



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

STABILIREA POLUĂRII SONORE ÎN MUNICIPIUL ORADEA PRIN TEHNICA FUZZY

Mariana ARGHIR, Sorin Constantin MACOVESCU

ESTABLISHING OF NOISE POLLUTION IN THE ORADEA MUNICIPALITY THROUGH FUZZY TECHNIQUE

This paper contains an application for the noise pollution study based on the fuzzy technique, applied to the Oradea municipality. This method was not at all used until this moment for the noise study from the another researchers, but this is a very good method because it is a non invasive method and can be applied with success for the noise pollution study. This aspect will be demonstrated in this paper.

Keywords: pollution sonoră, fuzzy technique, method non invasive
Cuvinte cheie: poluare sonoră, tehnica fuzzy, metoda neinvazivă

1. Considerații generale despre mulțimile Fuzzy

Noțiunea de *mulțime vagă* a fost introdusă din 1965 sub denumirea de *mulțime “fuzzy”*, care în traducere înseamnă *mulțime neclară, estompată* și se folosește cu sensul de *vag, imprecis*. Mulțimile fuzzy și în general conceptele fuzzy au apărut din necesitatea de a exprima cantitativ “vagal”, “imprecisul”. Deși există numeroase ramuri ale matematicii mai vechi decât teoria mulțimilor fuzzy [1], care se ocupă cu studiul proceselor de natură aleatoare: teoria probabilităților, statistica matematică, teoria informației și altele, nu se pot face substituții între acestea și teoria mulțimilor fuzzy.

Pornind de la concepția clasică cu privire la mulțime și element al unei mulțimi, se poate susține că noțiunea de *mulțime fuzzy* reprezintă o abordare dintr-un unghi diferit a conceptului de mulțime, mai precis, între apartenența unui element la o mulțime și nonapartenență există o serie de situații tranzitorii, de natură continuă, caracterizate de așa-numitele *grade de apartenență*.

Pentru descrierea fuzzy a unor fenomene și procese, aplicațiile $m_F(x)$ pot admite diferite exprimări analitice. Câteva dintre acestea sunt consacrate în aplicații datorită unor facilități legate de calculabilitate și ușurința implementării hardware/software.

2. Tehnica Fuzzy în stabilirea impactului poluantului sonor asupra omului

Guvernul României prin Ordinul nr. 678/2006, a adoptat metodele de calcul a indicatorilor de zgomot, pentru zgomotul provocat de traficul rutier, feroviar, aerian și de activitățile industriale, metode recomandate de Uniunea Europeană. De asemenea sunt prezentate liniile directoare privind realizarea hărților strategice de zgomot. În acest context se pune și problema estimării numărului de locuitori expuși la diferite nivele de zgomot. Nu este prezentată însă o metodă care să permită evaluarea impactului poluării sonore asupra rezidenților din zonele afectate.

În această idee se propune o metodă de evaluare a impactului poluării sonore asupra factorului uman, metodă care utilizează tehnici specifice mulțimilor fuzzy.

Mulțimile fuzzy oferă posibilitatea definirii unor sisteme decizionale de tip multiatribut care pot să ia în considerare mai mulți factori (criterii) a căror evaluare prezintă un înalt grad de incertitudine. În cazul nostru acești factori sunt: *intensitatea traficului și densitatea populației*. De asemenea există posibilitatea conectării acestora prin operatori specifici mulțimilor fuzzy, astfel încât ieșirea din sistemul decizional, *indicatorul de impact*, să reflecte influența cumulată a mărimilor de intrare [2].

2.1. Etapele de evaluare a impactului poluantului sonor specifică tehnicii fuzzy

Conform studiilor prezentate de către autorii prezentei lucrări în [1] și [2] se pot enumera etapele de evaluare a poluantului sonor prin aplicarea tehnicilor Fuzzy, care se pot considera în următoarea succesiune:

1. Stabilirea mărimilor de intrare (criteriilor) în raport cu care se va face determinarea Indicatorului de Impact (II)

Mărimile de intrare în raport cu care se face determinarea Indicatorului de Impact sunt: *Intensitatea Traficului (IT)* și *Densitatea Populației (DP)*. Acestea formează mulțimea criteriilor de evaluare:

$$IN = \{IT DP\} \quad (1)$$

2. Definirea domeniului de valori pentru fiecare criteriu de evaluare

Fiecărei mărimi de intrare se asociază un domeniu de variație, în interiorul căruia se pot regăsi valorile specifice acesteia. Aceste domenii de valori vor fi:

$$\begin{aligned} IT : D_{IT} &= [L_{IT}^{inf}, L_{IT}^{sup}] \\ DP : D_{DP} &= [L_{DP}^{inf}, L_{DP}^{sup}] \end{aligned} \quad (2)$$

unde, L^{inf} , L^{sup} sunt limita inferioară respectiv limita superioară a domeniului de valori asociat fiecărei mărimi de intrare. Pentru municipiul Orasea s-a luat în considerare traficul și distribuția populației pe mai multe artere de circulație, care vor fi prezentate în studiu de caz.

3. Definirea variabilei lingvistice asociate fiecărei mărimi de intrare

4. Stabilire gradelor lingvistice asociate fiecărei variabile lingvistice

5. Definirea mărimii de ieșire din procesul decizional numită Indicator de Impact (II)

6. Stabilirea domeniului de valori al mărimii de ieșire

Domeniul de valori al mărimii de ieșire Indicator de Impact (II) este următorul:

$$II : D_{II} = [L_{II}^{inf}, L_{II}^{sup}] \quad (3)$$

7. Definirea variabilei lingvistice corespunzătoare mărimii de ieșire

8. Stabilire gradelor lingvistice asociate fiecărei variabile lingvistice corespunzătoare mărimii de ieșire

9. Stabilirea metodei de conectare a diverselor valori ale funcțiilor de apartenență.

Mașina de inferență

Mașina de inferență este formată dintr-un set de reguli de forma:

$$\text{DACĂ (premiza) ATUNCI (concluzia)} \quad (4)$$

Premiza – este o proprietatea constatată [1, 2] rezultată în urma conectării, prin proceduri specifice teoriei mulțimilor fuzzy, a diverselor grade lingvistice asociate variabilelor lingvistice corespunzătoare mărimilor de intrare. În cazul procedurii de decizie care urmează să fie descrisă s-a folosit conectorul ȘI [1, 2].

Concluzia – este proprietatea afirmată și va fi exprimată prin grade lingvistice asociate variabilelor lingvistice corespunzătoare mării de ieșire.

10. Stabilirea metodei de defuzzyficare

Prin defuzzyficare se înțelege operația de obținere a unei valori ferme ("crisp") a mării de ieșire, pe baza funcției de apartenență "rezultat" al inferențelor fuzzy [2]. Din multitudinea de metode de defuzzyficare existente [1, 2], se va utiliza metoda centrului de greutate, metoda cea mai aplicată în practică.

2.2. Sistemul de evaluare

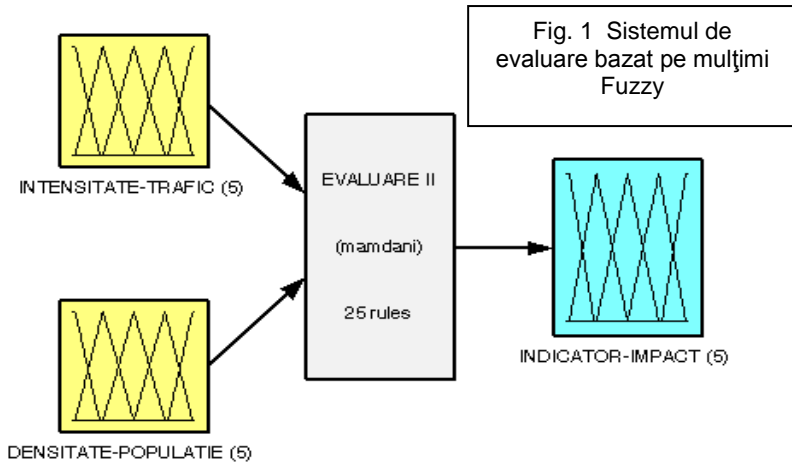
Sistemul de evaluare bazat pe mulțimi fuzzy, implementat în *Toobox Fuzzy Logic* din mediul de programare *Matlab*, este cel prezentat în figura 1. Mărimile de intrare sunt: *Intensitatea Traficului (IT)* și *Densitatea Populației (DP)*. Domeniile în care cele două mărimi iau valori sunt:

$$IT : D_{IT} = [0,4500] \quad (5)$$

$$DP : D_{DP} = [0,1000]$$

Variabilele lingvistice asociate celor două mărimi sunt *Intensitatea Traficului (IT)* și *Densitatea Populației (DP)*. Variabila lingvistică *Intensitatea Traficului (IT)* are asociate următoarele grade lingvistice: *foarte mic* (fm); *mic* (m); *mediu* (Md); *intens* (I); *foarte intens* (FI). Variabila lingvistică *Densitate Populație (DP)* are asociate următoarele grade lingvistice: *foarte mică* (fm); *mică* (m); *medie* (Md); *mare* (M); *foarte mare* (FM).

Variabilei de ieșire *Indicator de Impact (II)* îi corespund gradele lingvistice și funcțiile de apartenență asociate fiecărui grad lingvistic. Grade lingvistice sunt: *foarte mic* (fm); *mic* (m); *mediu* (Md); *mare* (M); *foarte mare* (FM).



System EVALUARE II: 2 inputs, 1 outputs, 25 rules

Mărimile de intrare se găsesc în figura 2, iar mărimea de ieșire se găsește în figura 3, pentru care s-au folosit reprezentările triunghiulare, care se pretează perfect în acest studiu.

Motorul de inferență este compus din 25 de reguli de forma:

1. If (IntensitateTrafic is fm) and (DensitatePopulatie is fm) then (Impact is fm)
2. If (IntensitateTrafic is fm) and (DensitatePopulatie is m) then (Impact is fm)
3. If (IntensitateTrafic is fm) and (DensitatePopulatie is Md) then (Impact is m)
- .
- .
23. If (IntensitateTrafic is FI) and (DensitatePopulatie is Md) then (Impact is M)
24. If (IntensitateTrafic is FI) and (DensitatePopulatie is M) then (Impact is FM)
25. If (IntensitateTrafic is FI) and (DensitatePopulatie is FM) then (Impact is FM)

3. Studiu de caz

Pentru determinarea *Indicatorului de Impact (II)* în municipiul Oradea au fost alese 10 points în partea centrală a orașului Oradea, în care *Intensitatea Traficului* a fost realizată prin numărarea vehiculelor în fiecrae zi. De asemenea s-a stabilit *Densitatea Populației (rezidenții)* în punctele (zonele) analizate. Datele de intrare în sistemul de

evaluare sunt arătate în tabelul 1. Punctele selectate a fost cele mai aglomerate din oraș, pentru că municipalitatea din orașul Oradea desfășoară o foarte puternică activitati în vederea diminuării poluării sonore în zonele rezidențiale.

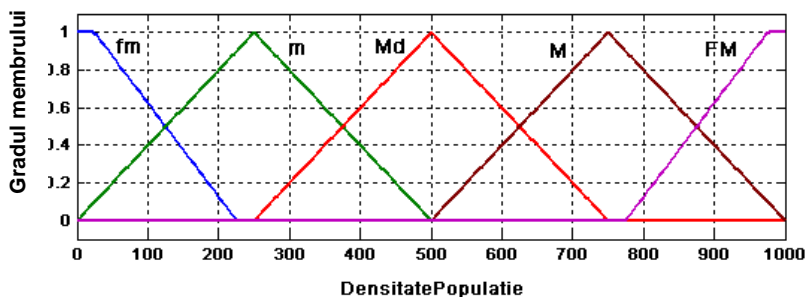
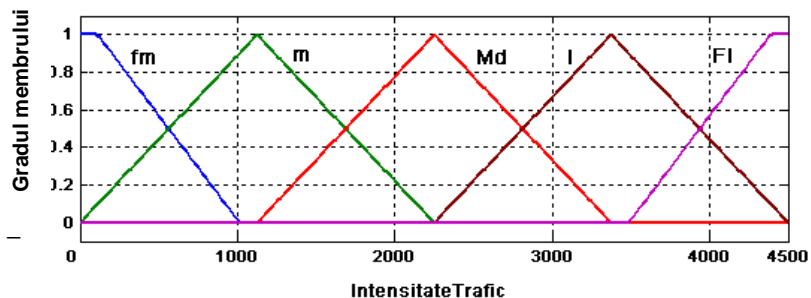


Fig. 2 Mărimi de intrare

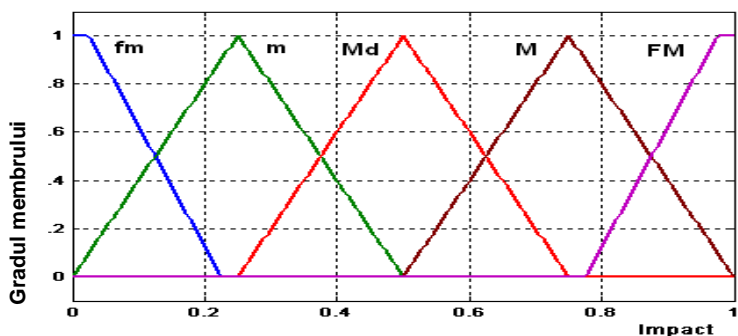


Fig. 3 Mărimea de ieșire

Se aplică sistemul de evaluare pentru cele zece seturi de intrări și se obțin valorile Indicatorului de Impact, care se prezintă în figura 4 și

reprezintă mărimea de ieșire din aplicarea mulțimii Fuzzy. Din analiza rezultatelor obținute, se constată că **Indicatorul de Impact** are valoarea maximă în punctul 1, care corespunde străzii Dacia.

Tabelul 1

Punct	Numele străzii	IT	DP
1	Dacia	4236	900
2	Pod Continental	3912	800
3	Calea Aradului	3100	850
4	Decebal	2928	950
5	Nufărului	2863	900
6	Cantemir Dimitrie	2586	850
7	Pod Decebal	2378	700
8	B-Dul Stefan Cel Mare	2252	800
9	Clujului	2132	500
10	1 Decembrie	1664	450

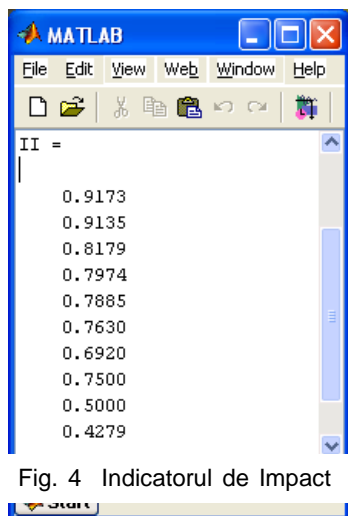


Fig. 4 Indicatorul de Impact

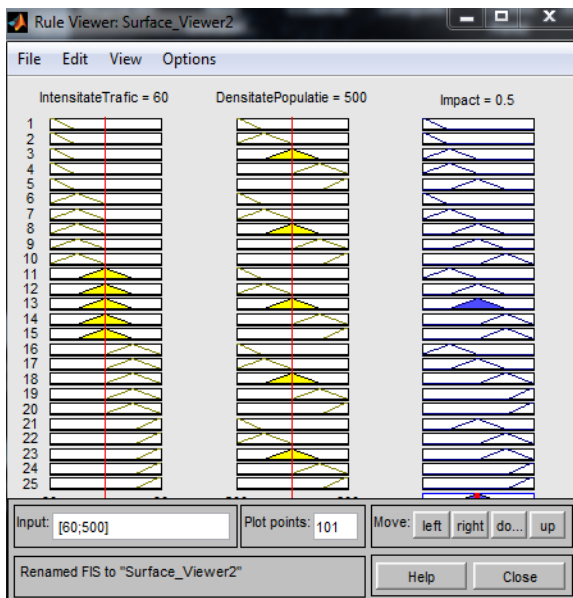
Figura 5 conține regulile de interferență pentru IT și DP. Observație: Datele sunt informative.

4. Concluzii

Utilizarea multimei fuzzy pentru studierea poluantului sonor cu impact asupra populației este o procedură nouă, dar deosebit de eficace în acest studiu, după cum rezultă și din cele prezentate mai sus.

1. Metoda propusă poate oferi informații utile factorilor de decizie în identificarea zonelor urbane cu înalt grad de poluare fonică și riscul ca acesta să afecteze populația.

2. Dezvoltările ulterioare ale metodei vor ține seama de „rafinarea” mărimilor de intrare: diferențierea tipului de trafic (greu, ușor), diferențierea populației (rezidenți, persoane aflate la locul de muncă). Acestea vor permite creșterea acurateții rezultatelor.



3. Metoda indicată în acest capitol este o metodă rapidă și foarte eficientă de a stabili modul în care poluarea sonoră afectează populația

Fig. 5
Reguli de interferență

dintr-o anumită zonă a municipității și a modului în care traficul mai intens sau mai puțin intens poate să contribuie la un disconform considerabil.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Arghir, Mariana, *Sound Pollution Evaluation Based on Fuzzy Techniques*, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics and Mechanics, Vol. 56, Issue I, pag. 7 – 12, ISSN 1221-5872, Ed. UTPres, Cluj-Napoca.
- [2] Arghir, Mariana, Macovecu, S.C., *A New Method for The Assessment of Noise Pollution in Urban Agglomerations*, International Conference GAMM 2013, Novi Sad, Serbia.

Prof. Dr. Ing. Mariana ARGHIR,
Conf. Dr. Ing. Sorin Constantin MACOVESCU
Catedra Mecanică și Programare, Facultatea de Construcții de Mașini,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
e-mail: mariananaarghir@yahoo.com,
telefon: 0264 401657
membri AGIR