

ACTA SCIENTIARUM POLONORUM

Czasopismo naukowe założone w 2001 roku przez polskie uczelnie rolnicze

Geodesia et Descriptio Terrarum

Geodezja i Kartografia

Geodesy and Cartography

11 (1) 2012



Bydgoszcz Kraków Lublin Olsztyn
Poznań Siedlce Szczecin Warszawa Wrocław

Executive Board of *Acta Scientiarum Polonorum*

Jerzy Sobota (Wrocław) – chairman

Wiesław Nagórko (Warszawa), Janusz Falkowski (Olsztyn), Florian Gambuś (Kraków),
Franciszek Kluza (Lublin), Janusz Prusiński (Bydgoszcz), Stanisław Socha (Siedlce),
Waldemar Uchman (Poznań), Bogdan Lasota (Szczecin)

Scientific Board of *Geodesia et Descriptio Terrarum*

Andrzej Borkowski (Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland) – chairman,
e-mail: andrzej.borkowski@up.wroc.pl

Aleksandra Bujakiewicz (Warsaw University of Technology, Poland), Roman Galas (Berlin
University of Technology, Germany), Wolfgang Keller (University of Stuttgart, Germany),
Andrzej Krankowski (University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland), Josef Weigel
(Brno University of Technology, Czech Republic)

Wojciech Dach (Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland) – secretary
e-mail: wojciech.dach@up.wroc.pl

Covered by: Agro, Ulrich's Database, Copernicus Index, EBSCOhost

ISSN 1644–0668 (print) ISSN 2083–8662 (on-line)

Print edition is an original (reference) edition

Cover design
Daniel Morzyński

Text editor
Ewa Jaworska, e-mail: ewa.jaworska@up.wroc.pl

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Sopocka 23, 50–344 Wrocław, Poland
e-mail: wyd@up.wroc.pl <http://www.up.wroc.pl>

Printed: 100 + 16 copies Publishing sheets: 2,8 Printing sheets: 2,6

Druk i oprawa: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Spółka Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

Szanowni Państwo,

Przekazujemy Państwu kolejny zeszyt ACTA SCIENTIARUM POLONORUM Geodesia et Descriptio Terrarum, czasopisma naukowego wydawanego przez wszystkie polskie uczelnie rolnicze i przyrodnicze w 14 seriach. Seria Geodesia et Descriptio Terrarum ukazuje się nakładem Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Czasopismo nasze publikuje oryginalne prace z zakresu szeroko rozumianej geodezji i kartografii oraz pokrewnych obszarów wiedzy, z naciskiem na aspekty praktyczne. Publikowane są zarówno oryginalne prace badawcze, jak i artykuły o charakterze monograficznym, w języku polskim lub angielskim, ze streszczeniami w obydwu językach, także wszystkie opisy rysunków i tabel są dwujęzyczne. Prace są recenzowane przez najlepszych specjalistów z danej dziedziny. Również w bieżącym numerze dominują prace o charakterze aplikacyjnym.

Od roku 2007 czasopismo wydawane jest jako kwartalnik. Szczegóły dotyczące przygotowania artykułu oraz wymogi redakcyjne można znaleźć na stronie www.acta.media.pl.

Zespół Redakcyjny

Dear Readers,

It is a great pleasure to introduce you the next issue of ACTA SCIENTIARUM POLONORUM Geodesia Terrarum et Descriptio, a scientific journal published by all polish universities of environmental sciences. The series of Geodesia et Descriptio Terrarum is released by publishing house of Wrocław University of Environmental and Life Sciences.

The journal publishes original papers of broadly understood surveying, mapping and related topics, with emphasis on practical aspects. There are published both original research articles and monographs, in Polish or English, with abstracts in both languages, as well all figures' and tables' captions are bilingual. The papers are reviewed by the best specialists in the field. This issue is also dominated by the application problems.

Since 2007 the journal has been published as a quarterly. Details concerning the instruction for authors and editorial requirements can be found at www.media.pl.

Editorial Team

ZASTOSOWANIE PIONOWNIKA LASEROWEGO DO BADAŃ PROSTOLINIOWOŚCI OBIEKTÓW WYDŁUŻONYCH

Janusz Kuchmister¹, Kazimierz Ćmielewski¹, Piotr Gołuch¹,
Krzysztof Kowalski²

¹ Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

² Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu

Streszczenie. W pracach geodezyjnych dotyczących wyznaczenia prostoliniowości obiektów wydłużonych często stosowana jest metoda stałej prostej, która wymaga ustawienia instrumentu nad zadany punkt. Do realizacji tego zadania można wykorzystać prawidłowo zrektyfikowany pionownik laserowy.

W przypadku każdego instrumentu parametrem charakterystycznym jest minimalna długość celowej, która ogranicza usytuowanie punktów pomiarowych. W warunkach panujących na obiektach inżynierskich często nie ma możliwości odsunięcia instrumentu od badanego obiektu. Wówczas początkowe punkty pomiarowe mogą być zmierzone dopiero po ustawieniu instrumentu na końcowym punkcie stałej prostej.

W przedstawionej w referacie metodzie pomiaru położenia punktów względem określonej stałej prostej zastosowano wiązkę światła laserowego emitowanego przez pionownik laserowy tachimetru Leica TC407. W celu użycia wiązki laserowej pionownika do pomiaru metodą stałej prostej punktów zlokalizowanych w odległości od zera do kilkunastu metrów od stanowiska instrumentu zastosowano dodatkowe oprzyrządowanie: lustro kolimacyjne, przetwornik CCD z przystawką i komputer.

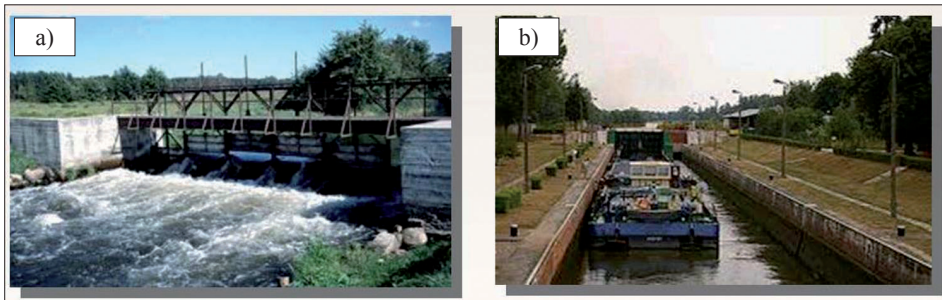
W referacie autorzy prezentują koncepcję metody oraz wyniki wstępnych prac testowych zrealizowanych na laboratoryjnej bazie długościowej. Prace badawcze wykazały, że w przypadku odległości punktów pomiarowych: 1, 2, 4, 8 i 12 m od instrumentu uzyskano odpowiednio następujące odchylenia standardowe: od $\pm 0,03$ do $\pm 0,08$ mm.

Słowa kluczowe: pionownik laserowy, pomiary inżynierskie obiektów wydłużonych, kamera CCD

WSTĘP

Do wyznaczenia prostoliniowości obiektów wydłużonych można wykorzystać następujące geodezyjne metody wyznaczania przestrzennego położenia punktów: strunowa, laserowa, dyfrakcyjna, optyczna, przecięć kierunków oraz wcięć kątowych [Bryś, Przewłocki 1998, Wanic 2007].

Metoda optyczna to najpopularniejsza aliniometryczna metoda wyznaczenia położenia punktów, stosowana zarówno w tradycyjnych pomiarach geodezyjnych, jak i pomiarach specjalnych [Ćmielewski 2007], obejmujących obiekty i urządzenia mechaniczne oraz hydrotechniczne, np. jazy czy śluzy (rys. 1). Metoda ta wymaga ustawienia instrumentu nad zadany punkt, natomiast do sygnalizowania punktów reprezentujących badany obiekt używa się specjalnego dodatkowego oprzyrządowania [Pelzer 1988].



Rys. 1. Przykładowe obiekty inżynierskie, gdzie stosowane są pomiary aliniometryczne: a) jaz, b) śluza

Fig. 1. Examples of engineering objects, where the linearity measurements are used: a) weir, b) floodgate

Podczas pomiarów inwentaryzacyjnych obiektów inżynierskich metodą aliniometryczną występują poniższe błędy [Pelzer 1988, Wanic 2007]: centrowania instrumentu oraz tarczy (celu) na punktach osnowy, zorientowania pionowej płaszczyzny odniesienia na tarczę (cel), odczytu na podziałce łąty, pomiaru odchylenia od prostej na skutek nieprostokątnego ustawienia podziałki łąty do prostej odniesienia oraz położenia punktu kontrolowanego na obiekcie.

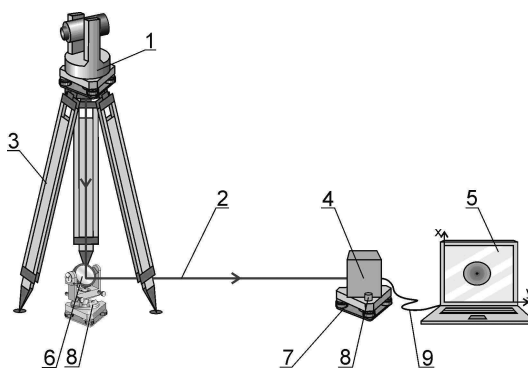
W przypadku każdego instrumentu parametrem charakterystycznym jest minimalna długość celowej, która ogranicza usytuowanie punktów pomiarowych. W warunkach panujących na obiektach inżynierskich często nie ma możliwości odsunięcia instrumentu od badanego obiektu. Wówczas początkowe punkty pomiarowe mogą być pomierzone dopiero po ustawieniu instrumentu na końcowym punkcie stałej prostej. Do realizacji tego zadania można wykorzystać prawidłowo zrektyfikowany pionownik laserowy.

IDEA METODY POMIARU

Do pomiaru położenia punktów względem ustalonej „stałej prostej”, autorzy wykorzystali wiązkę światła laserowego emitowanego przez pionownik laserowy tachimetru Leica TC407. W celu zastosowania wiązki laserowej pionownika do pomiaru metodą „stałej

prostej” punktów zlokalizowanych w odległości od zera do kilkunastu metrów od stanowiska instrumentu użyto dodatkowego oprzyrządowania. W skład dodatkowego oprzyrządowania (rys. 2) wchodzi: lustro kolimacyjne (6), przetwornik CCD z przystawką (4) i komputer (5). Emitowana przez pionownik instrumentu (1) wiązka światła laserowego (2), po odbiciu od zwierciadła pada na powierzchnię przetwornika CCD, następnie poprzez linię transmisyjną kierowana jest do komputera, gdzie jest widoczna w postaci plamki na ekranie monitora. Wyposażenie spodarek zwierciadła i przetwornika CCD w libelle umożliwia właściwe ustawienie w przestrzeni płaszczyzny zwierciadła i ekranu kamery CCD. Osadzenie zwierciadła autokolimacyjnego (rys. 2) w korpusie, który zaopatrzone jest w zaciski i śruby ruchu leniwego, umożliwia precyzyjne pochylenie i obrót płaszczyzny zwierciadła, dzięki czemu wiązka laserowa kierowana jest we właściwym kierunku – na powierzchnię ekranu kamery przetwornika CCD. Połączony z kamerą CCD komputer pozwala w czasie rzeczywistym obserwować i rejestrować obraz plamki lasera padającej na ekran projekcyjny (rys. 3). Dzięki temu można wizualnie lub z pomocą odpowiedniego programu pozycjonować obraz plamki w lokalnym układzie współrzędnych ekranu.

Prace badawczo-pomiarowe weryfikujące koncepcję opracowanej metody zostały zrealizowane na laboratoryjnej bazie długościowej.



Rys. 2. Wzajemne usytuowanie elementów zestawu pomiarowego [Ćmielewski et al. 2011]
Oznaczenia: 1. tachymetr z pionownikiem laserowym, 2. wiązka laserowa pionownika, 3. statyw, 4. przetwornik CCD, 5. notebook, 6. lustro kolimacyjne, 7. spodarka, 8. libella, 9. przewód transmisyjny

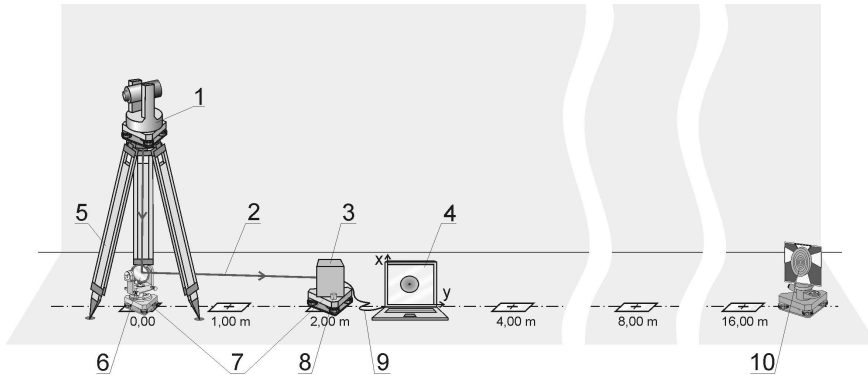
Fig. 2. The kit components location of the measuring

Sign: 1. measuring instrument; 2. beam of laser plummet, 3. tripod, 4. CCD transducer, 5. notebook, 6. autocollimation mirror, 7. tribrach, 8. level, 9. transmission line

Do realizacji pomiarów prostoliniowości z użyciem pionownika można zestawić przyrządy i urządzenia w sposób przedstawiony na rysunkach 3 i 4. Wariantowe zestawienie przyrządów umożliwia wykonanie pomiarów dwoma sposobami.

Zestaw pomiarowy – sposób I

W pierwszym sposobie, po spoziomowaniu i ukierunkowaniu wiązki na tarczę (10) umieszczoną na końcu linii pomiarowej, kamerę z przetwornikiem CCD (3) należy ustawić na kolejnych punktach pomiarowych i rejestrować obrazy plamki laserowej widocznej na monitorze komputera. Zagadnienie to zostało szczegółowo przedstawione w publikacji [Ćmielewski et al. 2011].

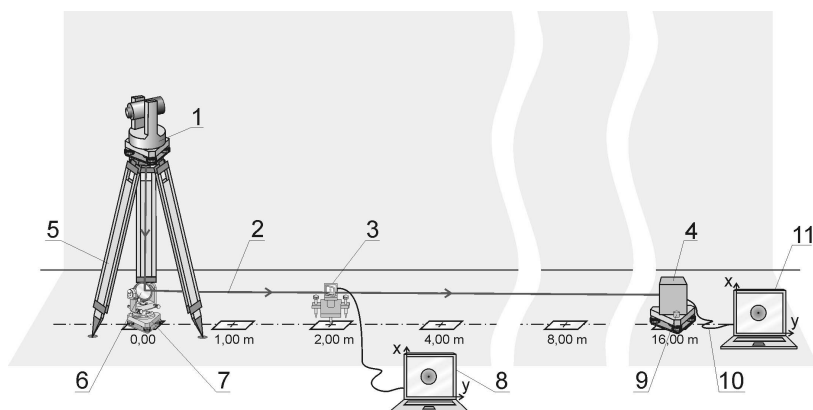


Rys. 3. Usytuowanie elementów zestawu pomiarowego na bazie długościowej – sposób I
Oznaczenia: 1. tachymetr z pionownikiem laserowym, 2. wiązka laserowa pionownika, 3. przetwornik CCD, 4. notebook, 5. statyw, 6. zwierciadło, 7. spodarka, 8. libella, 9. przewód transmisyjny, 10. tarcza celownicza

Fig. 3. The kit components location of the measuring on the length base – method I
Sign: 1. measuring instrument, 2. beam of laser plummet, 3. CCD transducer, 4. notebook, 5. tripod, 6. autocollimation mirror, 7. tribrach, 8. level, 9. transmission line, 10. target plate

Zestaw pomiarowy – sposób II

W drugim sposobie pomiaru (rys. 4), dzięki zastosowaniu odpowiedniej konstrukcji pomiarowego odbiornika fotodetekcyjnego (3), część wiązki laserowej kierowana jest na ekran kontrolnego odbiornika fotodetekcyjnego (4). W związku z tym, część wiązki laserowej (3) po skierowaniu na matrycę kamery CCD służy do oceny położenia punktów pomiarowych. Natomiast druga część kierowana jest bezpośrednio na ustawiony na punkcie końcowym kontrolny odbiornik fotodetekcyjny (4), który służy do sprawdzenia stałości położenia wiązki laserowej podczas wykonywania pomiaru na kolejnych punktach pomiarowych.

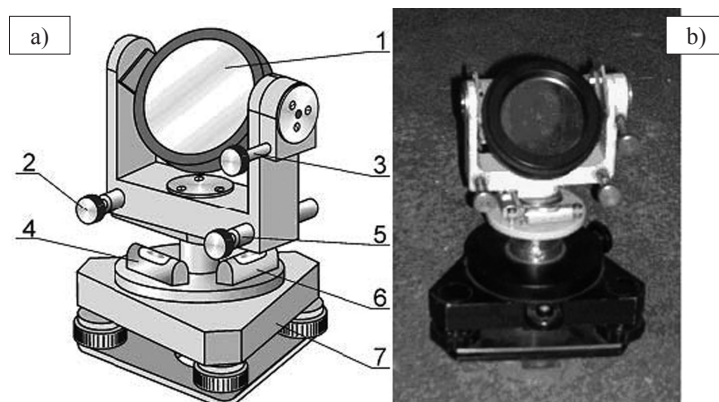


Rys. 4. Usytuowanie elementów zestawu pomiarowego na bazie długościowej – sposób II
Oznaczenia: 1. tachymetr z pionownikiem laserowym, 2. wiązka laserowa pionownika, 3. odbiornik pomiarowy fotodetekcyjny, 4. kontrolny odbiornik fotodetekcyjny, 5. statyw, 6. zwierciadło, 7. spodarka, 8. i 11. notebooki, 9. libella, 10. przewód transmisyjny

Fig. 4. The kit components location of the measuring on the length base – method II
Sign: 1. measuring instrument, 2. beam of laser plummet, 3. CCD transducer, 4. supervisory receiver set – CCD transducer, 5. tripod, 6. autocollimation mirror, 7. tribrach, 8. and 11. notebooks, 9. level, 10. transmission line

ELEMENTY ZESTAWU POMIAROWEGO

Na rysunkach 5, 6 i 7 przedstawiono schematycznie oraz na przykładzie wykonania główne elementy zestawu pomiarowego.

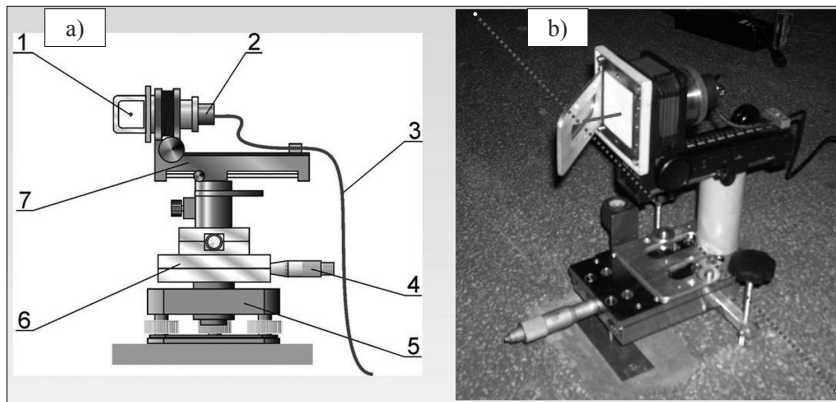


Rys. 5. Widok zwierciadła autokolimacyjnego zastosowanego w zestawie pomiarowym: a) schemat, b) przykład wykonania

Oznaczenia: 1. zwierciadło autokolimacyjne, 2. śruba mikroruchu poziomego zwierciadła, 3. śruba sprzęgu osi obrotu pionowego zwierciadła, 4. i 6. libelle rurkowe, 5. śruba mikroruchu pionowego zwierciadła, 7. spodarka

Fig. 5. View of autocollimation mirror used in the measurement set: a) scheme, b) example
Sign: 1. autocollimation mirror, 2. horizontal slow – motion screw of mirror, 3. clamping screw the vertical axis of rotation of the mirror, 4. and 6. levels, 5. vertical slow – motion screw of mirror, 7. tribrach

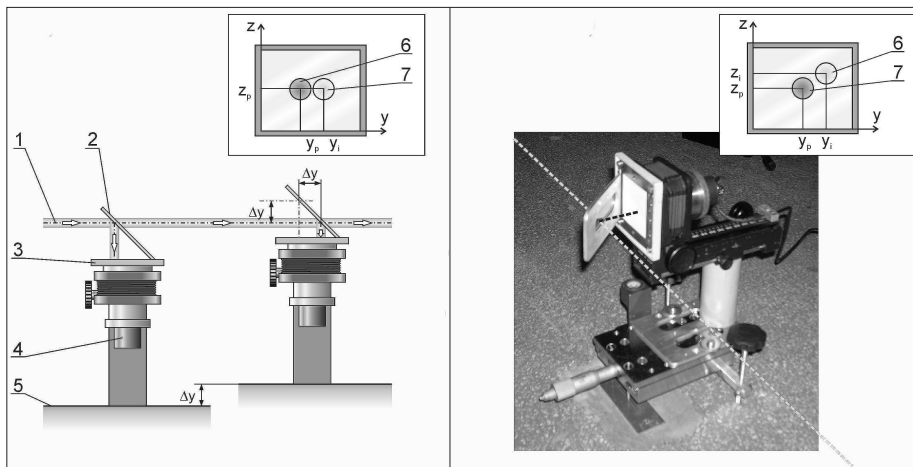
Wiązka światła laserowego (rys. 6.) po przejściu przez półprzepuszczalną płytkę (1) kierowana jest na ekran kamery CCD (2). Ustawienie korpusu kamery (7) na stoliku mikrometrycznym umożliwia przesunięcie ekranu kamery o odcinek, którego długość mierzy się śrubą mikrometryczną (4).



Rys. 6. Widok odbiornika pomiarowego: a) schemat, b) przykład wykonania
Oznaczenia: 1. płytką półprzepuszczalną, 2. kamera, 3. przewód transmisyjny, 4. śruba mikrometryczna, 5. spodarka, 6. stolik mikrometryczny, 7. korpus

Fig. 6. View of the measuring receiver: a) scheme, b) example
Sign: 1. half-permeable plate, 2. camera, 3. transmission line, 4. micrometric screw, 5. tribach, 6. micrometric table, 7. body

Na rysunku 7a przedstawiono ideę przesunięcia obrazu plamki lasera na ekranie kamery (4) po przemieszczeniu odbiornika pomiarowego na mierzonym obiekcie (5) wzdłuż osi y . Natomiast na rysunku 7b pokazano wynik łącznego przemieszczenia punktu mierzonego obiektu (5) wzdłuż osi y i z .



Rys. 7. Odbiornik pomiarowy: a) schemat, b) przykład wykonania
Oznaczenia: 1. laser beam, 2. płytką półprzepuszczalną, 3. ekran, 4. kamera, 5. mierzony obiekt, 6. wyjściowy obraz plamki laserowej, 7. kolejny obraz plamki laserowej

Fig. 7. Measuring receiver: a) scheme, b) example
Sign: 1. half-permeable plate, 2. half-permeable plate, 3. screen, 4. camera, 5. measured object, initial 6. initial laser spot, 7. current laser spot

BADANIA EKSPERYMENTALNE

Przeprowadzenie właściwych prac pomiarowych poprzedzono wstępnymi czynnościami testowo-przygotowawczymi obejmującymi wybór:

- pionownika – sprawdzenie parametrów geometrycznych i energetycznych plamki laserowej w funkcji odległości dla wybranej grupy pionowników,
- kamery – zjawisko dystorsji, miniaturyzacja, koszt itp.,
- sposobu ustawienia kamery zależnie od obiektu – płaszczyzna ekranu prostopadła do wiązki lasera oraz nad punktem pomiarowym,
- systemu rejestracji i przetwarzania danych (komputer).

Prace badawcze przeprowadzono na bazie laboratoryjnej o długości 16 m. Wzajemne usytuowanie elementów zestawu pomiarowego podczas prac badawczych przedstawia rysunek 8.



Rys. 8. Wzajemne usytuowanie elementów zestawu pomiarowego podczas prac badawczych
Fig. 8. Relative location of the set of elements during the research work

Zakres prac pomiarowo-obliczeniowych obejmował:

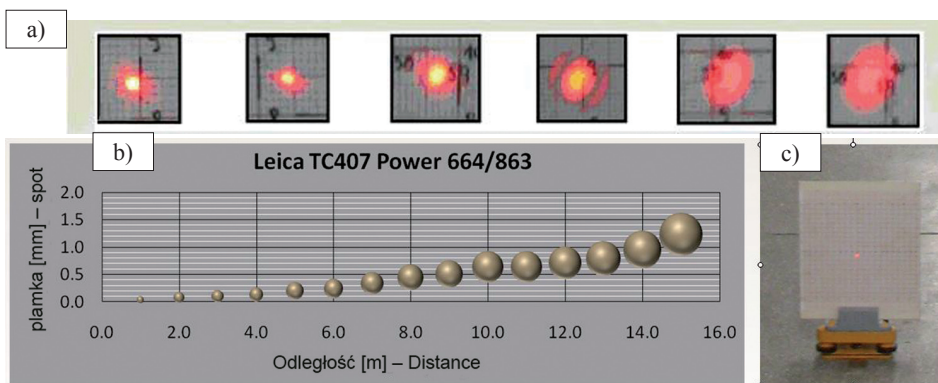
- wykonanie rejestracji obrazów plamki laserowej emitowanej przez pionowniki wybranych instrumentów geodezyjnych na odpowiednich punktach bazy długościowej [Ćmielewski et al. 2011],
- wykonanie dwukrotnej rejestracji położenia plamki laserowej na ekranie dla danego przesunięcia ekranu śrubą mikrometryczną na punktach bazy,
- wyznaczenie położenia środka energetycznego plamki laserowej na zarejestrowanych obrazach,
- analizę dokładności wyznaczenia środka energetycznego plamki na zarejestrowanych obrazach.

OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Detekcję obrazu plamki laserowej można zrealizować metodą wizualną lub tymi, które bazują na cyfrowym przetwarzaniu zarejestrowanego obrazu, np. kamerą CCD. Metody wykorzystujące cyfrowe przetwarzanie obrazu możemy zaliczyć do sposobów umożliwiających automatyczne przeprowadzenie detekcji środka energetycznego plamki laserowej.

Metoda wizualna

Przed rozpoczęciem właściwych prac eksperymentalno-pomiarowych w przypadku wybranego pionownika laserowego instrumentu geodezyjnego wyznaczono wielkość plamki laserowej w funkcji odległości (rys. 9a, 9b). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem odległości celu (tarczy pomiarowej – rys. 9c) od instrumentu zmieniają się wielkość i jakość obserwowanego obrazu plamki na powierzchni tarczy (rys. 9a). Detekcja tą metodą opiera się na subiektywnym określeniu położenia środka energetycznego plamki. Dokładność detekcji zależy w znacznym stopniu od odległości tarczy do instrumentu, z uwagi na zmieniającą się wielkość i jakość obserwowanej na tarczy plamki laserowej.



Rys. 9. Wyznaczona wielkość plamki laserowej pionownika instrumentu Leica TCR407 Power a) zaobserwowane na tarczy obrazy plamki laserowej na wybranych punktach bazy długościowej: 1, 2, 4, 8, 12 i 16 m

b) wykres zależności wielkości plamki laserowej w funkcji odległości

c) tarcza celownicza z widocznym śladem plamki laserowej

Fig. 9. Spot size of laser plummet of Leica TCR407 Power instrument

a) observed images of laser spot on the fixed target at the selected length: 1, 2, 4, 8, 12 and 16 m

b) the graph of the function of laser spot size from distance

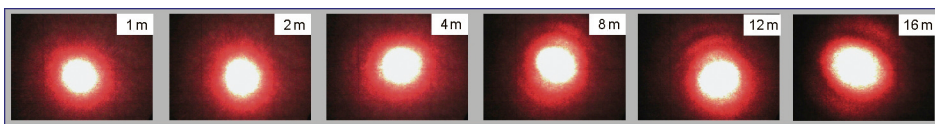
c) the fixed target with a visible trace of the laser spot

Metoda automatyczna

W metodzie automatycznej, do wyznaczenia środka energetycznego plamki lasera na zarejestrowanym obrazie, wykorzystano formuły zapisane w programie MatLab.

Na podstawie zarejestrowanych obrazów plamek laserowych na poszczególnych punktach bazy długościowej z użyciem kamery CCD i komputera (rys. 10) można zauwa-

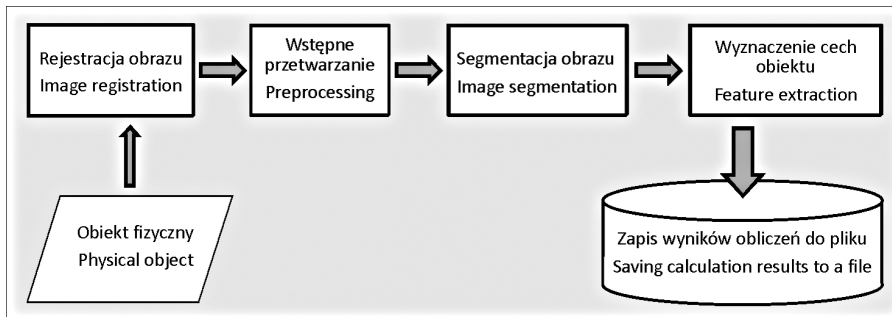
żyć, że wielkość i jakość plamki w przypadku badanego egzemplarza tachimetru TC407 Power nie różnią się znacząco od siebie. Wynika to z czułości radiometrycznej kamery CCD oraz układu kolimującego wiązkę laserową w pionowniku.



Rys. 10. Zaobserwowane i zarejestrowane obrazy plamki laserowej pionownika instrumentu Leica TCR407 Power

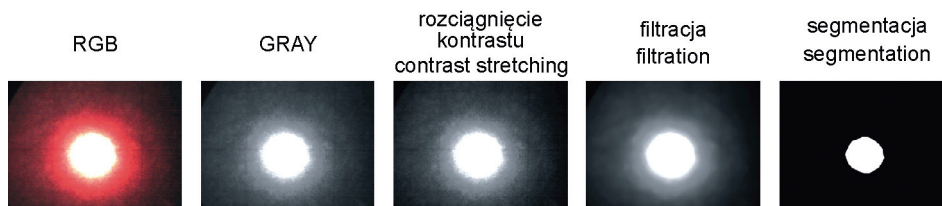
Fig. 10. Observed and recorded spot images of the laser plummet Leica TCR407 Power

Wszystkie badania testowe na zarejestrowanych obrazach plamki laserowej wykonane zostały autorskim programem wykorzystującym środowisko MatLab. Algorytm programu w uproszczeniu przedstawiono schematycznie na rysunku 11, natomiast wynik zasadniczych etapów (wstępne przetwarzanie i segmentację obrazu) zilustrowano na rysunku 12. Wspomniane etapy związane były z konwersją zarejestrowanego obrazu kolorowego (RGB) na poziom szarości (GRAY) lub składowe kanały obrazu kolorowego (R – red, G – green, B – blue). Kolejnym punktem było rozciągnięcie kontrastu, po którym filtrem medianowym uzyskano właściwy obraz poddany na końcu procesowi segmentacji. W celu uzyskania binarnego obrazu śladu plamki laserowej wyznaczono szereg cech (wskaźniki kształtu), z których do dalszych analiz wybrano jedynie współrzędne środka ciężkości otrzymanej figury geometrycznej (środek energetyczny obrazu plamki lasera).



Rys. 11. Schemat procesu wyznaczenia środka energetycznego plamki laserowej

Fig. 11. Schematic determination of the energy center of the laser spot



Rys. 12. Wizualizacja poszczególnych etapów cyfrowego przetwarzania obrazu plamki laserowej

Fig. 12. Visualization of the various stages of digital image processing of laser spot

Prace testowe z wykorzystaniem stolika mikrometrycznego

W celu określenia dokładności prototypu zestawu pomiarowego – na punktach pomiarowych długościowej bazy testowej wykonano wielokrotne rejestracje obrazu plamki laserowej zadanego symulowanego poprzecznego liniowego przesunięcia odbiornika pomiarowego, zamontowanego na stoliku mikrometrycznym. Nominalna dokładność odczytu przesunięcia wynosi 0,01 mm, a zakres pomiarowy – 25 mm. Na podstawie przeprowadzonych analiz wyników pomiarów testowych stwierdzono, że powtarzalność automatycznej detekcji środka energetycznego plamki laserowej wynosi $\pm 0,031$ mm. Uśrednione wyniki z przeprowadzonych badań eksperymentalnych zestawiono w tabeli 1. Z powodu wyznaczonych różnic (d) pomiędzy zadanym/symulowanym przesunięciem odbiornika pomiarowego na stoliku mikrometrycznym (Y_s) a wyznaczonym przesunięciem odbiornika pomiarowego, według pomiaru na zarejestrowanych obrazach (Y_{CCD}), określono średni błąd pojedynczego spostrzeżenia (m_d) na podstawie wzoru (1):

$$m_d = \pm \sqrt{\frac{|dd|}{2n}} \quad (1)$$

W ostatnim wierszu tabeli 1 zestawiono wartości obliczonych średnich błędów m_d dla każdego punktu bazy długościowej. Wartości wyznaczonych błędów wahają się w granicach $\pm 0,033$ do $\pm 0,083$ mm i zależą od odległości pomiędzy instrumentem a odbiornikiem pomiarowym. Graficzną ilustrację zmian średnich błędów pojedynczego spostrzeżenia (m_d) w funkcji odległości przedstawiono na rysunku 13.

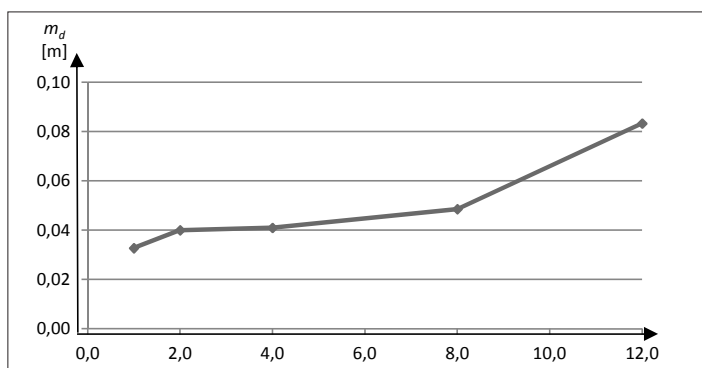
Tabela 1. Wyniki pomiarów testowych wyznaczenia dokładności poprzecznego liniowego przesunięcia odbiornika pomiarowego na stoliku mikrometrycznym

Table 1. The accuracy of the linear transverse displacement of the measuring receiver on the micrometric table – the results of test measurements

Y_s	Odległości na długościowej bazy testowej – Distances on the test length base									
	1 m		2 m		4 m		8 m		12 m	
	Y_{CCD}	d	Y_{CCD}	d	Y_{CCD}	d	Y_{CCD}	d	Y_{CCD}	d
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
0,000	0,055	0,055	0,026	0,026	-0,006	-0,006	0,111	0,111	0,052	0,052
3,000	2,942	-0,058	2,972	-0,028	3,023	0,023	3,027	0,027	2,872	-0,128
5,000	4,915	-0,085	5,030	0,030	4,982	-0,018	5,011	0,011	5,078	0,078
7,000	6,984	-0,016	6,988	-0,012	7,110	0,110	6,973	-0,027	7,126	0,126
8,000	-	-	-	-	7,916	-0,084	-	-	-	-
9,000	-	-	-	-	8,979	-0,021	-	-	-	-
10,000	10,058	0,058	10,011	0,011	10,006	0,006	9,898	-0,102	9,795	-0,205
10,500	-	-	-	-	10,523	0,023	-	-	-	-
11,000	-	-	-	-	11,030	0,030	-	-	-	-
12,000	-	-	-	-	11,940	-0,060	-	-	-	-
13,000	13,010	0,010	13,003	0,003	12,904	-0,096	12,990	-0,010	13,157	0,157
14,000	-	-	-	-	14,097	0,097	-	-	-	-
15,000	15,040	0,040	14,930	-0,070	15,063	0,063	14,925	-0,075	14,970	-0,030
15,500	-	-	-	-	15,452	-0,048	-	-	-	-
17,000	16,986	-0,014	16,915	-0,085	17,019	0,019	16,940	-0,060	16,949	-0,051
20,000	19,990	-0,010	19,620	0,120	-	-	19,593	0,093	-	-
m_d	$\pm 0,033$		$\pm 0,040$		$\pm 0,041$		$\pm 0,049$		$\pm 0,083$	

Oznaczenia: Y_s – zadane przesunięcia odbiornika pomiarowego na stoliku mikrometrycznym; Y_{CCD} – uśrednione przesunięcie odbiornika pomiarowego na podstawie pomiaru na zarejestrowanych obrazach; d – obliczone różnice pomiędzy Y_{CCD} - Y_s ; m_d – średni błąd pojedynczego spostrzeżenia wyznaczony na podstawie różnic d

Sign: Y_s – put displacement measuring receiver on the micrometric table; Y_{CCD} – averaged displacement of the measuring receiver by measuring the recorded images; d – calculated differences between Y_{CCD} - Y_s ; m_d – mean error determined on the basis of the differences d



Rys. 13. Graficzna ilustracja zmian wartości średnich błędów pojedynczego spostrzeżenia (m_d) w funkcji odległości

Fig. 13. Graphic illustration of mean errors (m_d) changes as a function of distance

PODSUMOWANIE

Zrealizowane prace badawcze na bazie długościowej, z użyciem zaprezentowanej aparatury pomiarowej, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- zastosowanie kamery CCD w połączeniu z komputerem umożliwia rejestrację obrazów plamki laserowej, a posługując się odpowiednim programem można w sposób automatyczny identyfikować środek energetyczny zarejestrowanych obrazów plamki;
- instrumenty charakteryzują się różnymi parametrami zastosowanych laserów w pionownikach, co wpływa na wielkość, moc i kształt plamki lasera obserwowanej na ekranie w funkcji odległości. W związku z tym dokładność identyfikacji środka energetycznego rejestrowanego obrazu plamki jest zależna m.in. od odległości pomiędzy instrumentem a odbiornikiem pomiarowym;
- na podstawie zrealizowanych badań stwierdzono, że powtarzalność automatycznej detekcji środka energetycznego plamki laserowej wynosi $\pm 0,031$ mm;
- przeprowadzona analiza dokładności wykazała, że w przypadku tachimetru Leica TC 407 średni błąd pojedynczego spostrzeżenia, w zależności od odległości mieści się w zakresie od $\pm 0,03$ do $\pm 0,08$ mm.

PIŚMIENNICTWO

- Bryś H., Przewłocki S., 1998. Geodezyjne metody pomiarów przemieszczeń budowli. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Ćmielewski K., 2007. Zastosowanie technik światłowodowych i laserowych w precyzyjnych pomiarach kształtu i deformacji obiektów inżynierskich, Zeszyty Naukowe UP we Wrocławiu, 551, seria Rozprawy CCXLVI, Wrocław.
- Ćmielewski K., Kuchmister J., Gołuch P., Patrzalek Z., Kowalski K., 2011. Laser plummet testing with the use of the optoelectronic elements. Reports on Geodesy [po recenzji, w druku].

Pelzer H., 1988. Ingenieurvermessung – Deformationsmessungen – Massenberechnung. Ergebnisse des Arbeitskreises 6 des Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DVV) e.V. Verlag Konrad Witwer, Stuttgart.

Wanic A., 2007. Instrumentoznawstwo geodezyjne i elementy technik pomiarowych. Wydawnictwo UWM, Olsztyn.

APPLICATION OF THE LASER PLUMMET TO MEASURE THE LINEARITY OF ELONGATED OBJECTS

Abstract. In surveying work the designation of straightness of elongated objects is done by method of constant straight, which requires an instrument setup over a given point. For the implementation of this task, you can use a plummet properly rectified. The minimum length to the target is a characteristic parameter of each instrument. This value limits location of the measurement points. In the conditions prevailing on the engineering objects it is often not possible to offset the instrument from the test object. At that time the first measurement points can be measured only after setting the instrument at the final point of constant straight.

The method presented in this paper to measure the position of points relative to a specific fixed straight uses a light beam emitted by a laser plummet from a Leica TC407 total station. To use laser the beam of the plummet to measure points located at distances from zero to several meters from the position of the instrument by constant straight method additional instrumentation was applied. The additional equipment includes: collimating mirror, CCD adapter and computer. Preliminary research showed that for distances of 1, 2, 4, 8 and 12 m measuring points on the instrument were obtained respectively from 0.03 to 0.08 mm.

Key words: laser plummet, engineering survey of elongated objects, CCD camera

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 23.03.2012

For citation – Do cytowania: Kuchmister J., Ćmielewski K., Gołuch P., Kowalski K., 2012. Zastosowanie pionownika laserowego do badań prostoliniowości obiektów wydłużonych. Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr., 11 (1), 5–16.

THE ROLE OF CARTOGRAPHIC PRESENTATION METHODS IN ANALYSIS OF SPATIAL STRUCTURE OF PHENOMENA

Halina Klimczak, Katarzyna Kopańczyk

Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Abstract. Thematic scope of spatial data – both topographical and geographical – presented on maps is enormous. It can embrace processes and phenomena that occur as discrete or continuous, that are measured in nominal, ordinal, interval or ratio scales. It is also important if the data is absolute or relative. Visualization of such data variety is a process which involves choice of both proper cartographic methods and graphic variables.

The role of a map in analysis of spatial structure is not only a visual assessment (most often in an ordinal scale), but what is more important, a map presents a source data used in investigation on characteristics and regularity of spatial data distribution. The research aimed to explain occurrence of a particular spatial pattern and their local and regional changeability.

The quantitative indicators of spatial structure (e.g. indicators of homogeneity, diversity) as the result of spatial analysis are presented in a form of cartographic models. The visualization of the outcomes allow for more detailed recognition and description of spatial structure of the phenomena. Among the methods of cartographic presentation, in the paper there are used: choropleth map, geometric choropleth map, dasimetric map and isoline map. These cartographic presentations constitute the models of various characteristics of spatial patterns and relationships. The methods of modeling and presentation of analysis presented in the paper, refer to real distribution of phenomena. Therefore it considers their local and regional variation, that is of great importance for practical aspect of research.

Key words: spatial structure, cartographic modeling, cartographic methods

INTRODUCTION

Thematic scope of spatial data – both topographical and geographical – presented on maps (in form of cartographic models) is enormous. It can embrace processes and phenomena that occur as discrete or continuous, that are measured in nominal, ordinal, interval or ratio scales. It is also important if the data is absolute or relative.

Source data may be the results of direct or indirect measurements, as well as variety of maps and cartographic elaborations. Among vast data types, the one that are an output of geographic analysis aimed to determine spatial structure of phenomena and relations between them is of great importance.

RESEARCH METHODOLOGY

Visualization of such data variety is a process which involves choice of both proper cartographic methods and graphic variables. A structure (structure – construction, method of construction) may be defined as a distribution of components of the particular system and relationships between these elements. The group of relationships is characteristic for a given system and expresses how parts of the particular system are related with each other.

A map is an image of a space, a model which reflects distribution of objects, phenomena and processes. A map's characteristics determine that it is the best model of distribution (pattern) and relationships between presented phenomena. The role of a map in analysis of spatial structure is not only a visual assessment (most often in an ordinal scale), but what is more important, a map presents a source data used in investigation on characteristics and regularity of spatial data distribution. The research aimed to explain occurrence of a particular spatial pattern and their local and regional changeability.

The purpose of the research is to present chosen methods of modeling spatial structure of phenomena and their relationships. Moreover, the attention is paid to a choice of reference unit and mapping methods at the stage of presenting results.

In the paper, various methodical and cartographic solutions are presented exemplified on analysis of population structure performed within rural areas in dolnoslaskie voivodship. The dot map (Fig. 1) depicts population distribution. The dots are topographically placed in built-up areas. The accuracy of presentation is $\frac{1}{2}$ dot weight. This kind of presentation enables to visual evaluation of a phenomena distribution, notice trends in the layout and assess its intensity in ordinal scale.

A distribution of relay stations is taken into account as an extra element in the research of relationships. The stations are located in rural areas and presented on the symbol map (Fig. 2).

A dot map is a very good source material for performing spatial distribution analysis. Presentation of the outcomes in form of cartographic models – thematic maps elaborated with use of various cartographic methods, significantly simplifies assessment of spatial structure. [Galant 2009, Krzywicka-Blum 2003, Klimczak 2003, Mościbroda 1999].

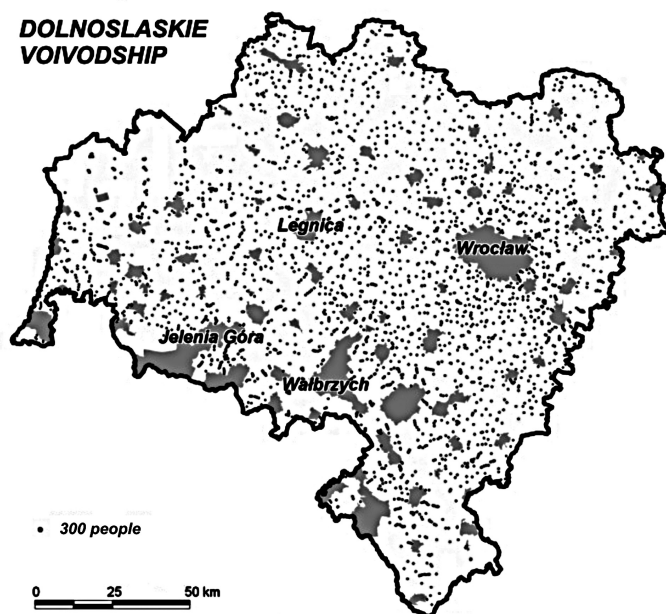


Fig. 1. Distribution of population living within rural communes in Dolnoslaskie Voivodship
 Rys. 1. Rozmieszczenie ludności zamieszkującej gminy wiejskie w woj. dolnośląskim

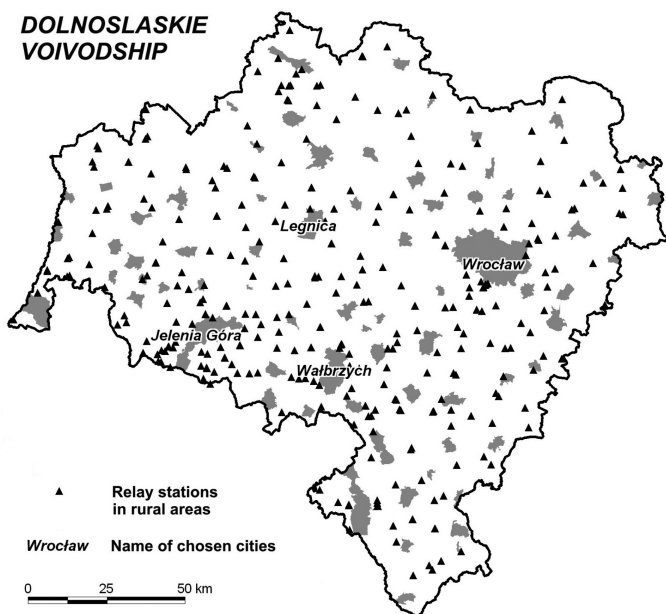


Fig. 2. Distribution of mobile telephony relay stations
 Rys. 2. Rozmieszczenie stacji przekaźnikowych telefonii komórkowej

The intensity of a phenomenon may be expressed in absolute data values using a dot map. The example is the pie diagram presented on Figure 3. Geometric units of Temkart grid are used in this example as reference units [Podlacha 1990]. A size of reference unit should be adjusted to the accuracy of source data and the degree of phenomenon generalization which depends on the aim of research. The assumed reference units and used method of presentation allow to assess distribution in relation to geographic location of the phenomenon in a voivodship.

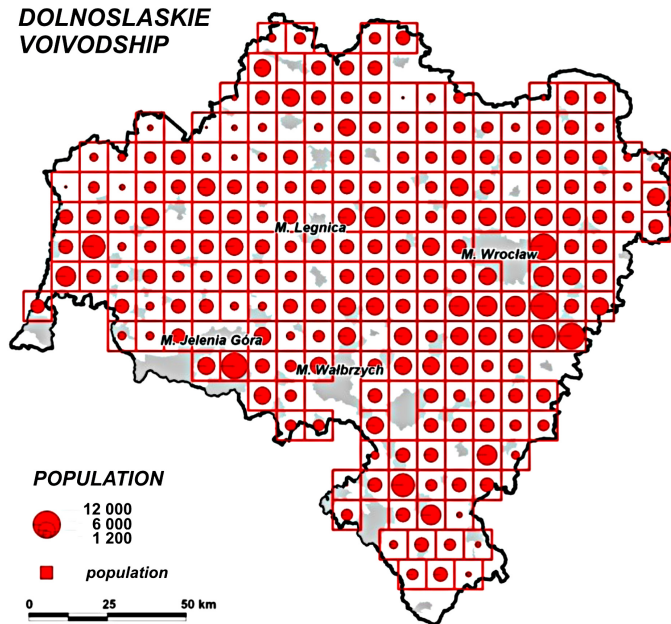


Fig. 3. Distribution of population in geometric units (Temkart grid) of 9 x 9 km

Rys. 3. Rozmieszczenie ludności w jednostkach geometrycznych sieci Temkart o wymiarach 9 x 9 km

Referring data to areal unit – administrative unit, geometric unit (square, rectangle) or irregular (Thiessen polygon) enables to determine the intensity of a phenomenon, and calculate quantitative indicators of spatial structure as a result of spatial analysis. For this purpose, the measures of intensity and fragmentation are used, the indicators of homogeneity, diversity, randomness are calculated with application of fractal geometry and entropy. The new models may be elaborated based on these quantitative characteristics. The visualization of the outcomes allow for more detailed recognition and description of spatial structure of the phenomena. Among the methods of cartographic presentation, in the paper there are used: choropleth map, geometric choropleth map, dasimetric map and isoline map.

Determination of a reference unit is necessary to calculate the intensity of a phenomenon – density of features – which is the most common measure of dispersion on a given area. The density G is calculated as follows:

$$G = N/P$$

where:

P – area within the features occur,

N – is the number of features.

The density index is different depending on assumed reference unit. The map on Figure 4, presents density of population in communes, as the area of commune is assumed as a reference unit.

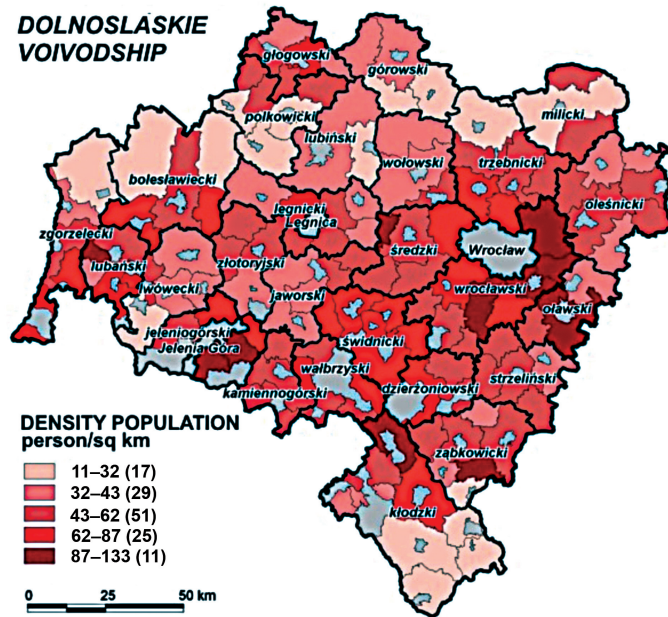


Fig. 4. Diversity of density population in rural communes of Dolnośląskie Voivodship

Rys. 4. Zróżnicowanie gęstości zaludnienia w gminach wiejskich w województwie dolnośląskim

This presentation (Fig. 4) does not take into account local variation of a phenomenon within a commune. Regardless of the arrangement of dots, which are the input to calculate the number of people, the same density is designated within a whole area of a commune.

A dasimetric map, used in presentation of spatial structure of density population, takes under consideration the real distribution in the area of voivodship. The assumed size of a grid influence on the accuracy of density determination (Fig. 5).

The number of people may also be referred to area of the Thiessen polygon. Two approaches are presented in the paper. In the first one, the Voronoi diagrams are constructed based on dots representing 300 people lived in rural areas, and in the second, the dots represent relay stations. Both maps present indicator of the intensity.

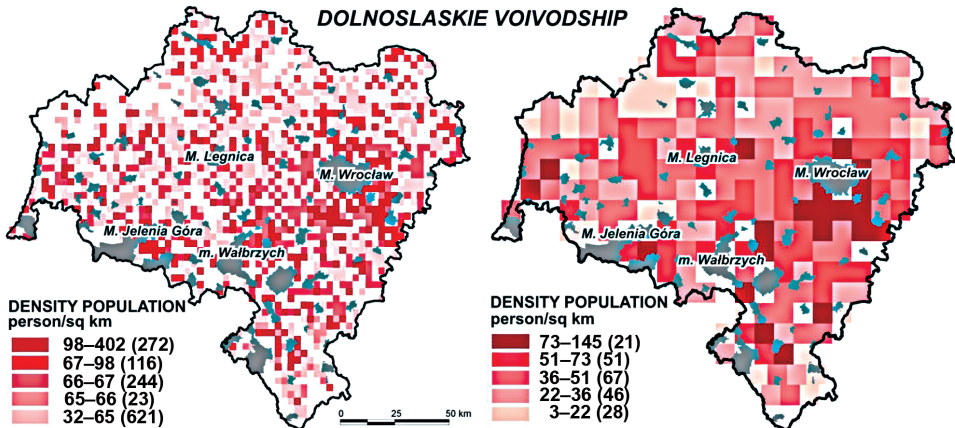


Fig. 5. Diversity of density population in geometric units (Temkart grid) of 3 x 3 km and 9 x 9 km in Dolnośląskie Voivodship

Rys. 5. Zróżnicowanie gęstości zaludnienia w polach sieci Temkart 3 x 3 km i 9 x 9 km w województwie dolnośląskim

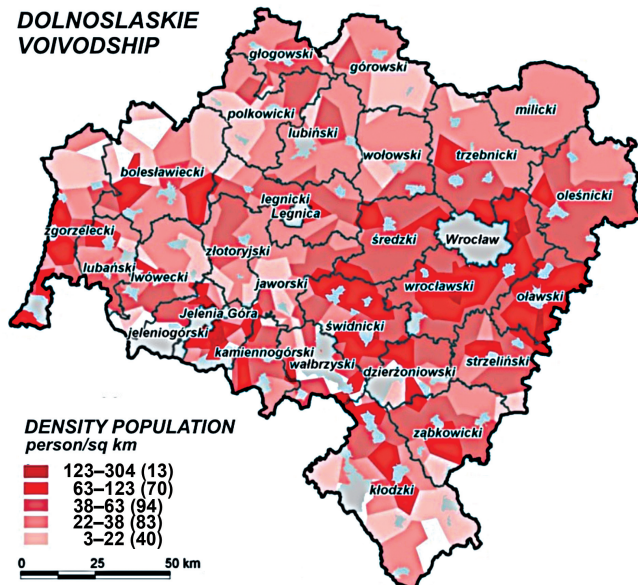


Fig. 6. Structure of density population in Thiessen polygons created on the basis of dot map (dot weight – 300 people)

Rys. 6. Struktura gęstości zaludnienia dla sieci wieloboków powstałych na podstawie mapy kropkowej (waga kropki 300 osób)

Density of population referred to Thiessen polygon constructed around relay station, delivers new extra information in comparison to the first approach. Instead of polygon area, a single relay station is assumed as reference unit.

The map on Figure 7 presents the relation between two phenomena. One can observe and indicate small or big intensity of number of people in relation to distribution of relay stations, as well may conclude on location of new stations.

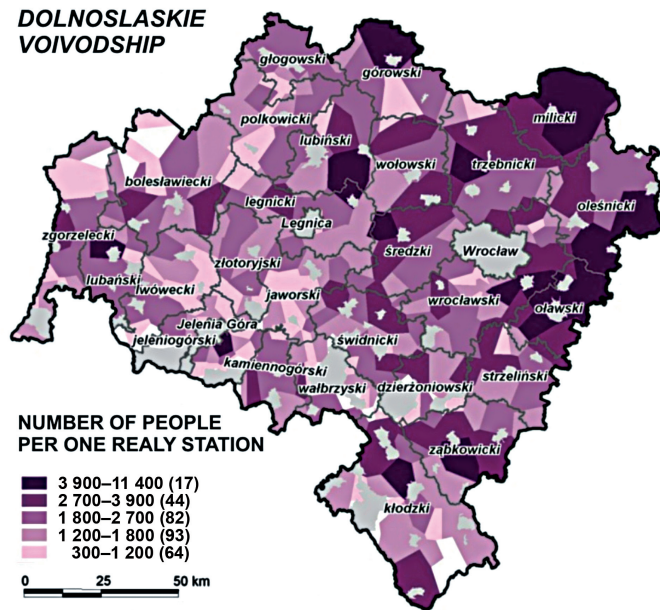


Fig. 7. Number of people per one relay station

Rys. 7. Wskaźnik liczby osób przypadających na jedną stację telefonii komórkowej

The map on Figure 7 presents the relation between two phenomena. One can observe and indicate small or big intensity of number of people in relation to distribution of relay stations, as well may conclude on location of new stations.

Application of geometric units (Temkart) in the research gives a possibility to determine the distribution on a phenomena with use of entropy index – Shannon's index (SHDI). The concept is mainly found in physics and theory of information, however it is also used in cartography, for example, to determine information capacity of a map [Czuba, Paślawski 1995]. The SHDI tends to be called a diversity index and it is one of the most common indicator of landscape diversity used in Europe. It is also applied to assess diversity of land use forms recognized on the basis of satellite image classification [McGarigal, Marks 1994].

In the paper the index of relative entropy is used. The index expresses a degree of features' diversity in assumed density classes. The calculations are made as follow:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^k H_i}{H_{max}}$$

where:

H_i – entropy index in i class, calculated according to formula:

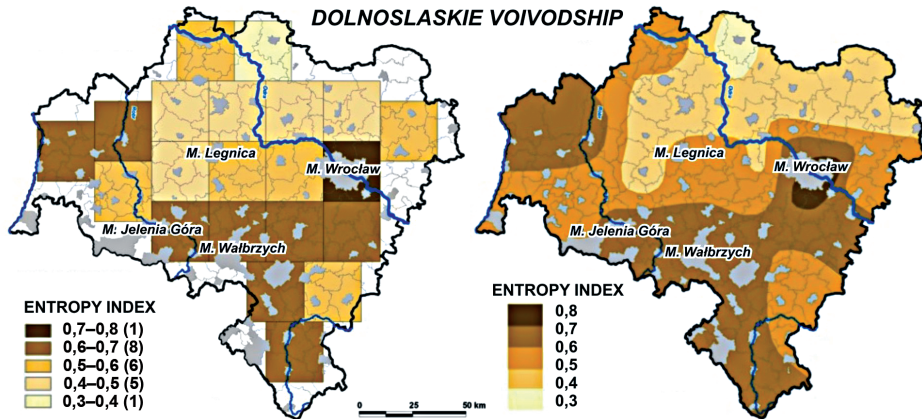


Fig. 9. Diversity of relative entropy index calculated for density population (a) and layout of iso-lines of the index

Rys. 9. Zróżnicowanie wielkości wskaźnika entropii względnej gęstości zaludnienia i układ izoliii tego wskaźnika w woj. dolnośląskim

On Figure 9, variation of the entropy index is presented with use of two cartographic methods. Choropleth map is closely related to the applied algorithm of research. The value of index is assigned to the unit in which the index is calculated, but data aggregation – characteristic of a choropleth map – generalizes the phenomenon by assigning a value from a class' interval instead of individual value to sub-area. The isoline method, due to continuous values representation, causes that in a given sub-area there are isolines resulting from interpolation between neighboring sub-areas. Hence, it may lead to incorrect interpretation as it does not present a real diversity of a phenomenon. One has to be aware of it while assessing the variation of entropy index based on such a map. However, it seems that isoline method allow for better evaluation of tendency in variation of diversity or heterogeneity (in assumed density classes).

CONCLUSION

The examples of visualisation of spatial structure of phenomena presented in the paper, are aimed to draw attention to a form of presentation which is comprehend as a choice of reference unit, method of presentation and graphic variable. This enables to observe tendency in arrangement of features and characterize a degree of their homogeneity or heterogeneity in geographical space. The use of the dasimetric map, the isoline map of phenomenon intensity or the map presenting the index of diversity, allow to observe causal relationships, as well as it offers possibilities of planning proper investments (in this case – increasing number of relay stations). Complete identification of spatial arrangements of features' set in research area, requires delimitation of local types of pattern. The methods of modeling and presentation of analysis presented in the paper, refer to real distribution of phenomena. Therefore it considers their local and regional variation, that is of great importance for practical aspect of research.

REFERENCES

- Czuba M., Paślowski J., 1995. O pomiarze graficznej złożoności kartogramów. *Polski Przegląd Kartograficzny*. Tom 27, nr 3, PTG i PPWK Warszawa.
- Galant K., 2009. Zastosowanie wybranych metod klasyfikacji obiektów wielocechowych w analizie warunków gospodarowania na obszarach wiejskich woj. dolnośląskiego. *Acta Scientiarum Polonorum, Geodesia At Descriptio Terrarum*, 8 (1) 2009, 3–17. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
- Klimczak H., Galant K., 2008. Modelowanie kartograficzne w ocenie struktury przestrzennej elementów środowiska dla potrzeb ONW, rozdział w monografii pod redakcją Klimczak H., Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław.
- Klimczak H., 2003. Modelowanie kartograficzne w badaniach rozmieszczenia zjawisk przestrzennych. *Zesz. Nauk. AR CXCV*, Nr 459. Wrocław 2003.
- Krzywicka-Blum E., 2003. Agregacja danych punktowych i pól odniesienia a informacyjne własności map gęstości. *Polski Przegląd Kartograficzny*, T. 35, nr 3, Warszawa 2003, 175–184.
- McGarigal K., Marks B. J., 1994. *Fragstats, spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.
- Mościbroda J., 1999. *Mapy statystyczne jako nośniki informacji ilościowej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Podlacha K., 1990. Kompozycja układu odniesienia przestrzennego w Systemie Informacji Geograficznej na przykładzie Systemu SINUS. *Prace IGiK*. Warszawa.

ROLA KARTOGRAFICZNYCH METOD PREZENTACJI W ANALIZACH STRUKTURY PRZESTRZENNEJ ZJAWISK

Streszczenie. Zakres tematyczny danych przestrzennych – topograficznych i geograficznych prezentowanych na mapach w postaci modeli kartograficznych jest ogromny. Może obejmować zjawiska i procesy występujące w sposób dyskretny i ciągły, mierzone w skali nominalnej, porządkowej, interwałowej i ilorazowej. Ważny jest również sposób ujęcia zjawiska – bezwzględny lub względny. Wizualizacja tak różnorodnych danych to proces doboru odpowiednich metod kartograficznych i zmiennych graficznych.

Rola mapy w analizie struktury przestrzennej nie ogranicza się tylko do oceny wizualnej (najczęściej na poziomie skali porządkowej), ale służy jako materiał źródłowy do badań charakterystyk i prawidłowości w rozmieszczeniu zjawisk. Badania te mają wyjaśnić występowanie określonych typów układów przestrzennych i zwrócić uwagę na ich miejscową i regionalną zmienność.

Ilościowe wskaźniki opisujące strukturę przestrzenną (np. wskaźniki jednorodności, zróżnicowania) prezentowane w postaci modeli kartograficznych pozwalają na dokładniejszą charakterystykę struktury przestrzennej badanych zjawisk. W pracy wykorzystano metody: kartogramu, kartogramu geometrycznego, dazymetryczną i izolinii, które stanowią modele różnorodnych charakterystyk i relacji przestrzennych zjawisk. Użyte w pracy metody modelowania i prezentacji wyników analiz nawiązują do rzeczywistego rozkładu zjawiska, a więc zwracają uwagę na ich miejscową i regionalną zmienność, co ma duże znaczenie w użyteczności otrzymanych wyników.

Słowa kluczowe: struktura przestrzenna, modelowanie kartograficzne, metody kartograficzne

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 23.03.2012

For citation – Do cytowania: Klimczak H., Kopańczyk K., 2012. The role of cartographic presentation methods in analysis of spatial structure of phenomena. *Acta. Sci. Pol. Geod. Descr. Terr.*, 11 (1), 17–28.

SYSTEM INFORMACJI PRZESTRZENNEJ JAKO NARZĘDZIE PODEJMOWANIA DECYZJI W GMINACH – BADANIA WŚRÓD PRACOWNIKÓW URZĘDÓW MIAST ŁÓDZKIEGO OBSZARU METROPOLITALNEGO

Marcin Feltynowski

Uniwersytet Łódzki

Streszczenie. Systemy informacji przestrzennej stają się coraz powszechniejszą formą prezentacji i zarządzania danymi o charakterze przestrzennym. Obszarem wykorzystania systemów informacji przestrzennej są również gminy, gdzie za pomocą tych narzędzi można podejmować decyzje strategiczne oraz wydawać szereg decyzji administracyjnych.

Artykuł prezentuje wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w sześciu urzędach miejskich Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego. Analiza wyników badań, przedstawiona w artykule, ma na celu wskazanie grupy docelowych użytkowników systemów informacji przestrzennej. Dzięki temu możliwe staje się określenie zakresu wiedzy urzędników na temat możliwości i kierunków wykorzystania informacji przestrzennej w różnych obszarach funkcjonowania miasta. Badania weryfikują, czy w wydziałach i referatach urzędów miast zajmujących się gospodarką przestrzenną, gospodarką nieruchomościami, infrastrukturą, rozwojem gospodarczym, promocją gminy, urbanistyką i zarządzaniem kryzysowym wykorzystywane są systemy GIS. Przeprowadzone wywiady bezpośrednie wskazują również, jak wiele obszarów zarządzania gminą może zostać wspartych przez wykorzystanie systemów informacji przestrzennej.

Słowa kluczowe: systemy informacji przestrzennej, Łódzki Obszar Metropolitalny, społeczeństwo informacyjne

WSTĘP

W dobie rozwoju społeczeństwa informacyjnego, które jest elementem gospodarki opartej na wiedzy, oczywistym staje się fakt wykorzystywania informacji i wiedzy, które pozyskiwane są w sposób elektroniczny. Należy pamiętać, że społeczeństwo informacyjne kształtuje się na bazie elementów takich jak [Goliński 2005]:

- postęp techniczny i technologiczny branży ICT (ang. Information and Communications Technology);
- polityka państw i struktur ponadnarodowych;
- przemiany struktur gospodarczych i biznesowych;
- grupy interesów (producenci i operatorzy ICT, społeczeństwo wirtualne i społeczeństwo realne).

Składowe te wskazują, że nieodzownym elementem społeczeństwa informacyjnego jest dbałość o budowanie relacji ze społeczeństwem realnym i wirtualnym, czego elementem może stać się wykorzystanie w administracji samorządowej nowych narzędzi związanych z systemami informacji przestrzennej (GIS – ang. Geographical Information System). Podejście takie wynika z założenia, że dostęp do informacji ma przełożenie na możliwości rozwoju i poziom życia człowieka.

SYSTEMY INFORMACJI PRZESTRZENNEJ W ADMINISTRACJI SAMORZĄDOWEJ

Systemy informacji przestrzennej rozwijają się od lat 60. ubiegłego stulecia. Ich wykorzystanie staje się coraz powszechniejsze, co pozwala również na stawienie czoła wyzwaniom z zakresu budowania społeczeństwa informacyjnego, zintegrowanego zarządzania miastem czy współpracy pomiędzy petentem a urzędem. Systemy informacji przestrzennej zaliczyć należy do grupy systemów informacyjnych, które wspomagają procesy decyzyjne. Odbywa się to poprzez zbieranie, przetwarzanie, przechowywanie, aktualizowanie oraz wizualizację danych, które mają charakter przestrzenny. Oczywistym staje się fakt, że systemy te muszą charakteryzować się takimi elementami jak:

- odpowiedniej klasy sprzęt komputerowy;
- oprogramowanie, które pozwoli analizować i przetwarzać dane mające odniesienie przestrzenne;
- bazy danych o różnej złożoności;
- zadania i problemy, które będą wykonywane i rozwiązywane;
- ludzie koordynujący cały proces gromadzenia i przetwarzania danych.

Narzędzia z zakresu GIS powinny być podstawą decyzji strategicznych, które wpływają na rozwój danej jednostki terytorialnej. Ważnym elementem w integracji zarządzania może być również wykorzystanie tego narzędzia podczas wydawania decyzji administracyjnych.

Obecnie dostrzega się kryzys w sferze finansów publicznych mimo wielu uwag co do wysokich kosztów wdrożenia systemów informacji przestrzennej. Należy zwrócić uwagę na kwestię zarządzania bazami danych oraz uproszczenie niektórych procedur związanych z funkcjonowaniem urzędu. Godne podkreślenia jest to, że systemy informacji przestrzennej mają za zadanie zapobiegać powielaniu się danych w konkretnych bazach, co może wpłynąć pozytywnie na sferę efektywnego zarządzania danymi.

Poprawa jakości świadczonych usług oraz wspomaganie rozwoju lokalnego przy użyciu systemów informacji przestrzennej może następować w wielu wzajemnie powiązanych obszarach. Dotyczy to zarówno planowania strategicznego, jak również planowania przestrzennego, gospodarki nieruchomościami, rozwoju infrastruktury i przygotowania terenów inwestycyjnych. Ważnym elementem staje się także monitoring środowiska, zagrożeń społecznych czy zarządzanie kryzysowe. W zależności od wielkości jednostki terytorialnej systemu informacji przestrzennej oraz dane mogą służyć szerszemu gronu urzędników. Niezależnie od stopnia wykorzystania danych Polska, a co za tym idzie, również gminy muszą dostosować się do wymagań stawianych przez Dyrektywę INSPIRE [Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE)], która znalazła przełożenie w polskim prawie w postaci ustawy z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej. Zapisy tego aktu prawnego wskazują, jakiego rodzaju dane i usługi będą gromadzone oraz wykorzystywane w administracji publicznej. Ustawa podkreśla również rolę interoperacyjności, współdziałania i koordynacji w zakresie baza danych oraz infrastruktury przestrzennej [Art. 1 ustawy z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489].

Analizując relacje urzędu oraz gminy z otoczeniem, należy wskazać, że ważną rolę pełnią geoportale prowadzone przez jednostki terytorialne, stając się bazą informacji i wiedzy dla społeczności lokalnej oraz potencjalnych inwestorów. Takie podejście do systemów informacji przestrzennej pozwala uznać je za element wspierający marketing terytorialny i promocję gminy.

Rozwój lokalny i wprowadzanie do jednostek samorządowych narzędzi informatycznych wiąże się bezsprzecznie z realizacją założeń Planu Informatyzacji Państwa 2006–2010 oraz wciąż dyskutowanego Planu na lata 2011–2015. Wskazania tych dokumentów podkreślają, że:

- administracja ma stać się podstawą funkcjonowania nowoczesnego państwa;
- powinna następować racjonalizacja wydatkowania środków na rozwój społeczeństwa informacyjnego i informatyzację urzędów;
- wprowadzane rozwiązania mają mieć charakter neutralny i technologicznie spójny.

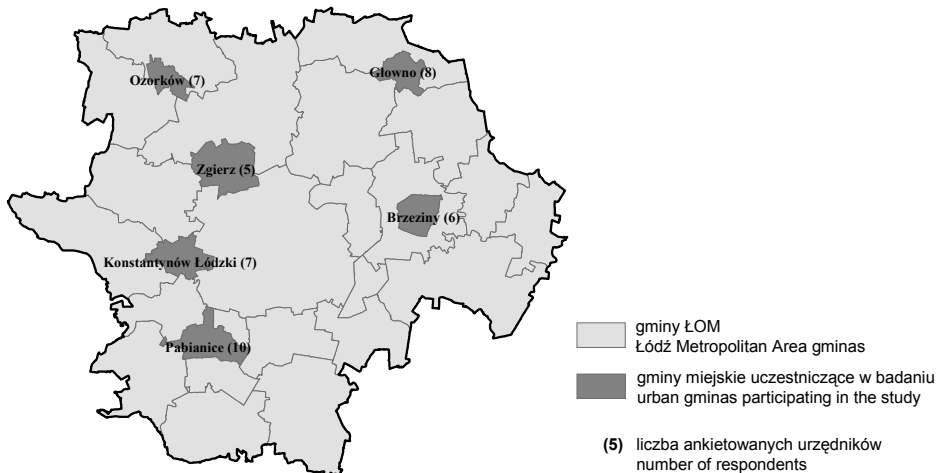
Plany oraz przyszłe projekty podkreślają istotną rolę samorządów lokalnych w kreowaniu rozwoju społeczeństwa informacyjnego, a co za tym idzie, postępu jakościowego w jednostkach samorządowych. Budowanie świadomości urzędników ma stać się punktem wyjścia do dalszego zintegrowanego rozwoju jednostek samorządu terytorialnego. Odbywa się to poprzez podtrzymywanie dialogu władza – obywatel, dostarczanie informacji o procesach zachodzących w gminie, promowanie partycypacji społecznej, implementację kolejnych poziomów e-administracji [Feltynowski 2009].

Wsparcie tych procesów następuje poprzez otwartość na nowe technologie wśród urzędników korzystających z baz danych. Doksztalcanie i rozwój kadry urzędniczej prowadzą do lepszego zrozumienia i powiązania korzyści płynących z wykorzystania systemów informacji przestrzennej w procesie rozwoju jednostki terytorialnej, czego konsekwencją jest lepiej poinformowany petent. Daje to również poczucie współuczestnictwa w zarządzaniu jednostką terytorialną i większą akceptację decyzji władz lokalnych [szerzej: Izdebski 2011, Fiedziukiewicz i in. 2009].

OBSZARY ZASTOSOWANIA SYSTEMÓW INFORMACJI PRZESTRZENNEJ – WYNIKI BADAŃ

W badaniach udział wzięło czterdziestu trzech urzędników z sześciu gmin miejskich zlokalizowanych w Łódzkim Obszarze Metropolitalnym. Zakres przestrzenny badania obejmował miasta: Brzeziny, Głowno, Konstantynów Łódzki, Ozorków, Pabianice i Zgierz. Wśród osób, które udzieliły odpowiedzi na ankietę, zidentyfikowano dwudziestu mężczyzn (46,5% badanej populacji) i dwadzieścia trzy kobiety (53,5% badanej populacji). Składali się oni w większości z urzędników, którzy pełnili w jednostkach samorządowych funkcje kierownicze bądź byli inspektorami. W obu przypadkach liczebność tych grup wynosiła piętnaście osób (po 35% badanych). Na stanowisku podinspektora zatrudnionych było dziesięciu spośród ankietowanych (23% badanych). W badaniu uwzględniono również wypowiedzi dwóch referentów oraz wiceprezydenta (łącznie stanowili oni 7% badanych). Badania przeprowadzone zostały w wydziałach urzędów miast, których zadania mogą być związane z wykorzystaniem informacji przestrzennej. Były to jednostki urzędów zajmujące się gospodarką przestrzenną, zarządzaniem nieruchomościami, infrastrukturą, zarządzaniem kryzysowym czy promocją gminy.

Wśród ankietowanych urzędników największą grupę stanowiły osoby w wieku powyżej 50. roku życia (35%), kolejną grupę pod względem liczebności stanowili pracownicy w wieku 40–50 lat (28%). Jeśli chodzi o urzędników w wieku 30–40 lat, to stanowili oni 23% ankietowanych. Najmniej liczną grupą były osoby w wieku poniżej 30. roku życia (14% ankietowanych). W przypadku kobiet wiek zatrudnionych rozkładał się równomiernie we wszystkich czterech grupach, stanowiąc od 22 do 30% badanych. W przypadku ankietowanych mężczyzn – jedynie 5% stanowili pracownicy młodzi poniżej 30. roku życia. Najliczniejszą grupę podobnie jak w przypadku kobiet stanowiły osoby w wieku powyżej 50 roku życia (40% ankietowanych mężczyzn).

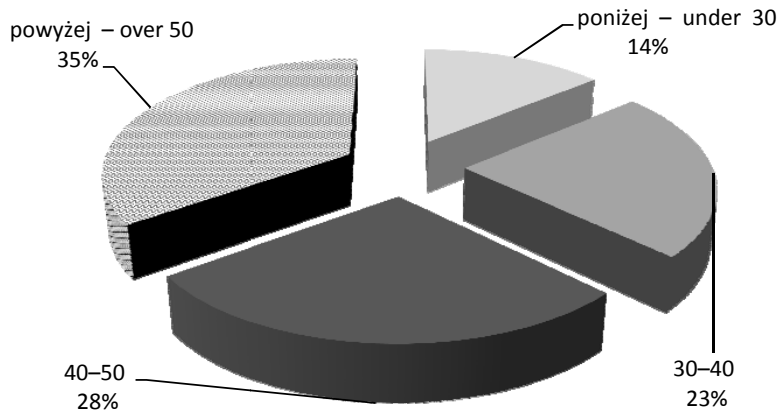


Źródło: opracowanie własne – Source: own work

Rys. 1. Zasięg przestrzenny badania

Fig. 1. Area of research

Ważnym elementem w badanej grupie był średni staż pracy. W całej badanej populacji wyniósł on około 12 lat. Podział ankietowanych ze względu na płeć pozwala stwierdzić, że wśród respondentek średni staż pracy wynosił blisko 14 lat. W przypadku mężczyzn wielkość ta wynosiła 10 lat.



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych – Source: own study based on surveys

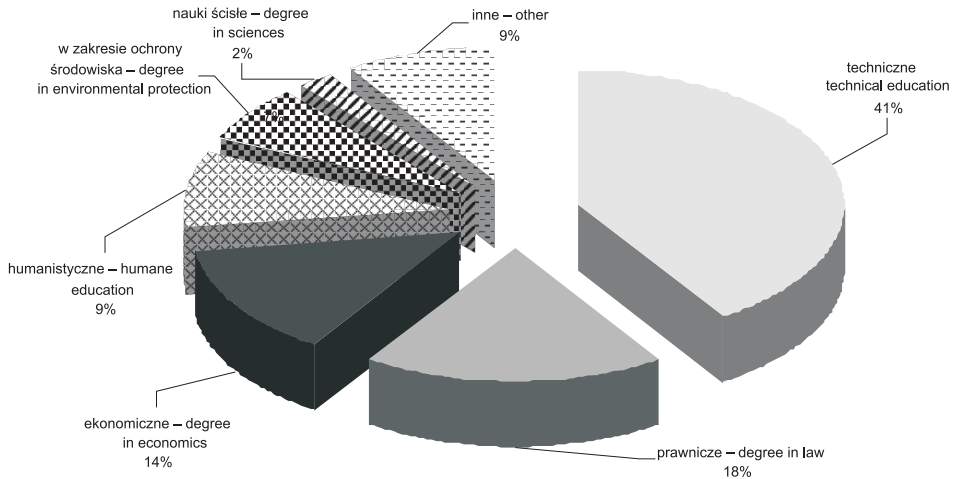
Rys. 2. Ankietowani według wieku

Fig. 2. Respondents by age

Wśród ankietowanych przeważało wykształcenie techniczne¹, czego można było się spodziewać ze względu na specyfikę wydziałów, w których prowadzono badania. W jednym przypadku wskazane zostało wykształcenie dwukierunkowe. W grupie osób z wykształceniem technicznym znalazło się 41% ankietowanych. Wśród respondentów zidentyfikowano wykształcenie prawnicze i ekonomiczne, gdzie było odpowiednio 18 i 14% respondentów. Wśród przebadanych osób znaleźli się również pracownicy urzędu z wykształceniem: humanistycznym (9%), w zakresie ochrony środowiska (7%), w zakresie nauk ścisłych (2%) oraz inne, które nie zostały wyszczególnione w ankiecie (9%). Pozwala to stwierdzić, że większość respondentów posiada profil wykształcenia zgodny z wykonywaną pracą.

Ważnym elementem badania było pytanie o bezpośrednie wykorzystanie przez respondentów systemów informacji przestrzennej (Czy Pani/Pan stosuje narzędzia wykorzystujące technologię GIS w pracy zawodowej?). Aż 69,8% ankietowanych osób potwierdziło wykorzystywanie systemów informacji przestrzennej. Pozostała część respondentów nie wykorzystuje w pracy zawodowej narzędzi GIS. Grupa ta wskazała jednak, że posiada wiedzę na temat funkcjonowania tego rodzaju narzędzi. Celem badania nie było analizowanie poziomu umiejętności wykorzystania systemów GIS w pracy urzędników, dlatego należy zaznaczyć, że w grupie osób wykorzystujących GIS znaleźli się pracownicy o wyższym stopniu zaawansowania (wykorzystywali oprogramowanie GIS jako podgląd i edytowali dane) oraz użytkownicy stosujący GIS wyłącznie w formie podglądu.

¹ Klasyfikacja wykształcenia opracowana została na potrzeby ankiety na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 6 maja 2003 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Edukacji, Dz.U. 2003 nr 98 poz. 895.



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych – Source: own study based on surveys

Rys. 3. Respondenci według wykształcenia

Fig. 3. Respondents by education

Należy również podkreślić, że w badanej populacji systemy informacji przestrzennej wykorzystywane były częściej przez mężczyzn. Aż 80% ankietowanych wskazało, że korzysta z GIS. Jeśli chodzi o kobiety, to z narzędzi GIS korzystało blisko 61% pań. Zaprezentowane pytania stały się punktem wyjścia do dalszych analiz związanych ze wskazaniem obszarów działania urzędu, na które mogą wpływać systemy informacji przestrzennej.

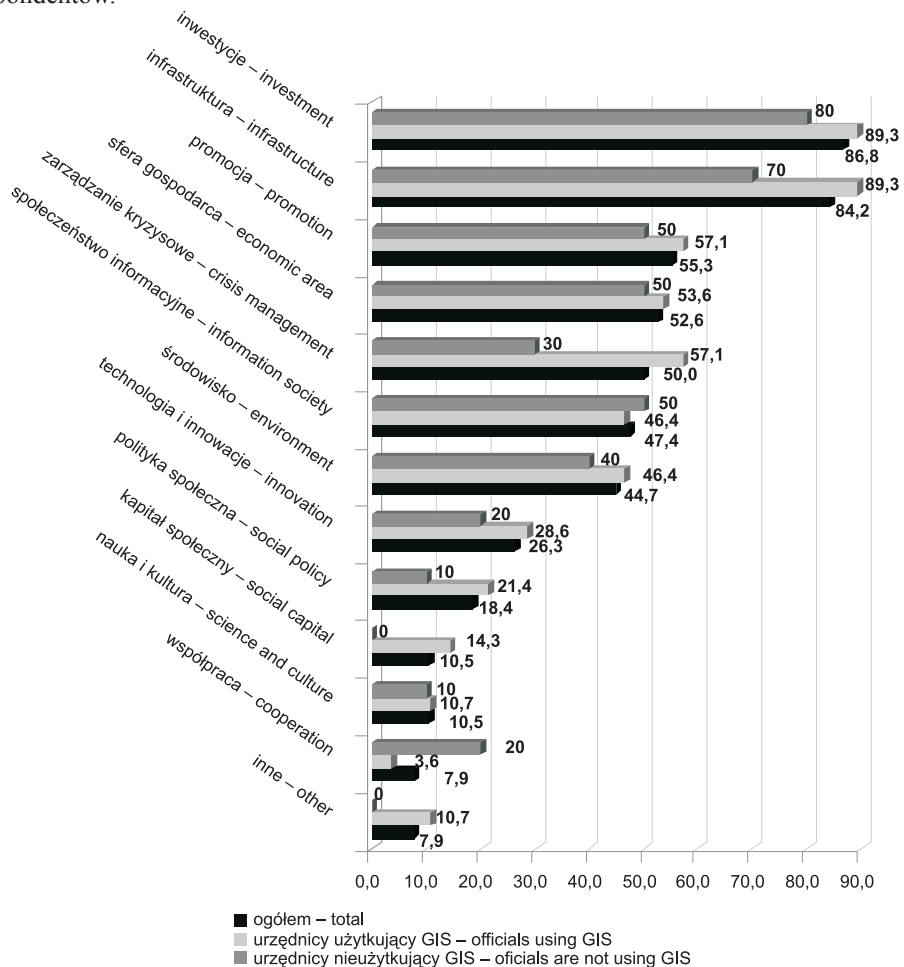
Istotnym elementem przeprowadzonego badania było pytanie o sfery wykorzystania systemów informacji przestrzennej w samorządzie lokalnym. Wśród ankietowanych, którzy odpowiedzieli na to pytanie, można stwierdzić ukierunkowanie wskazań, gdyż trzydziestu ośmiu respondentów odpowiedziało, że systemy GIS mogą wpływać pozytywnie na rozwój jednostki terytorialnej w różnych obszarach jej funkcjonowania. Jedyne trzech respondentów zauważyło, że jest to element, który nie przyczynia się i nie oddziałuje na rozwój lokalny. Dwóch urzędników nie udzieliło żadnej odpowiedzi na niniejsze pytanie.

Wśród obszarów podejmowania decyzji urzędniczych respondenci mogli wskazać odpowiedzi związane z możliwością rozwoju społeczeństwa informacyjnego, kapitału społecznego i rozwojem w sferze gospodarczej. Mogli również powiązać GIS z obszarem inwestycji rozumianym jako ułatwienie procesu inwestycyjnego podejmowanego przez lokalne władze i społeczność oraz podmioty zewnętrzne. Elementami z kafeterii były również: możliwości wpływania na sferę technologii i innowacji w gminie czy obszar zarządzania kryzysowego, środowiska, infrastruktury technicznej, promocji jednostki terytorialnej, nauki i kultury, polityki społecznej czy współpracy gospodarczej.

W efekcie analizy udzielonych odpowiedzi możliwe było stwierdzenie, w jakim zakresie systemy informacji przestrzennej mogą okazać się pomocne w osiągnięciu celu najważniejszego z punktu widzenia każdej podstawowej jednostki terytorialnej, tj. rozwoju oraz świadomości urzędników w zakresie możliwości wykorzystania GIS w pracy urzędniczej. Ważne stało się także rozróżnienie grup odpowiedzi wśród osób, wykorzystujących GIS na co dzień oraz osób, które nie mają styczności z systemami informacji przestrzennej w pracy zawodowej.

Odpowiedzi wskazywane w ankiecie pozwalają stwierdzić, że ponad 80% urzędników podkreśla wpływ narzędzi GIS na sferę inwestycji oraz infrastrukturę. W odniesieniu do infrastruktury chodzi tu o możliwość planowania inwestycji infrastrukturalnych oraz prowadzenie analiz przestrzennych związanych z tą sferą. Ważna w aspekcie infrastruktury okazuje się również możliwość późniejszego zarządzania oraz monitorowania stanu zasobów. Istotne dla urzędników okazuje się także promowanie jednostki terytorialnej poprzez publikację danych przestrzennych czy rozwój sfery gospodarczej, rozumiany jako możliwość efektywniejszego podejmowania decyzji lokalizacyjnych. W przypadku tych odpowiedzi wskazania dotyczyły odpowiednio 55,3 i 52,6% respondentów.

Respondenci wskazywali również, że dużą rolę odgrywa GIS w podejmowaniu decyzji w zakresie: zarządzania kryzysowego, budowania społeczeństwa informacyjnego czy dbałości o środowisko. Elementy te wskazywało odpowiednio: 50, 47,4 i 44,7% respondentów.



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych – Source: own study based on surveys

Rys. 4. Sfery wykorzystania GIS w podejmowaniu decyzji według urzędników w gminach miejskich ŁOM

Fig. 4. The use of GIS in decision-making by officials in gminas of Łódź Metropolita Area

Najbardziej wskazywaną grupą odpowiedzi były technologie i innowacje (26,3%), polityka społeczna (18,4%), budowanie kapitału społecznego (10,5%), wykorzystanie GIS w kulturze i nauczaniu (10,5%) oraz szeroko pojęta współpraca samorządu z innymi jednostkami z kraju i zagranicy (7,9%). Podejście to zaskakuje szczególnie w pierwszym przypadku, ponieważ GIS jako nowa technologia wskazywany jest w literaturze przedmiotu również w przypadku wykorzystania tego narzędzia w administracji publicznej, a jego wdrożenie pozwala na wprowadzanie innowacji w pracy urzędu. Należy podkreślić, że trójka respondentów wskazała inne zastosowania GIS wpływające na rozwój lokalny. Podkreślili oni, że GIS powinien być podstawą funkcjonowania samorządu i jako takie narzędzie staje się głównym elementem wpływającym na wszystkie sfery rozwoju lokalnego.

Podsumowując, można uznać, że uzyskane odpowiedzi w grupie osób wykorzystujących i niewykorzystujących technologię GIS w codziennej pracy były ze sobą zbieżne. Jedynie w przypadku zarządzania infrastrukturą, zarządzania kryzysowego i ogólnie pojętej współpracy różniły się o ponad piętnaście punktów procentowych.

PODSUMOWANIE

Prezentowane wyniki pozwalają wnosić, że systemy informacji przestrzennej są postrzegane przez pracowników urzędów miast ŁOM jako element pozytywnie wpływający na podejmowanie decyzji w różnych obszarach funkcjonowania samorządu. Mimo że systemy GIS nie są powszechnie używane w stopniu zaawansowanym (podgląd i edycja danych), to coraz większa liczba urzędów wdraża systemy informacji przestrzennej. Prezentowane badania pozwalają pozytywnie patrzeć na rosnące zapotrzebowanie oraz świadomość w zakresie możliwości, jakie niesie ze sobą użytkowanie GIS. Wszyscy pracownicy urzędów wskazywali, iż znają możliwości stosowania systemów informacji przestrzennej pomimo braku styczności z tego rodzaju narzędziami w pracy zawodowej. Budzi to nadzieję na przyszłość, gdyż wdrożenia systemów informacji przestrzennej wśród pracowników o dużej świadomości na temat przydatności systemów GIS mają większe szanse powodzenia.

Wnioski płynące z badania dowodzą, że ankietowani urzędnicy stawiają na pierwszym miejscu możliwości ułatwienia pracy w urzędach, co widoczne jest we wskazywanych odpowiedziach. Mały odsetek stanowiły odpowiedzi dotyczące współpracy urzędników z petentami przy użyciu systemów informacji przestrzennej, czyli budowania relacji pomiędzy aktorami lokalnymi. Podejście prezentowane przez respondentów pozwala również wnioskować, że wdrożenie systemów informacji przestrzennej powinno spotkać się z akceptacją ze strony pracowników urzędów, a w przyszłości również pozostałych aktorów lokalnych, którzy będą używać tych narzędzi w kontaktach z władzami samorządowymi, budując tym samym społeczeństwo informacyjne. Świadomość prezentowana przez grupę respondentów z urzędów miast przełożyć może się również na łatwość akceptacji nowych narzędzi przez społeczność lokalną, co w konsekwencji skróci procedury administracyjne i wpłynie będzie na pozytywne postrzeganie jednostki terytorialnej przez petentów.

Należy uznać, że ankietowani urzędnicy niezależnie od faktu użytkowania lub nie systemów informacji przestrzennej na stanowisku pracy – wykazywali wysoki poziom

wiedzy na temat GIS. Zarządzanie w sferze inwestycji i infrastruktury zdaje się być najbardziej zauważalnym obszarem zastosowań GIS w samorządzie. Elementy te pozwalają na wykorzystanie systemów informacji przestrzennej do zarządzania zasobem gminnym oraz ewidencjonowanie i prowadzenie monitoringu w większości obszarów zarządzania jednostką terytorialną.

Ułatwienie pracy urzędników i wprowadzenie elementu partycypacji społecznej w urzędach pozwoli podnieść czytelność podejmowanych decyzji, a co za tym idzie, również ich akceptowalność. Dzięki temu sprawniej będzie można osiągać założone cele strategiczne i operacyjne. Łatwiejsze stanie się również zarządzanie elementami wskazanymi przez urzędników, tj. infrastrukturą i inwestycjami na obszarze gmin, czego przykładem może być mapa terenów inwestycyjnych części obszaru metropolitalnego Łodzi, opracowana przez pracowników Wojewódzkiego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Łodzi. Wyniki badań zdają się mieć potwierdzenie w postaci geoportali prezentowanych przez ciągle zwiększającą się liczbę polskich miast oraz coraz szerszy zakres wykorzystania informacji przestrzennej w zarządzaniu jednostką terytorialną. Potwierdzają to wyniki badań prowadzone w różnych ośrodkach naukowych [szerzej: Adamczyk 2007, Gajos 2010, Bielecka i in. 2010].

PIŚMIENNICTWO

- Adamczyk J., 2007. Geoportale infrastruktur danych przestrzennych w opiniach użytkowników, *Roczniki Geomatyki*, T. V, z. 5, 7–18.
- Bielecka E., Cichociński P., Iwaniak A., Krawczyk, A., Pachół, P., 2010. Przegląd polskich geoportali na podstawie konkursu "The SDI Best Practice Award 2009", *Roczniki Geomatyki*, T. VIII, z. 6, 19–27.
- Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE) Dz.U. L 108 z 25.4.2007.
- Feltynowski M., 2009. Polityka przestrzenna obszarów wiejskich. W kierunku wielofunkcyjnego rozwoju. CeDeWu, Warszawa.
- Fiedziukiewicz K., Rusztecka M., Wołoszyńska E., 2009. Kompetencje GIS w urzędach gmin, *Geodeta Magazyn Geoinformacyjny*, Nr 6 (169), 20–26.
- Gajos M., 2010. Badanie potrzeb i zachowań informacyjnych użytkowników geoinformacji, *Roczniki Geomatyki*, T. VIII, z. 5, 63–71.
- Goliński M., 2005. Społeczeństwo informacyjne – często (nie)zadawane pytania. „e-mentor” nr 2 (9), 11–15.
- Izdebski W., 2011. Wpływ ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej na wykorzystanie danych przestrzennych w jednostkach administracji samorządowej, *Roczniki Geomatyki*, T. IX, z. 2, 37–43.
- Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie Planu Informatyzacji Państwa 2007–2010 z dnia 28 marca 2007 r., Dz.U. 2007, Nr 61, poz. 415.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 maja 2003 roku w sprawie Polskiej Klasyfikacji Edukacji, Dz.U. 2003 nr 98 poz. 895.
- Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489, z późn. zm.

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM AS A TOOL FOR DECISION MAKING – REASERCH AMONG WORKERS OF URBAN GMINAS OF ŁÓDŹ METROPOLITAN AREA

Abstract. Geographical information systems are becoming increasingly common form of presentation and spatial data management. Area of use of geographical information systems are also gminas, where with the help of these tools it is possible to make strategic decisions and make a lot of administrative decisions.

The paper presents results of studies conducted in six urban gminas of the Łódź Metropolitan Area. Analysis of research results, presented in the article, allow to identify target groups of users of geographical information systems in gminas. In this way it becomes possible to determine the scope of information about the opportunities and directions for use of spatial information in many different areas of the city which officials have. The research verify if in the departments dealing with land use planning, real estate, infrastructure, economic development, promotion and crisis management officials use the geographical information systems. Direct interviews indicate how many areas of community management can be supported through the use of GIS.

Key words: geographical information system, Łódź Metropolitan Area, information society

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 23.03.2012

For citation – Do cytowania: Feltynowski M., 2012. System informacji przestrzennej jako narzędzie podejmowania decyzji w gminach – badania wśród pracowników urzędów miast łódzkiego obszaru metropolitalnego. Acta. Sci. Pol. Geod. Descr. Terr., 11 (1), 29–38.

RECENZENCI – REVIEWERS

prof. dr hab. inż. Jacek Szewczyk
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

prof. dr hab. inż. Bogdan Wolski
Politechnika Krakowska

prof. dr hab. inż. Ewa Krzywicka-Blum
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

dr hab. inż. Bernard Kontny
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

prof. dr hab. inż. Aleksandra Bujakiewicz
Politechnika Warszawska

prof. dr hab. inż. Józef Beluch
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

dr hab. inż. Jarosław Bosa, prof. nadzw.
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

prof. dr hab. inż. Jan Kryński
Politechnika Warszawska

prof. dr hab. inż. Witold Prószyński
Politechnika Warszawska

dr inż. Tomasz Kubik
Politechnika Wrocławska

SPIS TREŚCI CONTENTS

Janusz Kuchmister, Kazimierz Ćmielewski, Piotr Gołuch, Krzysztof Kowalski	
Zastosowanie pionownika laserowego do badań prostoliniowości obiektów wydłużonych	5
Application of the laser plummet to measure the linearity of elongated objects	
Halina Klimczak, Katarzyna Kopańczyk	
The role of cartographic presentation methods in analysis of spatial structure of phenomena	17
Rola kartograficznych metod prezentacji w analizach struktury przestrzennej zjawisk	
Marcin Feltynowski	
System informacji przestrzennej jako narzędzie podejmowania decyzji w gminach – badania wśród pracowników urzędów miast łódzkiego obszaru metropolitalnego	29
Geographical information system as a tool for decision making – reaserch among workers of urban gminas of łódź metropolitan area	
Recenzenci – Reviewers	39