

ROZBIEŻNOŚĆ OCEN W GRUPOWYM PODEJMOWANIU DECYZJI JAKO ISTOTNA INFORMACJA W ROZSTRZYGANIU KONFLIKTÓW PRZESTRZENNYCH

Joanna Jaroszewicz✉

Katedra Gospodarki Przestrzennej i Nauk o Środowisku Przyrodniczym, Politechnika Warszawska,
pl. Politechniki 1, 00-061 Warszawa, **Polska**

ABSTRAKT

Podjęcie decyzji przestrzennych związanych z alokacją funkcji zagospodarowania związane jest z problemem rozstrzygnięcia konfliktów przestrzennych. Do określenia przydatności terenu wykorzystywane są systemy informacji geograficznej i metody analiz wielokryterialnych. Coraz częściej do procesu analizy dopuszczane są grupy uczestników, które pełnią zróżnicowane role w procesie podejmowania decyzji i mają różne cele. Rozbieżność ocen między poszczególnymi członkami grupy może być analizowana i mogą zostać wyznaczone miary tej rozbieżności. Wyznaczone, poprzez analizę wielokryterialną, mapy przydatności terenu stanowią dane wejściowe do analizy wielocelowej alokacji funkcji terenu. W metodach heurystycznych stosowane są różne podejścia, gdy występuje konflikt przestrzenny. W pracy przedstawiono procedurę analizy, w której przyjęto, iż przestrzenna miara rozbieżności ocen decydentów powinna być uwzględniona w rozstrzygnięciu konfliktów przestrzennych.

Słowa kluczowe: alokacja funkcji terenu, proces analizy, AHP, algorytm heurystyczny, niepewność wyników

WSTĘP

Podjęcie decyzji przestrzennych może angażować wielu uczestników (interesariuszy). W planowaniu przestrzennym są to m.in.: władze samorządowe, planiści i specjaliści w zakresie prognoz oddziaływania na środowisko, organy i instytucje opiniujące i uzgadniające projekt zagospodarowania przestrzennego, jak również społeczeństwo: osoby fizyczne, osoby prawne i inne jednostki organizacyjne. Wśród uczestników można wyróżnić (Massam 1988): zwolenników projektowanych zmian, oponentów, na których życie będą wpływać projektowane zmiany, oraz mediatorów odpowiedzialnych za arbitraż i zatwierdzających działania

zwolenników. Grupy interesariuszy mogą różnić się fundamentalnymi celami, np.: jedni chcą inwestować w gospodarstwo hodowlane, inni sprzedawać działki budowlane, jeszcze inni chcą zachować aktualny krajobraz. Fundamentalne (główne) cele, dla osiągnięcia których wyznaczane są kierunki podejmowanych decyzji, mogą być komplementarne lub sprzeczne. Działania związane z realizacją celów komplementarnych mogą harmonijnie rozwijać się na tym samym obszarze. Z kolei realizacja, na tym samym obszarze lub w sąsiedztwie, celów sprzecznych jest jedną z przyczyn występowania konfliktów przestrzennych. Zadaniem planowania przestrzennego jest m.in. minimalizacja tego negatywnego zjawiska. Ze względu

✉joanna.jaroszewicz@pw.edu.pl

na to, iż przestrzeń jest zasobem ograniczonym nie zawsze jest to możliwe (Kamiński 2002, Chmielewski 2002). Przegląd polskiej literatury dotyczącej definicji i typologii pojęcia konfliktu przestrzennego można znaleźć w publikacji Telegi i Biedy (2015). Realne współuczestnictwo wszystkich zainteresowanych grup w procesie podejmowania decyzji pozwala na minimalizację konfliktów i zwiększa akceptację podejmowanych decyzji (Hindsworth i Lang 2009, Nowak-Rzasa 2011, Pawłowska 2012). Analizy wielokryterialne wspierające podejmowanie decyzji są jednym ze sposobów strukturyzacji problemu decyzyjnego (Malczewski 1999). Pozwalają na identyfikację i minimalizację potencjalnie występujących konfliktów przestrzennych na wstępnym etapie projektowania (Telega i Bieda 2015).

W rozwiązywaniu konfliktów przestrzennych i planowaniu przestrzennym istotna jest analiza niepewności. Opracowaną i przedstawioną w artykule procedurę analizy oparto na założeniu, iż na niepewność mapy przydatności terenu, wyznaczanej przez grupę decydentów, wpływa stopień rozbieżności wyników indywidualnych. Zaproponowano dwie proste miary (globalną i lokalną) oceny stopnia rozbieżności, które oparto na średniej niepewności kwadratowej (Arendarski 2013). Globalna miara niepewności może być użyta podczas debaty, wskazuje decydentów, których oceny odbiegają w największym stopniu od rozwiązania grupowego. Z kolei lokalna miara niepewności może stanowić dodatkowy parametr uwzględniany przez algorytm heurystyczny w rozstrzygnięciu konfliktu przestrzennego. Dla zilustrowania zaproponowanej procedury przeprowadzono prostą analizę dla obszaru gminy Dębe Wielkie w powiecie mińskim. Analityczną część pracy zamyka interpretacja otrzymanych wyników i krótkie podsumowanie zaproponowanych rozwiązań.

WPROWADZENIE I PRZEGLĄD LITERATURY

W podejściu opartym na fundamentalnych wartościach (Kenney 1992) proces analizy wielokryterialnej rozpoczyna się od opracowania hierarchii celów. Jest to szczególnie ważne dla grupowego podejmowania

decyzji, gdyż pozwala na strukturyzację debaty i ułatwia dochodzenie do konsensusu. Opracowana hierarchia celów jest kluczowym elementem wielu metod analiz wielokryterialnych, w tym metody AHP (ang. *Analytic Hierarchy Process*) (Saaty 1980, 1994), często stosowanej w systemach informacji geograficznej (Malczewski 2006). W ujęciu przestrzennym metoda AHP realizowana jest najczęściej do ustalenia wag istotności kryteriów i celów pośrednich, a następnie stosowana jest reguła łączenia oparta na liniowej sumie ważonej (ang. *WLC – Weighting Linear Combination*) (Malczewski i Rinner 2015; w Polsce takie podejście zastosowali m.in. Jaroszewicz i in. 2012, Sobolewska-Mikulska i Krupowicz 2016 oraz Błachowski i in. 2016). Metoda AHP stosowana jest również jako wsparcie podejmowania decyzji przez grupy uczestników. Jednym z kluczowych etapów analizy AHP jest wyznaczenie, za pomocą metody porównań parami, wag względnych istotności kryteriów i celów pośrednich. Osądy istotności porównywanych parami kryteriów tworzą tzw. macierz porównań parami **MPP**. Macierz porównań parami, opracowaną przez indywidualnego decydenta **MPP_d** (dla $d = 1, 2, \dots, z$), można zapisać jako:

$$\mathbf{MPP}_d = [p_{jk_d}]_{n \cdot n} \quad (1)$$

gdzie:

p_{jk_d} jest dokonaną przez decydenta oceną porównania parami j -tego kryterium z k -tym kryterium.

Każdy decydent D_d może opracować swoje indywidualne macierze porównań parami. Na ich podstawie, w metodzie AHP dla grup decydentów, tworzona jest wspólna (grupowa) macierz porównań parami, **MPP_g**, której elementy wyznaczone są jako średnia geometryczna indywidualnych porównań parami p_{jk_d} (Benjamin i in. 1992, Schmoldt i in. 1994, Strager i Rosenberger 2006, Nekhay i in. 2009, Moeinaddini i in. 2010, Saaty 2012, Błachowski i in. 2016):

$$\mathbf{MPP}_d = [p_{jk_d}]_{n \cdot n}, \text{ gdzie: } p_{jk_g} = \sqrt{\Pi^z} = p_{jk_d} \quad (2)$$

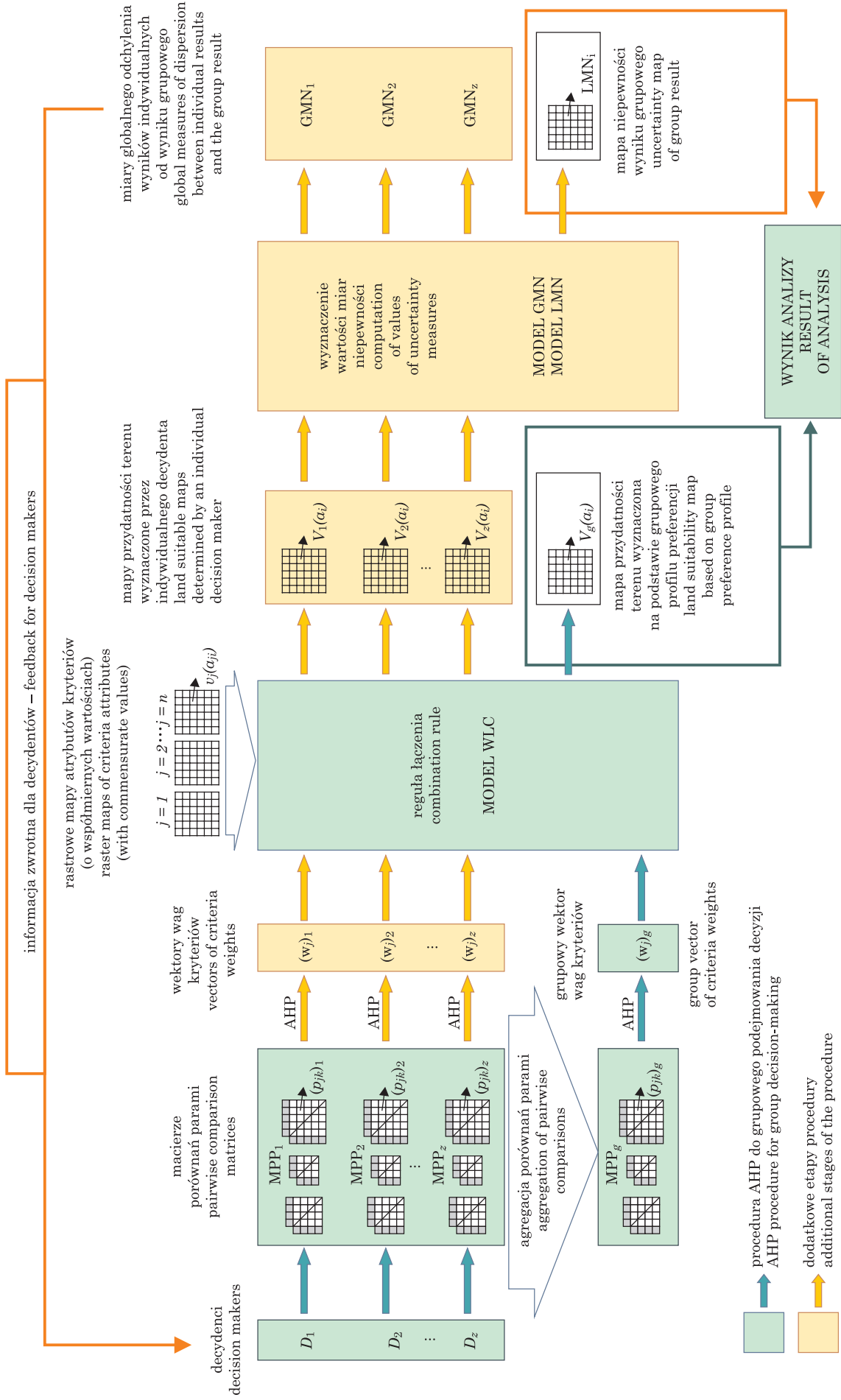
Następnie, w oparciu o macierz grupową **MPP_g** uśrednionych porównań parami p_{jk_g} , wyznaczone są wspólne (grupowe) wagi kryteriów. Warto w tym

miejscu zwrócić uwagę na to, iż uśrednienie wielu sprzecznych ocen prowadzi do uzyskania wartości zbliżonych do jedności, a w konsekwencji do ujednolicenia wag istotności kryteriów. Na etapie wyznaczania wag względnych istotności kryteriów może zostać przeprowadzona analiza jednorodności ocen grupy decydentów (np. Strager i Rosenberger 2006, Saaty 2012). Wyznaczenie wag może przebiegać również iteracyjnie, np. z wykorzystaniem metody delfickiej (Saaty 2012).

W analizie prowadzonej w systemach informacji geograficznej w ujęciu rastrowym, po przeprowadzeniu procedury AHP i reguły łączenia WLC, w wyniku otrzymywana jest mapa rastrowa. Każda komórka tej mapy zawiera informację o wartości przydatności terenu do celu głównego (fundamentalnego), zdefiniowanego na samym szczycie hierarchii. Wynikowa mapa przydatności pozwala na utworzenie rankingu przydatności alternatyw, który nazywany jest również profilem preferencji decydenta (m.in. Jankowski i Nyerges 2001, 2001b, Malczewski i Rinner 2015). Wynikowa mapa, która powstała w metodzie AHP na podstawie wag istotności uzyskanych z uśrednionej macierzy porównań parami, pozwala na utworzenie grupowego profilu preferencji decydentów.

Dla każdego celu fundamentalnego, w wyniku przeprowadzenia procedury grupowej analizy AHP, otrzymywana jest jedna rastrowa mapa wynikowa. Każda jej komórka koduje informację o przydatności reprezentowanego przez nią terenu do realizacji danego fundamentalnego celu. Jeżeli cele fundamentalne są komplementarne, można zastosować jedną z metod kompensacyjnych (np. WLC) do wyznaczenia końcowej rekomendacji. Dla każdego z komplementarnych celów głównych wyznaczane są wówczas wagi istotności, a następnie, za pomocą reguły łączenia WLC, obliczany jest wynik. Jednak, jeżeli cele fundamentalne są sprzeczne, podejście kompensacyjne nie powinno być stosowane. Dla analiz ciągłych, w których alternatywy decyzyjne nie są określone explicite, potrzebne są ponadto dodatkowe mechanizmy, które pozwolą na wyznaczenie regionów sąsiadujących ze sobą komórek mapy rastrowej definiujących właściwe preferowane alternatywy decyzyjne (Malczewski i Rinner 2015). W analizie powinno się

uwzględnić występowanie konfliktów przestrzennych, które tutaj mogą być rozumiane jako dylemat, która ostatecznie funkcja terenu powinna być przypisana do komórki wysoce **przydatnej i potrzebnej** do realizacji więcej niż jednego celu fundamentalnego. Rozwiązanie może być oparte na metodach analizy wielocelowej (ang. *Multi-Objective Analysis*), przy czym w systemach informacji geograficznej często stosowane są metody heurystyczne (Malczewski i Rinner 2015). Informacją wejściową dla algorytmów heurystycznych są mapy przydatności do każdego z celów fundamentalnych oraz inne parametry, np. określające minimalną powierzchnię niezbędną do realizacji celu (liczba wymaganych komórek), liczbę i wielkość tworzonych regionów, ich kształt, zwartość itp. W algorytmach heurystycznych alokacji funkcji terenów stosowane są różne podejścia do rozstrzygnięcia konfliktów przestrzennych (rozumianych w sposób zdefiniowany wcześniej). Na przykład w algorytmie MOLA (ang. *Multi-Objective Land Allocation*) (Eastman i in. 1995) konflikt przestrzenny rozstrzygany jest na podstawie odległości w przestrzeni atrybutów, za pomocą metody ważonej minimalnej odległości do punktu referencyjnego. Przy czym punkt referencyjny charakteryzuje się maksymalną przydatnością dla danej funkcji i minimalną przydatnością dla pozostałych. Algorytm PRG (ang. *Parameterized Region-Growing*) (Brookes 1997) pozwala na tworzenie regionów o określonym stopniu zwartości, kształcie i orientacji. Rozwiązuje konflikt przestrzenny, rozpatrując odległości w przestrzeni geograficznej, rozstrzygając konflikt na korzyść tej funkcji, bliżej której znajduje się komórka-ziarno, wokół której tworzony jest region. Jeszcze innym przykładem jest algorytm PGP (ang. *Patch Growing Process*) (Church i in. 2003) pozwalający na tworzenie zwartych regionów. Umożliwia on operatorowi w rozwiązywaniu konfliktów przestrzennych wybór, w jakim stopniu na rozstrzygnięcie konfliktu ma wpływać zwartość regionu (cechy geometryczne), a w jakim przydatność do określonej funkcji (cechy atrybutowe). W rozstrzygnięciu konfliktów przestrzennych rozpatrywana może być również niepewność wejściowych map przydatności terenu (Eastman i in. 1995). Miara niepewności może być wyrażona w ujęciu globalnym lub lokalnym (miara przypisana do



Rys. 1. Schemat analizy do wyznaczenia rastrowej mapy przydatności terenu dla pojedynczej funkcji zagospodarowania przestrzennego oraz do oceny niepewności otrzymanego wyniku wynikającej z rozbieżności wyników indywidualnych
Fig. 1. The analysis scheme for determining the raster map of land suitability for given spatial development function and for assessing the uncertainty of the result due to the non-compliance of individual results
Zródło: opracowanie własne
Source: own elaboration

każdej komórki mapy rastrowej). Regiony o wysokiej średniej przydatności i niskiej wartości odchylenia standardowego przydatności pozwalają na pewniejszy wybór lokalizacji (Lingman-Zielinska i Jankowski 2014).

PROCEDURA ANALIZY WIELOKRYTERIALNEJ

Opracowano procedurę analizy w systemach informacji geograficznej, opartą na metodzie grupowego AHP, która dodatkowo uwzględnia niepewność profili grupowych wynikającą z rozbieżności ocen. Schemat procedury przedstawiono na rysunku 1. Analiza prowadzona zgodnie z procedurą pozwala na wyznaczenie mapy przydatności do pojedynczego celu głównego oraz na wyznaczenie niepewności uzyskanego wyniku, wynikającej z rozbieżności indywidualnych profili preferencji względem profilu grupowego. Informację wejściową do analizy stanowią rastrowe mapy wartości kryteriów oraz macierze porównań parami względnych istotności kryteriów i celów pośrednich, wyznaczone przez indywidualnych decydentów.

W procedurze przewidziano możliwość uzyskania przez decydentów informacji zwrotnej oraz możliwość działania iteracyjnego. W wyniku analizy otrzymano dwie mapy rastrowe: mapę przydatności do określonego głównego celu oraz mapę przestrzennego rozmieszczenia lokalnej miary niepewności. Otrzymano również globalne miary niepewności profilu preferencji dla każdego decydenta, które mogą stanowić element informacji zwrotnej. Oddzielnie, dla każdego z rozważanych sprzecznych celów głównych, prowadzono analizę według opisanego schematu działań. Wyznaczone dla każdego ze sprzecznych celów głównych pary map rastrowych mogą stanowić informację wejściową dla algorytmu heurystycznego.

Ostatecznie, w opracowanej procedurze, rozwiązanie potencjalnych konfliktów przestrzennych oparte jest na trzech założeniach, według których prawdopodobieństwo przypisania realizacji danego celu głównego do komórki mapy rastrowej jest tym wyższe:

- im bardziej komórka jest przydatna do danego celu głównego, a mniej do pozostałych celów,

- im bardziej zwarty region powstanie po włączeniu tej komórki do regionu,
- im bardziej była zgodna (pewna) ocena przydatności do danego celu dokonana przez decydentów, a mniej zgodna do pozostałych celów.

Dwa pierwsze założenia są stosowane w algorytmach heurystycznych, natomiast wprowadzenie trzeciego pozwala na opracowanie nowego algorytmu heurystycznego wzbogacającego istniejące rozwiązania.

MIARY NIEPEWNOŚCI PROFILU GRUPOWEGO PREFERENCJI DECYDENTÓW

W badaniach opracowano dwie miary niepewności profilu grupowego preferencji decydentów, oparte na średniej niepewności kwadratowej:

- globalną miarę niepewności wyznaczoną dla każdego indywidualnego decydenta, jako średnia niepewność kwadratowa wartości przydatności zawartych na mapie wynikowej danego decydenta, względem wartości przydatności zawartych na mapie wyniku grupowego:

$$GMN_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (V(a_i)_d - V(a_i)_g)^2}{m-1}} \quad (3)$$

gdzie:

GMN_d – globalna miara niepewności wyznaczona dla decydenta D_d (dla $d = 1, 2, \dots, z$)

m – liczba komórek wynikowej rastrowej mapy przydatności

$V(a_i)_d$ – wartość przydatności do głównego celu wyznaczona w i -tej komórce rastra (potencjalnej alternatywie) przez decydenta D_d

$V(a_i)_g$ – wartość przydatności do głównego celu wyznaczona w i -tej komórce rastra (potencjalnej alternatywie) przez decydenta grupowego D_g na podstawie uśrednionych macierzy porównań parami MPP_g

- lokalną (przestrzenną) miarę niepewności, wyznaczoną w każdej komórce mapy rastrowej, jako średnią niepewność kwadratową wartości przydatności wszystkich indywidualnych wyników względem wartości przydatności wyniku grupowego:

$$LMN_i = \sqrt{\frac{\sum_{d=1}^z (V(a_i)_d - V(a_i)_g)^2}{z-1}} \quad (4)$$

gdzie:

LMN_i – lokalna miara niepewności wyznaczona w lokalizacji i -tej potencjalnej alternatywy (komórki rastra)

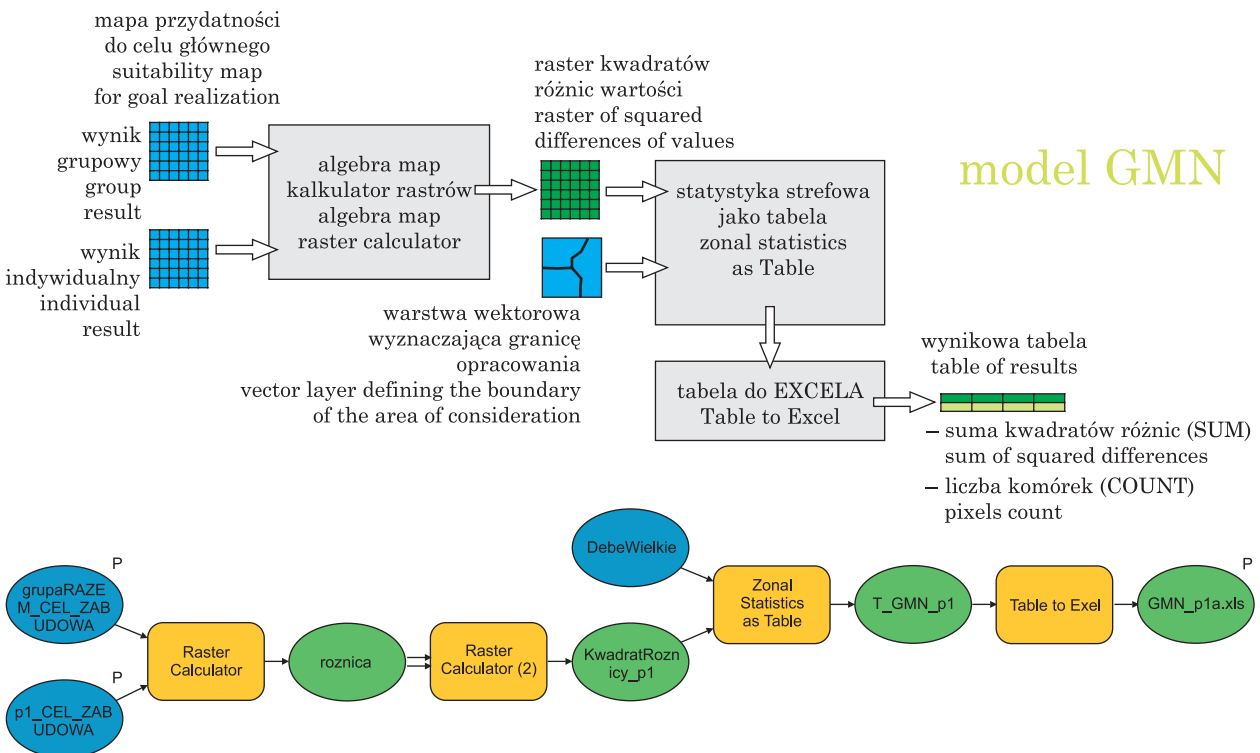
z – liczba decydentów w grupie.

Opracowano dwa modele analiz: model GMN i model LMN, które pozwalają na wyznaczenie w programie ArcGIS 10.4 ESRI miar globalnych dla każdego decydenta oraz mapy rastrowej zawierającej rozkład przestrzenny wartości miary lokalnej. Na rysunku 2 i rysunku 3 przedstawiono schemat modeli analiz dla modelu GMN oraz dla modelu LMN.

Miara globalna informuje każdego decydenta, jak bardzo jego ocena przydatności terenu do realizacji danego celu głównego odbiega od oceny grupowej. Może być wykorzystana do analizy zgodności ocen grupy decydentów. Druga miara pokazuje

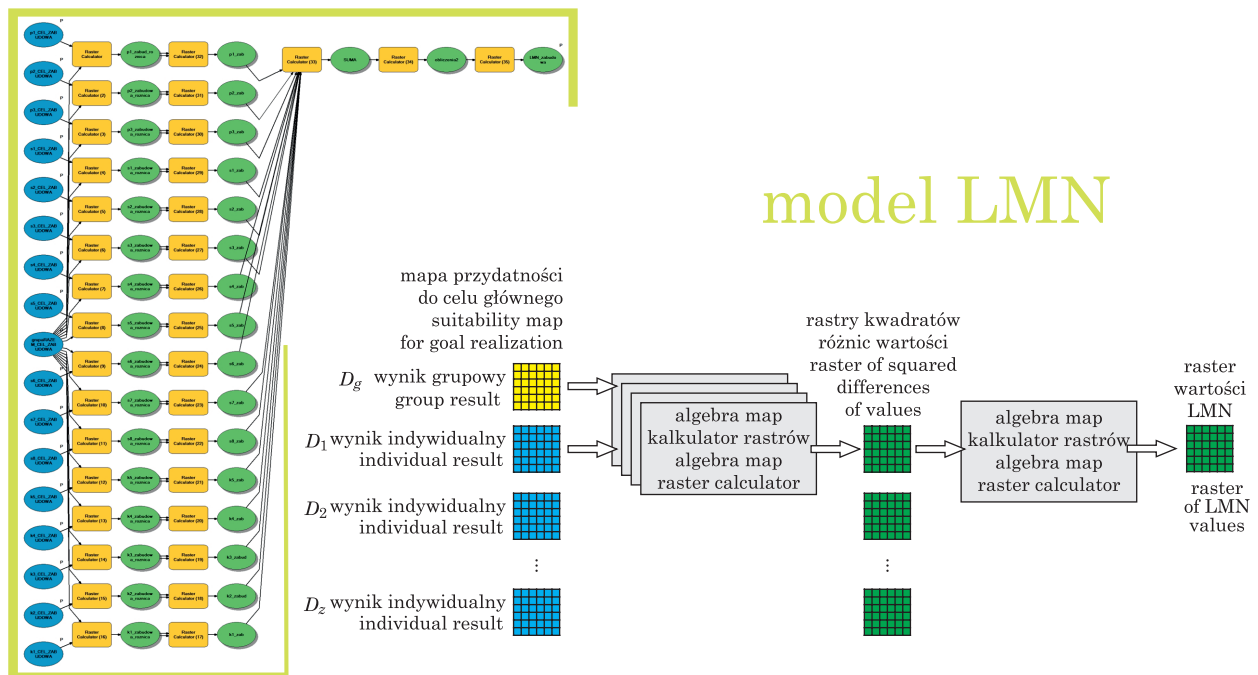
rozkład przestrzenny niepewności profilu grupowego. Informacja ta powinna być uwzględniana jako jeden z istotnych czynników, branych pod uwagę przez algorytm heurystyczny alokacji funkcji terenu w rozstrzygnięciu konfliktów przestrzennych.

W wyniku realizacji działań przedstawionych na schemacie (rys. 2) utworzono tabelę w Excelu, która zawiera informacje niezbędne do obliczenia wartości GMN. Wyniki mogą być wykorzystane w metodzie iteracyjnego wyznaczania macierzy porównań parami (np. z wykorzystaniem metody delfickiej) jako informacja zwrotna dla decydenta (patrz schemat na rys. 1). Wymaga to również przedstawienia wyników uzyskanych przez decydenta na tle innych osób. Powinna więc również być podana średnia wartość GMN dla grupy decydentów oraz minimalna i maksymalna wartość GMN. Dzięki temu decydent może zorientować się, jak bardzo jego ocena odbiega od oceny pozostałych decydentów.



Rys. 2. Schemat analizy do wyznaczenia wartości GMN dla pojedynczego decydenta oraz przykład realizacji w ModelBuilder ArcGIS
 Fig. 2. An analysis scheme for determining a GMN value for a single decision maker and example of realization in ModelBuilder ArcGIS

Źródło: opracowanie własne
 Source: own elaboration



Rys. 3. Schemat analizy do wyznaczenia rastrowej mapy wartości LMN oraz przykład realizacji w ModelBuilder ArcGIS
 Fig. 3. An analysis scheme for determining raster map of LMN values and example of realization in ModelBuilder ArcGIS

Źródło: opracowanie własne
 Source: own elaboration

Możliwe jest również przeprowadzenie analizy i wyznaczenie wartości GMN dla wyniku uzyskanego do celu pośredniego na niższym poziomie hierarchii. Pozwala to na wskazanie kryteriów i celów pośrednich, które są oceniane w najbardziej zróżnicowany sposób przez decydentów. Dzięki czemu istnieje możliwość wskazania potencjalnych przyczyn pojawienia się konfliktów podczas późniejszej debaty.

Na rysunku 3 przedstawiono schemat analizy do uzyskania mapy rastrowej wartości LMN. Wymaga on uwzględnienia wszystkich indywidualnych wyników. Otrzymana mapa rastrowa pozwala na wskazanie obszarów, co do których grupa decydentów była zgodna w ocenie ich przydatności do realizacji celu głównego oraz obszarów, w których decydenci nie byli zgodni w swoich ocenach. W rezultacie na tych obszarach wynik grupowy, uzyskany na podstawie uśrednionych porównań parami, słabo reprezentuje oceny wszystkich decydentów, jest zatem mniej pewny.

PRZYKŁAD PRZEPROWADZENIA ANALIZY WEDŁUG ZAPROPONOWANEJ PROCEDURY

W celu sprawdzenia zaproponowanej procedury analizy oraz miar stopnia rozbieżności przeprowadzono prostą analizę dla obszaru miejscowości Dęba Wielkie położonej w powiecie mińskim. Gmina Dęba Wielkie jest gminą wiejską, która w ostatnich latach podlega silnym przekształceniom, na co niewątpliwie wpływ ma położenie w pobliżu Warszawy i dobra komunikacja kolejowa i drogowa ze stolicą. Przez miejscowość przebiega droga krajowa nr 2 (planowane jest przedłużenie drogi ekspresowej A2). W projekcie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miejscowości Dęba Wielkie (Miejscowy plan... 2016) zdecydowaną większość obszaru przeznaczono pod zabudowę mieszkaniowo-usługową.

W przykładowej analizie wyznaczono dwa sprzeczne cele główne o roboczej nazwie: 1) rozwój

zabudowy, 2) ochrona zasobów przyrodniczych. Każdy cel główny scharakteryzowano przez cele pośrednie i kryteria (tab. 1). Wartości kryteriów wyznaczono w postaci map rastrowych za pomocą programu ArcGIS ESRI 10.4 na podstawie danych: ewidencji gruntów i budynków, mapy glebowo-rolniczej i bazy danych obiektów topograficznych BDOT10k. Należy zaznaczyć, że aby zachować poglądowość przykładu, uproszczono analizę, ograniczając m.in. liczbę kryteriów. W rolę decydentów wcielili się studenci kierunku studiów Gospodarka Przestrzenna oraz troje pracowników Katedry Gospodarki Przestrzennej i Nauk o Środowisku Przyrodniczym. Wypełnili oni ankietę

internetową (Google), za pomocą której porównali parami względną istotności par kryteriów i celów pośrednich. Na podstawie wyników 23 wypełnionych ankiet opracowano macierze porównań parami, które pozwoliły na wyznaczenie wag istotności. Ważnym etapem była ocena indeksu spójności dla każdej macierzy. Z dalszej analizy wyeliminowanoankiety, które dostarczały niespójnych ocen porównań parami. Ostatecznie do dalszej analizy przyjęto oceny 16 decydentów. Do wyznaczenia współmiernych wartości kryteriów i ich oceny wykorzystano liniową funkcję przynależności do zbioru rozmytego. Wykorzystanie teorii zbiorów rozmytych do wspierania podejmowania decyzji jest

Tabela 1. Cele główne i pośrednie

Table 1. Goals and objectives

Cel 1 – rozwój zabudowy Goal 1 – building development	
Dobra lokalizacja Good location	<ul style="list-style-type: none"> – walory krajobrazowe landscape values – dogodny dojazd do pracy (odległość od stacji kolejowej, odległość od przystanku PKS, czas dojazdu samochodem do Warszawy) convenient commute (distance to railway station, distance to bus stop, travel time by car to Warsaw) – dostępność usług i handlu availability of services and shopping facilities – dostępność placówek oświatowych availability of educational institutions – sąsiedztwo zabudowy mieszkaniowej residential neighborhood
Unikanie zagrożeń Hazard avoidance	<ul style="list-style-type: none"> – hałas (hałas drogowy, hałas kolejowy) noise pollution (traffic noise, railway noise) – uciążliwe sąsiedztwo (zakłady przemysłowe, oczyszczalnie ścieków, gospodarstwa hodowlane) inconvenient neighborhood (industrial plants, sewage treatment plants, breeding farms) – nadmierna wilgotność – na podstawie mapy glebowo-rolniczej (Bielska i in. 2012) excessive soil moisture – based on soil-agricultural map (Bielska et al. 2012)
Cel 2 – ochrona zasobów przyrodniczych Goal 2 – natural resources protection	
Ochrona zasobów przyrodniczych Natural resources protection	<ul style="list-style-type: none"> – ochrona gruntów ornych wysokich klas protection of arable land with high quality of soils – ochrona łąk i pastwisk protection of grasslands – ochrona lasów protection of forest areas – ochrona zadrzewień i zakrzewień śródpolnych protection of woodlots – ochrona terenów wzdłuż cieków wodnych i w pobliżu zbiorników wodnych protection of buffer strips along water courses and buffer zones near water surface

Źródło: opracowanie własne

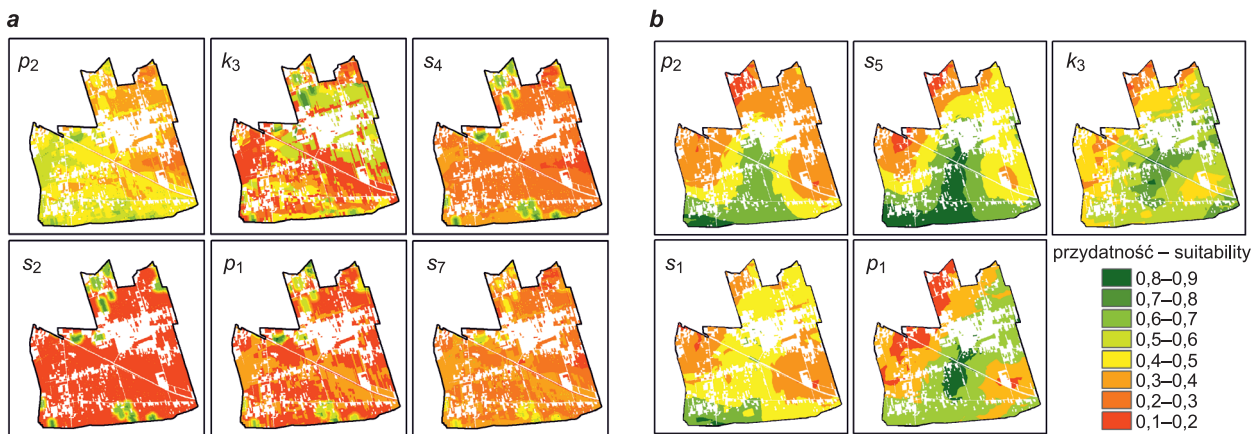
Source: own elaboration

z powodzeniem stosowane w Polsce, świadczy o tym m.in. praca Renigier-Biłozor i Biłozora (2013).

Po przeprowadzeniu analizy otrzymano: 1) zbiór map przydatności do celu „zabudowa” oraz do celu „ochrona” wyznaczonych na podstawie macierzy porównań parami indywidualnych decydentów, 2) mapę przydatności do celu „zabudowa” i mapę przydatności do celu „ochrona” wyznaczone dla grupowych profili preferencji kryteriów, 3) dwie mapy rozmieszczenia przestrzennego wartości niepewności LMN (po jednej dla każdego celu głównego) oraz 4) zbiór wartości GMN wyznaczonych dla każdego decydenta. Na rysunku 4 przedstawiono wybrane

mapy przydatności do celu „zabudowa” i „ochrona” uzyskane dla profili indywidualnych. Mapy przydatności uzyskane dla profili grupowych pokazano zaś na rysunku 5. Na rysunku 6 zaprezentowano z kolei mapy niepewności zawierające wartości LMN do każdego z dwóch sprzecznych celów głównych. Wartości niepewności ocen indywidualnych dla każdego decydenta (GMN) zebrano w tabeli 2.

Dla podgrupy *s* (studenci pierwszego roku) średnia wartość GMN do celu „zabudowa” wyniosła 0,63, a odchylenie standardowe 0,026. Dla celu „ochrona” odpowiednio: 0,069 oraz 0,030. Dla podgrupy *p-k* (pracownicy i studenci wyższych lat) do celu „zabudowa”

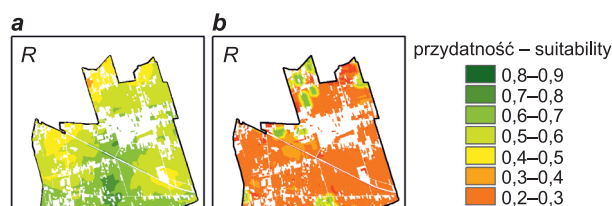


Rys. 4. Mapy przydatności wyznaczone dla indywidualnych profili preferencji kryteriów: *a* – cel – ochrona, p_2, k_3 , ect. – oznaczenia decydentów; *b* – cel – zabudowa, p_2, s_5 , ect. – oznaczenia decydentów

Fig. 4. Suitability maps determined for individual preference profiles of criteria: *a* – goal – protection, p_2, k_3 , ect. – decision makers indicators; *b* – goal – urbanization, p_2, s_5 , ect. – decision makers indicators

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

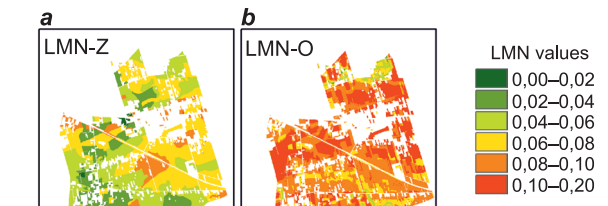


Rys. 5. Mapy przydatności wyznaczone dla grupowego profilu preferencji (*R*): *a* – do celu „zabudowa”; *b* – do celu „ochrona”

Fig. 5. Suitability maps determined for group preference profiles of criteria (*R*): *a* – for the “urbanization” objective; *b* – for the “protection” objective

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration



Rys. 6. Wyniki obliczeń miary niepewności LMN dla: *a* – LMN-Z – wyniku grupowego do celu „zabudowa”; *b* – LMN-O – wyniku grupowego do celu „ochrona”

Fig. 6. Results of the calculation of values of LMN uncertainty for: *a* – group result for the “urbanization” goal (LMN-Z); *b* – group result for the “protection” goal (LMN-O)

Źródło: opracowanie własne

Source: own elaboration

Tabela 2. Wartości niepewności ocen indywidualnych (GMN)
Table 2. Values of uncertainty of individual judgments (GMN)

Decydent Decision maker	p_1	p_2	p_3	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
Zabudowa Building development	0,042	0,067	0,034	0,030	0,030	0,066	0,058	0,032
Ochrona Protection	0,104	0,173	0,073	0,057	0,063	0,145	0,093	0,080
Decydent Decision maker	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8
Zabudowa Building development	0,075	0,033	0,056	0,096	0,037	0,051	0,103	0,055
Ochrona Protection	0,085	0,054	0,093	0,040	0,049	0,119	0,078	0,033

Źródło: opracowanie własne
 Source: own elaboration

były to wartości: 0,045 i 0,016 oraz do celu „ochrona” 0,099 i 0,041. Średnia wartość GMN dla wszystkich ocen wyniosła 0,069, a odchylenie standardowe 0,034.

INTERPRETACJA OTRZYMANYCH WYNIKÓW I PODSUMOWANIE

Na podstawie porównań parami przeprowadzonych przez szesnastu decydentów wyznaczono mapy przydatności terenu pod zabudowę mieszkaniową oraz do ochrony zasobów naturalnych. Realizacja tych dwóch sprzecznych działań może prowadzić do wystąpienia konfliktów przestrzennych. Różnice w ocenie względnej istotności kryteriów przyjętych do analizy prowadziły do uzyskania różnych wyników przez poszczególnych decydentów. W metodzie grupowej analizy AHP wynik dla całej grupy powstaje poprzez uśrednienie porównań parami. Zaproponowane proste miary oceny niepewności tego wyniku grupowego pozwalają na określenie, w jakim stopniu oceny każdego decydenta odchylają się od wyniku grupowego oraz na uzyskanie rozkładu przestrzennego wartości niepewności ocen. Dzięki temu możliwe jest wskazanie obszarów, dla których wynik grupowy dobrze reprezentuje oceny wszystkich decydentów oraz obszarów, dla których jest to wysoce niepewne. W analizowanym przykładzie miejscowości Dębe Wielkie oceny decydentów dotyczące przydatności terenu pod zabudowę mieszkaniową były spójniejsze i wynik grupowy

w pewniejszy sposób reprezentował całą grupę. Z kolei oceny przydatności terenu do celu ochrony zasobów naturalnych były mniej spójne i wynik grupowy dobrze odzwierciedlał oceny decydentów tylko na niewielkich obszarach. Włączenie informacji o niepewności (czy wynik grupowy dobrze reprezentuje oceny decydentów) do algorytmu heurystycznego alokacji funkcji terenu pozwala na sprawniejsze rozstrzygnięcie konfliktów przestrzennych. Obydwie miary dają ponadto możliwość analizowania stopnia rozbieżności preferencji grup decydenckich. W omawianym przykładzie analizę przeprowadzono na podstawie ankiet ośmiu studentów pierwszego roku studiów na kierunku Gospodarka Przestrzenna (s) oraz trzech pracowników (p) i pięciu studentów wyższych lat studiów (k). Średnia wartość GMN i odchylenie standardowe wartości GMN dla decydentów z grupy s były na tym samym poziomie zarówno dla celu zabudowy, jak i ochrony, i były zbliżone do wartości średniej GMN i odchylenia standardowego dla wszystkich wartości GMN. Z kolei w grupie złożonej z decydentów p i k (pracownicy i studenci wyższych lat) oceny dotyczące przydatności terenu pod zabudowę charakteryzowały się niższymi wartościami GNM (były bardziej zgodne), co odzwierciedla niższą wartość średniej GMN i odchylenia standardowego. Oceny do celu ochrony zasobów naturalnych były natomiast o wiele bardziej zróżnicowane (wysokie wartości GMN, wysoka średnia wartość GMN oraz większe odchylenie standardowe).

Informacje o potencjalnie występujących obszarach konfliktowych oraz o rozbieżności ocen grup decydentów mogą być bardzo pomocne podczas dyskusji nad proponowanymi zmianami zagospodarowania.

PIŚMIENNICTWO

- Arendarski, J. (2013). Niepewność pomiarów (Uncertainty of measurements). Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Benjamin, C., O., Ehie, I., C., Omurtag, Y. (1992). Planning facilities at the University of Missouri-Rolla. *Interfaces* 22(4), 95–105.
- Bielska, A., Kupidura, A., Rogoziński, P. (2012). Analiza warunków glebowych w planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym na obszarach wiejskich (Analysis of soil conditions in spatial planning in rural areas). *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 11(1), 29–36.
- Biłozor, A., Czyża, S., Szuniewicz, K. (2013). Wykorzystanie algorytmów genetycznych do prognozowania stanów przestrzeni miejskiej w procesie proaktywnego przeciwdziałania zagrożeniom (Use of genetic algorithms to forecasting the united urban space in the process of threats against proactive). *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 12(1), 31–43.
- Blachowski, J., Rybakiewicz, W., Warczewski, W., Malczewski, P. (2016). Zastosowanie analiz wielokryterialnych w GIS do optymalizacji planowania obszarów zabudowy mieszkaniowej na przykładzie Wrocławskiego Obszaru Funkcjonalnego (Application of multi-criteria analysis in GIS for optimal planning of house development areas. Case study of Wrocław Functional Area). *Roczniki Geomatyki. Annals of Geomatics. Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej* t. 14, z. 5(75), 561–571.
- Brookes, C., J. (1997a). A parameterized region-growing programme for site allocation on raster suitability maps. *International Journal of Geographical Information Systems* 11(4), 375–396.
- Carr, M., H., Zwick, P., D. (2007). Smart land-use analysis. The LUCIS model: land-use conflict identification strategy. ESRI Press.
- Chmielewski, J., M. (2002). Konflikty w zagospodarowaniu przestrzennym (Conflicts in spatial planning). *Studia Regionalne i Lokalne* 1, 115–121.
- Church, R., L., Gerrard, R., A., Gilpin, M., Stine, P. (2003). Constructing cell-based habitat patches useful in conservation planning. *Annals of the Association of American Geographers* 93(4), 814–827.
- Eastman, J., R., Jin, W., Kyem, P., A., K., Toledano, J. (1995). Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 61, 539–47.
- Hindsworth, M., F., Lang, T., B. (2009). Community participation and empowerment. Hauppauge, Nova Science Publishers, Inc.
- Jankowski, P., Nyerges, T. (2001a). Geographic information systems for group decision making. Towards a participatory geographic information science. Taylor & Francis, London.
- Jankowski, P., Nyerges, T. (2001b). GIS-supported collaborative decision-making. Results of an experiment. *Annals of Association of American Geographers* 91(1), 48–70.
- Jaroszewicz, J., Bielska, A., Szafranek, A. (2012). Wykorzystanie algebry map dla wyznaczenia terenów przydatnych pod zabudowę (Application of map algebra to determine the lands preferred for building development). *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* 23, 127–137.
- Keeney, R., L. (1992). Value-focused thinking. A path to creative decision making. Harvard University Press, Cambridge.
- Lingman-Zielinska, A., Jankowski, P. (2014). Spatially-explicit integrated uncertainty and sensitivity analysis of criteria weights in multicriteria land suitability evaluation. *Environmental Modelling and Software* 57, 235–248.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis. A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science* 20(7), 703–726.
- Malczewski, J., Rinner, C. (2015). Multicriteria decision analysis in geographic information science. Springer.
- Massam, B., H. (1988). Multi-criteria decision making (MCDM) techniques in planning. *Progress in Planning* 30(1), 1–84.
- Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego części miejscowości Dębe Wielkie w gminie Dębe Wielkie – projekt planu (Local zoning plan of the Dębe Wielkie village in the Dębe Wielkie municipality of – project of plan). (2016). Biuro Planowania i Rozwoju Warszawy S.A., <https://debewielkie.e-biuletyn.pl/index.php?id=1521>, dostęp: 15.03.2017.
- Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., Darvishsefat, A., A., Zienalyan, M. (2010). Siting MSW

- land fill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). *Waste Management* 30(5), 912–920.
- Nekhay, O., Arriaza, M., Boerboom, L. (2009). Evaluation of soil erosion risk using analytic network process and GIS. A case study from Spanish mountain olive plantations. *Journal of Environmental Management* 90(10), 3091–3104.
- Nowak-Rzasa, M. (2011) Rola partycypacji społecznej w kształtowaniu terenów zieleni miasta (The role of social participation in the planning and management of urban green areas). *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 10(3), 49–54.
- Pawłowska, K. (2012). Partycypacja społeczna w podejmowaniu decyzji dotyczących przyrody w mieście (Social participation in decision making about natural environment in the city) *Zrównoważony Rozwój – Zastosowania* 3, 51–72.
- Renigier-Biłozor, M., Biłozor, A. (2013). Opracowanie systemu wspomagania podejmowania decyzji z wykorzystaniem teorii zbiorów rozmytych oraz teorii zbiorów przybliżonych w procesie kształtowania bezpieczeństwa przestrzeni (Elaboration of decision support system using fuzzy set theory and rough set theory in the development of the land security). *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 12(1), 67–77.
- Saaty, T., L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T., L. (1994). How to make a decision. *The analytic hierarchy process*. *Interfaces* 24(6), 19–43.
- Schmoldt, D., L., Peterson, D., L., Smith, R., L. (1994). The analytic hierarchy process and participatory decision making, w: (in:) *Proceedings of the 17th Annual Geographic Information Seminar on Decision Support – 2001*. Eds. J., M., Power, M., Strome, vol. 1. Toronto, Ontario, September 12–16.
- Sobolewska-Mikulska, K., Krupowicz, W. (2016). Concept of the multicriteria model of spatial analysis as support of space development in rural areas. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* IV(3), 1645–1660.
- Strager, M., P., Rosenberger, R., S. (2006). Incorporating stakeholder preferences for land conservation. *Weights and measures in spatial MCA*. *Ecological Economics* 58(1), 79–92.
- Telega, A., Bieda, A. (2015) Analizy stopnia dopasowania sposobu użytkowania ziemi jako narzędzie zarządzania konfliktami przestrzennymi (Land-use suitability analysis as a tool for spatial conflicts management). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 4(1), 1007–1020.

DISCREPANCY OF ASSESSMENTS IN GROUP DECISION MAKING AS IMPORTANT INFORMATION IN SOLVING SPATIAL CONFLICTS

ABSTRACT

Making spatial decisions related to the allocation of management functions is associated with the issue of solving spatial conflicts. The determination of usefulness of land for a land use function applies geographic information systems and methods of multi-criteria analysis. The analysis process increasingly frequently involves groups of participants playing different roles in the decision making process and having different goals. The discrepancy of assessments of particular members of the group can be analyzed, and measures of discrepancy can be determined. The maps of usefulness of land determined by multi-criteria analysis constitute input data for the analysis of multi-goal allocation of land function. In geographic information systems, solving the issue of land allocation frequently applies heuristic methods using various approaches to the occurring spatial conflict. This article describes the developed analysis procedure, in which it was assumed that the spatial measure of discrepancy of assessments of decision-makers is an important factor which should be considered in solving spatial conflicts.

Key words: Land use allocation, analysis process, AHP, heuristic algorithm, results uncertainty