

**CLAUDIA MIRELA GABRIEL FLORIN  
TOMOZEI PANAINTE LAZĂR NEDEFF**

**Coordonator: VALENTIN NEDEFF**

**Seria: PROCEDEE ȘI TEHNICI DE PROTECȚIA  
MEDIULUI**

# **REDUCEREA POLUĂRII FONICE ÎN MEDIUL INDUSTRIAL**

Editura ALMA MATER BACĂU  
2014

## CUPRINS

INTRODUCERE .....	10
1. CARACTERIZAREA ZGOMOTULUI.....	12
1.1. Zgomotul ca sursă de poluare.....	12
1.2. Mărimi de zgomot .....	13
1.2.1. Presiunea acustică .....	13
1.2.2. Puterea acustică.....	15
1.2.3. Nivelul de tărie.....	16
1.2.4. Impedanța acustică .....	18
1.2.5. Intensitatea acustică .....	19
1.2.6. Energia acustică .....	22
1.2.7. Frecvența.....	23
1.2.8. Pragul de audibilitate .....	24
1.2.9. Pragul senzației dureroase.....	25
1.2.10. Infrasonetele.....	26
1.2.11. Ultrasunetele .....	26
2. REDUCEREA POLUĂRII FONICE ÎN MEDIILE INDUSTRIALE	30
2.1. Considerații generale asupra mediului industrial .....	30
2.2. Zgomotele industriale, generate de funcționarea utilajelor .....	33
2.2.1. Zgomotul mecanic .....	34
2.2.2. Zgomotul aerodinamic .....	34
2.2.3. Zgomotul structural.....	35
2.1.1.1. Zgomotul aerian .....	36
2.1.1.2. Zgomotul de impact.....	37
2.2.4. Zgomotul magnetic .....	38
2.3. Metodele de combatere a zgomotului.....	38
2.3.1. Combaterea zgomotului la sursă .....	40
2.3.1.1. Atenuatoarele de zgomot.....	41
2.3.1.1.1. Atenuatoarele active.....	42
2.3.1.1.2. Atenuatoarele de absorbție .....	43
2.3.1.1.3. Atenuatoarele reactive .....	44
2.3.1.2. Tratarea zgomotului la sursă.....	45
2.3.2. Combaterea zgomotului pe căile de propagare .....	48
2.3.2.1. Materiale fonoabsorbante.....	49
2.3.2.2. Structuri fonoabsorbante .....	53
2.3.2.3. Izolarea acustică prin carcasare.....	57

---

## Cuprins

---

2.3.2.4. Izolarea acustică prin ecrane acustice .....	59
2.3.2.5. Corecția acustică a încăperilor .....	61
2.3.2.6. Insonorizarea încăperilor industriale.....	62
2.3.2.7. Tratarea zgomotului pe căile de propagare .....	65
2.3.3. Combaterea zgomotului la receptor .....	66
2.3.3.1. Posibilități de reducere a poluării fonice referitoare la factorul uman .....	67
2.3.3.2. Efectele negative ale zgomotului asupra factorului uman ...	69
2.3.3.3. Tratarea zgomotului la receptor .....	70
3. PROCEDEE ȘI TEHNICI DE TRATARE A ZGOMOTULUI .....	72
3.1. Diminuarea zgomotului aerian în clădiri .....	74
3.1.1. Măsurarea capacității de izolare la zgomotul aerian .....	74
3.1.2. Diminuarea zgomotului aerian structural.....	78
3.1.2.1. Măsurarea capacității de izolare la zgomotul de impact .....	78
3.1.3. Tratarea zgomotului în incinte industriale .....	80
3.1.3.1. Criterii industriale de zgomot .....	82
3.1.3.2. Incinte industriale mici.....	83
3.1.3.3. Incinte industriale mari .....	85
4. BAZELE TEORETICE PRIVIND TRANSMITEREA ZGOMOTULUI.....	89
4.1. Considerații generale privind transmiterea zgomotului .....	89
4.2. Unde plane progresive .....	92
4.2.1. Viteza de propagare a undelor sonore.....	95
4.2.1.1. Viteza undelor acustice în solide .....	95
4.2.1.2. Viteza undelor acustice în lichide .....	96
4.2.1.3. Viteza sunetului în gaze .....	96
4.3. Undele sferice progresive.....	98
4.3.1. Scăderea energiei sunetului în raport cu distanța.....	100
4.4. Reflexia și refracția undelor sonore .....	101
4.4.1. Absorbția acustică (fonoabsorbția) .....	102
4.4.2. Reverberația .....	104
4.4.3. Transmiterea undelor acustice printr-un perete .....	105
4.4.3.1. Izolarea acustică cu ecran simplu.....	106
4.4.3.2. Propagarea undelor elastice printr-un ecran simplu.....	116
5. MODALITĂȚI DE MĂSURARE A ZGOMOTULUI AERIAN .....	123
5.1. Aparatură, instalații de măsurare și soft-uri de măsurare a zgomotului .....	123
5.1.1. Sonometrul.....	124
5.1.2. Analizorul portabil de zgomot .....	127
5.1.3. Stația portabilă de măsurare a zgomotului .....	128

---

## Cuprins

---

5.1.4. Stație de monitorizare fixă .....	129
5.1.5. Terminale de monitorizare a zgomotului .....	130
5.2. Sistem de achiziții și prelucrare date.....	131
5.2.1. Soft-ul de monitorizare a zgomotului și cartografiere IMMI Plus .....	134
5.2.2. Soft-ul ODEON de simulare acustică a interiorului clădirilor. ....	136
5.2.3. Soft-ul Cadna de predicție a nivelului de zgomot ambiental ...	137
5.3. Hărțile acustice.....	138
5.3.1. Tehnica de lucru pentru obținerea unei hărți de zgomot a unei incinte. Studiu de caz .....	142
6. REGLEMENTĂRI LEGISLATIVE PRIVIND EMISIILE DE ZGOMOT DIN INDUSTRIE .....	150
6.1. Normativul privind protecția la zgomot .....	153
6.2. Ordinul 678/1344/915/1397/2006 pentru aprobarea Ghidului privind metodele interimare de calcul a indicatorilor de zgomot pentru zgomotul produs de activitățile din zonele industriale, de traficul rutier, feroviar și aerian din vecinătatea porturilor .....	155
6.2.1. Influența condițiilor meteo asupra propagării zgomotului.....	156
6.2.2. Alți parametrii care influențează propagarea zgomotului .....	157
6.3. Ordinul 152/2008 pentru aprobarea valorilor limită corespunzătoare indicatorilor L <sub>sn</sub> și L <sub>noapte</sub> pentru zgomotul produs de traficul rutier, traficul feroviar, traficul aerian din vecinătatea porturilor și pentru zgomotul produs în zonele cu activități industriale .....	158
6.4. OM 720/2007 privind modificarea Ordinului ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 1.258/2005.....	160
6.5. OM 1830/2007 pentru aprobarea Ghidului privind realizarea, analizarea și evaluarea hărților strategice de zgomot.....	160
6.6. Hotărârea nr. 674 din 28 iunie 2007 pentru modificarea și completarea HG. nr. 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental.....	162
6.7. Directiva 2002/49/EC a Parlamentului european și a Consiliului din 25 iunie 2002 referitoare la Evaluarea și managementul zgomotului ambiental.....	162
6.8. Hotărârea nr. 493 din 12 aprilie 2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot .....	165
6.9. Hotărârea nr. 1756 din 06/12/2006 privind limitarea nivelului emisiilor de zgomot în mediu produs de echipamente destinate utilizării în exteriorul clădirilor .....	166

---

## Cuprins

7.	REDUCEREA POLUĂRII FONICE ÎN INDUSTRIE .....	168
	STUDIU DE CAZ.....	168
7.1.	Determinarea puterii sonore a unei surse de zgomot industrial .....	169
7.1.1.	Baza legislativă privind poluarea fonică în mediul industrial analizat .....	169
7.1.2.	Determinarea nivelului puterii sonore emisă de o sursă industrială conform standardului EN ISO 3746:2009 .....	169
7.1.3.	Tehnica de lucru.....	170
7.1.4.	Rezultate obținute și calculul nivelului puterii acustice pentru o sursă de zgomot.....	174
7.1.5.	Soluții de reducere a nivelului de zgomot într-o hală industrială .. .....	177
7.2.	Transmiterea zgomotului din interior către exterior.....	179
7.2.1.	Tehnica de lucru.....	179
7.2.2.	Rezultatele obținute și calculul privind transmiterea zgomotului din interior către exterior.....	184
7.2.3.	Rezultatele privind transmiterea zgomotului în exterior .....	186
7.3.	Nivelul presiunii acustice generate de o instalație de climatizare în interiorul unui amfiteatru .....	186
7.4.	Reducerea nivelului presiunii acustice în mediul industrial prin ecranarea surselor de zgomot.....	191
7.4.1.	Materialele și tehnica de lucru .....	192
7.4.2.	Rezultate și discuții .....	195
7.4.2.1.	Determinarea valorilor nivelului presiunii acustice de referință .....	195
7.4.2.2.	Determinarea nivelului de atenuare acustică folosind un ecran acustic .....	196
7.4.2.2.1.	Ecran acustic din OSB.....	196
7.4.2.2.2.	Ecran acustic din polistiren expandat.....	198
7.4.2.2.3.	Ecran acustic din gips carton.....	199
7.4.2.2.4.	Ecran acustic cu vată minerală .....	201
7.4.2.2.5.	Ecran acustic din material textil .....	203
7.4.2.2.6.	Ecran acustic din carton gofrat.....	205
7.4.3.	Modalități de reducere a nivelului de zgomot folosind un ecran acustic .....	207
8.	NOȚIUNI PRIVIND TRANSMITEREA SUNETULUI .....	208
8.1.	Propagarea sunetelor în spații deschise .....	209
8.2.	Propagarea sunetelor în spații închise .....	212
8.2.1.	Durata de reverberație.....	212
8.2.2.	Difuzitatea.....	213

## Cuprins

---

8.2.3. Neregularitatea de frecvență .....	214
8.2.4. Claritatea. Inteligibilitatea.....	214
8.3. Posibilități de reducere a nivelului de zgomot .....	215
8.3.1. Reducerea nivelului de zgomot prin atenuare.....	215
8.3.2. Reducerea nivelului de zgomot prin interferență.....	221
8.3.3. Reducerea nivelului de zgomot prin mascare .....	221
8.4. Aspecte practice legate de acustica incintelor .....	222
8.4.1. Tipuri de materiale folosite pentru atenuare fonică .....	222
8.4.2. Performanța acustică a unei incinte .....	226
8.4.2.1. Pereții .....	226
8.4.2.2. Podelele.....	229
8.4.2.3. Tavanele .....	231
8.4.2.4. Ferestrele .....	232
8.4.2.5. Ușile .....	235
RECOMANDĂRI CU PRIVIRE LA REDUCEREA POLUĂRII FONICE ÎN MEDIUL INDUSTRIAL.....	238
TERMINOLOGIE .....	249
BIBLIOGRAFIE.....	257