

ELŻBIETA SZAFRANKO\*

**WPŁYW ZIELENI PRZYULICZNEJ NA KSZTAŁTOWANIE  
KRAJOBRAZU MIEJSKIEGO.  
ANALIZA KRYTERIÓW DOBORU ROŚLIN****INFLUENCE OF GREEN AREAS BESIDE THE STREETS  
ON THE URBAN LANDSCAPE.  
ANALYSIS OF PLANT SELECTION CRITERIA****Streszczenie**

W artykule autorka przedstawia formy zieleni miejskiej oraz zasady jej kształtowania w pasie dróg i ulic, z uwzględnieniem pasów rozgraniczających, skwerów, terenów rond oraz elementów bardziej złożonych skrzyżowań. Przedstawia różne formy zieleni przyulicznej oraz jej funkcje. Podaje przykłady zagospodarowania tych terenów oraz możliwości wkomponowania ich w zieleń miejską. Uzupełnieniem tych rozważań jest przedstawienie metody analizy kryteriów doboru zieleni miejskiej do określonych warunków za pomocą metody hierarchicznej analizy problemów decyzyjnych (AHP).

*Słowa kluczowe: zieleń przyuliczna, funkcje zieleni, kryteria doboru roślin*

**Abstract**

In the article the author shows the form of green areas and the principles of its formation in lane roads and streets including the demarcation strips, squares, sites of roundabouts and intersections of more complex components. It presents various forms of green beside the streets and its functions. Gives examples of the development of these areas and the possibility of integrating them in a green city. Additional to those considerations is to provide a method of analysis criteria for urban greenery to certain conditions by using the Analytic Hierarchy Process (AHP).

*Keywords: street greenery, functions of greenery, criteria for selection of plants*

\* Dr inż. Elżbieta Szafranko, Katedra Budownictwa i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Nauk Technicznych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.

## 1. WSTĘP

Od zarania dziejów ludzkość, aby sprawnie się przemieszczać, tworzyła szlaki komunikacyjne [5, 6, 11]. W początkowej fazie rozwoju cywilizacji drogi łączyły sąsiednie wioski, a z czasem zaczęły one wychodzić dalej, łącząc różne obszary i tworząc sieć komunikacyjną. Jednocześnie wzdłuż dróg łączących miasta i wioski sadzono drzewa, w cieniu których mogli znaleźć odpoczynek podróżni. Linia zadrzewienia miała ponadto funkcję informacyjną, strategiczną oraz z czasem estetyczną. Rola zieleni sadzonej wzdłuż dróg miejskich jest równie ważna. Zwłaszcza w dużych miastach, gdzie często brakuje większych terenów zieleni, roślinność wysoka nasadzona wzdłuż ulicy daje cień i ukojenie w czasie letnich upałów i często tworzy wygodne ciągi spacerowe. Oczywiście staje się fakt, że tylko dobrze dobrana zieleń może spełniać te funkcje.

W zależności od tego, jak zostały zaprojektowane pasy ruchu oraz ich połączenia, wydzielane są obszary o różnym kształcie i nieokreślonym przeznaczeniu, na których można zaprojektować zieleni miejską. Najczęściej spotykanym fragmentem pasa drogowego, pozostającym do zagospodarowania jako zieleni miejska, są pasy pobocza biegnącego wzdłuż ulicy, często połączonego z ciągiem pieszym czy ścieżką rowerową. Jest to teren z reguły wąski i długi, dający możliwości zagospodarowania jako ciąg spacerowo-rowerowy. W przypadku ulic dwupasmowych powstaje pas ziemi pomiędzy pasami jezdni, gdzie odbywa się z reguły intensywny ruch samochodowy, a co za tym idzie panuje tam hałas oraz wysokie stężenie spalin. Kolejnymi elementami układów komunikacyjnych miast są różnej wielkości rondo. Często są sporym obszarem, na którym można zaplanować zieleni miejską. Przy projektowaniu skrzyżowań oraz bardziej złożonych węzłów komunikacyjnych pojawiają się mniejsze fragmenty terenu, często w postaci trójkątów, czworokątów oraz innych mniej regularnych kształtów. Ze względu na ciągle wzrastający ruch samochodowy i towarzyszący mu rosnący hałas, w miastach pojawiają się ekrany akustyczne, coraz częściej projektowane jako zielone, z wykorzystaniem różnego rodzaju roślinności. Ekranem może być po prostu pas zieleni wysokiej, ale równie często jest to wał ziemi obsadzony krzewami lub żywopłot z krzewów różnej wysokości. Popularność zdobywają również ekrany zielone, tworzone w oparciu o konstrukcję metalową lub betonową, obsadzaną odpowiednio dobraną roślinnością pnącą [1-3].

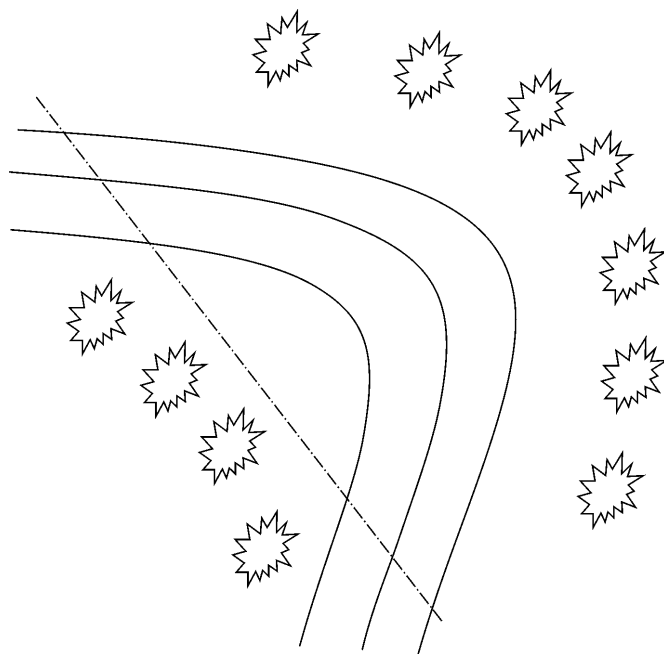
Jak widać, w mieście istnieje wiele możliwości wkomponowania zieleni w ciągi komunikacyjne. Tereny te pozwalają w często ograniczonej przestrzeni miejskiej wygospodarować małe oazy zieleni i spokoju, dające możliwość kontaktu z przyrodą mieszkańcom dużych miast. Niestety, te tereny są bardzo trudne do zagospodarowania ze względu na warunki, jakie panują w pobliżu dróg i ulic. Są to obszary najczęściej wystawione na pełną ekspozycję promieni słonecznych, otoczone chodnikami i ulicami, o dużym stężeniu spalin w powietrzu oraz o wysokim zasoleniu (zabiegi związane z zimowym utrzymaniem dróg). Mimo tak trudnych warunków nie należy zaniechać zagospodarowania tych obszarów. Należy pamiętać, że rola zieleni i jej wpływ na człowieka są nieocenione. Zieleń w mieście pełni wiele funkcji, które zostaną omówione w kolejnym rozdziale.

## 2. FUNKCJE ZIELENI PRZYULICZNEJ I JEJ DOBÓR

Zieleni miejska przyuliczna pełni wiele funkcji [10, 11]. Literatura podaje różne klasyfikacje i definicje funkcji zieleni miejskiej i przyulicznej. Poniżej przedstawiono najczęściej wymieniane.

1. Funkcja izolacyjna – eliminacja negatywnych oddziaływań ruchu komunikacyjnego na otoczenie drogi.
2. Funkcja techniczna – poprawa komfortu jazdy przez bariery ograniczające hałas, ostony przeciwolśnieniowe, przeciwstencjne, przeciwwiatrowe i przeciwsnieżne.
3. Funkcja krajobrazowa – wynika z faktu, że zieleń miejska jest elementem środowiska przyrodniczego i krajobrazu.
4. Funkcja przyrodnicza – wpływ na stan i jakość środowiska miejskiego i mikroklimat, wymianę gazową i zmniejszenie poziomu spalin w powietrzu, zmniejszenie procesów erozyjnych, ograniczenie promieniowania słonecznego, łagodzenie wiatru, schronienie dla zwierząt.
5. Funkcja społeczna – poprawa walorów estetycznych otoczenia, podkreślenie biegu ulic, maskowanie brzydkich elementów otoczenia, znaczenie dla zdrowia mieszkańców miast między innymi przez udowodnioną redukcję stresu wielkomiejskiego.

Zieleń przyuliczna ze względu na zróżnicowane funkcje i warunki przestrzenne powinna spełniać różne kryteria. Prawdopodobnie dobrana zieleń dobrze pełni określone wcześniej funkcje, jednak źle dobrane, chorujące, źle posadzone i pielęgnowane rośliny nie spełniają swojej roli, a ponadto mogą się stać zagrożeniem dla ludzi i ich mienia. Aby zaprojektowana zieleń mogła pełnić określone funkcje, należy określić kryteria, jakie dobierane rośliny powinny spełniać. W pierwszej kolejności należy zapewnić odpowiednie podłoże, gdzie poza wierzchnią warstwą ziemi urodzajnej wprowadza się podbudowę o charakterze substratu glebowego o funkcji konstrukcyjnej i biologicznej. W czasie pielęgnacji ważne jest systematyczne dostarczanie odpowiedniej ilości wilgoci, zwłaszcza w trakcie letnich upałów [4-6].

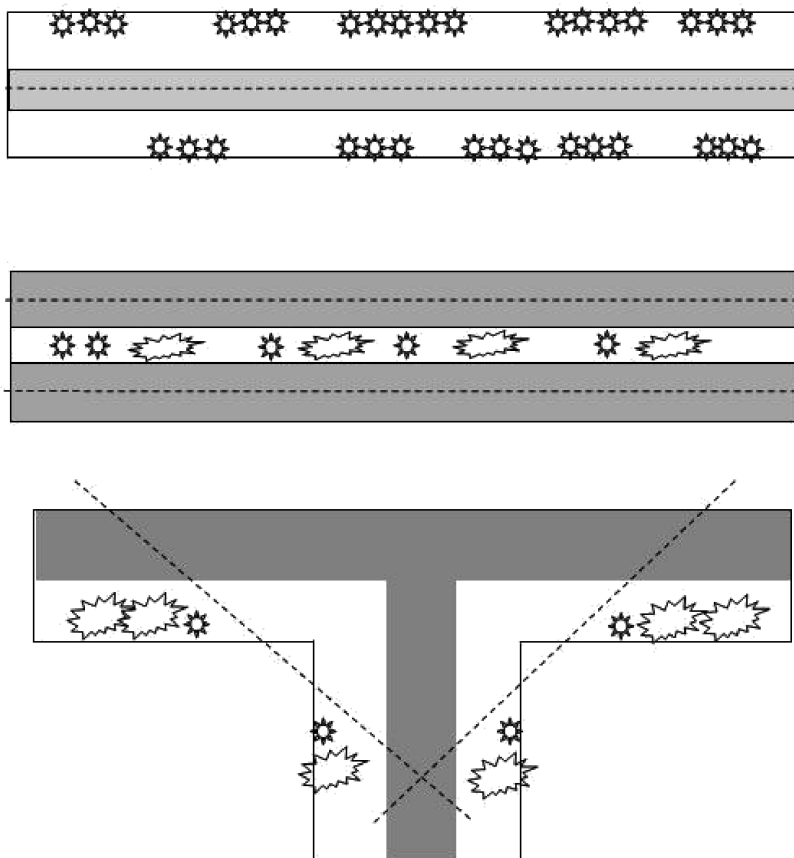


II. 1. Zalecane rozmieszczenie zieleni wysokiej na łukach (oprac. własne na podstawie 1, 10)

III. 1. Recommended distribution of high greenery on curves

Roślinność, jaką dobieramy do nasadzeń, może być niska, średnia i wysoka. Pasy zieleni, stanowiące bariery przeciwdźwiękowe czy przeciwwiatrowe, powinny być zaprojektowane z wysokiej zieleni, a w bezpośrednim sąsiedztwie pasów ruchu i skrzyżowań roślinność powinna być niższa, aby zapewnić dobrą widoczność kierowcom. Wyjątkowo istotne jest rozmieszczenie zieleni po wewnętrznej i zewnętrznej stronie łuku drogi (il. 1).

Inaczej kształtuje się zielen na pasach zieleni rozgraniczających pasy ruchu, w pobliżu skrzyżowań i na rondach. Nie może być ona zbyt wysoka, ale powinna stanowić barierę przeciwolśnieniową. Przykładowe rozmieszczenie zieleni wysokiej i niskiej wzdłuż ulic oraz na skrzyżowaniu przedstawiają schematy na il. 2.



- II. 2. Zalecenia dotyczące rozmieszczenia zieleni wysokiej wzdłuż ulic i na skrzyżowaniach z uwzględnieniem widoczności (oprac. własne na podstawie 1, 10)
- III. 2. Recommendations for the deployment of high greenery along the streets and at intersections including the visibility

Ze względu na zróżnicowane funkcje zieleni przyulicznej oraz warunki, jakie możemy stworzyć dla ich rozwoju, w sąsiedztwie ruchu ulicznego rośliny dobierane do nasadzeń powinny spełniać wiele kryteriów. Są one bardzo różnorodne i w sposób

bezpośredni trudno określić, które z nich mają znaczenie kluczowe. Dlatego też w wielu przypadkach dobrze jest wykorzystać metody wspomaganie procesów decyzyjnych. Jedną z nich, dającą możliwość rozpatrzenia różnorodnych kryteriów, jest metoda analizy hierarchicznej (metoda AHP).

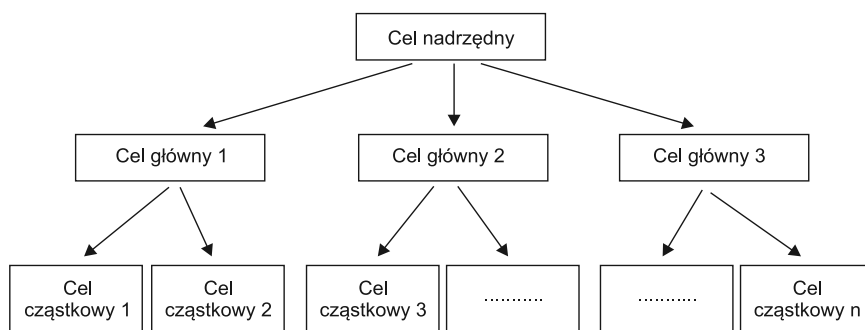
### 3. CHARAKTERYSTYKA METODY AHP

Analytic Hierarchy Process (AHP) jest jedną z metod analizy wielokryterialnej, opracowaną przez prof. T.L. Saaty'ego w latach 70. XX w. Do dnia dzisiejszego doczekała się wielu opracowań [7, 8], dlatego w artykule jej charakterystykę ograniczono jedynie do podstaw. Metoda AHP została opracowana przede wszystkim do wspomaganie procesu decyzyjnego przy wyborze wariantów, z uwzględnieniem kryteriów opracowanych na różnych poziomach analizy problemu. Pozwala ona na stworzenie wielopoziomowego, hierarchicznego modelu decyzji, z uwzględnieniem czynników trudno mierzalnych. Metoda została szeroko zweryfikowana w wielu zróżnicowanych zastosowaniach, poczynając od zagadnień militarnych przez polityczne, społeczne i ekonomiczne oraz techniczne. Pozwala między innymi na analizę kryteriów, których spełnienie w różnym stopniu umożliwia osiągnięcie celu. Stopień spełnienia celu głównego przez wariant decyzyjny (odpowiednio dobraną zielen) jest określony przez stopień spełnienia kryteriów cząstkowych. Dekompozycja problemu ułatwia dokonanie oceny i to stanowi istotę metody AHP. W metodzie do rozwiązania problemu prowadzą trzy etapy (kroki), połączone w zintegrowany i logiczny ciąg:

1. Przedstawienie struktury problemu i stworzenie modelu hierarchicznego,
2. Ocena kryteriów przez zastosowanie 9-punktowej skali ocen porównań parami,
3. Ocena i uporządkowanie kryteriów przez wyznaczenie priorytetów (wag), z uwzględnieniem analizy zgodności i wrażliwości rozwiązań.

W przedstawionej (il. 3) strukturze hierarchicznej wyróżniamy:

- cel nadrzędny (poziom 1), polegający na zrealizowaniu zaplanowanego przedsięwzięcia (w tym przypadku realizacja odpowiednio dobranej zieleni przyulicznej);
- cele główne – opisują główne kryteria związane z realizacją celu, wymagane do spełnienia (np. kryteria techniczne, ekonomiczne, środowiskowe itp.);
- cele cząstkowe są definiowane w węższym zakresie w ramach celu głównego, pozwalają uściślić wymagania oraz lepiej zrozumieć cel główny.



II. 3. Struktura hierarchiczna problemu [7-9]

III. 3. Hierarchical structure of the problem [7-9]

Przy stosowaniu metody należy pamiętać, że należy ograniczyć do kilku liczbę porównywanych na tym samym poziomie kryteriów oraz założyć ich porównywalność, co daje możliwość zbudowania spójnej macierzy porównań. Należy również uwzględnić pewne uproszczenia w modelowaniu analizowanego problemu oraz współpracę z ekspertami lub przeprowadzenie badań ankietowych. W toku postępowania porównuje się parami wszystkie kryteria na badanym poziomie, ustalając ich wzajemne relacje, decydując, które i w jakim stopniu jest bardziej istotne przy realizacji danego przedsięwzięcia. Oceny dokonuje się, stosując skalę ocen opracowaną przez prof. Saatiego [7, 8] i przedstawioną w postaci tabelarycznej (tab. 1).

Tabela 1

Skala ocen porównywanych parami kryteriów [wg 7, 8]

Wartość	Określenie
9	Przewaga jednego czynnika nad drugim jest absolutna i potwierdzona w najwyższym stopniu
7	Jeden czynnik jest bardzo silnie przedkładany nad drugi i praktyka potwierdza tę przewagę
5	Silnie jest preferowany jeden czynnik nad drugi
3	Nieznacznie jest preferowany jeden czynnik nad drugi
1	Oba czynniki w jednakowym stopniu przyczyniają się do osiągnięcia celu
2, 4, 6, 8	Wartości pośrednie, stosowane tylko w razie konieczności

Liczba par tworzących macierz i poddawanych analizie zależy od ilości zdefiniowanych kryteriów (tab. 2).

$$\text{Ilość powiązań } a_{ij} = \frac{n(n-1)}{2} \quad (1)$$

Kolejnym etapem jest tworzenie macierzy porównań A, w której umieszcza się wartości określone podczas oceny kryteriów.

$$a_{ij} = 1 \quad \text{dla } i = j \quad (2)$$

elementy  $a_{ij}$  są odwrotnością elementów  $a_{ji}$ . Ze względów logicznych wszystkie  $a_{ij} > 0$ . Po określeniu preferencji ( $a_{ij}$ ) możemy obliczyć elementy  $a_{ji}$

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (3)$$

Teraz możemy zbudować macierz preferencji. Poniżej przedstawiono macierz zbudowaną dla 4 kryteriów.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} = 1 & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} = \frac{1}{a_{12}} & a_{22} = 1 & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} = \frac{1}{a_{13}} & a_{32} = \frac{1}{a_{23}} & a_{33} = 1 & a_{34} \\ a_{41} = \frac{1}{a_{14}} & a_{42} = \frac{1}{a_{24}} & a_{43} = \frac{1}{a_{34}} & a_{44} = 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

W tym przypadku dla liczby kryteriów = 4 ilość powiązań  $n = 6$ .

Literatura [7-9] podaje formuły obliczeń w kolejnych krokach prowadzących do obliczenia wartości wskaźnika priorytetu.

Są to:

Obliczenie wartości macierzy znormalizowanej:

$$\bar{w}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (5)$$

Ustalenie wartości wektora priorytetów cząstkowych:

$$\bar{w}_i = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij} \quad (6)$$

gdzie:

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij}}{n} \quad i, j = 1 \dots n \quad (7)$$

Aby sprawdzić prawidłowość postępowania:

– wyznaczamy maksymalną wartość własną macierzy:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{w_i} \sum_{i=1}^n a_{ij} w_j \quad (8)$$

– współczynnika niespójności:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (9)$$

- wskaźnik niespójności (C.R.):

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (10)$$

gdzie:

C.R. powinno osiągnąć wartość < 10%,

R.I. – indeks losowej zgodności, którego wartość jest zależna od liczby „n” porównywanych elementów (tab. 2).

Tabela 2

Wartości indeksu losowej zgodności (R.I.) [7, 8]

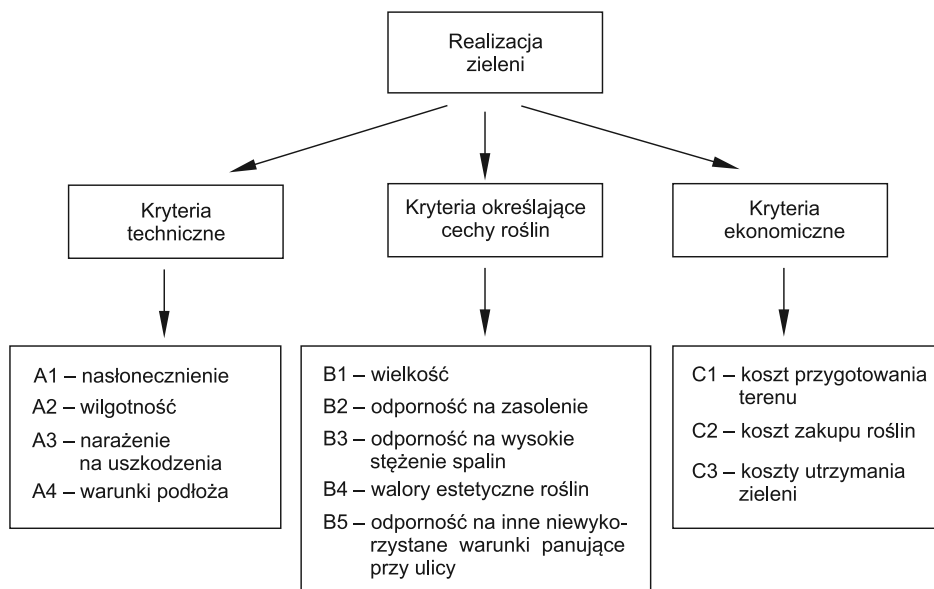
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

#### 4. IDENTYFIKACJA PROBLEMU DECYZYJNEGO

W rozpatrywanym przykładzie mamy do czynienia z właściwym doбором roślin. Aby wykorzystać zaproponowaną metodę, konieczne jest określenie i opisanie kryteriów doboru roślin do konkretnych warunków. W celu ustalenia, jakie cechy są najważniejsze, wymagane jest zasięgnięcie opinii ekspertów. W rozpatrywanym przypadku zdefiniowano następujące kryteria i podkryteria:

- [A] Techniczne (wynikające z warunków, w których ma być nasadzona zielen)
  - A1 – nasłonecznienie (określone w skali punktowej w zależności od czasu ekspozycji, np. w ciągu doby, tygodnia)
  - A2 – wilgotność podłoża
  - A3 – narażenie na uszkodzenia
  - A4 – warunki podłoża (mięszczość warstwy gleby, przepuszczalność podłoża)
- [B] Kryteria określające cechy roślin (gwarantuje spełnienie określonych funkcji)
  - B1 – wielkość dorosłej rośliny (wysokość, średnica korony)
  - B2 – odporność na zasolenie
  - B3 – odporność na wysokie stężenie spalin
  - B4 – walory estetyczne roślin
  - B5 – odporność na inne niekorzystne warunki panujące przy ulicy (deptanie, koła samochodów, zabiegi związane z utrzymaniem dróg)
- [C] Ekonomiczne (analiza ekonomiczna inwestycji)
  - C1 – koszt przygotowania terenu
  - C2 – koszt zakupu roślin
  - C3 – koszty utrzymania zieleni

Struktura rozpatrywanego problemu została przedstawiona na il. 4.



Il. 4. Struktura rozpatrywanego zagadnienia (oprac. własne na podstawie 7,8)

III. 4. The structure of the problem under consideration



## 5. HIERARCHIZACJA WARIANTÓW

Ostatnim etapem analizy kryteriów metodą AHP jest ustalenie, które z nich mają największe znaczenie w doborze roślinności. Hierarchizację przeprowadza się w następujących etapach:

1. obliczenie wartości wektora priorytetów (wzór 6 i 7) dla każdego z kryteriów nadrzędnych (głównych);
2. obliczenie wartości składowych wektora priorytetów cząstkowych, przyporządkowanych każdej grupie w ramach kryteriów głównych (wzór 6 i 7);
3. obliczenie ostatecznej wartości wektora priorytetów (wg wzoru nr) jako sumy iloczynów wartości składowych wektorów priorytetów odpowiednich kryteriów cząstkowych wobec kryteriów głównych i zestawienie ich według otrzymanych wartości.

Przykładowo wartości priorytetów (wagi) podkryteriów grupy A obliczamy wg wzoru:

$$w_j^A = \sum \bar{w}_i^K w_i^W \quad (11)$$

gdzie:

- $w_j^A$  – wartość ogólna priorytetu kryterium cząstkowego  $A_j$  względem kryterium  $A$ ,
- $w_i^K$  – wartość priorytetu kryterium cząstkowego w grupie podkryteriów,
- $w_i^W$  – wartość priorytetu kryterium głównego,

Określenie wartości priorytetów według przedstawionego schematu postępowania pozwala otrzymać w efekcie wartość priorytetu dla każdego z określonych wcześniej kryteriów, z jednoczesnym uwzględnieniem jego znaczenia zarówno w grupie kryteriów głównych, jak i podkryteriów.

## 6. PODSUMOWANIE

Rośliny wybierane do nasadzeń wzdłuż dróg muszą być odporne na niekorzystne warunki tam panujące. Zieleni stosowana do obsadzania ulic powinna bez problemów znosić ekstremalne warunki: okresowy brak wody, silne nasłonecznienie, koncentrację spalin samochodowych, a zimą mróz i zosolenie. Powinny być też łatwe w pielęgnacji (długotrwałe przebywanie wśród spalin zagraża zdrowiu pracowników, zatem lepiej, gdy roślinom na rondach i przy ruchliwych arteriach miejskich nie trzeba poświęcać wiele uwagi). Właściwy ich dobór może być wspomagany metodą przedstawioną w artykule.

## LITERATURA

- [1] BUGAŁA W., *Dobór gatunków do nasadzeń przyulicznych, materiały konferencyjne: Kształtowanie, pielęgnacja i ochrona miejskich terenów rekreacyjnych*, Wrocław 2003, 47-52.
- [2] CZARNECKI S., STAWIŃSKA E., *Badanie wpływu zieleni na zmniejszenie hałasu w aglomeracjach miejskich. Wpływ zieleni na kształtowanie środowiska miejskiego*, Warszawa 1984, 104-125.
- [3] KAWOŃ K., ŻMUDA S., *Rola zieleni w kształtowaniu środowiska człowieka regionów przemysłowo-miejskich. Studia nad ekonomiką regionu*, T. 8, Katowice 1977, 181-120.

- [4] *Roadside Infrastructure for Safer European Roads, European Best Practice for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads*, RISER 2005, Göteborg 2005.
- [5] ROSŁON-SZERYŃSKA E., *Zieleń przy drogach i ulicach*, Warszawa 2007.
- [6] ROSŁON-SZERYŃSKA E., *Opracowanie metody oceny zagrożenia powodowanego przez drzewa o osłabionej statyce*, maszynopis, Warszawa 2006.
- [7] SAATY T.L., *The analytic hierarchy process, planning, priority, setting, resource allocation*, New York 1980.
- [8] SAATY T.L., *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*, Pittsburgh 1994.
- [9] ŠELIH J., KNE A., SRDIĆ A., ŽURA M., *Multiple-criteria decision support system in highway infrastructure management*, „Transport” 23(4), 2008.
- [10] SZCZEPANOWSKA H.B., *Kierunki projektowania architektonicznego: problemy inwestycji drogowych dla zwiększenia bezpieczeństwa*, materiały konferencyjne: Zieleń miejska – naturalne bogactwo miasta, Toruń, 21-36.
- [11] WÓJCICKA I., *Uciążliwości klimatu miast i możliwości jego poprawy za pomocą roślinności*, Warszawa 1971.