

ANNA ŁATUSZYŃSKA

## PRZESTRZENNE SYSTEMY WSPOMAGANIA DECYZJI

### Wprowadzenie

Systemy wspomaganie decyzji (SWD) są używane w wielu dziedzinach już od ponad 30 lat. Od chwili powstania wykorzystuje się w nich większość najnowszych narzędzi wprowadzanych do informatyki. Jednym z ostatnich trendów w rozwoju SWD jest rozszerzenie ich możliwości o operowanie na danych przestrzennych, to jest danych określających położenie obiektu w przestrzeni za pomocą współrzędnych<sup>1</sup>. Polega to na włączeniu do struktury SWD komponentu geograficznego w postaci systemu informacji przestrzennej (*Geographic Information System*, GIS). Powstały w ten sposób system zwany jest w literaturze przestrzennym systemem wspomaganie decyzji (*Spatial Decision Support Systems*, SDSS).

W artykule dokonano próby przybliżenia problematyki związanej zarówno ze strukturą i funkcjonowaniem systemów SDSS, jak i z kierunkami ich zastosowań.

### 1. Systemy wspomaganie decyzji

System wspomaganie decyzji (*Decision Support Systems*, DSS) w ogólnym zarysie może być zdefiniowany jako komputerowy system podejmujący decy-

---

<sup>1</sup> L. Anselin, I. Syabri, Y. Kho, GeoDa, *An Introduction to Spatial Data Analysis*, "Geographical Analysis" 2006, t. 38.

zje, który wspiera decydentów w rozwiązywaniu problemów o różnym stopniu ustrukturalizowania, przy użyciu danych i modeli analitycznych. Definicje DSS są zarówno bardzo restrykcyjne, jak na przykład definicja Gorry'ego i Mortona, mówiąca iż DSS to „interaktywny system komputerowy pomagający decydentom w wykorzystywaniu danych i modeli do rozwiązywania niestrukturalizowanych problemów”<sup>2</sup>, jak i bardzo otwarte, jak definicja Sprague'a i Watsona przedstawiająca DSS jako „każdy system, który wnosi jakikolwiek wkład w podejmowanie decyzji”<sup>3</sup>.

Niezależnie od przyjętej definicji, systemy wspomaganie decyzji skupiają się raczej na efektywności działania niż wydajności decyzyjnej. W przeciwieństwie do systemów ekspertowych, które naśladują ludzkie decyzje w pewnym wąskim zakresie, DSS nie zastępuje decydentów, ale wspiera ich w rozwiązywaniu różnych problemów, które często nie mają dobrze określonej struktury<sup>4</sup>. W zależności od zastosowania, systemy DSS mogą się znacznie różnić od siebie, mają jednak pewne cechy, które są wspólne. Należą do nich takie właściwości, jak<sup>5</sup>

- elastycznie i interaktywnie asystują użytkownikom w podejmowanych decyzjach, w rozwiązywaniu problemów wszystkich klas, również źle skonstruowanych,
- mają interfejs przyjazny użytkownikowi, o dużych możliwościach,
- mają silnik odpowiedzialny za analizę danych i ich modelowanie.

Oprócz wymienionych cech, w tradycyjnych systemach wspomaganie decyzji można wyodrębnić trzy główne komponenty: a) zarządzania danymi, b) zarządzania modelami i c) zarządzania dialogiem/interfejsem. Ogólną architekturę takiego systemu przedstawiono na rysunku 1.

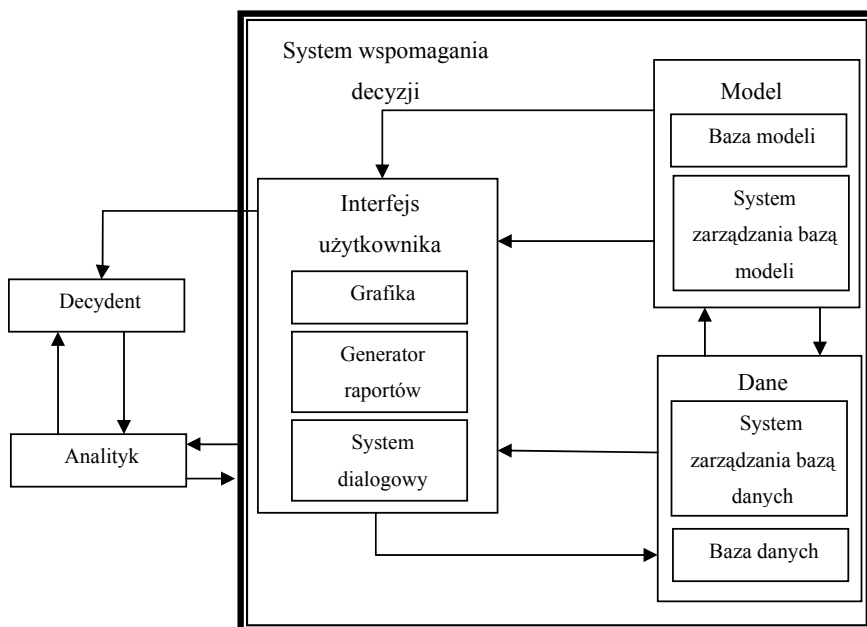
---

<sup>2</sup> A. Gorry, M.S.S. Morton, *A framework for information systems*, „Sloan Manage. Rev.” 1971, no. 13, s. 55–70.

<sup>3</sup> R.H. Sprague, H.J. Watson, *Decision Support Systems: Putting Theory into Practice*, Prentice-Hall International, London 1989.

<sup>4</sup> E. Ozan, P. Kauffmann, Y. Sireli, *How to design Multicriteria Spatial Decision Support Systems*, Proceedings of 2003 National Conference, “American Society for Engineering Management”, 11–13 października 2003.

<sup>5</sup> A.M. Geoffrion, *Can OR/MS evolve fast enough*, “Interfaces” 1983, no. 13, s. 10–25.



Rys. 1. Architektura systemu wspomaganie decyzji

Źródło: opracowanie własne na podstawie M.A. Owoola, *Between Policy & Practice: A Spatial Decision Support Systems-based Assessment of Facility Location Planning in Nigeria*, *Geospatial Theory, Processing and Applications*, ISPRS Commission IV, 2002.

## 2. Systemy informacji przestrzennej

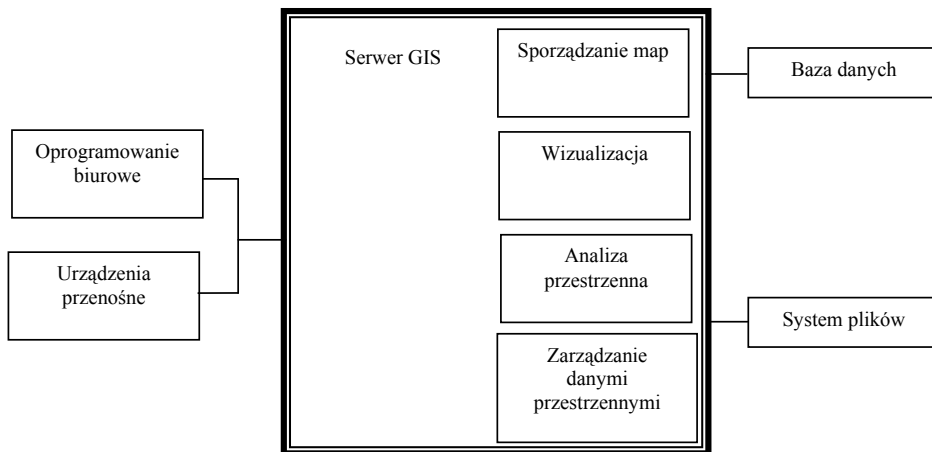
Przestrzenne systemy wspomaganie decyzji nie miałyby racji bytu, gdyby nie zastosowanie w ich strukturze oprogramowania GIS. Na przestrzeni lat powstało wiele definicji systemów GIS<sup>6</sup>, w których zwykle określone są one jako systemy komputerowe ułatwiające wyświetlanie i przechowywanie danych powiązanych geograficznie lub przestrzennie, i umożliwiające powiązanie tych danych z innymi, niemającymi konotacji przestrzennych<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> D.J. Maguire, *An Overview and definition of GIS*, w: *Geographical Information Systems*, t. 1: *Principles*, ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild, D.W. Rhind, Longman Scientific & Technical, Harlow–Essex, England 1991, s. 9–20.

<sup>7</sup> P.B. Keenan, *Spatial Decision Support Systems: A coming of age*, "Control and Cybernetics" 2006, vol. 35, no. 1, s. 9–27.

Systemy GIS to dziedzina IT z nieco inną historią niż pozostałe systemy informatyczne. Komputery zaczęły być wykorzystywane do automatyzacji obliczeń geograficznych w latach pięćdziesiątych XX wieku w Stanach Zjednoczonych. Obliczenia wymagane w geografii były dużo bardziej skomplikowane niż inne formy przetwarzania danych. Pierwsze projekty prowadzone w latach sześćdziesiątych wykorzystywały technologię GIS do automatycznego tworzenia map.

W latach siedemdziesiątych wprowadzono wiele nowych koncepcji do systemów GIS. Są one aktualne również współcześnie, jednak ich wdrożenie było możliwe dzięki rozwojowi technologii komputerowej. Skomplikowane systemy GIS wymagały systemów komputerowych mających odpowiednią prędkość i pojemność do przechowywania danych. W związku z tym, przez pierwsze lata istnienia, systemy GIS były wykorzystywane jedynie na potężnych i drogich superkomputerach. Sektor komputerów osobistych sprostał ich wymaganiom dopiero w latach dziewięćdziesiątych XX wieku<sup>8</sup>. Ogólną architekturę systemu informacji przestrzennej, w najprostszej wersji, przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Architektura systemu informacji przestrzennej

Źródło: jak pod rysunkiem 1.

<sup>8</sup> Tamże.

Systemy GIS znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach, między innymi w biznesie<sup>9</sup>, w planowaniu granic<sup>10</sup> i handlu nieruchomościami<sup>11</sup>. W związku z wielką liczbą danych przestrzennych systemy GIS jako narzędzia wspomaganie decyzji okazały się jednak niewystarczające przy rozwiązywaniu problemów słabo strukturalizowanych<sup>12</sup>.

### 3. Istota przestrzennych systemów wspomaganie decyzji

Idea systemów SDSS pojawiła się już w połowie lat osiemdziesiątych XX wieku<sup>13</sup> i jeszcze przed upływem dekady została zaliczona do podstaw teorii GIS<sup>14</sup>. W większości publikacji dotyczących tego tematu, system SDSS jest określany jako zaprojektowany do wspomaganie podejmowania decyzji dla słabo ustrukturalizowanych problemów, które mają komponenty przestrzenne lub lokalizacyjne<sup>15</sup>.

Empiryczne studia dotyczące podejmowania decyzji z użyciem GIS<sup>16</sup> wykazały, że użytkownicy map podejmują decyzje szybciej niż korzystający z tabel, a mapy systemów GIS są przy tym bardziej pomocne niż papierowe, gdyż pozyskanie interesujących informacji przez użytkowników jest łatwiejsze<sup>17</sup>.

---

<sup>9</sup> D. Boyles, *GIS Means Business*, ESRI Press 2002, t. 2.

<sup>10</sup> M. Birkin, G. Clarke, M. Clarke, *Retail Geography and Intelligent Network Planning*, Wiley, Chichester, England 2002.

<sup>11</sup> A. Castens, *GIS for insurance: flood risk and real estate*, Proceedings of 2003 ESRI International User Conference 2003.

<sup>12</sup> A.S. Dye, S.L. Shaw, *A GIS-based spatial decision support system for tourists of Great Smoky Mountains National Park*, "Journal of Retailing and Consumer Services" 2007, no. 14, s. 269–278.

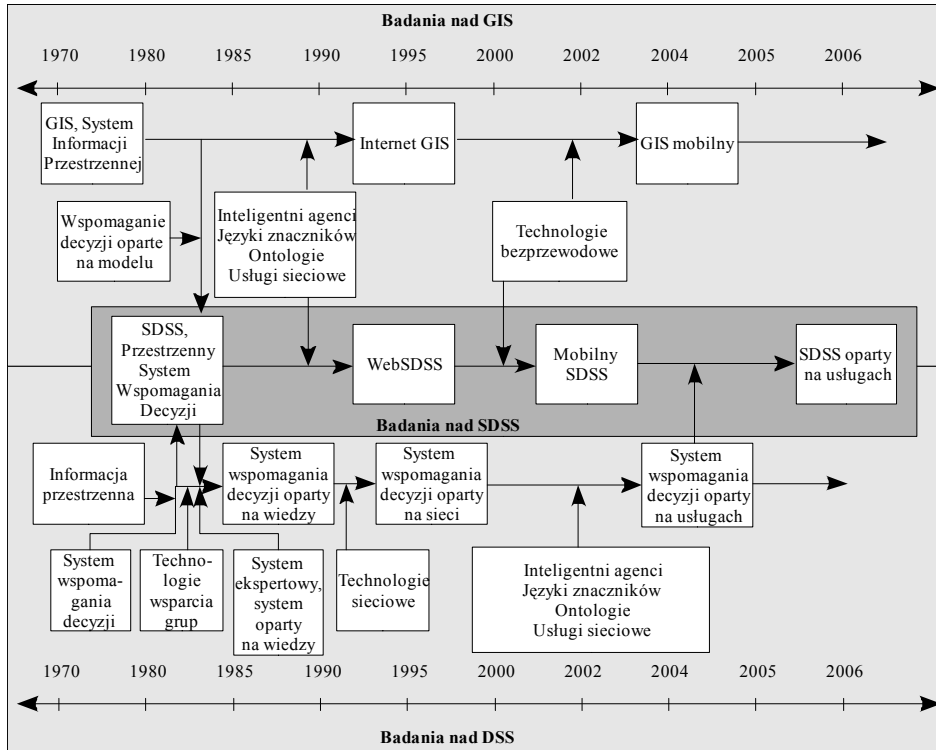
<sup>13</sup> M.P. Armstrong, P.J. Densham and G. Rushton, *Architecture for a microcomputer based spatial decision support system*, Second International Symposium on Spatial Data Handling 1986.

<sup>14</sup> P.J. Densham, *Spatial Decision Support Systems*, w: *Geographical Information Systems*, t. 1: *Principles...*, s. 403–412.

<sup>15</sup> S. Jarupathirun, F.M. Zahedi, *GIS as spatial support systems*, w: *GIS in Business*, ed. J.B. Pick, Idea Group Publishing 2005.

<sup>16</sup> Tamze.

<sup>17</sup> P.B. Keenan, *Spatial Decision Support Systems: A coming of age*, "Control and Cybernetics" 2006, vol. 35, no. 1, s. 9–27.



Rys. 3. Rozwój przestrzennych systemów wspomagania decyzji 41

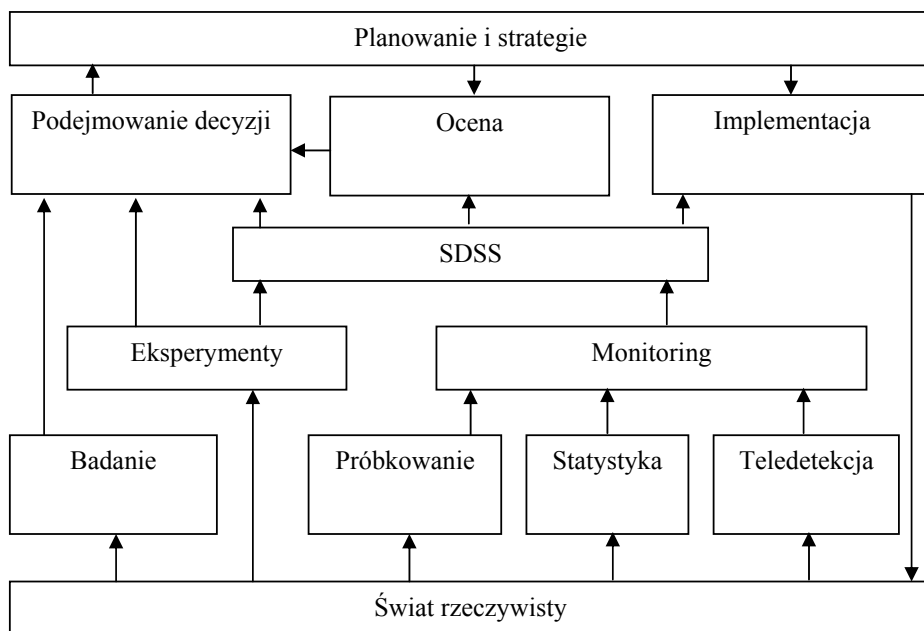
Źródło: opracowanie własne na podstawie V. Sugumaran, R. Sugumaran, *Web-based Spatial Decision Support Systems (WEBSDSS): Evolution, Architecture, Examples and Challenges*, "Communications of the Association for Information Systems" 2007, no. 19, s. 844–875.

Przy opisach systemów wspomagania decyzji, pierwsze wzmianki o SDSS pojawiły się w połowie lat dziewięćdziesiątych, wraz z początkiem badań w tym obszarze<sup>18</sup>. Jeden z pierwszych artykułów na ten temat dotyczył efektywności technologii SDSS<sup>19</sup>. Ostatnio widać wzrost zainteresowania tym zagadnieniem, co objawia się liczniejnymi publikacjami. Poglądowy opis rozwoju badań w dziedzinie przestrzennych systemów wspomagania decyzji, w odniesieniu do rozwoju systemów GIS i DSS, przedstawiono na rysunku 3.

<sup>18</sup> R.D. Wilson, *GIS & Decision Support Systems*, "Journal of Systems Management" 1994, no. 45 (11), s. 36–40.

<sup>19</sup> M.D. Crossland, B.E. Wynne, W.C. Perkins, *Spatial Decision Support Systems: An overview of technology and a test of efficacy*, "Decision Support Systems" 1995, no. 4 (3), s. 219–235.

Od zwykłych systemów wspomaganie decyzji, SDSS odróżnia się głównie umożliwieniem wizualizacji i analizy danych przestrzennych<sup>20</sup>. System ten używa również różnorodnych typów danych, zawiera narzędzia do analitycznego i statystycznego modelowania, adaptuje się do stylu podejmowania decyzji przez użytkownika i łatwo może być wzbogacony o nowe możliwości<sup>21</sup>. Dzięki przestrzennym systemom wspomaganie decyzji użytkownik może zmieniać kryteria i opcje oraz powtarzać proces analizy tyle razy, ile potrzebuje<sup>22</sup>. Miejsce i rola systemu SDSS w procesie decyzyjnym zostały przedstawione na rysunku 4.



Rys. 4. Rola systemu SDSS w podejmowaniu decyzji

Źródło: Y. Shouyong, X. Chunsheng, Q. Yanyou, T. Qing, S. Sha, Spatial Decision Support System and its General Platform, Towards digital Earth – Proceedings of the International Symposium on Digital Earth Science Press 1999.

<sup>20</sup> S. Jarupathirun, F.M. Zahedi, *Exploring the influence of perceptual factors in the success of web-based spatial DSS*, "Decision Support Systems" 2007, no. 43(3), s. 933–951.

<sup>21</sup> P.G.W. Keen, *Adaptive design for decision support systems*, "Data Base" 1980, no. 12, s. 15–25.

<sup>22</sup> A.S. Dye, S.L. Shaw, *A GIS-based spatial decision support system for tourists of Great Smoky Mountains National Park*, "Journal of Retailing and Consumer Services" 2007, no. 14, s. 269–278.

Po odwołaniu się do klasycznych definicji DSS<sup>23</sup> można stwierdzić, że systemom GIS brakuje jedynie komponentu modelowania, aby mogły być zaakceptowane jako DSS. Z takiego punktu widzenia SDSS wymaga tylko dodania technik modelowania, których nie znajdzie się w systemach GIS. Wówczas SDSS nie jest już tylko podzbiorem GIS, ale nadzbiorem stworzonym przez połączenie GIS i innych technik. Pogląd ten wydaje się najbardziej elastyczny – GIS jest uznawany jako forma generatora DSS, do którego można dodać modele, aby stał się bardziej wyspecjalizowany. System SDSS zawiera wówczas określone modele decyzyjne, które wykorzystują ogólne możliwości GIS<sup>24</sup>. W tabeli 2 pokazano główne różnice i podobieństwa między trzema systemami: GIS, DSS i SDSS.

Tabela 1

Relacja pomiędzy GIS, DSS i SDSS [25]

GIS	DSS	SDSS
Skupione na danych przestrzennych	Używane w każdej dziedzinie problemu	Używane w problemach z komponentem przestrzennym
Narzędzie ogólnego użytku	Wyspecjalizowane oprogramowanie	Wyspecjalizowane oprogramowanie
Wyrafinowany interfejs	Wyrafinowany interfejs	Wyrafinowany interfejs
Przestrzenna baza danych	Baza danych	Baza danych z komponentem przestrzennym
Ogólne modele działające na danych przestrzennych	Specyficzne modele podejmowania decyzji	Specyficzne modele podejmowania decyzji korzystające z modeli danych przestrzennych

Źródło: opracowanie własne na podstawie P.B. Keenan, *Spatial Decision Support Systems...*, s. 9–27.

Przy takim ujęciu SDSS, GIS jest ważnym komponentem systemu, dodawane są do niego dalsze specjalizowane modele i systemy, aby w efekcie otrzymać system, który jest skupiony na określonych potrzebach osoby podejmującej decyzje. W związku z tym efektywny SDSS musi być oparty na oprogramowaniu GIS, które pozwala na elastyczne dostosowanie się do preferencji użytkownika

<sup>23</sup> R. Sprague, *A Framework for the development of Decision Support Systems*, "MIS Quarterly" 1980, no. 4 (1), s. 1–26; P.G.W. Keen, M.S. Scott-Morton, *Decision Support Systems: an Organizational Perspective*, Addison-Wesley 1978.

<sup>24</sup> P.B. Keenan, *Spatial Decision Support Systems: A coming of age*, "Control and Cybernetics" 2006, vol. 35, no. 1, s. 9–27.



i zapewnia najwygodniejszą formę interakcji. W rezultacie uzyskuje się system, który pozwala użytkownikowi na oddziaływanie na modele, które reprezentują decyzje. Użytkownik systemu SDSS nie powinien się przejmować złożonością technik geograficznej informacji, zakłada on bowiem, że twórca systemu zaimplementował modele, używając najodpowiedniejszych technik przestrzennych<sup>25</sup>.

#### 4. Zastosowania SDSS

W latach dziewięćdziesiątych XX wieku zaobserwowano, że około 90% informacji biznesowej wiąże się z geografiami<sup>26</sup>. Nie dziwi wobec tego fakt, że przestrzenne systemy wspomaganie decyzji zdobywają coraz większe uznanie jako wygodniejsze i lepsze sposoby wykorzystania technologii informacyjnych w dziedzinie biznesu i nie tylko. W przeciwieństwie do innych systemów, systemy SDSS nie duplikują danych w różnych jednostkach organizacji przy użyciu różnorodnych standardów i formatów, co czyni z nich bardzo wydajną pomoc dla osób podejmujących decyzję w wielu dziedzinach<sup>27</sup>. Kilka z najczęściej spotykanych w literaturze ostatnich lat przykładów zastosowania przestrzennych systemów wspomaganie decyzji przedstawiono w tabeli 2.

---

<sup>25</sup> Tamże.

<sup>26</sup> S. Baker, K. Baker, *Divide and conquer*, "Journal of Business Strategy" 1999, no. 20 (5), s. 16–19.

<sup>27</sup> B. Parolin, J. Barton, V. Weiley, *A Spatial Decision Support System for the Management of Public Housing: Case Studies and Approaches to Interactive Visualisation*, w: *Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, ed. J. Van Leeuwen, H. Timmermans, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2004, s. 69–84.

Tabela 2

## Wybrane zastosowania przestrzennych systemów wspomaganie decyzji

Obszar zastosowań	Zastosowanie	Rok	Autorzy
Ochrona środowiska i ekologia	Monitorowanie wpływu zanieczyszczeń	1995	R.A. Wadsworth; M. Brown <sup>a)</sup>
	Zarządzanie zasobami wody	2004	K. Rao, D.S. Kumar <sup>b)</sup>
	Gospodarka odpadami	2007	J. Górniak-Zimroz <sup>c)</sup>
Inwestycje budowlane i nieruchomości	Planowanie umiejscowienia terenów mieszkalnych	1997	I.U. Sikder, N. Yasmin <sup>d)</sup>
	Doradztwo mieszkaniowe	2003	M.P. Johnson <sup>e)</sup>
	Planowanie wykorzystania terenu	2009	J. van Vliet, C. Navarro, E. Gutierrez, J. Hurkens, H. van Delden <sup>f)</sup>
Transport	Planowanie tras przewozu materiałów niebezpiecznych	2000	W.C. Frank, J.-C. Thill, R. Batta <sup>g)</sup>
	Układanie tras samochodów dostawczych	2002	C.D. Tarantilis, C.T. Kiranoudis <sup>h)</sup>
	Wytyczanie optymalnej drogi dla korytarza transportowego	2009	S.S. Keshkamat, J.M. Looijen, M.H.P. Zuidgeest <sup>i)</sup>
Zapobieganie katastrofom i klęskom żywiołowym	Zarządzanie ryzykiem powodziowym	2004	D. Kozal, M. Culver, S. Harms <sup>j)</sup>
	Wspomaganie służb ratowniczych	2006	C.J.E. Castle, P.A. Longley <sup>k)</sup>
Turystyka i rozwój regionalny	Planowanie turystyki na wyspie Mauritius	1999	J. Beedasy, D. Whyatt <sup>l)</sup>
	Wytyczanie szlaków turystycznych w parku narodowym	2007	A.S. Dye, S.L.A. Shaw <sup>l)</sup>
	Analiza rozwoju regionalnego	2008	K. Nermend <sup>m)</sup>

<sup>a)</sup> R.A. Wadsworth, M. Brown, *A spatial decision support system to allow the investigation of the impact of emissions from major point sources under different operating policies*, "Water, Air and Soil Pollution" 1995, no. 85 (4), s. 2649–2654. <sup>b)</sup> K. Rao, D.S. Kumar, *Spatial Decision Support System for Watershed Management*, "Water Resources Management" 2004, no. 18, s. 407–423.

<sup>c)</sup> J. Górniak-Zimroz, *Wykorzystanie systemów wspomaganie decyzji w gospodarce odpadami*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Studia i Materiały 2007, t. 118, nr 33, s. 23–41. <sup>d)</sup> I.U. Sikder, N. Yasmin, *Spatial Decision Support System for Location Planning*, "International Journal of Aerospace Survey and Earth Sciences" 1997, no. 3 (4).

<sup>e)</sup> M.P. Johnson, *Can a Spatial Decision Support System Improve Low-Income Service Delivery? Analysis of Tools and Requirements for a Computer-Assisted Mobility Counseling System*, Heinz School Working Paper Series 2005. <sup>f)</sup> J. van Vliet, C. Navarro, E. Gutierrez, J. Hurkens, H. van Delden, *Xplorah Municipio, a multi resolution spatial decision support system*, Proceedings of the 12th AGILE International

Conference on Geographic Information Science, 2009. <sup>a)</sup> W.C. Frank, J.-C. Thill, R. Batta, *Spatial decision support system for hazardous material truck routing*, "Transportation Research" 2000, part C, vol. 8, s. 337–359. <sup>b)</sup> D. Kozal, M. Culver, S. Harms, *A Knowledge-based Geo-Spatial Decision Support System for Drought Assessment*, "Proceedings of the 2004 Annual National Conference on Digital Government Research" 2004, s. 1–2. <sup>c)</sup> S.S. Keshkamat, J.M. Looijen, M.H.P. Zuidgeest, *The formulation and evaluation of transport route planning alternatives: a spatial decision support system for the Via Baltica project, Poland*, "Journal of Transport Geography" 2009, no. 17, s. 54–64. <sup>d)</sup> Kozal D., M. Culver, S. Harms, *A Knowledge-based Geo-Spatial Decision Support System for Drought Assessment*, Proceedings of the 2004 Annual National Conference on Digital Government Research 2004, s. 1–2. <sup>e)</sup> P.J. Densham, *Spatial Decision Support Systems*, w: *Geographical Information Systems*, t. 1: *Principles*, ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild, D.W. Rhind, Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, England 1991, s. 403–412. <sup>f)</sup> J. Beedasy, D. Whyatt, *Diverting the tourists: a spatial decision-support system for tourism planning on a developing island*, JAG 1999, no. 1 (3–4), s. 163–174. <sup>g)</sup> A.S. Dye, S.L. Shaw, *A GIS-based spatial decision support system for tourists of Great Smoky Mountains National Park*, "Journal of Retailing and Consumer Services" 2007, no. 14, s. 269–278. <sup>h)</sup> K. Nermend, *Rozwój przestrzennych systemów wspomaganie decyzji*, „Metody Informatyki Stosowanej” 2008, no. 2, s. 63–68.

Źródło: opracowanie własne.

## Podsumowanie

Można przypuszczać, że w przyszłości tradycyjne aplikacje SDSS będą rozszerzone o jeszcze większą liczbę potencjalnych zastosowań, w których przestrzenna informacja jest tylko stadium przejściowym lub podzbiorem informacji potrzebnych do podjęcia decyzji. To wymaga konstruowania systemów, w których użytkownicy mogą się skoncentrować na zmiennych interesujących z punktu widzenia podejmowanej decyzji, w czasie gdy przetwarzanie danych jest wykonywane bez konieczności bezpośredniej ingerencji użytkownika. Systemy te włączają dorobek badawczy i techniki z dziedzin całkiem odległych od tradycyjnie stosowanej obecnie w systemach SDSS geografii. To prowadzi do podziału SDSS, co staje się powszechne w tradycyjnych systemach wspomaganie decyzji<sup>28</sup>.

Bardzo wyraźną tendencją w przestrzennym wspomaganie decyzji jest również rozwój systemów pracujących w sieci, tak zwane WebSDSS. Badania w tej dziedzinie koncentrują się głównie na wykorzystaniu w systemach SDSS inteligentnych agentów i innych technologii opartych na wiedzy oraz udoskonaleniu

---

<sup>28</sup> P.B. Keenan, *Spatial Decision Support Systems: A coming of age*, "Control and Cybernetics" 2006, vol. 35, no. 1, s. 9–27.

sieciowych wersji tych systemów, łącznie z opracowaniem technologii bezprzewodowych ułatwiających wykorzystanie systemów w każdych warunkach<sup>29</sup>.

Już pod koniec lat dziewięćdziesiątych udowodniono, że podejmujący decyzję przy użyciu map i oprogramowania GIS działają znacznie szybciej niż korzystający z danych tekstowych lub liczbowych. Ich decyzje są jednak mniej dokładne, jeśli zadania nie wymagają analizy relacji między obszarami geograficznymi<sup>30</sup>. Gdy jednak analiza taka jest wymagana, sprawdzają się znacznie lepiej niż tradycyjne systemy wspomaganie decyzji.

## Literatura

- Anselin L., Syabri I., Kho Y., GeoDa, *An Introduction to Spatial Data Analysis*, "Geographical Analysis" 2006, vol. 38.
- Armstrong M.P., Densham P.J. and Rushton G., *Architecture for a microcomputer based spatial decision support system*, Second International Symposium on Spatial Data Handling 1986.
- Ascough J.A., Rector H.D., Hoag D.L., McMaster G.S., Vandenberg B.C., Shaffer M.J., Weltz M.A., Ahjua L.R., *Multicriteria spatial decision support systems: overview, applications, and future research directions*, w: iEMS 2002 Integrated Assessment and Decision Support, Lugano Switzerland 2002.
- Baker S., Baker K., *Divide and conquer*, "Journal of Business Strategy" 1999, no. 20 (5).
- Beedasy J., Whyatt D., *Diverting the tourists: a spatial decision-support system for tourism planning on a developing island*, JAG 1999, no. 1 (3–4).
- Birkin M., Clarke G., Clarke, M., *Retail Geography and Intelligent Network Planning*, Wiley, Chichester, England 2002.
- Boyles D., *GIS Means Business*, ESRI Press 2002, vol. 2.
- Castens A., *GIS for insurance: flood risk and real estate*, w: Proceedings of 2003 ESRI International User Conference 2003.
- Castle C.J.E., Longley P.A., *A GIS-based spatial decision support system for emergency services: London's King's Cross St. Pancras underground station*, w: *Geo-information for Disaster Management*, ed. P. van Oosterom, S. Zlatanova, E.M. Fendel, Springer-Verlag, Berlin 2006.

---

<sup>29</sup> V. Sugumaran, R. Sugumaran, *Web-based Spatial Decision Support Systems (WEBSDSS): Evolution, Architecture, Examples and Challenges*, "Communications of the Association for Information Systems" 2007, no. 19, s. 844–875.

<sup>30</sup> A.R. Dennis, T.A. Carte, *Using geographical information systems for decision making: extending cognitive fit theory to map-based presentations*, "Information Systems Research" 1998, no. 9 (2), s. 194–203.

- Crossland M.D., Wynne B.E., Perkins W.C., *Spatial Decision Support Systems: An overview of technology and a test of efficacy*, "Decision Support Systems" 1995, no. 4 (3).
- Dennis A.R., Carte T.A., *Using geographical information systems for decision making: extending cognitive fit theory to map-based presentations*, "Information Systems Research" 1998, no. 9 (2).
- Densham P.J., *Spatial Decision Support Systems*, w: *Geographical Information Systems*, t. 1: *Principles*, Longman Scientific & Technical, ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild, D.W. Rhind, Harlow–Essex, England 1991.
- Dye A.S., Shaw S.L., *A GIS-based spatial decision support system for tourists of Great Smoky Mountains National Park*, "Journal of Retailing and Consumer Services" 2007, no. 14.
- Frank W.C., Thill J.-C., Batta R., *Spatial decision support system for hazardous material truck routing*, "Transportation Research" 2000, part C, vol. 8.
- Geoffrion A.M., *Can OR/MS evolve fast enough*, "Interfaces" 1983, no. 13.
- Górniak-Zimroz J., *Wykorzystanie systemów wspomaganie decyzji w gospodarce odpadami*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Studia i Materiały 2007, t. 118, nr 33.
- Gorry A., Morton M.S.S., *A framework for information systems*, "Sloan Manage. Rev." 1971, no. 13.
- Huser B., Rutledge D.T., Van Delden H., Wedderburn M.E., Cameron M., Elliott S., Fenton T., Hurkens J., McBride G., McDonald G., O'Connor M., Phyn D., Poot J., Price R., Small B., Tait A., Vanhout R., Woods R.A., *Development of an integrated spatial decision support system (ISDSS) for Local Government in New Zealand*, 18th World IMACS/MODSIM Congress, Australia, 13–17 lipca 2009.
- Jarupathirun S., Zahedi F.M., *Exploring the influence of perceptual factors in the success of web-based spatial DSS*, "Decision Support Systems" 2007, no. 43(3).
- Jarupathirun S., Zahedi F., *GIS as Spatial Decision Support Systems*, w: *Geographic Information Systems in Business*, ed. J.B. Pick, Idea Group Publishing, Hersey, USA 2005.
- Jarupathirun S., Zahedi F.M., *GIS as spatial support systems*, w: *GIS in Business*, ed. J.B. Pick, Idea Group Publishing 2005.
- Johnson M.P., *Can a Spatial Decision Support System Improve Low-Income Service Delivery? Analysis of Tools and Requirements for a Computer-Assisted Mobility Counseling System*, Heinz School Working Paper Series 2005.
- Keen P.G.W., *Adaptive design for decision support systems*, "Data Base" 1980, no. 12.
- Keen P.G.W., Scott-Morton M.S., *Decision Support Systems: an Organizational Perspective*, Addison-Wesley 1978.
- Keenan P.B., *Spatial Decision Support Systems: A coming of age*, "Control and Cybernetics" 2006, vol. 35, no. 1.

- Keshkamat S.S., Looijen J.M., Zuidgeest M.H.P., *The formulation and evaluation of transport route planning alternatives: a spatial decision support system for the Via Baltica project, Poland*, "Journal of Transport Geography" 2009, no. 17.
- Kozal D., Culver M., Harms S., *A Knowledge-based Geo-Spatial Decision Support System for Drought Assessment*, Proceedings of the 2004 annual national conference on digital government research 2004.
- Maguire D.J., *An Overview and definition of GIS*, w: *Geographical Information Systems*, t. 1: *Principles*, ed. D.J. Maguire, M.F. Goodchild, D.W. Rhind, Longman Scientific & Technical, Harlow–Essex, England 1991.
- Mennecke, B.E., *Understanding the Role of Geographic Information Technologies in Business: Applications and Research Directions*, "Journal of Geographic Information and Decision Analysis" 1997, no. 1 (1).
- Nermend K., *Rozwój przestrzennych systemów wspomagania decyzji*, „Metody Informatyki Stosowanej” 2008, nr 2.
- Owoola M.A., *Between Policy & Practice: A Spatial Decision Support Systems-based Assessment of Facility Location Planning in Nigeria*, Geospatial Theory, Processing and Applications, ISPRS Commission IV, 2002.
- Ozan E., Kauffmann P., Sireli Y., *How to design Multicriteria Spatial Decision Support Systems*, Proceedings of 2003 National Conference, American Society for Engineering Management, 11–13 października 2003.
- Parolin B., Barton J., Weiley V., *A Spatial Decision Support System for the Management of Public Housing: Case Studies and Approaches to Interactive Visualisation*, w: *Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, ed. J. Van Leeuwen, H. Timmermans, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2004.
- Prato T., *Spatial decision support systems for assessing impacts of landscape change in greater ecosystems*, Proceedings of the 11th Conference on Research and Resource Management in Parks and on Public Lands 2001.
- Rao K., Kumar D.S., *Spatial Decision Support System for Watershed Management*, "Water Resources Management" 2004, no. 18.
- Ray J.J., *A web-based spatial decision support system optimizes routes for oversize/overweight vehicles in Delaware*, "Decision Support Systems" 2007, no. 43(4).
- Shouyong Y., Chunsheng X., Yanyou Q., Qing T. Sha S., *Spatial Decision Support System and its General Platform*, Towards digital Earth – Proceedings of the International Symposium on Digital Earth Science Press 1999.
- Sikder I.U., Yasmin N., *Spatial Decision Support System for Location Planning*, "International Journal of Aerospace Survey and Earth Sciences" 1997, no. 3(4).
- Sprague R., *A Framework for the development of Decision Support Systems*, "MIS Quarterly" 1980, no. 4 (1).
- Sprague R.H., Watson H.J., *Decision Support Systems: Putting Theory into Practice*, Prentice-Hall International, London 1989.

- Sugumaran V., Sugumaran R., *Web-based Spatial Decision Support Systems (WEBSDSS): Evolution, Architecture, Examples and Challenges*, "Communications of the Association for Information Systems" 2007, no. 19.
- Tarantilis C.D., Kiranoudis, C.T., *Using a Spatial Decision Support System for Solving the Vehicle Routing Problem*, "Information and Management" 20002, vol. 39.
- Vliet J. van, Navarro C., Gutierrez E., Hurkens J., Delden, H. van, *Xplorah Municipio, a multi resolution spatial decision support system*, Proceedings of the 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2009.
- Wadsworth R.A., Brown M., *A spatial decision support system to allow the investigation of the impact of emissions from major point sources under different operating policies*, "Water, Air and Soil Pollution" 1995, no. 85 (4).
- Wan Q., Zhang J., Lin H., *On-line group spatial decision support system for investment environment analysis*, Proceedings of Geoinformatics'99 Conference 1999.
- Wilson R.D., *GIS & Decision Support Systems*, "Journal of Systems Management" 1994, no. 45 (11).

## SPATIAL DECISION SUPPORT SYSTEMS

### Summary

Decision support systems have been used in many various domains since 30 years. From the moment they were created, they are using most of the newest tools introduced to computer science. One of the latest trends in DSS domain is to widen their possibilities to operate on spatial data, which are data placing an object in the location in space, with the use of coordinates. It consists in incorporating to the DSS structure a geographic component, which is called Geographic Information System (GIS). A system that arise in such way is called Spatial Decision Support System (SDSS).

In most of the articles related to this topic, the SDSS is defined as a system designed to support the decision making for ill-structured problems, that have some spatial or location components. Empirical studies in decision making with the use of GIS, has shown that the map users make their decisions much faster than the users which have only tables, and the digital maps are more helpful than paper ones, because of their facilities.

In the article, the attempt of presenting the issues connected with the structure, functioning of the SDSS and directions of its applications, is made.

*Translated by Anna Łatuszyńska*

