

IDENTYFIKACJA POWIATÓW O NAJWIĘKSZYM RYZYKU ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ CHOROBY COVID-19 I OBCIĄŻENIA SŁUŻBY ZDROWIA W POLSCE

Lukasz Pietrych  <https://orcid.org/0000-0001-5053-3890>

Instytut Ekonomii i Finansów

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

e-mail: lukasz_pietrych@sggw.edu.pl

Streszczenie: Celem artykułu była identyfikacja powiatów charakteryzujących się najwyższym ryzykiem rozprzestrzeniania choroby COVID-19 oraz w konsekwencji obciążenia dla służby zdrowia. W badaniu oszacowano syntetyczny wskaźnik Hellwiga, który pozwolił na uporządkowanie regionów oraz wyszczególnienie tych z największym ryzykiem nadmiernego rozprzestrzeniania się epidemii. W artykule uwzględniono zestaw cech prostych charakteryzujących dany powiat, szczególnie istotna okazała się zmienna określająca natężenie ruchu turystycznego. Ponadto wyniki wskazują na nierówności pomiędzy obszarami wiejskimi a miejskimi.

Słowa kluczowe: wskaźnik syntetyczny Hellwiga, COVID-19, powiaty, zmienne społeczno-demograficzne

JEL classification: G11, G17

WSTĘP

Koronawirusa SARS-CoV-2 został w Polsce po raz pierwszy zidentyfikowany 4 marca 2020 r. Choroba wywołana przez ten wirus określana jako COVID-2019, charakteryzuje się wysokim stopniem zaraźliwości. Szacowany do tej pory współczynnik reprodukcyjnej R_0 waha się w różnych krajach na świecie w przedziale od 1,4 do 6,49 [Liu et al. 2020; Shim et al. 2020; Kuniya 2020; Prem et al. 2020; Huang et al. 2020; Wangping; Coronavirus disease 2019]. Jednocześnie szacowany ogólny współczynnik śmiertelności dla tej choroby oszacowano na poziomie 1,4% [Wu et al. 2020], przy czym wskaźnik ten jest znacząco zróżnicowany w poszczególnych grupach wiekowych. Od początku marca 2020 r.

<https://doi.org/10.22630/MIBE.2020.21.3.13>

patogen rozprzestrzenił się w całym kraju i zgodnie ze stanem na grudzień 2020 r. skumulowana zapadalność na COVID-19 w Polsce była jedną z najwyższych w Europie i obejmuje ponad 1,2 mln potwierdzonych przypadków.

W związku z powyższym, aby ograniczyć ryzyko pojawiania się lokalnych ognisk epidemii ważna jest identyfikacja powiatów o dużym potencjale rozprzestrzeniania się tej choroby. Wpływ na to może mieć wiele czynników geograficznych, demograficznych a nawet społeczno-gospodarczych, które mogą znacznie sprzyjać pojawianiu się nowym ognisk a w konsekwencji spowodować niekontrolowany wzrost liczby zarażonych. Oprócz czynników związanych z gęstością zaludnienia, wydarzenia z 2020 r. pokazują, iż czynnikiem niosącym ryzyko niekontrolowanego wybuchu pandemii może być przyjęcie rodzinne (wesela). Wzmożenie ruchu turystycznego w okresie przerw od nauki, może również generować dodatkowe ryzyko. Celem artykułu było opracowanie rankingu powiatów pod względem ryzyka rozprzestrzeniania się choroby COVID-19 oraz nadmiernego obciążenia dla służby zdrowia.

Oprócz identyfikacji powiatów o dużym potencjale wybuchu epidemii ze względu na każdą z wymienionych zmiennych osobno zastosowano wskaźnik syntetyczny Hellwiga w celu wyselekcjonowania powiatów, w których łącznie wszystkie czynniki mogą sprzyjać rozwojowi epidemii. Oznacza to, że powiaty z najwyższą wartością wskaźnika mogą wymagać ciągłego monitorowania w celu niedopuszczenia do niekontrolowanego wybuchu epidemii.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAWCZE

W badaniu wykorzystano dane zgromadzone w Banku Danych Lokalnych, który jest największą w Polsce bazą danych o gospodarce, społeczeństwie i środowisku [Bank Danych Lokalnych – GUS]. Wykorzystano następujące cechy proste: gęstość zaludnienia, udział ludności w wieku 60 lat i więcej w populacji ogółem, podmioty skupiające w swojej działalności duże grupy osób (przedsiębiorstwa zatrudniających co najmniej 250 osób, liczba szkół podstawowych i ponadpodstawowych oraz liczba domów pomocy społecznej), liczba turystów korzystających z noclegów na 1 tys. ludności oraz liczba zawartych małżeństw w danym powiecie w 2019 roku w przeliczeniu na 1 tys. mieszkańców.

W literaturze przedmiotu zaproponowano szereg metod porządkowania liniowego, celem tego artykułu nie było jednak porównywanie poszczególnych metod. W związku z powyższym, do badania wybrano jedną z pierwszych propozycji porządkowania liniowego przedstawioną przez Hellwiga [1968]. Należy jednak pamiętać, że oprócz licznych zastosowań metody, pojawiły się też uwagi krytyczne związane z ograniczeniami zastosowania tej metody. Przykładowo, występowanie obserwacji oddalonych cech prostych, ma istotny wpływ na zmniejszenie zakresu zmienności wartości konstruowanej cechy syntetycznej

i w rezultacie może powodować problemy dotyczące identyfikacji poziomów rozwoju zjawiska [Głowicka-Wołoszyn, Wysocki 2018].

Metody wielowymiarowej analizy statystycznej, a w tym metody porządkowania liniowego, są często stosowanymi narzędziami umożliwiającymi porównywanie obiektów niejednorodnych, których rozwój warunkowany jest różnymi zmiennymi, a literatura przedmiotu jest dość bogata (zob. [Łuniewska, Tarczyński 2006; Młodak 2006; Kompa 2014]). Miernik syntetyczny wzorcowej metody Hellwiga wyznaczany jest jako [Nowak 1990]:

$$\mu_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

gdzie

$$d_{i0} = \left[\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{0.5} \quad (2)$$

jest odległością każdego obiektu z_{ij}^1 od obiektu wzorca z_{0j} wyznaczonego jako wartość maksymalna dla cech będących stymulantami:

$$d_0 = \bar{d}_0 + 2s(d_0), \quad (3)$$

przy czym

$$\bar{d}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{i0}, \quad (4)$$

zaś

$$s(d_0) = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2 \right]^{0.5}. \quad (5)$$

WYNIKI BADAŃ

Charakterystyka społeczno-demograficzna powiatów

Do pomiaru gęstości zaludnienia w poszczególnych powiatach wykorzystano cechę liczba ludności/km². Na obszarach o dość dużym zagęszczeniu ludności pojawienie się osoby zarażonej może prowadzić do dość szybkiej transmisji wirusa. Do powiatów z najwyższą gęstością zaludnienia (z wyłączeniem miast na prawach powiatu) należy zaliczyć powiaty zlokalizowane w centralnej i południowej części kraju, a w szczególności powiaty:

- wodzisławski, mikołowski, będziński, oświęcimski, bieruńsko-lędzkiński, bielski, rybnicki chrzanowski, wielicki oraz legionowski.

¹ z_{ij} – to zmienna poddana normalizacji zgodnie ze wzorem $z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$.

Biorąc pod uwagę ten czynnik powiaty (poza kilkoma wyjątkami) w województwach podlaskim, warmińsko-mazurskim oraz lubuskim cechują najmniejszym ryzykiem (rys. 1).

W celu identyfikacji powiatów z niekorzystną strukturą wiekową wykorzystano cechę opisującą udział ludności w wieku 60 i więcej lat. Powiaty z najbardziej niekorzystną strukturą wiekową zlokalizowane są w województwach świętokrzyskim, łódzkim i podlaskim. W szczególności są to powiaty (bez miast na prawach powiatów):

- hajnowski, skarżyski, ostrowiecki, krasnostawski, będziniński, kłodzki, zawierciański, dzierzoniowski, bielski oraz pińczowski.

Powiaty o niesprzyjającej rozwoju epidemii strukturze wiekowej znajdują się prawie w całym województwie pomorskim oraz małopolskim (rys. 2).

Do identyfikacji powiatów, w których zlokalizowanych jest najwięcej podmiotów skupiających duże grupy osób (najczęściej w jednym budynku) wykorzystano cechy opisujące liczbę podmiotów zatrudniających powyżej 250 osób, liczbę szkół podstawowych oraz ponadpodstawowych² oraz liczbę domów pomocy społecznej (DPS-ów)³. Powiaty, w których sumarycznie zlokalizowanych jest najwięcej tego typu podmiotów znajdują się głównie w województwach małopolskim i śląskim. W szczególności są to:

- powiat krakowski, poznański, nowotarski, tarnowski, nowosądecki, kielecki, rzeszowski, cieszyński, kłodzki oraz żywiecki.

W tym przypadku nie da się wyróżnić żadnego województwa, w których powiaty mogą nie być zbyt narażone działaniem tego czynnika (rys. 3).

Do zmierzenia natężenia ruchu turystycznego w poszczególnych powiatach wykorzystano cechę prezentującą liczbę turystów korzystających z noclegów na 1 tys. ludności. Biorąc pod uwagę tę cechę należy stwierdzić, że do grupy powiatów obarczonych największym ryzykiem rozprzestrzeniania się choroby należy zaliczyć powiaty turystyczne zlokalizowane na wybrzeżu oraz południowych krańcach kraju, a w szczególności powiaty:

- tatrzański, jeleniogórski, kołobrzeski, leski, kamieński, bieszczadzki, mrągowski, gryficki, nowodworski oraz pucki.

² Nie uwzględniono uczelni wyższych, ponieważ są one zlokalizowane głównie w dużych ośrodkach miejskich. Do największych „miasteczek akademickich” należy zaliczyć miasteczka w Krakowie oraz Lublinie.

³ Samych DPS-ów najwięcej zlokalizowanych jest w powiatach (z wyłączeniem miast na prawach powiatu): cieszyńskim, krakowskim, tarnowskim, kłodzkim, tczewskim oraz myśliborskim.

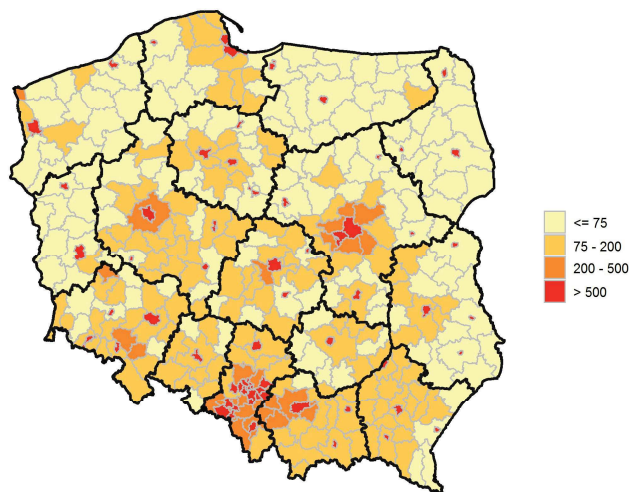
Należy zwrócić uwagę, że powiaty te mogą stanowić miejsca zakażeń oraz rozprzestrzeniania się choroby w głąb kraju tym bardziej, że najbliższe tygodnie to sezon urlopowy (rys. 4).

Informacje o ostatnich ogniskach zarażenia, które wystąpiły po zezwoleniu na organizację przyjęć rodzinnych, wskazują na kolejny czynnik zarażeń, jakim są przyjęcia weselne. W celu identyfikacji powiatów o możliwie dużym natężeniu takich przyjęć (przy założeniu, że liczba zawieranych małżeństw jest stała w czasie), wykorzystano cechę odzwierciedlającą liczbę zawartych małżeństw w danym powiecie w przeliczeniu na 1 tys. mieszkańców w 2019 roku. Biorąc pod uwagę wyżej wymieniony czynnik należy stwierdzić, że do grupy powiatów obarczonych największym ryzykiem rozprzestrzeniania się choroby należy zaliczyć następujące powiaty:

- limanowski, kartuski, rycki, bocheński, lubaczowski, kołobrzeski, nowosądecki, suski, łukowski oraz siedlecki.

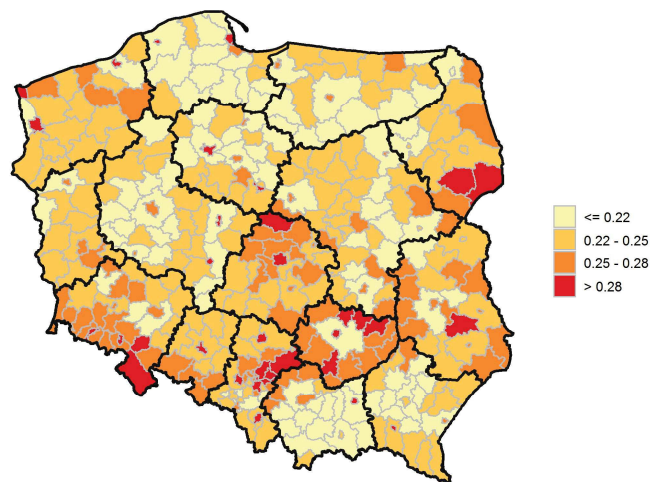
Przy założeniu, iż liczba zawieranych małżeństw nie zmienia się w kolejnych latach powiaty, w których notowana może być zwiększona liczba przyjęć weselnych znajdują się m.in. w województwie małopolskim oraz wielkopolskim (rys. 5).

Rysunek 1. Gęstość zaludnienia w układzie powiatów w Polsce w 2019 roku



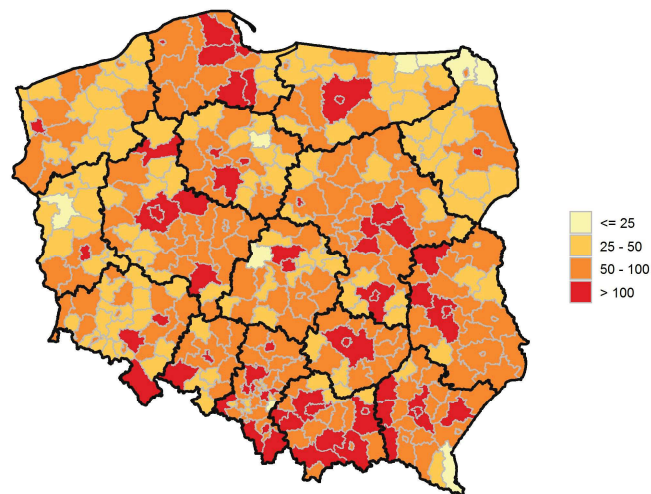
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS [dostęp: 20.11.2020]

Rysunek 2. Udział ludności w wieku 60 lat i więcej w ludności ogółem w układzie powiatów w 2018 r.



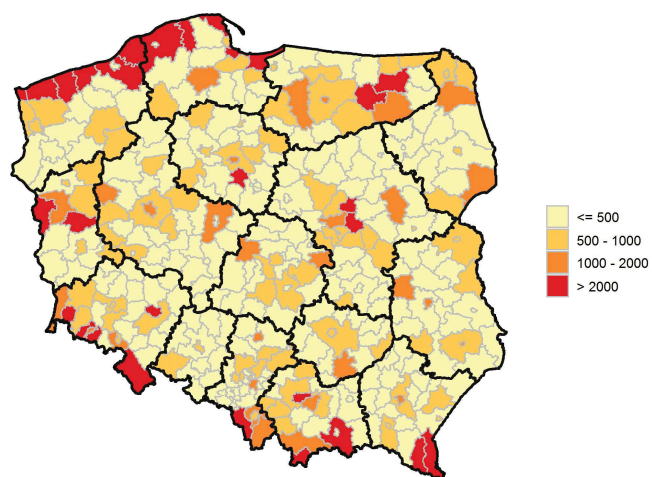
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS [dostęp: 20.11.2020]

Rysunek 3. Powiaty z największą liczbą potencjalnych skupisk ludności w układzie powiatów w 2019 r.



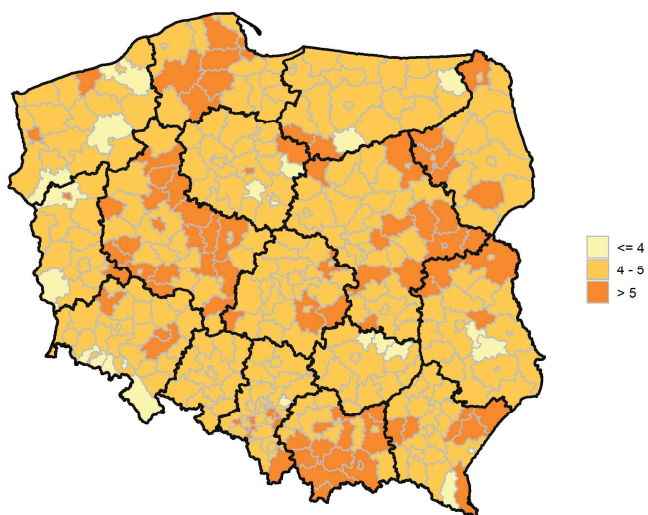
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS [dostęp: 20.11.2020]

Rysunek 4. Liczba turystów korzystających z noclegów na 1 tys. ludności w układzie powiatów 2018 r.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS [dostęp: 20.11.2020]

Rysunek 5. Rozkład liczby zawartych małżeństw w przeliczeniu na 1 tys. mieszkańców w układzie powiatów w 2019 r.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS [dostęp: 20.11.2020]

Syntetyczna ocena poziomu ryzyka rozprzestrzeniania się choroby COVID-19 w układzie powiatów

Wykorzystując wyżej wspomniane cechy do próby identyfikacji powiatów o szczególnych cechach, które mogą sprzyjać powstawaniu ognisk zarażenia, dokonano ich agregacji i wyznaczono syntetyczny wskaźnik Hellwiga. Wskaźnik ten ma na celu wyznaczyć miarę, która pozwoli porównać wszystkie powiaty między sobą biorąc pod uwagę wszystkie czynniki łącznie. Powiaty z najwyższym wskaźnikiem należy zaliczyć do grupy powiatów o dużym ryzyku rozprzestrzeniania się choroby, są to w szczególności:

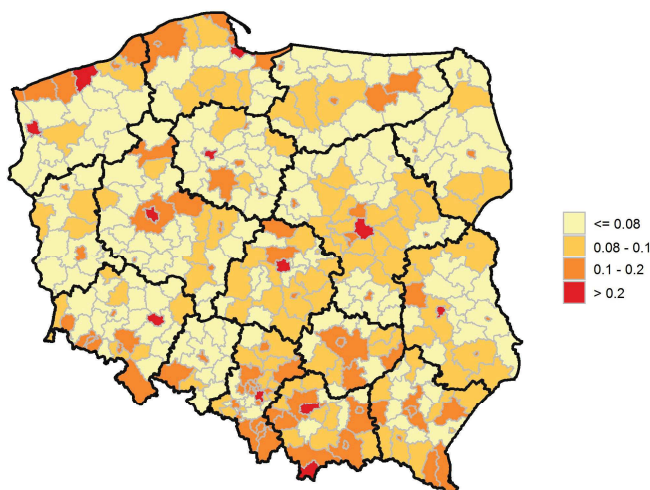
- duże miasta wojewódzkie oraz miasta na prawach powiatu,
- powiaty z największym ryzykiem dominują w województwach: małopolskim, śląskim oraz łódzkim,
- po wyłączeniu miast na prawach powiatów, powiaty z największym ryzykiem to m.in.: powiat kołobrzeski, tatrzański, jeleniogórski, cieszyński, kamieński, kłodzki, bieszczadzki, mrągowski, leski oraz gryficki.

Tabela 1. Cechy charakterystyczne wybranych powiatów z największym ryzykiem rozprzestrzeniania się choroby

Powiat	Województwo	Cecha charakterystyczna
powiat kołobrzeski	zachodniopomorskie	wysokie natężenie ruchu turystycznego, wysoka względna liczba małżeństw oraz wysoki udział ludności w wieku 60+
powiat tatrzański	małopolskie	wysokie natężenie ruchu turystycznego
powiat jeleniogórski	dolnośląskie	wysokie natężenie ruchu turystycznego oraz wysoki udział ludności w wieku 60+
powiat cieszyński	śląskie	duża liczba potencjalnych skupisk ludności, wysokie natężenie ruchu turystycznego oraz wysoka gęstość zaludnienia
powiat kamieński	zachodniopomorskie	wysokie natężenie ruchu turystycznego oraz wysoki udział ludności w wieku 60+
powiat kłodzki	dolnośląskie	duża liczba potencjalnych skupisk ludności, wysokie natężenie ruchu turystycznego oraz wysoki udział ludności w wieku 60+
powiat bieszczadzki	podkarpackie	wysokie natężenie ruchu turystycznego
powiat mrągowski	warmińsko-mazurskie	wysokie natężenie ruchu turystycznego
powiat leski	podkarpackie	wysokie natężenie ruchu turystycznego
powiat gryficki	zachodniopomorskie	wysokie natężenie ruchu turystycznego

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 6. Powiaty z największym ryzykiem rozprzestrzeniania się choroby (najwyższy wskaźnik)



Granice klas topologicznych stanowią kwartyle.

Źródło: opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Ponieważ epidemia może obciążyć systemy opieki zdrowotnej, identyfikacja regionów, w których spodziewane obciążenie chorobami może być wysokie w porównaniu z resztą kraju, ma kluczowe znaczenie dla umożliwienia optymalnej dystrybucji zasobów opieki medycznej. W badaniu zidentyfikowano kilka regionów szczególnie narażonych na nadmierne ryzyko rozprzestrzeniania się choroby (biorąc od uwagę gęstość zaludnienia, strukturę wiekową, potencjalne skupiska ludności, natężenie ruchu turystycznego oraz liczbę zawieranych małżeństw w roku poprzednim). Do tej grupy należy zaliczyć powiaty: kołobrzeski, tatrzański, jeleniogórski, cieszyński, kamieński, kłodzki, bieszczadzki, mągowski, leski oraz gryficki. Taki stan zdeterminowany jest głównie wysokim natężeniem ruchu turystycznego. Ponadto wyniki wskazują na nierówności pomiędzy obszarami wiejskimi a miejskimi. Przetawione badania w kolejnym kroku powinny być uzupełnione o przestrzenną analizę dostępności do opieki medycznej, co umożliwi identyfikację regionów z największym ryzykiem i obciążeniem dla opieki medycznej choroba COVID-19.

BIBLIOGRAFIA

- European Centre for Disease Prevention and Control (2020) Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic: Increased Transmission in the EU/EEA and the UK – Seventh Update, 25, Stockholm: ECDC.
- Głowicka-Wołoszyn R., Wysocki F. (2018) Problem identyfikacji poziomów rozwoju w zagadnieniu konstrukcji cechy syntetycznej. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 508, 56-65.
- Hellwig, Z. (1968) Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr. *Przegląd Statystyczny*, 4, 307-327.
- Huang Y., Yang L., Dai H., Tian F., Chen K. (2020) Epidemic Situation and Forecasting of COVID-19 in and outside China. [Preprint]. *Bull World Health Organ.* doi: 10.2471/BLT.20.255158.
- Kompa K. (2014) Zastosowanie mierników taksonomicznych do oceny efektywności finansowej giełd europejskich w latach 2002-2011. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych* 15(4), 52-61.
- Kuniya T. (2020) Prediction of the Epidemic Peak of Coronavirus Disease in Japan, 2020. *J Clin Med.*, 9(3):789. doi: 10.3390/jcm9030789.
- Liu Y., Gayle A., Wilder-Smith A., Rocklöv J. (2020) The Reproductive Number of COVID-19 is Higher Compared to SARS Coronavirus. *Journal of Travel Medicine*, 27(2), 1-7. doi: 10.1093/jtm/taaa021.
- Luniewska M., Tarczyński W. (2006) *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Młodak A. (2006) *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Warszawa: Difin.
- Nowak E. (1990) *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Prem K., Liu Y., Russell T. W., Kucharski A. J., Eggo R. M., Davies N., Centre for the Mathematical Modelling of Infectious Diseases COVID-19 Working Group, Jit M., Klepac P. (2020) The effect of control strategies to reduce social mixing on outcomes of the COVID-19 epidemic in Wuhan, China: a modelling study. *Lancet Public Health*, 5(5) 261-270. doi: 10.1016/S2468-2667(20)30073-6.
- Shim E., Tariq A., Choi W., Lee Y., Chowell G. (2020) Transmission Potential and Severity of COVID-19 in South Korea. *International Journal of Infectious Diseases*, 93, 339-344. doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.031.
- Wangping J., Ke H., Yang S., Wenzhe C., Shengshu W., Shanshan Y., Jianwei W., Fuyin K., Penggang T., Jing L., Miao L., Yao H. (2020) Extended SIR Prediction of the Epidemics Trend of COVID-19 in Italy and Compared With Hunan, China. *Front Med (Lausanne)*, 6, 7:169. doi: 10.3389/fmed.2020.00169.
- Wu J.T., Leung K., Bushman M. et al. (2020) Estimating Clinical Severity of COVID-19 from the Transmission Dynamics in Wuhan, China. *Nat Med* 26, 506-510. doi: 10.1038/s41591-020-0822-7.

**IDENTIFICATION OF COUNTIES WITH THE HIGHEST RISK
OF SPREADING COVID-19 DISEASE IN POLAND**

Abstract: The aim of the article was to identify counties with the highest risk of spreading the COVID-19 disease and, consequently, burdening the health service. The study estimated the synthetic Hellwig index, which allowed for the ordering of the regions and for identifying those with the highest risk of over-spreading epidemics. The article takes into account a set of simple features characterizing a given county, the variable determining the intensity of tourist traffic turned out to be particularly important. Moreover, the results show inequalities between rural and urban areas.

Keywords: Hellwig's synthetic index, COVID-19, counties, socio-demographic variables

JEL classification: G11, G17