

**Geoinformacyjny system
wspomagania podejmowania decyzji
przestrzennych dla rolnictwa
w Sierakowskim Parku Krajobrazowym**

**GIS-based Spatial Decision Support System
designed to identify areas for agriculture
in Sieraków Landscape Park**

Marta Kubacka

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Instytut Geografii Fizycznej
i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
ul. Dzięgielowa 27, 61-680 Poznań
e-mail: marta.kubacka@amu.edu.pl

Zarys treści: Głównym celem autorki było opracowanie Systemu Wspomagania Decyzji Przestrzennych dla Sierakowskiego Parku Krajobrazowego. Opracowanie modelu, wykorzystującego szereg narzędzi informatycznych podniesie efektywność podejmowania decyzji przestrzennych przez decydentów. Wpływ rolnictwa na stan środowiska przyrodniczego jest bardzo duży, dlatego ważne jest gospodarowanie oparte na wiedzy i uwzględniające zasady zrównoważonego rozwoju. Opracowanie takiego systemu znacząco podniesie umiejętność planowania i kierowania przestrzenią, a poprzez ukazanie nowych możliwości wyboru, celów i perspektyw, wpłynie na właściwe kształtowanie i ochronę środowiska przyrodniczego.

Słowa kluczowe: System Wspomagania Decyzji Przestrzennych, Sierakowski Park Krajobrazowy, System Informacji Geograficznej, rolnictwo

Abstract: Increasing demand for areas with substantial environmental and landscape value, improper land development, implementation of various laws, and low social awareness of key issues create a significant risk of irrevocable loss of naturally valuable areas. The analysis of a Decision Support System in the form of the collection of spatial data will facilitate solving complex problems concerning land development. The study of a model utilizing a number of IT tools will increase the effectiveness of spatial management decisions made by decision makers. Proper data analysis is a key element in spatial management based on knowledge, which helps sustain stable land development. Decision Support Systems are defined as model-based sets of procedures for processing raw data and judgments used to assist a manager in making decisions (Bottero *et al.* 2013). The main purpose of the project was to create the Spatial Decision Support System for Sieraków Landscape Park. A landscape park in Poland constitutes of an area protected due to its environmental, historical and cultural value as well as landscape value for the purpose of maintaining and popularizing these values to in order to sustain land development. The research effort focused on investment actions in a primarily agricultural area. Forestry and other types of economic activity affect the natural environment of the Park. Appropriate criteria, which may be expressed in the form of factors (e.g. soil suitable for agriculture, negligible slopes) and limitations (e.g. soil with little agricultural suitability, forest areas found close to bodies of water), are essential in identifying areas for agricultural use. The paper describes options that Geographic Information Systems provide at the stage of making spatial management decisions regarding environmentally valuable areas.

Keywords: Spatial Decision Support System, Sieraków Landscape Park, Geographic Information System, agriculture

Wprowadzenie

Wzrastający popyt na obszary o dużych walorach przyrodniczych i krajobrazowych, zła gospodarka przestrzenna w gminach, niewłaściwa implementacja prawa oraz niska świadomość mieszkańców niosą za sobą spore ryzyko bezpowrotnej utraty obszarów cennych przyrodniczo. Opracowanie interaktywnego systemu wspomagania procesu decyzyjnego (ang. *Decision Support System*) w postaci zbioru danych przestrzennych ułatwi rozwiązanie złożonych problemów dotyczących zagospodarowania przestrzennego. Stworzenie modelu wykorzystującego szereg narzędzi informatycznych podniesie efektywność podejmowania decyzji przestrzennych przez decydentów. Komputerowe wspomaganie procesów decyzyjnych może wspomóc człowieka w jego zdolności do oceny konsekwencji jego działań. Odpowiednie zarządzanie danymi przestrzennymi staje się dziś elementem kluczowym w gospodarce opartej na wiedzy, a więc w zrównoważonym rozwoju.

Przedstawienie wyników analizy wielokryterialnej w postaci kartograficznej będzie stanowić alternatywę dla dotychczasowego procesu decyzyjnego.

Głównym celem było opracowanie systemu wspomaganie decyzji przestrzennych dla gospodarki rolnej na obszarze Sierakowskiego Parku Krajobrazowego. Zostaną zaprezentowane możliwości wykorzystania systemu wspomaganie decyzji przestrzennych oraz analizy wielokryterialnej, które stanowią narzędzia wykorzystywane w analizie przestrzennej w systemie informacji geograficznej.

System Wspomaganie Decyzji Przestrzennych

Po raz pierwszy pojęcie *systemy wspomaganie decyzji* zdefiniował Scott Morton w 1971 roku jako „interaktywny, komputerowy system wykorzystujący dane i modele do rozwiązywania złożonych problemów przestrzennych (Gorry, Morton 1971). System wspomaganie decyzji przestrzennych coraz częściej stosowany jest w planowaniu przestrzennym. Daje on możliwości wykorzystania w systemie informacji przestrzennej (SIP) oraz w systemie informacji geograficznej (Bottero i in. 2013). Postępujący rozwój technologii informacji geograficznej sprzyja konstruowaniu systemu wspomaganie decyzji przestrzennych, umożliwiając w ten sposób wielofunkcyjne planowanie. Narzędzia, które zawierają informacje z różnych dziedzin, mogą znacznie przyczynić się do rozwoju zarządzania problemami złożonymi i wzajemnie powiązanych, w wyniku bardziej świadomego podejmowania decyzji przestrzennych. System wspomaganie decyzji przestrzennych definiowany jest jako model oparty na zestawie narzędzi do przetwarzania i oceny danych w celu wsparcia procesu decyzyjnego. Jednym z pierwszych doświadczeń dotyczących wykorzystania map w procesie podejmowania decyzji była praca McHarg'a (1969). Jego podstawowe pojęcia zostały następnie rozwinięte w systemach informacji geograficznej (Charlton, Ellis 1991), które z kolei umożliwiają decydentom (ang. *Decision Makers*) podjęcie lepszej decyzji poprzez wprowadzenie analiz przestrzennych oraz wizualizację informacji przestrzennej.

Koncepcja *Spatial Decision Support System* ewoluowała w połowie lat 80. (Armstrong i in. 1986) i do końca XX w. pojawiło się wiele prac poruszających to zagadnienie (np. Densham 1991, Goodchild 1993, Densham i Armstrong 1987, Armstrong 1993). W latach 90. odnotowano znaczny wzrost w zakresie badań,

rozwoju i zastosowań systemu wspomagania decyzji przestrzennych. Zakres wykorzystania tego systemu na tyle się powiększył, że dziś system ten składa się z różnych elementów, znajdujących zastosowanie w różnych dziedzinach nauki, na przykład Środowiskowy System Wspierania Decyzji (ang. *Environmental Decision Support System*) (Malczewski 2006).

Obszar badań

Obszar objętym badaniem obejmuje część Pojezierza Międzychodzko-Sierakowskiego, tzn. 30 413 ha, które zostały objęte ochroną prawną w formie Sierakowskiego Parku Krajobrazowego. Park ten jest położony w zachodniej części województwa wielkopolskiego, w przeważającej części w powiecie międzychodzkiem, na terenie gmin: Chrzypsko Wielkie, Kwilcz i Sieraków, oraz w niewielkiej części w powiecie szamotulskim, na terenie gminy Pniewy, w odległości ok. 70 km na północny zachód od Poznania. Utworzony został na mocy rozporządzenia nr 6/91 Wojewody Poznańskiego z dnia 12 sierpnia 1991 roku. Sierakowski Park Krajobrazowy znajduje się na pograniczu dwóch jednostek fizjograficznych – Kotliny Gorzowskiej (315.33), stanowiącej część Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (315.3), i Pojezierza Poznańskiego (315.51), będącego częścią Pojezierza Wielkopolskiego (315.5) (Kon-dracki 1998). Bogata rzeźba, różnorodne utwory geologiczne, a także głębokość zalegania wód gruntowych oraz ryzyko zalewu wodami powodziowymi wpływają na zróżnicowanie możliwości użytkowania terenu. Główną działalność człowieka na obszarze Parku stanowią intensywne gospodarka rolna na dużych kompleksach pól oraz leśnictwo.

W odróżnieniu od parków narodowych i rezerwatów przyrody, parki krajobrazowe nie są obszarami wyłączonymi z działalności gospodarczej, zatem leżące w ich granicach grunty rolne, leśne i inne nieruchomości, zgodnie z ustawą o ochronie przyrody (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880), pozostawia się w gospodarczym wykorzystaniu (§ 16 ust. 6). Formy gospodarowania poddane są jednak pewnym ograniczeniom, celem zachowania wartości przyrodniczych i krajobrazowych parku.

Analiza wielokryterialna

Analiza wielokryterialna stanowi jeden z elementów składowych SDSS. Na podstawie bazy danych, zawierającej dane przestrzenne, można przeprowadzić analizę przydatności środowiska do pełnienia określonej funkcji gospodarczej. Proces oceny znaczenia danego obszaru dla ochrony środowiska jest nazywany oceną ekologiczną (Spellembert 1992). Głównym celem oceny ekologicznej jest identyfikacja kryteriów i informacji, które mogą być wykorzystane do określenia priorytetów ochrony, a więc do wsparcia procesu podejmowania decyzji w ochronie przyrody (Geneletti 2004). Wyniki oceny ekologicznej muszą być przekazane decydom w sposób jak najbardziej efektywny i przejrzysty. Oznacza to, że w ramach przyjętej oceny wybrane kryteria i wskaźniki muszą być jednoznaczne, tj. muszą umożliwić interpretację wpływu każdego kryterium na wynik oceny (Malczewski 1999). Analiza wielokryterialna, wykorzystująca pełen zakres technik i aplikacji dostępnych w systemach informacji geograficznej, została omówiona w bardzo interesującym studium opracowanym przez J. Malczewskiego (2006). Wielokryterialny system wspomaganie decyzji przestrzennych MCSDSS (ang. *Multicriteria Spatial Decision Support System*) jest powszechnie wykorzystywany w analizie użytkowania terenu (Malczewski 2004) oraz w sferze planowania i zagospodarowania przestrzennego (Chen i in. 2001, Geneletti i Abdullah 2009, Huser i in. 2009), w szeroko pojętej ekologii (Draganm i in. 2003, Geneletti 2007, Hala i Hegazy 2009, Zucca i in. 2007), a także w transporcie (Keshkamat i in. 2008).

Wyróżnia się następujące cele ochrony, które zostały ujęte w analizie wielokryterialnej i zaprezentowane w systemie wspomaganie decyzji przestrzennych dla rolnictwa:

- zachowanie siedlisk liściastych i liściastych mieszanych,
- zachowanie użytków zielonych oraz gruntów rolnych o najlepszej przydatności w gospodarce rolnej,
- zachowanie walorów oraz funkcji przyrodniczych zbiorników wodnych,
- zachowanie cennych siedlisk przyrodniczych objętych najwyższą formą ochrony (głównie rezerwaty przyrody).

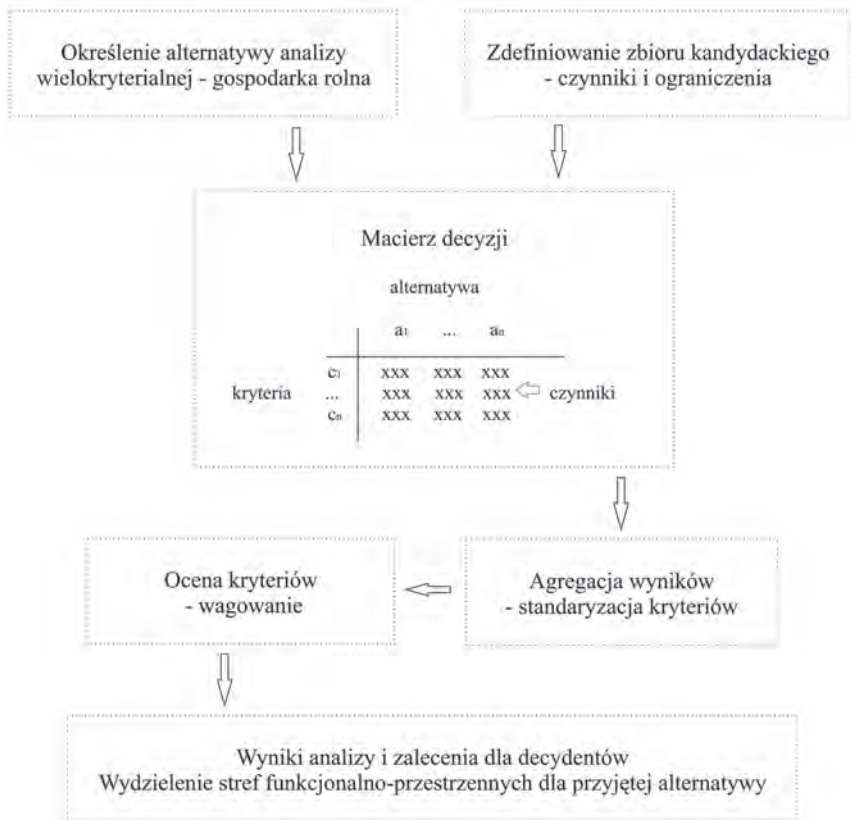
Zakres decyzyjny podjętego problemu zagospodarowania przestrzennego w Sierakowskim Parku Krajobrazowym dotyczy obszarów o przeznaczeniu dla użytkowania rolniczego. Podstawę do podjęcia decyzji stanowią następujące kryteria:

- rzeźba terenu (źródło: DTED2),
- przydatność rolnicza gleb (źródło: Mapa glebowo-rolnicza),
- przepuszczalność skał (źródło: Mapa sozologiczna),
- żyzność siedlisk leśnych (źródło: Leśna Mapa Numeryczna),
- zbiorniki wodne (źródło: *VMap Level2*),
- formy ochrony przyrody (źródło: WMS RDOŚ).

W analizie wielokryterialnej wykorzystano narzędzie do reklasyfikacji (ang. *reclassify*), znajdujące się w aplikacji ArcToolbox w programie ArcGIS, które posłużyło do standaryzacji przyjętych kategorii, w zależności od przyjętej w analizie alternatywy użytkowania terenu. W wyniku standaryzacji i reklasyfikacji każdej kategorii zbioru kandydackiego została przypisana wartość w przedziale 1–5, przy czym 1 wyklucza zupełnie użytkowanie na danym terenie. Następnie zostało wykorzystane narzędzie do nakładania warstw (ang. *Weighted Overlay*), celem nałożenia warstw rastrowych, zawierających wybrane kryteria, w jedną warstwę wyjściową, oraz do nadania wagi poszczególnym warstwom, ze względu na ich potencjalne znaczenie dla użytkowania terenu pod kątem rolniczym, z uwzględnieniem ochrony i prawidłowego kształtowania środowiska. Aplikacja ModelBuilder w programie ArcGIS używana jest do tworzenia, edycji i zarządzania modelami przepływu danych pomiędzy narzędziami geoprzetwarzania, przy czym dane wynikowe mogą być danymi wyjściowymi dla kolejnych narzędzi. Model poniżej przedstawia etapy analizy wielokryterialnej dla użytkowania rolniczego (ryc. 1).

Wyniki

Efektem analiz było opracowanie uniwersalnego modelu prezentującego System Wspomagania Decyzji Przestrzennych dla obszarów użytkowanych rolniczo w Sierakowskim Parku Krajobrazowym. Praca prezentuje możliwości, jakie daje System Informacji Geograficznej na etapie podejmowania decyzji przestrzennych na obszarach cennych przyrodniczo. Główną zaletą tego podejścia jest fakt, że decy-



Ryc. 1. Schemat procesu decyzyjnego dla wielokryterialnej analizy przestrzennej.

Fig. 1. Multiple criteria analysis framework for the decision support system

Źródło: opracowanie własne.

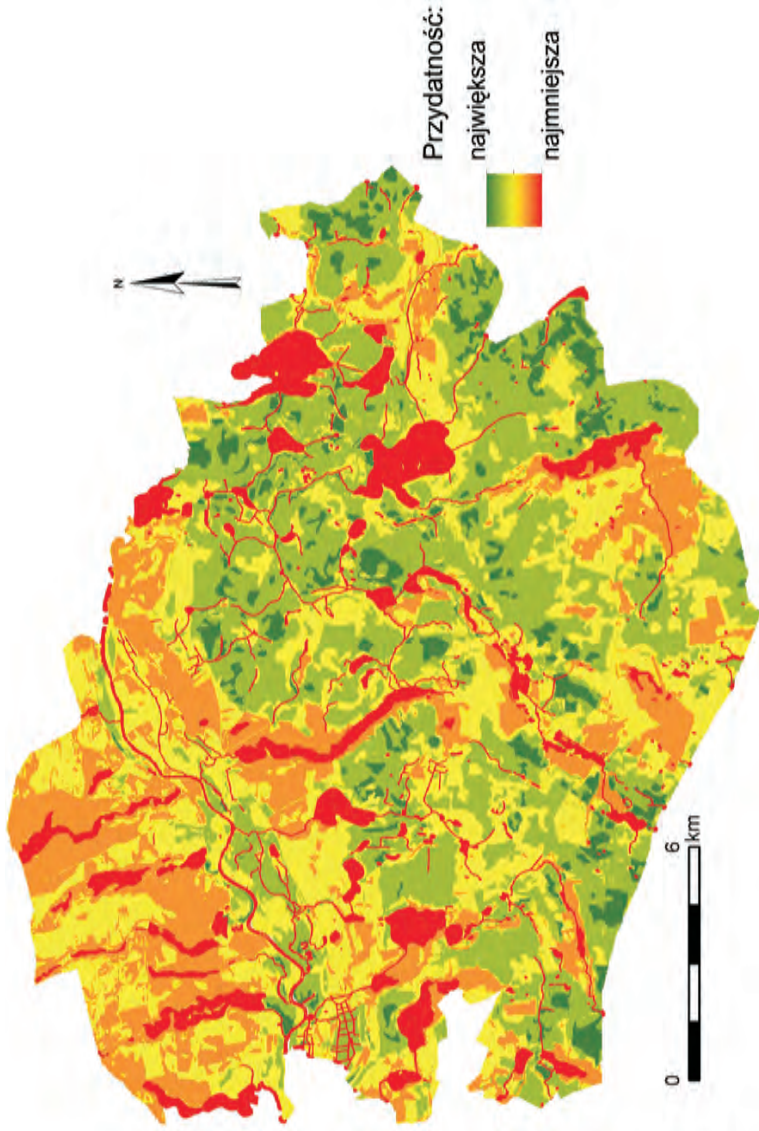
Source: author's own work.

denci otrzymują wiadomość zwrotną, zawierającą informacje w postaci graficznej, którą mogą porównać z dotychczasową polityką przestrzenną. Porównanie przestrzennego rozmieszczenia wybranych kryteriów decyduje o efekcie końcowym, który przybiera postać mapy przydatności danego obszaru w zakresie wybranych kryteriów i wybranej alternatywy analizy (ryc. 2). Wypracowanie modelowych

przykładów współpracy inwestorów, administracji, społeczności lokalnej, organizacji pozarządowych i organizacji ekologicznych jest niezbędnym narzędziem w realizacji zasad zrównoważonego rozwoju.

Bibliografia

- Armstrong M.P., 1993, *Perspectives on the development of group decision support systems for locational problem solving*, Geographical Systems, 1, 69–81.
- Armstrong M.P., Densham, P. J., Rushton, G., 1986, *Architecture for a microcomputer-based decision support system* [w:] 2nd International Symposium on Spatial Data Handling, 6–10 July 1986, Williamshville, New York, International Geographical Union, 120–131.
- Bottero M., Comino E., Duriavig M., Ferretti V., Pomarico S., 2013, *The application of a Multicriteria Spatial Decision Support System (MCSDDS) for the assessment of biodiversity conservation in the Province of Varese (Italy)*, Land Use Policy 30, 730–738
- Charlton M., Ellis S., 1991, *GIS in planning*, Journal of Environmental Planning and Management, 34 (1), 20–26.
- Chen K., Blong R., Jacobson C., 2001, *MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision making in natural hazards*. Environmental Modelling and Software 16, 387–397.
- Densham P.J., 1991, *Spatial decision support system* [w:] D.J. Maguire, M.F. Goodchild, D.W. Rhind (red.), Geographical Information System: Principles and Applications, John Wiley and Sons, New York, 403–412.
- Densham P.J., Armstrong M.P., 1987, *A spatial decision support system for locational planning: design, implementation and operations* [w:] Eighth International Symposium on Computer-Assisted Cartography (autoCarto8), 29 March–3 April 1987 Baltimore, Maryland, 112–121.
- Draganm M., Feoli E., Ferneti M., Zerihun W., 2003, *Application for a spatial decision support (SDSS) to reduce soil erosion in northern Ethiopia*, Environmental Modelling and Software 18, 861–868.
- Gorry G.A., Morton M.S., 1971, *A Framework for Management Information Systems*, Sloan Management Review, Vol. 12, No. 2, 1–16.



Ryc. 2. Graficzna prezentacja przydatności środowiska dla gospodarki rolnej w Sierakowski Parku Krajobrazowym w oparciu o analizę wielokryterialną.

Fig. 2. Graphical presentation of environmental suitability for agricultural use in Sierakowski Landscape Park based on multiple criteria analysis

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own work.

- Geneletti D., 2004, *A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an alpine valley*, Land Use Policy 21, 149–160.
- Geneletti D., 2007, *An approach based on spatial multicriteria analysis to map the nature conservation value of agricultural land*, Journal of Environmental Management 83, 228–235.
- Geneletti D., Abdullah A. (red.), 2009, *A collection of case studies*, Academic Press, Kuala Lumpur.
- Goodchild M.F., 1993, *The state of GIS for environmental problem solving*. Environmental Modeling with GIS, Oxford University Press, New York, 488.
- Hala E., Hegazy M.N., 2009, *Application of multicriteria evaluation in GIS environment for an agricultural development scenario in the Egyptian deserts* [w:] Symposium GIS Ostrava, 25–28 January, Ostrava.
- Keshkamat S.S., Looijen, J.M., Zuidgeest, M.H.P., 2008, *The formulation and evaluation of transport route planning alternatives: a spatial decision support system for the via Baltica Project, Poland*, Journal of Transport Geography 17, 54–64.
- Kondracki J., 1998, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
- Malczewski J., 1999, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley and Sons, New York, 392.
- Malczewski J., 2004, *GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview*, Progress in Planning 62 (1), 3–65.
- Malczewski J., 2006, *GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature*, International Journal of Geographical Information Science 20 (7), 703–726.
- McHarg I., 1969, *Design with nature*, Garden City: Natural History Press, New York, 197.
- Spelleberg I.F., 1992, *Evaluation and Assessment for Conservation*, Chapman & Hall, London.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 2004 nr 92 poz. 880).
- Zucca A. Sharifi A., Fabbri A., 2007, *Application of spatial multi criteria analysis to site selection for a local park: a case study in the Bergamo Province, Italy*, Journal of Environmental Management 88, 752–769.

