

# Alegerea traseelor la drumuri forestiere folosind optimizarea multicriterială

Dan ZAROJANU

## 1. Introducere

Alegerea traseului unui drum forestier este un proces complex care implică luarea în considerare a unui număr mare de criterii, apărând astfel necesitatea unei optimizări multicriteriale.

Optimizarea multicriterială este un procedeu de alegere a celei mai bune variante, folosit în situațiile complexe în care alegerea soluției potrivite devine dificilă.

Optimizarea multicriterială presupune folosirea uneia sau mai multor metode de decizii *multiatribut*.

Prin *atribut* se înțelege un mijloc de evaluare a unei variante în funcție de caracteristicile sale.

*Varianta optimă* este cea mai bună variantă aleasă în raport cu toate *criteriile*. În cazul nostru, prin folosirea metodelor de decizii multiatribut, fiecare variantă de traseu va fi caracterizată în funcție de criteriile luate în considerare.

Exemple de caracteristici ale traseelor rutiere ce se pot constitui în criterii: *lungimea traseului, lungimile curbilor, raza medie a curbilor, declivitatea medie a traseului, distanța de vizibilitate, lățimea platformei* etc.

Metodele de decizii multiatribut au ca punct de plecare alcătuirea unei matrici - *matricea consecințelor*. Matricea consecințelor are drept linii variantele și drept coloane criteriile. Cu ajutorul acestei matrici se poate face o ordonare a variantelor de la cea mai bună la cea mai slabă în raport cu toate criteriile. Importanța criteriilor poate fi evaluată prin *coeficienți de importanță*. Importanța criteriilor poate fi analizată prin *modelarea* proceselor de optimizare. Există *modele necompensatoare* și *modele compensatoare*.

Modele necompensatoare: Nu există compensare între criterii; un avantaj într-un criteriu nu este compensat de un dezavantaj în alt criteriu.

Modele compensatoare: Un dezavantaj într-un criteriu este compensat de avantaje în alte criterii. Modelele compensatoare pot fi: *tip performanță* (se urmărește a se găsi varianta cea mai performantă), *tip compromis* (se urmărește a se găsi varianta cea mai apropiată de cea ideală), *tip concordantă* (ordonează preferința în funcție de o măsură de concordantă).

Există numeroase metode de decizii multiatribut : metoda *Hurwitz* - a prudenței maxime, metoda *Maximax* - a optimismului maxim, metoda *TOPSIS* (Technique for Order Preference by Similarity Ideal Solution) - a variantei optime

în funcție de *distanța minimă* față de soluția ideală, metoda *Onicescu* - a criteriilor echiimportante, metoda *Laplace – Bayes*, metoda *Maximin* etc.

În acest articol vom prezenta aplicarea metodelor *Maximax* și *Maximin*. Deoarece scopul acestui articol este acela de a prezenta aplicarea optimizării multicriteriale și nu epuizarea situațiilor care se pot ivi în alegerea traseelor drumurilor forestiere, se vor trata, cu caracter de studiu de caz, doar unele criterii dintre cele posibile.

## 2. Alcătuirea matricei consecințelor

Să presupunem două variante de traseu care se compară între ele. Se începe prin definirea criteriilor. Acestea sunt destul de multe dar, pentru exemplificare, s-au ales numai șase dintre ele.

### 2.1. Datele problemei

În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile celor două variante.

**Tabel 1. Datele problemei**

**Table 1. Problem data**

Varianta I-a (V1)					Varianta a II-a (V2)				
Lungime traseu: 1024,02m					Lungime traseu: 1089,14m				
Linia călăuză: 846,11m					Linia călăuză: 846,11m				
Raze curbe: 303; 441; 511; 317 m					Raze curbe: 447; 315; 326; 528 m				
Lungime totală curbe: 625,86 m					Lungime totală curbe: 707,85 m				
Pas proiectare [m]	250,89	135,13	373,98	264,02	Pas proiectare [m]	272,18	169,26	409,31	238,39
Decliv [%]	4,6	1,6	1,8	4,4	Decliv [%]	2,5	3,2	2,6	3,0
Volum rambleu			Volum debleu		Volum rambleu			Volum debleu	
7824 m <sup>3</sup>			11067 m <sup>3</sup>		8012 m <sup>3</sup>			10909 m <sup>3</sup>	

Criteriile alese sunt:

*C1* – Lungimea traseului;

*C2* – Coeficient de alungire a traseului ( $L_{\text{traseu}}/L_{\text{linie călăuză}}$ );

*C3* – Raza medie a curbelor;

*C4* – Lungime totală curbe/Lungime traseu;

*C5* – Declivitatea medie ponderată:

$$(d_m = \frac{\sum l_{pi} \cdot d_i}{\sum l_{pi}}), \quad (1)$$

în care

$l_p$  este pasul de proiectare,

$d_i$  este declivitatea exprimată sub forma tangentei trigonometrice a unghiului de înclinare

*C6* – Volumul de terasamente necompensate (excedente);

**Tabel 2. Forma matricei consecințelor****Table 2. Consequences matrix shape**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
V1	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>13</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>15</sub>	a <sub>16</sub>
V2	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	a <sub>23</sub>	a <sub>24</sub>	a <sub>25</sub>	a <sub>26</sub>

Notă: Criteriile nu se ponderează

**Tabel 3. Matricea consecințelor****Table 3. Consequences matrix**

	C <sub>1</sub> [m]	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> [m]	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub> [m <sup>3</sup> ]
V1	1024	1,21	393	0,61	0,031(3,1%)	3243
V2	1089	1,28	404	0,65	0,027(2,7%)	2897

## 2.2 Normalizarea matricei consecințelor

Deoarece elementele matricei nu sunt omogene, este necesară normalizarea matricei (omogenizarea datelor), obținându-se astfel valori între 0 și 1, care se pot compara. Se poate face o *normalizare vectorială* sau o *normalizare prin transformări liniare*.

Se va folosi normalizarea vectorială pentru care se utilizează relația:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\left( \sum_1^m a_{ij}^2 \right)^{\frac{1}{2}}}, \quad (2)$$

în care:

$r_{ij}$  reprezintă elementele matricei normalizate (tabel 4);

$i$  reprezintă varianta;

$j$  reprezintă criteriul

**Tabel 4 Matricea normalizată****Table 4 The normalized matrix**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
V1	0,69	0,69	0,70	0,69	0,76	0,75
V2	0,73	0,73	0,72	0,73	0,54	0,67

## 3. Aplicarea metodelor *Maximin* și *Maximax*

**MAXIMIN:** se alege cea mai bună (mare) valoare atunci când se compară cele mai mici valori din matricea normalizată.  $\Leftrightarrow \max_i \min_j (r_{ij})$ :

V1=0,69; V2=0,54  $\Rightarrow$  Se preferă varianta V1, deoarece V1>V2.

**MAXIMAX:** se alege cea mai mare valoare comparând cele mai mari valori ale criteriilor din fiecare variantă  $\Leftrightarrow \max_i \max_j (r_{ij})$ :

V1=0,76; V2=0,73  $\Rightarrow$  Se preferă varianta V1 deoarece V1>V2.

Se preferă, în final, prima variantă de traseu deoarece a fost aleasă în ambele metode.

## Bibliografie

Andrașiu, M., ș.a. *Metode de decizii multicriteriale*, Ed. Tehnică, București, 1986  
Bereziuc, R., *Drumuri forestiere*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1981  
Zarojanu, H., Popovici, D. *Drumuri. Trasee*, Casa de editură Venus, Iași, 1999

## Abstract

### The choice of forest road routings using multicriteria analysis

This work presents how to make in use the *Maximin* and *Maximax* principles in the choice of forest road routings. The exposure uses an example of two routing versions comparison.

**Keywords:** forest road routings, multicriteria analysis, consequences matrix

---

Conf. dr. ing. Dan ZAROJANU,  
Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava  
Facultatea de Silvicultură,  
[zarojanu@usv.ro](mailto:zarojanu@usv.ro)