przedstawiony.

Na tym etapie dokonuje się zwykle identyfikacji charakteru wpływu danej zmiennej na badane zjawisko złożone. Wyróżnia się tu głównie stymulanty i destymulanty. Stymulanty to zmienne, których wysokie wartości są pożądane z punktu widzenia badanego zjawiska, natomiast w przypadku destymulant jest odwrotnie – pożądane są ich wartości niskie.

Etap 2. Zmienne diagnostyczne poddawane są normalizacji głównie w celu sprowadzenia ich do podobnego rzędu wielkości. Można zastosować wiele różnych przekształceń normalizacyjnych, które porównywał np. Walesiak, 2014. Na tym etapie zwykle ujednociany jest charakter zmiennych. Można tego dokonać, przekształcając odpowiednio destymulanty w stymulanty. Można także prowadzić normalizację według różnych formuł dla stymulant i destymulant.

Destymulanty przekształca się w stymulanty, stosując przekształcenia ilorazowe lub różnicowe (Walesiak i Gatnar (red.), 2004, s. 33). W badaniach przedstawionych w artykule zastosowano następujące przekształcenie ilorazowe:

$$x_{ij} = \frac{\min_i \{x_{ij}^D\}}{x_{ij}^D},$$

gdzie $x_{ij}^D \neq 0$ jest wyjściową wartością j -tej destymulanty dla i -tego obiektu (tu województwa), natomiast x_{ij} to wynikająca z niej stymulanta, dla $i = 1, \dots, n$ oraz $j = 1, \dots, k$.

W badaniach normalizację przeprowadzono, wykorzystując następujące przekształcenie:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}},$$

gdzie z_{ij} to znormalizowana zmienna diagnostyczna.

Etap 3. Na bazie znormalizowanych zmiennych diagnostycznych wyznacza się zmienną syntetyczną (zagregowaną), stanowiącą podstawę sporządzenia rankingu. Również w tym przypadku jest wiele możliwych metod realizacji tego zadania przedstawionych w wymienionej wcześniej literaturze. Metody te dzielą się na dwie grupy: bezwzorcowe i wzorcowe.

Metody bezwzorcowe nie wykorzystują koncepcji obiektu wzorcowego i polegają na obliczeniu średniej lub średniej ważonej znormalizowanych zmiennych diagnostycznych:

$$q_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k z_{ij} \text{ lub } q_i = \sum_{j=1}^k w_j \cdot z_{ij}, \text{ przy czym } \sum_{j=1}^k w_j = 1,$$

gdzie q_i to zmienna syntetyczna dla i -tego obiektu, to waga przyjęta dla j -tej cechy. Wagi mogą być dobierane metodą ekspercką (Kukuła 2000, s. 65) lub na podstawie kryteriów statystycznych (np. Kisieleńska, 2018, s. 68–69).

W metodach wzorcowych natomiast wyróżnia się obiekty zwane wzorcami. Wzorce to hipotetyczne obiekty, dla których pojedyncze znormalizowane cechy przyjmują wartości maksymalne lub minimalne. Wzorce A^+ i A^- wyznacza się w sposób następujący:

$$A^+ = [v_1^+, v_2^+, \dots, v_k^+] : v_j^+ = \max_i v_{ij}, i = 1, \dots, n,$$

$$A^- = [v_1^-, v_2^-, \dots, v_k^-] : v_j^- = \min_i v_{ij}, i = 1, \dots, n.$$

Wyznaczenie tzw. współczynnika względnej bliskości (odpowiednika zmiennej syntetycznej) w metodzie TOPSIS wymaga obliczenia odległości każdego obiektu od obydwu wzorców. Również w tym przypadku można zastosować różne rozwiązania, czyli różne miary odległości, przy czym najczęściej używana jest odległość euklidesowa. Odległości i -tego obiektu od wzorców: d_i^+ i d_i^- oblicza się wówczas jako:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

a współczynnik względnej bliskości q_i dla i -tego obiektu określa formuła:

$$q_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}.$$

Wartości współczynników względnej bliskości określają pozycje obiektów w rankingu. Im większa jest wartość współczynnika, tym wyższa jest jego pozycja.

Do oceny siły liniowego związku między zmiennymi ilościowymi wykorzystuje się współczynnik korelacji Pearsona. Dla zmiennych x_i i x_i jego wartość jest równa:

$$r_{x_{l_1} x_{l_2}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{il_1} - \bar{x}_{l_1})(x_{il_2} - \bar{x}_{l_2})}{\sqrt{(x_{il_1} - \bar{x}_{l_1})^2} \sqrt{(x_{il_2} - \bar{x}_{l_2})^2}}$$

gdzie $\bar{x}_{l_1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{il_1}$ i $\bar{x}_{l_2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{il_2}$, to średnie wartości zmiennych x_{il_1} i x_{il_2} , obliczone z n obserwacji.

Do oceny siły związku między dwiema zmiennymi (cechami) zastosowano następującą propozycję Wasilewskiej (Wasilewska, 2011, s. 286):

- |r| ∈ (0, 0,2) – bardzo słaby związek liniowy (praktycznie brak związku),
- |r| ∈ (0,2, 0,4) – słaby związek liniowy,
- |r| ∈ (0,4, 0,6) – umiarkowany związek liniowy,
- |r| ∈ (0,6, 0,8) – silny związek liniowy,
- |r| ∈ (0,8, 1) – bardzo silny związek liniowy.

ZAŁOŻENIA I WYNIKI BADAŃ

Jako wielkości charakteryzujące stan systemu ochrony zdrowia w województwach wybrano liczbę łóżek szpitalnych, liczbę przychodni, wydatki na ochronę zdrowia w budżetach samorządów terytorialnych, liczbę personelu medycznego oraz wyposażenie w sprzęt medyczny w 2019 r. Wszystkie cechy, które podane były w wartościach bezwzględnych dla województw, przeliczono, uwzględniając liczbę mieszkańców.

W badaniach przyjęto, że personel oraz sprzęt medyczny również stanowią zjawiska złożone. Uznano, że proste sumowanie poszczególnych składowych tych wielkości nie jest odpowiednie i zastosowano procedurę tworzenia zmiennej syntetycznej, wybierając agregację bezwzorcową znormalizowanych zmiennych. Agregacja bezwzorcową dla tych złożonych zjawisk jest bardziej odpowiednia niż metoda TOPSIS, ponieważ poszczególne zmienne diagnostyczne mają podobne znaczenie (są to liczby medyków oraz sprzętu medycznego w województwach). Przeprowadzona następnie ich normalizacja ujednolici różnice w rzędach wielkości. Przyjęto, że liczby poszczególnych medyków i sprzętu medycznego są we wszystkich przypadkach stymulantami.

Do oceny ilościowego stanu kadry medycznej utworzono wskaźnik, który nazwano wskaźnikiem nasycenia kadrami medycznymi. We wskaźniku tym uwzględniono: liczbę lekarzy, dentystów, pielęgniarek, położnych, farmaceutów, diagnostów, fizjoterapeutów i ratowników. W procedurze agregującej zastosowano stałe wagi, zdając sobie sprawę z niedostatku takiej procedury.

Do oceny wyposażenia w sprzęt utworzono wskaźnik, który nazwano wskaźnikiem wyposażenia w sprzęt medyczny. Wskaźnik ten objął następującą aparaturę: gammakamery, sprzęt do wykonania badania PET, akceleratory liniowe, aparaty do brachyterapii bezpośredniej, tomografy komputerowe, sprzęt do wykonania rezonansu magnetycznego, mammografy, echokardiografy, elektroencefalograf, elektromiografy, litotryptery oraz angiografy cyfrowe. Również w tym przypadku podczas agregacji przyjęto stałe wagi, ze względu na trudności w merytorycznej ocenie ich indywidualnego wpływu na badane zjawisko złożone.

W tabeli 1 znajdują się wartości zmiennych diagnostycznych, na bazie których wyznaczono wskaźniki stanu systemu ochrony zdrowia w województwach. Przyjęto, że wszystkie składowe zmienne są stymulantami, a normalizację przeprowadzono przy użyciu przekształcenia (2). Następnie wyznaczono obydwa wzorce zgodnie z (4), oraz odległości od nich dla wszystkich województw według (5). Na tej podstawie dla każdego województwa obliczono współczynnik względnej bliskości, który jest miarą stanu opieki zdrowotnej. Na jego podstawie określono pozycje województw w sporządzonym rankingu. W tabeli umieszczono ponadto pozycje województw w rankingach sporządzonych oddzielnie dla każdej cechy. Pozwala to szybciej ocenić stan danego czynnika niż w drodze obserwacji jego wartości.

Trzy pierwsze pozycje w rankingu sporządzonym ze względu na stan opieki zdrowotnej zajmują kolejno województwa: mazowieckie, podlaskie i śląskie. Wysoką pozycję województwo mazowieckie zawdzięcza przede wszystkim bardzo wysokiemu poziomowi wydatków na ochronę zdrowia w budżecie (które są ponad dwa razy wyższe niż w województwie o najniższym ich poziomie – opolskim) oraz relatywnie dobremu wyposażeniu w sprzęt medyczny. Pozostałe wzięte pod uwagę cechy są także na dosyć dobrych poziomach (od 5 do 7 pozycji). Poziom miary syntetycznej dla mazowieckiego wyraźnie odstaje od jej poziomu w innych województwach.

Wysoka druga pozycja województwa podlaskiego wynika ze względnie wysokiego nasycenia kadrą medyczną, wysokiego poziomu wydatków na ochronę zdrowia w budżecie oraz dużej liczby przychodni. Województwo to zajęło bardzo wysoką pozycję w rankingu łącznym, mimo że wyposażenie w sprzęt medyczny jest tu bardzo słabe (przedostatnia pozycja). W województwie tym jest średnia liczba łóżek w szpitalach.

Województwo śląskie zajmuje pozycję trzecią, dzięki dużej liczbie łóżek szpitalnych, dobremu wyposażeniu w sprzęt oraz dużej liczbie przychodni na jego terenie. Pozostałe cechy są na poziomie nieco poniżej średniej.

Najniższe pozycje w rankingu zajęły województwa: opolskie, zachodniopomorskie oraz warmińsko-mazurskie. Ostatnie miejsce województwa opolskiego w rankingu wynika z najniższych wydatków na ochronę zdrowia w budżetach samorządów, małej liczby łóżek szpitalnych oraz bardzo małej liczby medyków.

Przedostatnia pozycja w rankingu województwa zachodniopomorskiego jest konsekwencją głównie niskich wydatków na ochronę zdrowia i małej liczby przychodni oraz łóżek szpitalnych.

Województwo warmińsko-mazurskie ma najmniej medyków ze wszystkich województw, mało sprzętu medycznego, niskie są tu też wydatki na ochronę zdrowia w budżetach samorządowych.

Sytuacja pozostałych województw, zajmujących pozycje od 4 do 13, jest zróżnicowana. Wskaźnik stanu systemu ochrony zdrowia przyjmuje w tej grupie wartości od 0,354 (województwo dolnośląskie) do 0,578 (lubelskie). Niedostatki ze względu na jedne cechy są rekompensowane przez inne. Nie ma województwa, w przypadku którego wartości wszystkich wziętych pod uwagę zmiennych diagnostycznych byłyby na poziomach podobnych do innych województw.

Tabela 1.

Wartości zmiennych diagnostycznych charakteryzujących stan systemu ochrony zdrowia w województwach, wskaźnik stanu systemu ochrony zdrowia oraz pozycje województw w rankingach

Województwo	Łóżka w szpitalach ogólnych na 10 tys. mieszkańców		Przychodnie na 10 tys. mieszkańców		Wydatki na ochronę zdrowia w budżetach samorządów na 1 mieszkańca		Wskaźnik nasycenia kadrami medyczną		Wskaźnik wyposażenia w sprzęt medyczny		Wskaźnik stanu systemu ochrony zdrowia	
	wart.	p.	wart.	p.	wart.	p.	wart.	p.	wart.	p.	wart.	p.
dolnośląskie	45	4	5,5	12	92	13	2,	8	2,6	11	0,35	13
kujawsko-pomorskie	43	10	4,4	16	116	7	1,9	11	3,3	3	0,50	6
lubelskie	47	2	5,8	6	120	6	2,2	2	3,1	5	0,58	4
lubuskie	39	13	5,7	8	122	5	1,6	15	3,3	4	0,51	5
łódzkie	47	3	6,6	1	102	11	2,1	3	2,5	12	0,45	7
małopolskie	40	12	5,6	9	83	15	2,1	7	2,9	6	0,36	12
mazowieckie	44	5	5,7	7	170	1	2,1	6	3,9	1	0,82	1
opolskie	39	14	5,6	10	74	16	1,7	14	2,6	9	0,24	16
podkarpackie	44	6	5,9	5	115	8	2,1	4	2,5	13	0,45	8
podlaskie	43	9	6,5	2	157	2	2,3	1	2,5	15	0,63	2
pomorskie	36	16	4,8	15	123	4	1,8	12	2,9	7	0,43	9
śląskie	52	1	6,2	3	108	9	2,0	9	3,8	2	0,61	3
świętokrzyskie	43	8	5,2	14	103	10	2,1	5	2,6	10	0,38	11
warmińsko-mazurskie	44	7	6,1	4	100	12	1,5	16	2,5	14	0,34	14
wielkopolskie	37	15	5,6	11	133	3	1,7	13	1,9	16	0,38	10
zachodniopomorskie	414	11	5,4	13	91	14	2,0	10	2,7	8	0,33	15

Legenda:

wart. – wartość danej zmiennej; p. – pozycja w rankingu

Źródło: opracowanie własne.

Wskaźnik stanu systemu ochrony zdrowia w województwach wskazuje na duże różnice między nimi. Dla województwa mazowieckiego, pierwszego w rankingu, jest on 3,5 większy niż dla opolskiego – ostatniego. Relacja między największymi i najmniejszymi wartościami pojedynczych cech wynosi 2,3 w przypadku wydatków na ochronę zdrowia w budżetach samorządów,

2,1 dla wskaźnika wyposażenia w sprzęt medyczny, oraz pomiędzy 1,4–1,5 dla pozostałych cech. Oznacza to, że poziom opieki zdrowotnej najbardziej różnicują wydatki na ochronę zdrowia w budżetach samorządów oraz wyposażenie w sprzęt medyczny.

Wskaźnik stanu zdrowia (przedstawiony w tabeli 2) wyznaczono na podstawie czterech zmiennych diagnostycznych. Były to: zachorowania na choroby zakaźne (bez grypy i gruźlicy), nowe przypadki zachorowania na gruźlicę, zachorowania na nowotwory złośliwe oraz liczba osób leczonych w szpitalach na choroby kardiologiczne. Wszystkie te zmienne podane były na 100 tys. mieszkańców. Ponieważ wszystkie zmienne są destymulantami, przekształcono je w stymulanty, stosując przekształcenie (1). Po ich normalizacji zgodnie z (2) zastosowano agregację bezwzorcową ze stałymi wagami. Im wartość wskaźnika stanu zdrowia dla województwa jest większa, tym lepszy jest stan zdrowia jego mieszkańców.

Zróznicowanie w przekroju wojewódzkim wskaźnika stanu zdrowia mieszkańców jest znacznie mniejsze niż wskaźnika stanu systemu ochrony zdrowia. Relacja między jego największą i najmniejszą wartością wynosi 1,55. Najlepsza sytuacja zdrowotna jest kolejno w województwach: zachodniopomorskim, dolnośląskim, pomorskim, mazowieckim, śląskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim i małopolskim, natomiast najgorsza w województwach: lubelskim, podkarpackim, świętokrzyskim, podlaskim, opolskim, łódzkim, lubuskim i kujawsko pomorskim.

W celu zbadania, czy i jaki jest związek stanu zdrowia ze stanem opieki zdrowotnej, obliczono dla wskaźników współczynnik korelacji Pearsona. Ma on wartość $-0,31$, co oznacza, że między wskaźnikami jest słaby związek liniowy. Ujemny znak współczynnika z jednej strony należy ocenić pozytywnie, wskazuje on bowiem na to, że w województwach o relatywnie słabej kondycji zdrowotnej mieszkańców opieka zdrowotna jest na względnie wysokim poziomie. Z drugiej strony jednak może być zinterpretowany jako wskazanie na niewydolność systemu, który nie daje sobie rady z wyrównaniem sytuacji zdrowotnej mieszkańców z różnych województw.

Śmiertelność na COVID-19 obliczono, mając na względzie znaczenie tego terminu w epidemiologii. Śmiertelność oblicza się jako iloraz liczby zgonów z powodu choroby w określonym czasie do liczby stwierdzonych przypadków

tej choroby w tym samym okresie (Beaglehole, Bonita, Kjellström, 1996, s. 21). Jest on jedną z miar wskazujących na ciężkość choroby. Zróznicowanie śmiertelności z powodu COVID-19 jest podobne do zróznicowania wskaźnika stanu zdrowia. Relacja między jego największą śmiertelnością w województwie lubelskim i najmniejszą w zachodniopomorskim wynosi 1,62.

Do zbadania związku między śmiertelnością na COVID-19 a stanem zdrowia mieszkańców województw zastosowano współczynnik korelacji, który ma wartość $-0,28$. Wskazuje to na słabą siłę liniowego związku między nimi. Znak ujemny oznacza, że wysokie śmiertelności z powodu COVID-19 są związane z niskimi wartościami wskaźnika stanu zdrowia dla województw. Aby dociec istoty związku między badanymi wielkościami, obliczono współczynniki korelacji pomiędzy śmiertelnością na COVID-19 a zmiennymi diagnostycznymi wykorzystanymi do obliczenia miary stanu zdrowia. Okazało się, że istnieje umiarkowany związek liniowy z zachorowaniami na choroby zakaźne (bez grypy i gruźlicy) – współczynnik korelacji wynosi $0,42$. W województwach, w których odporność na zakażenia jest słaba, występuje zwykle wyższa śmiertelność z powodu COVID-19. Jeśli chodzi o pozostałe cechy – nowe przypadki zachorowania na gruźlicę, zachorowania na nowotwory złośliwe oraz osoby leczone w szpitalach na choroby kardiologiczne – to praktycznie brak jest między nimi związku (współczynniki korelacji równe odpowiednio: $0,19$, $-0,02$ i $0,21$).

Współczynnik korelacji pomiędzy śmiertelnością na COVID-19, a stanem systemu ochrony zdrowia w województwach jest bardzo mały i wynosi $0,08$, co wskazuje na brak związku liniowego między tymi cechami. Można z tego wnioskować, że jednakowo rozłożono środki na walkę z pandemią, bez względu na to, jaki był wyjściowy stan systemu ochrony zdrowia w 2019 r. w województwach.

W związku z funkcjonującymi w obiegu publicznym doniesieniami o korelacji pomiędzy zachorowaniami na gripę i COVID-19 obliczono współczynnik korelacji pomiędzy śmiertelnością na COVID-19 a zachorowaniami na gripę na 1 tys. mieszkańców w 2019 r. Współczynnik ten jest równy $0,39$ i wskazuje na słaby, choć bliski umiarkowanemu, związek między tymi cechami. Województwa, w których zakażeń na gripę było więcej, cechują się niższą śmiertelnością na COVID-19.

Tabela 2.

Wskaźnik stanu zdrowia, śmiertelność z powodu COVID-19 oraz zachorowania na grypę na 1 tys. mieszkańców w województwach, a także pozycje województw ze względu na te cechy

Województwo	Wskaźnik stanu zdrowia		Śmiertelność na COVID-19 w %		Zachorowania na grypę w 2019 r.	
	wart.	p.	wart.	p.	wart.	p.
dolnośląskie	0,25	7	2,10	2	87	10
kujawsko-pomorskie	0,24	10	2,5	9	122	12
lubelskie	0,19	16	3,4	16	80	7
lubuskie	0,29	1	2,5	10	54	3
łódzkie	0,21	14	2,6	11	86	9
małopolskie	0,24	9	2,4	8	140	13
mazowieckie	0,22	12	2,2	4	160	14
opolskie	0,27	6	2,8	12	57	4
podkarpackie	0,25	8	3,3	15	37	1
podlaskie	0,29	2	2,9	13	72	6
pomorskie	0,23	11	2,2	3	360	16
śląskie	0,21	13	2,3	5	100	11
świętokrzyskie	0,20	15	3,1	14	84	8
warmińsko-mazurskie	0,28	5	2,3	6	59	5
wielkopolskie	0,28	3	2,4	7	206	15
zachodniopomorskie	0,28	4	2,1	1	52	2

Legenda:

wart. – wartość danej zmiennej; p. – pozycja w rankingu

Źródło: opracowanie własne.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pokazały, że w zakresie stanu systemu ochrony zdrowia występują duże różnice między województwami. Wprawdzie często niedobór w zakresie jednego czynnika jest rekompensowany przez inne, jednak kierunek podejmowanych działań powinien zmierzać do wyrównania

szans mieszkańców różnych województw. Przedstawione badania pokazały, w jakich obszarach występują niedomagania w poszczególnych województwach i mogą stanowić wskazówki, na czym należałoby się skoncentrować, aby tę sytuację poprawić.

Dysproporcje te nie wynikają z sytuacji zdrowotnej mieszkańców, którą charakteryzuje zróżnicowanie znacznie mniejsze. Współczynnik korelacji wskazuje, że w województwach o słabej kondycji zdrowotnej stan systemu ochrony zdrowia jest lepszy, choć związek ten należy ocenić jako słaby.

Z badań wynika, że śmiertelność na COVID-19 jest słabo ujemnie skorelowana ze wskaźnikiem stanu zdrowia mieszkańców. Spośród zmiennych diagnostycznych składających się na tę miarę najsilniejsza korelacja dotyczy zachorowań na choroby zakaźne (bez grypy i gruźlicy). Potwierdzono słaby związek między śmiertelnością na COVID-19 a zachorowaniami na gripę. W województwach o większej liczbie zachorowań na gripę w 2019 r. śmiertelność na COVID-19 była mniejsza.

Okazało się natomiast, że brak jest związku między śmiertelnością na COVID-19 a stanem systemu ochrony zdrowia. Oznacza to, że środki do walki z pandemią skierowano równomiernie, bez względu na poziom opieki zdrowotnej z czasu przed pandemią.

REFERENCES

- Beaglehole, R., Bonita, R., Kjellström, T. (1996). *Podstawy epidemiologii*. Łódź: Instytut Medycyny Pracy.
- Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M., Ignatius, J. (2012). *A state-of-the art survey of TOPSIS applications*. „Expert Systems with Applications”, No. 39, s. 13051–13069.
- Bober, B. (2016). *Bezpieczeństwo zdrowotne jako istotny komponent bezpieczeństwa państwa*. „Studia Nad Bezpieczeństwem”, nr 1, s. 33–64.
- Bromber, P. i in. (2019). *System ochrony zdrowia w Polsce*, wyd. II. Warszawa: CeDeWu.
- Dokument Roboczy Służb Komisji. Sprawozdanie krajowe – Polska 2020* (2020). Bruksela.
- Heitzman, J. (2020). *Wpływ pandemii COVID-19 na zdrowie psychiczne*. „Psychiatria Polska”, nr 54(2), s. 187–198.
- Hwang, C.L., Yoon K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Golinowska, S. (red.) (2012). *Polska: Zarys systemu ochrony zdrowia*. World Health Organization 2011, on behalf of the European Observatory on Health Systems and Policies, <http://akademia.nfz.gov/uploads.2016/03> (dostęp: 4.05.2021).
- Grabiński, T. (1992). *Metody taksonometrii*. Kraków: Wydawnictwo AE.
- Kisielińska, J. (2018). *Ocena sytuacji towarowych gospodarstw rolnych państw UE z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego*. „Problemy Rolnictwa Światowego”, nr 18(1), s. 66–79.
- Kukuła, K. (2000). *Metoda unitaryzacji zerowanej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Młodak, A. (2006). *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*. Warszawa: Difin.
- Nojszewska, E. (2011). *System ochrony zdrowia w Polsce*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska SA.
- Nowak, E. (1989). *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-ekonomicznych*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Panek, T. (2009). *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH.
- Paszowska, M. (2020). *Polski system ochrony zdrowia*. Warszawa: Difin.
- Raport: system ochrony zdrowia w Polsce – stan obecny i pożądane kierunki zmian* (2018). Departament Zdrowia Najwyższej Izby Kontroli.
- Ślęzak, D. i in. (2017). *Ochrona zdrowia w Polsce*. „Journal of Laboratory Diagnostics”, nr 53(2), s. 107–112.
- Walesiak, M. (2014). *Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej*. „Przegląd Statystyczny”, nr 61(4), s. 363–372.

- Walesiak, M., Gatnar, E. (red.) (2004). *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.
- Wasilewska, E. (2011). *Statystyka opisowa od podstaw*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Zdrowie i ochrona zdrowia w 2018 r. *Analizy Statystyczne* (2019). Warszawa, Kraków: GUS.
- Zgliczyński, W.S. (2012). *System ochrony zdrowia w Polsce – wybrane zagadnienia*. „Studia BAS”, nr 4(56), s. 9–46.

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

- Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (dostęp: 15.04.2021).
- GUS, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/zdrowie-i-ochrona-zdrowia-w-2019-roku,1,10.html> (dostęp: 15.04.2021).
- Wojewódzkie Stacje Sanitarno-Epidemiologiczne oraz Urzędy Wojewódzkie dostępne na portalu Koronawirus w Polsce (SARS-CoV-2), <https://koronawirusunas.pl/> (dostęp: 30.04.2021).

