

ZANURZANIE OBSERWACJI W PRÓBIE W OCENIE ZRÓŻNICOWANIA PRZESTĘPCZOŚCI PRZECIWKO MIENIU ORAZ STOPY BEZROBOCIA W POLSCE

Małgorzata Kobylińska
Wydział Nauk Ekonomicznych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
e-mail: angosiak@poczta.onet.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wykorzystanie koncepcji zanurzania obserwacji w próbie w analizie danych dotyczących liczby przestępstw przeciwko mieniu oraz stopy bezrobocia. Dokonano rangowania województw względem oddalenia od centralnego skupienia zbiorów danych. Wykresy oparte na miarach zanurzania obserwacji w próbie pozwoliły na zobrazowanie pewnych własności tych danych.

Słowa kluczowe: zanurzania obserwacji w próbie, miara zanurzania Tukeya, miara zanurzania simpleksowego Liu, kontury zanurzania

WSTĘP

We współczesnym świecie przestępczość jest jednym z głównych problemów społecznych. Kluczowe staje się wykrywanie przestępczości oraz jej zapobieganie. Zauważyć można wzrost zainteresowania tym zagadnieniem przez społeczeństwo, organy ścigania jak i ośrodki badań naukowych [Sztudynger i Sztudynger 2003].

Przestępczość ma istotny wpływ na codzienne życie lokalnych społeczności oraz całego społeczeństwa. Zasadniczo wpływa na poczucie bezpieczeństwa, które jest podstawowym wyznacznikiem jakości życia.

Przestępstwa przeciwko mieniu pojmowane są jako napady na własność lub inne prawa majątkowe m.in. kradzieże, włamania, paserstwa, rozboje lub niszczenie mienia. Istotą tych przestępstw jest spowodowanie poszkodowanemu straty majątkowej [Zawłocki 2011]. Na przestępczość przeciwko mieniu istotny wpływ ma wiele czynników mających charakter społeczno-ekonomiczny.

Bezrobociu przypisuje się ważną rolę na kształtowanie jego poziomu [patrz np. Szczepaniec 2011, Kędziołka 2014].

Zachowania przestępcze przybierają coraz nowsze, bardziej skomplikowane i szkodliwe formy. Istotną rolę w walce z przestępczością odgrywają badania empiryczne, które powinny być wykorzystywane przez instytucje i organizacje, których celem jest jej zwalczanie i zapobieganie. Badania nad przestępczością, mają na celu określenie czynników na nią wpływających oraz możliwości jej zapobiegania [Hołyst 2016].

Celem artykułu jest zaprezentowanie przykładu empirycznego, który ilustruje zastosowanie miar i konturów zanurzania obserwacji w próbie w analizie danych wielowymiarowych. W tym celu wykorzystano dane liczbowe dotyczące liczby przestępstw przeciwko mieniu oraz stopy bezrobocia w województwach Polski. Przykłady wykorzystania zanurzania w analizie danych wielowymiarowych zamieszczone zostały między innymi w pracy Kosiorowskiego [2012].

TEORETYCZNE PODSTAWY ZANURZANIA OBSERWACJI W PRÓBIE

Pojęcie zanurzania obserwacji w próbie zostało wprowadzone przez Tukeya [1975]. Stało się ono inspiracją do napisania wielu prac z tego zakresu. Zanurzanie obserwacji w próbie umożliwia porządkowanie punktów w wielowymiarowej przestrzeni cech względem centrum rozkładu lub może być wykorzystywane jako narzędzie do wizualizacji danych wielowymiarowych [Donoho i Gasko 1992]. Charakterystyka kryteriów wyznaczania miary zanurzania obserwacji w próbie, jej własności oraz przykłady jej zastosowania zamieszczone zostały między innymi w pracach Liu i in. [1999], Zuo i Serfling [2000], Mosler [2002].

Niech P_n^p określa próbę p -wymiarową o liczebności n , która pochodzi z pewnego p -wymiarowego rozkładu określonego dystrybuantą F_p . Każdy punkt próby x_{ij} rozumiany jest jako wartość j -tej zmiennej, która zaobserwowana została dla i -tego obiektu. W artykule miary zanurzania zostały wyznaczone dla każdego punktu θ (województwa) należącego do danych zbiorów danych. W szczególności punkt θ może być dowolnym punktem z przestrzeni rzeczywistej R^p .

W literaturze przedmiotu zdefiniowane zostały różne kryteria wyznaczania miary zanurzania obserwacji w próbie. Przedstawione zostaną definicje zanurzania obserwacji w próbie, które wykorzystano w niniejszej pracy.

Miarą zanurzania sympleksowego Liu [Liu 1990] ($Lzan_p$) punktu θ w próbie P_n^p nazywamy funkcję

$$Lzan_p(\theta, P_n^p) = \left(\binom{n}{p+1} \right)^{-1} \sum_{1 \leq i_1 < i_2 < \dots < i_{p+1} \leq n} I[\theta \in \Delta(x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_{p+1}})], \quad (1)$$

gdzie $\Delta(x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_{p+1}})$ są domkniętymi sympleksami wyznaczonymi przez $p+1$ punktów próby, natomiast $I[A]$ jest funkcją wskaźnikową przyjmującą wartość 1, jeżeli punkt θ należy do sympleksu, lub wartość 0 w przeciwnym przypadku.

Minimalną liczbę punktów należących do zamkniętej półprzestrzeni, której linia rozdzielająca przechodzi przez punkt θ nazywamy półprzestrzenią zanurzenia H_p punktu $\theta \in R^p$ próby P_n^p .

Miarą zanurzenia Tukeya [Tukey 1975] ($Tzan_p$) punktu θ w próbie P_n^p nazywamy funkcję

$$Tzan_p(\theta, P_n^p) = \frac{1}{n} \inf_{H_p} \{ \theta \in H_p \}, \quad (2)$$

gdzie H_p jest domkniętą półprzestrzenią w R^p i $\theta \in H_p$.

Wartości miary zanurzenia obserwacji w próbie są nieujemne i ograniczone, należą do przedziału od 0 do 1. Pozwalają na uporządkowanie obserwacji względem centrum próby. Wyższe wartości miary zanurzenia odpowiadają obserwacjom położonym bardziej centralnie w danej „chmurze danych” niższe obserwacjom, które są najbardziej oddalone od tego centrum, ze względu na wysokie lub niskie wartości cech diagnostycznych.

Konturem zanurzenia stopnia k nazywamy zbiór

$Con_k = \{ \theta : zan_p(\theta, P_n^p) = k \}$ dla $k=1, 2, \dots, [n/2]$, gdzie $[n/2]$ jest częścią całkowitą liczby $n/2$, natomiast k minimalną liczbę punktów należących do półprzestrzeni H_p .

Wierzchołki konturów zanurzenia wyznaczone są przez punkty przecięcia prostych, będących krawędziami półpłaszczyzn o określonej wartości zanurzenia. Wierzchołki zewnętrznego wielokąta (powłoki wypukłej) zostały wyznaczone przez obserwacje, dla których zanurzenie Tukeya wynosi zero. Szczegółowo konstrukcja konturów zanurzenia w przypadku dwuwymiarowym została przedstawiona w pracy Rousseeuwa i Ruts [1996]. Metody wyznaczania miar zanurzenia w przypadku dwuwymiarowym zaprezentowano również przez Wagnera i Kobylińską [2002].

Wykres pudełkowy dla danych dwuwymiarowych został zaproponowany przez Rousseeuwa i in. [1999]. Do jego konstrukcji wykorzystywane są półpłaszczyzny zanurzenia Tukeya. Głównym elementem wykresu jest wielokąt zawierający 50% obserwacji, którym odpowiadają najwyższe wartości zanurzenia Tukeya. Wewnątrz tego wielokąta zaznaczono medianę Tukeya, punkt o maksymalnej wartości zanurzenia.

Kontury zanurzenia mogą być wykorzystywane do wizualizacji danych wielowymiarowych. Umożliwiają zobrazowanie pewnych własności zbiorów

danych między innymi punktu centralnego skupienia (mediany Tukeya), wielkości rozproszenia lub symetrii analizowanych zbiorów danych. Kształt i orientacja konturów zanurzania wskazują na siłę i kierunek zależności pomiędzy badanymi zmiennymi [Chabana i Ouarda 2011].

Wybrane kryteria wyznaczania miary zanurzania obserwacji w próbie zostały porównane na materiale empirycznym w pracy Kobylińskiej [2006].

WYNIKI BADAŃ

Do analizy wykorzystano dane zawarte w Banku Danych Lokalnych GUS z lat 2005, 2010 i 2015. Do obliczenia wartości miar zanurzania (tabela 3) oraz sporządzenia wykresów opartych na zanurzeniu obserwacji w próbie (rysunek 1 i 2), wykorzystane zostały pakiety środowiska R: „depth” autorstwa Maxime Genest, Jean-Claude Masse, Jean-Francois Plante¹, „depthproc” autorstwa Daniela Kosiorowskiego, Mateusza Bociana, Anny Wegrzynowskiej i Zygmunta Zawadzkiego² oraz „mrfDepth” autorstwa Pietera Segarta, Mia Hubert, Petera Rousseuwa, Jakoba Raymaekersa i Kaveha Vakilia³. Wstępna analiza statystyczna została przeprowadzona z wykorzystaniem pakietu statystycznego Statistica PL.

Do analizy przyjęto następujące zmienne diagnostyczne:

Y - liczba przestępstw przeciwko mieniu stwierdzonych przez Policję w zakończonych postępowaniach przygotowawczych, przypadająca na 1000 mieszkańców,

X - stopa bezrobocia ogółem (%)

Wartości prezentowanych zmiennych zestawiono w tabeli 1.

Zaobserwować można w danych latach tendencję spadkową liczby przestępstw przeciwko mieniu w województwach (tabela 1). Największa liczba przestępstw w przeliczeniu na 1000 mieszkańców występowała w województwach dolnośląskim oraz pomorskim. W województwach tych w latach 2010 i 2015 zanotowano wartość stopy bezrobocia poniżej przeciętnej w kraju. Najwyższą wartością tej cechy w danych latach charakteryzowało się województwo warmińsko-mazurskie. Najniższy wskaźnik przestępstw przeciwko mieniu zanotowano w województwie podkarpackim. Jego wartość w 2005 roku była ponad dwukrotnie niższa w porównaniu ze średnią w kraju. W tym roku przeciętna liczba przestępstw przeciwko mieniu na 1000 mieszkańców w Polsce była wyższa od odnotowanej w 2015 roku o 45,34%. Największy spadek stopy bezrobocia w 2015 roku w porównaniu z rokiem 2005 (o ponad 10 p.p.) odnotowano w województwach dolnośląskim, lubuskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim oraz

¹ <https://cran.r-project.org/web/packages/depth/index.html> [dostęp: 15.06.2017]

² <https://cran.r-project.org/web/packages/DepthProc/index.html> [dostęp: 15.06.2017]

³ <https://cran.r-project.org/web/packages/mrfDepth/index.html> [dostęp: 15.06.2017]

zachodniopomorskim. W roku 2015 w czterech województwach (kujawsko-pomorskim, małopolskim, pomorskim, zachodniopomorskim) liczba przestępstw przeciwko mieniu przypadająca na 1000 mieszkańców zmniejszyła się o ponad 50% w porównaniu z rokiem 2005.

Tabela 1. Wartości liczbowe zmiennych

Lp.	Województwo	2005		2010		2015	
		Y	X	Y	X	Y	X
1	Dolnośląskie	24,56	20,60	23,00	13,10	17,01	8,50
2	Kujawsko-pomorskie	22,41	22,30	15,16	17,00	10,12	13,20
3	Lubelskie	14,00	17,00	9,82	13,10	7,16	11,70
4	Lubuskie	19,60	23,00	17,31	15,50	13,75	10,50
5	Łódzkie	21,40	17,90	14,64	12,20	11,15	10,30
6	Małopolskie	21,09	13,80	15,19	10,40	10,34	8,30
7	Mazowieckie	24,20	13,80	14,97	9,70	12,36	8,30
8	Opolskie	17,93	18,70	15,65	13,60	10,74	10,10
9	Podkarpackie	9,98	18,50	7,91	15,40	6,65	13,20
10	Podlaskie	12,64	15,60	9,89	13,80	7,32	11,80
11	Pomorskie	28,76	19,20	21,31	12,30	12,62	8,90
12	Śląskie	26,94	15,50	21,22	10,00	14,15	8,20
13	Świętokrzyskie	16,88	20,60	10,44	15,20	9,01	12,50
14	Warmińsko-mazurskie	17,29	27,20	13,84	20,00	10,52	16,20
15	Wielkopolskie	18,92	14,60	13,79	9,20	10,81	6,10
16	Zachodniopomorskie	24,20	25,60	18,21	17,80	11,63	13,10

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Współczynniki zmienności (tabela 2) świadczą o najsilniejszym przestrzennym zróżnicowaniu badanych zmiennych w 2005 roku. Największe zakresy zmienności analizowanych zmiennych odnotowano w 2005 roku, 18,78 przestępstw przeciwko mieniu na 1000 mieszkańców oraz 13,4 % w przypadku stopy bezrobocia.

Tabela 2. Charakterystyki liczbowe badanych zmiennych

Charakterystyki	2005		2010		2015	
	Y	X	Y	X	Y	X
Minimum	9,98	13,80	7,91	9,20	6,65	6,10
Maksimum	28,76	27,20	23,00	20,00	17,01	16,20
Średnia	20,05	18,99	15,15	13,64	10,96	10,68
Współczynnik zmienności	28,76	27,20	23,00	20,00	17,01	16,20
Odchylenie standardowe	5,18	4,05	4,36	3,07	2,72	2,60

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 3 zamieszczone zostały wartości miar zanurzania Tukeya oraz sympleksowego Liu wyznaczone według wzorów 1 i 2. Obok w kolumnach podano numery województw (W) zgodnie z tabelą 1. Zauważyć można, że niektórym województwom odpowiadają jednocześnie wartości miary zanurzania Tukeya

równe zero (województwa te są wierzchołkami powłok wypukłych rozpatrywanych zbiorów danych) oraz najniższe wartości miary zanurzania Liu. Wśród jednostek będących wierzchołkami powłoki wypukłej mogą występować obserwacje nietypowe. Województwa, którym odpowiadają najwyższe wartości miary zanurzania położone są najbardziej centralnie w zbiorach danych i wyznaczają mediany dwuwymiarowe tych zbiorów. W kolejnych latach mediany zostały wyznaczone przez województwa łódzkie oraz opolskie. Kwartył pierwszy i kwartył trzeci wyznaczone dla miar zanurzania sympleksowego Liu pozwoliły na utworzenie trzech klas województw ze względu na ich wartości. W tabeli 3 podano numery klas (KL_{2005} , KL_{2010} , KL_{2015}), do których należą dane województwa. Można przyjąć, że jednostki należące do tych samych klas są podobnie oddalone od centralnego skupienia zbiorów danych, wyznaczonego przez mediany zanurzania Liu.

Województwa podkarpackie i warmińsko-mazurskie we wszystkich badanych latach należą do klasy pierwszej. Są one najbardziej oddalone od centralnego skupienia zbiorów danych ze względu na najmniejszą liczbę przestępstw przeciwko mieniu przypadającą na 1000 mieszkańców (województwo podkarpackie) oraz najwyższe wartości stopy bezrobocia (województwo warmińsko-mazurskie). Województwom dolnośląskiemu i lubelskiemu, które w 2005 roku należały do drugiej klasy, w kolejnych latach odpowiadały najniższe wartości miary zanurzania. Charakteryzują się one znacznym spadkiem stopy bezrobocia (województwo dolnośląskie) oraz małą liczbą przestępstw przeciwko mieniu (województwo lubelskie). Najwyższe wartości miary zanurzania we wszystkich badanych latach odpowiadają województwom łódzkiemu i opolskiemu. Położone są one najbardziej centralnie w „chmurze danych”. Można przyjąć, że wartości liczbowe wskaźnika przestępstw przeciwko mieniu oraz stopy bezrobocia osiągnęły w tych województwach w danych latach najbardziej typowe wartości.

Zanurzanie Tukeya zostało wykorzystane do sporządzenia wykresów konturów zanurzania (rysunek 1) oraz wykresów pudełkowych sporządzonych dla danych dwuwymiarowych (rysunek 2).

Wykresy te pozwalają na uchwycenie kilku charakterystycznych własności zbiorów danych. Kształt i orientacja konturów zanurzania wskazują na ujemną korelację pomiędzy zmiennymi w 2010 i 2015 roku, przy czym silniejsza jest ona w ostatnim badanym roku. Kształt konturów zanurzania w 2005 roku jest bardziej okrągły w porównaniu z pozostałymi latami, korelacja pomiędzy zmiennymi w tym przypadku jest najmniejsza. Wyznaczone współczynniki korelacji liniowej Pearsona potwierdzają fakt, że najsilniejsza zależność liniowa ujemna pomiędzy stopą bezrobocia i liczbą przestępstw przeciwko mieniu występowała w 2015 roku ($r = -0,4796$), w poprzednim roku współczynnik ten wynosił $r = -0,1896$.

Zauważyć można, że mediana umieszczona jest centralnie na wykresach pudełkowych dwuwymiarowych. Kontury zanurzania pozwalają na dokonanie

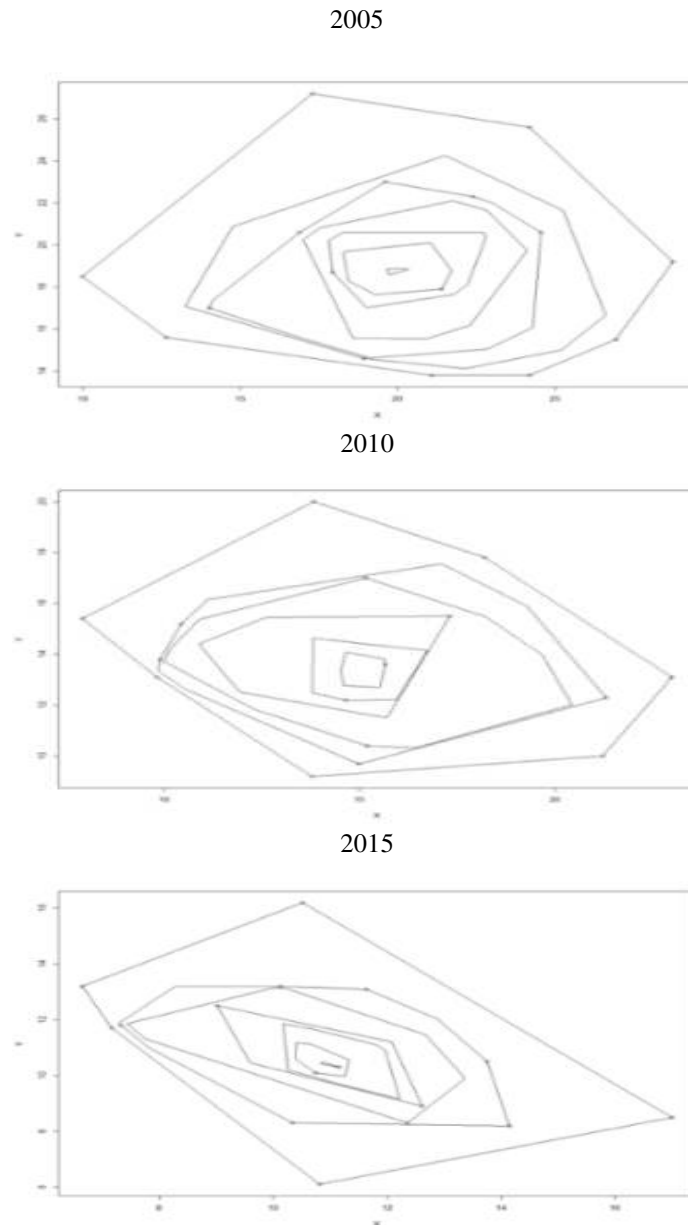
Tabela 3. Miary zanurzenia Tukeya oraz simpleksowego Liu

<i>W</i>	$T_{zan,2003}$	RT_{2003}	<i>W</i>	$L_{zan,2003}$	KL_{2003}	<i>W</i>	$T_{zan,2010}$	RT_{2010}	<i>W</i>	$L_{zan,2010}$	KL_{2010}	<i>W</i>	$T_{zan,2013}$	RT_{2013}	<i>W</i>	$L_{zan,2013}$	KL_{2013}
6	0,000	4,5	6	0,188	1	1	0,000	4	1	0,188	1	1	0,000	3	1	0,188	1
7	0,000	4,5	7	0,188	1	3	0,000	4	3	0,188	1	3	0,000	3	3	0,188	1
9	0,000	4,5	9	0,188	1	9	0,000	4	9	0,188	1	9	0,000	3	9	0,188	1
10	0,000	4,5	10	0,188	1	12	0,000	4	12	0,188	1	14	0,000	3	14	0,188	1
11	0,000	4,5	11	0,188	1	14	0,000	4	14	0,188	1	15	0,000	3	15	0,188	1
12	0,000	4,5	12	0,188	1	15	0,000	4	15	0,188	1	2	0,063	8,5	12	0,211	2
14	0,000	4,5	14	0,188	1	16	0,000	4	16	0,188	1	4	0,063	8,5	10	0,230	2
16	0,000	4,5	16	0,188	1	7	0,063	9,5	11	0,211	2	6	0,063	8,5	4	0,246	2
15	0,063	9	15	0,211	2	10	0,063	9,5	7	0,230	2	10	0,063	8,5	16	0,246	2
1	0,125	12	1	0,279	2	11	0,063	9,5	10	0,246	2	12	0,063	8,5	7	0,250	2
2	0,125	12	4	0,288	2	13	0,063	9,5	13	0,259	2	16	0,063	8,5	2	0,259	2
3	0,125	12	3	0,295	2	2	0,125	12,5	2	0,288	2	7	0,125	12	6	0,259	2
4	0,125	12	13	0,295	3	6	0,125	12,5	4	0,298	3	11	0,188	13,5	13	0,311	3
13	0,125	12	2	0,311	3	4	0,188	14	6	0,316	3	13	0,188	13,5	11	0,323	3
8	0,250	15	8	0,395	3	5	0,250	15	5	0,386	3	8	0,313	15	8	0,411	3
5	0,313	16	5	0,413	3	8	0,313	16	8	0,425	3	5	0,375	16	5	0,430	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie obliczeń w pakietach „depthproc” i „mrfdepth”

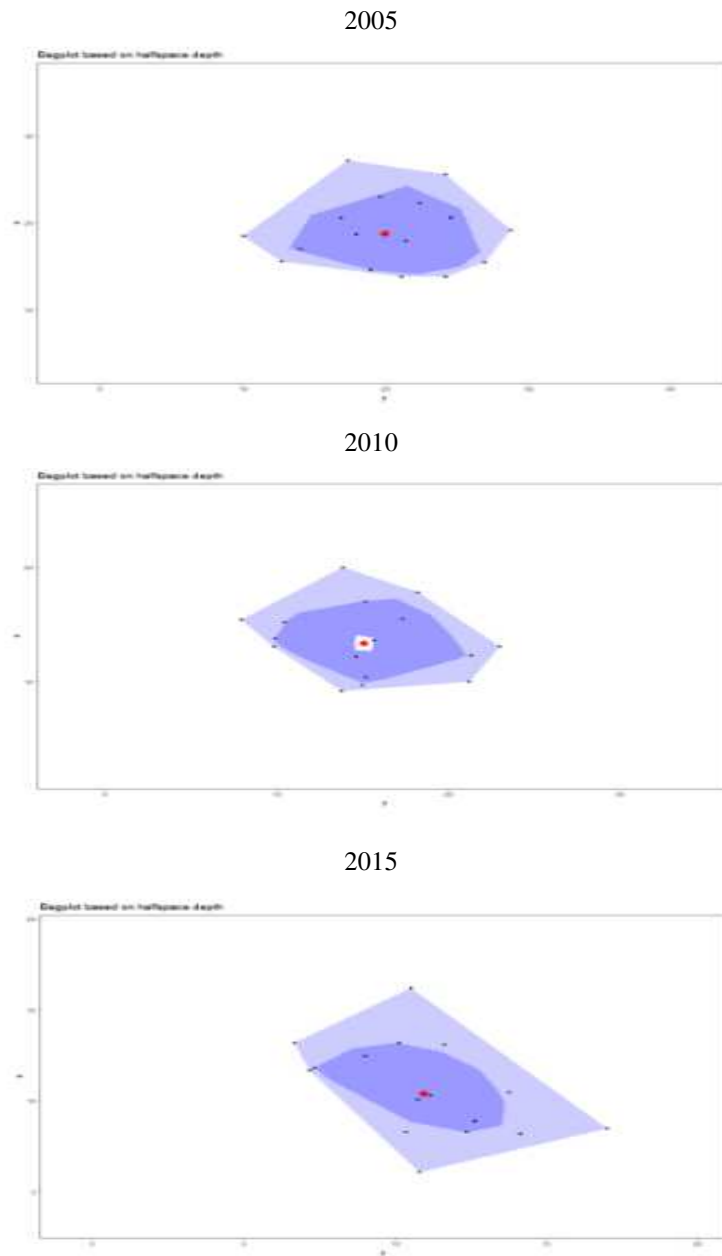
rangowania województw względem oddalenia od centralnego skupienia zbiorów danych. W tabeli 3 zamieszczono rangi województw ze względu na odpowiadającą im wartość miary zanurzania Tukeya (RT_{2005} , RT_{2010} , RT_{2015}).

Rysunek 1. Kontury zanurzania Tukeya



Źródło: opracowanie własne

Rysunek 2. Wykresy pudełkowe dla danych dwuwymiarowych



Źródło: opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że zauważalne jest znaczne różnicowanie poziomu badanych cech w województwach, przy czym największe odnotowano w 2005 roku. Niższy wskaźnik zagrożenia przestępczością przeciwko mieniu przypadający na 1000 mieszkańców występuje w województwach wschodnich Polski. W porównaniu z województwami dolnośląskim, lubuskim, śląskim i zachodniopomorskim wskaźnik ten był ponad dwukrotnie niższy. Duże aglomeracje miejskie oraz województwa zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie zachodniej granicy wyróżniają się natężeniem przestępstw powyżej przeciętnej w kraju⁴.

Bezrobociu przypisuje się ważną rolę w kształtowaniu poziomu przestępczości. Może przybierać różne kierunki obniżając lub podnosząc jego poziom. Na wskaźnik przestępczości oprócz bezrobocia mogą mieć wpływ inne czynniki o charakterze społeczno-ekonomicznym [Szczepaniec 2012].

W pracy zaprezentowano wykorzystanie koncepcji zanurzania obserwacji w próbie do analizy danych liczbowych dotyczących liczby przestępstw przeciwko mieniu oraz stopy bezrobocia. Dokonano rangowania jednostek względem oddalenia od centralnego skupienia zbiorów danych, co pozwoliło na wyodrębnienie województw, które można uznać za typowe ze względu na wartości cech diagnostycznych oraz tych, w których cechy osiągnęły w badanych latach znacznie wyższe lub niższe wartości. Techniki graficzne oparte na zanurzeniu Tukeya obserwacji w próbie umożliwiły zobrazowanie pewnych własności zbiorów danych oraz uchwycenie ich centralnego skupienia.

W pracy zaprezentowano przykłady zastosowania miar i konturów zanurzania w analizie danych dwuwymiarowych. Zagadnienia te będą przedmiotem dalszych badań.

BIBLIOGRAFIA

- Chebana F., Ouarda T. B. M. J. (2011) Depth-Based Multivariate Descriptive Statistics with Hydrological Applications. *Journal of Geophysical Research*, 116, D1020, doi:10.1029/2010JD015338.
- Donoho D. L., Gasko M. (1992) Breakdown Properties of Location Estimates Based on Halfspace Depth and Projected Outlyingness. *The Annals of Statistics*, 20, 1803-1827.
- Hołyst B. (2016) *Kryminologia*. Wolters Kluwer Polska SA, Warszawa.
- Kędziołka K. (2014) Wpływ wybranych czynników o charakterze społeczno-ekonomicznym na przestępczość przeciwko mieniu w Polsce. *Stud. Ekonom.* 181, 11-23.

⁴ <http://wiadomosci.onet.pl/kraj/rzeczpospolita-wzrasta-przestepczosc-najgorzej-na-zachodzie-polski/rc7rj> [dostęp: 1.08.2017]

- Kobylińska M. (2006) Comparison of Selected Criteria for Determination of the Measure of Depth of an Observation in a Two-Dimensional Sample. *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Oeconomica*, 196, 139-153.
- Kosiorowski D. (2012) *Statystyczne funkcje głębi w odpornej analizie ekonomicznej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- Liu R. Y. (1990) On a Notion of Data Depth Based on Random Simplices. *The Annals of Statistics*, 18, 405-414.
- Liu R. Y., Parelius J. M., Singh K. (1999) Multivariate Analysis by Data Depth: Descriptive Statistics, Graphics and Inference. *The Annals of Statistics*, 27, 783-858.
- Mosler K. (2002) *Multivariate Dispersion, Central Regions and Depth: the Lift Zonoid Approach*. Springer, New York.
- Rousseeuw P. J., Ruts I., Tukey J. W. (1999) The Bagplot: A Bivariate Boxplot. *The American Statistician*, 53 (4), 382-387.
- Rousseeuw P. J., Ruts I. (1996) Bivariate Location Depth. *Applied Statistics*, 45, 516-526.
- Szczepaniec M. (2011) Kontrowersje wokół wpływu warunków ekonomicznych na poziom przestępczości. *Czasopismo Prawa Karnego i Nauk Penalnych*, 15(4), 107-123.
- Szczepaniec M. (2012) Bezrobocie jako czynnik kształtujący czynnik przestępczości. *Zeszyty Prawnicze*, 12(3), 165-176.
- Sztaudynger J. J., Sztaudynger M. (2003) Ekonometryczne modele przestępczości. *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny*, 65(3), 127-143.
- Tukey J. (1975) Mathematics and the Picturing of Data. *Proceedings of the International Congress of Mathematicians, Vancouver*, 2, 523-531.
- Wagner W., Kobylińska M. (2002) Przegląd metod wyznaczania miar i konturów zanurzenia w próbie dwuwymiarowej. *Przeegląd Statystyczny*, 49(4), 119-131.
- Zawłocki R. (red.) (2011) *System prawa karnego*. Wydawnictwo C. H. Beck, Warszawa, 9.
- Zuo Y., Serfling R. (2000) General Notations of Statistical Depth Function. *Annals Statistics*, 28, 461-482.
- <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat> [dostęp: 10.06.2017] (dane dotyczące stopy bezrobocia oraz liczby przestępstw przeciwko mieniu).
- <https://cran.r-project.org/web/packages/depth/index.html> [dostęp: 15.06.2017].
- <https://cran.r-project.org/web/packages/DepthProc/index.html> [dostęp: 15.06.2017].
- <https://cran.r-project.org/web/packages/mrfDepth/index.html> [dostęp: 15.06.2017].
- <http://wiadomosci.onet.pl/kraj/rzeczpospolita-wzrasta-przestepczosc-najgorzej-na-zachodzie-polski/rc7rj> [dostęp: 1.08.2017].

**OBSERVATION DEPTH MEASURE IN A SAMPLE, APPLIED
TO ASSESSMENT OF THE VARIETY OF CRIMES AGAINST
PROPERTY AND THE UNEMPLOYMENT RATE IN POLAND**

Abstract: This article presents the application of an observation depth measure in a sample to analyse data related to the number of crimes committed against property and the unemployment rate. The provinces were ranked based on their distance from the central data cluster. Graphs based on observation depth measures in a sample allowed for visualisation of certain properties of these data.

Keywords: observation depth measure in a sample, Tukey's depth measure, Liu's simplex depth measure, depth contours