

**Agnieszka BIEDRAWA, Wiktoria SOBCZYK**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Polska

## **AHP – komputerowe wspomaganie podejmowania złożonych decyzji<sup>1</sup>**

### **Wstęp**

W obecnych czasach informatyka rozwija się w bardzo szybkim tempie (języki programowania, narzędzia do projektowania, hurtownie baz danych itd.). W ciągu ostatnich lat rozwinęły się narzędzia i metody wspomaganie podejmowania złożonych decyzji.

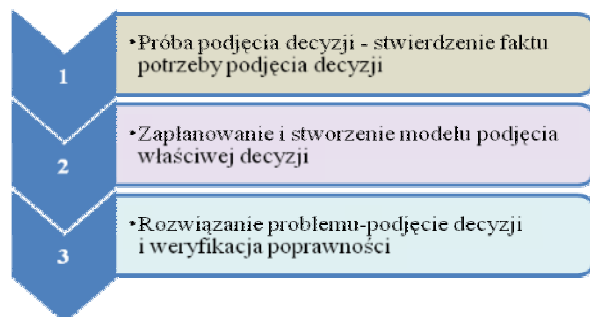
W życiu codziennym wiedza nie istnieje samodzielnie, ale w kontekście różnych problemów i oceny otaczającej rzeczywistości oraz podejmowania właściwych decyzji.

W każdej dziedzinie życia pojawiają się tzw. sytuacje decyzyjne, czyli ogół czynników, które wyznaczają w sposób bezpośredni postępowanie decyzyjne dowolnego podmiotu (decydenta), podejmującego decyzję.

### **1. Proces podejmowania decyzji**

Podczas podejmowania decyzji bardzo często kierujemy się intuicją. Wiąże się to z pewnymi słabościami, gdyż decyzje trudno logicznie uzasadnić, a ich przydatność w procesach decyzyjnych jest znikoma.

Proces oceny i podejmowania decyzji zawsze oparty jest na kreowaniu pewnego modelu, istniejącego nawet na poziomie podświadomym. Jednak nie istnieje uniwersalne podejście do rozwiązywania wszystkich problemów decyzyjnych (rys. 1).



**Rys. 1. Schemat podejmowania decyzji – model decyzyjny**

*Źródło: A. Biedrawa, Modele zarządzania odpadami komunalnymi, wyd. zmienione, Kraków 2009.*

<sup>1</sup> publikacja zrealizowana w ramach pracy statutowej nr 11.11.100.280.

Oprócz wielokryterialności problemem oceny alternatyw jest wielopoziomość, charakterystyczna dla zagadnień rzeczywistych zwłaszcza w ekonomii, ekologii, analizie problemów społecznych. Dzisiaj dla rozwiązywania tego rodzaju problemów popularnym stało się podejście Saaty'ego [Downarowicz 2000; Saaty 1977], tzw. metoda analizy hierarchii AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

## 2. Etapy metody AHP

Metoda AHP opiera się na podejściu wielokryterialnym, a porównywanie wariantów ma charakter hierarchiczny i relacyjny. Metoda ta wspiera również preferencje decydenta i wykorzystuje je w ostatecznej ocenie. Preferencje oceniających stanowią istotę podejścia wielokryterialnego i są zjawiskiem naturalnym dla ocen dokonywanych przez człowieka, w odróżnieniu od pomiarów o charakterze obiektywnym [Saaty 1980; Saaty, Vargas 1990]. Metoda charakteryzuje się prostym i zrozumiałym mechanizmem bezpośrednio wspomagającym proces wspomaganie decyzji.

Preferencje decydenta w metodzie AHP określone są za pomocą ocen ważności wskazanych kryteriów i podkryteriów oraz wariantów. Na poszczególnych szczeblach struktury hierarchicznej tworzone są oceny poprzez porównywanie parami wszystkich obiektów znajdujących się na danym poziomie hierarchii. Oceny wyrażane są za pomocą wartości liczbowych (rys. 2). Zaproponowana przez T. Saaty'ego skala zakłada wartości od 1 do 9 (czasem do 7).

Skala ocen	
Wartość	Ocena wariantu 1względem 2
9	1 jest ekstremalnie preferowane
7	1 jest bardzo silnie preferowane
5	1 jest silnie preferowane
3	1 jest słabo preferowane
1	1 jest równoważne z 2

Rys. 2. Skala ocen w metodzie AHP [Saaty 1996]

Źródło: T.L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, Pittsburgh PA: RWS Publications 1996.

W przypadku wielokryterialnych problemów decyzyjnych AHP ułatwia dokonywanie optymalnych wyborów poprzez dokonanie porównań parami. Zastosowanie metody AHP daje wiele korzyści. Dzięki niej można spojrzeć na rozpatrywany problem z innej perspektywy. Złożony problem uporządkowany zostaje w pewne kryteria i warianty.

Metoda ta ma obecnie szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach, między innymi w ekonomii, logistyce, marketingu. Może być również wykorzystana w inżynierii i zarządzaniu środowiskiem. Jej przydatność została zweryfikowana praktycznie w trakcie rozwiązywania zróżnicowanych zagadnień decyzyjnych, także o społeczno-gospodarczym charakterze [Dytczak, Ginda 2006].

### 3. Opis wykorzystania metody AHP na wybranym przykładzie

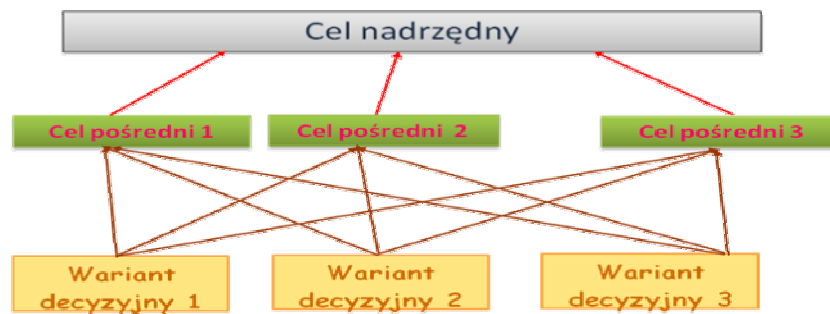
Zasadę wykorzystania modelu AHP przedstawiono na przykładzie podjęcia decyzji wyboru najbardziej optymalnego sposobu zagospodarowania odpadów. Decyzja uzależniona jest od kilku aspektów ważnych dla decydenta.

Jak dokonać wyboru najlepszego wariantu?

Wybór najlepszego wariantu za pomocą metody AHP odbywa się według pewnego schematu:

- 1) przedstawienie zaistniałego problemu bądź stworzenie problemu decyzyjnego,
- 2) przedstawienie problemu w szerszym zakresie,
- 3) postawienie kryteriów wpływających na podjęcie decyzji i realizację procesu,
- 4) budowa struktury hierarchii decyzyjnej kryteriów i subkryteriów (podkryteriów),
- 5) dokonanie na każdym poziomie hierarchii porównań elementów parami,
- 6) wykonanie obliczeń przy użyciu programu,
- 7) prezentacja stanowiska decydenta.

W AHP problem decyzyjny przedstawiono w postaci hierarchicznej struktury decyzyjnej (rys. 3).



Rys. 3. Schemat etapów metody AHP [.

Źródło: Opracowanie A. Biedrawa, na podst. O. Downarowicz (red.), *Zastosowanie...*, Gdańsk 2000; T.L. Saaty, *The Analytic...*, MacGraw Hill 1980.

Etapy metody:

- cel nadrzędny: „Wybór najbardziej optymalnego sposobu zagospodarowania odpadów”,
- cele pośrednie: „Wybór jednej z trzech możliwości”
  - 1) kompostowanie,
  - 2) recykling,
  - 3) składowanie;
- warianty decyzyjne: „Co jest ważniejsze”:
  - 1) ochrona środowiska – najmniejszy wpływ metody utylizacji na otaczającą przyrodę,
  - 2) uciążliwość zapachowa,
  - 3) hałas.

Dzięki temu mamy zapewnioną odpowiednią ilościową i jakościową porównalność kryteriów z danego poziomu. Na poszczególnych poziomach struktury hierarchicznej zachowana jest także poprawność relacyjna i logiczna.

Na podstawie hierarchii tworzy się pytania dotyczące preferencji oraz priorytetów decydenta. Podczas udzielania odpowiedzi ekspert porównuje parami elementy hierarchii i dla każdej pary określa element dominujący (preferowany, ważniejszy). Zilustrowano to w tabelach 1–4.

**Tabela 1**

**Proporcje kryteriów**

	absolutna ważność	b. wyraźna ważność	wyraźna ważność	nieznaczna ważność	jednakowa ważność	nieznaczna ważność	wyraźna ważność	b. wyraźna ważność	absolutna ważność	
<b>zmienna</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>zmienna</b>
ochrona środowiska		✓								zapach
ochrona środowiska		✓								hałas
zapach						✓				hałas

Źródło: Opracowanie A. Bierawa.

**Tabela 2**

**Kryterium ochrona środowiska – najmniejszy wpływ metody utylizacji na otaczającą przyrodę**

	absolutna ważność	b. wyraźna ważność	wyraźna ważność	nieznaczna ważność	jednakowa ważność	nieznaczna ważność	wyraźna ważność	b. wyraźna ważność	absolutna ważność	
<b>zmienna</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>zmienna</b>
kompostowanie		✓								recykling
kompostowanie	✓									składowanie
recykling		✓								składowanie

Źródło: Opracowanie A. Bierawa.

Tabela 3

## Kryterium uciążliwość zapachowa

	absolutna ważność	b. wyraźna ważność	wyraźna ważność	nieznaczna ważność	jednakowa ważność	nieznaczna ważność	wyraźna ważność	b. wyraźna ważność	absolutna ważność	
<b>zmienna</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>zmienna</b>
kompostowanie						✓				recykling
kompostowanie			✓							składowanie
recykling		✓								składowanie

Źródło: Opracowanie A. Bierawa.

Tabela 4

## Kryterium hałas

	absolutna ważność	b. wyraźna ważność	wyraźna ważność	nieznaczna ważność	jednakowa ważność	nieznaczna ważność	wyraźna ważność	b. wyraźna ważność	absolutna ważność	
<b>zmienna</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>zmienna</b>
kompostowanie					✓					recykling
kompostowanie					✓					składowanie
recykling				✓						składowanie

Źródło: Opracowanie A. Bierawa.

## 4. Obliczenia do podjęcia decyzji

Do obliczenia popełnianych błędów wprowadzono wskaźnik zgodności (konsekwencji) – C.I. (*Consistency Index*). W praktyce dla wiarygodności wyników nie powinien przekraczać wartości 0,2 (tab. 5a – e).

Tabela 5 a–e

## Tabele obliczeń wskaźnika zgodności

proporcja kryteriów	ochrona środowiska	zapach	hałas
ochrona środowiska	1	7	7
zapach	1/7	1	1/3
hałas	1/7	3	1

C.I.: 0,0679

b

ochrona środowiska	kompostowanie	recykling	składowanie
kompostowanie	1	7	9
recykling	1/7	1	7
składowanie	1/9	1/7	1

C.I.: 0,1635

c

zapach	kompostowanie	recykling	składowanie
kompostowanie	1	1/3	5
recykling	3	1	7
składowanie	1/5	1/7	1

C.I.: 0,0323

d

hałas	kompostowanie	recykling	składowanie
kompostowanie	1	1	1
recykling	1	1	3
składowanie	1	1/3	1

C.I.: 0,0678

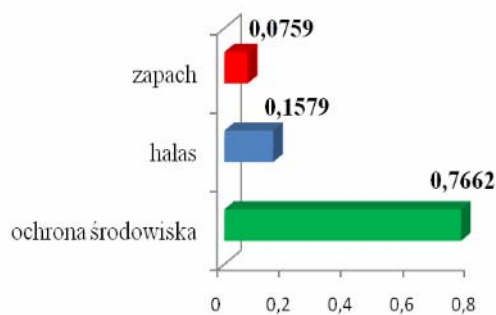
e

proporcja kryteriów	ochrona środowiska	zapach	hałas
kompostowanie	0,7608	0,2790	0,3189
recykling	0,1912	0,6491	0,4600
składowanie	0,0480	0,0719	0,2211

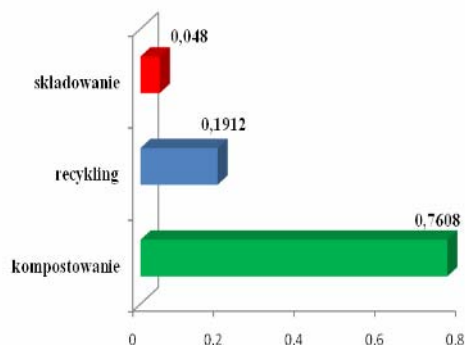
Źródło: Opracowanie własne.

## 5. Wybór najbardziej optymalnego sposobu zagospodarowania odpadów

Decyzja:



Najważniejszym kryterium doboru metody utylizacji odpadów jest ochrona środowiska.



Optymalną metodą utylizacji odpadów ze względu na kryterium: ochrona środowiska jest kompostowanie.

### Podsumowanie

Dynamika dnia codziennego sprawia, że bardzo użyteczne stają się narzędzia wspomaganie decyzji. Metoda AHP za główny cel stawia wspomaganie procesu decyzyjnego, w którym zachodzi konieczność podjęcia decyzji z uwzględnieniem wielu kryteriów. Powszechne stosowanie metody AHP przy modelowaniu procesów ekonomicznych, technicznych czy społecznych potwierdza jej przydatność wszędzie tam, gdzie kryteria mają charakter jakościowy, a głównym źródłem ocen jest doświadczenie i uczucie decydenta.

W metodzie tej zastosowane ograniczenia obliczeniowe ułatwiają implementację komputerową oraz zastosowanie w praktyce codziennej. Należy pamiętać także o elastyczności tej metody, dzięki której możemy ją dostosować zarówno do różnych klas badanych obiektów, jak i ich specyfiki.

### Literatura

- Biedrawa A. (2009), *Modele zarządzania odpadami komunalnymi*, IV Konferencja Młodych Uczonych ProFuturo, Kraków.
- Downarowicz O., red. (2000), *Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego* [w:] *Wybrane metody ergonomii i nauki o eksploatacji. Ekonomia – Eksploatacja – Ergonomia*, Gdańsk.
- Dytczak M., Ginda G. (2006), *Benefits and costs in selecting fuel for municipality heating systems with the Analytic Hierarchy Process*, „Journal of Systems Science and Systems Engineering”, 15, 2.
- Saaty T. (1977), *A scaling method for priorities in hierarchical structures*, „Journal of Mathematical Psychology”.
- Saaty T.L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, MacGraw Hill.
- Saaty T.L., Vargas L.G. (1990), *The Analytic Hierarchy Process*, University of Pittsburg.
- Saaty T.L. (1996), *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, Pittsburg PA: RWS Publications.

**Streszczenie**

Podjęcie decyzji bywa problemem w przypadku złożonych okoliczności. Istnieją metody wspomaganie decyzji. Jedną z nich jest metoda analizy hierarchii. W artykule opisano zasadę jej zastosowania na prostym przykładzie z dziedziny inżynierii środowiska.

**Słowa kluczowe:** AHP, gospodarka odpadami, podejmowanie decyzji.

**AHP – computers methods for complex decision support****Abstract**

Making the decision might be a problem in complex circumstances. There are methods for decision support. One of them is the method called: analysis of hierarchy. The article describes the use of the method's rules on a simple example in the field of environmental engineering.

**Key words:** AHP, wastes management, undertake decision.