

ACTA SCIENTIARUM POLONORUM

Czasopismo naukowe założone w 2001 roku przez polskie uczelnie rolnicze

Geodesia et Descriptio Terrarum

Geodezja i Kartografia

Geodesy and Cartography

9 (4) 2010



Bydgoszcz Kraków Lublin Olsztyn
Poznań Siedlce Szczecin Warszawa Wrocław

Rada Programowa *Acta Scientiarum Polonorum*

Kazimierz Banasik (Warszawa), Janusz Falkowski (Olsztyn),
Florian Gambuś (Kraków), Franciszek Kluza (Lublin), Edward Niedźwiecki (Szczecin),
Janusz Prusiński (Bydgoszcz), Jerzy Sobota (Wrocław) – przewodniczący,
Stanisław Socha (Siedlce), Waldemar Uchman (Poznań)

Rada Naukowa serii *Geodesia et Descriptio Terrarum*

Andrzej Borkowski (Wrocław) – przewodniczący, Wojciech Dach – sekretarz,
Roman Galas (Berlin), Wolfgang Keller (Stuttgart),
Andrzej Kramkowski (Olsztyn), Josef Weigel (Brno)

Opracowanie redakcyjne i korekta:

Janina Szydłowska

Anna Piskor

Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie

Halina Sebzda

Projekt okładki

Daniel Morzyński

ISSN 1644–0668

*Wydanie publikacji dofinansowane ze środków
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu*

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu,
Wrocław 2010

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki
ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax 71 328–12–77
e-mail: wyd@up.wroc.pl <http://www.up.wroc.pl>

Nakład 200 + 16 egz. Ark. wyd. 3,4. Ark. druk. 3,0
Druk i oprawa: F.P.H. „ELMA”

GEODEZYJNE BADANIA TOKARKI Z ZASTOSOWANIEM TECHNIKI ŚWIATŁOWODOWEJ

Kazimierz Ćmielewski

Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono badania geodezyjne tokarki z wykorzystaniem światłowodowego sygnalizatora celu. Omówiono technologię pomiarów wraz z projektem tarczy ze światłowodowym sygnalizatorem celu oraz zaprezentowano przykładowe wyniki testów tarczy oraz jej zastosowanie do pomiarów tokarki.

Słowa kluczowe: pomiary geodezyjne, instrumenty geodezyjne, światłowody

WSTĘP

Rozwinięta i sprawnie funkcjonująca infrastruktura techniczna kraju ma doniosłe znaczenie dla gospodarki narodowej. Szczególnym składnikiem infrastruktury technicznej są obrabiarki. Służą one przede wszystkim do maszynowej obróbki za pomocą skrawania powierzchni metalu oraz innego rodzaju materiałów (np. tworzyw sztucznych) stanowiących części i elementy budowy maszyn, narzędzi i przyrządów.

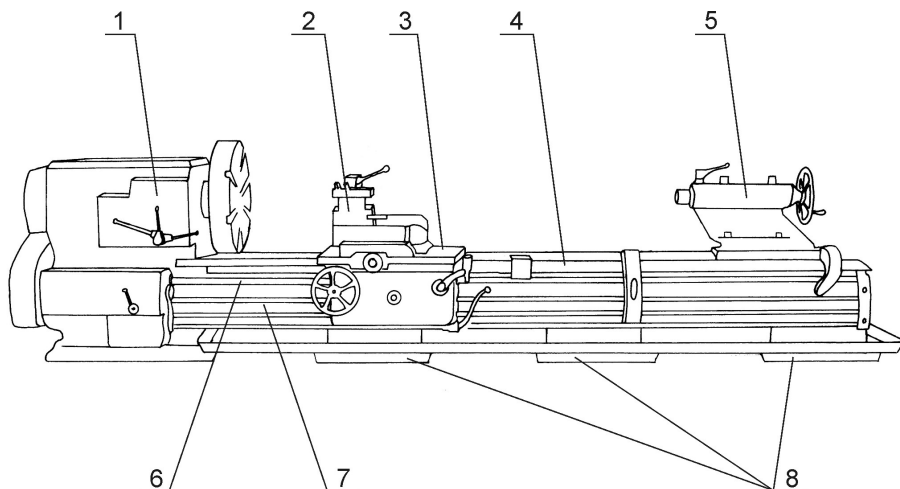
W przemyśle krajowym pracuje kilkaset tysięcy obrabiarek do metali, w tym systematycznie ulega powiększeniu liczba obrabiarek sterowanych numerycznie.

Obrabiarki są maszynami dokładnymi oraz drogimi. Stąd też istnieje wymóg sprawnego ich funkcjonowania przez kilka, kilkanaście lat przy zapewnieniu właściwej dokładności obróbki. W większości o dokładności obrabiarek decyduje stan ich prowadnic oraz elementów wirujących. Specjalizacja procesów produkcyjnych przyczyniła się do powstania wielu rodzajów i typów tych maszyn o przeznaczeniu: ogólnym, specjalizowanym i specjalnym. Dodatkowo, zależnie od kształtu powierzchni obrabianej, rozróżnia się obrabiarki do powierzchni: walcowych, zewnętrznych i wewnętrznych, płaszczyzn, a także kół zębatach, gwintów itp.

W przemyśle spotyka się wiele różnych typów i rodzajów obrabiarek, w szczególności tokarek, spośród których najliczniejszą grupę stanowią tokarki kłowe (nazwa pochodzi od sposobu mocowania elementu, części czy przedmiotu obrabianego w tak zwanych kłach wrzeciennika i konika) [Dudik 1985].

Adres do korespondencji – Corresponding author: Kazimierz Ćmielewski, Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław, e-mail: kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl

Najbardziej uniwersalną odmianą tokarek kłowych jest tokarka pociągowa. W odróżnieniu od innych typów tokarek kłowych wspomniana posiada śrubę pociągową używaną do samoczynnego posuwania suportu podczas toczenia gwintów. Na rysunku 1 przedstawiono schemat budowy uniwersalnej tokarki pociągowej.



Rys. 1. Schemat budowy uniwersalnej tokarki pociągowej

Oznaczenia: 1 – wrzeciennik, 2 – imak nożowy, 3 – suport, 4 – łożo z prowadnicami, 5 – konik, 6 – wałek pociągowy, 7 – śruba pociągowa, 8 – podstawy

Fig. 1. Structure scheme of universal turning lathe

Sign: 1 – headstock assembly, 2 – tool post, 3 – apron, 4 – bed with runner, 5 – tailstock assembly, 6 – feed rod, 7 – lead screw, 8 – basis

We wrzecienniku osadzone są wrzeciono i jego mechanizm napędowy. Wrzeciono stanowi wałek z otworem przelotowym w przedniej części przechodzącym w otwór w kształcie stożka służącego do osadzania kła ściśle w osi wrzeciona. Dodatkowo przednia, zewnętrzna końcówka wrzeciona jest tak wykonana, aby można było na niej zamontować tarczę zabierakową lub uchwyt tokarski.

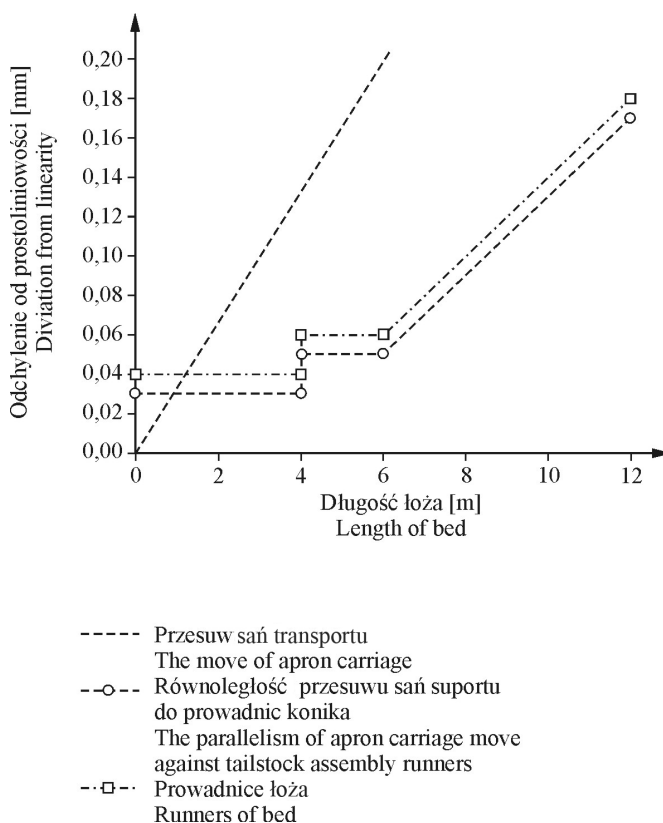
Łoże wykonane jest jako wydłużona sztywna skrzynia żeliwna, w której można wyróżnić ściany wzdłużne i poprzeczne połączone żebrami. Na górnej części łoża znajdują się cztery prowadnice, najczęściej dwie przyzmatyczne i dwie płaskie. Jedna para prowadnic służy do przesuwania suportu, a druga do przesuwania konika. Spoczywa on na wewnętrznych prowadnicach i może być ustawiony w dowolnym miejscu łoża. Wyposażony jest w tuleję z otworem stożkowym, w którym, w zależności od rodzaju i charakteru obróbki, osadza się kiel lub trzpieniowe narzędzie skrawające (np. wiertło, gwintownik).

Suport umożliwia przesuw noża wzdłuż prostopadle lub pod dowolnym kątem do osi elementu toczonego. Suport składa się w dolnej części z sań wzdłużnych ustawionych na zewnętrznych prowadnicach łoża. Na saniach wzdłużnych osadzone są sanie poprzeczne z obrotnicą wyposażoną w sanie narzędziowe z imakiem nożowym służącym do zamocowania noża w czasie obróbki.

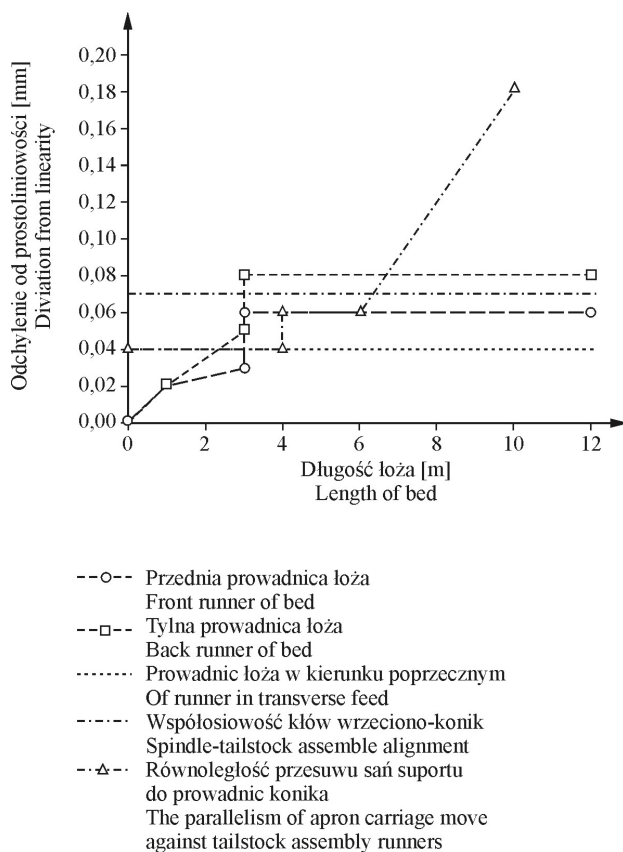
W procesie produkcji z wykorzystaniem tokarek odchyłki powstałe między założeniami podanymi na rysunku wykonawczym a rzeczywistym przedmiotem wykonanym są związane z różnymi przyczynami. W wypadku:

- odchyłek wymiarowych są to błędne nastawienia noża bądź błędne odczyty wymiaru podczas obróbki,
- odchyłek kształtu są to istniejące przesunięcia kłów wrzeczona i konika w płaszczyźnie poziomej lub pionowej bądź istniejące zużycia prowadnic (zamiast powierzchni walca powstaje powierzchnia obrotowa o zarysie krzywoliniowym),
- odchyłek chropowatości powierzchni są to brak sztywności zamocowania przedmiotu lub narzędzia (np. noża), luzy w mechanizmach obrabiarki lub błędnie dobrane warunki skrawania.

Tokarki są sprawdzane pod względem odchyłek geometrycznych w procesie montażu, a także w trakcie eksploatacji [Polska Norma 1994, 1998]. Rozkład dopuszczalnych odchyłek zobrazowano na wykresach (rys. 2, 3).



Rys. 2. Rozkład dopuszczalnych odchyłek w rzucie poziomym [Ćmielewski 2007]
 Fig. 2. Schedule of allowed geometric mistake in horizontal section



Rys. 3. Rozkład dopuszczalnych odchyłek w rzucie pionowym [Ćmielewski 2007]
 Fig. 3. Schedule of allowed geometric mistake in vertical section

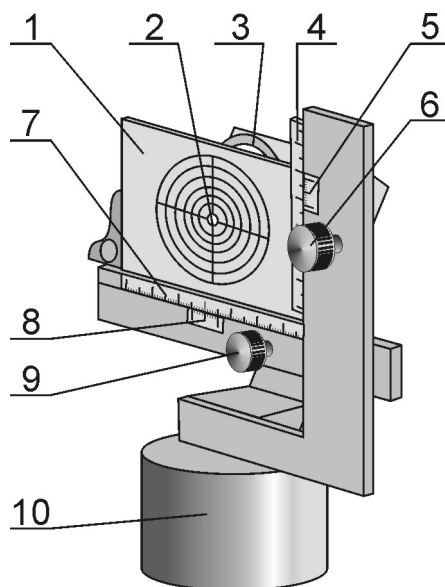
Do sprawdzania tokarek najczęściej używane są następujące, znane z metrologii warsztatowej, narzędzia i przyrządy pomiarowe: liniały powierzchniowe uźebrowane i trójkątne, czujniki zegarowe, szczelinomierze o stopniowanych płytkach, poziomice ramowe, wałki kontrolne, trzpienie kontrolne z uchwytyami stożkowymi lub z nakiełkami.

Przepisy techniczne wymagają, aby w każdej tokarce ustawionej na fundamencie przed eksploatacją sprawdzono określone parametry geometryczne. Najważniejszy z nich to prostoliniowość przesuwu suportu w płaszczyznach poziomej i pionowej. Pomiary wykonane za pomocą narzędzi i przyrządów używanych w metrologii warsztatowej mają charakter względny, dlatego też w wypadku dużych elementów mechanicznych ze wzrostem ich długości, szerokości lub wysokości uzyskanie wymaganej dokładności pomiaru metodami warsztatowymi staje się problematyczne z uwagi na narastanie błędów systematycznych wnoszonych przez użyte warsztatowe urządzenia pomiarowe. Geodezyjne metody pomiarów tokarki mogą ograniczyć narastanie wspomnianych błędów. Jednakże zastosowanie geodezyjnych metod wymaga użycia nietypowego oprzyrządowania, które pozwoli poprawić warunki obserwacji. Jako urządzenie wspomagające pomiary geode-

zyjne tokarek proponuje się zastosowanie sygnalizatorów światłowodowych [Ćmielewski 2007, Szustakowski 1992, Weinert 1999].

TARCZA Z PUNKTOWYM SYGNALIZATOREM ŚWIATŁOWODOWYM

W geodezji pomiary prostoliniowości wydłużonych elementów inżynierskich najczęściej wykonuje się metodą stałej prostej zwaną także metodą prostej odniesienia [Gocał 1993, Gocał i Żak 1985]. Obserwacje przy użyciu tej metody poprzedza usytuowanie wzdłuż elementu inżynierskiego stałej prostej, którą w czasie pomiaru mogą stanowić oś teodolitu, rozpięta struna lub ukierunkowana wiązka laserowa. Do sygnalizacji punktów pomiarowych służą najczęściej łaty geodezyjne przyłożone prostopadle do badanego elementu inżynierskiego w punktach pomiarowych. Z uwagi na niewielkie odchylenia punktów pomiarowych na łożu tokarki od płaszczyzn poziomej i pionowej zamiast łaty można zastosować tarczę z punktowym sygnalizatorem światłowodowym przedstawioną na rysunku 4.



Rys. 4. Tarcza z punktowym sygnalizatorem światłowodowym

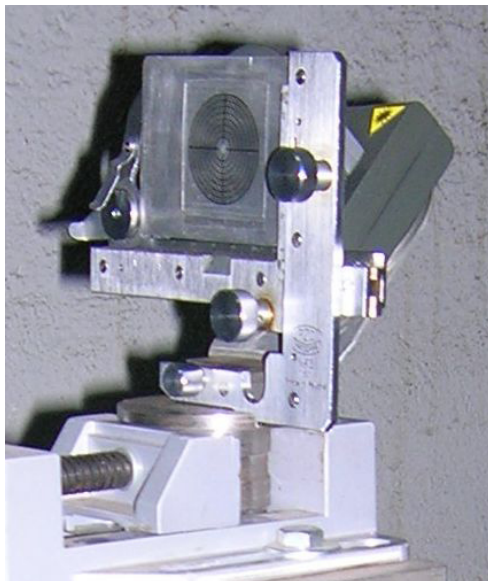
Oznaczenia: 1 – tarcza, 2 – czoło światłowodu, 3 – źródło światła, 4 – suwak pionowy, 5 – noniusz, 6 – pokrętko suwaka pionowego, 7 – suwak poziomy, 8 – noniusz, 9 – pokrętko suwaka poziomego, 10 – wałek ustawczy

Fig. 4. Target with point optical fiber indicator

Sign: 1 – target, 2 – optical fibre faces, 3 – source of light, 4 – perpendicular zip, 5 – nonius, 6 – knob of perpendicular zip, 7 – horizontal zip, 8 – nonius, 9 – knob of horizontal zip, 10 – positioning roll

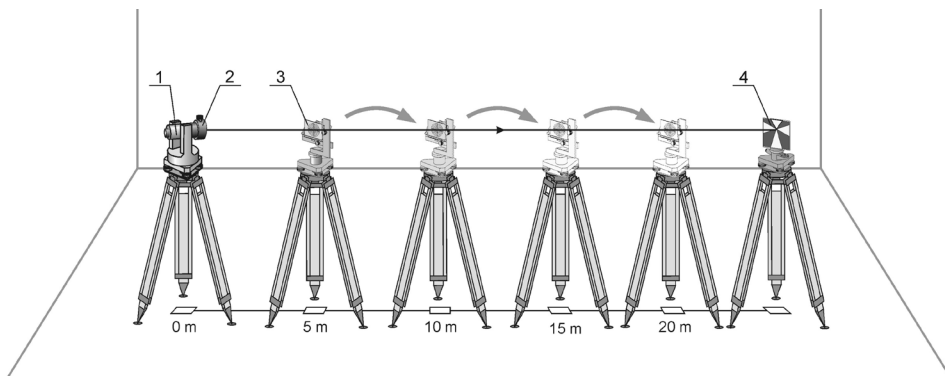
Tarcza ma świecące czoło światłowodu, na które dokonywane są nacelowania instrumentami geodezyjnymi (teodolit, niwelator) podczas wykonywania obserwacji. Suwaki pionowy i poziomy tarczy umożliwiają dokładne wprowadzenie środka czoła światłowodu w oś celową instrumentów, a umieszczone na nich podziałki i noniusze określają ich położenie.

W celu określenia możliwości zastosowań opracowanej tarczy wykonano prototyp przedstawiony na fotografii 1.



Fot. 1. Widok prototypu tarczy z sygnalizatorem światłowodowym
Phot. 1. View of prototype of target with point optical fiber indicator

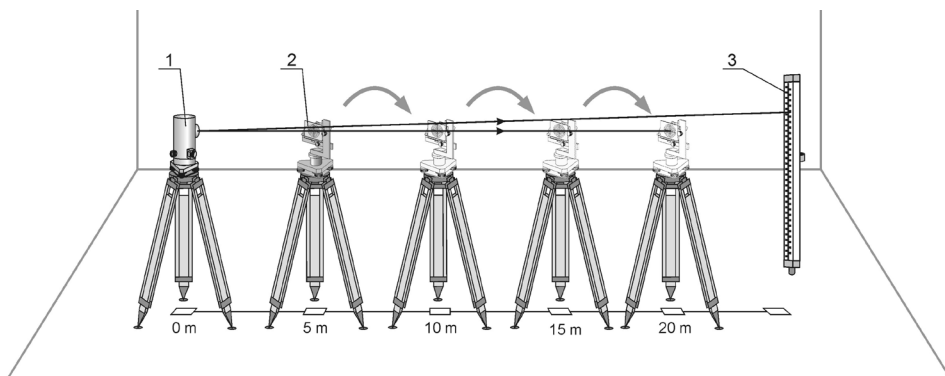
Dla wykonanego prototypu przeprowadzono badania testowe na wydłużonej bazie pomiarowej zlokalizowanej w przyziemiu Instytutu Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Wykonano je dla zmiennego ustawienia sygnalizatora od instrumentu, którym w wypadku płaszczyzny poziomej był teodolit Theo 010B zaopatrzone w nasadkę mikrometryczną, a płaszczyzny pionowej niwelator optyczny Ni 007. Jako reprezentatywne dla krótkich obiektów wydłużonych (łoża tokarek) wybrano odległości od 5 do 20 m, co przedstawiono na rysunkach 5 i 6. Pomiary wykonano jako wielokrotne dla każdego kolejnego stanowiska tarczy. Obserwacje polegały na wielokrotnym wprowadzaniu i wyprowadzaniu ze środka świecącego światłowodu tarczy krzyża nitek i zapisywaniu wartości odczytanej na bębnie mikrometru, zarówno teodolitu, jak i niwelatora. Uśrednione wartości obserwacji dla kolejnych stanowisk tarczy przedstawiono w tabelach 1 i 2.



Rys. 5. Testowe badania tarczy światłowodowej z wykorzystaniem teodolitu zaopatrzonego w mikrometr optyczny

Oznaczenia: 1 – teodolit, 2 – nasadka mikrometryczna, 3 – tarcza z punktowym sygnalizatorem światłowodowym, 4 – tarcza kierunkowa

Fig. 5. Testing of target with point optical fiber indicator by means of theodolite with micrometer
Sign: 1 – theodolite, 2 – micrometric cap, 3 – target with point optical fiber indicator, 4 – target



Rys. 6. Testowe badania tarczy światłowodowej z wykorzystaniem niwelatora optycznego Ni 007
Oznaczenia: 1 – niwelator Ni 007, 2 – tarcza z punktowym sygnalizatorem światłowodowym, 3 – łata do niwelacji precyzyjnej

Fig. 6. Testing of target with point optical fiber indicator by means of Ni 007 leveller
Sign: 1 – Ni 007 leveller, 2 – target with point optical fiber indicator, 3 – level patch

Tabela 1. Rozkład średniego błędu z pomiarów wielokrotnych nacelowań na tarczę teodolitem zaopatrzoną w mikrometr

Table 1. Table of average single measure error for multiple aiming on target by means of theodolite equipped with micrometer

	Odległości tarczy z punktowym sygnalizatorem światłowodowym od teodolitu D [m] Distance of target with point optical fiber indicator from theodolite D			
	5	10	15	20
Średni błąd pojedynczego pomiaru m_0 [mm] Average single measure error m_0	0,008	0,012	0,021	0,038

Tabela 2. Rozkład średniego błędu z pomiarów wielokrotnych nacelowań na tarczę niwelatorem Ni 007

Table 2. Table of average single measure error for multiple aiming on target by means of Ni 007 leveller

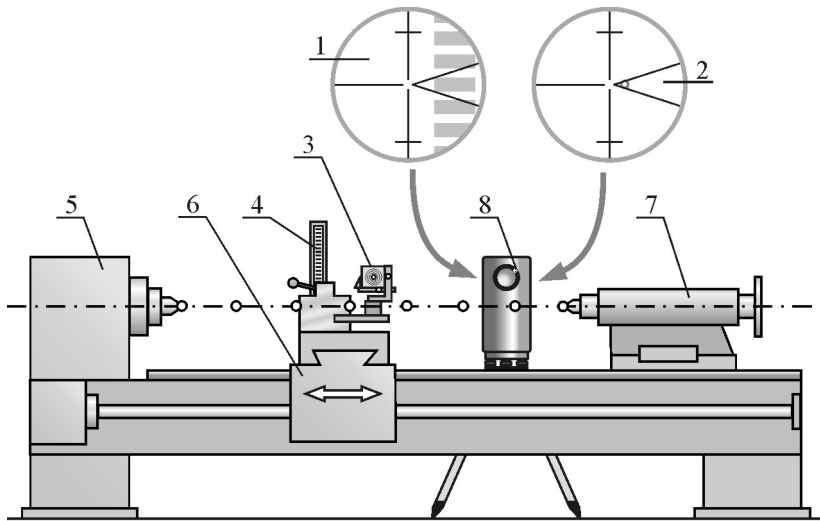
	Odległości tarczy z punktowym sygnalizatorem światłowodowym od niwelatora D [m] Distance of target with point optical fiber indicator from leveler D			
	5	10	15	20
Średni błąd pojedynczego pomiaru m_0 [mm] Average single measure error m_0	0,007	0,011	0,014	0,040

POMIARY DOŚWIADCZALNE TOKARKI

Obiektem badań była uniwersalna tokarka typu TUE-40 wyprodukowana w Andrychowskiej Fabryce Maszyn (AFM) w roku 1968 o numerze fabrycznym 6405. Jest to tokarka przeznaczona do wykonywania wszelkiego rodzaju lekkich i średnich prac tokarskich w produkcji seryjnej oraz na wydziałach remontowych i w warsztatach naprawczych. Charakterystyczną cechą tokarki jest jej sztywna budowa i spokojna praca bez drgań, nawet przy dużym obciążeniu silnika, co decydująco wpływa na cichobieżność i uzyskiwanie wysokiej gładkości obrabianych powierzchni. Tokarka ma następujące dane techniczne: maksymalna średnica toczenia nad łożem – 400 mm, maksymalna średnica toczenia nad suportem – 230 mm, rozstaw kłków – 1 500 mm, masa – 1 540 kg.

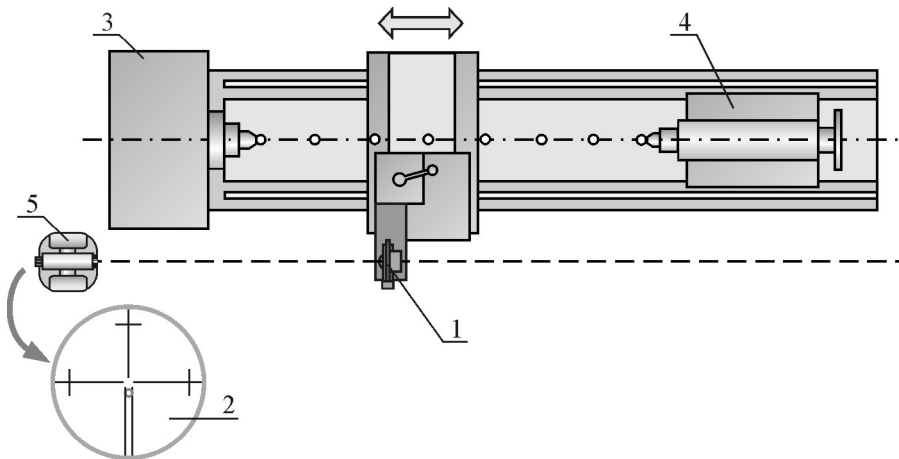
Pomiary prostoliniowości przesuwu suportu w płaszczyźnie pionowej wykonano z zastosowaniem niwelatora Ni007 oraz łaty szklanej z podziałem kreskowym umieszczonej na suportie i tarczy światłowodowej przymocowanej do imaka suportu (rys. 7).

Pomiar prostoliniowości przesuwu suportu w płaszczyźnie poziomej zaś wykonano z zastosowaniem teodolitu Theo010B zaopatrzonego w mikrometr optyczny oraz tarczy z sygnalizacją światłowodową, umocowanej jak poprzednio – w imaku suportu. Ustawienie instrumentu i tarczy na obiekcie przestawiono na rysunku 8.



Rys. 7. Ustawienie instrumentu i przyrządów pomiarowych na obiekcie
 Oznaczenia: 1 – widok obserwowanej łąty szklanej, 2 – widok obserwowanego świecącego rdzenia światłowodu, 3 – tarcza z sygnalizatorem światłowodowym, 4 – łąta szklana, 5 – wrzeciono, 6 – suport, 7 – konik, 8 – niwelator Ni 007

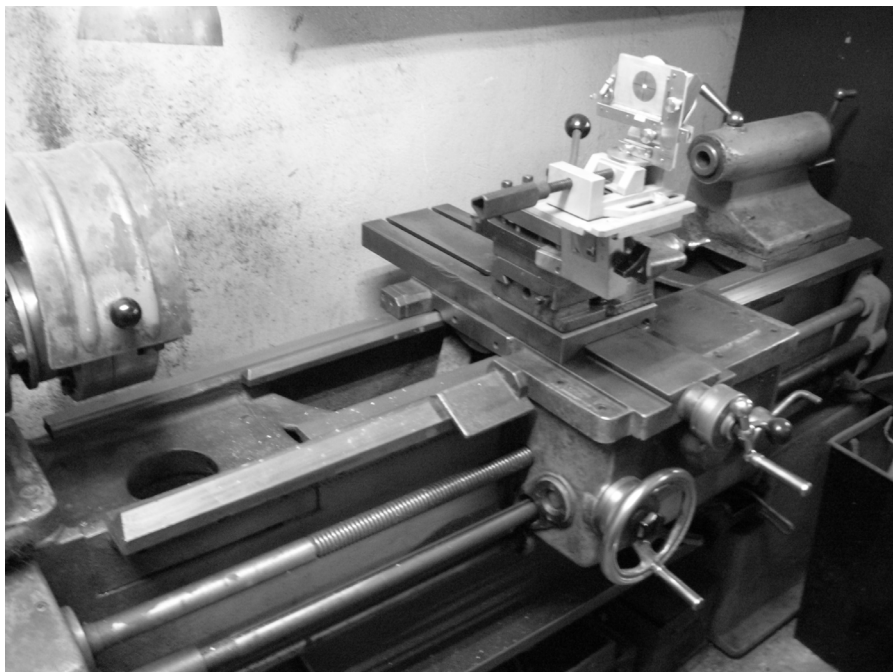
Fig. 7. Set-up of leveller and measurement instruments on object
 Sign: 1 – view of observed glass patch, 2 – view of observed fiber face light, 3 – target with point optical fiber indicator, 4 – glass patch, 5 – headstock assembly, 6 – apron, 7 – tailstock, 8 – Ni 007 leveller



Rys. 8. Usytuowanie teodolitu i tarczy z sygnalizacją światłowodową na mierzonej tokarce
 Oznaczenia: 1 – tarcza z sygnalizatorem światłowodowym, 2 – widok obserwowanego świecącego rdzenia światłowodu, 3 – wrzeciono, 4 – konik, 5 – teodolit

Fig. 8. Set-up of theodolite and target with point optical fiber indicator on measured lathe
 Sign: 1 – target with point optical fiber indicator, 2 – view of observed fiber face light, 3 – headstock assembly, 4 – tailstock, 5 – theodolite

Przed przystąpieniem do pomiarów na łóżu tokarki zaznaczono jedenaście punktów pomiarowych (co 80 mm) pozwalających na odpowiednie ustawienie suportu w trakcie obserwacji (fot. 2).



Fot. 2. Położenie wybranego ustawienia suportu z umocowaną tarczą z sygnalizatorem światłowodowym

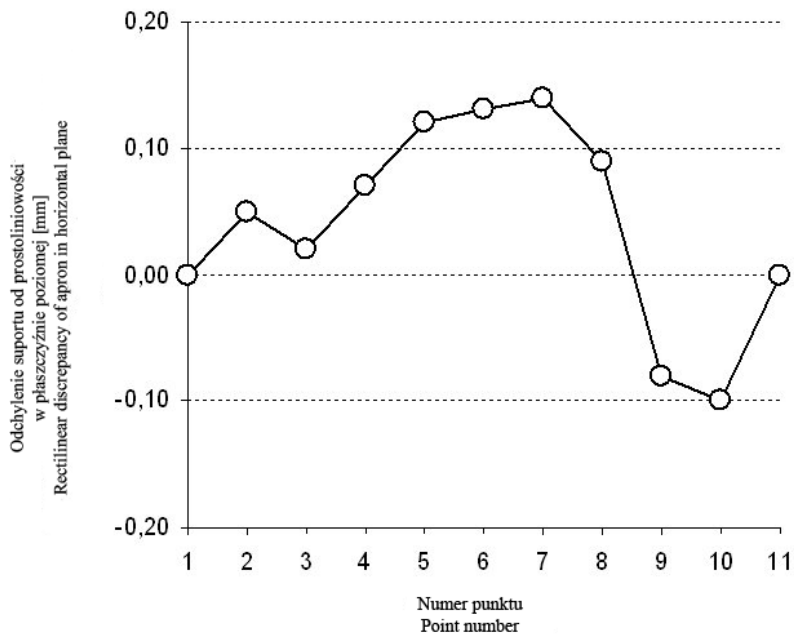
Phot. 2. Position of apron with fixed target with point optical fiber indicator

W trakcie badań zarówno teodolit, jak i niwelator ustawione były w odległości ok. 3 metrów od badanej tokarki. Na kolejnych punktach pomiarowych obserwacje tarczy wykonywane były wielokrotnie. Dodatkowo wykonano cykle pomiarowe w kierunkach tam i powrót.

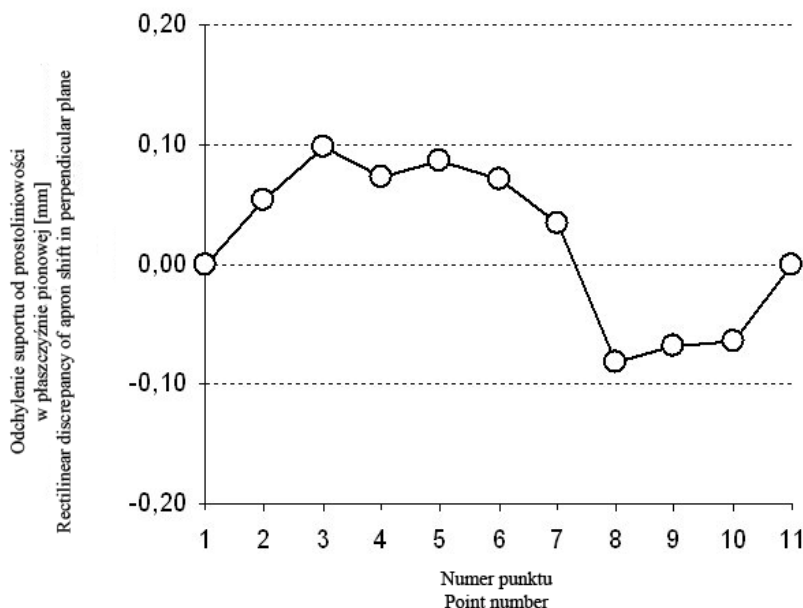
W tabeli 3 zawarto uśrednione wartości wyników pomiarów, natomiast wykresy odchyień prostoliniowości przesuwu suportu dla płaszczyzny poziomej zobrazowano na rysunku 9, a dla płaszczyzny pionowej na rysunku 10.

Tabela 3. Zestawienie odchyłek przesuwu suportu od prostoliniowości
 Table 3. Table of rectilinear discrepancy of apron shift

Nr punktu Point number	Odchylenie suportu od prostoliniowości [mm] Rectilinear discrepancy of apron	
	w płaszczyźnie poziomej in horizontal plane	w płaszczyźnie pionowej in perpendicular plane
1.	0,00	0,00
2.	0,05	0,05
3.	0,02	0,10
4.	0,07	0,07
5.	0,12	0,09
6.	0,13	0,07
7.	0,14	0,03
8.	0,09	-0,08
9.	-0,08	-0,07
10.	-0,10	-0,06
11.	0,00	0,00



Rys. 9. Wykres prostoliniowości przesuwu suportu w płaszczyźnie poziomej
 Fig. 9. Diagram of rectilinear discrepancy of apron shift in horizontal plane



Rys. 10. Wykres prostoliniowości przesuwu suportu w płaszczyźnie pionowej
 Fig. 10. Diagram of rectilinear discrepancy of apron shift in perpendicular plane

Różnice przewyższeń zaobserwowanych na łacie szklanej i tarczy z sygnalizacją światłowodową pozwoliły na określenie z par spostrzeżeń błędu średniego pojedynczego pomiaru przewyższenia, którego wartość wyniosła $\pm 0,019$ mm. Natomiast w płaszczyźnie poziomej średni błąd pomiaru pojedynczego dla pomiarów wielokrotnych wyniósł $\pm 0,021$ mm.

PODSUMOWANIE

Zaobserwowane odchylenia przesuwu suportu od prostoliniowości – zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej nie spełniają zapisów zawartych w normie PN-M-55651, gdzie dla tokarek o długości łoża 1 500 mm dopuszczalne odchylenie nie powinno przekraczać 0,02 mm/m. Wyznaczone odchylenia wynoszą dla płaszczyzny poziomej 0,24 mm, a dla płaszczyzny pionowej 0,18 mm.

Wykonana i zastosowana tarcza światłowodowa charakteryzuje się prostotą obsługi, jest portatywna, a świecący czołem światłowód pozwala łatwiej wyróżnić cel z otaczającego łoża. Dla niewielkich obiektów, jakich przykładem może być przedstawiona tokarka, zastosowanie światłowodowej tarczy pozwala uzyskać dokładności nacelowania na poziomie pojedynczych setnych części milimetra.

LITERATURA

- Ćmielewski K., 2007. Zastosowanie technik światłowodowych i laserowych w precyzyjnych pomiarach kształtu i deformacji obiektów inżynierskich. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu nr 551, Rozprawy CCXLVI, Wrocław.
- Dudik K., 1985. Poradnik tokarza. WNT, Warszawa.
- Gocał J., 1993. Metody i instrumenty geodezyjne w precyzyjnych pomiarach maszyn i urządzeń mechanicznych. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Gocał J., Żak M., 1985. Prace geodezyjne w budownictwie maszynowym. Skrypt uczelniany nr 965, AGH, Kraków.
- Polska Norma, 1994, PN-M-55651. Warunki odbioru tokarek kłowych. Badanie dokładności. PKN.
- Polska Norma, 1998, PN-ISO 230-1. Przepisy badania obrabiarek. PKN.
- Szustakowski M., 1992. Elementy techniki światłowodowej. Fizyka dla przemysłu, WNT, Warszawa.
- Weinert A., 1999. Plastic Optical Fiber. Publicis MCD Verlag, Erlangen and Munich.

GEODETIC INVESTIGATION OF LATHE BY MEANS OF FIBRE OPTICS TECHNOLOGY

Abstract. The article presents the problem of geodetic investigations of lathe by means of target with point optical fiber indicator. This work presents the idea of fibre-optical target used for engineering objects surveying.

Key words: surveying, equipment, fibre optics

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2010

Do cytowania – For citation: Ćmielewski K., 2010. Geodezyjne badania tokarki z zastosowaniem techniki światłowodowej. Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr., 9(4), 3–16.

WSPÓŁCZESNE MAPY POWIATÓW W ŚWIETLE OPINII I OCZEKIWAŃ UŻYTKOWNIKÓW*

Jacek Górski

Instytut Kartografii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Mapy powiatów stanowią jeden z rodzajów popularnych wydawnictw kartograficznych. Są one powszechnie dostępne, przeznaczone przeważnie dla turystów; skala mieści się zwykle w przedziale 1:50 000–1:120 000. Ponieważ są to opracowania niestandardyzowane, uwagi i poglądy użytkowników mogą być przydatną wskazówką przy redagowaniu mapy. Sposobem poznania ich opinii są badania ankietowe. Kwestionariusz obejmował zagadnienia dotyczące ogólnych cech mapy, warunków korzystania, skali, zakresu treści, kartonów, części opisowej z dodatkowymi składnikami oraz kompozycji. Artykuł przedstawia opinie respondentów (na przykład za najważniejszą uznano tematykę komunikacyjno-turystyczną) z podsumowaniem ilościowym.

Słowa kluczowe: mapa powiatu, redakcja map, użytkownicy map

CHARAKTER MAP POWIATÓW

Wśród publikacji kartograficznych przeznaczonych do powszechnego użytku obecnych na polskim rynku wydawniczym znajdują się mapy powiatów. Impulsem do rozwoju tego rodzaju map stała się zmiana podziału administracyjnego Polski, wprowadzona 1 stycznia 1999, której znaczącym elementem był powrót do struktury trzystopniowej – przywrócono powiaty. Można przyjąć, że typowymi cechami wyróżniającymi rozważane mapy są – oprócz oczywistego dostosowania zasięgu opracowania do obszaru powiatu – skala (rzadko wykraczająca poza przedział od 1:50 000 do 1:120 000) i silniej lub słabiej przejawiające się dostosowanie do celów turystycznych, często zaakcentowane w tytule mapy. Ogólnie należy jednak zastrzec, że są to opracowania niesformalizowane (można mówić jedynie o stylach redakcyjnych wypracowywanych przez poszczególnych wydawców), co sprawia, że łatwo zauważyć różnice w zakresie doboru składników treści oraz ich uogólnienia i prezentacji, a także dodatkowych komponentów, np. kartonów i informacji opisowych oraz kompozycji całości [Górski 2006].

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009–2010 jako projekt badawczy.

Adres do korespondencji – Corresponding author: Jacek Górski, Instytut Geodezji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 1, 10-719 Olsztyn, e-mail: jastagor@moskit.uwm.edu.pl

Możliwość swobodnego kształtowania merytorycznego i formalnego charakteru mapy okazuje się pewnym wyzwaniem. Pomijając niewątpliwe, fundamentalne znaczenie doświadczenia i wycucia redaktora, na efekt pracy mogą wpływać zalecenia zleceniodawcy (w przypadku map powiatów najczęściej starostwa). Istotna jest trafność modelowania oczekiwań odbiorców mapy [Dent i in. 2009], które – jak należy przewidywać – są znacznie zróżnicowane, gdyż mapa nie jest adresowana do wąskiej, wyspecjalizowanej grupy.

Przydatną wskazówką przy tworzeniu założeń redakcyjnych mogą być uwagi i sugestie wyrażane przez ewentualnych użytkowników map. Sposobem poznania ich opinii są badania ankietowe. Prezentowana praca przedstawia wyjściowe ustalenia dotyczące sposobu przeprowadzenia ankiety, specyficzne cechy kwestionariusza oraz zagadnienia w nim ujęte. Podsumowanie odpowiedzi respondentów obejmuje opisową charakterystykę wyników oraz ocenę ilościową i prowadzi do wskazania oczekiwanych cech map powiatów, przede wszystkim najistotniejszych elementów ich treści.

KONCEPCJA I ZAKRES BADAŃ ANKIETOWYCH

Aby respondenci mogli dokonać świadomego wyboru i udzielić wartościowych wypowiedzi, przedmiot ankiety nie może być dla nich pojęciem abstrakcyjnym. Należy zakładać, że nie wszyscy mieli okazję korzystać z map powiatów czy choćby spotkać się z nimi. W związku z tym niezbędnym warunkiem wstępnym było zadbanie o to, by ankietowani posiadali pewną wiedzę o cechach i zróżnicowaniu analizowanych map.

Przed przystąpieniem do udzielania odpowiedzi respondenci zapoznawali się z zestawem przykładowych map powiatów, a sama ankieta obejmowała dwa odrębne działy. Pierwsza część formularza odgrywała rolę pomocniczą, odnosiła się bezpośrednio do przeglądanych map i służyła odnotowaniu poczynionych spostrzeżeń. Zasadniczym zadaniem ankietowanych było wypełnienie drugiej części, której pozycje dotyczyły podstawowych cech mapy powiatu (przede wszystkim treści), a więc rozstrzygnięcie kwestii pożądanego charakteru opracowania.

Zestaw map udostępnionych respondentom obejmował siedem pozycji. Przykłady zostały dobrane z myślą o jak najpełniejszym odzwierciedleniu różnorodności map powiatów; ich liczbę ograniczono w celu uniknięcia znużenia uczestników nadmiarem materiałów. Wybrane mapy obrazowały znaczną rozpiętość skal (od 1:50 000 do około 1:140 000) i formatów (od 45 × 63 do 70 × 100 cm), różnice w szczegółowości treści ogólnogeograficznej (np. liczba kategorii dróg, stopień generalizacji terenów zabudowanych i fizjografii) oraz poziom rozwinięcia składników tematycznych (prezentowanych głównie za pomocą sygnatur punktowych – od kilku do blisko 50). W zestawie znalazły się mapy niejednakowe pod względem szaty graficznej (np. wyróżniające się agresywną kolorystyką, zdobione winietkami i herbami) oraz elementów uzupełniających zasadnicze przedstawienie kartograficzne – kartonów prezentujących lokalizację powiatu, wybrane miejscowości i obiekty, a także zdjęć, opisów i zestawień dotyczących powiatu jako całości, gmin i atrakcji turystycznych. Każda mapa pochodziła z innego wydawnictwa.

Pierwsza część ankiety została uformowana w postaci tabeli, która służyła respondentom do wyrażania opinii na temat przykładowych map powiatów. Kolumny były przyporządkowane poszczególnym mapom, a w wierszach znajdowały się zagadnienia mające ukierunkować i usprawnić analizę przeglądanych publikacji. Ankietowani byli proszeni o zapisanie pierwszego wrażenia, które odnieśli po spojrzeniu na mapę, następnie mieli

zwrócić uwagę na wielkość i format arkusza, kompozycję, czytelność, znaki umowne, treść topograficzną i tematyczną oraz informacje opisowe, a ostatecznie sformułować ogólną ocenę mapy.

Analiza przykładowych map stanowiła podstawę drugiej części ankiety, która została zatytułowana: Jak powinna wyglądać mapa powiatu? Które właściwości są najważniejsze? Pytania były typu otwartego, ale większość z nich zawierała pomocnicze elementy, np. wyliczenie przykładowych składników danego działu tematycznego mapy; forma kwestionariusza umożliwiała zaznaczanie wybranych pozycji. Respondenci byli zachęceni do niepoprzestawiania na stwierdzeniach „tak/nie”, lecz udzielania krótkich odpowiedzi opisowych, zamieszczania uzasadnień, uwag i propozycji wykraczających poza treści zawarte w pytaniu. Wstępne zagadnienia poruszane w ankiecie odnosiły się do spodziewanych odbiorców i warunków korzystania z mapy oraz skali opracowania. Najobszerniejszy fragment, rozdzielony na kilkanaście podpunktów, dotyczył składników treści, z uwypukleniem kwestii ich prezentacji kartograficznej. Kolejne pytania wiązały się z ewentualnymi kartonami towarzyszącymi głównemu rysunkowi mapy oraz elementami części opisowej i innymi dodatkami. Formularz zamykało zagadnienie ogólnej kompozycji mapy. Szczegółowe wyliczenie pytań znajduje się poniżej, ponieważ wypowiedzi zawarte w tej części ankiety posłużyły do wyciągnięcia wniosków będących przedmiotem następnego rozdziału.

POSTAWA RESPONDENTÓW I CHARAKTERYSTYKA ODPOWIEDZI

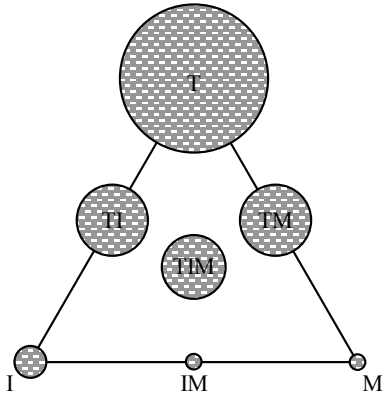
Materiał do badań stanowiło 148 wypełnionych kwestionariuszy. Respondentami byli studenci starszych lat (po zajęciach z przedmiotu kartografia) kierunku geodezja i kartografia na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie: V roku jednolitych studiów magisterskich, III roku studiów I stopnia oraz I roku studiów II stopnia. Można zatem przyjąć, że ankietowani stanowili grupę kwalifikowanych użytkowników map. Ponieważ nie zarysowały się prawidłowości wyróżniające zbiory odpowiedzi udzielonych przez poszczególne roczniki, wnioski z analizy zostały przedstawione łącznie.

Wypowiedzi ankietowe można pod względem merytorycznym podzielić na dwie grupy. Większość (65%) stanowiły arkusze wypełnione dłuższymi zdaniami, z komentarzami towarzyszącymi wielu pozycjom (nawet na dodatkowej kartce). Pojawiały się w nich na przykład kategorię formy twierdzącej odpowiedzi („jak najbardziej”, „oczywiście”), nawiązania do przykładowych map i własne propozycje respondentów. W pozostałych kwestionariuszach (35%) dominowały wpisy jednowyrazowe, odhaczenia lub zakreślenia wybranych pozycji, z nielicznymi uwagami.

Do ilościowego podsumowania opisowych odpowiedzi na pytania o rozstrzygnięcie niezbędne były pewne uogólnienia. Po przeanalizowaniu treści ankiet okazała się możliwa kwalifikacja wpisów do trzech kategorii: twierdzące, twierdzące z zastrzeżeniami i przeczące. Ponieważ wyraźnie akcentowanym zadaniem ankietowanych było wskazywanie pożądanych cech mapy, pozostawienie niewypełnionej pozycji traktowano jako odpowiedź negatywną – brak wyrażenia poparcia w danej kwestii.

Wyjściowym zadaniem przy redagowaniu mapy jest określenie jej przeznaczenia i przewidywanego sposobu wykorzystania. Pierwsze pytanie zmierzało do ustalenia, czym potrzebom przede wszystkim powinna odpowiadać mapa powiatu. Wśród przy-

puszczalnych użytkowników respondenci zdecydowanie (58%) widzieli turystów (w pełnym znaczeniu tego pojęcia – zwiedzających oraz innych przyjezdnych), zauważając, że mapa może zachęcać do odwiedzenia powiatu i spełniać funkcję promocyjną. Jednakowe poparcie (po 13,5%) przypadło poglądom, że mapy mogą służyć turystom i stałym mieszkańcom lub turystom i inwestorom. Nieznacznie mniej osób (11%) opowiedziało się za dążeniem do usatysfakcjonowania wszystkich rozważanych odbiorców. Pozostałe odpowiedzi miały marginalne znaczenie (rys. 1) – wybrało je łącznie zaledwie 4% ankietowanych.



Rys. 1. Przepuszczalni użytkownicy map: T – turyści, I – inwestorzy, M – mieszkańcy (1 głos = 3 mm²)

Fig. 1. The presumable users of maps: T – tourists, I – investors, M – inhabitants (1 vote = 3 sq. mm)

W kwestii warunków posługiwania się mapą ankietowani wyraźnie (78%) wskazali wykorzystanie do orientacji bezpośrednio w terenie, często rozwijając spontanicznie myśl na temat dogodnego formatu (niezbyt dużego – precyzując z pewną dozą poczucia humoru, że chodzi o łatwość przeglądania mapy w małym samochodzie), trwałości i odporności na warunki atmosferyczne (odpowiednia jakość papieru, laminowanie). Jedynie 7% odpowiedzi akcentowało korzystanie w domu lub w hotelu, a 15% uwzględniło zarówno użytkowanie kameralne, jak i na zewnątrz.

Najtrudniejsze okazało się pytanie o optymalną skalę mapy. Ustalenie ścisłej wartości budziło wątpliwości aż 53% respondentów, którzy zrezygnowali z wypełnienia tej rubryki lub dali ogólne sugestie, słusznie odwołując się do związków z czytelnością, rozległością danego powiatu i rozsądnymi rozmiarami arkusza. Konkretnie skale, wybrane przez pozostałe osoby, były bardzo zróżnicowane (wystąpiło wiele niepowtarzalnych odpowiedzi): 1:50 000 (17% odpowiedzi), 1:70 000 i 1:75 000 (po 4%), 1:85 000 (3%), 1:100 000 (9%), ponadto proponowano przedziały, np. 1:50 000–1:75 000 (1%). W następnym punkcie kwestionariusza dotyczącym osnowy matematycznej 38% uczestników ankiety doceniło przydatność siatki kilometrowej, a 15% – kartograficznej.

Analiza profilu tematycznego mapy zmierzała do wskazania składników treści, które powinny być wyeksponowane i przedstawione szczegółowo. Analogiczne do rozwiązania zaproponowanego uprzednio dla planów miast [Górski 2005], wyodrębniono 13 działów: 5 obejmujących elementy ogólnogeograficzne (przedstawiane głównie znakami liniowymi i powierzchniowymi) oraz 8 zawierających obiekty turystyczne i użyteczności publicznej (dominacja sygnatur punktowych). Respondenci wskazywali najważniejsze ich zdaniem składniki treści, akceptując dział w całości lub warunkowo

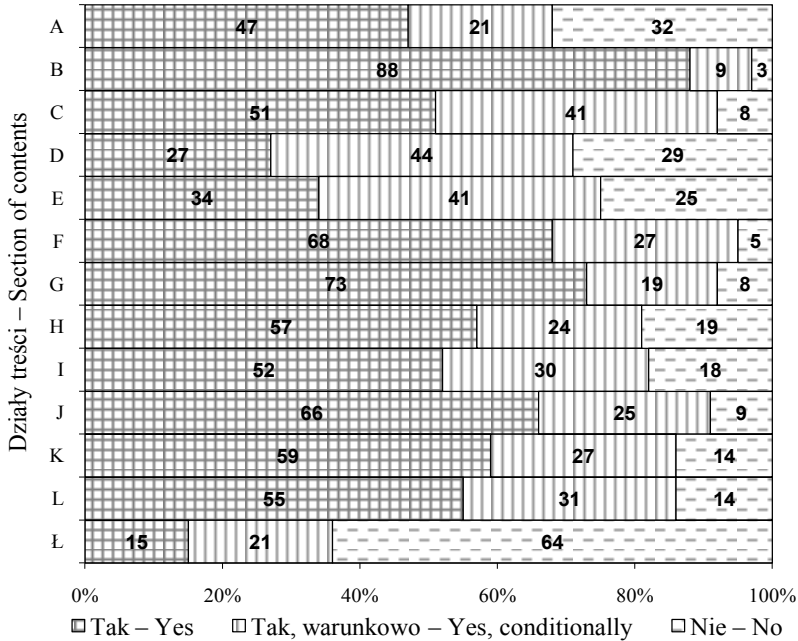
– z pewnymi zastrzeżeniami opisanymi poniżej; wystąpiły też własne, oryginalne propozycje. Ilościowe zestawienie odpowiedzi zostało przedstawione na wykresie (rys. 2).

Ankietowani zgłaszali następujące warunki i uwagi do poszczególnych działów:

- A. Podział administracyjny (granice miast i gmin): szczególne uwypuklenie graficzne jest zbędne, ewentualnie można wyeksponować granice powiatu, a także miast;
- B. Drogi: wyróżnione powinny być główne połączenia o dobrej nawierzchni (ponadto ścieżki rowerowe); opowiadano się raczej za klasyfikacją formalną (krajowe, wojewódzkie itd.) niż umowną (główne, drugorzędne itd.); zdaniem 14% ankietowanych powinny być dodatkowo opisane odległości między charakterystycznymi punktami;
- C. Koleje: przede wszystkim należy uwzględnić linie z ruchem pasażerskim oraz stacje i przystanki; oryginalne zalecenia dotyczyły starannego przedstawiania przejazdów kolejowych;
- D. Zabudowa: akceptowano pomijanie pojedynczych zabudowań i znaczne uogólnienie obrysu osiedli, ale z odróżnieniem rodzaju (mieszkaniowa, przemysłowa);
- E. Fizjografia: największe znaczenie przypisywano prezentacji lasów, wód i wszelkich obiektów chronionych, dopuszczano rezygnację z warstwicowego obrazu rzeźby terenu poza obszarami górskimi;
- F. Komunikacja (pozostałe elementy, np. lotniska, przystanki PKS, stacje paliw, parkingi): zalecano wybór ważniejszych obiektów;
- G. Baza noclegowa i obiekty wypoczynkowe (hotele, pensjonaty, schroniska, kempingi, gospodarstwa agroturystyczne): odpowiednie jest ogólne ujęcie, niekoniecznie ze szczegółową klasyfikacją, np. pod względem standardu;
- H. Gastronomia: proponowano uwzględnianie tylko charakterystycznych obiektów; w oryginalnych uwagach były akcentowane bary ze zdrową żywnością oraz usytuowane przy drogach; ponadto zasugerowano rozszerzenie tego działu o hipermarkety;
- I. Urządzenia sportowe i rekreacyjne (np. stadiony, hale sportowe, baseny, plaże, stadiony, ośrodki sportów zimowych): dostrzegano potrzebę ilościowej generalizacji treści;
- J. Atrakcje turystyczne: ograniczenia zmierzały do wyboru najsłynniejszych i najbardziej interesujących elementów; szczególną rangę przypisywano naturalnym i sztucznym punktom widokowym, zabytkom i różnego rodzaju szlakom turystycznym (np. oznaczenie poziomu trudności);
- K. Obiekty sakralne i kulturalne (kościół, kaplice, muzea, galerie, pomniki, miejsca pamięci): uznawano, że wystarczy pozostawić najbardziej znane obiekty; oryginalny był postulat rozwinięcia tematyki batalistycznej;
- L. Urzędy i instytucje (starostwo, urząd gminy, policja, szpitale, przychodnie, apteki, poczty, szkoły, nadleśnictwa): należy wyróżniać zwłaszcza placówki służby zdrowia oraz policję;
- Ł. Tereny inwestycyjne, większe przedsiębiorstwa, elementy infrastruktury (np. oczyszczalnie ścieków): ukazanie znaczących obiektów może być przydatne, służąc chociażby ułatwieniu orientacji.

Po zestawieniu działów treści w kwestionariuszu następowały zagadnienia odnoszące się do całokształtu prezentacji kartograficznej. W kwestii dokładności 24% respondentów opowiedziało się za precyzyjnym kartowaniem, natomiast aż 45% aprobowало znaczne uogólnienia, przedkładając czytelność nad kartometryczność w świetle przeznaczenia mapy; reszta (31%) nie udzieliła odpowiedzi. Biorąc pod uwagę złożoność formy graficznej, ankietowani uznali za lepsze znaki możliwie najprostsze (45%) niż rozbudowane

– obrazkowe (18%), pozostali ogólnie zaznaczyli w tym miejscu wagę pogładowości przedstawienia (12%) lub nie dokonali wyboru (25%). W kolejnym podpunkcie odpowiedzi sugerowały utrzymywanie mapy w stylu raczej „swobodnym” – graficznie urozmaiconym, przystępnym i budzącym zainteresowanie odbiorcy (48%) niż „poważnym”, zbliżonym do mapy topograficznej (24%); w wielu ankietach (28%) pytanie zostało pominięte.



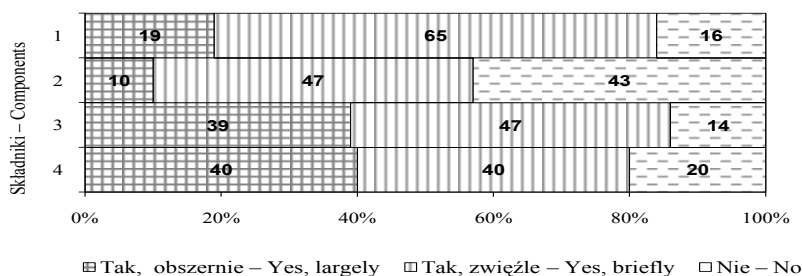
Rys. 2. Najistotniejsze składniki treści mapy – procentowe zestawienie wyników ankiety
 Fig. 2. The most essential components of map contents – percent comparison of the inquiry results

Zasadniczy rysunek mapy mogą uzupełniać kartony. Akceptacja dodatkowych map bez sprecyzowania ich tematyki znalazła się w 19% kwestionariuszy, natomiast w 20% wymieniono niewielkie, uproszczone mapy ukazujące główne szlaki komunikacyjne albo położenie powiatu na tle województwa, regionu lub kraju, a w 12% – przedstawienia wybranych obiektów w większej skali (wśród propozycji były np. fortyfikacje, zamki, parki, trasy turystyczne), ale aż 49% respondentów ustosunkowało się negatywnie do takich dodatków. Odrębne pytanie dotyczyło planów miast i wybranych wsi (np. gminnych i o znaczeniu turystycznym), które zyskały uznanie 22% ankietowanych; uwzględnienie samych miast (przynajmniej plany ogólne lub tylko centrum) doradzało 49%, a ograniczenie się do miasta powiatowego zaleciło 22%, zaś 7% uznało plany za zbędne.

Mapa powiatu rozumiana jako kompletna publikacja obejmuje nie tylko omówioną powyżej część kartograficzną, ale także komentarze i inne uzupełnienia. Na potrzeby ankiety zostały wyróżnione cztery rodzaje składników opisowych. Ogólnie respondenci skłaniali się ku umiarkowanemu rozwijaniu każdego z nich (rys. 3), według zasady „krótko,

ale interesująco”. Podobnie jak przy analizie działań treści rysunku mapy, ankietowani zamieszczali zastrzeżenia do poszczególnych składników:

1. Ogólny opis powiatu: przede wszystkim należy uwzględnić położenie i walory turystyczne, a także historię, natomiast mniej istotne są dane statystyczne, omówienie środowiska przyrodniczego i gospodarki; oryginalna propozycja dotyczyła zamieszczenia skorowidza miejscowości.
2. Charakterystyka poszczególnych miast i gmin: najczęściej proponowano ograniczenie treści do najważniejszych danych o miastach.
3. Informator adresowy, np. urzędy, służba zdrowia, obiekty kultury: zwracano uwagę na konieczność zadbania o aktualność informacji; przeważnie zalecano selekcję danych (tylko adres, telefon), chociaż znalazły się propozycje uwzględnienia takich szczegółów jak np. godziny otwarcia.
4. Opis szlaków turystycznych, zabytków, osobliwości: wprowadź te elementy decydują o atrakcyjności powiatu, ale mapa nie powinna przeradzać się z dzieła kartograficznego w przewodnik turystyczny.



Rys. 3. Najistotniejsze składniki części opisowej – procentowe zestawienie wyników ankiety

Fig. 3. The most essential components of the descriptive part – percent comparison of the inquiry results

Do składników uzupełniających, oprócz opisów, można zaliczyć ilustracje w postaci herbów miast i gmin, zdjęć zabytków i krajobrazu oraz ogłoszenia reklamowe. Ogólną aprobatę wszelkich dodatków tego rodzaju wyraziło 6% respondentów, 7% preferowało herby jako pewną ciekawostkę, 14% wołało zdjęcia, a 17% oba typy ilustracji. Większość była ustosunkowana niechętnie: 23% ankietowanych, zalecając zdecydowanie ograniczenie ilościowe, stawiało ostre warunki zamieszczania (nie na rysunku mapy, nie dopuszczać do przytłoczenia i uszczerbku w czytelności), natomiast jedna trzecia odpowiedzi była absolutnie negatywna. Najczęściej i najdobitniej wyrażano ujemną ocenę wykorzystania mapy jako nośnika przekazów reklamowych; była to jedyna pozycja w całym kwestionariuszu, przy której znalazły się wpisy opatrzone wykrzyknikami i wiele zarzutów pełnych ekspresji: „reklamy szpecą opracowanie kartograficzne”, „spada renoma mapy”, „mapa staje się ulotką”, „to mapa czy panorama firm?”, ewentualnie uznawano ogłoszenia za zło konieczne (mogą wpłynąć na obniżenie ceny).

Ostatnie zagadnienie ankiety dotyczyło ogólnej kompozycji mapy. Sam układ całej publikacji zdaniem respondentów powinien być raczej luźny (43%) niż zwarty (oznaczający skrupulatne wykorzystanie każdego centymetra arkusza – 36%). W uwagach dotyczących rozmieszczenia treści zalecano wyłączenie przeznaczenie jednej strony na

zasadniczy rysunek mapy i legendę; dodatkowe składniki, uznawane za podrzędne, należy zamieszczać na odwrocie. Wyjątkiem mogą być kartony – plany miejscowości, które towarzysząc głównej mapie, doprowadzą do wyodrębnienia części kartograficznej zajmującej pierwszoplanową pozycję.

KONKLUZJA

Rozwój współczesnych map powiatów trwa już ponad dziesięć lat. Wiele powiatów doczekało się nawet kilku różnych opracowań, wznowienia również nie są rzadkością. Mapy można uznać za źródło ogólnych, wielostronnych informacji o danym powiecie, ze szczególnym wyróżnieniem oferty turystycznej. Publikacja kartograficzna służy zatem nie tylko prezentacji, ale i promocji powiatu. Każda mapa jest przynajmniej w drobnym stopniu opracowaniem niepowtarzalnym – o jej oryginalności decydują chociażby rozległość i układ przestrzenny powiatu.

Przeprowadzone badania ankietowe umożliwiły zestawienie najbardziej pożądanых cech mapy. W większości kwestionariuszy znalazły się dodatkowe komentarze respondentów. Wystąpiły zarówno wypowiedzi stanowcze, jak i o wydźwięku liberalnym – przypominające na przykład o zróżnicowanych potrzebach odbiorców mapy. Otwarta forma pytań znacząco podwyższyła pracochłonność opracowania wyników, ale pozwoliła zebrać oryginalne, interesujące uwagi i pomysły.

Ankietowani wyraźnie wskazali turystów jako głównych użytkowników i uznali, że mapa powiatu przede wszystkim jest wykorzystywana w terenie. Do przeprowadzenia szczegółowej analizy treści mapy została zaprojektowana modelowa struktura tematyczna obejmująca 13 działów, a ponadto czteroskładnikowy schemat części opisowej. W zakresie doboru treści rysunku mapy respondenci przejawili skłonność raczej do rozszerzania niż redukcji, co prowadzi do stwierdzenia, że przedstawienie kartograficzne powinno być możliwie najbogatsze, ograniczone jedynie względami czytelności. Ilościowe porównanie odpowiedzi świadczy o pierwszoplanowym znaczeniu dróg, kolei i innych obiektów komunikacyjnych, bazy noclegowej oraz atrakcji turystycznych. Wyłania się stąd komunikacyjno-turystyczny profil treści. Część opisowa powinna odznaczać się zwięzłością, a jej najwyżej cenionym przez ankietowanych komponentem okazał się informator adresowy. Biorąc pod uwagę uzupełnienia zasadniczego rysunku mapy, warto przede wszystkim uwzględnić kartony przedstawiające miasta. Dodatkowe składniki niekartograficzne należy wprowadzać z wielkim umiarem, szczególnie trudne do zaakceptowania okazały się ogłoszenia reklamowe. Ogólnie treść i kompozycja całej publikacji nie powinny być obciążane elementami umniejszającymi rangę przedstawienia kartograficznego.

Mapy powiatów są opracowaniami z natury różnorodnymi. Próby ujmowania zasad ich opracowania w sztywne rozwiązania wzorcowe są raczej niewykonalne, mogłyby zresztą hamować dalszy rozwój wydawnictw tego rodzaju. Trudno o uniwersalną i bezsporną koncepcję, ale można proponować pewne wyjściowe założenia jako podstawę do prac redakcyjnych, rozwijaną stosownie do swoistych wymagań stawianych danej mapie. Przedstawione wnioski z ankietowych wypowiedzi użytkowników map mogą posłużyć jako punkt wyjścia przy kształtowaniu merytorycznej wizji konkretnej mapy powiatu.

PIŚMIENNICTWO

- Dent B.D., Torguson J.S., Holder T.W., 2009. Cartography; Thematic Map Design. McGraw-Hill, New York, 15–16.
- Górski J., 2005. Propozycja zasadniczej treści turystycznych planów miast. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, 417, Geodezja, 21, 135–143.
- Górski J., 2006. Maps of Districts as a New Kind of Cartographic Publication in Poland. Reports on Geodesy, 2 (77), 153–160.

CONTEMPORARY MAPS OF POLISH ADMINISTRATIVE DISTRICTS IN THE LIGHT OF OPINION AND EXPECTATION OF USERS

Abstract. Maps of administrative districts may be regarded as one of the popular publications in Poland. These are commonly available and meant in the main for tourists; typical range of scale is 1:50 000–1:120 000. Since there are no standards of these maps, users remarks and views can be useful guidelines at the map designing. An opinion poll is a way to learn about them. Question of the general character, conditions of use, scale, scope of content, inset maps, descriptive part with additional components and layout were included in the inquiry form. In the presented paper, respondents' opinions are discussed (for instance, transportation and touristic contents seems the most important) with a quantitative summary.

Key words: map of district, map design, map users

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2010

Do cytowania – For citation: Górski J., 2010. Współczesne mapy powiatów w świetle opinii i oczekiwań użytkowników. Acta Sci. Geod. Descr. Terr., 9(4), 17–26.

IDENTYFIKACJA UKŁADU ODNIESIENIA SIECI NIWELACYJNEJ OBSZARU LEGNICKO- -GŁOGOWSKIEGO OKRĘGU MIEDZIOWEGO

Maria Mrówczyńska

Uniwersytet Zielonogórski

Streszczenie. W artykule przedstawiono próbę określenia przemieszczeń pionowych punktów kontrolowanych położonych na obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Przemieszczenia te zostały wyznaczone na podstawie wyników pomiarów niwelacyjnych prowadzonych w latach 1967–2000. W pierwszej kolejności w celu identyfikacji oraz wyeliminowania obserwacji odstających zostały zastosowane metody estymacji mocnych. Układ odniesienia zdefiniowano na podstawie algorytmu złożonego z dwóch etapów. Na pierwszym etapie wyznaczono moduł wektora przyrostów bazowych cech wewnętrznych, jakie wynikają z dwóch pomiarów okresowych (wyjściowego i aktualnego), na drugim etapie badana była reakcja układu obserwacyjnego w trakcie rozwiązywania kolejnych zadań wyrównawczych, wywołana wzrostem liczby punktów objętych założeniem stałości.

Słowa kluczowe: układ odniesienia, obserwacje odstające, geometryczny model przemieszczeń

WSTĘP

W rozpoznawaniu procesu oddziaływania eksploatacji górniczej na górotwór i powierzchnię terenu szczególne znaczenie mają wyniki pomiarów geodezyjnych. Pomiar geodezyjne dostarczają znaczne ilości danych opisujących wpływ eksploatacji na górotwór i powierzchnię, co między innymi ułatwia wyjaśnienie procesu deformacji obiektów przemysłowych. Monitoring geodezyjny złożony z pomiarów i ich interpretacji umożliwia sprecyzowanie wniosków na temat dynamiki występowania deformacji. Typowym objawem deformacji są przemieszczenia punktów pomiarowych zlokalizowanych na obszarze badań, spowodowane zmianą warunków gruntowo-wodnych bądź wpływem eksploatacji górniczej. Określenie geometrycznego modelu przemieszczeń polega na interpretacji procesu identyfikacji wzajemnie stałych punktów jako poszukiwania pewnego zbioru punktów, na którym definiowany jest układ odniesienia [Prószyński i Kwaśniak 2006]. Definiowanie układu odniesienia napotyka trudności w przypadku występowania

deformacji na dużym obszarze ze względu na wpływ nieuniknionych błędów pomiarowych na wyniki pomiarów przemieszczeń punktów, których wzajemne odległości są znaczne.

Niniejsza praca przedstawia sposób wyznaczenia wartości przemieszczeń pionowych punktów położonych na obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Przemieszczenia wyznaczono na podstawie wyników pomiarów niwelacyjnych zrealizowanych w latach 1967–2000. Istotną cechą przedstawionego sposobu obliczeń jest całkowita rezygnacja z informacji wstępnych na temat zbioru punktów układu odniesienia.

DIAGNOSTYKA SIECI GEODEZYJNEJ PRZEZNACZONEJ DO BADANIA PRZEMIESZCZEŃ

W zadaniach związanych z opracowaniem numerycznym sieci geodezyjnych występuje zagadnienie poprawności technologicznej układu obserwacyjnego, która zapewnia odpowiednio wysoki poziom ufności rezultatów pomiaru. Istotnym problemem w tej kwestii są obserwacje odstające – szczególnie takie, których błędy nieznacznie przekraczają dopuszczalne granice określone dla danej klasy pomiarów. Wykrywanie tego rodzaju błędów z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów często napotyka trudności.

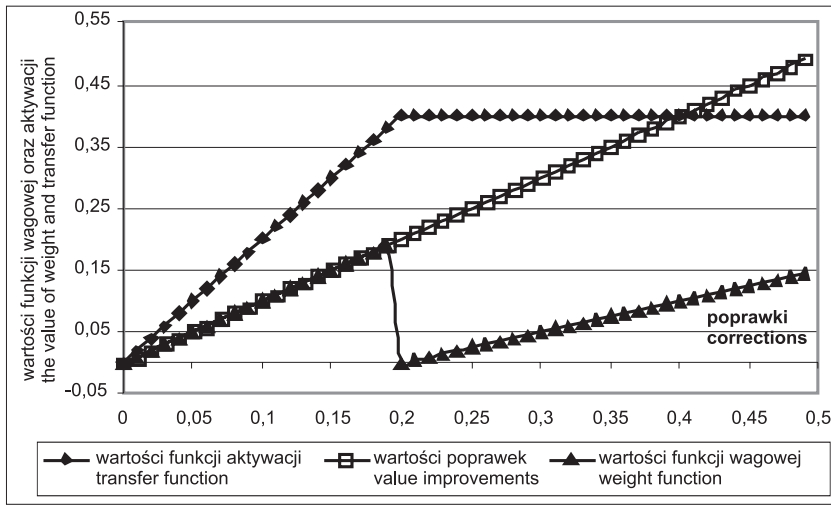
W dużych zbiorach danych skutecznymi metodami identyfikacji obserwacji odstających są metody estymacji mocnych [Kadaj 1998]. W aspekcie zastosowania tych metod zasadnicze znaczenie ma funkcja wagowa $\varpi[v(x)]$, której postać możemy definiować z pewną dowolnością, lecz z uwzględnieniem jej różniczkowalności [Gil 2006].

Najbardziej popularną funkcją wagową jest funkcja Hubera o postaci:

$$\varpi[v_i(x)] = \begin{cases} [v_i(x)]^2 & \text{dla } |v_i(x)| \leq \alpha \\ \alpha|v_i(x)| - \alpha^2 & \text{dla } |v_i(x)| > \alpha \end{cases} \quad (1)$$

gdzie współczynnik α oznacza wartość graniczną błędów przypadkowych, ustaloną na podstawie dokładności narzędzia pomiarowego i metody pomiaru. Jest to funkcja sklejana, złożona z dwóch półprostych i paraboli oraz wypukła względem parametru x w przestrzeni R^n , dla której funkcja aktywacji przyjmuje postać:

$$\varphi[v_i(x)] = \begin{cases} -\alpha & \text{dla } v_i(x) < -\alpha \\ v_i(x) & \text{dla } |v_i(x)| \leq \alpha \\ \alpha & \text{dla } v_i(x) > \alpha \end{cases} \quad (2)$$



Rys. 1. Wartości funkcji wagowej Hubera i odpowiadającej jej funkcji aktywacji
 Fig. 1. Huber weighing function values and the corresponding transfer function

Estymator wynikający z takiej funkcji ograniczony przez $|\alpha|$ jest estymatorem o najmniejszej wariancji w klasie funkcji spełniających te ograniczenia. Wszystkie estymatory mocne wynikające z warunku spełnionego ograniczenia funkcji aktywacji charakteryzują się własnością asymptotyczną.

Mając na uwadze postać funkcji wagowej określoną wzorem (1), zdefiniowaliśmy kwadratową funkcję celu (funkcję energetyczną) jako:

$$E_1(x) = \sum_{i=1}^m \varpi [v_i(x)] \tag{3}$$

gdzie:

$$v_i(x) = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j - l_i \tag{4}$$

przy czym a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$), $j = (1, 2, \dots, n)$, ($m > n$) są elementami macierzy $A = [a_{ij}]$ (współczynniki rzeczywiste), l_i ($i = 1, 2, \dots, m$) reprezentują wyniki obserwacji, zaś x_j ($j = 1, 2, \dots, n$) stanowią współrzędne wektora parametrów. Estymacja parametrów kwadratowej funkcji celu sprowadza się do rozwiązania układu równań różniczkowych:

$$\frac{dx}{dt} = -\eta(t)\nabla E_1(x) \tag{5}$$

gdzie $\eta(t) = [\eta_{ij}(t)]$ jest dodatnio określoną macierzą diagonalną współczynników uczenia o wymiarach $n \times n$, zaś

$$\nabla E_1(x) = A^T (Ax - 1) . \tag{6}$$

W związku z tym postać skalarna równania (5) przedstawia się następująco:

$$\frac{dx_j}{dt} = -\sum_{p=1}^n \eta_{jp} \left[\sum_{i=1}^m a_{ip} \left(\sum_{k=1}^n a_{ik} x_k - l_i \right) \right]. \quad (7)$$

Do rozwiązania nadokreślonego układu równań liniowych (5) wykorzystano sieć neuronową o strukturze obwodowej, która w działaniu jako sieć jednokierunkowa minimalizuje funkcję celu $E_1(x)$. Wynika stąd, że zadanie minimalizacji funkcji $E_1(x)$ jest formułowane i rozwiązywane w normie w zakresie gaussowskiego komponentu $[v_1(x)]^2$ w ustalonym otoczeniu $E_1(x) = 0$.

Optymalne rozwiązanie w sensie normy L_2 jest realizowane z założeniem, że błędy obserwacji podlegają rozkładowi normalnemu. W przypadku braku danych o rozkładzie wektora obserwacji, a jednocześnie prawdopodobnym wystąpieniu obserwacji odstających, optymalnym kryterium optymalizacji jest norma L_1 . Identyfikacja obserwacji odstających w normie L_1 polega na minimalizacji funkcji wypukłej

$$\omega[v_i(x)] = |v_i(x)| \quad (8)$$

o właściwościach odpornościowych. Zdefiniowana funkcja celu:

$$E_2(x) = \sum_{i=1}^m |v_i(x)| \quad (9)$$

stanowi sformułowanie zasady minimalizacji sumy odchyleń bezwzględnych jako „naturalnej” estymacji mocnej. Z postaci funkcji $E_1(x)$ i $E_2(x)$ wynika różnica w podejściu do sposobu ich minimalizacji. Zgodnie z normą L_1 funkcja $E_2(x)$ jest nieregularna, której minimalizacja wymaga specjalnych procedur programowania matematycznego bądź prostego w realizacji numerycznego algorytmu wykorzystującego sieci neuronowe. W tym przypadku minimalizacja funkcji $E_2(x)$ wynika z rozwiązania układu równań różniczkowych:

$$\frac{dx}{dt} = \eta \sum_{i=1}^m a_{ij} \operatorname{sgn}[v_i(x)] \quad (10)$$

gdzie η – współczynnik uczenia, zaś zmodyfikowana funkcja:

$$\operatorname{sgn}[v_i(x)] = \begin{cases} 1 & \text{dla } v_i(x) > 0 \\ -1 & \text{dla } v_i(x) < 0 \end{cases}$$

jest funkcją aktywacji. Funkcja jest ciągła, ale nie jest funkcją różniczkowalną względem punktu x , która określa znak lewostronnej lub prawostronnej pochodnej w otoczeniu punktu x .

Zidentyfikowane obserwacje odstające należy eliminować pojedynczo, ponieważ poprawka jest liniową funkcją wszystkich obserwacji, jej wpływ przenosi się na inne obserwacje układu, które w rzeczywistości nie są obciążone błędami wykraczającymi poza granice błędów przypadkowych. Oprócz wymienionych w pracy funkcji wypukłych o własnościach odpornościowych można znaleźć w literaturze wiele innych propozycji funkcji błędów opisanych m.in. w pracy Gil [2006].

IDENTYFIKACJA ZBIORU PUNKTÓW ODNIESIENIA

Jak już wspomniano wcześniej, zdefiniowanie układu odniesienia stanowi podstawę sformułowania geometrycznego modelu przemieszczeń. Punkty odniesienia identyfikowano na podstawie algorytmu złożonego z dwóch etapów. Etap pierwszy jako etap wstępny definiowania układu odniesienia, który można zaliczyć do metod testów globalnych o cechach estymacji mocnych, polega na minimalizacji funkcji celu w postaci sumy odchyleń bezwzględnych.

Założymy, że istnieją dwa n -elementowe zbiory punktów w przestrzeni R' : $\{S^1\}$ i $\{S^2\}$, które są zbiorami rzutów punktów fizycznych badanych obiektów (O^1) i (O^2) na oś liczbową [Gil 1995]. Punkty obu zbiorów $\{S^1\}$ i $\{S^2\}$ mają przyporządkowane rzędne $h_i^{(1)}$ i $h_i^{(2)}$ ($i=1,2,\dots,n$) na podstawie niezależnych wyrównań przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody sieci niwelacyjnych (O^1) i (O^2). Oznaczając odległości zgodnie z normą euklidesową przestrzeni R' między odpowiednimi punktami obu zbiorów $\{S^1\}$ i $\{S^2\}$ przez:

$$h_i = d(S^1, S^2) = |S^2 - S^1| \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

będziemy poszukiwać takiego położenia obiektu (O^1) względem obiektu (O^2), żeby został spełniony warunek:

$$F(y) = \min_{x \in A} F(x) \quad (12)$$

gdzie

$$F(x) = \sum_{i=1}^n |h_i - x|, \quad A = \{h_1, h_2, \dots, h_n\}. \quad (13)$$

Funkcja $F(x)$ jest funkcją wypukłą. Minimum globalne tej funkcji uzyskamy po uszeregowaniu odległości h_i zgodnie z zasadą $h_1 \leq h_2 \leq \dots \leq h_n$

- w punkcie $x = \frac{h_{n+1}}{2}$, gdy n jest nieparzyste,
- na odcinku $\frac{h_n}{2} \leq x \leq \frac{h_{n+1}}{2}$, gdy n jest parzyste.

Stosując metodę iteracyjną, należy eliminować pojedynczo wszystkie punkty ze zbioru A , które nie spełniają warunku:

$$w_i = |h' - h''| \leq m_0 \cdot 1, 4\sqrt{n' + n''} \quad (14)$$

gdzie: $w_i = |h' - h''|$, ($i=1,2,\dots,n$) oznacza odchyłkę „dopasowania” obiektu (O^2) względem obiektu (O^1) w punkcie h_i , m_0 – błąd średni pojedynczego pomiaru, zaś n' i n'' oznaczają liczby stanowisk niwelatora w realizacji pomiaru pierwotnego i aktualnego.

Warunek (14) musi być spełniony dla wszystkich punktów obu zbiorów z uwzględnieniem najkrótszej drogi [Kuligowski 1986]. Po zakończeniu eliminacji wszystkich punktów, które nie spełniają kryterium stałości (14), otrzymujemy wstępnie zdefiniowany układ odniesienia.

Przechodząc do drugiego etapu algorytmu w celu ostatecznego zdefiniowania układu odniesienia, będziemy badać reakcję układu obserwacyjnego w postaci przyrostu kwadratu normy wektora poprawek. Przyjmujemy następujący tok postępowania. Bazując na wynikach procesu identyfikacji wstępnej, dokonamy uszeregowania zmian bezwzględnych różnic wysokości w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) między punktami obu zbiorów $\{S^1\}$ i $\{S^2\}$ przyjmując zasadę:

$$|w_1| \leq |w_2| \leq \dots \leq |w_n|. \quad (15)$$

Dalej, zgodnie z ustaloną kolejnością, dokonamy kolejnych wyrównań obserwacji przy poczynieniu założenia absolutnej stałości wzrastającej liczby punktów w celu określenia przyrostów kwadratów normy wektora poprawek ΔE_i . Wzrost ograniczeń stopni swobody wywoła wzrost sumy kwadratów poprawek od wartości minimalnej E_0 (wyrównanie przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody) do wartości E_{\max} . Dla dowolnego skupienia punktów stałych o liczebności k , wartość krytyczną przyrostu normy wektora poprawek $\Delta E_k = E_k - E_0$ uzyskamy na podstawie wzoru [Gil 1995]:

$$\Delta E_k = -2 \left(m_0^2 + \frac{m_0^2}{2r} \right) \ln(1 - 0,95^{\frac{k}{2}}) \quad (16)$$

gdzie: m_0 – błąd średni pojedynczej obserwacji z wyrównania przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody, r – liczba spostrzeżeń nadliczbowych w układzie obserwacji, $0,95$ – poziom ufności (prawdopodobieństwo spełnienia kryterium stałości przez liczbę k punktów). Zdefiniowany układ odniesienia jest układem nieistotnie elastycznym, ponieważ każdy punkt tego układu leży wewnątrz elipsy błędów o parametrze $s^2 = 2,9957$ z prawdopodobieństwem $P = 0,95$.

PRZYKŁAD LICZBOWY

Przemieszczenia pionowe punktów kontrolowanych położonych na obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) wyznaczono na podstawie pomiarów wykonanych metodą niwelacji precyzyjnej w latach 1967, 1998, 2000. Pomiarami został objęty obszar o powierzchni około 112 000 ha, na którym zostało zlokalizowanych 218 punktów powiązanych obserwacjami w postaci różnic wysokości w liczbie 302.

Na pierwszym etapie obliczeń wyznaczone zostały zmiany różnic wysokości uzyskane w dwóch okresach: 1967–1998, 1967–2000. Zmiany te poddano następnie wyrównaniu za pomocą procedury najmniejszych kwadratów przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody dla przyjętego błędu średniego obserwacji wynoszącego $m_{obs} = 0,3$ mm. Kolejnym krokiem była identyfikacja obserwacji odstających za pomocą formuły wynikającej ze stosunku liczbowego $\frac{v_i}{m_{vi}} > 2$. Zidentyfikowano po jednej obserwacji odstającej w obu

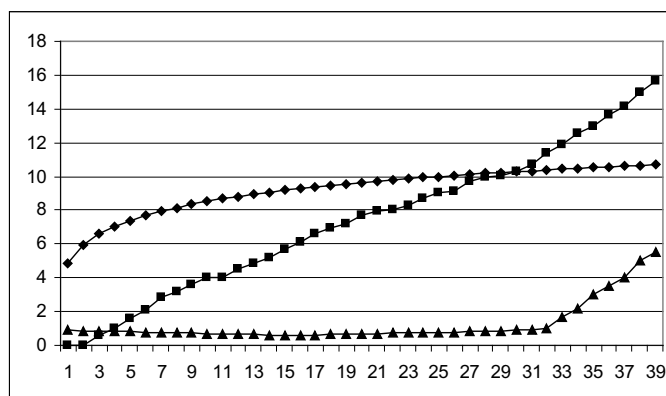
okresach. Jest to spowodowane faktem, że podczas wyrównania metodą najmniejszych kwadratów błędy obserwacji odstających mogą rozłożyć się na obserwacje sąsiednie, co jest trudne do ustalenia. Identyfikację obserwacji odstających przeprowadzono metodą estymacji mocnej z zastosowaniem funkcji wagowej Hubera por. (1). Na podstawie obliczeń wyeliminowano 3 obserwacje odstające w okresie 1967–1998 oraz 2 obserwacje odstające w okresie 1967–2000. Wyniki wyrównania metodą najmniejszych kwadratów przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody w postaci błędu średniego m_0 przed eliminacją i po eliminacji obserwacji odstających zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości błędu średniego m_0 przed eliminacją i po eliminacji obserwacji odstających
Table 1. Mean square error values (m_0) before and after elimination of outliers

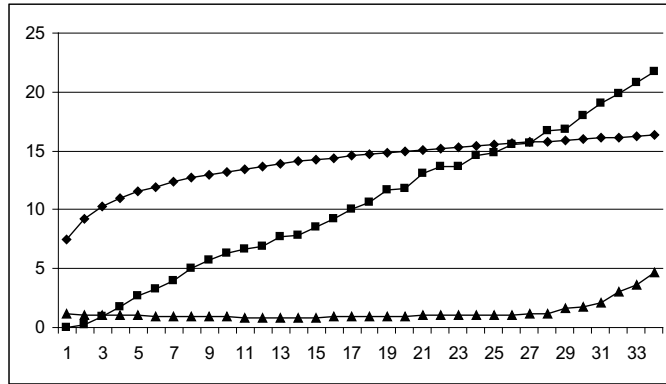
Czasokres pomiarowy Measurement period	Wartości błędu średniego m_0 The average error values m_0	
	przed eliminacją obserwacji odstających before elimination of outliers	po eliminacji obserwacji odstających after elimination of outliers
1967–1998	1,7101	0,8956
1967–2000	1,4562	1,1170

Następnie dokonano wstępnej identyfikacji układu odniesienia z zastosowaniem metody przylegania obiektów z zachowaniem warunku (14). W okresie 1967–1998 układ odniesienia zdefiniowano na 39 punktach wzajemnie stałych, a 1967–2000 na 34 punktach. Po wykonaniu identyfikacji ostatecznej według kryterium (16) liczba punktów układu odniesienia wyniosła dla pierwszego i drugiego okresu odpowiednio 30 oraz 27, przy czym w obu układach powtórzyło się 13 tych samych punktów. Proces ostatecznej identyfikacji punktów tworzących układ odniesienia został przedstawiony graficznie na rysunkach 2 i 3.

Zauważmy, że przedstawiony opis definicji układu odniesienia jest w pełni obiektywny, bowiem dla wartości przyrostu kwadratu normy wektora poprawek $\Delta E \leq \Delta E_k$ zaburzenie układu obserwacyjnego nie występuje (por. m_0 i m'_0).

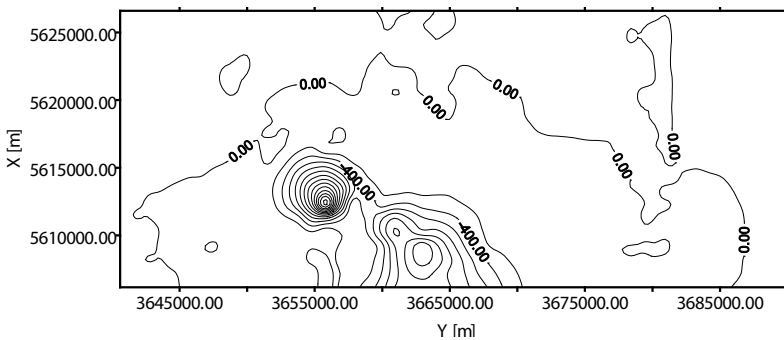


Rys. 2. Proces definiowania układu odniesienia w okresie 1967–1998
Fig. 2. Process of defining the reference system in the period 1967–1998

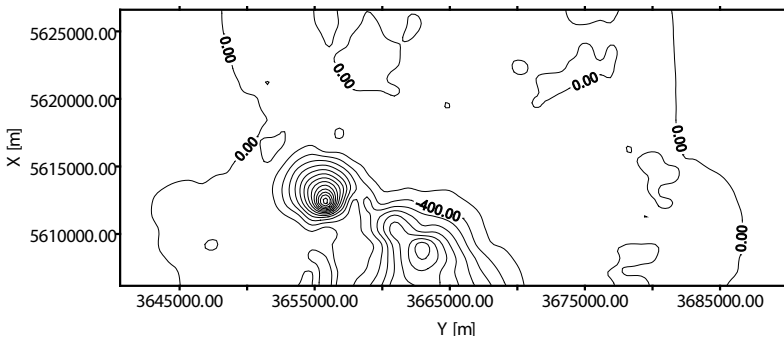


Rys. 3. Proces definiowania układu odniesienia w okresie 1967–2000
 Fig. 3. Process of defining the reference system in the period 1967–2000

Ostateczny geometryczny model przemieszczeń uzyskany z wyrównania metodą najmniejszych kwadratów z warunkami na układ odniesienia przedstawiono graficznie na rysunkach 4 i 5. Wartości błędów m_0 uzyskane z wyrównania z warunkami na układ odniesienia dla okresów 1967–1998 oraz 1967–2000 wyniosły odpowiednio $m_0 = 0,93$ mm oraz $m_0 = 1,12$ mm.



Rys. 4. Geometryczny model przemieszczeń pionowych uzyskany w okresie 1967–1998
 Fig. 4. Geometric model of vertical displacements obtained in the period 1967–1998



Rys. 5. Geometryczny model przemieszczeń pionowych uzyskany w okresie 1967–2000
 Fig. 5. Geometric model of vertical displacements obtained in the period 1967–2000

WNIOSKI

Zaproponowana procedura zdefiniowania układu odniesienia na podstawie minimalizacji odchyleń absolutnych pozwala na ustalenie zbioru punktów wzajemnie stałych, a zastosowanie jako kryterium wzajemnej stałości punktów wartości krytycznej przyrostu kwadratu normy wektora poprawek minimalizuje możliwość przyjęcia punktów ruchomych jako stałych (błąd II rodzaju). Ogólnie, zmiany rzędnych punktów kontrolowanych oszacowano w granicach od +55 do -3 127,7 mm w okresie 1967–1998 oraz od -3 137,8 do +60,0 mm w okresie 1967–2000, przy czym największe przemieszczenia „w dół” zostały zlokalizowane w południowej części obszaru. Uzyskane wartości błędów m_0 dla obu okresów pomiarowych z wyrównania z warunkami na układ odniesienia są zbliżone do błędów m_0 uzyskanych z wyrównania przy minimalnych ograniczeniach stopni swobody, co dowodzi poprawności uzyskanego geometrycznego modelu przemieszczeń.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski Z., 1979. Algorytm numerycznej kontroli przylegania obiektów. Geodezja i Kartografia, t. XXVII, z. 3, Warszawa.
- Gil J., 1995. Badanie nieliniowego geodezyjnego modelu kinematycznego przemieszczeń, seria: monografie nr 76, Wydawnictwo WSI w Zielonej Górze.
- Gil J., 2006. The problem of solving systems of linear equations by means of neural networks. Geodesy and Cartography, Vol. 55, No. 2.
- Kadaj R., 1998. Modele, metody i algorytmy obliczeniowe sieci kinematycznych w geodezyjnych pomiarach przemieszczeń i odkształceń obiektów. Wydawnictwo AR Kraków.
- Kuligowski J.L., 1986. Zarys teorii grafów. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- Osowski S., 1996. Sieci neuronowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Prószyński W., Kwaśniak B., 2006. Podstawy geodezyjnego wyznaczania przemieszczeń. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

IDENTIFICATION REFERENCE SYSTEM OF LEVELING NETWORK AN AREA OF LEGNICA-GŁOGÓW COPPER DISTRICT

Abstract. The article presents an attempt to determine the vertical displacements of points located within the area controlled Legnica-Głogów Copper District. Displacements have been found on the basis of measurements carried out in leveling the years 1967 to 2000. In the first place to identify and eliminate gross errors the estimation method of strengths have been applied. Then, the calculations carried out in a reference system defined on the basis of the algorithm, consisting of two phases. The first stage concerns the initial identification, which consists in determining the unit vector basis of increments of internal characteristics, which stem from two periodic measurements (initial and current), the second step is to study the reaction of the observation in the course of solving the following adjustment tasks caused by increase in the number of points covered by the stability condition.

Key words: reference system, outlying observations, model of vertical displacements

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2010

Do cytowania – For citation: Mrówczyńska M., 2010. Identyfikacja układu odniesienia sieci niwelacyjnej obszaru Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. *Acta Geod. Descr. Terr.*, 9(4), 27–36.

SYSTEM WSPOMAGANIA DECYZJI OPTIMALIZUJĄCYCH ROZWÓJ MARGINALNYCH OBSZARÓW WIEJSKICH

Małgorzata Leszczyńska

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. W artykule została przedstawiona problematyka związana z wybranymi aspektami tworzenia systemu wspomagającego decyzje optymalizujące rozwój marginalnych obszarów wiejskich. Prezentowany tutaj, oparty na systemach informacji przestrzennej, system wspomagania decyzji może stanowić doskonałe narzędzie ułatwiające opracowywanie strategii rozwoju marginalnych obszarów wiejskich, pomagające zaoszczędzić czas i pieniądze, a przede wszystkim umożliwiające wdrożenie zasad zrównoważonego rozwoju, dzięki swoim zdolnościom do wyznaczania długoterminowych symulacji efektu ludzkiego oddziaływania na środowisko. Może też być pomocny w wyznaczaniu kierunków rozwoju restrukturyzowanych obszarów wiejskich, w ocenie efektów programów ochronnych, programów wspierających czy też programów łagodzących socjalne i ekonomiczne problemy. Technologia GIS stanowi w tym systemie naturalną ramę dostarczającą dogodnego sposobu analizowania i reprezentowania informacji powiązanej z komponentami przestrzennymi oraz architektury, zarządzania danymi, pozwalającą integrować ekstremalnie różne typy informacji oraz wiedzę ogólną ze szczegółową. Najważniejszym elementem prezentowanego systemu wspomagania decyzji jest połączony z systemem informacji geograficznej system ekspertowy, pozwalający przechowywać w formie reguł skomplikowaną wiedzę o procesach przyrodniczych, ekonomicznych i społecznych, która przy zastosowaniu specjalnie opracowanego algorytmu jest łączona z wiedzą o formach przyrodniczych i antropogenicznych przechowywaną w specjalnie zaprojektowanej bazie danych. Niniejszy artykuł stanowi studium, w którym przedstawiono opis poszczególnych elementów systemu i zasadność wyboru prezentowanych rozwiązań.

Słowa kluczowe: GIS, system ekspertowy, system wspomagania decyzji

1. WSTĘP

1.1. Przedstawienie problemu

Prezentowane w artykule zagadnienie zoptymalizowania rozwoju marginalnych terenów wiejskich należy do obszaru badawczego o zasadniczym znaczeniu dla rozwoju społecznego i gospodarczego kraju. Polska ma już bowiem rozwiązane podstawowe problemy: żywienia, uprzemysłowienia. Na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych wkroczyła w trzeci etap, etap intensywnego rozwoju i wzrostu poziomu życia. Niestety, w trakcie przekształceń gospodarczych i politycznych powstały w Polsce obszary problemowe. Obszary te cechuje problem skrajnego ubóstwa, stagnacji, braku rozwoju pozarolniczych rynków pracy, wysokiego udziału gruntów rolnych, na których zaprzestano prowadzenia działalności rolnej. Największe natężenie opisywanych problemów wystąpiło w województwach, gdzie w przeszłości dominowało rolnictwo sektora państwowego. Na obszarach tych pojawiło się skrajnie wysokie bezrobocie, którego skutkiem jest ciągle ubożenie mieszkającej tam ludności, wzrost ilości zachowań patologicznych, porzucanie gospodarstw, degradacja ekosystemów i krajobrazów wiejskich stanowiących polskie dziedzictwo kulturowe i naturalne. Zjawiska te są problemem nie tylko w skali lokalnej. Wpływają one negatywnie również na gospodarkę kraju oraz przyrodę, w tym stosunki wodne i klimat. Ich wielopłaszczyznowość i złożoność wymagają specjalnego podejścia, które pozwoli uwzględnić wszelkie zależności zachodzące między działalnością ludzką, przyrodą, gospodarką, lokalizacją. Przy takiej złożoności problemu najważniejsze jest podejście holistyczne umożliwiające synergiczne wykorzystanie zarówno narzędzi finansowych, jak i wiedzy eksperckiej, pozwalającej tworzyć lokalne strategie, dostosowane do uwarunkowań przyrodniczych, społecznych i kulturowych. Takie podejście jest jedynym, które może przynieść rezultat w przeciwdziałaniu marginalizacji tych obszarów. Niestety, całościowe podejście do problemów społeczno-ekonomiczno-przyrodniczych jest jednym z najtrudniejszych zadań. Wymaga tworzenia oddolnych strategii, efektywnego zarządzania na poziomie lokalnym, kompleksowego doradztwa, szerokiej informacji przedstawionej w prostej formie, dopasowania rozwiązań zarówno do regionu, jak i do indywidualnych przedsiębiorców rolnych. Sprostać takim wymaganiom może wykorzystanie innowacyjnej technologii, która umożliwi łączenie wiedzy z wielu dziedzin, pozwoli ocenić walory regionu i dostosować proponowane rozwiązania do wymagań zarówno społecznych, ekonomicznych, jak i przyrodniczych.

Celem badań jest więc stworzenie innowacyjnego systemu wspomagającego decyzje optymalizujące rozwój marginalnych obszarów wiejskich oraz prawidłowe określenie i opisanie w postaci modelu związków pomiędzy działalnością człowieka, gospodarką i środowiskiem. Właściwe określenie tychże związków pozwoli na wskazanie dróg rozwoju marginalnych obszarów wiejskich, które pomogą realizować procesy zrównoważonego rozwoju. Pomoże też w przygotowaniu oddolnych planów strategicznych, dotyczących zoptymalizowania rozwoju gminy.

1.2. Przegląd literatury

Ostatnio tworzona jest duża liczba innowacyjnych systemów. Niektóre z nich zapewniają zarządzanie środkami unijnymi, kontrolę prawidłowości przyznawania dopłat i sprawną dystrybucję środków finansowych, np. AICS – system administracyjno-

-informatyczny stanowiący obligatoryjne narzędzie służące do realizacji celów Wspólnej Polityki Rolnej. Inne pomagają wyznaczać obszary o niekorzystnych warunkach do prowadzenia gospodarki rolnej, np. metoda LFA zaimplementowana przy użyciu oprogramowania ArcView, stanowiąca formę aplikacji mającej charakter systemu wspomagania decyzji [Bielecka 2002]. Bardzo często w badaniach obszarów wiejskich wykorzystywana jest też teledetekcja. Pomaga ona oceniać rozwój roślin, prognozować rodzaj głównych upraw, zdobywać przestrzenne informacje o glebach i innych elementach środowiska przyrodniczego oraz przedstawiać to wszystko w układzie pól odniesień przestrzennych [Ciołkosz, Białousz 2010]. Teledetekcja wykorzystywana jest też w systemach pomagających w zrównoważony sposób planować użytkowanie terenu [Vliet i in. 2009]. Tworzone są również systemy o charakterze inwentaryzacyjnym i monitoringowym, służące do gromadzenia i udostępniania informacji o środowisku glebowo-przyrodniczym w celu racjonalnego zarządzania rolniczą przestrzenią produkcyjną. Przykładem może być tu system stanowiący podstawę wspomagania decyzji w zakresie wykorzystania rolniczej przestrzeni do produkcji żywności „Zintegrowany system informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej” [Zaliwski 2002]. Istotnym działem są też systemy wspomagania decyzji tworzone dla rolnika, np. System Wspomagania Decyzji dla Gospodarstw Rolniczych wyliczający wybrane wskaźniki związane z opłacalnością zasiewów, potrzebą nawożenia [Ciupiał 2006] oraz systemy opierające się na mapach numerycznych i systemie lokalizacji przestrzennej, pomagające rolnikowi w trakcie prac na polu [Ciupiał 2006].

Wymienione rozwiązania stanowią istotne wsparcie w zarządzaniu na szczeblu samorządowym lub w zarządzaniu gospodarstwami rolnymi. Nie obejmują one jednak całościowo problemu marginalizacji obszarów wiejskich. Z natury dostosowane są do wspomagania wybranych działań. Wspierają więc albo zarządzanie gospodarstwem rolnym albo działania związane z zarządzaniem na szczeblu samorządowym lub krajowym, czy związane z regulowaniem dopłat.

Komputerowa aplikacja, która umożliwi całościowe podejście do problemu i wspomoże optymalny rozwój zarówno gminy, jak i gospodarstw znajdujących się na jej terytorium oraz pomoże w różnicowaniu działalności, aby dać szansę zatrudnienia osobom, które nie mają zatrudnienia w rolnictwie, a wszystko to z uwzględnieniem ich synergicznego wpływu na siebie będzie wyjątkowo wartościowa we wspomaganiu rozwoju marginalnych obszarów wiejskich.

2. STRUKTURA SYSTEMU

W pracy opisany został model Systemu Wspomagania Decyzji Optymalizujących Rozwój Marginalnych Obszarów Wiejskich i na wybranych elementach składowych systemu zademonstrowano jego elastyczność, adaptowalność i przydatność w rozwiązywaniu problemów dotyczących integracji działań ochronnych różnorodności biologicznej z ekonomicznym i społecznym rozwojem marginalnych obszarów wiejskich.

Prezentowany SWD ORMOW jest programem komputerowym, który pozwala na przedstawienie systemu gospodarowania marginalnymi terenami wiejskimi jako modelu przestrzennego opierającego się na systemach informacji geograficznej. Modelowanie systemów gospodarowania marginalnymi terenami wiejskimi z wykorzystaniem technik GIS polega na tworzeniu przestrzennych modeli obiektów rzeczywistych. Na podstawie

danych o położeniu, właściwościach obiektów i wzajemnych relacjach tworzone są analizy synergicznego wpływu określonych form gospodarowania na środowisko i rozwój obszarów wiejskich. Istotna jest tu możliwość powiązania zjawisk i procesów przedstawianych na mapach z zależnościami opisanymi w formie predykatów (reguł). Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala na rozpatrywanie rzeczywistego systemu gospodarowania marginalnymi terenami wiejskimi jako modelu obiektowego oraz umożliwia użycie sztucznej inteligencji jako narzędzia wspomagającego decyzje. Tak zaprojektowany system spełnia wymogi podejścia holistycznego niezbędnego przy rozwiązywaniu złożonych problemów. Umożliwia również wdrażanie idei zrównoważonego rozwoju oraz daje szansę przygotowywania oddolnych planów strategicznych, niezbędnych do właściwego określenia kierunków rozwoju marginalnych obszarów wiejskich, w których zapewnienie spójności różnych działań oraz wsparcie Wspólnej Polityki Rolnej dają największą wartość dodaną.

2.1. Technika modelowania – model przestrzenny

System Wspomagania Decyzji Optymalizujących Rozwój Marginalnych Obszarów Wiejskich oparty jest na technologii geoinformacyjnej. Technologia ta sama w sobie już stanowi narzędzie do wspomagania decyzji, pozwalające w przybliżony sposób opisywać funkcjonowanie środowiska przyrodniczego, tworzyć dynamiczne modele symulacyjne, oceniać oddziaływanie człowieka na środowisko [Longley, Goodchild, Maguire, Rhind, 2006]. Technologia ta dostarcza również narzędzi do wieloetapowego manipulowania danymi, wykonywania wielu pętli obliczeniowych, a także do projektowania analiz, które są kwintesencją działania programów geoinformacyjnych i umożliwiają odpowiednie przygotowanie informacji przestrzennej do celów decyzyjnych.

Zasadniczą częścią tworzenia modelu przestrzennego opartego na technologii geoinformacyjnej było więc zaprojektowanie i zautomatyzowanie odpowiednich analiz przestrzennych, pozwalających wychwycić wszelkie prawidłowości i anomalie występujące na badanym obszarze oraz rozmieszczenie charakterystycznych cech badanych zjawisk. W celu wyszukania wszelkich prawidłowości lub anomalii zachodzących na marginalnych obszarach wiejskich oraz w celu określenia rozmieszczenia istotnych dla rozwoju badanych obszarów elementów środowiska przyrodniczego i antropogenicznego wykorzystano różnego rodzaju przetworzenia – od tych najprostszych do bardzo zaawansowanych modeli, w których wynik związany jest z topologią obiektów i zależy od położenia danych wejściowych. Zaprojektowane procedury pozwalają zamieniać surowe dane na użyteczną informację i wydobywać wiedzę ukrytą w zbiorach danych.

2.1.1. Analizy przestrzenne

W celu przygotowania informacji przestrzennej do celów decyzyjnych system wykonuje wielu przetworzeń:

- a) **Przekształcenia** umożliwiające wykonanie operacji, w których dane przestrzenne ulegają zmianie w wyniku zastosowania operatorów geometrycznych, arytmetycznych i logicznych. W wyniku przekształceń związanych z nakładaniem wieloboków pochodzących z kilku zbiorów danych, odejmowaniem obiektów pochodzących z jednego zbioru danych od obiektów z drugiego zbioru danych, sumowaniem i szukaniem części wspólnej kilku klas obiektów uzyskano model ciągły danych reprezentujący środowisko przyrodnicze, w strukturach którego została zgromadzona

wiedza o jakości zasobów naturalnych, istotna dla przedstawionego w artykule problemu. Warstwa ta nazwana EKOTYPEM powstała z warstw bazy VMap poziomu 2 (hydrografia, obiekty socjalno-kulturalne, roślinność) oraz z wybranych warstw Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Warstwa ta jest podstawą dalszych przetworzeń.

- b) **Agregacje danych**, które pozwalają na znajdowanie części wspólnych obiektów z jednoczesną agregacją danych opisowych w celu uproszczenia i wzbogacenia w dodatkowe informacje podstawowej warstwy EKOTYPY.
- c) **Analizy wielokryterialne**, umożliwiające wydzielenie obszarów jednorodnych z punktu widzenia ekologii krajobrazu oraz ich waloryzację uzależnioną od różnego rodzaju czynników.
- d) **Kwerendy**, które są najbardziej charakterystycznym elementem oprogramowania GIS i choć wydają się rutynowym działaniem, wymagały precyzyjnego zdefiniowania parametrów, aby móc stać się podstawą podejmowania istotnych decyzji. Zdefiniowano więc kilkadziesiąt kwerend pozwalających zidentyfikować obiekty mające wpływ na określenie kierunku rozwoju obszarów wiejskich (walory przyrodnicze, walory kulturowe). Obiekty te identyfikowane są w odniesieniu do jednostek podstawowych, a następnie liczona jest liczba występujących obiektów w jednostce podstawowej lub długość tych obiektów, np. w przypadku szlaków rowerowych albo rzek. Kwerendy wywoływane są automatycznie w odpowiednim momencie działania SWD ORMOW.
- e) **Ekwidystanty**, umożliwiające znalezienie obiektów o określonej lokalizacji względem innych obiektów tej samej klasy, np. odnalezienie samotnych gospodarstw wśród gospodarstw znajdujących się na rozpatrywanym obszarze.

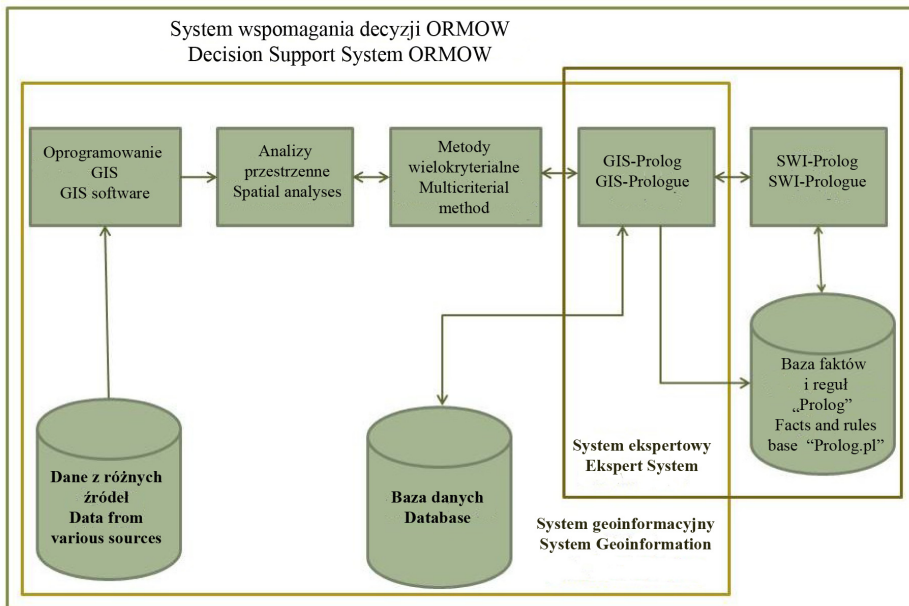
Po ustaleniu metodyki modelowania danych przestrzennych zautomatyzowano przedstawiony proces. Automatyzacja procesu jest sprawą istotną, gdyż SWD ORMOW przeznaczony jest dla użytkowników niebędących ekspertami w dziedzinie GIS. Użytkownicy tego systemu nie będą też ekspertami w innych dziedzinach, z których wiedza jest zawarta w systemie i ma istotne znaczenie dla optymalizowania rozwoju marginalnych obszarów wiejskich. Wiadomo natomiast, iż podstawą właściwie wykonanych analiz przestrzennych i interpretacji wyników jest dobrze przygotowany użytkownik systemu geoinformacyjnego, który w przedstawianym w artykule problemie powinien być zarówno ekspertem GIS, jak i ekspertem w dziedzinie ekologii, ekonomii, socjologii. Znalezienie tak wszechstronnie wykształconego użytkownika nie jest rzeczą łatwą nawet w środowisku naukowym. Znalezienie takiego użytkownika w rejonach, gdzie występują marginalne obszary wiejskie jest jeszcze trudniejsze. Stąd SWD ORMOW ma nie tylko zautomatyzowane wykonywanie wszelkich niezbędnych analiz, ale jest także wyposażony w prosty w obsłudze interfejs. Pozwala on uruchamiać analizy w sposób zapewniający właściwy dobór wszelkich parametrów i ich właściwe działanie.

2.1.2. Ograniczenia modelu przestrzennego opartego na technologii geoinformacyjnej

Części istotnych relacji związanych z oddziaływaniem człowieka na środowisko przyrodnicze i na uwarunkowania gospodarcze oraz społeczne regionu nie można opisać w sposób analityczny. Istotnym czynnikiem wpływającym na proces analiz danych przestrzennych i podejmowanie decyzji jest w przypadku opisywanego problemu szeroka

wiedza ekspercka z kilku dziedzin oraz zawile powiązania między różnorodnymi programami dostarczającymi narzędzi finansowych umożliwiających wsparcie marginalnych obszarów wiejskich.

Wskutek tego model przestrzenny oparty na technologii geoinformacyjnej, który nie zapewniał możliwości zdefiniowania wszystkich niezbędnych parametrów, został rozbudowany o osadzony w nim model systemu ekspertowego. Osadzenie stworzonego w języku Prolog systemu ekspertowego zostało zrealizowane dzięki wykorzystaniu obiektowego języka programowania. Działanie systemu ekspertowego wywoływane jest poprzez interfejs graficzny (GUI) osadzony w interfejsie oprogramowania GIS. Moduł zbudowany na potrzeby uruchamiania osadzonego w oprogramowaniu GIS systemu ekspertowego został nazwany „GIS-Prolog”. Moduł ten nie tylko uaktywnia działanie systemu ekspertowego, ale również umożliwia zapisanie wyników analiz wykonanych w oprogramowaniu GIS w formie faktów, w bazie faktów systemu ekspertowego. Opisany SWD ORMOW przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Model System Wspomagania Decyzji Optymalizujących Rozwój Marginalnych Obszarów Wiejskich

Fig. 1. Model of the system supporting decision making concerning optimization of development of marginalized rural areas

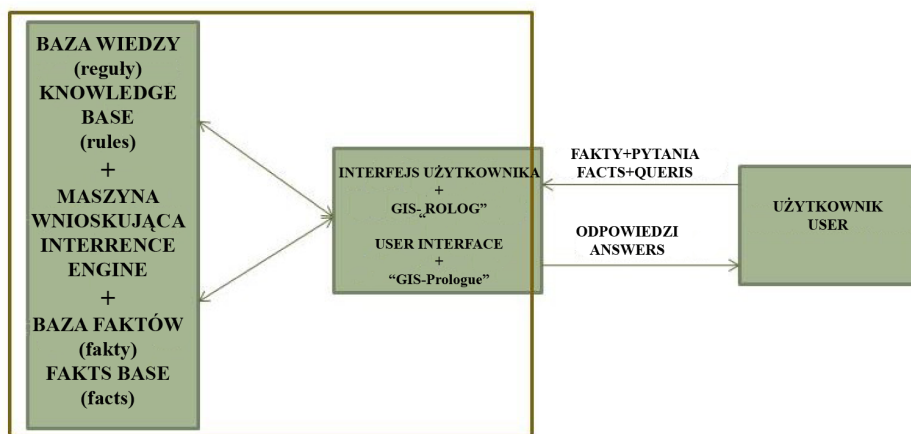
2.1.3. System Ekspertowy – osadzony w systemie geoinformacyjnym

System ekspertowy jest programem komputerowym, który umie emulować umiejętności rozwiązywania problemów poprzez ekspertów w poszczególnych dziedzinach [Giarranto, Riley 1994]. Umie również uzupełniać brakujące dane oraz podejmować optymalne decyzje na podstawie niepełnej wiedzy.

System ekspertowy składa się z 4 zasadniczych części:

- a) **Bazy wiedzy**, która jest podstawą procesu podejmowania decyzji w systemie ekspertowym. Najpopularniejszym sposobem przechowywania wiedzy w bazie wiedzy systemu ekspertowego jest forma reguł „IF-THEN”. Taka forma została też zastosowana w stworzonym SWD ORMOb.
- b) **Bazy faktów**, która jest miejscem przechowywania faktów w systemie ekspertowym. Zawartość bazy faktów zmienia się w trakcie procesu wnioskowania. Jest to wynikiem procesu rozwojowego, który charakteryzuje stworzony system ekspertowy.
- c) **Maszyny wnioskującej**, która jest mózgiem systemu ekspertowego. Na podstawie reguł z bazy wiedzy i faktów z bazy faktów maszyna wnioskująca wyciąga poszczególne konkluzje. Ostateczna konkluzja reprezentuje odpowiedź systemu ekspertowego na pytanie użytkownika.
- d) **Interfejsu użytkownika**, który jest elementem kontaktowym pomiędzy użytkownikiem i systemem ekspertowym.

Na rysunku 2 duży prostokąt po lewej reprezentuje system ekspertowy. Zawiera on bazę wiedzy, bazę faktów oraz maszynę wnioskującą. Interfejs użytkownika jest częścią systemu, która umożliwia współdziałanie systemu ekspertowego z użytkownikiem. Interfejs ten jest też częścią modułu integrującego SE z oprogramowaniem GIS.



Rys. 2. Model systemu ekspertowego osadzonego w systemie geoinformacyjnym
Fig. 2. A model of the expert system embedded in the geoinformation system

Baza wiedzy reprezentuje specjalistyczną wiedzę, która jest wprowadzona do systemu [Giarranto, Riley 1994]. Specjalistyczna wiedza przechowywana w bazie wiedzy opisywanego systemu ORMOb została zebrana z różnych źródeł, wliczając w to wszelkie regulacje prawne różnych szczebli oraz wywiady przeprowadzone z ekspertami w każdej z kluczowych dziedzin do optymalizacji rozwoju marginalnych obszarów wiejskich. Zebrana specjalistyczna wiedza jest nie tylko przechowywana w bazie wiedzy, ale również testowana i udoskonalana poprzez dodatkowe połączenia do specjalistycznej literatury. Proces ten jest nazywany inżynierią wiedzy i wymaga wielu iteracji.

Baza faktów przechowuje fakty, których system ekspertowy używa w trakcie procesu wnioskowania. Fakty mogą być dodawane lub usuwane z bazy faktów podczas procesu wnioskowania. Fakty dostarczane są także jako wynik analiz przestrzennych i metod multi-kryterialnych, które wywoływane są w procesie wnioskowania poprzez moduł łączący system ekspertowy z systemem geoinformacyjnym.

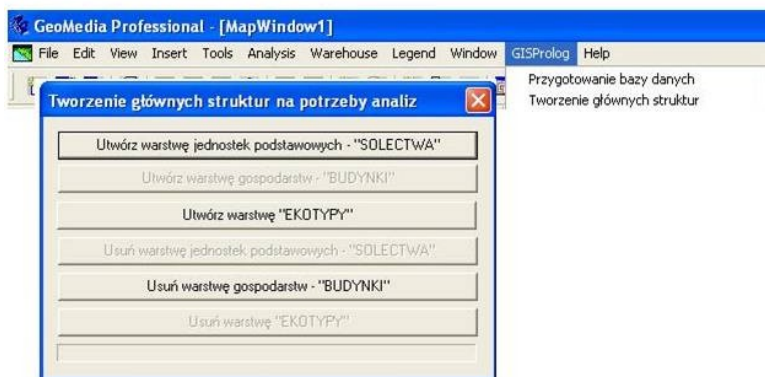
Maszyna wnioskująca jest częścią systemu ekspertowego, która „wnioskuje” lub konkluduje rozwiązania oparte na bazie wiedzy i na faktach dostarczonych przez użytkownika oraz na faktach, które są wynikiem analiz przestrzennych przeprowadzanych w systemie geoinformacyjnym w trakcie procesu wnioskowania, dzięki uruchamianiu ich przez moduł „GIS-PROLOG”. Na podstawie dostarczanych faktów mechanizm wnioskujący decyduje, które reguły będą wykonywane jako następne z podzbiorów reguł, które są odpowiednie dla różnego rodzaju wyodrębnionych obszarów. Gdy wszystkie fakty, które zależą od reguł są dostępne, wówczas zostaje uruchomiony proces aktywujący właściwe reguły. Maszyna wnioskująca stosuje strategię nawracania i poszukiwania w głąb, aby wybrać kolejną regułę aktywującą odpowiednie zbiory reguł. Strategia ta stanowi istotny element w procesie wnioskowania i rozwiązywania problemów. Wyniki z poszczególnych etapów wnioskowania są zapisywane w bazie danych oprogramowania geoinformacyjnego i stanowią podstawę do wykonywania kolejnych analiz przestrzennych i do tworzenia nowych faktów, które będą mogły być użyte do dalszych procesów wnioskowania. Ten proces jest powtarzany do momentu, aż użytkownik otrzyma zadowalającą go odpowiedź. Tak zbudowany model pozwala analizować wyniki w sposób dynamiczny.

3. METODY I ETAPY WYZNACZANIA OPTIMALNEGO ROZWOJU MARGINALNYCH OBSZARÓW WIEJSKICH

Proponowany SWD ORMOb pozwala na „elastyczne użycie wiedzy” poprzez używanie dwóch rozdzielnych procesów wnioskowania, które na początkowym etapie pracują na podstawie różnych typów pytań i procesów. Choć oba procesy wnioskowania używają różnych wewnętrznych reprezentacji dla reguł, korzystają one jednak ze wspólnej bazy faktów, a wyniki pośrednie z etapu wnioskowania zapisywane są do tej samej bazy danych. Tak stworzony model pozwala analizować wyniki w sposób dynamiczny, przez wgląd w ewaluację systemu w trakcie modelowania. W celu znalezienia optymalnego rozwiązania dla obszarów wiejskich, wyniki z obu procesów wnioskowania zostały użyte do specjalnie zaprojektowanych procedur analizujących scenariusze typu "What – If".

3.1. Etap I

Oba procesy wnioskowania wymagają wstępnego przetworzenia danych, pozwalającego uzyskać przestrzenne jednostki homogeniczne istotne w waloryzowaniu elementów krajobrazu oraz niezbędne do wydzielenia obszarów jednorodnych pod względem gospodarczym. W celu zautomatyzowania przedstawionego procesu został stworzony odpowiedni zestaw narzędzi, które widoczne są na rysunku 3. Na etapie tym oprócz przestrzennego wydzielenia jednostek homogenicznych, na podstawie złożonych analiz przestrzennych, metod wielokryterialnych i wiedzy eksperckiej jednostkom homogenicznym zostają przypisane parametry, które będą stanowiły podstawę budowania bazy faktów.

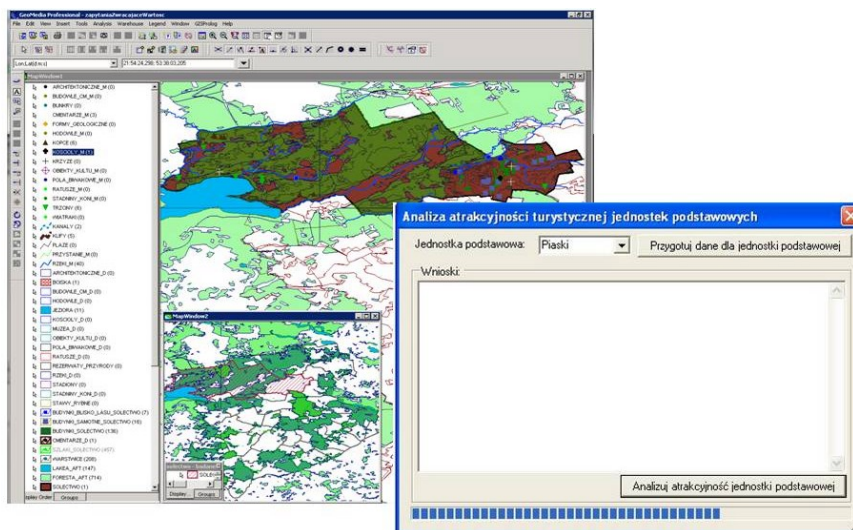


Rys. 3. Narzędzia pozwalające dokonać wstępnego przetworzenia danych

Fig. 3. Tools used for initial data processing

3.2. Etap II

Kolejnym etapem jest etap związany z analizą atrakcyjności turystycznej jednostek podstawowych (rys. 4). W tym przypadku obręby geodezyjne uznano za najwłaściwsze jednostki odniesienia, zgodne ze specyfiką badanego obszaru i ze specyfiką problemu, który należy rozwiązać. Ich granice społeczno-gospodarcze mają praktyczne znaczenie dla mieszkańców. Mają też szczególne znaczenie dla działań podejmowanych w ramach oddolnych strategii i proponowanych przez SWD ORMOW programów rozwojowych. Dla wskazanych jednostek przeprowadzany jest proces wnioskowania związany z określeniem najwłaściwszych scenariuszy rozwoju. Na tym etapie wykorzystywane są zarówno wcześniej zaprojektowane analizy przestrzenne, jak i szeroka interdyscyplinarna wiedza zawarta w systemie ekspertowym.

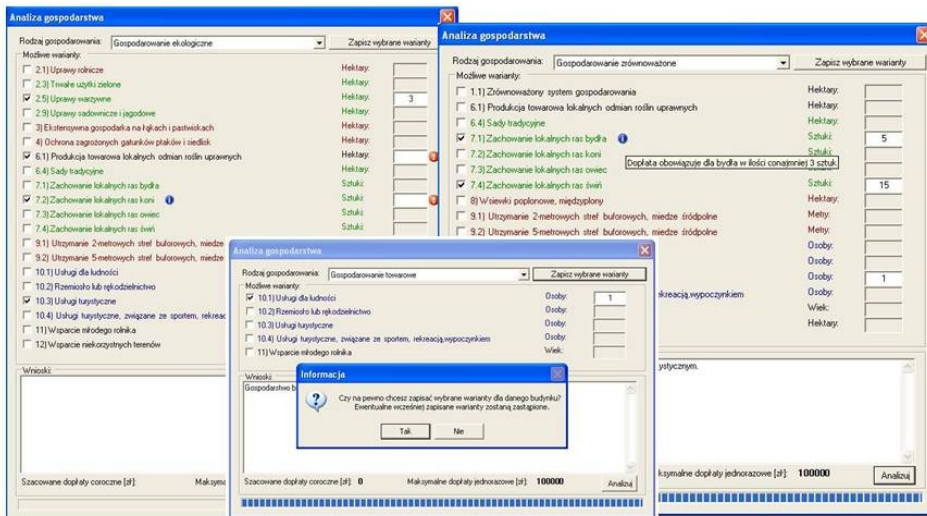


Rys. 4. Analiza atrakcyjności turystycznej jednostki podstawowej

Fig. 4. Analysis of the tourism attraction of a basic unit

3.3. Etap III

Następnym etapem pomagającym wyznaczyć właściwe kierunki rozwoju marginalnych obszarów wiejskich jest etap związany z optymalizacją rozwoju gospodarstw leżących w granicach jednostki podstawowej, dla której określone zostały możliwości dywersyfikacji działalności rolniczej. Rysunek 5 przedstawia kolejne narzędzia umożliwiające badanie różnych scenariuszy rozwoju gospodarstwa. Scenariusze te uwzględniają zarówno wiedzę ekspercką, jak i regulacje prawne opisane w systemie ekspertowym w formie reguł. Biorą pod uwagę również topologię badanych obiektów, która jest bardzo istotną kwestią w proponowanych możliwościach rozwojowych. Uwzględniane są też wyniki wcześniejszego wnioskowania przeprowadzonego dla jednostki podstawowej. Na podstawie wszystkich informacji proponowane są różne scenariusze rozwoju, ze wskazaniem: możliwych do osiągnięcia zysków, właściwych narzędzi finansowych zawartych w programach, których celem jest wsparcie rozwoju obszarów wiejskich oraz pozytywnych albo negatywnych skutków danego scenariusza dla walorów krajobrazowych, przyrodniczych lub relacji społecznych. W przypadku podjęcia decyzji o wprowadzeniu jednego z proponowanych scenariuszy w gospodarstwie informacja o tym trafia do bazy danych, zmieniając walory jednostki podstawowej i mając wpływ na podejmowanie kolejnych decyzji, które uzależnione są nie tylko od walorów przyrodniczych i kulturowych danego obszaru, ale także od działań zamieszkującej go obszary społeczności.



Rys. 5. Narzędzia umożliwiające badanie różnych scenariuszy rozwoju gospodarstwa
Fig. 5. Tools used for studying various scenarios of farm development

4. WNIOSKI

Najistotniejszą cechą stworzonego modelu jest synergiczne wykorzystanie właściwości dwóch technologii – technologii umożliwiającej badanie skomplikowanych relacji przestrzennych oraz technologii umożliwiającej wykorzystanie złożonej wiedzy o świecie i relacjach w nim zachodzących w sposób bliski wykorzystywaniu tej wiedzy przez ekspertów. Taka budowa systemu umożliwia uwzględnianie oceny czynników wpływających na funkcjonowanie ekosystemów oraz określenie sposobów łagodzenia niekorzystnych zmian, ocenę ryzyka ich zachodzenia, metod ochrony oraz metody rozwoju ekonomicznego i społecznego problemowych regionów poprzez ich wielofunkcyjny rozwój i dywersyfikację zatrudnienia. Wprowadzenie w życie zaproponowanej struktury pozwoli na tworzenie oddolnych strategii opracowanych z udziałem lokalnej społeczności. Oddolnie stworzone strategie, wykorzystujące wszystkie dostępne formy wsparcia, pomagające urynkować działania rolników i zróżnicować formy działalności na obszarach wiejskich, są najistotniejszym elementem zwiększania konkurencyjności, umożliwiającym poprawę życia mieszkających tam ludzi z jednoczesnym uwzględnieniem podejścia ekologicznego, skutecznie zwiększającego wartość dodaną produktów i usług. Zaproponowany SWD ORMOW stanowi nowatorskie ujęcie rozwiązujące w sposób zintegrowany cele ogólnospołeczne, ekonomiczne i ekologiczne. Obecnie nie istnieją systemy, które mogłyby być zastosowane w Polsce do omawianego typu obszarów (po PGR). Dalsze rozbudowanie zaproponowanego modelu jest szansą opracowania wysokiej klasy systemów służących wspomaganianiu podejmowania decyzji w zakresie zarządzania pozostałą przestrzenią rolniczą.

Zaproponowana technologia będzie użyteczna w sferze gospodarczej, pomagając w sprawnym zarządzaniu przestrzenią wiejską oraz umożliwiając skonsolidowanie mieszkającego tam społeczeństwa i zrównoważone wykorzystanie polskich zasobów naturalnych. Technologia ta stanowi uzupełnienie idei i strategii rozwijanych od 2001 r., które ewaluują i stają się coraz skuteczniejsze i bardziej dopasowane do potrzeb poszczególnych krajów, obszarów problemowych i żyjących tam ludzi. Wraz z ideami i strategiami istnieją odpowiednie środki finansowe przeznaczone na rozwój tych obszarów. Tym, czego już jedynie brakuje, aby skutecznie wdrożyć w życie opracowane rozwiązania, są: innowacyjne metody zarządzania, bardziej efektywne wykorzystanie rozwiązań powstałych w ramach programów ramowych UE, naukowe wsparcie dla sektora rolnego uwzględniającego realizację procesów innowacyjnych z uwzględnieniem podejścia ekologicznego, rolno-środowiskowego, skutecznie zwiększającego wartość dodaną produktów i usług [Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi 2007]. Prezentowany w artykule SWD ORMOW jest odpowiedzią na istniejący problem braku innowacyjnej technologii i praktyczną propozycją, która powinna umożliwić wdrożenie idei, strategii i pomocy finansowej przeznaczonych na rozwój obszarów wiejskich.

PIŚMIENNICTWO

- Bielecka E., 2002. GIS approach for delimitation of Less-Favoured Farming Areas in Poland. *Journal of Water and Land Development* No6, Polish Academy of Sciences, Wyd. IMUZ, 73–89.
- Ciołkosz A., Białousz St., 2008. Zastosowanie teledetekcji satelitarnej w badaniach środowiska w Polsce, *Nauka*, 3/2008, 79–96.

- Cupiał M., 2006. Potrzeby informacyjne gospodarstw rolnych Małopolski. *Inż. Rol.*, 2, 185–190.
- Giarranto J. and Riley G., 1994. *Expert systems: principles and programming*. Boston: PWS.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2007. *Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013*. Warszawa, lipiec 2007 r.
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind, D.W., 2006. *GIS. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Vliet J., Navarro C., Gutiérrez E., Hurkens J., Delden H., 2009. Xplorah Municipio, a Multi Resolution Spatial Decision Support System. 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2009 page 1 of 8, Leibniz Universität Hannover, Germany.
- Zaliwski A., 2002. Zintegrowany system informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski (ZSI RPP) <http://www.ipm.iung.pulawy.pl/PBZ1708/pbz1708pl.htm>.

DECISION SUPPORT SYSTEM FOR OPTIMISATION OF MARGINAL RURAL AREA DEVELOPMENT

Abstract. This article presents issues related to the development of a system supporting decision-making concerning optimization of development of marginalized rural areas. The described decision-making support system, based on the spatial information systems, could constitute a perfect tool for facilitating the preparation of developmental strategies of marginalized rural areas, for saving money and time and above all for the implementation of the sustainable development principles and for determining long-term simulations of the human effect on the environment. This system can also help in the determination of the developmental directions of restructured rural areas and in the evaluation of the effectiveness of the following types of programs: protective, support or easing of social and economic problems. The GIS technology in this system constitutes a natural frame which provides a comfortable method of analysis and representation of information connected with the spatial and architectural components, data management, allowing the integration of extremely different types of information as well as detailed and general knowledge. The expert system connected with the geographic information system is the most important element of the described decision-making support system. It allows to store complicated knowledge on the natural, economic and social processes in the form of rules. Using a specially developed algorithm, this knowledge is combined with knowledge of natural and anthropogenic forms stored in a specially designed database.

This study describes the particular elements of the system and justifies the selection of the presented solutions.

Key words: GIS, expert system, decision support system

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.12.2010

Do cytowania – For citation: Leszczyńska M., 2010. System wspomaganie decyzji optymalizujących rozwój marginalnych obszarów wiejskich. *Acta Sci. Pol. Geod. Descr. Terr.*, 9(4), 37–48.

SPIS TREŚCI CONTENTS

Kazimierz Ćmielewski

- Geodezyjne badania tokarki
z zastosowaniem techniki światłowodowej..... 3
Geodetic investigation of lathe by means
of fibre optics technology

Jacek Górski

- Współczesne mapy powiatów
w świetle opinii i oczekiwań użytkowników 17
Contemporary maps of Polish administrative districts in the light
of opinion and expectation of users

Maria Mrówczyńska

- Identyfikacja układu odniesienia sieci niwelacyjnej
obszaru Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego 27
Identification reference system of leveling network
an are of Legnica-Głogów Copper District

Małgorzata Leszczyńska

- System wspomagania decyzji optymalizujących rozwój
marginalnych obszarów wiejskich 37
Decision support system for optimisation
of marginal rural area development