

ADMINISTRAREA INTEGRATA A ZGOMOTULUI - HARTILE ACUSTICE

conf. univ. dr. Sorin ANGHEL¹⁾, fiz. drd. Amalia POPESCU²⁾,
prof. dr. ing. Carmen IONESCU GOLOVANOV³⁾, asist. univ. dr. Mircea BARBUCEANU¹⁾

¹⁾ Universitatea din Pitesti, Facultatea de Stiinte, ROMÂNIA

²⁾ BRML-Institutul National de Metrologie Bucuresti, ROMÂNIA

³⁾ Universitatea Politehnica Bucuresti, Facultatea de Electrotehnica, ROMÂNIA

Abstract

Noise represents a physical, mental and psychic population threat, because of the often exceed of allowed limits. Regional measurement of the acoustic pollution, with respect of the international requirements, is made by the acoustic map drawing up. The paper presents a short description of this one as well as an integrated plotting system, basically and experimentally performed by the authors.

1. INTRODUCERE

Poluarea sonora este o problema de o deosebita actualitate. Zgomotul reprezinta o amenintare fizica, mentala si psihica a populatiei, deoarece depaseste adesea limitele admisibile, stabilite prin standarde si norme pe plan national si international. Omul nu poate suporta zgomotele si vibratiile timp îndelungat, fara repercursiuni asupra sanatatii, si nici nu se poate imuniza contra acestora. Pe de alta parte, zgomotul ambiental este un subprodus inevitabil al activitatii umane contemporane.

Un efect advers al zgomotului este definit ca o schimbare în morfologia si fiziologia unui organism care duce la o slabire a capacitatii functionale, slabirea capacitatii de a compensa efectele stresului aditional sau cresterea sensibilitatii la efectele daunatoare ale altor influente ale mediului.

Ca efect principal, *scaderea auzului* reprezinta o crestere a pragului auditiv. Afectarea auzului datorita zgomotului indus de activitatile umane este prezentata în [10] unde se stabileste si metoda de calcul a scaderii auditive din cauza zgomotului la expunerea la zgomot continuu, intermitent sau în impulsuri în timpul orelor de lucru.

2. EXPUNEREA UMANA LA ZGOMOT SI MASURI DE PROTECTIE

Zgomotul intereseaza prin efectul produs sau surditatea pe care este susceptibil de a o induce, deci nu prin faptul ca el exista fizic, ci prin faptul ca el este percept. În problematica legata de senzatiile auditive, pragul de audibilitate variaza cu frecventa: dupa diagrama lui Fletcher; ca nivele de referinta: la 1 kHz, nivelul pragului este de cca. 0 dB, la 100 Hz de 24 dB, iar la 20 Hz ajunge la 70 dB.

Pornind de la aceasta atenuare în functie de frecventa pe care o introduce urechea umana si de la faptul ca ea nu este constanta si depinde si de nivelul semnalului, s-a încercat ca prin diferite tipuri de filtre sa se simuleze comportarea diferita a urechii umane la niveluri acustice slabe, medii si ridicate. Aceste filtrele au fost standardizate si se recunosc dupa initialele cu care au fost denumite, respectiv: A, B, C. Ceva mai târziu s-a introdus si reseaua D dedicata masurarilor la aeronave. Cea mai des utilizata dintre retele s-a dovedit a fi reseaua A, care simuleaza comportarea urechii la niveluri scazute.

Nivelul de zgomot masurat pe reseaua A se poate obtine cu un sonometru. Pentru evidentierea frecventelor care contribuie într-o masura mai importanta la nivelul de zgomot s-au creat filtre de banda îngusta, cele mai utilizate fiind cele cu latimea de banda de 1/1 si 1/3 octava. În felul acesta se pot caracteriza exact sursele de zgomot si evident se pot lua masuri de protectie adaptate la natura sursei de zgomot respective.

Datorita faptului ca zgomotul nu este continuu în timp si variaza regulat sau fluctuant, se pune problema determinarii nivelului continuu mediu, pe durata de observare, care ar aduce acelasi aport de energie. Acesta se numeste *nivel continuu echivalent de presiune acustica* [4,5] si este definit ca:

$$L_{eq} = L_{AeqT} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T (p_A(t) / p_o) dt \quad (1)$$

presiunea acustica obtinându-se folosind ponderarea în frecventa A.

În contextul programelor de conservare a audibilitatii, altfel spus a supravegherii evolutiei surditatii, s-a definit nivelul de expunere la zgomot (*Sound Exposure Level*) *SEL*:

$$SEL = L_{AE} = 10 \lg (1/t_o) \int_{t_1}^{t_2} (p_A(t) / p_o) dt \quad (2)$$

Pornind de la aceste considerente se poate calcula nivelul de expunere la zgomot pe durata orelor de munca si chiar doza de expunere, parametrii importanti din punct de vedere al protectiei muncii care determina strategia de abordare a acestei noxe la locul de munca (evaluarea expunerii, supravegherea audiometrica si interpretarea rezultatelor).

Directiva 2002/49/EC a Parlamentului European si a Consiliului CE referitoare la evaluarea si gestionarea zgomotului în mediul înconjurator prevede un indicator propriu; L_{DEN} reprezinta indicator de zgomot pentru gradul de stres produs de zgomot pe o perioada de 24 de ore;

$$L_{DEN} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{DAY}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{EVENING}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{NIGHT}+10}{10}} \right) \quad (3)$$

unde: L_{DAY} reprezinta nivelul zgomotului între orele 7 si 19, $L_{EVENING}$ între orele 19 si 23 si L_{NIGHT} între orele 23 si 7.

3. CALCULAREA PARAMETRILOR ZGOMOTULUI SI CARTOGRAFIERE

Calculul parametrilor descriși anterior în diferite puncte ale unei regiuni de interes se realizeaza atunci când exista limite stricte ale nivelului de zgomot impuse de catre autoritatile nationale sau internationale. Monitorizarea permanenta poate da indicatii cu privire la tendinta nivelului de zgomot si poate ajuta la crearea hartilor acustice. O *harta acustica* reprezinta prezentarea unei situatii deja existente sau deja previzionate în termenii indicatorilor de zgomot, indicând depasarile oricarei valori limita relevante, numarul persoanelor afectate într-o zona precizata sau numarul locuintelor expuse unor valori ale indicatorilor de zgomot. Hartile acustice cuprind:

- afisarea valorilor masurate în timpul supravegherilor pe timp scurt sau lung;
- afisarea valorilor masurate de statiile de monitorizare permanenta;
- calculul si validarea masuratorilor utilizând aplicatii software.

Nivelurile de zgomot la punctul de receptie pot fi calculate fara a fi masurate. Mai mult se poate calcula propagarea sunetului de la un punct de masura la altul. Cazurile în care se prefera varianta calcularii ca singura metoda ce poate fi aplicata sunt urmatoarele:

- Unde nivelurile de zgomot masurate sunt afectate de niveluri mari ale zgomotului de fond (ex.: zone industriale în vecinatatea unei sosele cu trafic intens);
- Unde se cere predictia nivelurilor în viitor;
- Unde trebuie comparate scenariii alternative de dezvoltare sau reducere a zgomotului;
- Unde trebuie create harti acustice;
- Unde este acces limitat la punctul de masurare.

Calcululele se efectueaza în acord cu algoritmi standard recunoscuti. Acestia sunt de obicei prezentati în standardele nationale sau aparținând diferitelor sectoare industriale si, cel mai adesea, depind de tipul sursei.

Planificarea acustica globala sau strategica încearca sa previna problemele ce apar si sa optimizeze utilizarea resurselor limitate prin cartografierea si administrarea mediului acustic al unei zone întinse cum este un oras sau aeroport.

4. SISTEM MODULAR DE ADMINISTRARE INTEGRATA A ZGOMOTULUI

În urma unor studii îndelungate si în acord cu practica internationala, am conceput si realizat un sistem complet de administrare integrata a zgomotului pentru un oras cu aproximativ 1 milion de locuitori; acesta va avea câteva statii permanente de monitorizare, câteva statii mobile si un numar de sonometre ce pot fi utilizate independent. La acestea se adauga o aplicatie software de administrare si o aplicatie software de predictie.

Sistemul nostru poate acoperi mare parte (daca nu complet) din sarcinile actuale ale responsabilului cu problemele de zgomot - realizând si actualizând cartografierea acustica, evaluarea reclamatiiilor, planificarea strategica - totul mai simplu si mai ieftin. Datele astfel obtinute, stocate sub forma digitizata a unor baze de date pentru zgomot pot fi cu usurinta combinate cu poluarea chimica a aerului.

Sistemul poate îmbunatati relatiile cu publicul (prin publicarea hartilor acustice si a nivelurilor prin Internet, panouri, publicatii periodice).

Prin cartografierea acustica (conform *Directivelor UE*) unii parametrii necesita medieri pe termen lung si pot fi obtinuti fie prin monitorizare de lunga durata (statii fixe) si prin predictie. Cartografierea bazata pe masurare necesita microfoane speciale de exterior montate în instalatii specializate ce pot înregistra zgomotul pe perioade lungi de timp.

Cartografierea bazata pe predictia nivelurilor conform unor algoritmi empirici de obicei necesita cunoasterea valorilor de putere acustica pe care le emit diferitele surse din trafic, industrie, date meteo, etc. În toate cazurile, orice astfel de parametru bazat pe predictie trebuie validat prin masurari.

5. AVANTAJE OFERITE DE HARTILE ACUSTICE ÎN MEDIUL URBAN

Principalele avantaje pe care le ofera realizarea hartilor acustice diferiteiate în functie de stadiul existent si cel preconizat al dezvoltarii urbanistice sunt urmatoarele:

1. *Dezvoltarea de noi zone rezidentiale* - stabilirea amplasamentelor va tine seama si de nivelului de zgomot al vecinatatiilor. Se poate simula anterior demersurilor de construire efectul aparitiei acestei zone din punct de vedere al acusticii.
2. *Pentru zonele urbane deja existente* - realizarea hartii acustice permite informarea populatiei (a tuturor celor interesati) asupra nivelurilor de zgomot în zonele de interes (prin intermediul Internet, panouri electronice locale, publicatii periodice, etc.). Aceasta reprezinta o alta cerinta a legislatiei europene. Cunoasterea acestor parametri are implicatii în stabilirea cât mai corecta a pretului terenurilor sau constructiilor.

3. *Zonele de recreere* - amplasarea acestora poate fi facuta tinându-se cont de datele oferite de harta acustica si îndeplinesc o dubla menire: sa fie intr-adevar zone de liniste, dar în acelasi timp sa contribuie la diminuarea nivelului global de zgomot (perdele de copaci, zone verzi, etc.).
4. *Trafic* - cunoasterea hartii acustice, bazata de altfel pe studiul de trafic, permite stabilirea de concluzii privind zonele cele mai intens populate, precum si simularea efectelor diferitelor metode de diminuare ce nu pot fi implementate, alegându-se metoda optima:
 - Redirectionarea traficului pentru obtinerea unei distributii uniforme din punct de vedere al emisiei de zgomot, stabilirea de sensuri unice, sincronizarea între semafoare pentru stabilirea unei verzi, restrictii de viteza, etc.;
 - Interzicerea circulatiei unor categorii de autovehicule în intervale orare puternic poluate acustic.

6. REZULTATE EXPERIMENTALE

Ca aplicatie este prezentata harta acustica a unei zone rezidentiale din Bucuresti. Codul culorilor este prezentat în legenda figurii.



Legenda culorilor, in ordinea descrescatoare a nivelului de zgomot:

- *mov* (nivelul de zgomot cel mai ridicat - artera principala de trafic);
- *rosu* (nivel de zgomot mai scazut - artere cu trafic mai putin intens);
- *oranj*;
- *galben*;
- *verde deschis*;
- *verde*;
- *verde inchis* (zona de liniste, aprox. 35 dB).

Bibliografie

- [1] *** Environmental Noise, 2001, Bruel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S
- [2] *** DIRECTIVA 2000/14/CE a Parlamentului European si a Consiliului CE privind armonizarea legislatiilor statelor membre referitoare la emisiile sonore în mediul exterior ale echipamentelor utilizate în exteriorul constructiilor
- [3] *** DIRECTIVA 2002/49/CE a Parlamentului European si a Consiliului CE referitoare la evaluarea si gestionarea zgomotului în mediul înconjurator
- [4] CLAIRBOIS, J. P.; HOUTAVE, P. - The level/time evolution of passing trains to evaluate the noise impact of T.G.V., Part 1,2: Mathematical development, Proc. INTER-NOISE '93, Leuven, Belgium
- [5] DAIGLE, G. A. - Report by the International Institute Noise Control Engineering Working Party on the Effectiveness of Noise Walls, Noise/News International, Volume 7, No 3, p.139-161, 1999
- [6] ISO 1996-3 (1987): Acoustics - Description and Measurement of Environmental Noise. Part 3: Application to noise limits
- [7] ISO 1999 (1990): Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimates of noise-induced hearing impairment
- [8] ISO 9613-2: Acoustics - Attenuation of Sound during propagation outdoors. Part 1, Part 2: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- [9] RASMUSSEN, K. B. - On the effect of terrain profile on sound propagation outdoors, J. Sound and Vibr. 98, 35-44, 1985

- conf. univ. dr. **Sorin ANGHEL**, Catedra de Chimie-Fizica a Facultatii de Stiinte, Universitatea din Pitesti, str. Târgul din Vale, nr. 1, 110040, ROMANIA, tel. 0248635442, fax 0248216448;
- asist. univ. dr. **Mircea BARBUCEANU**, Catedra de Chimie-Fizica a Facultatii de Stiinte, Universitatea din Pitesti, str. Târgul din Vale, nr. 1, 110040, ROMANIA, tel. 0248218477, fax 0248216448, e-mail mircea_barbuceanu@yahoo.com;
- fizician CPII **Amalia POPESCU**, BRML-Institutul National de Metrologie Bucuresti, Sos. Vitan Bârzesti nr. 11, 042122, ROMANIA, e-mail: amalia_popescu@yahoo.com;
- prof. univ. dr. ing. **Carmen IONESCU GOLOVANOV**, Facultatea de Electrotehnica, Universitatea Politehnica Bucuresti, România.