

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI  
INSTITUTUL POLITEHNIC " TRAIAN VUIA " TIMISOARA  
FACULTATEA DE MECANICA

Ing. VIOREL CRISAN

STUDIUL SI CERCETAREA SURSELOR POLUANTE  
DE ZGOMOT ALE MOTOARELOR CU ARDERE INTERNA  
DE PE VEHICULE SI IMPLICATIILE LOR IN TEHNICA  
CIRCULATIEI RUTIERE

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

Temă pentru obținerea titlului științific  
de doctor inginer

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC :  
Prof.dr.ing.VASILE BERINDEAN

- 1980 -

INSTITUTUL POLITEHNIC TIMISOARA	
Volumul	214/14
Data	10.11.80



**STUDIUL SI CERCETAREA SURSELOR POLUANTE  
DE ZGOMOT ALE MOTOARELOR CU ARDERE INTERNA DE  
PE VEHICULE SI IMPLICATIILE LOR IN TEHNICA  
CIRCULATIEI RUTIERE.**

**- R E Z U M A T -**

\*\*\*\*\*

Circulația rutieră, o caracteristică importantă a vieții din zilele noastre, are profunde implicații în viața și activitatea oamenilor, având efecte pozitive prin faptul că permite deplasări rapide și la distanțe mari, dar în același timp are și efecte negative cum este cel al poluării în domeniul sonor și infrasonor (audibil și neaudibil).

Cercetarea teoretică și experimentală efectuată are ca obiect evidențierea principalelor aspecte privind poluarea sonoră și infrasonoră în condițiile concrete de desfășurare a traficului rutier din țara noastră.

În lucrare sunt prezentate instalațiile originale concepute și aparatura folosită pentru efectuarea de experimentări în laborator și în condițiile traficului rutier de la noi din țară.

Pornind de la premisa că există o legătură între intensitatea traficului rutier și nivelul de zgomot pentru diferite distanțe față de fluxurile de circulație, prin corelare statistică-matematică, s-au pus în evidență relații care reflectă această legătură. Aceste relații prezintă o importanță deosebită, deoarece pe baza lor se pot întocmi hărți ale poluării sonore pentru traficul existent și cel de prognoză.

S-a scos în evidență existența infrasunetelor în cabinetele autovehiculelor și în imediata apropiere a acestora, caracterul nociv al infrasunetelor care constituie o nouă cauză tehnică în geneza accidentelor din trafic.

În cadrul tezei s-a studiat de asemenea problema proiectării arterelor de circulație din zone urbane, funcție de nivelul de zgomot admis în prognoza traficului, precum și cea privind organizarea și dirijarea circulației rutiere pentru realizarea triunghiului de condiții : fluentă maximă, siguranță maximă și

**poluare minimă.**

**Rezultatele obținute prin cercetări fundamentale și aplicative, își găsesc o aplicabilitate imediată în studiile, măsurile și lucrările ce se realizează prin dispozitivele de circulație din orașe, care trebuie să asigure fluentă și siguranță maximă a traficului rutier, concomitent cu soluțiile de poluare minimă.**



**L'ÉTUDE ET LA RECHERCHE DES SOURCES  
POLLUANTES DE BRUIT DES MOTEURS À COMBUSTION  
INTERNE DES VÉHICULES ET LEURS IMPLICATIONS  
DANS LA TECHNIQUE DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE.**

**- Résumé -**

La circulation routière, une caractéristique importante de la vie de nos jours, a de profondes implications dans la vie et l'activité des gens, ayant des effets positifs par le fait qu'elle permet des déplacements rapides et à grandes distances, mais en même temps des effets négatifs comme celui de la pollution dans le domaine sonore et infra-sonore (auditif et non-auditif).

La recherche théorique et expérimentale effectuée a comme objet d'étude la distinction des principaux aspects concernant la pollution sonore et infra-sonore dans les conditions concrètes de développement du trafic routier de notre pays.

Dans le travail sont présentées les installations originales conçues et l'appareillage utilisé pour la réalisation des expérimentations en laboratoire et dans les conditions du trafic routier de notre pays.

En partant de la prémisse qu'il y a une relation entre l'intensité du trafic routier et le niveau de bruit pour différentes distances par rapport aux flux de circulation, par corrélation statistique-mathématique, on a mis en évidence des relations qui reflètent ce rapport. Ces relations (rapports) présentent une importance particulière, car avec elles on peut réaliser des cartes de la pollution sonore pour le trafic actuel et pour celui prévu pour l'avenir.

On a mis en évidence l'existence des infra-sons dans les cabines des véhicules et dans leur voisinage, le caractère nocif des infra-sons qui constitue une nouvelle cause technique dans la genèse des accidents du trafic.

Dans la thèse on a aussi étudié le problème des artères de communication des zones urbaines, en fonction du niveau de bruit admis dans la prévision du trafic routier, ainsi que celle concernant l'organisation et la direction de la circulation

routière pour la réalisation du triangle de conditions : continuité, sûreté maxima et pollution minime.

Les résultats obtenus par des recherches fondamentales et applicatives trouvent une application immédiate dans les études, les mesures et les travaux qu'on réalise par les dispositifs de circulation des villes, qui doivent assurer une continuité et une sûreté maxima du trafic routier, simultanément avec les solutions de pollution minime.

**ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СТОРАНА  
НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ И ИХ СЛЕДСТВИЯ В  
ТЕХНИКЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

- краткое изложение -

Дорожное движение, важная характерная черта нашей жизни имеет глубокие следствия в жизни и деятельности людей, имея положительные эффекты потому что позволяет скорее передвижения на больших расстояниях, но имеет и отрицательные эффекты, как например загрязнение в звуковой и инфразвуковой сфере (слышимой и неслышимой).

Осуществляемое теоретическое и экспериментальное исследование имеет как объект выделения главных видов звукового и инфразвукового загрязнения в конкретных условиях развития дорожного движения в нашей стране.

В работе показаны оригинальные задуманные сооружения и использованная аппаратура для осуществления экспериментирования в лаборатории и в условиях дорожного движения нашей страны.

Исходя из предпосылки, что существует связь между интенсивностью дорожного движения и уровнем шума для разных расстояний к потокам движения по математическому - статистическому соотношению были отмечены отношения, которые отражают эту связь. Данные отношения имеют особенное значение потому что на их основании можно составить карты звукового загрязнения для существующего движения и для движения прогноза.

Было отмечено существование инфразвуковых в кабинах автомобилей и в их непосредственной близости, мы показываем разрушительную черту инфразвуков, которая представляет собой техническую причину в возникновении несчастных случаев во время уличного движения.

В диссертации мы изучали проблему проектирования магистралей и городских зон в зависимости от принятого уровня

**кума в прогнозе дорожного движения , но и проблему организации и руководства дорожного движения для осуществления треугольных условий : максимальной плавности , максимальной уверенности и минимальное загрязнение .**

**Полученные результаты по фундаментальным и прикладным исследованиям , найдут непосредственное применение в этюдах , чертах и работах , которые реализуются по механизмам городского движения , которые должны обеспечивать максимальную плавность и уверенность дорожного движения одновременно с разрешениями минимального загрязнения .**

**STUDY AND RESEARCH FOR THE POLLUTING  
NOISE SOURCES OF THE INTERNAL COMBUSTION  
ENGINES ON VEHICLES AND THEIR IMPLICATIONS  
IN THE TRAFFIC TECHNIQUE**

**- Summary -**

(Road) Traffic, a peculiar feature of our modern life has profound implications in people's life and activity with positive effects permitting them to move rapidly from one place to another as well as with negative ones, if we think of pollution in both sound and infra-sound fields (audible and inaudible).

Our theoretical and experimental research has aimed at putting into evidence the main aspects concerning sound and infra-sound pollution in the very circumstances of the road traffic in our country.

The work presents the original equipment and apparatus used for both lab and real traffic conditions .

Starting from the premise that there is a link between traffic intensity and noise level for different distances, given the traffic flux, relations illustrating this link have been put into evidence by statistic-mathematical correlation. These relations have a great importance because, due to them maps of sound pollution can be drawn for both real and prognosis traffic.

The existence of infra-sounds in vehicle cabins and their neighbourhood, the noxious character of infra-sounds that is considered a new technical source of traffic accidents have been put into evidence.

The work has also studied the problem of highway projection in urban areas, function of the noise level admitted in traffic prognosis as well as the problem regarding traffic organizing and controlling for realizing the (conditions triangle) triangle of conditions maximum fluency, maximum safety and minimum pollution.

The results obtained by fundamental and applicative research have found their application in the studies, measures and works realized by the traffic devices from the towns, that

have to ensure maximum traffic fluency and safety as well as minimum pollution solutions.

**STUDIUM UND FORSCHUNG DER STÖRENDEY  
LÄRMQUELLEN, DER MOTOREN MIT INTERER VERBRENNUNG,  
UND DEREN IMPLIKATION AUF DIE VERKEHRS-  
TECHNIK.**

**- (Kurser Inhalt) -**

Der Verkehr ist eine wichtige Charakteristik des Lebens, und hat weite Einflüsse auf die Tätigkeit der Menschen, dadurch kennzeichnen sich positive Effekte wie rasche Bewegungsmöglichkeit und auf entfernte Strecken, ebenso erscheinen auch negative Effekte wie Verunreinigung im Schall - und Infraschallbereich.

Die wissenschaftliche Forschung sowie die durchgeführten Experimente zielen insbesondere auf die Eigenschaften, bezüglich der Verunreinigung im Schall - und Infraschallbereich, spezifisch für den Verkehr in unserem Land.

In dieser Arbeit werden originelle Einrichtungen gezeigt sowie die nötige Apparatur, zur Durchführung der Versuche im Labor und im effektiven Verkehrsbereich in unserem Land.

Ausgehend von dem Standpunkt, das ein Zusammenhang existiert, zwischen der Intensität des Verkehrs und dem Niveau des Lärms für verschiedene Entfernungen von dem Verkehrsflux, wurde eine Beziehung erstellt die das vorherige, beweist durch eine statistisch-mathematische Korrelation.

Diese Beziehung sind von ausserordentlicher Bedeutung, weil mit deren Hilfe werden Karten der Schallverunreinigung erstellt, notwendig für den gegenwärtigen Verkehr und für die Zukunft.

Hervorgehoben wurde die Existenz des Infraschalls im inneren der Pkw, und deren nächsten Umgebung, sowie der schädliche Charakter des Infraschalls welcher ein neuen technischer Grund darstellt in der Förderung der Verkehrsunfälle.

In der selben Arbeit werden auch Projektierungsprobleme der Verkehrsadern der Stadt behandelt, und zwar werden die erlaubten Stufen des Geräuschs für die Zukunft in betracht gezogen, und als letztes werden auch drei Probleme des Verkehrs in betracht gezogen und zwar : maximaler Verkehrsfluss, maximale

## **Sicherheit und minimale Schallverunreinigung.**

**Die Ergebnisse der Forschung finden sofortige Anwendung im Strassenbau, welche eine maximale Flucht, maximale Sicherheit und minimale Schallverunreinigung aufweisen müssen.**



**C U P R I N S**  
 \*\*\*\*\*

	<u>PAG.</u>
Prefața . . . . .	1
Notații, simboluri, indici . . . . .	3
Lista prescripțiilor oficiale respectate . .	5
1. Introducere . . . . .	9
1.1. Noțiuni despre zgomote și infrasunete . . .	9
1.2. Poluare sonoră generată de circulația auto- vehiculelor . . . . .	12
1.3. Importanța temei pe plan mondial și în țara noastră . . . . .	13
1.4. Forma de prezentare și conținutul tezei . .	18
2. Studiul monografic, asupra studiului actual al cercetărilor zgomotelor în domeniul sonor și infrasonor . . . . .	25
2.1. Metode teoretice . . . . .	25
2.2. Metode experimentale . . . . .	38
2.3. Observații privind măsurile adoptate pentru limitarea poluării prin zgomot generată de traficul rutier . . . . .	53
2.4. Concluzii critice asupra studiului actual al cercetărilor . . . . .	55
2.5. Probleme de studiu și cercetare ale tezei de doctorat . . . . .	56
3. Metode analitice pentru prelucrarea datelor experimentale . . . . .	58
3.1 Considerațiuni teoretice și ipoteze de calcul	58
3.2. Mărimi și unități de măsură folosite . . .	59
3.3. Stabilirea influențelor, prin metoda core- lațiilor . . . . .	67
3.4. Exemple privind stabilirea influențelor prin metoda corelațiilor	72
4. Cercetarea experimentală a surselor poluante de zgomot și infrasunete ale motorilor cu ardere internă de pe autovehicule și efectele acestora asupra omului și activității sale	77

4.1. Obiectul și scopul cercetărilor experimentale 77

4.2. Descrierea aparatelor pentru măsurarea agnometului și sisteme utilizate pentru corectarea surselor poluante de agomet și infrasonete . . . . . 78

4.3. Metode de corectare experimentală . . . . . 85

4.3.1. Metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelului de agomet la distanțe variabile între sursele de agomet din traficul rutier și frontul clădirilor . . . . . 85

4.3.2. Metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelurilor de agomet generate de motorule cu ardere internă de pe autostrăzi în intersecții și pe traseu curbat din localități . . . . . 87

4.3.3. Metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelurilor de intensitate a infrasonetelor în cabinetele autostrăzilor . . . . . 88

4.3.4. Procedeu de simulare a infrasonetelor în camera bariol cu ajutorul unei instalații electronice . . . . . 89

4.3.5. Metoda și instalația electronică de corectare în camera bariol pe diferite direcții expuse la infrasonete. Registrări de spectroscopie . . . . . 95

4.3.6. Metoda și instalația electronică de determinare a agometului în timpul infrasonet și sonor generat de motorul autoturismului marca Daewoo la marș în relanti . . . . . 96

4.4. Funcționarea instalațiilor și a aparatelor . . . . . 99

4.5. Precizia măsurătorilor . . . . . 101

4.6. Prezentarea rezultatelor măsurătorilor . . . . . 102

4.7. Concluzii asupra necesității de corectare experimentală . . . . . 103

5. Prezentarea rezultatelor cercetării . . . . . 108

	<u>pag.</u>
5.1. Compararea rezultatelor obținute prin metode analitice cu cele experimentale privind variația nivelurilor de zgomot în funcție de distanța de la sursele de zgomot din trafic și funcție de intensitatea traficului . . . . .	112
5.2. Rezultatele cercetărilor pe trasee și la intersecții . . . . .	113
5.3. Rezultatele obținute prin prelucrări matematico-statistice ale măsurătorilor de zgomot . . . . .	120
5.4. Rezultatele cercetărilor privind prezența infrasunetelor în cabinile mijloacelor de transport persoane și mărfuri . . . . .	122
5.5. Interpretarea rezultatelor cercetărilor din camera barică, consemnate prin acțiunea infrasunetelor asupra stării funcționale cerebrale . . . . .	129
5.6. Interpretarea rezultatelor măsurătorilor de zgomot în domeniul sonor și infrasonor generate de motoarele autoturismelor Dacia 1300 la diferite regimuri de funcționare	135
5.7. Determinarea puterii motorului de pe autoturismul Dacia 1300 în trafic, corespunzător domeniului infrasonor . . . . .	137
5.8. Concluzii asupra rezultatelor experimentale . . . . .	139
6. Valorificarea și perspectivele cercetării	141
6.1. Organizarea și sistematizarea traficului rutier pe principii de reducerea poluării sonore, concomitent cu soluții de fluentă și siguranță maximă . . . . .	141
6.2. Sursele poluante de zgomot în domeniul sonor și infrasonor ale motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule . . . . .	145
6.3. Contribuții la proiectarea arterelor și nodurilor de circulație pentru reducerea	

	nivelului de poluare sonoră generată de motoarele cu ardere internă de pe auto- vehicule . . . . .	149
6.4.	Implicațiile poluării sonore și cu infra- sunete asupra omului și activității sale	153
6.5.	Lucrări publicate și comunicate	156
6.6.	Concluzii asupra valorificării cercetărilor	157
7.	Concluzii finale . . . . .	158
	Bibliografie . . . . .	163
	Notița bibliografică . . . . .	180
	ANEXA 1.	

**P R E F A T A**  
\*\*\*\*\*

Dezvoltarea social-economică a țării noastre în ritm rapid în special în ultimii 15 ani -perioada cea mai fertilă din istoria patriei în care s-au realizat progrese deosebite în toate domeniile de activitate - a necesitat și dezvoltarea transporturilor rutiere, fapt ce a condus la creșterea parcului de autovehicule echipate cu motoare cu ardere internă. Concomitent cu aceasta s-au realizat căi de comunicații rutiere în localități și în afara acestora capabile să preia circulația rutieră generată de necesitățile de transport persoane și mărfuri.

O consecință a creșterii traficului rutier o constituie poluarea sonoră în domeniul audibil și neaudibil cu consecințele neplăcute ce decurg din aceasta asupra omului și activității sale în general și în siguranța traficului în special.

Fenomenul poluării sonore a făcut obiectul unor cercetări și în alte țări, dar a fost mai puțin studiat în țara noastră până în prezent. În lucrare autorul a căutat să aprofundeze cunoștințele existente cu privire la generarea zgomotelor de către motoarele cu ardere internă de pe autovehicule și să descopere aspectele și caracteristicile acestui fenomen în condițiile parcului auto circulat de la noi din țară și a rețelelor de circulație rutieră specifice orașelor din R.S.R.

De asemenea problema poluării infrasonore și implicațiile acesteia în siguranța traficului rutier a fost abordată pentru prima dată la noi în țară în condițiile în care pe plan mondial sînt semnalate cîteva cercetări izolate.

Tema de doctorat și-a propus ca pe baza unor cercetări teoretice și experimentale, în condiții de laborator și în traficul rutier, să determine factorii ce concurează la poluarea sonoră și infrasonoră și să stabilească metodele și măsurile ce se necesită a fi adoptate pentru reducerea nivelului de poluare sonoră în scopul asigurării unor condiții optime de muncă și viață pentru locuitorii orașelor și a creșterii gradului de siguranță în circulația rutieră din țara noastră.

Prin rezultatele obținute teza aduce contribuții ori-

ginală a căror valorificare s-a realizat prin studiile întreprinse pentru cazul municipiului Timișoara, studii ce au avut în vedere stabilirea zonelor cu poluare sonoră pentru situația actuală și cea de prognoză ca urmare a creșterii traficului rutier și a măsurilor ce se impun a fi luate din punct de vedere tehnic pentru executarea dispozitivelor de circulație precum și în organizarea și dirijarea traficului rutier.

Efectuarea cercetărilor și elaborarea tezei de doctorat au fost posibile datorită condițiilor deosebite asigurate și a grijii permanente pentru cunoașterea noului și a progresului în știință pe care le acordă conducerea superioară de partid și de stat și în special tovarășului Secretar General Nicolae Ceaușescu.

Autorul, în întreaga sa activitate, a fost sprijinit în permanență de către Comitetul de partid și conducerea profesională a Inspectoratului județean Timiș al M.I., de organele de conducere ale județului Timiș și de organele conducătoare a municipiului Timișoara, cărora le aduce cele mai calde mulțumiri.

Autorul aduce mulțumiri cu multă recunoștință t. v. prof. dr. ing. Vasile Berindean, conducătorul științific pentru ajutorul și îndrumările prețioase acordate pe toată perioada de elaborare a tezei și pentru sprijinul eficient în finalizarea ei.

Pentru sugestiile, îndrumările și facilitarea unor experimentări, autorul adresează mulțumiri tovarășilor : prof. emerit dr. ing. Gheorghe Silaș, prof. dr. ing. Anton Felices, ing. Titus Ciocâră, ing. Mihai Nicolescu și ing. Ionel Sabîn de la Institutul politehnic "Traian Vuia" și tovarășilor prof. dr. Constantin Ursosiu și conf. dr. Fr. Schneider de la Institutul de medicină.

Autorul exprimă mulțumiri pentru sugestiile date și ajutorul acordat pe parcursul efectuării cercetărilor și elaborării tezei tov. ing. Vichentie Maniov de la filiala de inginerie pentru trafic rutier a ICPTT București.

Mulțumiri se adresează colegilor de la serviciul de circulație al Miliției județului Timiș, pentru bunăvoința exemplară și sprijinul acordat cu ocazia diferitelor acțiuni legate de efectuarea cercetărilor.

I. NOTATII, SIMBOLURI, INDICI

.....

A. Notatii principale.

Simbol	Denumirea	Unitatea de măsură
1	2	3
$v$	viteza de circulație	[km/h]
$n$	numărul de autovehicule pe unitatea de timp	
$p$	presiunea acustică	[dB]
$\rho_{a.e}$	impedanța acustică a aerului	
$f$	frecvența	[Hz]
$r$	rasa de acțiune	
$a$	distanța între observator și axa străzii	[m]
$t$	timpul curent	[sec.]
$L$	nivelul presiunii acustice sau nivelul zgomotului	[dB(A)]
$L_{tot}$	nivelul total al zgomotului produs de "n" autovehicule	[dB(A)]
$n$	numărul de autovehicule	
$L'$	nivelul presiunii acustice al unui autovehicul	[dB(A)]
$L_1$	nivelul de zgomot corespunzător punctului de clasă 1	[dB(A)]
$t_1$	durata în timp exprimat în procente din timpul de referință al clasei 1	[%]
$\tau_1$	timpul în care autovehiculul trece prin fața punctului considerat, pe o distanță de 20 m	[sec]
$L_{min}$	nivelul de zgomot minim	[dB(A)]
$L_{max}$	nivelul de zgomot maxim	[dB(A)]
$S$	timp	[sec.]
$L$	eficacitatea ecranului	[dB(A)]
$S_1, S_2, S_3 \dots$	surse de zgomot elementare	
$N$	numărul lui Fresnel	
$Q$	Debitul de vehicule pe oră (intensitatea traficului rutier)	autovehicule etalon/oră
$L_I$	nivel de intensitate sonoră	[dB]
$L$	nivel de presiune sonoră	[dB]

1	2	3
$p(t)$	nivelul presiunii sonore instantanee	$[N/m^2]$
$T_1$	timpul de integrare	$[s]$
$\lambda$	coeficientul excesului de aer	
$P_0$	presiunea de referință a pragului de audibilitate	$[N/m^2]$
$L$	nivelul de tărzie	$[soni]$
$N$	tărzie	$[soni]$
EEG	semnalul electroencefalografic	
F.C.	funcție de corelație	
F.A.C.	funcție de autocorelație	
D.S.P.	densitate spectrală de putere	
D.S.A.	densitate spectrală de amplitudini	
$W$	puterea motorului	$[CP]$
$F$	forța de rezistență	$[kgf]$

B. Indicii indexați

Simbol	Denunirea	Unitatea de măsură
1	2	3
$L_{10}$	nivel de zgomot indexat $L_{10}$ (nivel de zgomot maxim)	$[dB(A)]$
$L_{50}$	nivel de zgomot indexat $L_{50}$	$[dB(A)]$
$L_{90}$	nivel de zgomot indexat $L_{90}$ (nivel de zgomot minim)	$[dB(A)]$
$e$	climat de zgomot	$[dB(A)]$
$L_{ech}$	nivel de zgomot echivalent	$[dB(A)]$
T.N.I.	indice de zgomot indexat	$[dB(A)]$
L.N.P.	nivel de poluare sonoră	$[dB(A)]$
$L_{med}$	valearea medie aritmetică a nivelului de zgomot	$[dB(A)]$
$\sigma$	abaterea medie pătratică	$[dB(A)]$
$d_{med}$	distanța de la nivelul de referință la nivelul de zgomot $L_{med}$	$[m]$
$R$	indice de deranj	
$R_1$	indice de deranj funcție de $L_{ech}$	
$R_2$	indice de deranj funcție de T.N.I.	



## II. LISTA PRESCRIPȚIILOR OFICIALE RESPECTATE

### 1. STAS 10.009-1975 - Limite admisibile ale nivelului de zgomot urban.

a) Limitele admisibile ale nivelului de zgomot exterior clădirilor trebuie să corespundă tabelului 1.

TABELUL 1

Nr. crt.	Zone urbane protejate	Limitele admisibile ale nivelului de zgomot exterior clădirilor dB(A)
1.	Zona de locuit	50
2.	Zonă de recreere și odihnă	45
3.	Dotări protejate	45
4.	Centre de cartier	55
5.	Centru originos	60

b) În funcție de determinarea și de caracteristicile sursei de zgomot, la limitele admisibile ale nivelului de zgomot se aplică anumite corecții. În ceea ce privește zgomotul rutier se aplică corecții în funcție de tipul străzii și de perioada caracteristică a unei zile. Aceste corecții sînt cuprinse în tabelul 2 și 3.

TABELUL 2

Nr. crt.	Tipul și clasa tehnică a străzii, STAS 6048-72	Corecția în dB(A) ce se adaugă la limita admisibilă de zgomot
1.	Autostradă	+ 5
2.	Străzi cu trafic rutier intens cl. II	+ 5
3.	Străzi cu trafic rutier mediu cl. III și IV	+ 5
4.	Străzi cu trafic rutier redus cl. V	0

TABELUL 3

Nr. crt.	Perioada caracteristică a unei zile	Corecția dB(A)
1.	Zina (orele 6 ....22)	0
2.	Noaptea (orele 22.... 6)	-10

c) pentru compararea determinărilor nivelurilor de zgomot strădal, cu înregistrări în anul fluxului de circulație, valorile limită admisibile sînt prevăzute în tabelul 4.

TABELUL 4

Nr. crt.	Sursa de zgomot considerată	Valoarea limită admisibile a nivelului de zgomot exterior dB(A)
1.	Zgomot strădal : - stradă cu trafic intens clasa II	85
	- stradă cu trafic mediu clasa III	75
	- stradă cu trafic redus clasa V	65

2) STAS 6165-68 - Protecția împotriva zgomotului în construcții civile

- a) limitele admisibile unităților funcționale funcție de diferite benzi de frecvență sînt cuprinse în tabelul 5.
- b) o unitate funcțională corespunde protecției zgomotului măsurat în interior, dacă are valori mai mici sau egale cu cele din tabelul 5, pentru cazurile specificate în tabelul 6.

TABELUL 6

Nr. crt.	Unitatea funcțională care se protejează	Clasa de încredere
CLADIRI PENTRU LOCUINTE SI CLADIRI PENTRU ACTIVITATI TEHNICO-ADMINISTRATIVE (BIROURI, ATELIERE DE PROIECTARE)		
1.	Apartamente, birouri individuale, camere de lectură	C <sub>1</sub>
2.	Birouri mari, săli de restaurant, cantine, spații comerciale	C <sub>2</sub>
3.	Birouri de secretariat (cu mașini de scris)	C <sub>3</sub>
4..	HOTELURI, CASE DE OASPEȚI, SPITALE Camere de hotel, camere de spital	C <sub>1</sub>
5.	Săli de cantină, restaurante, spații comerciale	C <sub>2</sub>
6.	ȘCOLI Săli de clasă, cancelarii, birouri	C <sub>1</sub>

TABELUL 5

Nr. Clase în care se încadrează sau nu funcțional	F r e c v e n ț a (Hz)															
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
1. C <sub>1</sub> (Curbă C <sub>g30</sub> )	52	48	46	43	40	38	36	34	32,5	31	30	29	28	27	26	25
2. C <sub>2</sub> (Curbă C <sub>g40</sub> )	60	57	54	51,5	49	47	45	43,5	42	41	40	39	38	37	36	35
3. C <sub>3</sub> (Curbă C <sub>g50</sub> )	68	65,5	63	60,5	58,5	56,5	55	53,5	52	51	50	49	48	47	46	45,5

nivelo de zgomot admisibile

3) STAS 6161-2-75 - Măsurările pentru aprecierea nivelului de zgomot exterior se fac la 3,00 m. față de clădire și la 1,30 m înălțime față de nivelul considerat ca ferestrele și ușile închise.

- Măsurările pentru aprecierea nivelului de zgomot stradal se face în axa fluxurilor de circulație la limita superioară a gabariturii șirului de autovehicule.

4) Normativul Nr.719/21.12.1972 - partea II-a, apărută în Buletinul Oficial

- pentru analiza nivelului de zgomot funcție de frecvență s-a stabilit nivelul admisibil al zgomotului în exteriorul clădirilor în timpul zilei, curba limită  $C_{g45}$ , 50 dB(A) și  $C_{g35}$ , 40 dB(A) în timpul nopții.

5. Normele elaborate de Administrația federală a șoselelor (The Federal Highway Administration SUA) și normele elaborate de Departamentul locuințelor și al dezvoltării urbane (H.U.D.) SUA au elaborat standarde ce se bazează pe valorile indicelui de zgomot indexat  $L_{10}$  (tabelul 7) și pe durata expunerii la un nivel de zgomot dat (tabelul 8) în zona unde urmează a se deschide șantiere pentru noi zone urbane.

TABELUL 7

Categoria zonei	Nivelul de zgomot exterior admisibil $L_{10}$ dB(A)	Descrierea zonei
A.	60	Zonă în care liniștea are o importanță deosebită și care servește la anumite necesități publice importante. Aceste zone pot include : amfiteatre, parcuri sau zone pentru activități oficiale, etc.
B.	70	Rezidențe, moteluri, hoteluri, săli de întâlniri publice, școli, bibliotecă, spitale, zone de recreere, terenuri de sport și parcuri.
C.	75	Zone dezvoltate cu priorități și activități ce nu se includ în zonele A și B
D.	nelimitat	Zone nedezvoltate

TABELUL 9

Exponerea exterioară generală	Evaluarea zănel
- Depășirea nivelului de 80 dB(A), 60 minute din 26 ore.	
- Depășirea nivelului de 75 dB(A), 8 ore din 24 ore.	"neacceptabilă "
- Depășirea nivelului de 65 dB(A), 8 ore din 24 ore.	"obișnuit neac- ceptabilă "
- Zgomote puternice, repetate (aprobările de construcții prevăd măsurile de insonorizare).	
- Nu se depășește nivelul de 65 dB(A) mai mult de 8 ore din 24	"obișnuit acceptabilă "
- Nu se depășește nivelul de 45 dB(A) mai mult decât 30 minute din 24 ore.	"acceptabilă "

6) Caracterizarea nivelului de zgomot în funcție de indicele de deranj R.

Indice R	Caracteristica	Indice R	Caracteristica
0 - 1	Liniște	4 - 5	Hoarte zgomotos
1 - 2	Acceptabil	5 - 6	Traumatizant
2 - 3	Zgomot moderat	6 - 7	Poarte traumatizant
3 - 4	Zgomot	7	Periculos

7) Modul de reacție al populației în funcție de nivelul de zgomot echivalent

Valoarea în dB(A) cu care nivelul $L_{eq}$ depășește limita admisibilă prevăzută de actul normativ.	Categoria reacției	Reacția estimată a populației	Descrierea
0	fără reacție		Nu se observă reacția.
5	mică		Remulțuriri sporadice.
10	medie		Remulțuriri răspindite.
15	puternice		Reclamații ale populației
20	foarte puternice		Reacții generale ale populației.

**CAPITOLUL 1**  
**-----**  
**INTRODUCERE**



## INTRODUCERE

\*\*\*\*\*

### 1.1. Noțiuni despre zgomote și infrasunete.

Pentru a combate zgomotele trebuie să le cunoaștem. Legile la care sînt supuse producerea, propagarea și perceperea zgomotelor, sînt destul de complexe și n-au fost încă complet elucidate, cu toate studiile și lucrările întreprinse pînă în prezent. Studiul pe baze științifice al zgomotelor, a început abia prin anul 1925, odată cu realizarea amplificatorului cu lămpi triode și a oscilografului catodic.

S-a căutat astfel să se stabilească o definiție obiectivă a zgomotului, să se analizeze componența lui și factorii care îl determină și să se găsească criterii concrete pentru măsurarea și exprimarea caracteristicilor lui, cu toate particularitățile variabile de la caz la caz, fără obiecții și ținînd seama de orice treaptă sau nuanță deosebită a acestor caracteristici.

Studiul obiectiv al producerii și propagării zgomotelor motoarelor cu ardere internă, nu poate însă neglija aspectul subiectiv, fiziologic al problemei legat de simțul auditiv, și nici aspectul psihologic. Acest studiu este un capitol al "tehnicii și studiului metodelor de combatere a zgomotului. Dat fiind că în cuprinsul lucrării de față se vor folosi o serie de noțiuni de bază din acustica fizică și tehnică, cu terminologia și noțiunile respective, este necesar a le prezenta pe scurt în cele ce urmează :

Ținînd seama de faptul că efectul perturbației produse de vibrațiile unui corp aflat într-un mediu elastic se transmite din aproape în aproape particulelor mediului sub forma unor unde elastice. Dacă frecvența acestor unde e cuprinsă între 16 ... 20.000 Hz, ele pot fi sesizate de organul auditiv sub formă de sunete / 59, 70, 108J.

Mediul elastic, care se găsește în stare de vibrație, fiind sediul unor unde acustice, formează un gîm acustic.

O formă de manifestare a vibrațiilor este zgomotul produs, care se caracterizează prin faptul că nu are componențe bine definite este un sunet supărător, neplăcut și care printr-o acțiune de durată provoacă leziuni organului auditiv.



După Lareusse zgomotul poate fi definit ca un ansamblu de sunete fără armonie /119/.

După STAJ 1957/2-74 /156/ prin zgomot înțelegem orice sunet care nu este util (din punct de vedere psihologic) unui anumit ascultător sau care produce o senzație supărătoare pentru organismul uman.

Sunetul produs de o sursă ajunge la urechea observatorului și îi produce o senzație auditivă. Interceptarea zgomotului se face prin două forme :

- direct de la sursă, prin intermediul aerului, sub forma zgomotului, respectiv sunetului aerian.

- pe cale indirectă, recepționând energia radiată de corpurile solide puse în vibrație direct de sursă prin sunetul structural.

În aer sunetul se propagă sub forma undelor longitudinale, prin succesiunea comprimărilor și rarefierilor progresive ale aerului. Prezența sunetului se constată prin presiunea acustică instantanee, variabilă, care modulează presiunea statică, constantă atmosferică. Recepționarea poate fi subiectivă (depinzând de tipul urechii umane), sau obiectivă (de membrana unui microfon).

Sunetele de frecvență joasă, sub 16 Hz fig.1.1. numite infrasunete, au fost timp îndelungat eliminate din diferite studii fiind considerate neimportante, deoarece sînt neaudibile și în consecință nedăunătoare omului și activității sale.

Sunetele cu frecvență mai mare decît limita superioară a domeniului audibil, peste 20.000 Hz fig.1.1. au fost descoperite la începutul secolului al XX-lea și s-au numit ultrasunete, nefiind percepute de urechea omului ca și infrasunetele.

Efectele ultrasunetelor asupra materiei în diferite stări de agregare, precum și asupra organismelor vii sînt interesante, unele dintre ele fiind folositoare, altele dăunătoare /119/.

La cealaltă extremitate, sub notele cele mai grave, care se situează pînă la 16-20 de Hz, începe domeniul infrasunetelor, cel mai dificil de studiat și, mai ales, foarte puțin cunoscut. Dacă urechea omului este incapabilă să perceapă infrasunetele, nu înseamnă că acestea nu au nici un efect asupra organismului omului și activității sale.

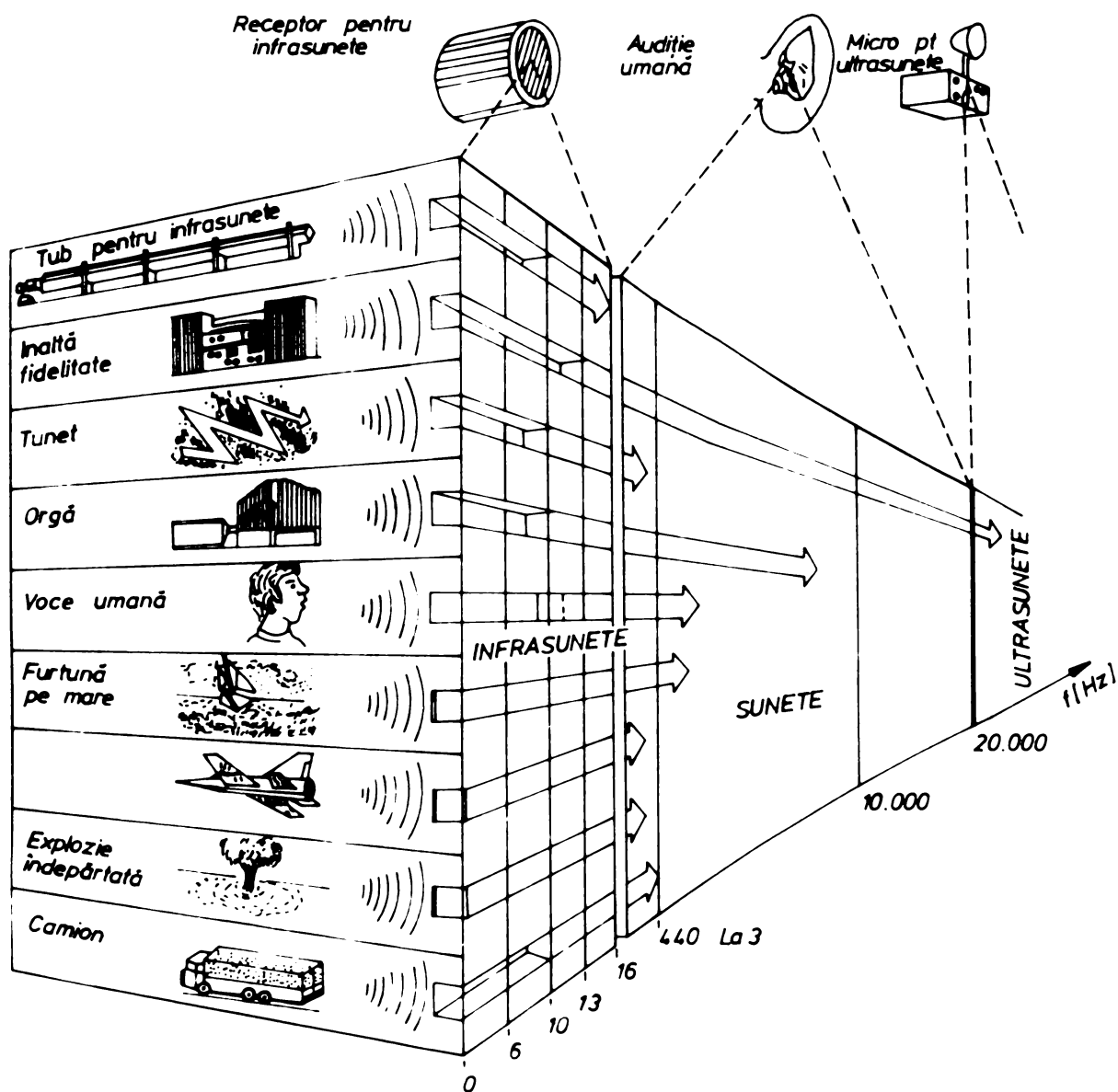


Fig. 1.1

S-a demonstrat că, dacă două oscilații se produc la un interval ce depășește  $1/15$  dintr-o secundă, fiecare stimul este perceput ca o senzație unică (individuală) și invers, dacă intervalul este inferior timpului de  $1/15$  dintr-o secundă, urechea omenească începe să integreze perioadele și apare senzația unei tonalități. Deci, către frecvența de 16 herți se situează limita între percepția unui sunet audibil și absența percepției sonore [19].

În practică există ca întotdeauna mari variații individuale, iar pragul de 16 Hz este arbitrar, unii specialiști consideră această valoare la 20 sau chiar 30 de Hz., în cazul aparatelor de măsură, al amplificatoarelor sau al difu-

soarelor.

Pentru studiul științific al fenomenului din prezenta lucrare vom considera infrasunet, toate undele sonore cu o frecvență mai mică de 16 Hz.

### 1.2. Poluarea sonoră generată de circulația autovehiculelor.

Participanții la trafic, dacă nu sînt răspunzători decît din cînd în cînd de zgometele violente, produc, în schimb, o ambianță zgomotoasă permanentă și omniprezentă.

În cadrul unei anchete efectuate în Anglia, aproximativ o treime din persoanele chestionate considerau zgomotul vehiculelor cu motor drept deseorbit de neplăcut. Caracterul permanent al vacarmului provocat de autovehicule este deseorbit de evident. Anchetele efectuate la Rotterdam și Haga au dus la rezultate asemănătoare : 25 % din persoanele chestionate sufereau din cauza zgomotelor civilizației /18,3%/.

În realitate, după măsurări, sursele de zgomot cele mai nocive provin mai ales de la camioane, autobuze, motocicletele și autovehiculele sport. Adăugîndu-se la masa sonoră a autoturismelor, huzuitul și peeniturile repetate ale acestor autovehicule sfîrșesc prin a face traficul rutier deseorbit de greu de suportat, transformînd un fond sonor continuu într-o "larmă" în permanență schimbare.

La orele de vîrf, pragul de 70 dB(A), considerat drept limită tolerabilă, este cu regularitate depășit pe arterele marilor orașe. Același lucru se întîmplă în cartierele de locuințe, unde pragul este fixat la 50 dB(A). În cea mai mare parte a țărilor, maximum admis pentru nivelele sonore ale autoturismelor se situează în jur de 83 dB (A) pentru motocicletele și la aproape 90 dB (A) pentru camioanele grele și autobuze. Ca și pentru gazele de eșapament, marea toleranță acordată nivelelor sonore produse de vehiculele autovehicule trebuie căutate în limitele pe care nu au putut să le depășească constructorii în acest domeniu. Dar, este rezonabil să credem că nu s-au depus toate eforturile în special pentru autovehiculele cu două roți și autovehiculele grele.

Atunci cînd în luna august 1954 prefectul André Dubois a luat hotărîrea de a interzice claxonatul la Paris, scepticismul a fost general. Se credea că accidentele din trafic se

vor înmulți și că, în orice caz, șoferii vor refuza să renunțe la utilizarea unui instrument care părea indispensabil. În realitate, parizienii, au apreciat de îndată calmul unei capitale silențioase (cel puțin, în comparație cu vacarmul care domnea înainte). Și au mai descoperit că dacă claxonul, permitea șoferului să-și exprime preasta dispoziție, nu îi era de nici un folos pe străzile unde imbulseala era permanentă /13/.

Lupta împotriva zgomotului este de dată foarte recentă.

Dezvoltarea industriei și a traficului rutier precum și apariția a numeroase tulburări nervoase au convins, încetul cu încetul, autoritățile răspunzătoare că zgomotul nu reprezintă numai o agresiune împotriva auzului, ci, totodată, costă scump.

Au trecut mai mult de 15 ani de când medicii, inginerii, economiștii și specialiștii în domeniul acusticii au devenit pionieri ai luptei împotriva zgomotului.

În 1960, organizații create în acest scop, în diverse țări europene s-au grupat, pentru a forma Asociația internațională contra zgomotului. De atunci, aceasta a ținut cu regularitate congrese care au promovat numeroase inițiative în materie de reglementare și de tehnică de protecție.

În special pe baza acestor lucrări au putut fi stabilite plafoane sonore, care trebuie respectate în spațiile locuite. Din nefericire, până în momentul de față nu s-a elaborat nici o reglementare cu caracter internațional.

Pragurile sonore diferă de la o țară la alta sau, cum se întâmplă în SUA de la o regiune la alta. Totuși, din diferitele reglementări în vigoare se pot desprinde o serie de elemente comune, standardizarea plafoanelor sonore în funcție de diversele zone urbane (zone industriale, zone comerciale, zone rezidențiale, marile artere), criteriile diferite pentru zi și pentru noapte, măsuri minime ce trebuie adoptate pentru autoturismele etc.

Totuși, aceste reglementări apar cu totul insuficiente: populațiile se pling tot mai mult din cauza zgomotului, generat de circulația autovehiculelor care folosesc la propulsie motoarele cu ardere internă.

### 1.3. Importanța zgomotului pe plan mondial și în țara noastră

Diferite surse de sunete și zgomote au devenit atât de numeroase și supărătoare încât se poate spune că au poluat mediul înconjurător.

Astfel, în ultimul timp intervine tot mai des în discuții problema zgomotelor și a infrasunetelor, întrucât ele dăunează omului și activității sale.

Azi, orașul este, un ansamblu de zgomote, audibile și neaudibile, o râmoare permanentă. Lipsesc liniștea. Zgomotul joacă astăzi un rol important în perturbarea echilibrului uman. Ca și celelalte forme de poluare, noxele acustice afectează foarte profund toate activitățile umane, contribuie din plin la degradarea mediului și, în cele din urmă, a vieții omului pe pământ. În trecut aceste noxe erau caracteristice unor anumite etape de dezvoltare industrială. Azi, ele invadează orașele, locurile pentru vacanță, șoselele, aeroporturile. Cu mai mult sau mai puțin intensitate, zgomotul ne însoțește 24 de ore din 24 de ore: în bucătăria noastră, în automobilul nostru, în biroul sau atelierul nostru, pe stradă, în restaurant etc.



Fig. 1.2. Zgomotul — pericol social.

În consecință nu este exagerată afirmația că zgomotul audibil și neaudibil a devenit în zilele noastre un adevărat pericol social. (Fig. 1.2)

Știm că nu orice zgomot este nociv. Este chiar evident că zgomotul, până la un anumit prag, poate fi aliatul omului. Îl ajută la perceperea fenomenelor fizice și, într-un mod mai general, la observarea lumii naturale. Dar, invers, orice zgomot care depășește un anumit prag de intensitate ne perturbă echilibrul.

În ultima vreme în tot mai multe state apar legislații privitoare la limitarea nivelului zgomotelor produse de mijloacele de

transport și în special de motoarele cu ardere internă ale vehiculelor.

Dar, pe bună dreptate se pune întrebarea : care omenirea trebuie neapărat să suporte aceste consecințe reziduale ale civilizației ? Nu ar fi oare mai firesc ca civilizația, progresul să se adapteze exigențelor impuse de asigurarea unei înalte calități a vieții prin declanșarea unei susținute ofensive împotriva acestei " maladii a secolului " pe care o reprezintă poluarea sonoră - cauză importantă a degradării calității mediului înconjurător ? Aceasta constituie o problemă majoră ce se ridică în toate țările dezvoltate din punct de vedere economic, precum și în cele în curs de dezvoltare.

Nu încapă nici-o îndoială că problemele de protecția mediului - și în ultimă instanță poluarea sonoră în domeniul sonor și infrasonor a omului - nu sînt simple și nu pot fi soluționate rapid și întotdeauna cu succes. Tocmai de aceea trebuie să afirmăm că "protecția mediului " este o problemă prioritară "gubernamentală". Această idee, pe deplin valabilă, o implică însă și pe aceea a dreptului și înscușinței cu care fiecare guvern, fiecare stat poate și trebuie să o rezolve - în contextul unei rodnice colaborări internaționale - cu mijloacele și pe căile pe care le consideră potrivite.

Importanța problemei de protecția mediului înconjurător și legat organic de aceasta, cea a poluării sonore a ajuns o preocupare la nivel mondial. În anul 1972 s-a întrunit la Stockholm prima conferință mondială a Națiunilor Unite consacrată acestei teme. Ea a reunit un număr impresionant de participanți, reprezentînd foruri politice, științifice, tehnice, culturale, guvernamentale și neguvernamentale din aproape toate țările lumii, care au adus în dezbatere fapte, probleme, idei, soluțiunile judicioase, altele nu - care au avut, cel puțin meritul de a cuprinde o arie extrem de vastă de preocupări. ricum, Conferința de la Stockholm a dovedit că omenirea a început să-și dea seama de pericolul prejudicierii mediului și că este hotărîrită, în principiu, să ia măsuri.

Dezbaterile ample în cadrul acestei prime conferințe mondiale asupra mediului înconjurător s-au concretizat într-o declarație și într-o serie de principii și de recomandări adresate țărilor membre ale Organizației Națiunilor Unite și secretarului general al acesteia.

" Omul - se spune în declarație - este, în același timp,



creația și creatorul mediului său înconjurător, care-i asigură existența fizică și îi oferă posibilitatea unei dezvoltări intelectuale, morale, sociale și spirituale. În lunga și laborioasă evoluție a speciei umane pe Pământ, a sosit momentul când, datorită progreselor tot mai rapide ale științei și tehnicii, omul a dobândit posibilitatea de a transforma mediul înconjurător în nenumărate feluri și într-o proporție fără precedent. Cele două elemente ale mediului înconjurător, elementul natural și cel creat de omul însuși, sînt indispensabile prosperității sale și deplinei folosințe a drepturilor sale fundamentale, inclusiv dreptul la viață /18/.

Conferința de la Stockholm și-a încheiat lucrările cu o serie de recomandări, printre care aceea că Adunarea Generală a Organizației Națiunilor Unite să preia în preocupările sale această problemă de interes vital pentru omenire și să se realizeze un program mondial de evaluare a prejudiciilor produse mediului înconjurător (plan de supraveghere a factorilor de mediu - aer, zgomot, apă, sol). Ea a recomandat, de asemenea, constituirea, în cadrul Organizației Națiunilor Unite, a Consiliului de coordonare pentru protecția mediului înconjurător și a Consiliului de administrație a programelor referitoare la mediul înconjurător, precum și instituirea zilei de 5 iunie ca "Ziua mondială a mediului înconjurător".

În cadrul sesiunii a XXVII-a, Adunarea Generală a ONU a adoptat în ședința plenară din 15 decembrie 1972, rezoluția 2997 asupra dispozițiilor instituționale și financiare privitoare la cooperarea internațională în domeniul mediului înconjurător, hotărînd crearea Consiliului de administrație a Programului Națiunilor Unite pentru mediul înconjurător. Consiliul este constituit din 58 de membri aleși de Adunarea Generală a ONU, reprezentînd tot atîtea țări membre ale Organizației Națiunilor Unite, între care și România.

Existența unor factori de degradare a mediului legați de progresul tehnic în ansamblul lui reprezintă o realitate obiectivă. Ținînd seama de această realitate, Partidul Comunist Român și statul nostru socialist au adoptat o politică națională constructivă, care abordează în mod judicios problemele protecției mediului pe toate planurile - juridic, economic, tehnic, politic, social-uman, instituțional, instructiv-educativ, cultural. Scopul principal al acestei politici îl constituie supravegherea, prevenirea și combaterea degradării mediului.

Insemnătatea care se acordă în țara noastră protecției mediului de muncă și de viață al poporului rezultă pregnant din faptul că această problemă de interes național formează unul dintre obiectivele înscrise în Programul PCR de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism. /5/

" Partidul - se arată în acest document fundamental - va promova o politică consecventă de împiedecare a poluării naturii, de aplicare strictă a prevederilor legii cu privire la conservarea nealterată a mediului înconjurător, asigurând condiții de viață corespunzătoare poporului nostru, atât în prezent, cât și în viitor".

Problema protecției mediului, care a fost inclusă în documentele Conferinței Naționale din 1972 și ale Congreselor al XI-lea și al XII-lea ale PCR, fiind menționată și printre normele vieții și muncii comuniștilor, ale eticii și echității socialiste, formează obiectul unei legislații care se numără printre cele mai judicioase și mai complete din lume /1,2,6/.

După cum se știe, pentru aplicarea unitară în țara noastră a ansamblului de măsuri în domeniul prevenirii și combaterii poluării mediului înconjurător, inclusiv a poluării sonore, în iunie 1973 a fost adoptată legea referitoare la protecția mediului înconjurător (Legea nr.9/1973) /7/. Această lege reprezintă un act al cărui conținut profund umanitar reflectă grija partidului și statului pentru îmbunătățirea condițiilor de viață și de muncă a întregii populații. În Directivele Congresului al XI-lea al PCR se arată : " Se vor lua măsuri pentru limitarea zgomotului și vibrațiilor în incintele industriale, localuri publice, locuințe, în zonele de circulație rutieră și aeriană, pe șantiere, realizându-se utilaje industriale, de construcții și mijloace de transport silențioase, ridicarea calității materialelor fonoizolante și fonoabsorbante".

Necesitatea unor acțiuni sistematice în domeniul prevenirii și combaterii poluării sonore, ca parte integrantă a poluării mediului înconjurător, se impune din motive sociale ca și de ordin economic.

În Directivele Congresului al XII-lea (pag.36) al PCR cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981-1985 și orientările de perspectivă pînă în 1990, se arată că vor fi întreprinse noi măsuri pentru respectarea strictă a li-

1/19 624 /1985



mitelor admisibile în procesele generatoare de noxe, prevenirea degradării fondului funciar, protecția faunei, a pădurilor și vegetației din rezervații, parcuri și locuri de agrement, introducerea unor mijloace de transport nepoluante.

Pentru coordonarea unitară a tuturor activităților privind protecția mediului în țara noastră, în baza Decretului nr. 80/1974, a luat ființă Consiliul Național pentru Protecția Mediului Înconjurător, organ central de specialitate subordonat Consiliului de Miniștri.

Pe plan teritorial, coordonarea activității de protecție a mediului se realizează prin comisiile județene și a municipiului București, subordonate atât Consiliului Național pentru Protecția Mediului Înconjurător, cât și comitetele executive ale consiliilor populare județene și al municipiului București.

Omul este înclinat să iubească natura în toată complexitatea ei și viața, dar pentru a o avea cât mai plăcută, trebuie să lupte pentru păstrarea calitativă a mediului înconjurător în condiții cât mai apropiate de condițiile inițiale.

Omul civilizat este acela care privește spre viitor, în acest fel își dă seama că degradarea mediului nu este numai o problemă individuală și națională, ci în același timp, una internațională.

#### 1. 4. Forma de prezentare și conținutul tezei.

Teza de doctorat cuprinde rezultatele studiilor și cercetărilor efectuate în vederea îmbunătățirii condițiilor de circulație, creșterea gradului de siguranță în traficul rutier precum și măsuri pentru reducerea nivelelor de zgomote datorită circulației autovehiculelor pe drumurile publice. În acest cadru s-au determinat sursele de poluare sonoră în domeniul audibil și neaudibil, influența infrasunetelor asupra performanțelor conducătorului auto, precum și măsurile ce se impun în circulația rutieră pentru ca acesta să corespundă la un triunghi de condiții: fluentă maximă, siguranță maximă și poluare sonoră minimă.

Lucrarea conține în vedea cu textul prezentat în 7 capitole, cuprinzând 180 pagini, 149 figuri, 14 fotografii, 76 relații numerotate, 22 tabele, 170 referiri bibliografice, precum și o anexă.

##### 1.4.1.- Prezentarea conținutului tezei.

Cap.1.- Introducere. Se prezintă problematica poluării

sonore în domeniul sonor și infrasonor generată de circulația autovehiculelor, importanța temei pe plan mondial și în țara noastră precum și pericolul social al poluării.

**Cap.2.-Studiul monografic asupra stadiului actual al cercetării zgomotelor în domeniul sonor și infrasonor**, reprezintă o sinteză a celor mai interesante contribuții din literatura de specialitate, grupate pentru domeniul sonor și cel infrasonor. De asemenea sesizează direcțiile actuale de cercetare în acest domeniu.

Pe baza analizei critice și corelării diferitelor aspecte sesizate, în partea finală a capitolului se descrie metoda personală, preconizată pentru studiul poluării sonore datorită traficului rutier în domeniul audibil și neaudibil.

**Cap.3.-Metode analitice pentru prelucrarea datelor experimentale**, cuprinde funcțiile de corelație, schema de conducere a calculelor, unele proprietăți ale funcțiilor de corelație folosite la studiul zgomotelor pentru domeniul sonor și cel infrasonor.

Se elaborează metodologia de stabilire a influențelor prin metoda corelațiilor, pentru datele obținute din măsurătorile de zgomot, iar pentru semnalele E.E.G. obținute în prezența infrasunetelor, s-a calculat densitatea spectrală de putere.

Tot la acest capitol sînt prezentate metodologia de studiu după criteriul statistic al zgomotului din trafic, datorat caracterului său aleatoriu precum și indicii de apreciere a efectului supărător al zgomotului. În consecință sînt prezentați indicii fizici și psihofiziologici bazați pe criterii simple, complexe, precum și indicii statistici, folosiți în prelucrarea rezultatelor măsurătorilor, și compararea acestora cu valorile limită oficiale.

Se prezintă în formă succintă mărimile și unitățile de măsură folosite, precum și centralizarea lor într-un tabel sinoptic.

**Cap.4.- Cercetarea experimentală a surselor poluante de zgomot și infrasunete ale motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule și efectele acestora asupra omului și a activității sale**, prezintă

baza experimentală a cercetării și consideranții asupra etalo-

mării instalațiilor, precizia măsurărilor precum și prelucrarea rezultatelor.

În prima parte a capitolului, se prezintă descrierea aparatelor pentru măsurarea zgomotului și sisteme utilizate pentru cercetarea surselor poluante de zgomot și infrasunete. După ce se prezintă sisteme de măsură, selecția microfonicului, sistemul de analiză, se trece la metoda de înregistrare a zgomotului din trafic, atât în domeniul sonor cât și în cel infrasonic.

Se descriu instalațiile experimentale pentru determinarea nivelurilor de zgomot în domeniul audibil și cel neaudibil, precum și procedeu de simulare a infrasunetelor în "camera bariică" conceput de autor și executate în cadrul Institutului politehnic "Traian Vuia" Timișoara, dintre care menționăm :

- metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelului de zgomot la distanțe variabile între sursele de zgomot din traficul rutier și frontul clădirilor ;

- metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelurilor de zgomot generate de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule în intersecții și pe traseul curent din localități ;

- metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelurilor de intensitate a infrasunetelor în cabinile autovehiculelor ;

- procedeu de simulare a infrasunetelor în camera bariică cu ajutorul unei instalații electromecanice ;

- metoda și instalația electronică de cercetare în camera bariică pe diferiți subiecți expuși la infrasunete. Înregistrări de electroencefalogramă ;

- metoda și instalația electronică de determinare a zgomotului în domeniul infrasonic și sonor generat de motorul autoturismului Dacia 1300 în mers în relanti.

#### Cap.5.- Interpretarea rezultatelor cercetării.

cuprinde compararea rezultatelor teoretice cu cele experimentale, nivelurile de zgomot generate de motoarele cu ardere internă de pe autovehiculele în intersecții și pe traseul din localități unde autovehiculele circulă cu viteze de circulație legale. De asemenea se arată prezența infrasunetelor în jurul conducătorului auto din

cabinele mijloacelor de transport persoane și mărfuri. Spectrogramele infrasunetelor obținute sînt dependente de poziția geamului deschis sau închis, de viteza de circulație și de îmbrăcămintea rutieră a drumului. Analiza statistică a infrasunetelor, permite redarea valorilor  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  și  $L_{90}$  pentru cazurile studiate.

S-au simulat infrasunete în camera barică cu ajutorul instalației electromecanice, unde au fost expuși diferiți subiecți, înregistrîndu-se activitatea acestora cu ajutorul electroencefalegramelor. Rezultatele înregistrărilor arată efectul nociv ale infrasunetelor asupra omului și activității sale, precum și în diminuarea gradului de siguranță a traficului rutier.

Compararea rezultatelor nivelelor de zgomote, obținute cu valorile limită admise funcție de prognoza traficului, a permis autorului determinarea zonelor poluate de circulația autovehiculelor, precum și recomandări de distanțe între arterele de circulație și frontul clădirilor. De asemenea în rezultate se evidențiază valorile calculate ale indicilor de zgomot :  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  și  $L_{90}$ , climatul de zgomot "c", nivelul de zgomot echivalent  $L_{ech}$ , indicele de zgomot indexat T.H.L., nivelul de poluare sonoră L.W.P., care au fost comparate cu valorile limită, prescrise a fi respectate. Rezultatele ce se obțin se prezintă sub formă de tabele, diagrame, histograme, histograme cumulate. Se desprinde concluzia, că avem valori ale nivelelor de zgomote înregistrate, depășindu-le pe cele limite oficiale.

Capitolul se încheie cu rezultatele măsurătorilor de zgomot în domeniul sonor și infrasonor, generat de motorul autoturismului Dacia 1300 echipate cu carburatorcare Solex și Weber pentru diferite turații și la consum de combustibil corespunzător. Nivelul de zgomot este minim pentru consum minim de combustibil și pentru un reglaj optim al clapetei de accelerație.

Cap.6. - Valerificarea și perspectivele cercetării. Se scoate în evidență, că rezultatele măsurătorilor au fost folosite de autor pentru elaborarea unei noi metode de organizare și sistematizare a traficului, avînd la bază prognoza poluării sonore funcție de prognoza traficului.

În acest sens autorul argumentează și propune pentru municipiul Timișoara realizarea unei centuri de ecologie avînd la bază considerente de reducere a nivelelor de zgomote, concomitent cu relații de fluentă și siguranță maximă a traficului, propunere care a fost acceptată de organele de decizie municipale și jude-

țeană. De asemenea autorul a justificat și organele de decizie municipale și județene au aplicat extinderea rețelei stradale majore a municipiului Timișoara, înglobând în aceasta o serie de artere, care în prezent nu sînt amenajate pentru circulația rutieră, dar justificate, pentru reducerea nivelelor de poluare sonoră. Astfel au fost incluse ardere ca : Bul.St.Plăvăț, strada Lidia, Calea Bogdăneștilor, str.Lalemița etc.

În acest capitol se prezintă o nouă metodă de proiectare a arterelor și nodurilor de circulație pentru reducerea nivelelor de poluare sonoră, în așa fel ca soluțiile constructive să răspundă la : fluentă și siguranță maximă, concomitent cu soluții de poluare minimă. Metoda presupune efectuarea de studii și cercetări de trafic și de poluare sonoră, efectuându-se în 3 etape : a) analiza circulației și a poluării actuale, b) prognoza circulației rutiere și prognoza nivelului de poluare sonoră; c) stabilirea măsurilor pentru ameliorarea situației actuale și de viitor.

Capitolul se încheie cu implicațiile poluării sonore și cu infrasunete asupra omului și activității sale precum și în siguranța traficului rutier.

### Cap.7.- Concluzii finale privind studiul poluării prin zgomot în domeniul sonor și infrasonor ale motoarelor cu ardere internă de se autovehicule

În încheierea lucrării de doctorat sînt formulate principalele concluzii, cu caracter fundamental și aplicativ privind conștientul cercetării și posibilitatea utilizării lor practice.

#### 1.6. Contribuții originale privind studiul poluării prin zgomot în domeniul sonor și infrasonor.

În cadrul studiilor teoretice, cercetărilor aplicative și determinărilor experimentale cuprinse în teză, autorul aduce următoarele contribuții :

##### 1.5.1. Contribuții cu caracter fundamental

- stabilirea legăturilor existente între intensitatea traficului rutier, avînd în vedere componența carcului și a tipurilor de autovehicule în circulație la noi în țară, și nivelul de zgomot, pentru diferite distanțe față de fluxurile de circulație ;



- punerea în evidență a legăturii între frecvența zgomotului și nivelul presiunii sonore ;
- stabilirea relațiilor între nivelurile de zgomot și viteza de circulație a autovehiculelor ;
- determinarea unui mod de prognozare a zonelor poluate sonor, funcție de traficul rutier estimat pentru o anumită etapă de perspectivă ;
- utilizarea analizei de corelație (off-line) la studiul semnalelor E.E.G. captate de la subiecți aflați în câmp infrasonor, în "camera barică" ;
- punerea în evidență a influenței infrasunetelor asupra omului și în siguranța traficului rutier, cu ajutorul modificărilor constatate, ale densităților spectrale de putere de la semnalele E.E.G.

### 1.5.2. Contribuții experimentale

#### 1.5.2.1. Instalații experimentale

Instalații experimentale concepute și realizate sînt:

- instalații pentru determinarea nivelelor de zgomot în domeniul audibil, generate de motoarele autovehiculelor în intersecții și pe traseu curent ;
- instalații pentru determinarea nivelelor de zgomot în domeniul audibil, generate de circulația autovehiculelor, la distanțe variabile față de sursele de zgomot din trafic pentru diferite regiuni de circulație ;
- instalație de simulare a infrasunetelor în "camera barică" cu ajutorul unei instalații electromecanice ;
- instalație de determinare a zgomotului în domeniul sonor generat de motorul de pe autoturismul Dacia 1300 la mers în relanși pentru diferite poziții ale clapetei de accelerație cu un dispozitiv adecvat.

#### 1.5.2.2. Metodele cercetărilor

Metodele de cercetare stabilite și utilizate se referă la:

- studiul în condiții reale de desfășurare a traficului rutier, a modului de generare a zgomotului produse de motoarele autovehiculelor în puncte caracteristice ale unei rețele de circulație dintr-o localitate urbană ;
- metode pentru efectuarea măsurătorilor în vederea

stabilirii prin corelații statistice a relațiilor dintre volumul traficului rutier și nivelul de zgomot la distanțe variabile între sursele de zgomote din trafic și observator ;

- studiul sonelor poluate sonor și delimitarea acestora pentru situația actuală dintr-o localitate urbană ;

- metodă privind studiul zgomotelor în domeniu sonor și infrasonor generate de motorul autoturismului Dacia 1300 la mers în relanși în cazul opririi la intersecție pentru culcarea roșie a semaforului ;

- metodă de simulare a infrasunetelor într-o " cameră barică " și stabilirea influențelor acestora asupra omului.

### 1.5.3. Contribuții aplicative

- organizarea și sistematizarea traficului rutier pe principii de depoluare sonoră, concomitent cu soluții de fluiditate și siguranță maximă ;

- proiectarea unor artere și moduri de circulație din municipiul Timișoara având la bază criteriul prognozei poluării sonore ;

- procedeu de determinare a sonelor poluate sonor, pentru o etapă de prognoză și indicarea măsurilor pentru reducerea poluării ;

- utilizarea calculatorului electronic la prelucrarea datelor din măsurători și stabilirea, pe baze statistico-matematice, a legăturilor existente între diferitele aspecte ale fenomenului studiat ;

- în domeniul stabilirii unui regim de conducere a autovehiculelor pentru diminuarea efectelor infrasunetelor asupra performanțelor conducătorului auto ;

- corelarea restricțiilor de viteză cu valorile nivelelor de zgomote măsurate pe străzile din localitățile urbane cu ajutorul semnalizării verticale-orizontală a circulației.

Aplicabilitatea rezultatelor obținute au fost verificate în cazul municipiului Timișoara, deschizându-se căi noi de cercetare în domeniul fenomenului de poluare sonoră și infrasonoră.

**CAPITOLUL 2**

\*\*\*\*\*

**STUDIUL MONOGRAFIC ASUPRA STADIULUI ACTUAL**  
**AL CERCETĂRII SEISMOTELOR ÎN DOMENIUL SONOR**  
**ȘI INFRASONOR**





## 2.1. Metode teoretice

### 2.1.1. În domeniul sonor

Una dintre problemele importante pentru stabilirea metodelor de calcul privind reducerea nivelelor de zgomote prin metodele de organizare a circulației, sistematizare a traficului rutier și amplasarea optimă a construcțiilor de locuințe față de arterele rutiere, este cunoașterea nivelului de zgomot echivalent  $L_{ech}$  generat de circulația autovehiculelor - problemă reținută de lucrările /66,102/.

Pentru calculul nivelului acustic echivalent  $L_{ech}$  corespunzător, unei străzi lungi și largi, se pornește de la modelul unui lanț de autovehicule - fig.2.1.

Notând cu  $v$  viteza medie a lanțului de vehicule și cu  $s$  numărul de vehicule pe unitatea de timp (densitatea medie a circulației), se poate determina distanța medie dintre vehicule :

$$b = \frac{v}{s} \quad (2.1)$$

Periodicitatea variației nivelului acustic este :

$$T = \frac{1}{s} \quad (2.2)$$

Presiunea acustică  $p_n$  la locul observatorului, produs de cel de-al  $n$ -lea autovehicul al lanțului va fi :

$$p_n^2 = \frac{P_{gn}}{2\pi r_n^2} \quad (2.3)$$

unde  $p$  este puterea medie sonoră determinată experimental :

$g_0$  = impedanța acustică a aerului.

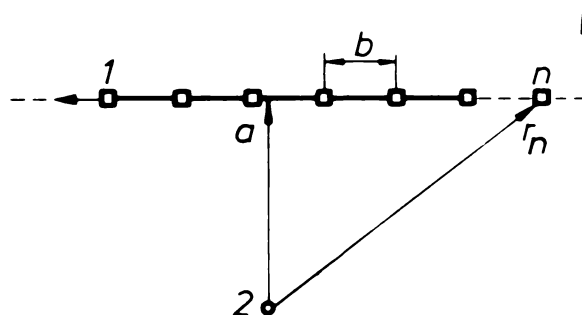


Fig.2.1 Schema pentru determinarea nivelului acustic echivalent  $L_{ech}$ .

1.- vehicul; 2.- observator.

$2\pi r_n^2$  = suprafața unei emisfere pe care se repartizează uniform puterea medie sonoră  $P$  ;

Raza de acțiune  $r_n$  se poate calcula cu formula :

$$r_n = \sqrt{a^2 + v^2 (nT + t)^2} \quad (2.4.)$$

unde "a" este distanța între observator și axa străzii :

t - timpul curent ( $t < T$ ).

Utilizând relațiile (2.3) și (2.4) se poate determina nivelul de presiune acustică al celui de al n-lea vehicul :

$$L_n = 10 \lg \frac{P_n^2}{P_0} = 10 \lg \left[ \frac{P_{90}}{2\pi P_0} \cdot \frac{1}{a^2 + v^2 (nT + t)^2} \right] \quad (2.5)$$

Nivelul total  $L_{tot}$  produs de toate vehiculele lanțului la timpul t, la locul observatorului, va fi :

$$L_{tot} = 10 \lg \left[ \frac{P_{90}}{2\pi P_0} \cdot \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} \frac{1}{a^2 + v^2 (nT + t)^2} \right] \quad (2.6)$$

sau :

$$L_{tot} = 10 \lg \left[ \frac{P_{90}}{2ab P_0} \cdot \frac{\sin h 2\pi \frac{t}{T}}{\cosh 2\pi \frac{t}{T} - \cos 2\pi \frac{t}{T}} \right] \quad (2.7.)$$

Dacă notăm cu  $L'$ , nivelul de intensitate acustică al unui autovehicul în raza de acțiune "r" corespunzător presiunii sonore "P" avem :

$$\frac{P_{90}}{2 P_0} = 10^{\frac{L'}{10}} \cdot r^{12}, \text{ iar dacă în loc de } v \text{ avem}$$

$v'$ , și ținând seama de factorul de corecție funcție de viteză  $k \lg \frac{v'}{v}$ , relația (2.7) devine :

$$L_{tot} = L' + k \lg \frac{v'}{v} + 10 \lg \left[ \frac{r'^2}{a \cdot b} \cdot \frac{\sin h 2\pi \frac{t}{T}}{\cosh 2\pi \frac{t}{T} - \cos 2\pi \frac{t}{T}} \right] \quad (2.8)$$

Dar, nivelul de presiune acustică, variază în timp, de aceea este necesar să se calculeze nivelul acustic continuu

echivalent  $L_{ech}$ .

$$L_{ech} = 10 \lg \frac{I}{I_0} = L' + k \lg \frac{v}{v'} +$$

$$+ 10 \lg \left[ \frac{\pi E'^2}{a \cdot b} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T \frac{\sin h \cdot \frac{2\pi a}{b}}{\cos h \frac{2\pi a}{b} - \cos \frac{2\pi t}{T}} dt \right] \quad (2.9)$$

dar:

$$\frac{1}{T} \int_0^T \frac{\sin h \cdot \frac{2\pi a}{b}}{\cos h \cdot \frac{2\pi a}{b} - \cos \frac{2\pi t}{T}} dt =$$

$$= \frac{\sin h \frac{2\pi a}{b}}{\sqrt{\cos^2 h \frac{2\pi a}{b} - 1}} = 1 \quad (2.10)$$

și știind că,  $b = \frac{v}{z}$ , avem :

$$L_{ech} = L' + k \lg \frac{v}{v'} + 10 \lg \frac{\pi E_0 E'^2}{v \cdot a} \quad (2.11)$$

Presupunind constante  $L'$ ;  $v'$ ;  $v$  și  $z$ , putem deci concludem ca :

$$L_{ech} = \text{constantă} - 10 \lg a \boxed{dB(A)} \quad (2.12)$$

Din relația (2.12) rezultă că nivelul de zgomot echivalent  $L_{ech}$  scade cu 3 dB(A), la dublarea distanței.

În alte lucrări /81,85/ se fac recomandări pentru stabilirea nivelului de zgomot echivalent în funcție de tipul și clasa tehnică a străzii. Astfel de recomandări nu sînt utile deoarece sînt foarte generale ; ele nu precizează tipul mijloacelor de transport, regimul de circulație, timpul de îmbrăcăminte al străzilor etc.

Reține atenția lucrarea profesorului E. Ia Iudin /60/ care, studiind zgomotul produs de traficul rutier în orașele Moscova și Volgograd, a întocmit o diagramă a nivelurilor de zgomot, considerînd că principalele autovehicule care ponderează nivelul de zgomot sînt autocamioanele și mijloacele de transport în comun. Autorul face și corecții în funcție de variația vitezei și a numărului de autovehicule. În lucrare se menționează că nivelurile de zgomot astfel calculate au abateri de  $\pm 5$  dB(A) față de cele obținute prin măsurări directe.

În lucrarea /60/ se pornește la calculul lui  $L_{ech}$ , cunoscându-se în prealabil numărul de autovehicule pe tipuri, precum și nivelul de zgomot produs de fiecare tip de autovehicul, fără a se ține seama de variațiile de viteză ale acestora. În consecință,  $L_{ech}$  are forma :

$$L_{ech} = 10 \lg \left[ \frac{1}{100} \sum t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right] [dB(A)] \quad (2.13)$$

În relația (2.13) termenii :  $L_i$  - nivelul de zgomot în  $[dB(A)]$  corespunzător punctului mediu de clasă ;  $t_i$  - durata de timp exprimat în procente din timpul de referință, la care nivelul de zgomot se găsește în limita de clasă  $i$ , au fost înlocuiți astfel :

$$t_i = \frac{n_i \tau_i}{T} ; \text{ și } L_i = L_{max.i} - 5.$$

în care :

- $n_i$  este numărul de autovehicule de un anumit tip, care circulă în perioada  $T$  (în secunde) pentru care se stabilește nivelul de zgomot echivalent ;
- $\tau_i$  este timpul (în secunde) în care autovehiculul trece prin fața punctului considerat, pe o distanță de 20 m ;
- $L_{max.i}$  este nivelul de zgomot maxim, în  $[dB(A)]$  la 1 m de bordura trotuarului, dat de un anumit tip de autovehicul.

Cu precizările de mai sus formula (2.13) devine:

$$L_{ech} = 10 \lg \left[ \frac{1}{100} \sum \frac{n_i \tau_i}{T} \cdot 10^{\frac{L_{max.i} - 5}{10}} \right] [dB(A)] \quad (2.14)$$

Pentru tipurile de autovehicule mai frecvente, valorile lui  $\tau_i$  și  $L_{max.i}$  sînt date în tabelul 2.1. atât pentru străzi asfaltate, cît și pentru străzi pavate.

Un aspect important pentru reducerea zgomotului generat de circulația autovehiculelor este calculul de eficiență al ecranelor foncoabsorbante, cuprins în lucrările /91, 102, 106/.

TABELUL 2.1.

Valorile nivelurilor de zgomot produs de  
autovehicule și durata de măsurare a zgometelor  
maxime măsurate

Nr. ort.	Tipul autovehiculului	Viteza km/h	Nivel de zgomot dB(A)		(s)
			Strada asfaltată	Stradă pavată	
1.	Autoturisme	45-55	72	77	1,45
		55-65	76	81	1,
		65-75	77	82	1
2.	Autocamioane	35-40	80	85	2
		40-50	85	90	1,6
		50-60	88	93	1,3
3.	Microbuze	35-45	79	84	2
		45-55	80	85	1,45
		55-65	82	87	1,2
4.	Autobuze	40	80	85	1,8
5.	Troleibuze	40	79	84	1,8
6.	Tramvaie	35	91	96	2
7.	Tractoare	20	88	93	3,6
8.	Motociclete	55	82	87	1,3
9 <sup>x</sup> .	Trenuri	20 c.f.	74	-	3,6 x n n = nr. de vagoane

x) Se au în vedere numai trenurile care circulă paralel cu străzile și la distanțele sub 25 m.

Observație : Pentru calcul, nivelurile de zgomot se vor rotunji în clase de 5 dB(A); astfel, pentru valori cuprinse între 83...87 dB(A) se va lua valoarea de 85 dB(A); pentru valori cuprinse între 88...92 dB(A) se va lua valoarea de 90 dB(A).

Metoda de calcul utilizată în lucrarea /91/ constă în descompunerea fiecărei surse de zgomot generată de circulația rutieră, în surse punctuale elementare  $S_1, S_2, S_3, \dots$

Fie  $L(1), L(2), L(3), \dots$  nivelurile de presiune acustică create într-un punct luat în studiu "O", din diferite surse în absența ecranului. Nivelul acustic rezultat în punctul "O" este L.

Vom calcula în același mod  $L'(1), L'(2), L'(3), \dots$  în punctul O după introducerea ecranului fig.2.2, iar nivelul acustic rezultat îl vom nota cu  $L'$ .

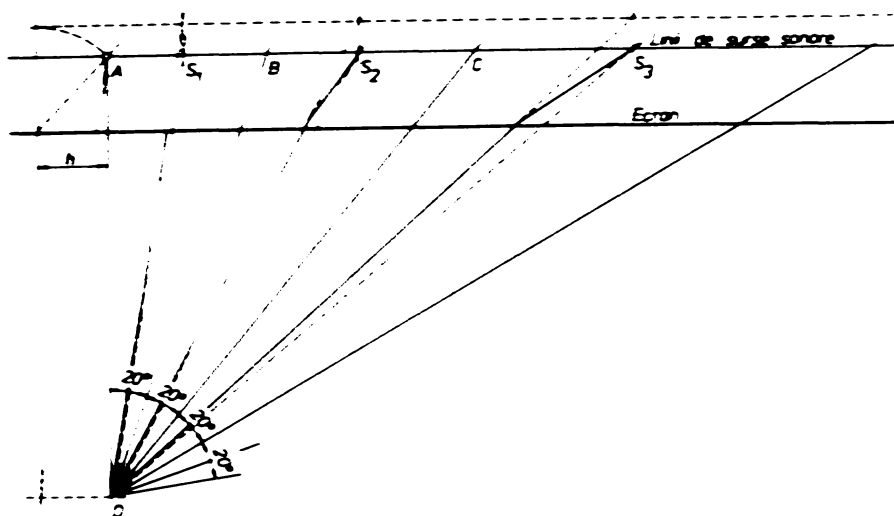


Fig. 2.2 Descompunerea sursei de zgomot A, în surse elementare  $S_1, S_2, S_3, \dots$

Eficiența ecranului o notăm cu  $\Delta L = L - L'$ .

Pentru a simplifica calculele, s-a ales  $S_1, S_2, S_3, \dots$  în așa fel ca  $L(1) = L(2) = L(3) = \dots$

Pentru a calcula atenuarea datorită ecranului pentru

fiecare din sursele elementare, s-a măsurat diferența " $\delta$ " între lungimea traseului difractat (detaliu asupra reprezentării geometrice se dă în fig.2.3.) și traiectoria directă a unei sonore, ceea ce a permis calculul numărului lui Fresnel:  $N = \frac{2}{\lambda} \delta$ , unde este lungimea undei de frecvență considerată. În fig. 2.4. se arată determinările atenuării corespunzătoare.

Studiile din lucrările /51,53,66/ privind determinarea nivelurilor de zgomot, au arătat că nivelul  $L_{50}$  al presiunii sonore, care este atins și depășit timp de 50 % din timpul de măsurare în câmp liber la o distanță de 40 m de axa unei străzi în aliniament este de 70 dB(A) pentru o viteză medie a autovehiculelor cuprinsă între 80-90 km/h și fiind procentajul autocamionelor este mai mic de 15 %.

Pentru cazul nostru, în situația unui trafic suficient de intens, cu un procentaj de autocamioane sub 15 %, putem considera că sursa de zgomot creată de către circulația autove-

hiculelor este o linie de surse. Nivelul  $L_{50}$  într-un punct situat la o distanță "a" de axa linie de surse este dată de formula :

$$L_{50} = 70 + 10 \lg \frac{4Q}{a} + 10 \lg \frac{\theta}{200} + 10 \lg \frac{Q}{2000} \quad [dB(A)] \quad (2.15)$$

unde :

- a este distanța în metri măsurată pe normala la linia de surse ;
- $\theta$  este unghiul în grade sub care se vede fiecare element al liniei de surse ;
- Q este debitul de vehicule pe oră.

Rezultatele calculelor efectuate cu formula (2.15), comparate cu măsurătorile de zgomot aferente, au dat diferențe mici de  $\pm 2$  dB(A), ceea ce confirmă utilitatea în calcule a formulei (2.15).

Propagarea zgomotului generat de circulația autovehiculelor în ansamblul de construcții din orașe se poate produce în următoarele condiții :

- propagarea zgomotului în

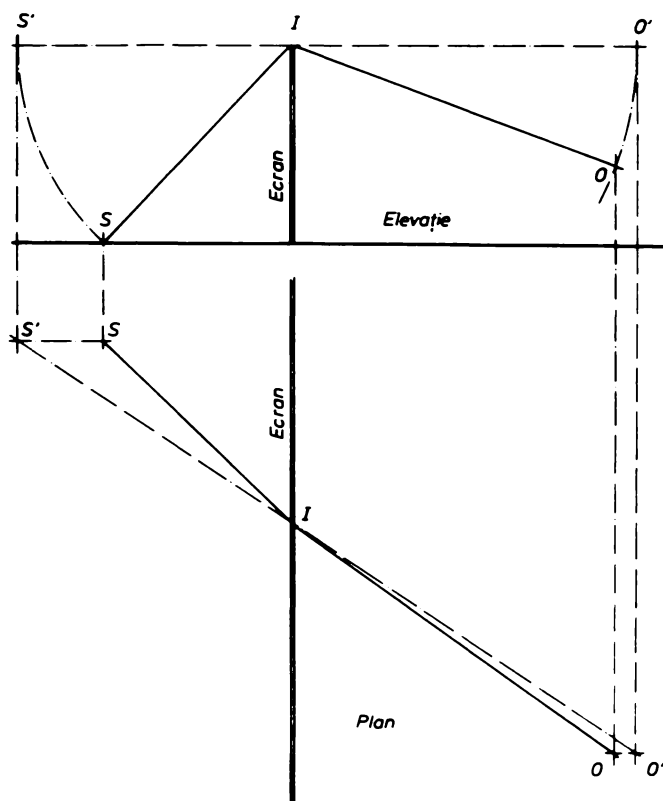


Fig.23 Reprezentarea grafică a unei zone de difracție (Aplicație a principiului Fermat) (referința 1)

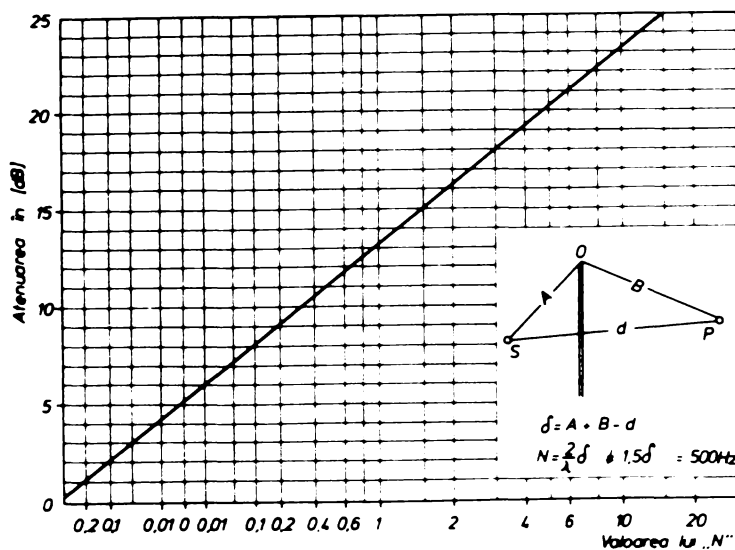


Fig.24 Abacă care dă eficacitatea ecranului în funcție de diferența de traiectorie  $d$  și  $\lambda$ .



spațiu liber, deasupra terenului, cu diferite acoperiri :

- propagarea zgomotului prin sonole versi (plantații) situate pe traseul de la sursă (artera de circulație) spre ansamblul de construcții ;
- propagarea zgomotului în cazul că există o ecranare a sursei prin diferite obstacole : pereți, taluzări, deblee etc sau ecrane foncoabsorbante amplasate prin soluții constructive.

În toate cazurile, la baza relațiilor de propagare a zgomotului trebuie să stea condițiile de propagare a energiei acustice în atmosferă. La propagarea energiei acustice în atmosferă, în conformitate cu teoria aproximației, care nu ține seamă de absorbția moleculară, de factorii de vânt și de alți factori meteorologici, se produce o descreștere a intensității zgomotului invers proporțional cu pătratul distanței față de o sursă punctiformă :

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2.16)$$

unde :

I este intensitatea zgomotului ;

P - puterea sursei ;

r - distanța de la sursă.

Trecînd la nivelurile presiunii acustice, propagarea zgomotului poate fi calculată cu ajutorul următoarelor formule:

1. Propagarea zgomotului în spații libere deasupra terenurilor cu diferite acoperiri.

Neglijînd absorbția moleculară, factorii de vânt și alți factori meteorologici, propagarea zgomotului în atmosferă se face după relația : fig.2.5).

$$L_n = L_{ech} - K_a \Delta L_a \quad (2.17)$$

unde :

$L_{ech}$  se determină cu relația (2.14).

$L_n$  este nivelul de zgomot în punctul de observație.

$\Delta L_a$  - este atenuarea nivelului de zgomot în funcție de distanța de la 1 m de bordura trotuarului, pînă la punctul de observație, care se determină din diagramă din fig.2.6.

$K_a$  - este un coeficient care ține seama de particularitățile terenului și este dat în tabelul 2.2.

Dacă sursa de zgomot este punctiformă și  $\frac{r_n}{r_0} > 1$  avem :

$$L_n = L_{ech} - K_s \cdot 20 \lg \frac{r_n}{r_1} ; \quad (2.18)$$

Dacă sursa de zgomot este liniară și  $\frac{r_n}{r_0} > 1$  avem :

$$L_n = L_{ech} + K_s \cdot 10 \lg \frac{r_n}{r_1} \quad (2.19)$$

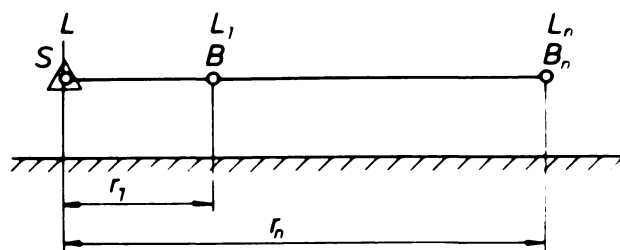


Fig 2.5 Schema de calcul a propagării zgomotului în spațiul liber orizontal.

$L; L_1; L_n$  - nivelurile presiunii acustice;  
 $S$  - punctul în care se află sursa de zgomot;  
 $B; B_n$  - puncte de observație.

**TABELUL 2.2.**

	ASPALT	PĂMÎNT	GAZON
$K_s$	0,9	1	1,1

**2. Propagarea zgomotului prin spațiile verzi ale zonelor de locuit (fig. 2.7.)**

Propagarea zgomotului se face după relația :

$$L_n = L_{ech} - K_{zv} \Delta L_{z1} \quad (2.20)$$

unde  $L_n, L_{ech}, \Delta L_{z1}$  au semnificațiile din relația (2.17), iar  $K_{zv}$  este un coeficient de zonă verde și are valorile trecute în tabelul 2.3.

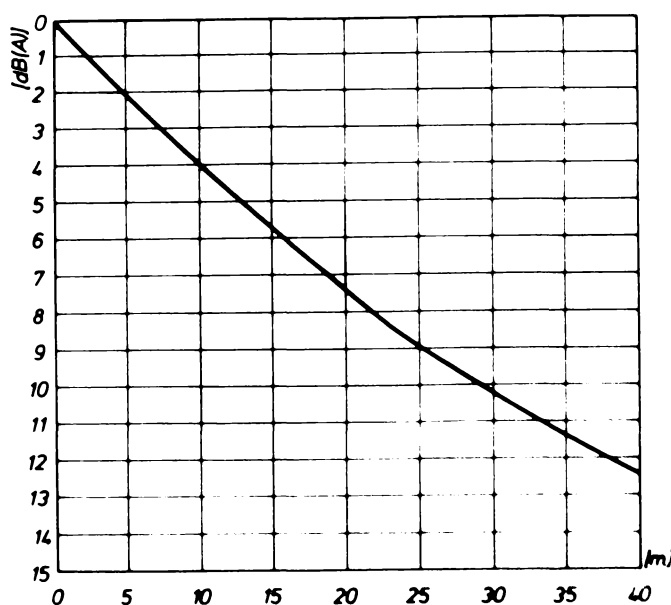


Fig.2.6 Atenuarea zgomotului în funcție de distanța pe căile rutiere urbane

**TABELUL 2.3.**

Arbori plantați în așchier cu soroana densă, cu arbori și arbuști pe perimetru	$K_{zv} = 1,5$
Plantații de tip pădure-parc, cu densitate medie și cu arbuști	$K_{zv} = 1,2$

Dacă sursa de zgomot este punctiformă avem :

$$L_n = L_{ech} - K_{zv} \cdot 20 \lg \frac{r_n}{r_1} \quad (2.21)$$

Dacă sursa de zgomot este liniară avem:

$$L_n = L_{ech} - K_{zv} \cdot 10 \lg \frac{r_n}{r_1} \quad (2.22)$$

### 3. reducerea zgomotelor în cazul prezentei unor ecrane-barieri-fig.2.8

a) -sursa de zgomot S și punctul de observație B, se găsesc pe aceeași linie orizontală.

Propagarea zgomotului se

face după relația :

$$L_n = L_{ech} - K_s \Delta L_s - \Delta L_b \quad (2.23)$$

unde:

$\Delta L_b$  - este atenuarea zgomotului pe care o produce bariera de ecranare, și care se

calculează cu ajutorul diagramei prezentată în fig.2.9.

Dacă sursa de zgomot este punctiformă avem :

$$L_n = L_{ech} - K_s \cdot 20 \lg \frac{r_n}{r_1} - \Delta L_b \quad (2.24)$$

Dacă sursa de zgomot este liniară avem :

$$L_n = L_{ech} - K_s \cdot 10 \lg \frac{r_n}{r_1} - \Delta L_b \quad (2.25)$$

b) Sursa de zgomot S și punctul de observație B, se găsesc la niveluri diferite (fig.2.10).

Propagarea zgomotului se

face după relația :

$$L_n = L_{ech} - K_s \Delta L_s - \Delta L_b \quad (2.26)$$

unde :

$\Delta L_b$  reprezintă atenuarea zgomotului produs de barieră și se calculează cu ajutorul diagramei din figura (2.11).

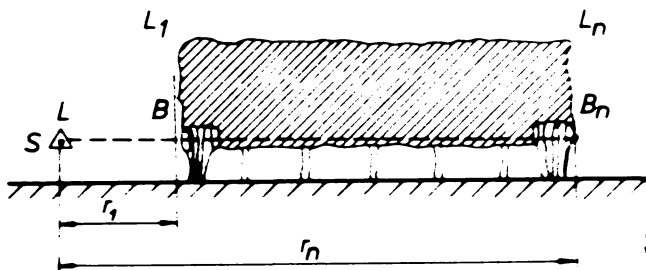


Fig.2.7 Schema de calcul a propagării zgomotului dincolo de zona verde de protecție.

$L_1, L_n$  - nivelurile presiunii acustice,  
S - punctul în care se află sursa de zgomot,  
B,  $B_n$  - puncte de observație.

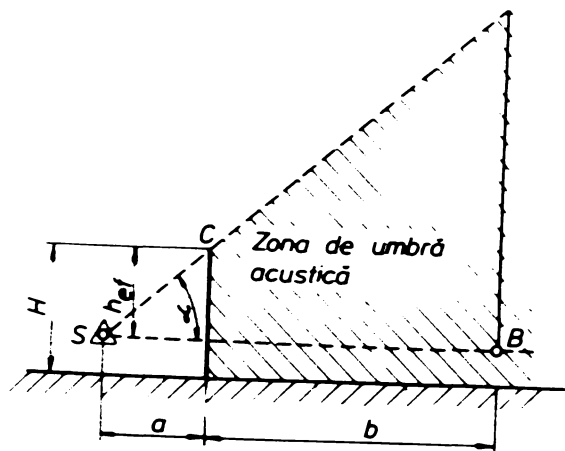


Fig.2.8 Schema de calcul a propagării zgomotului dincolo de ecran.

S - punctul în care se află sursa de zgomot;  
B - punctul de observație;  
H - înălțimea ecranului;  
 $h_{ef}$  - înălțimea efectivă a ecranului.

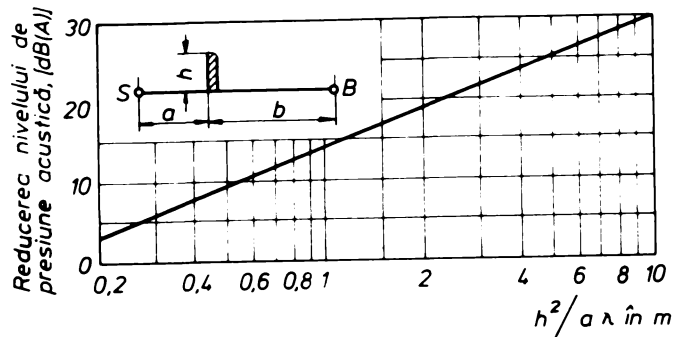


Fig. 2.9 Diagrama pentru calcularea reducerii nivelului de zgomot dincolo de barieră.

$\lambda$  - lungimea de undă a sunetului. Pentru calculul nivelului global, dB, se va folosi frecvența de 500 Hz adică  $\lambda = 0,7m$ ;  
 $h$  - înălțimea efectivă a barierei;  
 $S$  - punctul în care se află sursa de zgomot;  
 $B$  - punctul de observație.

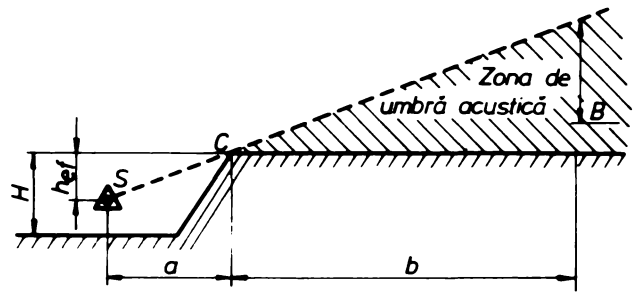


Fig. 2.10 Schema de calcul a propagării zgomotului dincolo de taluzul debleului.

$S$  - punctul în care se află sursa de zgomot;  
 $B$  - punctul de observație;  
 $H$  - înălțimea ecranului;  
 $hef$  - înălțimea efectivă a debleului.

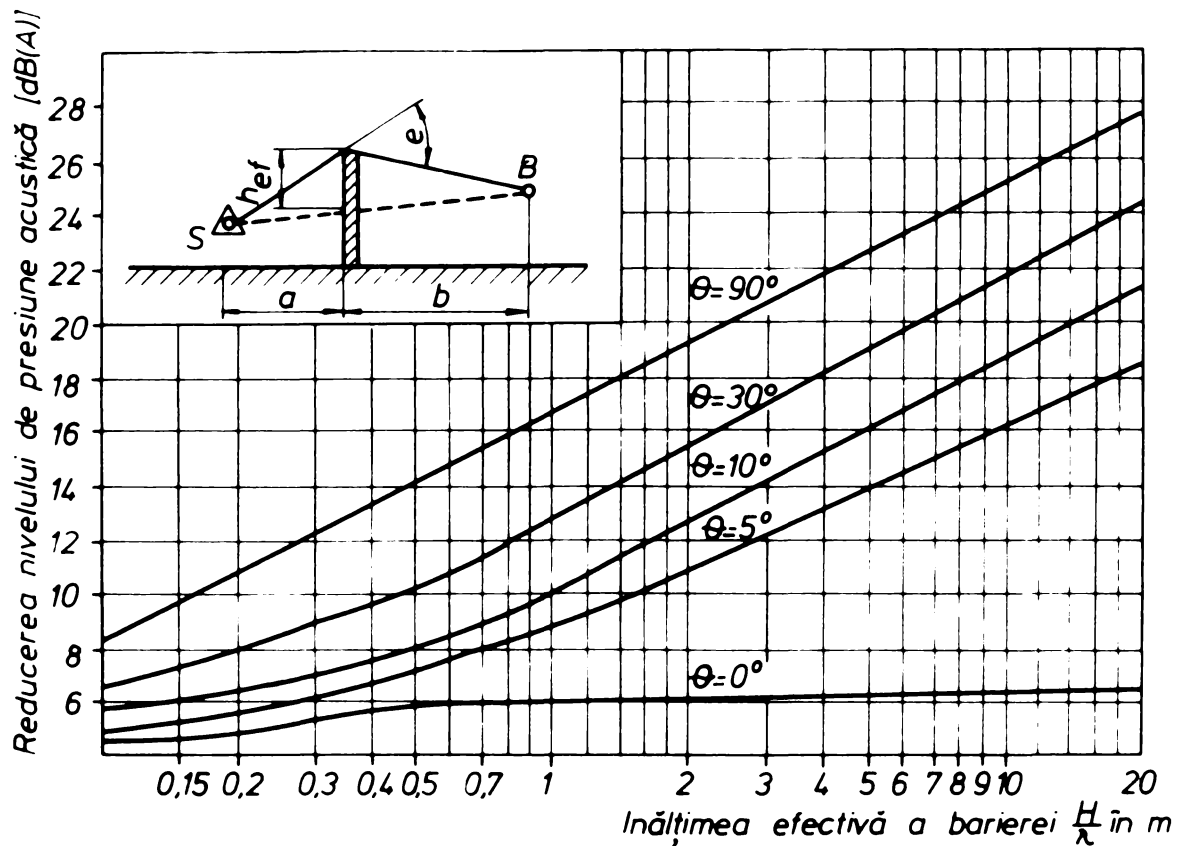


Fig. 2.11 Diagrame pt. determinarea reducerii zgomotului prin ecrane cu barieră.

$S$  - punctul în care se află sursa de zgomot;  
 $B$  - punctul de observație;  
 $\theta$  - unghiul față de zona de umbră acustică  
 $\lambda$  - lungimea de undă a sunetului. Pentru calculul nivelului global dB(A) se ia  $\lambda = 0,7m$ .

Dacă sursa de zgomot este punctiformă avem :

$$L_n = L_{ech} - K_s - 20 \lg \frac{r_n}{r_1} - \Delta L_n \quad (2.27)$$

Dacă sursa de zgomot este liniară avem :

$$L_n = L_{ech} - K_n \lg \frac{r_n}{r_1} - \Delta L_n ; \quad (2.28)$$

4. Propagarea zgomotului în cazul surselor dispuse în sir, la o distanță b între ele, după prof. B. Ia. Iudin /60/.

Nivelul de zgomot generat de traficul rutier este:

$$L_n = L_{ech} - 20 K_n \left[ K \lg \frac{2.5 b}{7} + \lg \sqrt{\frac{r_n}{0.5 b}} \right] \quad (2.29)$$

unde  $b = 1000 \frac{V}{U}$ , iar K este un coeficient care se determină în funcție de distanța dintre autovehicule b și se dă în tabelul 2.4.

TABELUL 2.4.

b m	20	25	30	40	50	60	70	80	100	140	160
K	0,17	0,5	0,617	0,718	0,78	0,806	0,833	0,84	0,855	0,88	0,885
	250	300									
	0,89	0,908									

### 2.1.2. În domeniul infrasunor

Primele studii științifice despre infrasunete și efectele sale asupra organismului uman au fost întreprinse încă din timpul primului război mondial, iar anii care au urmat au adăugat puține informații. Până de curind examinarea reacției umane la infrasunete a fost limitată la determinarea pragului de auz la aceste frecvențe joase și s-a stabilit că sub 20 Hz sunetele nu pot fi auzite. În consecință infrasunetele au fost timp îndelungat eliminate din diferite studii, fiind considerate neaudibile și neimportante pentru om și activitatea sa /25,90,111/.

Odată cu dezvoltarea aviației și a vehiculelor spațiale studiul zgomotului de la lansarea rachetelor, amestecul turbulent dintre gazele de ieșire în atmosferă, au generat valori de niveluri auzite foarte mari la frecvențe sub 20 Hz. În consecință, probleme privind starea fiziologică și psihologică a astronauților au apărut, iar N.A.S.A. a început, după 1960, studii asupra efectelor pe care infrasunetul de intensitate mare îl are asupra personalului. Cercetătorii au devenit conștienți că problema nu se limitează numai la presiuni înalte,

cînd personalul muncitor a refuzat să lucreze în birourile apropiate de punctele de încercare ale motoarelor cu ardere internă. Concorde, ei plîngîndu-se de grețuri, amețeli, și o incapacitate generală de concentrare. S-a constatat că aceste simptome neobișnuite și neplăcute sînt datorate prezenței infrasunetului în spectrul de zgomot ale motorului cu ardere internă.

Astfel de zgomot, care nu se aude, infrasunetele, din surse tehnice sau naturale, ne înconjoară practic continuu, mărește energia noastră, iar oamenii resimt o stare de rău, ceea ce se explică prin prezența spectrului de infrasunete.

Cu exactitate se știe încă foarte puțin, la cercetarea acestui fenomen au rămas foarte multe de recuperat.

Infrasunetele, o dată emise de o sursă prezintă marele avantaj de a fi foarte puțin absorbite pe traiectul de propagare, adică se atenuază foarte puțin cu distanța, în comparație cu zgomotele audibile. Un infrasunet de 10 Hz este de 10.000 de ori mai puțin absorbit decît un sunet audibil de 1000 Hz /25, 111/.

Studierea infrasunetelor a avut ca rezultat consecințe foarte utile, pentru detecția exploziilor îndepărtate. Orice fenomen acustic posedă componente infrasonori, în afară de cei audibili. Ultimei sînt rapid absorbiți de atmosferă, iar la mare distanță de locul producerii fenomenului sonor nu mai rămîn decît infrasunetele, care nu sînt perceptibile de auzul nostru.

Exploziile de orice natură, bombe, bangul avioanelor supersonice, exploziile nucleare, pot fi decelate la distanțe considerabile prin emisiunile lor de infrasunete. Prin distanțe considerabile se înțelege în acest caz mii și chiar zeci de mii de km, unde infrasunetele putînd chiar să înconjoare Pămîntul.

Cutremurele de pămînt sînt aproape întotdeauna însoțite de infrasunete și există chiar infrasunete intense, de origine necunoscută. Astfel în urmă cu 10 ani /111/ o instalație destinată să măsoare variațiile de presiune produse de exploziile nucleare a permis detecția unei emisiuni infrasonore așa de puternice, încît a făcut de 3 ori înconjurul Pămîntului, cu o viteză medie de 320 m/sec. Această emisiune n-a putut fi atribuită nici vreunei explozii, nici vreunui ciclon, seism sau alt fenomen cunoscut.

În natură, sursa cea mai constantă de infrasunete este oceanul, mai exact interacțiunea între suprafața apei și trece-



rea vîntului. Emisiunea de infrasunete este specifică uraganelor, cicloanelor și altor manifestări atmosferice violente. Frecvența acestor infrasunete variază de la 0,1 la 10 Hz și se admite că ele sînt provocate de schimbările de direcție sau de intensitatea undelor marine asociate cu vînturile puternice /111/.

În literatura de specialitate consultată nu s-a găsit vre-o metodă teoretică care să determine modul de propagare cu distanța, a infrasunetelor iar cele relatate mai sus sînt consecința metodelor experimentale care vor fi dezvoltate la paragraful 2.2.2.

## **2.2. Metode experimentale.**

### **2.2.1. În domeniul sonor.**

Problema studiului și combaterii zgomotului generat de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule este o problemă complexă și cuprinde o serie de aspecte :

1) studiul aspectului fizic al apariției zgomotului, depistarea surselor de zgomot și analiza spectrului zgomotului ;

2) studiul nivelurilor de zgomot generate de diferitele agregate ale autovehiculului în diferite regimuri de viteză și sarcină ;

3) stabilirea unui complex de soluții de combatere la sursă a zgomotului sau de împiedecare a propagării sale în mediul înconjurător ;

4) proiectarea și realizarea unor atenuatoare de zgomot eficiente din punct de vedere acustic ;

5) elaborarea unor metode unice de măsurare a zgomotului generat de autovehicule și stabilirea unor niveluri acustice limită /73,79,80,123,142,143,144,146,154/.

La zgomotul generat de motor putem distinge :

1) zgomotul sistemului de admisie care apare ca rezultat al pulsațiilor aerului de admisie ;

2) zgomotul cauzat de procesul de combustie care se manifestă sub forma unor impulsuri de vibrații ;

3) zgomotul provocat de vibrațiile pereților și chiułasei blocului cilindrilor și a capacelor mecanismului de distribuție cu supape ;

4) zgomotul mecanismului de distribuție cu supape,

care poate să ridice nivelul de zgomot al motorului cu aproximativ 5 dB(A);

5) zgomotul pompei de combustibil ;

6) zgomotul sistemului de ventilare pentru răcirea motorului, la care componenta fundamentală are un nivel de zgomot foarte ridicat 107 dB(A).

7) zgomotul de evacuare a gazelor arse, care are nivelul cel mai ridicat.

Autovehiculele cu motoare cu ardere internă generează diferite niveluri de zgomot, în funcție de caracteristicile lor constructive și funcționale. Astfel pentru a se determina cât de zgomotoase sînt diferitele tipuri de autovehicule s-au efectuat măsurări pe 33 modele diverse /75/.

Măsurările s-au efectuat în următoarele regimuri :

1. pornirea motorului,
2. mers în gol,
3. rulare fără motor cu viteza de 50 km/h,
4. rulare cu viteza constantă de 50 km/h în treapta a III-a de viteză,
5. condiții similare ca la punctul 4 însă în treapta II-a de viteză,
6. accelerarea maximă în treapta a II-a de viteză, de la 20 km/h,
7. accelerarea în treapta I-a pînă la turația nominală,
8. demaraj rapid de pe loc.

Măsurătorile efectuate pe diferite tipuri de vehicule avînd motoare cu ardere internă au permis să se determine variația nivelului de zgomot în funcție de viteza de deplasare fig. 2.12..

Din datele prezentate în această figură rezultă cel puțin două concluzii interesante :

1. bicicleta la viteza de 45 km/h produce un zgomot de 60 dB(A));
2. zgomotul generat de autoturism la viteza de peste 110 km/h (curba 4), depășește zgomotul unei camioane la viteza de 70 km/h (curba 3).

De asemenea măsurătorile de zgomot efectuate, au permis să se facă o clasificare a diferitelor tipuri de vehicule avînd motoare cu ardere internă pentru fiecare din cele opt condiții



de testare /75/.

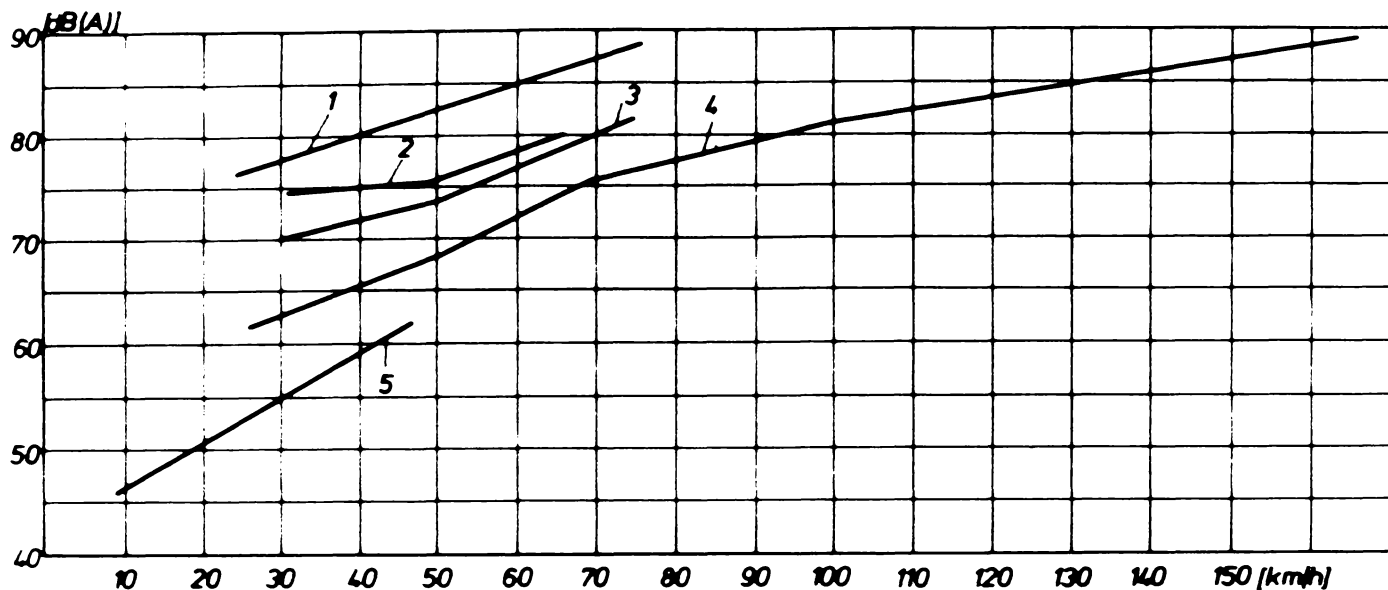


Fig.2.12 Variația nivelului de zgomot generat de diferite tipuri de vehicule rutiere în funcție de viteza de deplasare

1-camion peste 3,5t; 2-motociclete de putere mică; 3-camion până la 3,5t; 4.-automobil; 5-bicicletă.

Astfel la proba de pornire a motorului s-au măsurat valori medii de 64 dB(A). Cele mai zgomotoase s-au dovedit a fi Fiat 500 și Opel Diplomat, la care s-au măsurat niveluri de 73 dB(A), iar cele mai silențioase VW lăoo și Audi lăoo LS.

La proba de mers în gol, nivelurile medii de zgomot măsurate au avut valori de 53 dB(A), ceea ce este comparabil cu zgomotul generat de o conversație normală.

Valoarea cea mai scăzută, de 46 dB(A) s-a măsurat la Renault 4. Cele mai zgomotoase dintre mașinile testate s-au dovedit a fi Opel GT, VW- Passat Super 914, Fiat 500, Passat 911.

La proba de rulare fără motor, la viteza de 50 km/h, s-au măsurat valori situate între 64 și 72 dB(A). În acest caz nivelul de zgomot măsurat este funcție de configurația riserilor din cauciucuri. Astfel, s-a constatat că cauciucurile cu riseri longitudinale generează un zgomot mai ridicat decât cele cu riseri transversale.

La proba de rulare cu viteză constantă de 50 km/h în viteză a II.-a, se remarcă un nivel de zgomot destul de ridicat, deși motorul nu este turat la valoarea maximă. Astfel s-au măsurat valori medii de 70 dB(A), nivel similar cu cel generat de un pianist care cântă într-o locuință.

Valori mai ridicate și anume de 74 dB(A) s-au măsurat

rat la Fiat 500 și VW- Porsche. Autoturismul Opel Diplomat s-a dovedit cel mai silențios, la acesta nefiind nici o diferență între rulajul cu motorul oprit și rulajul cu motorul în treapta II-a de viteză.

La proba de rulare cu viteză constantă de 50 km/h în viteza II-a, motorul încează cu o rotație mai mare, deci constituie o sursă mai mare de zgomot. De exemplu, la această probă, Fiat 500 produce un nivel de zgomot de 84 dB(A). În general însă, în orașe nu se circulă cu această treaptă de viteză.

La proba de accelerare maximă în treapta a II-a de viteză, de la 20 km/h, motorul fiind suprasolicitat, produce un zgomot suplimentar. În aceste condiții nivelul de zgomot variază între 70-80 dB(A).

La proba de accelerare în treapta I-a până la rotația nominală nivelul mediu de zgomot a fost de 84 dB(A). Cele mai zgomotoase s-au dovedit motoarele cu rotație nominală ridicată și cele răcite cu aer, cum sînt Alfa Romeo, Porsche 911 T și Citroën MSU-20-80 este cel mai silențios, fiind dotat cu motor rotativ. Este interesant de remarcat la motoarele rotative faptul că pe măsură ce crește rotația motorului, ele devin mai silențioase.

La proba de demaraj rapid de pe loc, nivelul mediu de zgomot a fost de 84 dB(A). Cele mai zgomotoase sînt Fiat 128 Coupée cu un nivel de 97 dB(A) și Ford Capri 2300, Audi 100 LS, Citroën 2 CV, Ford Taunus cu 90 dB(A). Mult sub nivelul mediu s-au situat Citroën CS cu 71 dB(A) și MSU-20-80 cu 72 dB(A).

Din testările prezentate mai sus, rezultă care sînt sursele principale de zgomot în marile orașe. Astfel, în primul rînd avem mașinile prevăzute cu motoare răcite cu aer, cum sînt: Citroën 2 CV 6, VW 1302 LS, Porsche 911 T, VW-Porsche 914/4 și Fiat 500. În al doilea rînd sînt mașinile dotate cu motoare puternice ca Peugeot 504 Injection, Fiat 128 Coupée 1300, Alfa Romeo Giulia S și Mercedes 6,3.

Din punct de vedere al nivelului de zgomot, introducerea schimbătoarelor automate de viteză este deosebit de favorabilă (44). Astfel, în figura 2.1.3. se compară varianta clasică cu cea cu schimbător de viteză automată a autoturismelor Audi 100 LS, Mercedes 220, Opel Rekord II 1900 și Volvo 144 la demarajul rapid de pe loc și la viteza de 50 km/h în treapta II-a de viteză, respectiv a III-a.

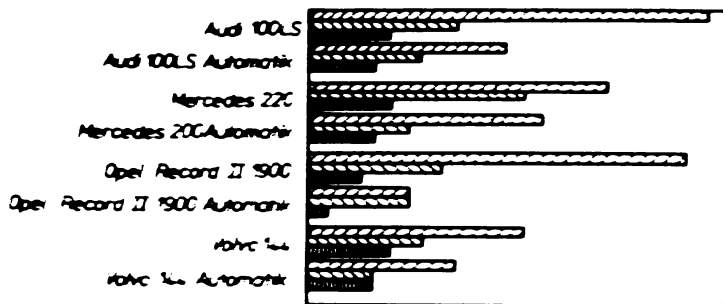
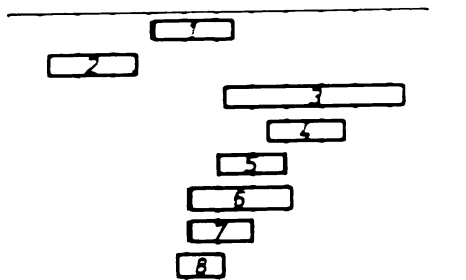


Fig. 2.13 Influența utilizării schimbătoarelor automate de viteză, asupra nivelului de zgomot

LEGENA

- ▨ Demaraj rapid de pe loc
- ▤ 50 km/h viteză II
- ▥ 50 km/h viteză III

asupra nivelului de zgomot. Indiferent de faptul că este vorba de cel mai silențios sau cel mai zgomotos vehicul, pentru fiecare regiă de funcționare există anumite domenii de variație a nivelului de zgomot. Aceste limite sînt reprezentate în figura 2.14..



40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 dB(A)

Fig. 2.14 Domeniile de variație a nivelului de zgomot pentru diferite regimuri de funcționare ale unui autovehicul

1 - pornirea motorului, 2 - mers în gol, 3 - demaraj rapid de pe loc, 4 - turată nominală la viteză I, 5 - accelerarea de la 20 km/h în viteză II, 6 - rulare la viteză constantă de 50 km/h în treapta II de viteză, 7 - idem în treapta III de viteză, 8 - rulare fără motor cu 50 km/h.

2.14.. este reprezentat nivelul de zgomot al motorului cu ardere internă măsurat la diferite tipuri de vehicule care se deplasează cu viteză de 50 km/h fără motor și creșterea nivelului de zgomot în cazul deplasării cu aceeași viteză în treapta III-a.

Din figura 2.155. rezultă că dacă la Opel Commandere QS și la Ford Taunus 1600 zgomotul motorului are un efect practic neglijabil, la Porsche 911 T, motorul ridică nivelul de zgomot de la 65 la 73 dB(A), iar la Fiat 500 de la 67 la 75 dB(A).

Făcînd o medie a nivelurilor de zgomot măsurate la diferite probe (minus demarajul rapid de pe loc), se poate face

Astfel, de exemplu, în cazul automobilului Opel Rekord II 1900, dacă la demarajul rapid de pe loc cu schimbător manual, nivelul zgomotului este de 83 dB(A), la varianta "Automatik" este de numai 71 dB(A).

Regimul în care funcționează automobilul are o mare influență

Cea mai mică variație a nivelului de zgomot se constată la rulare cu viteză de 50 km/h fără motor 64-71 dB(A), iar cea mai mare la startul rapid de pe loc 71-97 dB(A).

În timpul deplasării unui automobil există două surse principale de zgomot: motorul și rulajul roților. Ponderea celor două surse în nivelul zgomotului global este diferită pentru fiecare tip de autovehicul. Astfel, în figura

o clasificare a autovehiculelor, așa cum se vede în tabelul nr. 2.5.

**TABELUL 2.5: Clasificarea nivelurilor de zgomot pentru diferite tipuri de autovehicule.**

Categoria	Caracteristica zgomotului	TIPUL AUTOVEHICULULUI	Nivel zgomot dB(A)
I	Supertabil	Renault 4	60,7
		Opel Rekord II 1900	63,5
		Opel Diplomat V 8	63,6
		Ford Consul 200	63,8
		Volvo 144	64,0
		Citroën GS	64,2
		Opel Ascona 19	64,3
		Ford Capri 2300	64,4
		Chrysler 180	64,7
Ford Escort 1100	64,7		
II	Mare	BMW 2500	65,1
		Opel Kadett 1,2	65,4
		Mercedes 220	65,6
		Fiat 124 S	65,6
		VW 70 90 PS	65,6
		Simca 1100 Special	65,7
		Opel Commandore GS	65,7
		Ford Taunus 1600	65,8
		Audi 100 LS	65,9
		V W 1600 Variant	66,1
		BMW 1302	66,2
		NSU RO-90	66,3
		Mercedes 220 D	66,8
Citroën 2 CV 6	66,9		
III	Poarte mare	Peugeot 504 Injection	67,1
		Fiat 128 Coupée 1300	67,4
		V W 1302 LS	67,5
		Alfa Romeo Giulia S	67,8
		Mercedes 6,3	68,5
		Porsche 911 T	68,8
		Opel GT 1900	69,0
		V W - Porsche 914/4	69,9
Fiat 500 -	70,6		

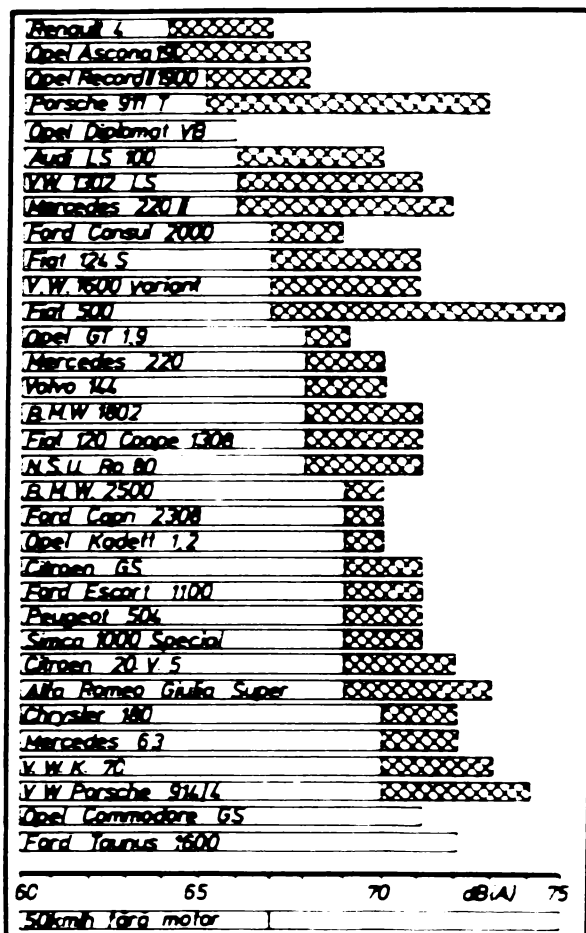


Fig.2.15 Creșterea nivelului de zgomot ca urmare a funcționării motorului, la diferite mărci de automobile.

Astfel, după nivelul de zgomot generat, autovehiculele testate se pot împărți în trei categorii.

În categoria I-a sînt incluse autovehiculele care generează un zgomot supertabil. Unele sînt de mic litraj, însă altele de litraj mare, ceea ce dovedește că atunci cînd există preocupări în vederea depistării și înlăturării surselor de zgomot, se pot obține rezultate bune (de exemplu Renault 4).

În categoria II-a se includ unele autovehicule care generează un zgomot mare, cu toate că la unele manevre în trafic nivelul de zgomot poate fi scăzut. Cu toate că NSU-R0-30 se include în această categorie, s-a constatat că, la turații mari, nivelul de zgomot poate fi mai scăzut.

Autovehiculele din categoria III-a sînt cele mai zgomotoase și sînt principalele responsabile de niveluri de zgomot ridicat, existent pe străzile marilor orașe.

Zgomotul total produs de un autovehicul se compune din zgomotul generat de motor și cel generat de sistemul de rulare. Preponderența uneia sau a celeilalte dintre cele două componente este funcție de regimul de deplasare a autovehiculului /118,120/. Astfel în condițiile circulației pe străzile marilor orașe, o pondere mare are zgomotul generat de motor, datorită deselor opriri și deșarări precum și sistemul de frînare. Dimpotrivă, în condițiile circulației în afara orașelor pe autostrăzi, drumuri naționale, județene unde fluxul de circulație este continuu, zgomotul de rulare devine preponderent.

Este foarte important să se cunoască în toate situațiile date, ponderea celor 2 componente ale zgomotului, pentru a

putea astfel evalua dinainte zgomotul care va fi generat de un anumit trafic, sau cînd se intenționează a se lua o serie de măsuri de combatere a zgomotului la sursă.

Pentru clasificarea acestor probleme, s-au efectuat o serie de cercetări care au avut atît scopul de a determina relația dintre zgomotul de rulaj și zgomotul motorului, cît și dependența dintre zgomotul de rulaj și viteza de deplasare, respectiv natura îmbrăcămîntei șoselei.

Pentru efectuarea măsurătorilor s-a utilizat un magnetofon de înaltă fidelitate, iar viteza autovehiculelor s-a determinat cu ajutorul a două celule fotoelectronice.

În cursul experimentărilor s-au utilizat două tipuri de cauciucuri : cu striuri diagonale și cauciucuri cu suprafața netedă.

Măsurătorile de zgomot s-au efectuat pe o autostradă cu asfalt turnat care conținea particule de piتری și pe o pistă de încercări cu asfalt neted.

O primă categorie de testări a avut ca scop determinarea dependenței dintre nivelul de zgomot  $L$  în dB(A) și viteza de deplasare  $v$  în km/h măsurîndu-se separat zgomotul de rulare și zgomotul generat de motor în treapta II, III și a IV-a de viteză.

Pentru aceste testări s-au utilizat autoturismele VW 1302, Ford 20 M și B4. Rezultatele măsurătorilor sînt reprezentate în figurile 2.1.6., 2.1.7., 2.1.8. și 2.1.9.

Din figurile 2.1.6., 2.1.7. și 2.1.8. rezultă că de la viteza de 50 km/h la toate autoturismele testate, nivelul zgomotului în treapta a IV-a de viteză este cu 1-2 dB(A) mai mare decît zgomotul de rulaj.

La o circulație cu vitezele III și IV, zgomotul total este aproximativ egal cu zgomotul motorului, zgomotul de rulare avînd o pondere mai mică.

Fieînd diferența dintre zgomotul total și zgomotul de rulare figura 2.1.9. se poate determina zgomotul motorului. Această operație este dificilă la viteza a IV-a, din cauza diferențelor mici dintre cele două curbe.

Din diagramele din figurile 2.16., 2.17., 2.18. și 2.19. rezultă că la toate autoturismele testate, dependența dintre nivelul de zgomot  $L$  în dB(A) și viteza  $v$  este lineară și se poate exprima cu o relație de forma :



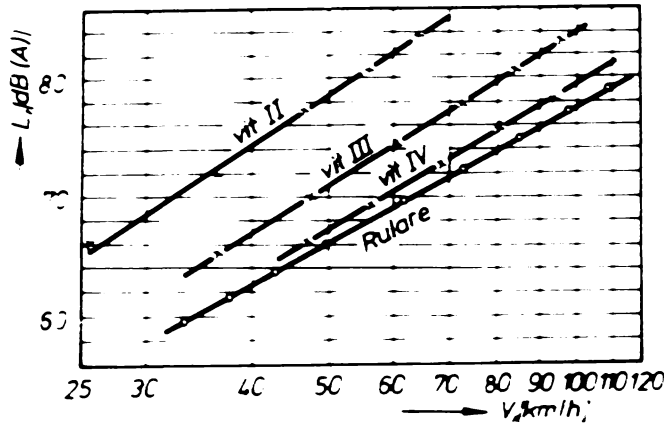


Fig. 2.16 Variația zgomotului total la vitezele II, III și IV și a zgomotului de rulare la autoturismul VW 1302, prevăzut cu cauciucuri striate diagonal, pe asfalt turnat presărat cu criblură.

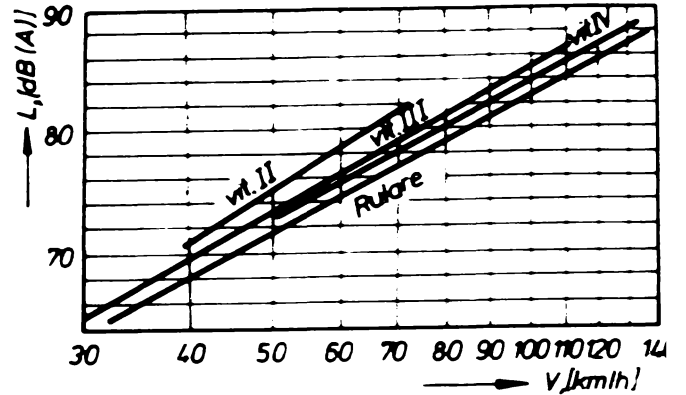


Fig. 2.17. Variația zgomotului total la vitezele II, III, IV și a zgomotului de rulare la autoturismul Ford 20M prevăzut cu cauciucuri netede, pe asfalt presărat cu criblură.

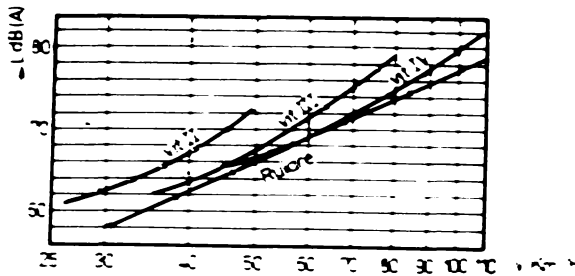


Fig. 2.18. VARIATIA ZGOMOTULUI TOTAL LA VITEZELE II, III ȘI IV ȘI A ZGOMOTULUI DE RULAJ LA AUTOTURISMUL R4, PREVĂZUT CU CAUCIUCURI CU STRIATII LONGITUDINALE, PE ASFALT PRESĂRAT CU CRIBLURĂ.

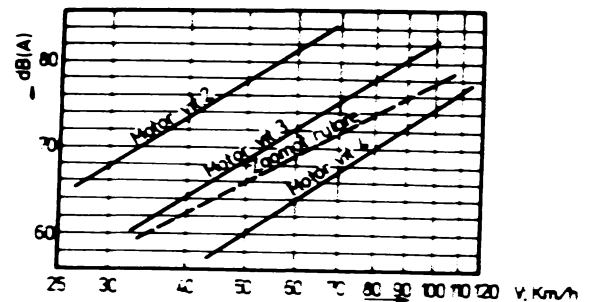


Fig. 2.19. VARIATIA NIVELULUI DE ZGOMOT AL MOTORULUI LA AUTOTURISMUL VW 1302, CA DIFERENȚĂ DINTRE NIVELUL DE ZGOMOT TOTAL ȘI NIVELUL DE ZGOMOT DE RULAJ.

$$L = a + b \log v, \text{ dB(A)} \quad (2.3e)$$

Avind în vedere că zgomotul de rulare este preponderent la viteza IV-a, este evident că, la generarea zgomotului total, un rol important îl are și îmbrăcămintea căii de rulare (a străzii). În acest scop s-au efectuat o serie de măsurători de zgomot în timpul deplasării autoturismelor cu viteze foarte mari pe asfalt neted. De asemenea căi de rulare zgomotul total este în medie mai mare cu 3 dB(A) decât zgomotul pe căile de rulare cu asfaltul turnat cu criblură.

Rezultatele măsurărilor sînt prezentate în fig. 2.20 pentru trei tipuri de autoturisme : Opel 1900, Mercedes 280 33 și Ford 20 H. 3 și sînt prezentate două familii de curbe: prima

care reprezintă variația nivelului de zgomot total (curbele cu linie continuă), iar a doua care reprezintă variația nivelului de zgomot de rulare (curbele cu linie întreruptă).

Se constată că la viteze mari, zgomotul total este mai mare decât zgomotul de rulare doar cu 1-1,5 dB(A).

La vitezele situate între 80-100 km/h panta curbilor este identică cu cea corespunzătoare asfaltului turnat cu criblură. La viteze peste 100 km/h panta curbilor este mai mare.

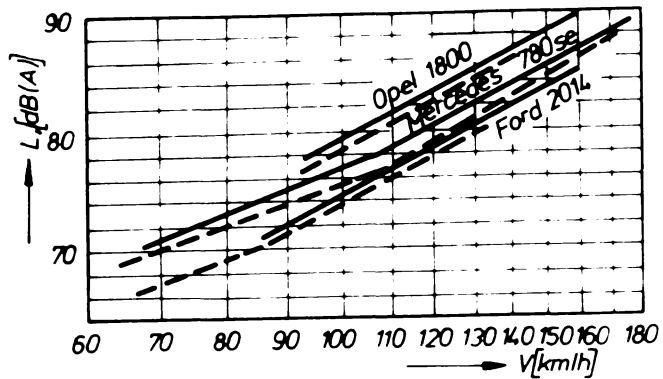


Fig.2.20 Variatia nivelului de zgomot, funcție de viteza de deplasare.

— zgomotul total  
 - - - zgomotul de rulare

Făcându-se analiza spectrală a zgomotului total al autoturismelor, se constată în general o scădere a nivelului de zgomot cu creșterea frecvenței. Astfel în figura 2.21 sînt reprezentate spectrele de frecvență ale zgomotului total al autoturismului VW 1302 la vitezele de 105, 70 respectiv 50 km/h în treapta a IV-a de viteză. Curbele continue reprezintă spectrele zgomotului total pentru cauciucurile cu striuri diagonale iar curbele întrerupte spectrele zgomotului de rulare.

În condițiile intensificării transportului rutier, camioanele de mare tonaj au o contribuție însemnată la ridicarea nivelului de zgomot existent pe șosele și uneori în localități.

Cercetările efectuate de firma International /27/ au arătat că, în cazul unui autocamion greu, cu un nivel de

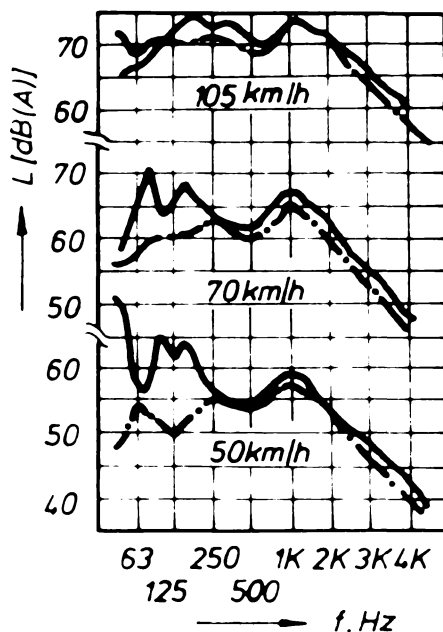
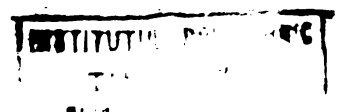


Fig. 2.21 Spectrele zgomotului de autoturismul VW 1302 în treapta IV la diferite viteze de deplasare.

— spectrele zgomotului total  
 - - - spectrele zgomotului de rulare





zgomot total de 98,5 dB(A), sursele componente au următoarele niveluri : 98 dB(A) sistemul de evacuare a gazelor, 88 dB(A) ventilatorul, 83 dB(A) motorul propriu-zis, 75 dB(A) sistemul de aspirație al aerului, 75 dB(A) rulajul cauciucurilor și alte surse.

Referindu-se la zgomotul generat de autotracioanele de mare tonaj, problema trebuie abordată și sub aspectul influenței negative pe care o are zgomotul asupra conducătorului auto, zgomotul contribuind la scăderea atenției conducătorului și a capacității sale de reacție /117/. Astfel, s-a constatat că în cabinile marilor autotracioane, nivelul de zgomot în cabină depășește valoarea de 90 dB(A), valoarea admisă fiind de 70 dB(A), având în vedere că în cazul autotracioanelor de cursă lungă trebuie să se asigure șoferului de schimb condiții corespunzătoare de odihnă.

Problema reducerii nivelului de zgomot generat de autobuse preocupă numeroase firme din străinătate. Astfel, recent a fost experimentat primul autobus Leyland Fleetline cu motor izolat împotriva zgomotului (127). S-a utilizat motorul Leyland 680, la care, prin măsurile de însonorizare luate, s-a redus nivelul de zgomot la 82 dB(A). Motorul s-a amplasat pe șasiul Fleetline, în partea sa posterioară, într-un lăcaș special.

### 2.2.2. În domeniul infrasonor.

Deteția infrasonetelor a creat dificultăți cercetătorilor. În prezent, pentru acest scop se utilizează cu bune rezultate microfona electrostatice, al cărui principiu constructiv este simplu : o membrană foarte subțire este perfect întinsă pe o placă metalică, dar separată de aceasta ; se realizează astfel un condensator a cărui capacitate variază cu distanța care separă membrana de electrodul fix. Orice variație de presiune produce o deplasare a membranei și deci o modificare a capacității condensatorului astfel construit. Modificarea capacității este, la rândul său, detectată și amplificată printr-un montaj electronic. Sensibilitatea permite identificarea gamei complete de infrasonete, până la frecvențe extrem de lente - o sutime de herț. Pentru infrasonete de intensitate mai mare se folosesc microfona piezo-electrice, cu o sensibilitate asemănătoare, dar mai puțin eficace pentru presiuni slabe, deci pentru unde de nivel slab /111/.

Aceste instrumente sînt absolut necesare pentru ei,

prin definiție, infrasunetele sînt inaudibile, dar nu sînt și fără efecte asupra omului și animalelor. Efectele fiziologice ale infrasunetelor există cu siguranță, însă studiul în acest domeniu, greu de realizat, este abia la început. După W. Tempest /111/, studiarea efectului infrasunetelor se complică și prin faptul că este greu de separat acțiunea infrasunetelor de acțiunea sunetelor audibile : de exemplu, în cazul exploziilor sau al bangului avioanelor supersonice, emisiunea de sunete include componente de toate frecvențele și întrebarea care se naște este aceea de a afla care dintre componente este responsabil de eventualele tulburări. Acțiunea sunetelor grave este de o mare importanță, căci este dificil de realizat o protecție împotriva lor. Sunetele audibile, care sînt și cele mai jenante, sînt filtrate sau eliminate, cu ajutorul izolațiilor. Rămîne deci partea componentelor gravi din spectral sonor - infrasunetele - care sînt mai puțin sau deloc jenante pentru ureche, fără a fi, în același timp și mai puțin nocive pentru organism.

Intr-adevăr, deși experiențele sînt însă fragmentare, specialiștii au putut separa sonole de acțiune a infrasunetelor în funcție de nivelul și durata expunerii la acțiunea lor /90/.

Prima zonă cuprinde intensități superioare limitei de 180 de dB, cu o expunere de peste 10 minute. Experiențele făcute pe animale, în spații închise, au demonstrat lezarea gravă a alveolelor și sfîrșit letal, deci infrasunetele de foarte mare intensitate sînt mortale, dar aceste condiții s-au realizat numai în instalații speciale și este de presupus că, în practică, astfel de situații s-ar întîlni foarte rar.

Specialiștii situează a doua zonă între 140 și 170 de dB. Expunerea animalelor sub două minute la o asemenea emisie a fost bine suportată. Expunerea la infrasunete mai puțin de 3 minute este suportată de persoanele cu bună condiție fizică. Totuși, majoritatea cercetătorilor au observat indispoziții trecătoare, adesea tulburări digestive, însoțite de o scădere a unor performanțe - atenție și chiar acuitate vizuală sau auditivă, diminuate.

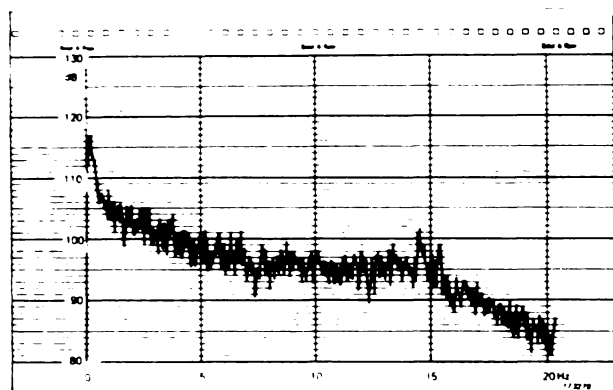
În a treia și a patra zonă de intensitate, acțiunea infrasunetelor asupra organismului este mai puțin netă, dar sînt citate și aici modificări ale tensiunii sistemului circulator, eboseale, greață.

Coșul juxtatate deschis al autoturismului, poate pro-

duce mai mult zgomot decît însuși caroseria și motorul. Afirmația de mai sus se poate dovedi cu aparate de măsură adecvate /257.

Astfel s-au măsurat niveluri de presiune sonoră, cu domeniu de frecvență 1-15 Hz după cum urmează :

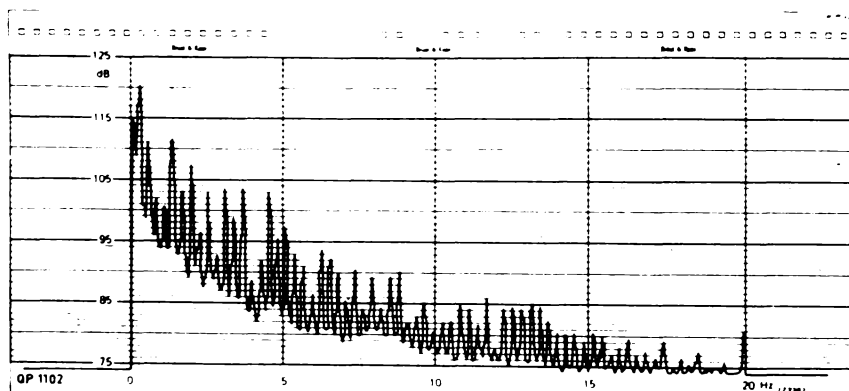
- la un autoturism cu un geam jumătate deschis care circulă cu o viteză de 90-100 km/h, nivel de 85 - 106 dB ;
- la un autoturism cu un capot de aerisire deasupra deschis care circulă cu o viteză de 90-100 km/h, un nivel de 85 - 106 dB ;
- în figura 2.22 se arată spectrul sonor în interiorul unui autoturism break Volvo, rulinđ cu o viteză de 100-110 km/h, cu o fereastră laterală semideschisă, unde maximul este în jur de 15 Hz ;



Distribuția spectrală a presiunilor acustice într-un break Volvo.

FIG. 2.22

spectrul infrasonor, la etajul al 14-lea al unei clădiri, iar în fig.2.24 și fig.2.25 sînt înregistrările de spectre infrasonore într-un birou de la ultimul etaj al Spitalului Național din Copenhaga care are 16 etaje, în cazul existenței unui vînt slab și a unei furtuni acute. I



Zgomot în frecvență joasă indus de vînt într-o clădire de 14 etaje în timpul furtunii.

FIG. 2.23

După cum arată Prof. R. W. B. Stephens /109/ în lucrarea sa, se întilnește o anumită cantitate de infrasunete în clădirile înalte.

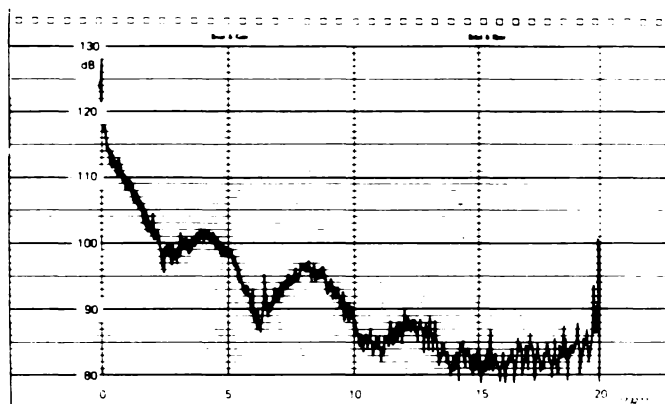
Astfel fig.

2.23 prezintă

slab și a unei furtuni acute. I  
In această construcție, multe persoane s-au plins din cauza suferințelor, a stărilor de rău, neliniște, create de vîntul care bate. Intr-

adevăr, spectrele arată importante variații în intervalul duratei de înregistrare (1 oră). Fig. 2.24 arată, un spectru având puține infrasunete într-un timp scurt iar figura 2.25 arată nivele de infrasunete cu mult mai înalte în timpul unei furtuni acute.

Prin cercetări făcute în colaborare cu cercetătorii de la un Institut din Essen /90/ s-a constatat că însăși în zonele de locuit liniștite, rezidențiale, această liniște este doar aparentă. S-au făcut măsurători, constatându-se spectre de infrasunete având nivelul de intensitate de 55-60 dB, la o frecvență de 2-4 Hz.

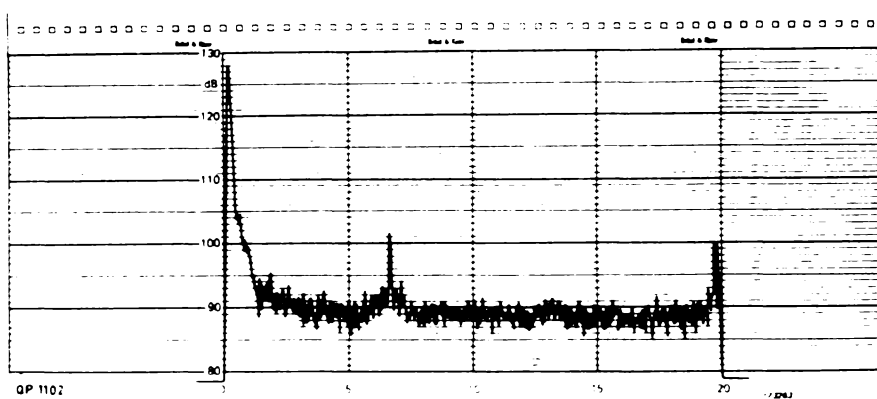


Zgomot în frecvență joasă indus într-o clădire de 16 etaje (furtună acută).

FIG. 2.24

Concluzia ar fi, deci, că oamenii nu trăiesc într-un mediu liniștit, ci în continuu și peste tot se găsesc surse de infrasunete, foarte periculoase, dacă aceste sunete s-ar recepționa de urechea omului.

Foarte puține studii se ocupă de cercetarea exactă a acestor probleme, așa cum rezultă și din literatura de specialitate la care autorul a reușit să ajungă pentru consultare.



Zgomot în frecvență joasă indus într-o construcție de 16 etaje (vânt slab).

FIG. 2.25

Cercetătorii din centrul spațial NASA au constatat că la lansarea unei rachete, pe timp nefavorabil, fulgerul care produce niveluri de zgomot de 150 dB, poate fi suportat de către cosmonauții navei maximum 2 minute. Dacă se depășește acest timp, apar mîncărimi de piele, înroșirea pielii, tusea, respirație greoaie, dureri la înghițire și alte stări de rău.

Studiul fenomenului reclamei emițatori continui, însă

realizarea acestora este dificilă. Prof. Gavreau de la C.E.R.S. din Marsilia /90/ a realizat mai mulți emițitori cu regim permanent de funcționare, bazați pe principiul instrumentelor de suflat cu aer (tub de orgă, fluierul polițiștilor). Ținând seama de lungimea de undă a infrasunetelor - de exemplu, 33 m pentru 10 herți - toate aceste instrumente sînt de mari dimensiuni. Pentru a obține un infrasunet de 2,5 herți, dispozitivul realizat de prof. Gavreau avea tuburi de orgă lungi de aproape 25 m și cu diametrul exprimat în decimetri, vibrația aerului în aceste tuburi fiind realizată printr-un piston mobil.

În scopul studierii efectelor fiziologice și psihologice ale infrasunetelor, numeroase laboratoare au construit diferite sisteme de acțiune locală, care produc fenomene asemănătoare celor generate de infrasunete (variații de presiune), dar nu infrasunete propriu-zise. Este vorba de celule închise, de mici dimensiuni - cîteva metri cubi - în care variația periodică de presiune este asigurată fie printr-un difuzor de dimensiuni mari, fie printr-un perete mobil pus în mișcare de o bielă montată pe o manivelă.

Un generator de simularea infrasunetelor /25/ este reprezentat în fig.2.26 și respectiv fig.2.27 care constă dintr-un perete despărțitor flexibil la un birou mic ca membrană, excitat cu ajutorul unui vas vibrator. S-au obținut nivele de presiuni acustice de la 85 la 115 dB în gama de frecvențe 2-16 Hz.

Peșă de stadiul actual al cercetărilor din domeniul poluării cu infrasunete, care este sîrac, se așteaptă în studiu

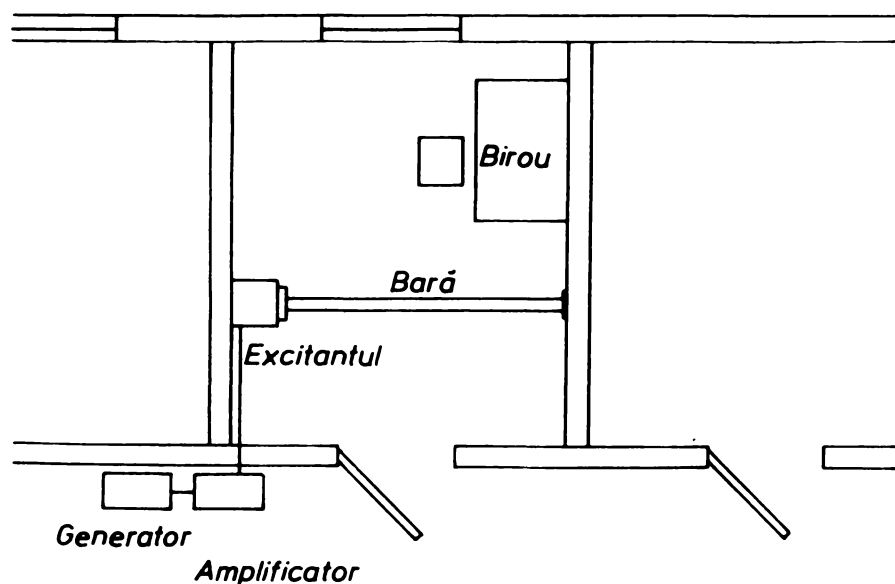
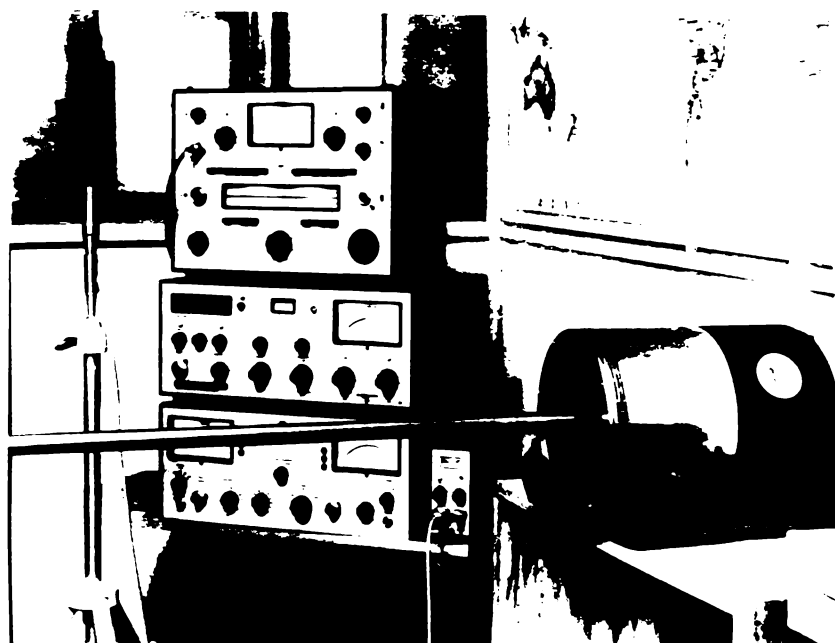


Fig.2.26. Un nou vibrator utilizat pentru excitarea peretelui despărțitor dintr-un birou mic pentru crearea infrasunetelor.

sistematic și complet al infrasunetelor, care vor releva noi aspecte, necunoscute încă la ora actuală; aceste cercetări și rezultate sînt prezentate în această teză de disertație.



Fotografia sistemului de încercare

FIG. 2.27

### 2.3. Observații privind măsurile adoptate pentru limitarea poluării prin zgomot generată de traficul rutier.

Cum de studiu și sănătatea organismului uman se ocupă medicii, efectul zgomotelor și a infrasunetelor asupra omului și activității sale au început să-i preocupe în primul rând tot pe medici. O cercetare sistematică a zgomotelor și a diferitelor efecte ale acestora a început abia prin deceniul al treilea al secolului nostru. În zilele noastre cercetarea zgomotelor în domeniul sonor și infrasonor (audibil și neaudibil) este efectuată de specialiști din diverse domenii de activitate : ingineri, medici, fizicieni, economiști, arhitecți etc.

Datorită faptului că zgomotul are asupra organismului uman o acțiune nocivă, a fost necesară stabilirea unor nivele limită, a căror depășire să nu fie permisă.

Normarea zgomotului urban și în special cel din trafic are drept scop protejarea colectivității de acțiunea zgomotului excesiv, prin stabilirea unor limite pentru nivelul zgomotului de diferite surse, inclusiv sursele de zgomot ale autovehiculelor, cât și pentru zgomotul admis în diferite zone, ceea ce implică luarea unor măsuri pentru împiedecarea transmiterii acestuia la valori ridicate asupra colectivității.

Limitarea zgomotului în raport cu reacțiile colectivității este reglementată pe plan internațional de recomandarea



ISO R/1996 din 1971. Mărimea acustică care se măsoară și pentru care se dau valori limitative este nivelul de presiune acustică ponderat A, care se exprimă în dB(A)./147/.

Criteriile de nivel de zgomot admise țin seama de particularitățile soniei și a împrejurimilor : astfel, acestea depind de nivelul zgomotului preexistent, care se fixează în funcție de sursă și care în cazuri speciale se măsoară direct.

Criteriul de bază pentru imobilele rezidențiale se fixează conform recomandării ISO R/1996, într-un interval cuprins între 35-45 dB(A) pentru zgomotul exterior.

Recomandarea ISO R/1996-71 prezintă în anexă o evaluare a zgomotelor în interiorul imobilelor, în funcție de criteriul general pentru exterior cu corecțiile respective și propune niște criterii de zgomot speciale pentru încăperi nerezidențiale /147/.

Pe plan internațional problema zgomotului orașului a fost reglementată prin unele norme apărute anterior lui ISO R/1996-71 cum este norma engleză BS 4142-1967 și cea franceză S 31-ole din 1969. Acestea au constituit un material documentar pentru elaborarea normei ISO, fiind însă unilaterale.

În multe țări există preocupări de punere la punct a supravegherii zgomotului generat de circulația autovehiculelor și în special al motoarelor cu ardere internă precum și elaborarea diferitelor legislații cu privire la limitarea acestui zgomot. Astfel :

- în R.F. Germania există norme care limitează zgomotul emis de autovehicule în timpul circulației /145/. De exemplu pentru autovehiculele grele, peste 2,5 t, se admite un nivel maxim de 92 dB(A). Pentru zgomotul din interiorul cabinei autocamionelor de mare tonaj și de cursă lungă, limita maximă admisă este de 70 dB(A);

- în Anglia nivelurile limită admise pentru autoturisme sînt de 88 dB(A), iar pentru camioane grele și autobuse 92 dB(A);

- în S.U.A. standardele indică pentru autoturisme și camioane ușoare limita de 86 dB(A), iar pentru camioane grele și autobuse de 88 dB(A)./164,165,166,167/.

În tabelul 2.6. sînt date limitele admise de zgomot în diferite țări, în funcție de tipul autovehiculului.

**TABEL 2.6. - Limitele admise ale nivelului de zgomot ale unor tipuri de autovehicule în diferite țări**

TARA	Mărimea măsurată	Scutere cu motor în doi timpi	Moto-ciclete cu motor în doi timpi	Moto-ciclete cu motor în patru timpi	Auto-mobile	Vehic. comerciale cu motor benzina	Vehic. comerciale cu motor Diesel	
Anglia	dB(A)	Toate tipurile 90 dB(A)						
Austria	dB(A)	80	85	90	85	85-90	90	
R. F. Germania	dB(A)	75	80	80-82 <sup>x</sup>	82	87	87	
Franta	dB(A)	80	80	86	83	90	90	
Italia	dB(A)	83	87-92 <sup>x</sup>	90-92 <sup>x</sup>	88-93 <sup>x</sup>	88-93 <sup>x</sup>	88-93 <sup>x</sup>	
Danemarca	dB(A)	toate tipurile 73						
Olanda	dB(A)	toate tipurile 85						
Luxemburg	soni DIN	-	73-85 <sup>x</sup>	75-85 <sup>x</sup>	85	85	85	
Elveția	dB(A)	-	73-85 <sup>x</sup>	75-90 <sup>x</sup>	85	85-90	90	
Dinlanda	soni DIN	75	82	84	85	85	85	

<sup>x</sup> = funcție de capacitatea motorului.



În prezent în țara noastră, limitarea zgomotului orașului se reglementează prin ordinul nr.71o din Buletinul Oficial al RSR nr.154 din 21 decembrie 1972, partea II-a, care consideră curba limită  $C_{\alpha}$  45 respectiv 5o dB(A) ca niveluri admisibile ale zgomotului în timpul zilei și  $C_{\alpha}$  35 respectiv 4o dB(A) în timpul nopții.

Limitele admisibile ale nivelului de zgomot urban sînt cuprinse în prevederile STAS 1o.oo9-1975 /159/, presus și limitele admisibile ale zgomotului stradal funcție de clasa tehnică a străzii și de valorile de trafic.

Limitele admisibile pentru nivelul de zgomot măsurat în interiorul unităților funcționale (apartamente, birouri, hoteluri, școli, ateliere de proiectare) sînt cuprinse în STAS 6156-68 /162/.

În STAS 6926/15-1976 /157/ sînt cuprinse valorile maxime ale nivelului de zgomot pentru diferite tipuri de autovehicule ce circulă pe drumurile publice și în staționare cu motoarele în funcțiune.

Normele privitoare la determinarea nivelului sonor nu precizează durata expunerii.

Pentru completarea normelor la tema estimării zgomotului și în special a reacției colectivității urmează să se elaboreze o recomandare de standardizare C.A.S.H.

#### 2.4. Concluzii critice asupra stadiului actual al cercetărilor

Din cele expuse mai sus rezultă că studiul zgomotului în domeniul audibil și neaudibil generat de traficul rutier este în atenția specialiștilor din lumea întreagă.

Prin cercetările teoretice pe care le-au întreprins diferiți cercetători asupra poluării în domeniul sonor, s-au aprofundat și pus în evidență relațiile matematice care descriu fenomenul de producere și propagare a zgomotului. Prin rezultatele obținute în prezent se poate studia fenomenul de poluare sonoră datorită motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule. În acest sens, unii autori au stabilit nivelurile de zgomot produse de autovehicule, au întocmit diagrame ale nivelurilor de zgomot și au căutat să ajungă la stabilirea nivelurilor maxime admisibile pentru zone locuite. De asemenea au fost studiate și cercetate măsurile ce se impun a fi luate în vederea reducerii poluării sonore.

Atit studiile intreprinse, in țara noastră, puține la număr, cit și cele efectuate de diferiți autori străini nu au scos in evidență legătura directă ce există între intensitatea traficului rutier și nivelurile de zgomot ce se înregistrează la diferite distanțe față de axul căii rutiere. In cazul in care, s-ar fi obținut relații matematice, care să exprime legătura menționată mai sus, s-au putea întocmi cu foarte mare ușurință hărți ale poluării sonore atit pentru situația actuală cit și pentru situația de viitor. Acest lucru ar pune la îndemina organelor de decizie din domeniul sistematizării urbane și a circulației rutiere un instrument in vederea luării celor mai corespunzătoare măsuri din punct de vedere al reducerii poluării sonore.

In afară de studii și cercetări teoretice asupra zgometelor s-au intreprins și efectuat măsurători experimentale in diferite condiții concrete de circulație. Pe plan mondial aceste cercetări sînt numeroase, fiecare țară datorită condițiilor specifice ale circulației rutiere și a parcului auto, obținind rezultate diferențiate asupra naturii zgomotului generat de circulația rutieră și luind, in consecință, măsuri corespunzătoare de reducere a nivelurilor de zgomote. Din acest motiv măsurile preconizate și nivelurile admisibile diferă de la țară la țară.

La noi in țară, datorită faptului că intensitatea circulației rutiere a început să atingă valori mari pe unele artere de circulație, abia in ultimii ani, cercetările experimentale efectuate pentru stabilirea nivelurilor de poluare sonoră sînt puține la număr, iar rezultatele obținute încă nu pot fi generalizate și aplicate pentru adoptarea unor măsuri concrete și eficiente.

Studiile și cercetările efectuate pînă in prezent cu privire la punerea in evidență a infrasunetelor generate de circulația rutieră sînt cu mult mai reduse ca număr și anvergură decit cele efectuate asupra domeniului sonor atit pe plan mondial, cit mai ales in țara noastră, unde nu au fost pînă in prezent astfel de preocupări.

Stabilirea faptului că infrasunetele (zgomotul neaudibil) sînt prezente, in interiorul și in jurul autovehiculelor, și faptul că, ele au un caracter nociv, conduc la concluzia și necesitatea de a se întreprinde studii și cercetări in acest domeniu.

**2.5. Probleme de studiu și cercetare ale  
tezei de doctorat**

Acste probleme sînt :

- cunoașterea stadiului actual al cercetărilor și rezultatelor obținute pe plan mondial ;
- utilizarea, pentru studiul zgomotelor în domeniul audibil și neaudibil, a metodelor statistico-matematice ;
- efectuare de măsurători și experimentări de laborator și pe teren, avînd în vedere condițiile specifice din țara noastră ;
- prelucrarea datelor rezultate din măsurători cu ajutorul calculatorului electronic ;
- stabilirea unor procedee pentru evaluarea poluării sonore, funcție de intensitatea traficului rutier ;
- acțiunea infrasunetelor asupra conducătorului auto ;
- stabilirea de măsuri de reducere a poluării sonore generate de traficul rutier în condițiile țării noastre ;
- verificarea rezultatelor obținute pentru situația concretă din municipiul Timișoara ;
- depistarea și deschiderea unor noi orizonturi pentru continuarea cercetărilor în acest domeniu al zgomotului neaudibil.

**CAPITOLUL 3**

\*\*\*\*\*

**METODE ANALITICE PENTRU PRELUCRAREA**  
**DATELOR EXPERIMENTALE**

### **3.1. Considerațiuni teoretice și ipoteze de calcul**

Este cunoscut faptul că domeniul principal de aplicare practică a metodelor statisticii matematice îl constituie fenomenele aleatorii. Cum traficul rutier este un fenomen aleator, considerentele principale care au stat la baza cercetărilor efectuate au fost acelea de a studia fenomenul de zgomot din domeniul sonor și infrasonor generat de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule, cu metode ale statisticii matematice și în special cu metoda corelațiilor.

Punctul de plecare al cercetărilor a fost acela de a obține date suficiente prin măsurători directe, în vederea determinării ulterioare a legăturilor, exprimate sub formă de relații matematice, ce s-au presupus că există între diferitele componente ale acestui fenomen.

Mulțimea datelor obținute prin măsurători a necesitat gruparea informațiilor, în general, în funcție de o singură caracteristică. Datele grupate sub formă de tabele statistice, grafice și diagrame au permis enunțarea unor ipoteze de calcul cu privire la legătura existentă dintre parametrii nivelurilor de zgomote generate atât de traficul rutier cât și de alte surse.

Cu privire la studiul zgomotului în domeniul sonor, ipotezele de calcul enunțate se referă la :

- existența unei legături între frecvența zgomotelor și nivelul presiunii sonore ;
- existența unor relații directe între intensitatea traficului rutier și nivelul presiunii sonore, creșterea intensității traficului conducând la creșterea presiunii sonore ;
- existența unor relații directe între viteza autovehiculelor și nivelul presiunii sonore ;
- existența unor relații între nivelul presiunii sonore și distanța față de sursa de zgomot, nivelul fiind cu atât mai mic cu cât distanța față de sursă este mai mare ;

Ipotezele enunțate au fost verificate cu ajutorul datelor obținute prin măsurători, prin stabilirea ecuațiilor de regresie și estimarea gradului de intensitate a corelației statistice.

În ceea ce privește studiul din domeniul infrasonor

s-a presupus că există o influență a spectrului asupra activității cerebrale a conducătorilor auto.

Din punct de vedere matematic se admit ipotezele de staționaritate și ergodicitate, în sensul paragrafului 3.3. Acestea permit calculul funcțiilor de corelație ca medii temporale.

Interpretarea rezultatelor obținute s-a făcut prin prisma scopului final : evidențierea măsurilor ce se necesită a fi adoptate pentru reducerea nivelurilor de poluare prin zgomot în domeniul sonor, iar în domeniul infrasonor îndreptarea atenției asupra unor noi cauze în genesa accidentelor din trafic.

### 3.2. Mărimi și unități de măsură folosite.

Decibelul. Aparatele de măsură furnizează ca date elementare nivelul de zgomot pe banda de frecvență, exprimat în decibeli (simbol dB) și egal cu  $20 \log p/p_0$ , unde  $p$  este presiunea acustică eficace a bandei de frecvență considerată, iar  $p_0$  este valoarea de referință având dimensiunea unei presiuni ( $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ), corespunzând condițiilor pragului de audibilitate.

Efectul presiunii sonore (fizice) asupra urechii se traduce prin mărirea senzației auditive, pe care o numim nivel de tărie a sunetului. Ca și în cazul înălțimii, și de această dată urechea manifestă proprietăți logaritmice. Și anume, după o lege destul de exactă descoperită de Weber-Fechner : intensitatea senzației auditive crește proporțional cu logaritmul intensității sonore (excitație fizică).

Stabilirea unei corelații dintre măsurătorile acustice obiective și recepționarea subiectivă a unui sunet a impus introducerea mărimii fiziologice nivel de tărie ( $\mathcal{L}$ ). Prin definiție nivelul de tărie exprimat în foni este nivelul de presiune acustică a unui sunet pur de frecvență de 1000 Hz, care sună la fel de "tare" ca și sunetul studiat.

Exprimarea nivelului de tărie în foni un indice de câte ori un sunet de un anumit nivel este mai "tare" decât un sunet de un alt nivel. Prin introducerea mărimii fiziologice de tărie, exprimată în soni, sunetele pot fi ordonate de la "slabe" la "puternice". Un son, prin definiție este tăria sunetului de 1000 Hz la nivelul de presiune acustică de  $L = 40 \text{ dB}$  (respectiv  $\mathcal{L} = 40 \text{ foni}$ ).

Pentru a caracteriza impresia auditivă cauzată de un zgomot trebuie să se țină seama de variațiile de sensibilitate

ale urechii pentru diferite frecvențe. Aceasta se poate face simplu la aparatele de măsură prin intercalarea în calea de măsurare a presiunii acustice a unor filtre de ponderare A, B, C, obținute prin medierea curbelor, de egal nivel de tărie. Incorporarea în aparatele de măsură a zgomotului a unor circuite, ale căror curbe de răspuns sînt curbele de ponderare, permite măsurarea nivelului de tărie, în foni, cu același instrument cu care se măsoară nivelul de presiune în dB. Curba (A), este valabilă pentru ponderarea nivelurilor de presiune acustică mai mici de 60 dB, curba (B) între 60 și 120 dB, iar curba (C) - mai mari de 120 dB. Se obțin astfel scări ale nivelurilor de zgomot în decibeli (A), (B), (C).

În materie de studiu al zgomotelor generate de circulația autovehiculelor se recomandă a se folosi curba (A) respectiv scara dB(A), care dă cele mai bune rezultate. De altfel, depășirile de nivele ale presiunii sonore, pe scara dB(A), sînt valori limitative peste care, zgomotul devine dăunător, respectiv poluează omul și activitatea sa.

Nivelul unui zgomot generat de circulația autovehiculelor variază în fiecare moment, variațiile de nivel depășind 17 dB, astfel nu poate fi descris de o manieră tot atât de simplă ca și un zgomot continuu. Un astfel de zgomot puternic aleator atinge în timpul unei perioade de timp, o valoare maximă care se numește "zgomot de vîrf" ( $L_{10}$ ) și o valoare minimă care se numește "zgomot de fond" ( $L_{90}$ ). În consecință evaluarea zgomotului din trafic avînd un puternic caracter aleatoriu, fluctuant, se va studia după criteriu statistic, definindu-l astfel :

- $L_n$  - nivel de zgomot care este atins și depășit timp de  $n$  % din timpul de măsurare ;
- $L_{10}$  - nivelul de zgomot care este atins și depășit timp de 10 % din timpul de măsurare (zgomot de vîrf, sau maxim) ;
- $L_{50}$  - nivelul de zgomot care este atins și depășit timp de 50 % din timpul de măsurare ;
- $L_{90}$  - nivelul de zgomot care este atins și depășit timp de 90 % din timpul de măsurare (zgomot de fond sau minim).

Cînd distribuția statistică a nivelurilor de zgomot se supune legii lui Gauss, nivelul  $L_{50}$  și abaterea medie pătratică " $\sigma$ " sînt suficiente pentru a o descrie, astfel :

$$L_{ech} = L_{50} + 0,115 \sigma \sqrt{2} \quad [dB(A)] \quad (3.1)$$

$$L_{10} = L_{50} + 1,28 \sigma \quad [dB(A)] \quad (3.2)$$



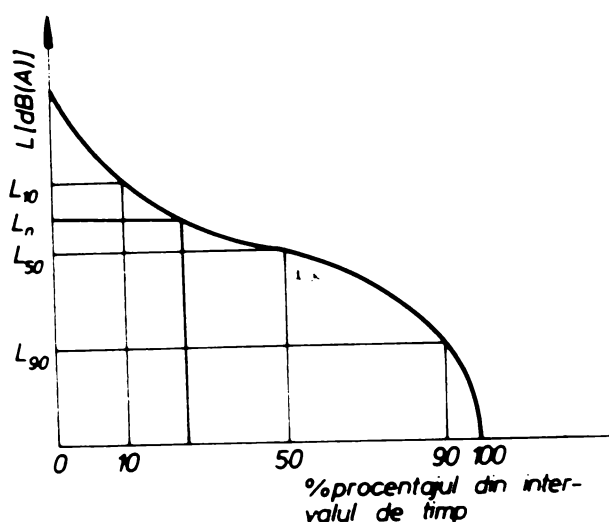


Fig.3.1 Definirea parametrilor legați de repartiția statistică a nivelurilor de zgomot stradal în timp.

unde  $L_{ech}$  este nivelul echivalent de zgomot, definit mai jos.

Indicii de apreciere a efectului supărător al zgomotului (Indicii de jenă).

Deoarece efectul zgomotului este complex și foarte variat, se depinde de o serie de factori obiectivi, estimarea efectului zgomotului se face pe baza unor indici calculați după cri-

terii simple sau mai complexe. Aceste criterii țin seama de factorii cu caracter general ce condiționează relația zgomot-efect supărător. Se redau doi asemenea factori :

- omul reacționează mai puternic la valorile maxime ale zgomotului determinat de circulația autovehiculelor celor mai zgomotoase (de exemplu autovehiculele Diesel) decât la nivelele de zgomot chiar mai ridicate, dar relativ constante (zgomotul unei străzi cu circulație intensă) ;

- gradul de solicitare la zgomot este determinat în mod esențial de diferența dintre extremele nivelului de zgomot ( $L_{10} - L_{90}$ ) și de nivelul de zgomot mediu al fluxului de circulație.

Pentru a studia efectul zgomotului asupra omului, se iau în considerare de obicei trei tipuri de activități : muncă, odihnă și somn. Mai ales ultimele două activități interesează în mod deosebit.

Studiile referitoare la efectul zgomotului asupra somnului însă nu ne permit de a determina jena creată de zgomotul stradal.

De asemenea trebuie să ne mulțumim cu rezultatele anchetelor sociologice care însă nu sînt valabile decât pentru perioada de trezire, de destindere și odihnă.

Odată calculați parametrii fizici  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  (indici indexați), care pot fi aduși pe baza unor anchete sociale, completate cu cercetări medico-sociale de laborator, se determină gradul de jenă. Se folosesc diverse metode pentru precizarea gradului de jenă a populației și reacția colectivității umane la



agonot in functie de anumite criterii, cum sint : atentie, vorbire, somn etc.

Dacă parametrii fizicii pot fi relativ mai ușor de stabilit, în ceea ce privește problemele ridicate de calculul indicilor de jenă apar probleme cu caracter mai complex, însuși se poate fi ușor observat prin multitudinea indicilor de jenă propuși de către diverși cercetători și care aproximează mai mult sau mai puțin realitatea.

În lucrare s-au folosit următorii indici :

I. Indici fizicii bazati pe criterii simple

1. Nivel de agonot indexat  $L_{10}$  - ce reprezintă nivelul de agonot depășit 10 % din timpul de măsurare ;


2. Nivel de agonot indexat  $L_{50}$  - ce reprezintă nivelul de agonot depășit 50 % din timpul de măsurare ;

3. Nivelul de agonot indexat  $L_{90}$  - ce reprezintă nivelul de agonot depășit 90% din timpul de măsurare, valoare ce poate fi considerată o măsură a nivelului de agonot de fond ;

4. Clinaj de agonot  $C = L_{10} - L_{90}$ , indice ce dă informații referitoare la diferența dintre nivelele agonotului de fond și cel de vîrf, care soliciță mult sistemul nervos uman.

II. Indici fizicii bazati pe criterii complexe

1. Nivel de agonot echivalent  $L_{ech}$  - ce reprezintă o mărime numerică egală cu nivelul de agonot constant și de durată totală egală cu durata de măsurare, care are aceeași acțiune asupra omului ca și agonotul măsurat în perioada respectivă (nu este o mărime direct măsurabilă, ci reprezintă un nivel calculat al unui agonot variind în timp. Valoarea a fost calculată cu formula: /160/

$$L_{ech} = \frac{q}{3} \left[ \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{0,3L(t)}{q} \cdot dt \right] \quad (3.3.)$$


în care :

$L(t)$  = variația nivelului de agonot în funcție de timp (în intervalul de timp considerat) ;

$t_1$  = momentul în care începe înregistrarea ;

$t_2$  = momentul în care se termină înregistrarea ;

$q$  = constanta de pondere (pentru agonote de stradă  $q = 4$ );

$T = t_2 - t_1$ .

Dacă în intervalul  $T$ , variația mărimii  $L(t)$  se face în trepte, respectiv dacă intervalul poate fi împărțit în "n" acțiuni, formula de mai sus devine :

$$L_{\text{ech}} = \frac{q}{3} \left[ \log \frac{1}{T} \int_{i=1}^{i=n} L_0 \frac{2L_i - L_0}{L_0} \cdot t_i \right] [dB] \quad (3.4)$$

în care :

$L_i$  - nivelul de zgomot măsurat, acționând în timpul  $t_i$  ;

$t_i$  - timpul total în care zgomotul măsurat are același nivel ;

$T \sum_{i=1}^{i=n} t_i$  - durata unei înregistrări complete ;

2. Indice de zgomot indirect (indicele zgomotului de trafic) T.N.I.

Indicele exprimă gradul de disconfort provocat de un zgomot aleator în funcție de distribuția statistică a nivelurilor de zgomot într-o perioadă caracteristică.

Indicele T.N.I. se calculează cu relația /198/ :

$$\begin{aligned} \text{T.N.I.} &= 4 (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \\ \text{sau} \\ \text{T.N.I.} &= L_{90} + 4 C - 30 \end{aligned} \quad (3.5)$$

unde "C" este climatul de zgomot.

3. Nivelul de valoare sonoră L.N.P.

Indicele exprimă gradul de disconfort în legătură cu răspunsul subiectiv al omului la zgomot într-o perioadă considerată.

Indicele L.N.P. se calculează cu relația :

$$L.N.P. = L_{90} + C + \frac{C^2}{60} \quad (3.6)$$

unde "C" este climatul de zgomot.

### III. Indicii fizici statistici

1. Valoarea medie aritmetică a nivelului sonor L ce tinde la limită către speranța matematică.

2. Valoarea estimată a abaterii standard - ce tinde la limită către abaterea standard.

IV. Indicii de jenă și indicii ce depășesc valorile admise.

1. Indicii de zgomot R, funcție de valorile lui

$L_{ech}$  determinat ( $R_1$ ).

Unul dintre parametri psihofiziologici auzului, la ora actuală, este indicele de deranj R ce cuprinde șapte clase prezentate în tabelul 3.1. /lot/

TABELUL 3.1.

Caracterizarea nivelului de zgomot în funcție de indicele de deranj R.

Indicele R	Caracteristica	Indicele R	Caracteristica
0 - 1	Linște	4 - 5	Foarte zgomotos
1 - 2	Acceptabil	5 - 6	Traumatizant
2 - 3	Zgomot moderat	6 - 7	Foarte traumatizant
3 - 4	Zgomot	7	Periculos

Legătura între indicele de deranj R și nivelul de zgomot echivalent este reprezentat în graficul din fig. 3.1.a.

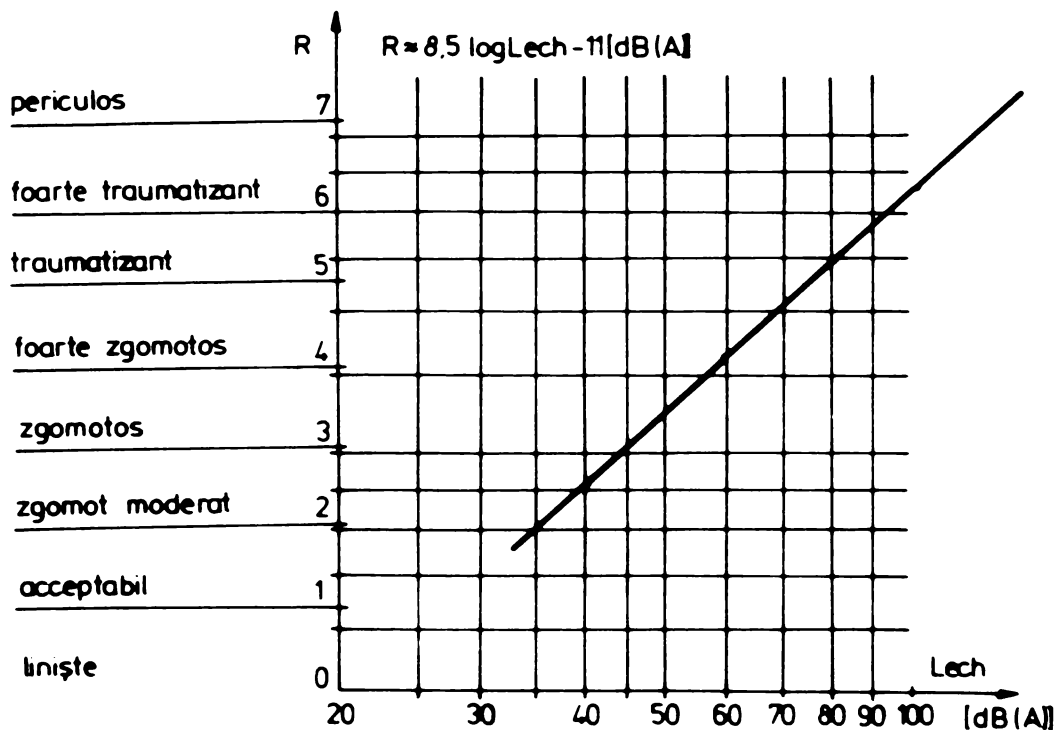


Fig.3.1.a. VARIAȚIA INDICELUI DE DERANJ R CU NIVELUL DE ZGOMOT ECHIVALENT  $L_{ech}$ .

2. Indicele de deranj R, funcție de valorile lui T.F.I., calculat ( $R_2$ ).

De asemenea indicele T.F.I., odată calculat, poate da indicații asupra gradului de joadă produs de zgomotul de trafic.

Variația indicelui T.N.I. în funcție de gradul de jenă R este reprezentată în graful din fig.3.1.b.

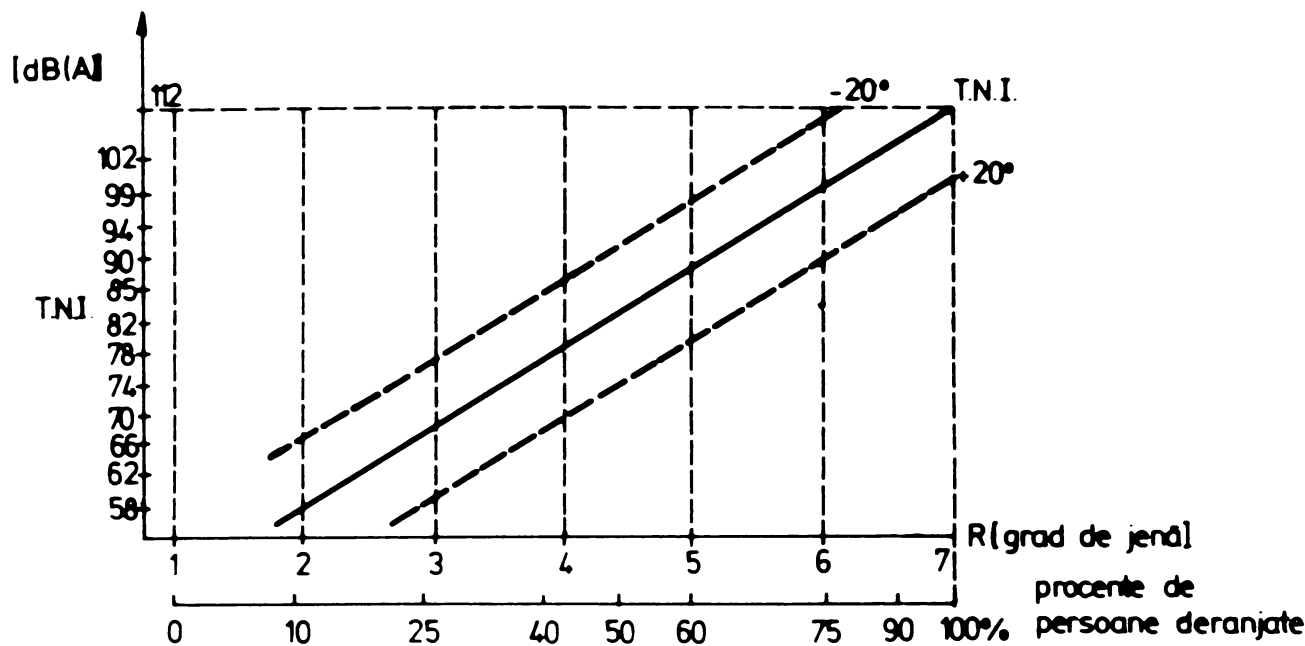


Fig.3.1.b. VARIATIA GRADULUI DE JENĂ R FUNCȚIE DE INDICELE T.N.I.

3. Indice de depășire a lui  $L_{ech}$ , determinat și comparat cu prevederile oficiale limită din STAS 10.009-75.  $L_{ech}$  depășit

Compararea valorilor  $L_{ech}$  determinate și comparate cu prevederile oficiale limită din STAS 10.009-75 atât în anul fluxurilor de circulație cit și la 3 m de frontul clădirilor, determină zonele unde se depășește limitele admisibile, respectiv zonele poluate sonor, și are caracteristica de "foarte aglomerat" (depășire 10-15 dB(A)).

4. Indice de depășire a lui  $L_{10}$ , determinat și comparat cu prevederile limită oficiale din normele elaborate de Administrația federală a zgomotului din SUA (151)

$L_{10}$  depășit

Normele elaborate de Administrația federală a zgomotului din S.U.A. prevăd aprecierea nivelului de zgomot admisibil în funcție de valorile indicelui de zgomot indexat  $L_{10}$ .

Prin compararea valorilor  $L_{10}$  determinate și comparate cu cele admisibile, se află zonele unde avem zgomotul maxim

depășit și caracteristică "traumatizant" depășire 10-15 dB(A).

În concluzie trebuie subliniată diferența netă dintre mărimile fizice (obiective) și cele fiziologice (subiective) folosite în studiul zgomotelor. Astfel, zgometele pot fi caracterizate din două puncte de vedere : calitativ și energetic, după cum urmează:

**Caracterizarea zgomotului**

=====

<u>I. Calitativ prin :</u>		<u>Unitatea de măsură</u>
a) mărimi fizice	- frecvența (f)	[Hz]
	- intensitatea (I)	[W/m <sup>2</sup> ]
	- spectru acustic (-)	-
b) mărimi fiziologice :	- înălțime	[moli]
	- tărie (N)	[soni]
	- timbru (-)	-
 <u>II. Energetic prin :</u>		
a) mărimi fizice :	x) -nivelul de intensitate (L <sub>n</sub> )	[dB]
	-nivel de presiune sonoră (L)	[dB]
	-niveluri statistice (L <sub>n</sub> )	[dB]
	(L <sub>10</sub> , L <sub>50</sub> , L <sub>90</sub> )	
b) mărimi fiziologice:	- tărie (N)	[soni]
	- indice de depășire a lui	
	(L <sub>10</sub> depășit)	[dB(A)]
	- climat de zgomot (C=L <sub>10</sub> -L <sub>90</sub> )	[dB(A)]
	- indice de depășire a lui	
	(L <sub>ech</sub> depășit)	[dB(A)]
	- indicele zgomotului de	
	trafic T.N.I.	[dB(A)]
	- nivelul de poluare sonoră	
	L.N.P.	[dB(A)]
	- indice de deranj R, funcție	
	de L <sub>ech</sub> (R <sub>1</sub> )	-
	- indice de deranj R funcție	
	de T.N.I.(R <sub>2</sub> )	-

Aceste mărimi au apărut din necesitatea de a exprima calitativ corelația deosebit de complexă ce există între realitatea obiectivă, dintre fenomenul de generare a zgomotului și senisarea subiectivă, prin senzații a acestuia.

### 3.3. Stabilirea influențelor prin metoda corelațiilor

#### 3.3.1. Algoritmul de calcul

##### 3.3.1.1. Considerații generale

Metoda corelației în cercetarea statistică a diferitelor fenomene este o metodă foarte des utilizată, se poate spune chiar indispensabilă, atunci când se pune problema identificării legăturilor existente între fenomene.

O problemă importantă pentru cercetarea corelațiilor este problema determinării funcției de regresie, care să exprime relația cantitativă dintre fenomenul efect și fenomenul sau fenomenele - cauză. Forma legăturii dintre fenomene, se descrie printr-o ecuație analitică.

Pentru ajustarea seriei de valori empirice trebuie să se aleagă acea ecuație matematică care oglindește în mod cel mai corespunzător caracterul legăturii cercetate.

Dependența dintre fenomenele social-economice nu poate fi exprimată printr-o simplă ecuație matematică, dar se poate admite că, dacă s-ar putea include în calcul toți factorii care influențează fenomenul dat, atunci se va putea determina, cu ajutorul ecuației corespunzătoare, în mod absolut exact acel fenomen.

Însă, acest lucru este posibil în domeniul fenomenelor simple, unde cauzele acționează separat, relația dintre fenomenul-efect și fenomenul cauză exprimându-se sub forma :

$$y = f(x) \quad (3.7)$$

În domeniul fenomenelor complexe, dependența se exprimă sub forma generală :

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (3.8)$$

Mărimea fenomenului  $y$  este generată de acțiunea comună a factorilor  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , din care luăm însă în calculul corelației numai o parte.

##### 3.3.1.2. Corelația liniară.

În cercetările social-economice se întâlnește, de cele mai multe ori forma liniară a corelației, care din punct de vedere analitic este reprezentată prin ecuația :

$$y = a_0 + a_1 x \quad (3.9)$$

Grafic, acea este reprezentată printr-o linie dreaptă care taie axa ordonatelor în punctul  $a_0$  și are panta  $a_1$ .

Dacă  $a_1$  are semn pozitiv, atunci legătura este directă, dacă semnul este negativ atunci aceasta este inversă.

În ecuația (3.9) valoarea caracteristicii rezultative este funcție de un singur factor ( $x$ ), toți ceilalți factori fiind considerați ca mărimi constante și fiind exprimați prin parametri  $a_0$  și  $a_1$ . Deoarece toți factorii care determină pe  $y$  în afară de  $x$ , sînt mărimi constante și în același timp mărimi medii, valorile ajustate ale lui  $y$  sînt, de asemenea, medii și se notează de obicei cu  $\bar{y}_x$ .

Pentru determinarea valorilor  $\bar{y}_x$  trebuie să cunoaștem parametri  $a_0$  și  $a_1$ . Pentru calculul parametrilor  $a_0$  și  $a_1$  se aplică metoda celor mai mici pătrate. Esența acestei metode constă în determinarea parametrilor  $a_0$  și  $a_1$  ai funcției de regresie, în așa fel ca suma patratelor abaterilor valorilor reale ale lui  $y$  față de valorile corespunzătoare calculate  $\bar{y}_x$  să fie minimă. Adică, notînd cu  $S$  suma despre al cărei minim este vorba, vom avea :

$$S = \sum (y - \bar{y}_x)^2 = \min. \quad (3.10)$$

sau

$$S = \sum (a_0 + a_1 x - y)^2 = \min. \quad (3.11)$$

Mărimea  $S$  depinde de valorile luate de parametri  $a_0$  și  $a_1$ . Pentru a afla minimul funcției este necesar să se calculeze primele ei derivate parțiale:

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 2 \sum (a_0 + a_1 x - y) \quad (3.12)$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 2 \sum (a_0 + a_1 x - y)x \quad (3.13)$$

Analizînd derivatele parțiale și introducînd în a doua ecuație pe  $x$  în paranteză se obține :

$$\sum (a_0 + a_1 x - y) = 0 \quad (3.14)$$

$$\sum (a_0 x + a_1 x^2 - xy) = 0 \quad (3.15)$$

Descompunînd sumele în termeni, scoțînd în afara semnului sumei parametri  $a_0$  și  $a_1$ , factori constanți se obține sistemul :

$$n a_0 + a_1 \sum x = \sum y \quad (3.16)$$

$$a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum xy$$

sistem ce poartă numele de sistemul de ecuații normale.

Tinînd seama de frecvențele variabilelor la seriile de date grupate, sistemul (3.16) devine :



$$\begin{aligned} a_0 \sum f_x + a_1 \sum x f_x &= \sum y f_y \\ a_0 \sum x f_x + a_1 \sum x^2 f_x &= \sum \sum xy f_{xy} \end{aligned} \quad (3.17)$$

in care:

$f_x$  - reprezintă frecvențele grupelor formate după valorile lui  $x$ ;

$f_y$  - reprezintă frecvențele grupelor formate după valorile  $y$ ;

$f_{xy}$  - reprezintă frecvențele valorilor perechi  $x, y$ .

Soluțiile sistemului (3.14) sînt :

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \\ a_1 &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \end{aligned} \quad (3.18)$$

Ecuația de regresie  $y = a_0 + a_1 x$ , servind la estimarea nivelurilor variabilei dependente supuse cercetării, prezintă un mare interes practic.

### 3.3.1.3.- Coeficientul de corelație

Determinarea ecuației de regresie ne ajută să descriem corelația dintre mărimile variabile și să cunoaștem cum se modifică în medie o variabilă, în raport cu modificările date ale altei variabile. În afară de estimarea variației, mai trebuie estimat și gradul de intensitate a corelației. Estimările obținute cu ajutorul ecuației de regresie au o precizie cu atât mai mare cu cît corelația este mai intensă.

Indicatorul intensității corelației liniare este coeficientul de corelație, notat cu  $r$ , definit de formula :

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n s_x s_y} \quad (3.19)$$

Coeficientul de corelație este o mărime abstractă, nelegată de unitățile de măsură ale variabilelor și variază între limitele  $-1$  și  $+1$ . Cu cît coeficientul de corelație are valori mai apropiate de  $+1$  sau  $-1$ , cu atât corelația rectilinie este mai intensă. Dacă valorile  $x$  și  $y$  sînt necorelate, atunci coeficientul de corelație este nul.

Coeficientul de corelație se poate calcula după diferite formule, obținute prin simple transformări ale formulei (3.19).

Astfel :

$$\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \sum xy - \bar{y} \sum x - \bar{x} \sum y + \sum \bar{x} \bar{y}$$

și cum

$$\sum x = n \bar{x}, \sum y = n \bar{y}, \sum \bar{x} \bar{y} = n \bar{x} \bar{y}$$

se obține

$$\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y}) = \sum xy - n \bar{x} \bar{y}$$

relația (3.19) devine

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{n s_x s_y}$$

Tinând seama de expresia lui 3, se poate scrie:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (3.20)$$

### 3.3.1.4. Corelația multiplă

În procesul de cercetare a legăturilor causale dintre fenomene avem de-a face cu contopirea acțiunii unei multitudini de cauze, care determină variația fenomenului efect. În astfel de cazuri, calculul corelației nu se poate limita la variabile perechi, ci trebuie să includă și alte variabile independente cu influență semnificativă asupra variabilei dependente studiate. Influența comună a acestor variabile se măsoară cu ajutorul indicatorilor corelației multiple.

Pentru ilustrarea procedeei de calcul, considerăm corelația a trei variabile: o variabilă dependentă  $y$  și două variabile independente  $x_1, x_2$  exprimate printr-o funcție liniară de tipul:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \quad (3.21)$$

Parametri  $a_0, a_1$  și  $a_2$  se determină prin metoda celor mai mici pătrate, punind condiția

$$S = \sum (a_0 + a_1 x_1 - y)^2 = \min.$$

În acest scop se anulează derivatele parțiale ale expresiei în raport cu parametri  $a_0, a_1$  și  $a_2$ :

$$\frac{\partial S}{\partial a_0} = 2 \sum (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 - y) \cdot 1 = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 2 \sum (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 - y) \cdot x_1 = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_2} = 2 \sum (a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 - y) \cdot x_2 = 0$$

de unde rezultă următorul sistem de ecuații normale:

$$\begin{aligned} n a_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 &= \sum y \\ a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum x_1 x_2 &= \sum x_1 y \\ a_0 \sum x_2 + a_1 \sum x_1 x_2 + a_2 \sum x_2^2 &= \sum x_2 y \end{aligned} \quad (3.22)$$

### 3.3.1.5. Raportul de corelație

Funcția de regresie rezolvă o primă problemă a analizei de corelație. Cea de-a doua problemă a cercetării corelației constă în măsurarea intensității legăturii. Estimările obținute cu ajutorul ecuației de regresie au o precizie cu atât mai mare cu cât corelația este mai intensă.

Gradul intensității legăturii se măsoară cu raportul de corelație (sau sub altă denumire indice de corelație) definit de :

$$\eta = \sqrt{\frac{\frac{\sum (\bar{y}_x - \bar{y})^2}{n}}{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}}} = \sqrt{\frac{s_{\bar{y}_x}^2}{s_y^2}} \quad (3.23)$$

ținând seama că :

$$s_y^2 = s_{\bar{y}_x}^2 + s_y^2 \bar{y}_x$$

se obține :

$$\eta = \sqrt{\frac{s_y^2 - s_y^2 \bar{y}_x}{s_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{s_y^2 \bar{y}_x}{s_y^2}} \quad (3.24)$$

Cu cât repartiția empirică se va apropia mai mult de repartiția teoretică, cu atât ponderea lui  $s_{\bar{y}_x}^2$  în  $s_y^2$  va fi mai mare, raportul de corelație va lua valori mai apropiate de 1 și deci cu atât corelația va fi mai intensă.

### 3.3.1.6.- Coeficientul corelației multiple

Pentru a măsura intensitatea corelației dintre variabilă dependentă  $y$  și mai multe variabile independente  $x_1, x_2, \dots, x_n$  se utilizează coeficientul corelației multiple dat de formula:

$$R_{y \cdot x_1 x_2 \dots x_n} = \sqrt{1 - \frac{\sum (y - \bar{y}_{x_1 \dots x_n})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}} \quad (3.25)$$

$R$  variază între 0 și 1. Dacă  $R = 0$ , atunci între caracteristica  $y$ , pe de o parte și caracteristicile  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , lipsește corelația liniară multiplă, însă între ele poate exista o corelație neliniară.

Dacă  $R = 1$ , atunci între caracteristica  $y$  și caracteristicile  $x_1$  și  $x_2$  există o legătură liniară funcțională precisă.

### 3.3.2. Schemă privind conducerea calculului de corelare statistică

În conformitate cu cele arătate la punctul 3.3.1. a fost întocmit un program de calcul automat pentru efectuarea operațiilor necesare calculului de corelare statistică.

Ca date inițiale în cadrul operațiilor de corelare statistică se iau seriile de valori ale variabilelor dependente ori independente. În figura 3.2. se prezintă o schemă bloc privind modul în care sînt conduse calculul de corelare statistică.

Rezultatele care se obțin prin procedul prezentat mai sus sînt ecuațiile funcțiilor de regresie, coeficienții și rapoartele de corelație statistică, precum și abaterile medii pătratice între valorile măsurate și valorile calculate cu funcțiile de regresie.

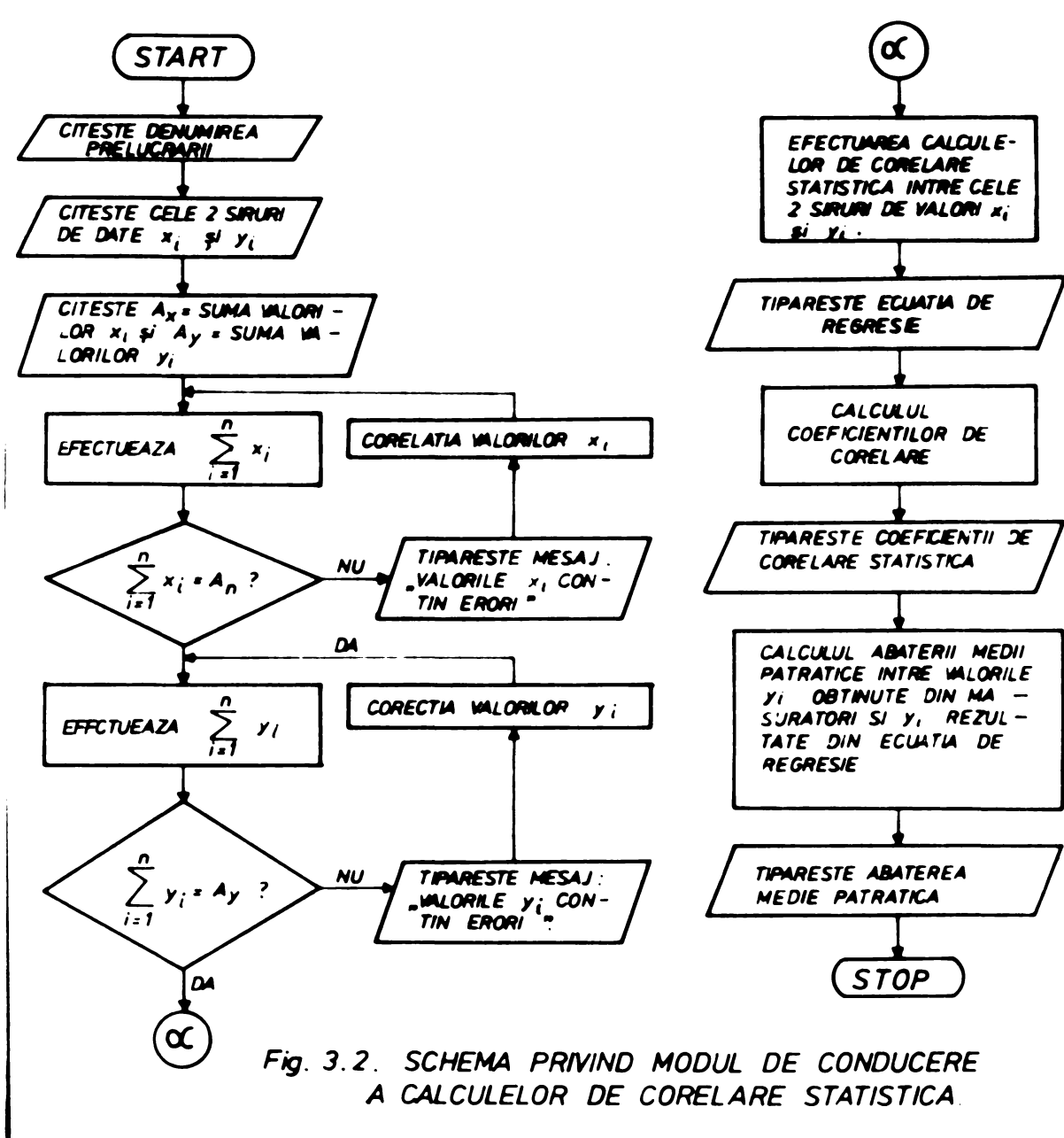


Fig. 3.2. SCHEMA PRIVIND MODUL DE CONDUCERE A CALCULELOR DE CORELARE STATISTICA.

### 3.4. Exemple privind stabilirea influențelor PRIN METODA CORELATIILOR

#### 3.4.1. În domeniul șenitelor

Cu datele obținute din măsurători au fost făcute calcule de corelație statistică între frecvențele șenitelor generate de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule și nivelul de șenit.

Prin aceste calcule s-a urmărit să se stabilească dacă

există o legătură între frecvențele agometelor și nivelul de agomet și să se stabilească relația matematică care eglidește, în modul cel mai corespunzător caracterul legăturii cercetate.

S-au efectuat două feluri de calcule de corelație statistică și anume : corelări având în vedere funcții liniare și corelări având în vedere funcții parabolice.

Calcululele de corelare au fost făcute pentru datele obținute din măsurătorile efectuate în Piața Mărăști și în Piața Bădca Cârțan din municipiul Timișoara.

Calcululele de corelare s-au făcut pentru două intervale de timp în cazul Pieței Mărăști și pentru trei intervale de timp în cazul Pieței Bădca Cârțan. Din analiza rezultatelor obținute se constată următoarele :

- pentru majoritatea intervalelor de timp în care s-au făcut măsurători s-a confirmat faptul că există o corelare statistică între frecvența agometelor generate de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule și nivelul de agomet, deoarece au rezultat rapoarte de corelație statistică mai mari ca 0,6 ;

- pentru corelațiile parabolice s-au obținut rapoarte de corelație statistică mai mari decât în cazul corelațiilor liniare, ceea ce indică că funcțiile parabolice exprimă mai bine legătura ce există între nivelul de agomet și frecvența agometelor generate de motoarele cu ardere internă ;

- valori mai scizute ale nivelului de agomet s-au obținut pentru frecvențe mai mari, iar valori mai mari pentru frecvențele mai joase.

Pentru ilustrarea modului în care variază nivelul de agomet în funcție de frecvența agometelor, s-au întocmit diagramele din figura 3.3. pentru un caz reprezentativ din Piața Mărăști și din figura 3.4. pentru Piața Bădca Cârțan. Pe aceste diagrame sînt reprezentate atât valorile rezultatelor din măsurători cît și funcțiile de regresie obținute prin corelări statistice, efectuate.

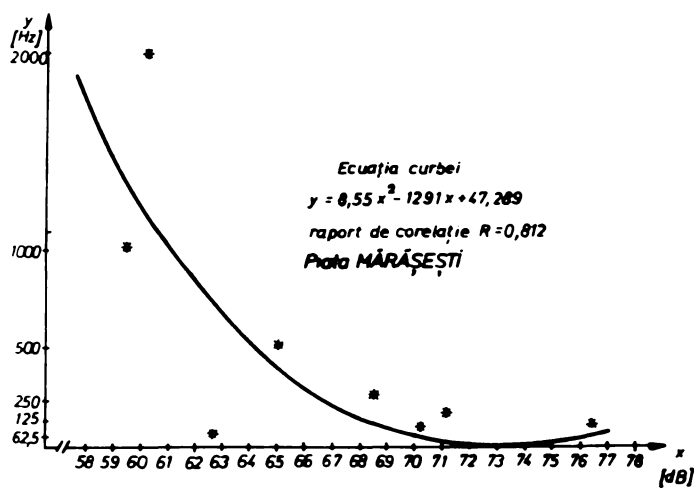


Fig. 3.3 Variația frecvenței cu nivelul de zgomot

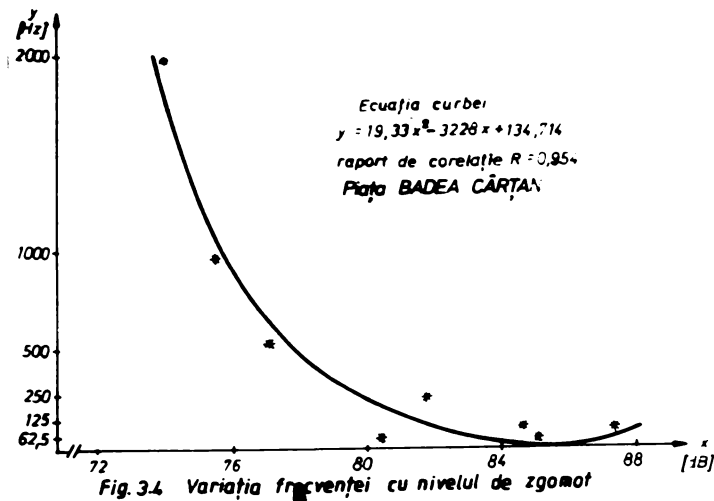


Fig. 3.4 Variația frecvenței cu nivelul de zgomot

### 3.4.2. La semnalele E.E.G. obținute în prezența infrasonetelor

Pentru obținerea funcțiilor de corelație și a densităților spectrale de putere s-au parcurs următoarele etape:

Semnalul E.E.G. captat de la un subiect aflat în cimp infrasonor (cameră barică) s-a înregistrat la un înregistrator cu bandă magnetică Brüel-Kjaer tip 7001. În prealabil, semnalul E.E.G. a fost amplificat de electroencefalograf de  $10^4 + 10^5$  ori. Totodată semnalul de înregistrat a fost filtrat, eliminându-se frecvențele mai mari de 30 Hz. Cunoașterea frecvenței celei mai mari din semnal este necesară pentru prevenirea fenomenului de aliasing.

Frecvența de eșantionare s-a ales de 100 Hz, mai mare decât dublul frecvenței maxime conținută în semnal. Aceasta corespunde la un pas de eșantionare de 10 ms. Valoarea maximă a întârzierii este de 5,12 sec. și corespunde la 512 puncte pentru funcția de autocorelație.

Reprezentările grafice ale funcțiilor de autocorelație și ale densităților de putere sînt normale. În fig. 3.5. se prezintă patru funcții de autocorelație tipice, în intervalul (0 - 0,64 sec).

Densitatea spectrală de putere calculată pentru funcția de autocorelație  $R_4$  se prezintă în figura 3.6.

DSP reprezintă în domeniul frecvenței aceeași informație pe care SAC o redă în domeniul timp.

Trecerea între cele două forme de reprezentare se face avantajos din punct de vedere al timpului de calcul, dacă se utili-

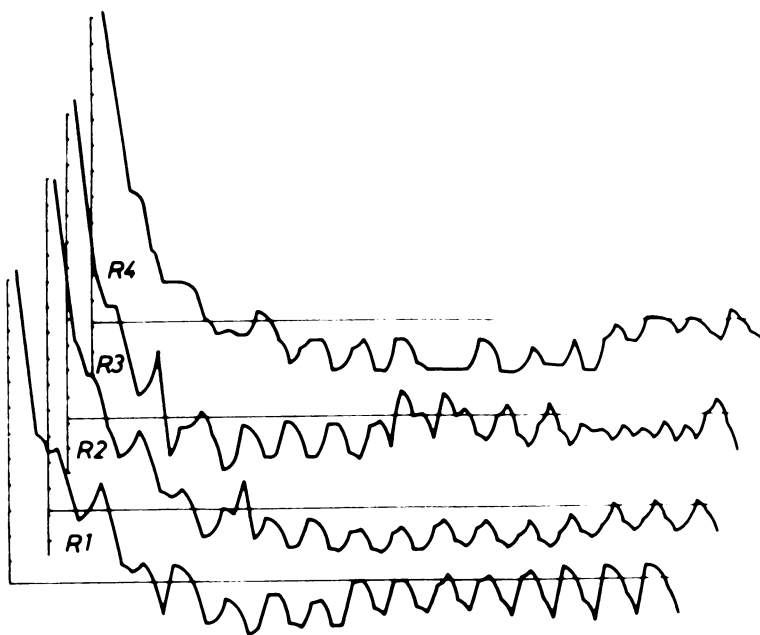


Fig.3.5 FUNCȚII DE AUTOCORELAȚIE F.A.C. TIPICE  
IN INTERVALUL (0-0,64 sec.)

scasă transfer-  
marea Fourier ra-  
pidă (s-a utili-  
zat algoritmul  
Fernald). Spectrul  
este reprezentat  
în domeniul (-50  
Hz la 50 Hz), va-  
loarea 0 Hz fiind  
la mijlocul  
axeii absciselor.

Pe lângă ac-  
tivitatea E.E.G.  
normală reflec-

tată în densitatea spectrală de putere prin maximul din jurul  
frecvenței de 10 Hz, se constată prezența a încă două măriri  
în jurul frecvențelor de 4 Hz și 7 Hz. Acestea reprezintă  
"invasiunea de către canalul E.E.G. a frecvențelor din domeniul  
infracunetelor sub a căror influență se află subiectul inves-  
tigat".

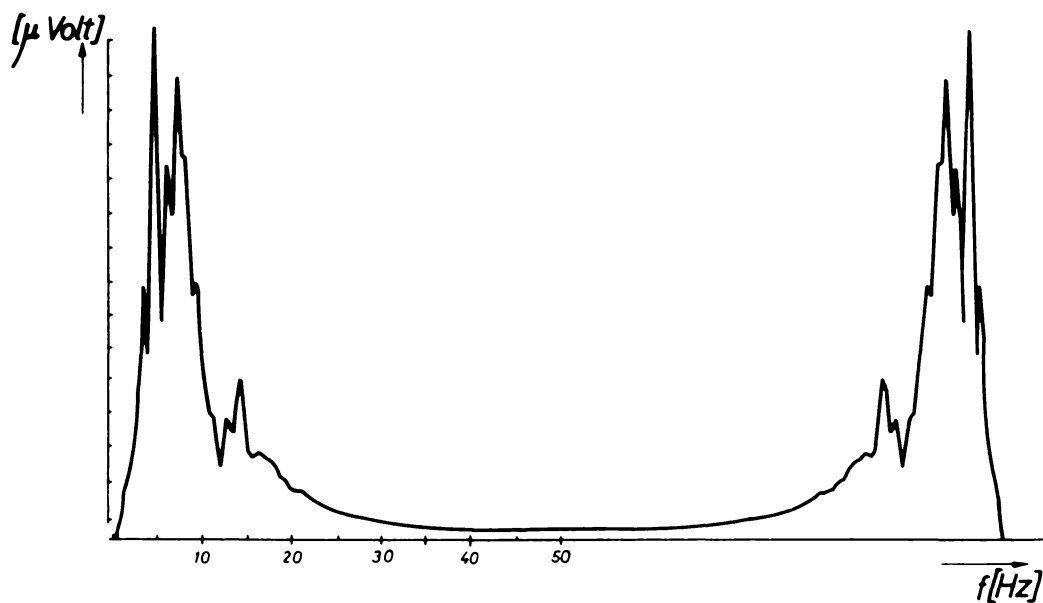


Fig.3.6 DENSITATE SPECTRALĂ DE PUTERE CORESPUNZĂTOARE  
F.A.C.



**Evidențierea acestei influențe în funcție de auto-  
corelație este mult mai dificilă, fapt pentru care se preferă a se  
utiliza densitățile spectrale de putere.**

## CAPITOLUL 4

\*\*\*\*\*

CERCETAREA EXPERIMENTALA A SURSELOR POLUANTE  
DE ZGOMOT SI INFRASUNETE ALE MOTOARELOR CU  
ARDERE INTERNA DE PE AUTOVEHICULE SI EFECTELE  
ACESTORA ASUPRA OMULUI SI A ACTIVITATII SALE



#### 4.1. Obiectul și scopul cercetărilor experimentale.

Cercetările experimentale întreprinse au avut în vedere necesitatea obținerii datelor pentru efectuarea studiilor teoretice și practice de optimizare a traficului, a emunțării și verificării diferitelor ipoteze de calcul. Pentru realizarea acestui obiectiv s-a pornit de la :

a) stabilirea metodelor de obținere a datelor necesare și de efectuare a cercetărilor experimentale ;

b) alegerea celor mai adecvate instalații existente pentru efectuarea cercetărilor experimentale și realizarea de instalații noi.

Obiectul cercetărilor experimentale l-au constituit sursele poluante de zgomot și de infrasunete. Legat de acestea s-au avut în vedere următoarele :

- analiza spectrală a zgomotului generat de motorul cu ardere internă a autoturismului Dacia 1300 în domeniul sonor și infrasonor ;

- determinarea nivelurilor de zgomot generat de motoarele autovehiculelor în intersecții și pe traseul curent al străzilor din localități ;

- determinarea nivelului de zgomot la distanțe variabile dintre sursele de zgomot și frontul clădirilor ;

- determinarea nivelurilor de intensitate a infrasunetelor în cabinile autovehiculelor, generate de motorul cu ardere internă și alte surse ;

- efectuarea de înregistrări electroencefalografice pe subiecți supuși la infrasunete, într-o cameră specială ;

S-a avut în vedere ca, prin cercetări experimentale, să se extindă și studiile cu privire la zgomote în domeniul infrasonor, domeniu care la noi în țară n-a fost studiat de loc până în prezent.

Cercetările experimentale întreprinse s-au axat în special pe aprofundarea acelor aspecte ale fenomenului de poluare sonoră care constituie o contribuție originală a autorului și pe reluarea unor experimente efectuate în alte țări, cu scopul depistării și punerii în evidență a particularităților de manifestare a acestui fenomen, în condițiile concrete din țara noastră.

In cele ce urmează se prezintă metodele de cercetare experimentală stabilite sau adoptate de autor, precum și instalațiile și aparatura utilizată.

#### 4.2. Descrierea aparatelor pentru măsurarea zgomotului și sisteme utilizate pentru cercetarea surzilor palpante de zgomot și infrasonete

##### 4.2.1. Generalități

Măsurătoarea fizică cea mai simplă a zgomotului este de a determina nivelul de presiune sonoră generat.

Pe de altă parte e astfel de măsurătoare nu dă indicații asupra distribuției de frecvență a zgomotului. Prin mijloace relativ simple, totuși, este posibil să se dea instrumentului de măsură a zgomotului câteva caracteristici care să facă rezultatele mai mult sau mai puțin utilizabile.

Astfel, sonometrele sînt construite cu un set de rețele de ponderare în frecvențe, ale căror caracteristici sînt notate A, B și C. Caracteristica C arată o ușoară dependență de frecvența peste cea mai mare parte a domeniului de frecvență audibil, în timp ce caracteristica A indică o dependență pronunțată cu frecvența, pînă la 1000 Hz.

În încercarea de a decide care este instrumentația cea mai convenabilă pentru măsurătorile de zgomot, trebuie analizată natura zgomotului. Zgomotul poate fi mai mult sau mai puțin de larg, zgomot aleator, poate conține tonuri discrete, poate avea caracter impulsiv. Toți acești factori pot influența alegerea instrumentației într-o măsură mai mare sau mai mică.

Tipul analizei care se efectuează asupra datelor, influențează de asemenea alegerea instrumentației și a procedurii de măsură.

Un alt factor important în alegerea echipamentului este acela al mărimei și numărului de aparate. Pentru scopul măsurătorilor efectuate a fost necesară folosirea unei aparaturi cît mai puțin voluminoase.

##### 4.2.2. Sisteme de măsură de bază

O mare varietate de sisteme se pot utiliza pentru măsurători de zgomote. În esență sistemul de bază este constituit din traductor, secțiunea de analiză și unitatea de ieșire. Traductorul este de obicei un microfon. În figura 4.1. se reprezintă această schemă bloc electronică a sistemului de măsură.

Secțiunea de analiză a sistemului este cea mai complexă, ea cuprinzând circuitele de integrare și ponderare a semnalului. În cazul cel mai simplu această secțiune realizează ponderea spectrului de frecvență al semnalului de intrare, după una din rețelele standardizate.

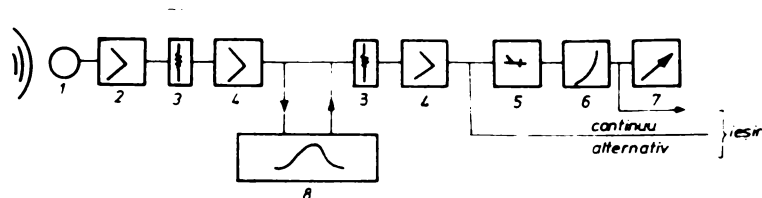


FIG. 4.1  
Schemă bloc electronică a sistemului de măsură  
1-microfon 2-preamplificator  
3-atenuator 4-amplificator  
5-redresor 6-converter Lin/Log  
7-aparat indicator 8-filtru

Secțiunea de ieșire conține de obicei un aparat de măsură cu un timp de măsură standardizat.

Recentele dezvoltări ale electronicii au permis folosirea unor ieșiri digitale pentru tipărirea valorilor măsurate pe tipăriteare și trecerea apoi pe calculator pentru stocarea și compararea datelor.

#### 4.2.3. Selecția microfonului

Caracteristicile fizice ale zgomotului pot fi descrise de mai mulți parametri, iar cantitatea cea mai practică de a fi măsurată este presiunea sonoră. Din aceste motive microfoanele au fost dezvoltate la înalte trepte de rafinament. Alegerea microfoanelor pentru măsurători de zgomot particular trebuie să îndeplinească, în general, două grupuri de condiții. Intii, trebuie să lucreze convenabil într-un domeniu divers de condiții de mediu, cum ar fi : umiditate, temperatură, polnarea aerului și vânt, iar în al doilea rând trebuie să îndeplinească condiții tehnice : răspuns în frecvență, domeniu dinamic, directivitate și stabilitate, necesare pentru precizie și măsurători repetabile.

Microfonul condensator îndeplinește cea mai mare parte din aceste condiții, din care cauză a devenit tipul cel mai răspândit. El lucrează pe principiul conform căruia capacitatea a două plăci încărcate electric se modifică cu distanța dintre ele. Una din aceste două plăci este o diafragmă extrem de ușoară, care modifică răspunsul la variațiile presiunii acustice, și ca rezultat modifică capacitatea care este detectată de circuitul de măsură.

Răspunsul în frecvență al microfonului ales pentru măsurători de zgomot trebuie să fie linear peste domeniul de frecvență care interesează. De obicei, aceasta înseamnă domeniul audibil al urechii

uzane, adică 20 Hz până la 15 KHz, dar pentru aplicații speciale se poate extinde sub sau deasupra acestor limite.

Măsurătorile de infrasunete, care conțin componente de frecvență sub 20 Hz se pot efectua numai utilizând aparatură specială.

Măsurătorile de frecvențe foarte ridicate sau de nivele sonore ridicate se pot realiza cu microfoane relativ mici.

Când se alege și se folosește un microfon, trebuie reținut tipul câmpului sonor ce urmează a fi măsurat. Răspunsul microfonului este influențat la frecvențe înalte, de reflecțiile și difracțiile cauzate de propria sa prezență în câmpul sonor, și este, prin urmare, dependent de direcția undelor sonore.

Caracteristicile microfoanelor sînt de obicei exprimate în unul din următoarele moduri :

- cîmp liber
- presiune
- răspuns aleatoriu.

Un microfon de cîmp liber este destinat să compenseze perturbațiile cauzate de propria lui prezență în cîmpul sonor, asigurîndu-se ca direcția propagării undelor sonore să fie perpendiculară pe diafragma microfonului. Un microfon de presiune are un răspuns uniform în frecvență la cîmpul sonor existent. Microfonul de răspuns aleatoriu răspunde uniform la undele sonore, variînd simultan din orice direcție, și prin urmare vor fi alese totdeauna pentru măsurători în cîmp difuz.

Cînd măsurătorile sînt făcute în exterior trebuie să se ia măsuri de protecție a microfonului față de influența vîntului. Motivele care impun acest lucru se datoresc faptului că vîntul puternic produce curenți de aer care, acționînd asupra microfonului, cauzează mișcări ale diafragmei, asemînător celor produse de nivelul de zgomot ridicat. Nivelul spectral al zgomotului vîntului crește cu descreșterea frecvenței, astfel ca măsurătorile pe curba de ponderare A sînt mai puțin afectate de această problemă, deoarece zgomotul vîntului tinde să fie eliminat.

#### 4.2.4. Sistemul de analiză

Pentru analiza datelor înregistrate pe banda magnetică, schema bloc electronică se prezintă în fig. 4.2.



### Filtrarea

Alegerea de bază care se face este între lățimea de bandă absolut constantă și relativ constantă (procentuală).



FIG. 4.2  
Schema bloc electronică de analiză a zgomotului

Lățimea de bandă constantă dă o rezoluție uniformă pe o scală de frecvență liniară, însă folosirea ei este limitată în privința domeniului de frecvență.

Lățimea de bandă procentuală dă în schimb rezoluție uniformă pe scala de frecvență logaritmică și astfel ea poate fi folosită peste un domeniu larg de frecvență, trei sau mai multe decade.

O altă caracteristică a lățimii de bandă procentuale constantă este că ea corespunde la un factor Q constant. Cele mai răspândite tipuri de filtre cu lățimea de bandă procentual constantă în măsurătorile acustice sînt filtrele octave și 1/3 octave. Filtrele octave au o astfel de lățime de bandă încît frecvența limită superioară a benzii este de două ori mai mare decît frecvența limită inferioară, rezultînd o lățime de bandă de 70,7 %, după cum urmează :

$$f_0 = \sqrt{f_2 \cdot f_1} = \sqrt{2 \cdot f_1^2} = \sqrt{2} \cdot f_1 \quad (4.1)$$

unde

- $f_0$  - frecvența centrală
  - $f_1$  - frecvența limită inferioară
  - $f_2$  - frecvența limită superioară
- Lățimea de bandă absolută este :

$$f_2 - f_1 = f_0 \quad (4.2)$$

iar lățimea de bandă relativă este :

$$\frac{f_2 - f_1}{f_0} = \frac{f_1}{f_0} = \frac{f_1}{\sqrt{2} f_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 70,7 \% \quad (4.3)$$

Filtrele de lățime de bandă 1/3 octave sînt obținute prin divizarea fiecărei benzii de octavă în trei părți, egale geometrie, adică  $f_2 = 2^{1/3} \cdot f_1$ .

Prin același procedeu ca pentru filtrele octave, lățimea de bandă procentuală a filtrelor 1/3 octave poate fi determinate astfel :

$$\frac{2^{1/3} - 1}{2^{1/6}} = 23,1 \% \quad (4.4)$$

### Detectarea

Cind un semnal este trecut printr-un filtru, el este sub forma unui semnal alternativ, care variază continuu cu timpul. Este necesar să se măsoare puterea semnalului pentru a obține componentele spectrale de frecvență dorite.

Aceasta poate fi obținută matematic prin ridicarea la pătrat a valorii instantanee a semnalului, obținând puterea instantanee, care integrată într-un interval anumit de timp se obține o valoare medie ; Cu cât este mai mare timpul de mediere, cu atât vor fi mai mici variațiile valorii medii, dar timpul de obținere al rezultatului, va fi mai lung.

Prin extragerea radicalului din valoarea medie pătratică se obține valoarea efectivă (RMS). Toate aceste frecvențe pot fi obținute electronic cu ajutorul circuitelor electronice numite detectoare, dând rezultate de o ridicată precizie față de valoarea teoretică.

Valoarea care rezultă din analiza normală de frecvență este obținută dintr-o lungime finită de înregistrare. Valoarea efectivă a semnalului este :

$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt} \quad (4.5)$$

unde T este timpul mediu folosit la determinarea valorii efective, iar "a" este valoarea instantanee.

### Inregistrarea

Deseori este convenabil să se înregistreze și stocheze date măsurate, astfel încât să se poată reproduce apoi, în laborator, în scopul analizei. Printre avantajele unei astfel de înregistrări amintim :

- micșorarea timpului necesar efectuării măsurătorilor ;
- analiza aceluiași semnal prin diferite tehnici, fără a fi necesară deplasarea aparatelor la locul măsurătorii.

Inregistratorul magnetic este instrumentul cel mai folosit pentru captarea și stocarea datelor.

Pentru a fi utilizabil în măsurătorile de șomet trebuie să îndeplinească mai multe condiții :

- să fie portabil, adică ușor, să funcționeze cu ali-

mentare de la baterii și să se lucreze ușor cu el ;

- să aibe un domeniu dinamic larg ;
- să aibă un răspuns liniar pe întreg domeniul de frecvență care interesează.

De asemenea, este important că, dacă datele înregistrate au componente de joasă frecvență, înregistratorul să aibă un domeniu de frecvență adecvat. Extinderea domeniului de frecvență până la componentele continue se realizează prin modularea de frecvență.

#### 4.2.5. Zgomotul de fond

O problemă importantă care determină alegerea aparaturii de măsură este prezența și mărimea nivelului zgomotului de fond. Ideal ar fi ca zgomotul măsurat să provină numai de la sursa de zgomot care se studiază.

Înainte de efectuarea măsurătorilor, zgomotul de fond trebuie măsurat singur, pentru a-l compara cu nivelul zgomotului produs de sursa care prezintă interes de măsurare.

Dacă aceste diferențe sînt mai mari decît 10 dB, atunci zgomotul de fond poate fi considerat ca avînd un efect neglijabil asupra măsurătorilor. Dacă diferențele sînt mai mici decît 3 dB, atunci nivelul trebuie corectat.

#### 4.2.6. Metodica de înregistrare

##### a) În domeniul sonor

Zgomotul stradal are un caracter aleator, depinzînd de amplasarea punctelor de măsurare în cadrul municipiului Timișoara, de perioada de măsurare în decursul zilei, precum și de existența în domeniul investigat a unor surse de zgomot necharacteristice, întâmplătoare.

Pe unele străzi ale municipiului Timișoara, ca urmare a creșterii participanților la traficul rutier, densitatea circulației tinde spre o uniformizare mai ales într-un interval de timp, și astfel caracterul aleator al zgomotului stradal capătă un aspect staționar.

În punctele în care s-au făcut măsurători pe baza reclamațiilor cetățenilor, înregistrările au avut un caracter discret, s-au efectuat măsurători globale și s-au făcut analize pe frecvențe a nivelului de zgomot.

În general s-a urmărit, ca măsurătorile să fie făcute în

intervale de timp în care nivelul zgomotului este ridicat. Acestea au fost stabilite pe baza anchetelor de circulație efectuate, a prognoșării traficului și a recunoașterii prealabile a situației existente pe teren. Astfel măsurătorile au fost efectuate în intervalul cuprins între orele 6,30 - 16,00, fiind traficul rutier pareurge valori maxime și circulația cea mai intensă a autovehiculelor speciale pentru transport greu. De asemenea s-a urmărit prinderea în cadrul măsurărilor a orelor de trafic de vîrf ale autovehiculelor de transport în comun (ITCT, ITA).

În consecință s-a realizat înregistrarea continuă în funcție de timp a zgomotului stradal conform STAS 6161/3-75 și a prescripțiilor I.S.G.-B-1966.

Măsurătorile pentru aprecierea nivelului de zgomot stradal le-am făcut în axul fluxurilor de circulație, la limita superioară a gabaritului și aluzii de autovehicule caracteristice arterei pe care se circulă.

În paralel cu măsurarea nivelului de zgomot, s-au numărat și vehiculele care au circulat în dreptul punctului de măsurare.

În cazul intersecțiilor s-au înregistrat totalul vehiculelor care au trecut prin intersecția respectivă.

Atît la efectuarea măsurătorilor continue cit și la cele globale s-a utilizat scara decibelilor (A) a aparatului precum și în unele situații scările B și C pentru comparații.

#### **b) În domeniul infrasunetelor**

Măsurătorile efectuate au urmărit evidențierea prezenței și a nivelurilor de presiuni a infrasunetelor în cabinile mijloacelor de transport persoane și mărfuri, precum și evidențierea surselor generate.

În acest scop, programul de măsurători a cuprins înregistrarea infrasunetelor în cabina autoturismului Dacia 1300 la diferite viteze ale acestuia variind între 30 - 120 km/h (corelate cu deschiderea clapetei de accelerație), în condiții diferite de circulație a șezului în interior precum și funcție de diferite tipuri de îmbrăcămînti rutiere. Aceeași metodică s-a folosit și pentru autotransportul marca Carpați.

În urma constatării prezenței infrasunetelor în mijloacele de transport persoane și mărfuri, precum și a condițiilor în care se produc acestea, în etape următoare s-au determinat efectele

infrasunetelor de nivele și frecvențe comparabile cu cele din autovehicule asupra omului și activității sale, prin simulare în camera barică. De asemenea măsurătorile au fost făcute pentru detectarea infrasunetelor <sup>in</sup> apropierea tehei de echipament la mersul la relanti al motorului Dacia 1300.

#### 4.3. Metoda de cercetare experimentală.

##### 4.3.1. Metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelului de zgomot la distanțe variabile între sursele de zgomot din traficul rutier și frontul clădirilor

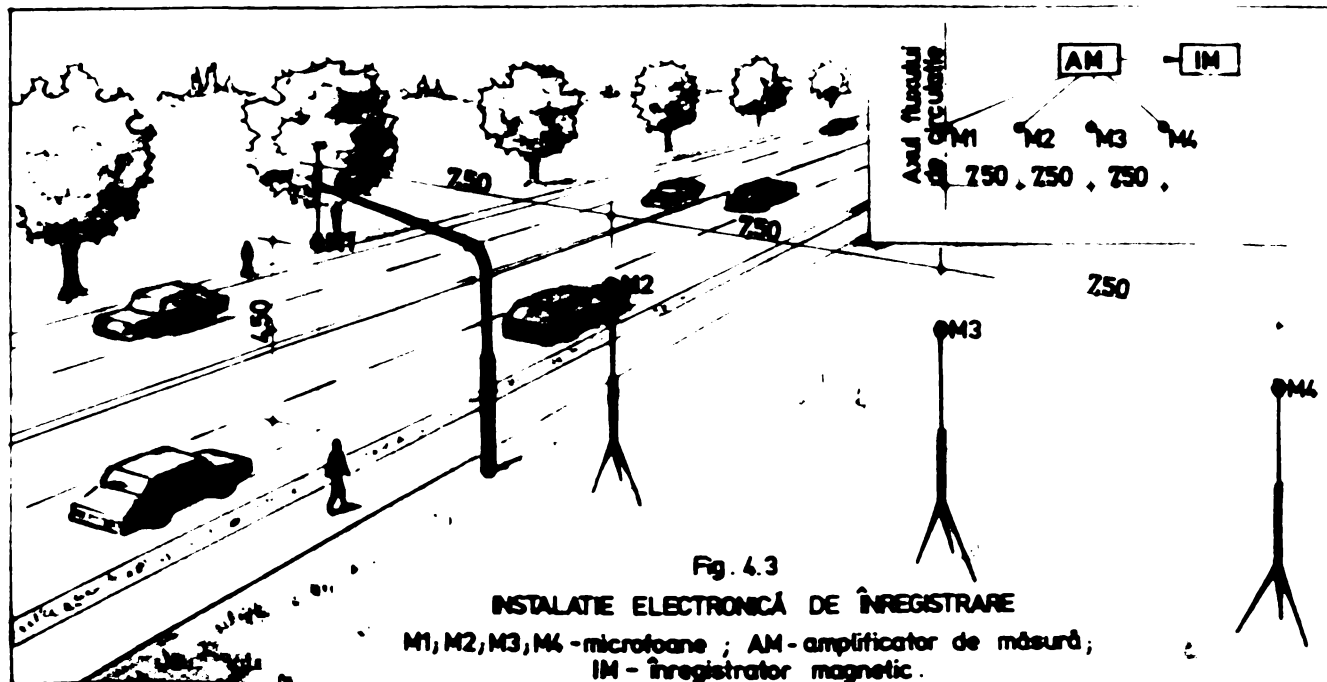
Cînd se consideră zgomotul de trafic, o atenție deosebită trebuie să se acorde diferențelor existente între zgomotul emis de un singur vehicul și cel de traficul global. Aceasta, pentru că virfurile în nivelul de zgomot pe timp îndelungat, definit prin  $L_{10}$ , sînt datorate trecerii vehiculelor individuale.

Măsurarea zgomotului generat de circulația rutieră, fiind mai complicat, se necesită o analiză superioară, cea statistică.

Pentru măsurătorile efectuate s-a apelat la un sistem portabil, constînd din microfoane tip 4145 de fabricație B & K, conectate direct la amplificatoarele de măsură de tip 2606, de aceeași fabricație.

Pentru măsurători s-au folosit 4 microfoane amplasate la 7,5 m unul de altul, începînd din axa fluxului de circulație. Semnalele preluate de amplificatoarele de măsură au fost înregistrate pe magnetofonul tip 7003 B & K.

Instalația folosită este prezentată în figura 4.3.



Microfoanele au fost montate pe trepiede la limita superioară a gabariturii virului de autovehicule și au fost calibrate cu un pistofon tip PP 101 de fabricație RFT.

Măsurătorile s-au executat timp de 40 de minute, analiza făcându-se din minut în minut. Analiza a urmărit obținerea atât a distribuției de probabilitate cît și a celei cumulate.

De asemenea, prin folosirea unui filtru octav, domeniul de frecvenți investigat a fost între 20 și 10.000 Hz. Trebuie specificat că înregistrarea s-a făcut pe curba de ponderare A.

În fig. 4.4. se prezintă instalația electronică folosită la analiză.

Analizorul statistic 4420 a permis ridicarea distribuțiilor cumulate din care s-au calculat apoi nivelele statistice  $L_{10}, L_{50}, L_{90}$ , care în final au servit pentru compararea rezultatelor măsurătorilor.

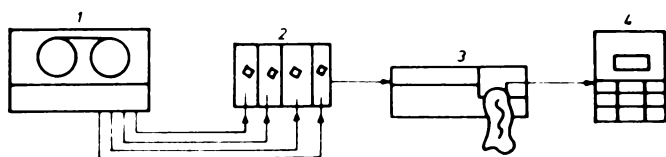


FIG. 4.4  
Instalație electronică de prelucrare  
1-inregistrator magnetic  
2-filtru  
3-inregistrator de nivel  
4-analizator statistic

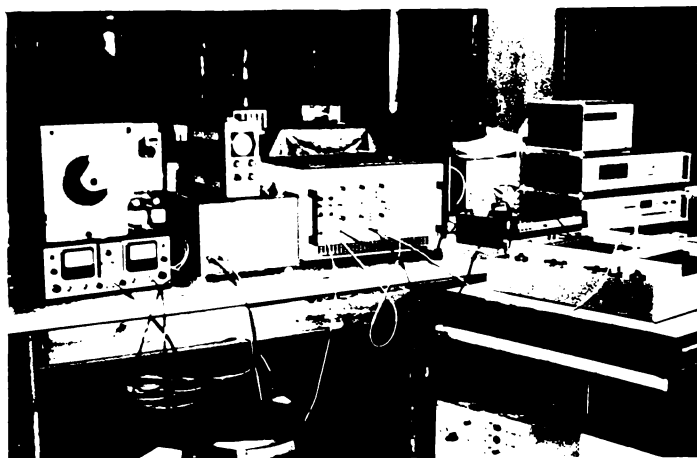


Foto. instalație din fig.4.4

În afară de aceste valori s-au determinat și nivelele  $L_{eqh}$  și LNP (nivelul poluării sonore).

Nivelul presiunii sonore echivalente  $L_{eqh}$  definit prin relația :

$$L_{eqh} = 10 \log \left[ \frac{\frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ [dB(A)]} \quad (4.6)$$

unde :  $p(t)$  - nivelul presiunii sonore instantanee  $N/m^2$  ;  
 $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} N/m^2$  - nivelul presiunii sonore de referință ;  
 $T_1$  - timpul de integrare, s-a calculat rapid folosind instalația prezentată în fig.4.5.



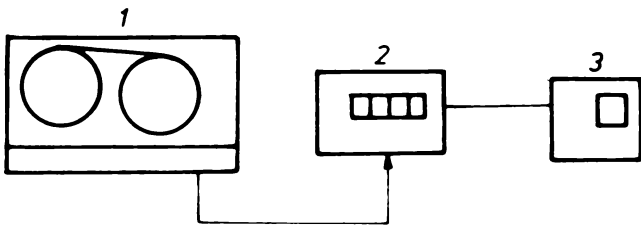


FIG. 4.5  
Instalație electronică de determinare a valorii  $L_{ech}$   
1 - înregistrator magnetic  
2 - voltmetru digital  
3 - tiparitor



Foto. instalație din fig.4.5

**4.3.2. Metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelurilor de zgomot generate de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule, în intersecții și pe traseu curent din localități.**

Măsurătorile au fost efectuate în intersecții caracteristice și pe trasee intens circulate din municipiul Timișoara. Microfoanele au fost amplasate la o înălțime de 1,30 m de sol și la 3 m față de frontul clădirilor, având pozițiile 1,2 din fig.4.6. și poziția 1,2 din fig.4.7.

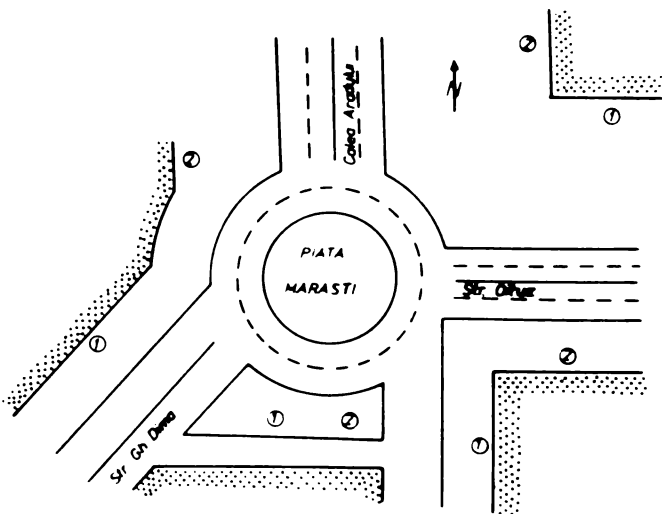


FIG. 4.6. SENS GRATORIU

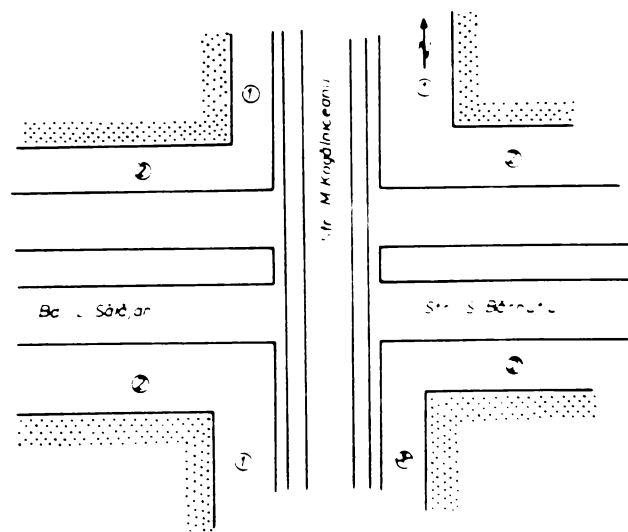


FIG. 4.7. INTERSECȚIE ÎN FORMĂ DE T

Schema bloc electronică a instalației folosită pentru măsurători este prezentată în fig. 4.8. iar în fig.4.9. instalația electronică de prelucrare în laborator.

Aparatele au fost montate într-un microbus laborator amenajat în acest scop, cu care s-au făcut deplasările pentru măsurare.



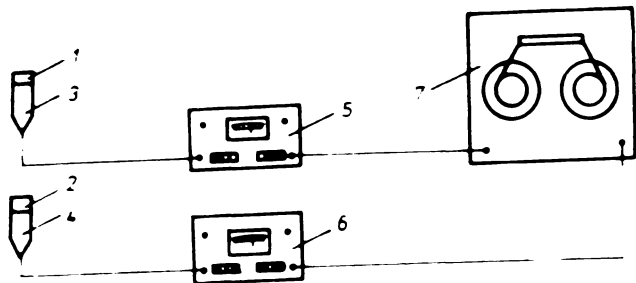


FIG 4-8

Schema bloc electronică folosită pentru măsuratori de zgomot:

- 1-2 microfoane T.P. 41-5
- 3-4 preamplificatoare T.P. 2619
- 5-6 amplificator de măsură T.P. 2606
- 7 înregistrator magnetic T.P. 7001

(aparatura este de fabricație BRUEL și KJAER-Danemarca)

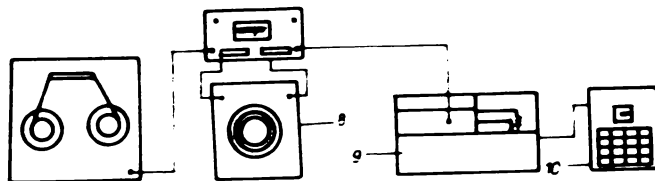


FIG 4-9

Instalație electronică de laborator pentru prelucrarea rezultatelor

- În plus față de schema electronică din figura 4-8 avem:
- 8 - filtru trece bandă T.P. 1614
- 9 - înregistrator de nivel T.P. 2305
- 10 - analizator de distribuție statistică T.P. 4220

(aparatura este de fabricație BRUEL și KJAER-Danemarca)

### 4.3.3. Metoda și instalația electronică pentru determinarea nivelului de intensitate a infrasunetelor în cabinile autovehiculelor.

#### 4.3.3.1. Generalități

esențial în măsurătorile de infrasunete este determinarea spectrului de zgomot în banda de 2 Hz - 32 Hz.

În general se folosesc două sisteme :

- măsurători directe ale nivelului de zgomot în banda octavă de la 32 Hz la 16 Hz, utilizând un sonometru cu set de filtre octave ;

- măsurători indirecte ale zgomotului în banda de 2 Hz - 32 Hz obținute prin folosirea unui înregistrator magnetic cu modulare în frecvență, care înregistrează semnalele de zgomot captate de microfon și trecute prin sonometru. Răspunsul în frecvență al lanțului de măsură este între 1,5 Hz și 1500 Hz. Nivelurile de zgomot în domeniul de joasă frecvență sunt determinate în laborator prin intermediul unui set de filtre.

Calibrarea sistemelor se realizează prin intermediul unui pistofon. O verificare a preciziei sistemului de înregistrare se obține prin compararea nivelului presiunii sonore în banda de 32 Hz prin metoda directă, cu nivelul presiunii sonore determinat prin tehnica de măsurare indirectă. O diferență de 2 dB între aceste două nivele se poate considera convenabilă, demonstrând corecta funcționare a sistemului de înregistrare.

Acest sistem este preferabil să se utilizeze în măsurătorile de zgomot în transporturi, când măsurătorile dau în 32 Hz dau indicații puține, atât în legătură cu deranjamentele zgomotului cât și legătura cu spectrul său crescut. Cu alte cuvinte,

mare cantitate din energia zgomotului se găsește sub această frecvență, deci este necesară măsurarea zgomotului la o frecvență mult mai joasă, pentru înțelegerea corectă a perturbațiilor produse de zgomote în transporturi.

Deteția infrasunetelor prezintă dificultăți legate de dimensiunile echipamentului, precum și performanțele microfoanelor în ceea ce privește răspunsul lor la variațiile presiunii în domeniul în-

Dintre tipurile de microfoane care s-au folosit la început pentru dectia infrasunetelor se vor enumera cîteva. Ele au limite în privința răspunsului în frecvență și domeniului dinamic, fiind uneori destul de voluminoase.

### 1. Microfon condensator

Diafragma microfonului este introdusă într-o cavitate și fluctuațiile presiunii externe trec printr-o valvă ce controlează viteza de curgere în cavitate. O a doua valvă ce controlează egalizarea presiunii. În acest caz microfonul poate fi utilizat în selectarea unei benzi de frecvență.

### 2. Microfoane cu bobină mobilă

Un rezonator acustic a fost introdus în microfon în scopul de a crește răspunsul la joasă frecvență. Rezonatorul a constat dintr-o cameră spirală prin centrul magnetului, comunicind cu o cavitate auxiliară. Limita de frecvență joasă depinde de dimensiunile camerei și de volumul cavității, dar răspunsul microfonului a fost în general în domeniul 6 Hz - 100 Hz.

### 3. Detector optic

Un cilindru mare a fost închis la un capăt cu o diafragmă din cauciuc, avind o oglindă mică atașată în mijloc. Mișcarea diafragmei a fost detectată de un spot luminos reflectat de oglindă printr-un ecran și citind pe o fotocelulă. Domeniul uzual a fost de 0,1 Hz - 40 Hz.

### 4. Microfoane termistor

Curentul de aer peste termistor produce un curent și orice schimbare în rezistența circuitului poate fi detectată conectind termistorul într-o punte de măsură.

Domeniul de frecvență este între 0,001 Hz la 22 Hz.

Microfoanele descrise mai sus sînt specifice măsurătorilor în infrasunete și nu toate din ele sînt potrivite pentru domeniul de frecvență 1 Hz - 100 Hz, care poate fi de interes în studiul

complet. De asemenea multe din aceste tipuri nu sînt uşor manevrabile.

Totuşi, se pot folosi microfoane mai mici cu dimensiuni mai largi, descrise mai jos.

#### Microfoane piezo-electrice

Limita de joasă frecvenţă a unui microfon utilizînd un diafragmă, depinde de egalizarea presiunii în cavitatea din spatele diafragmei. Un microfon piezo-electric este astfel construit încît să lucreze de la 0,1 Hz.

Frecvenţa electrică joasă "f" este determinată de capacitatea microfonului "c" şi de rezistenţa de intrare a amplificatorului "R" :

$$f = \frac{1}{2 \pi RC} \quad (4.7)$$

Această egalitate dă frecvenţa la care răspunsul electric al sistemului este sub 3 dB.

#### Microfon condensator

Capacitatea microfoanelor condensatoare este mult mai mică decît a celor piezo-electrice (de ex. 60pF faţă de 4000 pF). Din această cauză limita de joasă frecvenţă este determinată electric şi nu acustic.

#### 4.3.3.2. Calibrarea microfoanelor

Un microfon infrasonic trebuie calibrat la frecvenţe joase. O metodă simplă este pistofonul, care utilizează deplasarea constantă a unei diafragme pentru a produce variaţii de presiune constante. Totuşi apar dificultăţi la frecvenţe joase, cînd pierderile de căldură ale pereţilor pistofonului cauzează o reducere în presiune în timpul deplasării diafragmei.

Aceste erori care apar pot depăşi 3 dB, însă ele se pot micşora prin utilizarea unui velum mai mare comparat cu suprafaţa cavităţii pistofonului.

O altă metodă în calibrare este utilizarea unei forţe constante, în locul unei deplasări constante, prin folosirea unui vibrator electromagnetic alimentat cu curent constant.

#### 4.3.3.3. Înregistrarea infrasunetelor

Măsurarea infrasunetelor în mijloacele de transport nu permite folosirea unor lanţuri de măsură complicate. De asemenea, determinarea componentelor de frecvenţă şi a nivelelor de zgomot a impus folosirea unui înregistrator magnetic. Trebuie preciz-

zat că înregistratoarele obișnuite nu pot fi utilizate pentru joasă frecvență. De aceea în experimentările realizate s-a folosit un înregistrator magnetic cu modulare în frecvență tip 7003 de fabricație E & K. Acest înregistrator este foarte potrivit măsurătorilor de infrasunete, având domeniul de frecvență între 0 Hz și 1 KHz și desenul dinamic mai mare decât 39 dB.

Lanțul de măsură utilizat la înregistrarea infrasunetelor este prezentat în figura 4.10. Microfonul folosit a fost de tip 4145 conectat la amplificatorul de măsură tip 2606 E & K. Ieșirea din acest amplificator este introdusă pe unul din canalele înregistratorului magnetic.

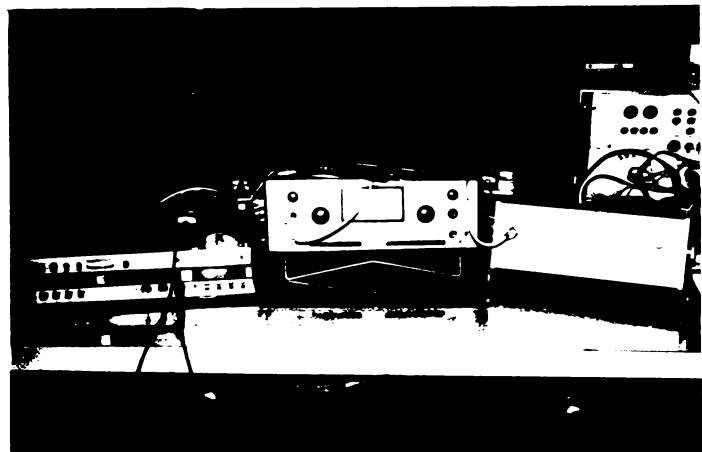
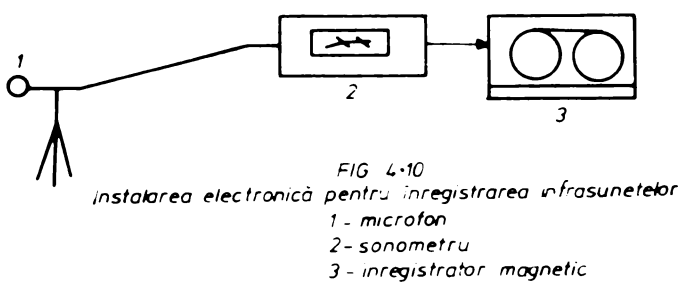


Foto. instalație din fig.4.10

Pentru a cunoaște pentru ce viteze de circulație ale autoturismului Dacia 1300, și pentru ce poziții ale clapetei de accelerație a carburatorului avem prezente spectrele de infrasunete, s-a conceput un dispozitiv special, fig. 4.10.a.

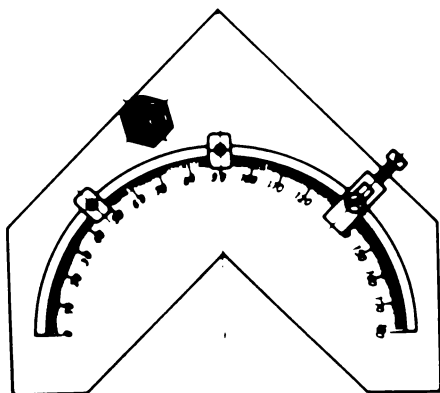


Fig 4 10 a

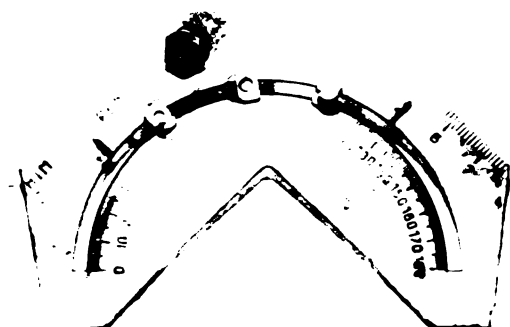


Foto. dispozitiv din fig 4 10a

Acest dispozitiv care permite fixarea clapetei de accelerație în poziții : 25%, 50%, 75% din deschidere, a fost montat pe

corpul carburatorului Solex, ce echipează motoarele anterioare  
în Dacia 1300, fig. 4.11.b.



Fig 4.10b Foto dispozitiv fig 4.10a montat

#### 4.3.3.4. Analizarea infrasonetelor

Analizele comerciale nu se pot utiliza în domeniul  
infrasonic, de aceea pentru analizarea infrasonetelor înregistra-  
te s-a folosit analizorul tip 200 de fabricație B & K. Pentru  
asigurarea preciziei măsurătorilor este necesară alegerea unei  
șini de bandă și a unui tip de mediere convenabil.

Analizorul folosit este de tip heterodină, având ca  
lățimi de bandă constante, cea mai mică fiind de 3,16 Hz. Domeniul  
de frecvență al analizorului este cuprins între 2 Hz și 200 K.  
Din cauza lățimii foarte înguste și datorită scării liniare de  
frecvență se poate obține un spectru de frecvență detaliat.

Natura aleatorie a zgomotului măsurat în transportul  
fictiv necesară folosirea unui analizor de distribuție statistică  
cu ajutorul lui colectându-se și corelându-se un număr mare de  
înregistrări făcute.

Instalația de analiză folosită este prezentată în fig.  
4.11.

Analizorul statistic folosit a fost de tip 1420 de  
fabricație B & K.

Cu ajutorul analizorului s-au putut ridica histogramme  
de distribuție probabilistică, precum și distribuțiile cumulate  
din care s-au determinat apoi nivelele  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  și  $L_{90}$  pentru  
frecvențele cuprinse în domeniul 2 Hz - 1000 Hz.

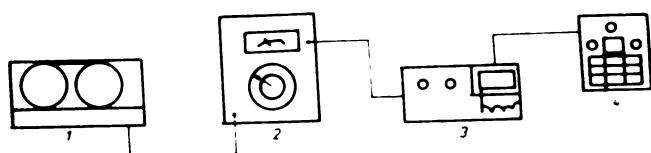


FIG 4.11  
Instalație electronică de analiză infrasunetelor  
1 - înregistrator magnetic  
2 - analizor heterodină  
3 - înregistrator de nivel  
4 - analizor statistic

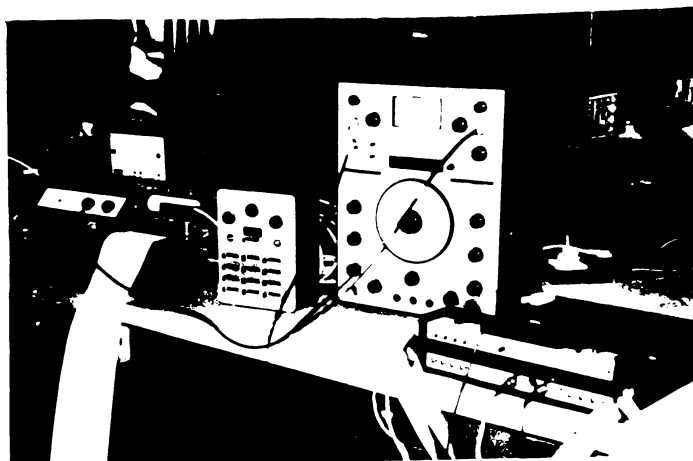


Foto. instalație din fig.4.11

#### 4.3.4. Procedeu de simulare a infrasunetelor în camera barică cu ajutorul unei instalații electromecanice

În paragraful 2.2.2. s-au arătat metodele de simulare a infrasunetelor cunoscute pînă în prezent, iar în cazul de față autorul a realizat și prezintă o instalație originală de generare a infrasunetelor, măsurătorile făcîndu-se într-o încăpere special amenajată, care a fost denumită "cameră barică", prin analogie cu camera anecoidă.

Instalația de simulare și măsurare a infrasunetelor se compune din 3 părți - ansamblu care a fost numit "laborator de infrasunete" și anume : (a se vedea fig.4.12; 4.13 ; 4.14).

1. camera generatorului de infrasunete ;
2. camera barică, unde sînt expuși subiecții la efectele infrasunetelor ;
3. camera aparatelor de măsură.

Camera generatorului de infrasunete este o încăpere relativ mică cu volum de  $1,8 \times 3 \times 3 \text{ m}^3$ , avînd plasat în ea pe un soclu, generatorul de infrasunete fig. 4.15. Generatorul așa cum arată fig.4.15 se compune principial din :

a) un ventilator (7) acționat de un motor electric trifazic (11) care aspiră și refulează aerul din camera barică prin cele două conducte (reperele 13,14). Conductele sînt prevăzute cu clapete de obturare a aerului .

b) un rotor (4) avînd două orificii de diametru  $\varnothing 210$  mm. cuprins între două plăci (5,6) echilibrat static și dinamic. Rotorul, are rolul de a secționa debitele de aer aspirate și refu-



late prin cele două conducte.

c) Motor electric (1) plasat vertical, de curent continuu, având taratie variabilă care cu ajutorul unui angrenaj de roți dințate din material plastic transmite mișcarea de rotație, prin intermediul axului 12 la rotor.

Camera barică are volumul  $3,5 \times 3,5 \times 3 \text{ m}^3$ , pereții sînt din cărămidă căptușiți în interior cu tablă din cupru de  $0,75 \text{ mm}$ , și pînă de masă rar vopsită cu nitrolac vernil, secțiune prezentată în fig.4.16.

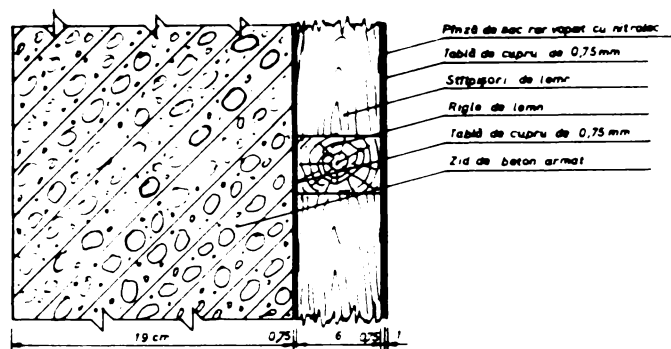


Fig.4.16 CONSTRUCTIA PERETELUI CAMEREI BARICE

În camera barică pe perețele ce desparte camera generatorului de infrasunete de camera barică, s-a plasat orificiile (ferestra), care comunică cu conductele de aspirație și refulare ale generatorului fig. 4.17.

Partescula și plafonul camerei barice sînt la fel din punct de vedere constructiv ca și pereții laterali.

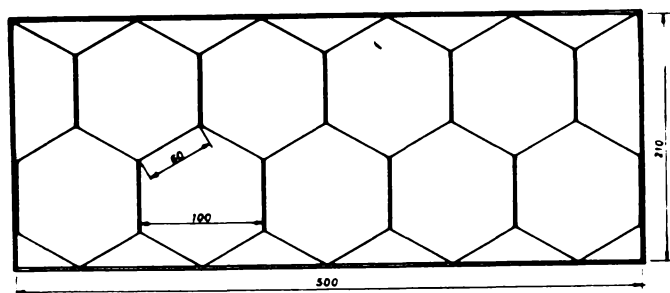


Fig.4.17 STRUCTURA ORIFICILOR

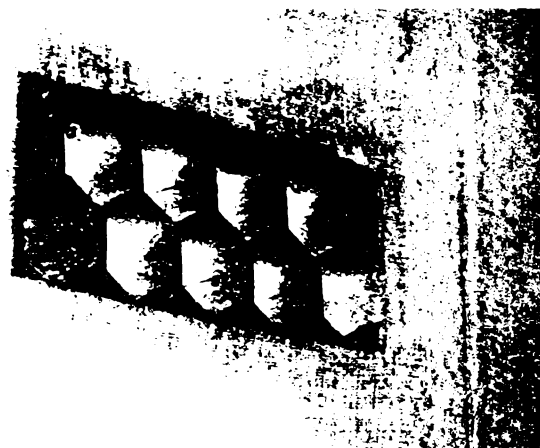


Foto. fig. 4.21

În camera barică se plasează microfona și subiectul de investigat așa cum se poate vedea în Foto fig.4.18.

Camera aparatelor de măsură are un volum de  $3 \times 3 \times 3 \text{ m}^3$  cu pereți izolați față de alte surse.



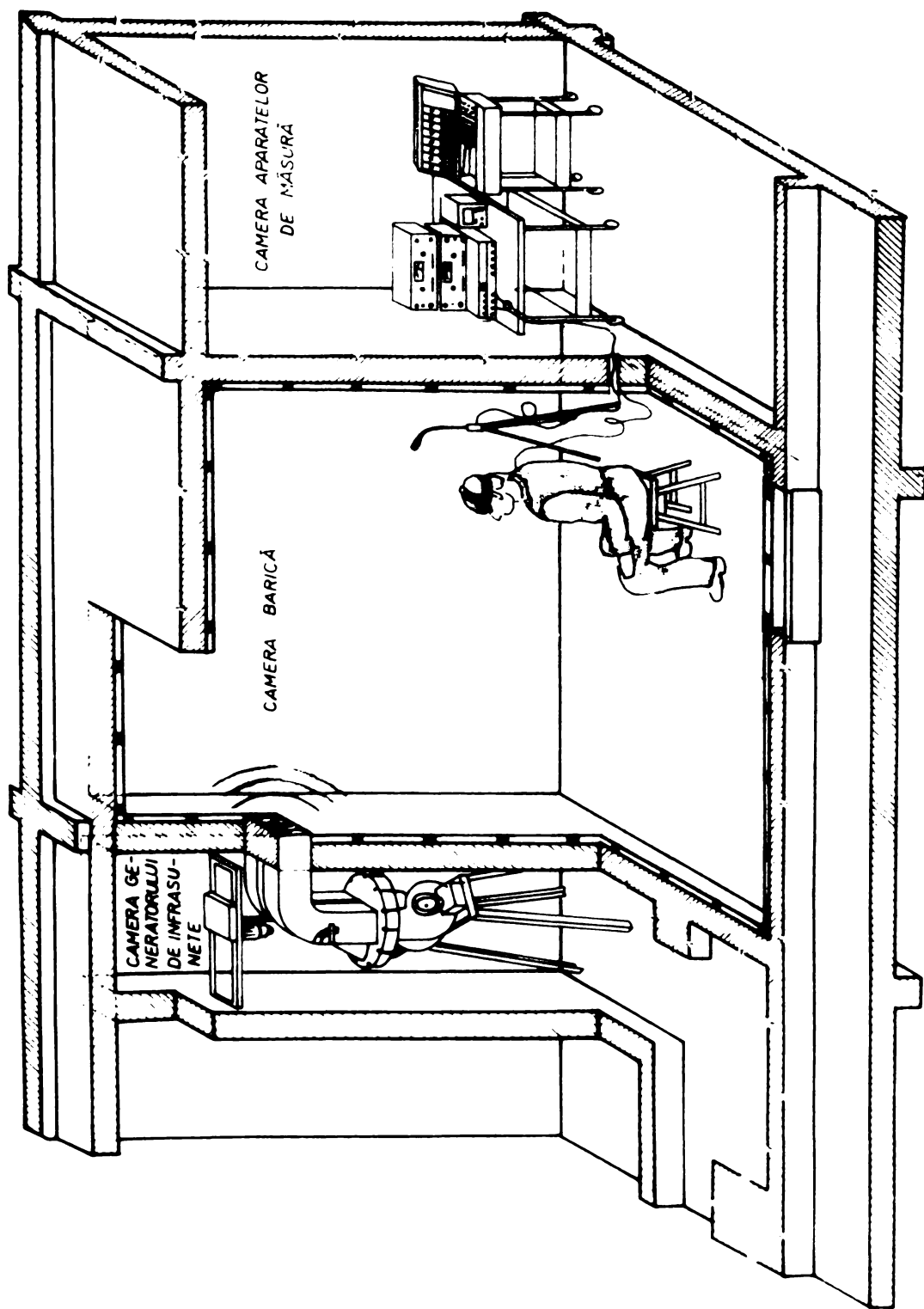


Fig.4.12 LABORATORUL DE INFRASUNETE  
(Vedere axonometrică)

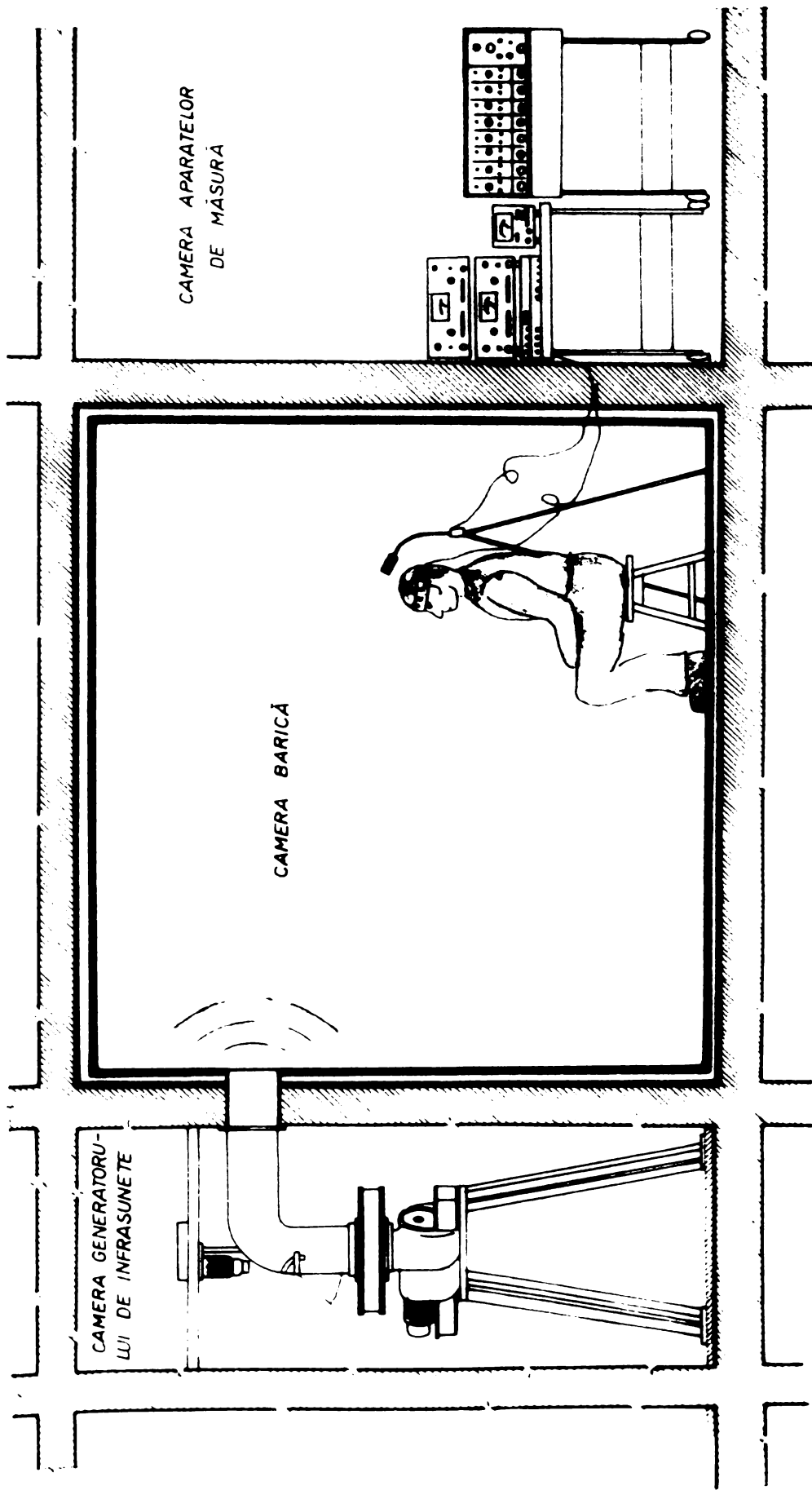


Fig. 4.13 LABORATORUL DE INFRASUNETE  
( vedere din profil )

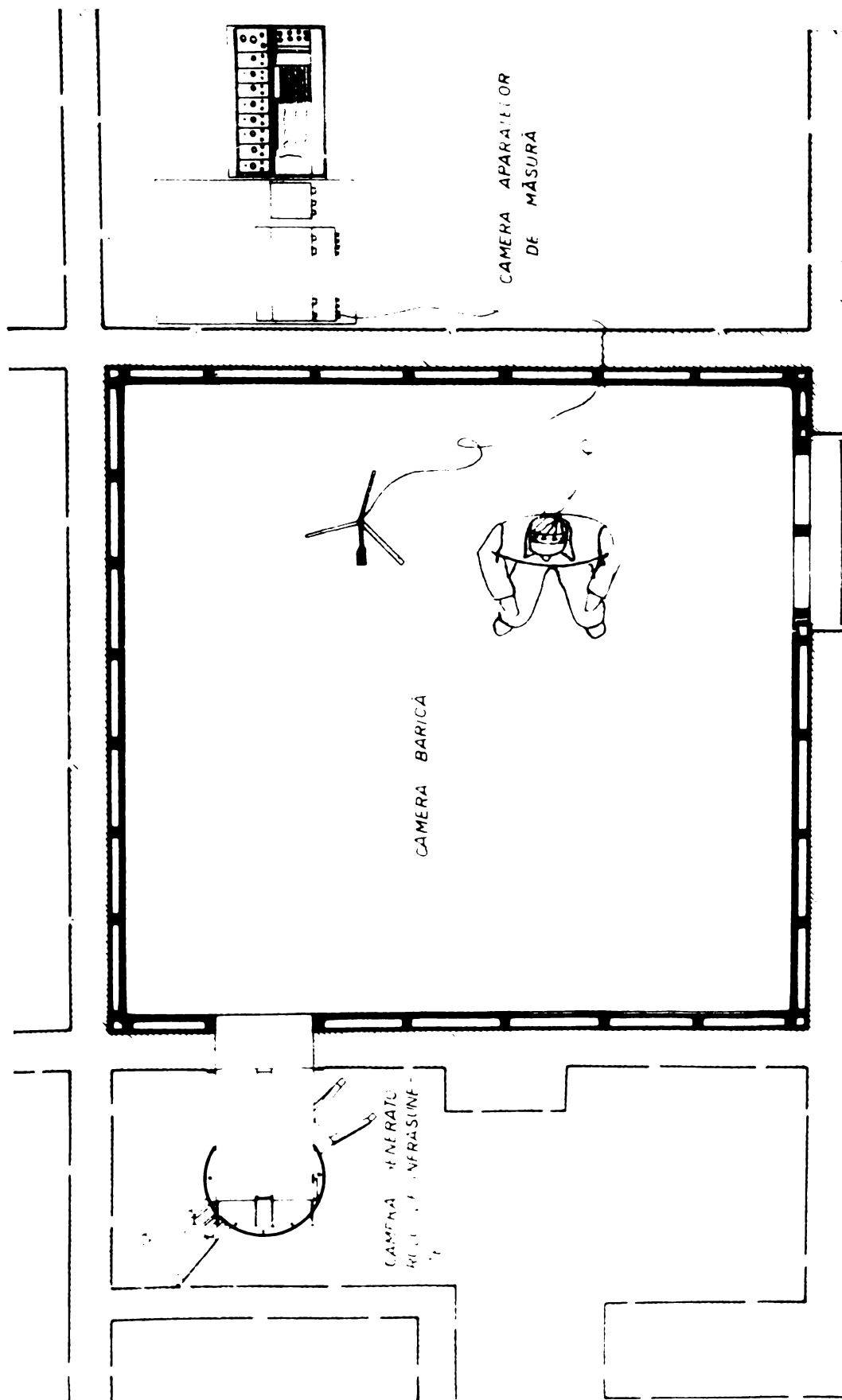


Fig.4.14 LABORATOR DE INFRASUNETE  
( Vedere de sus )

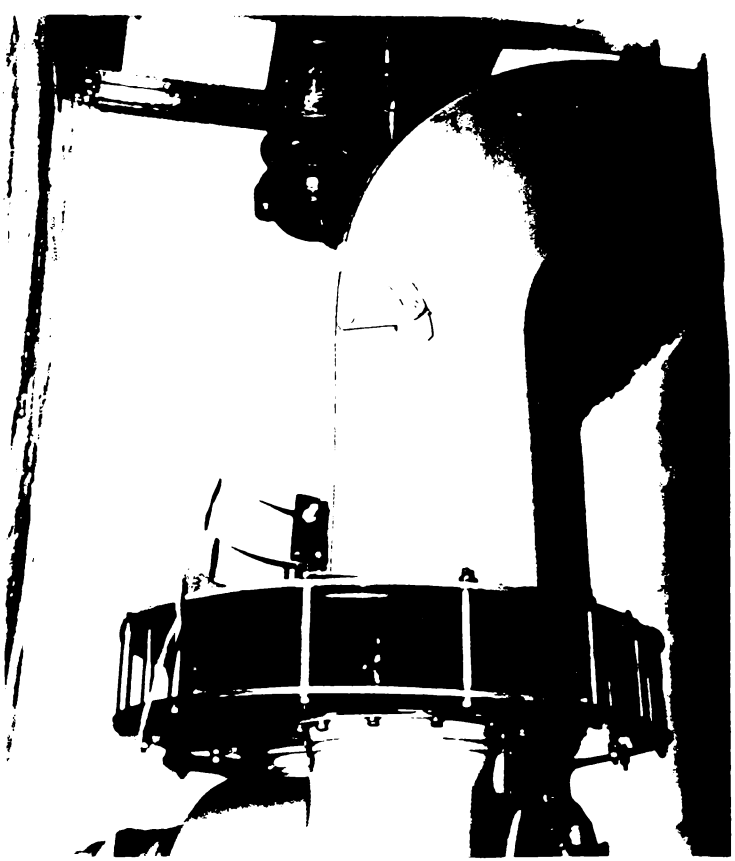
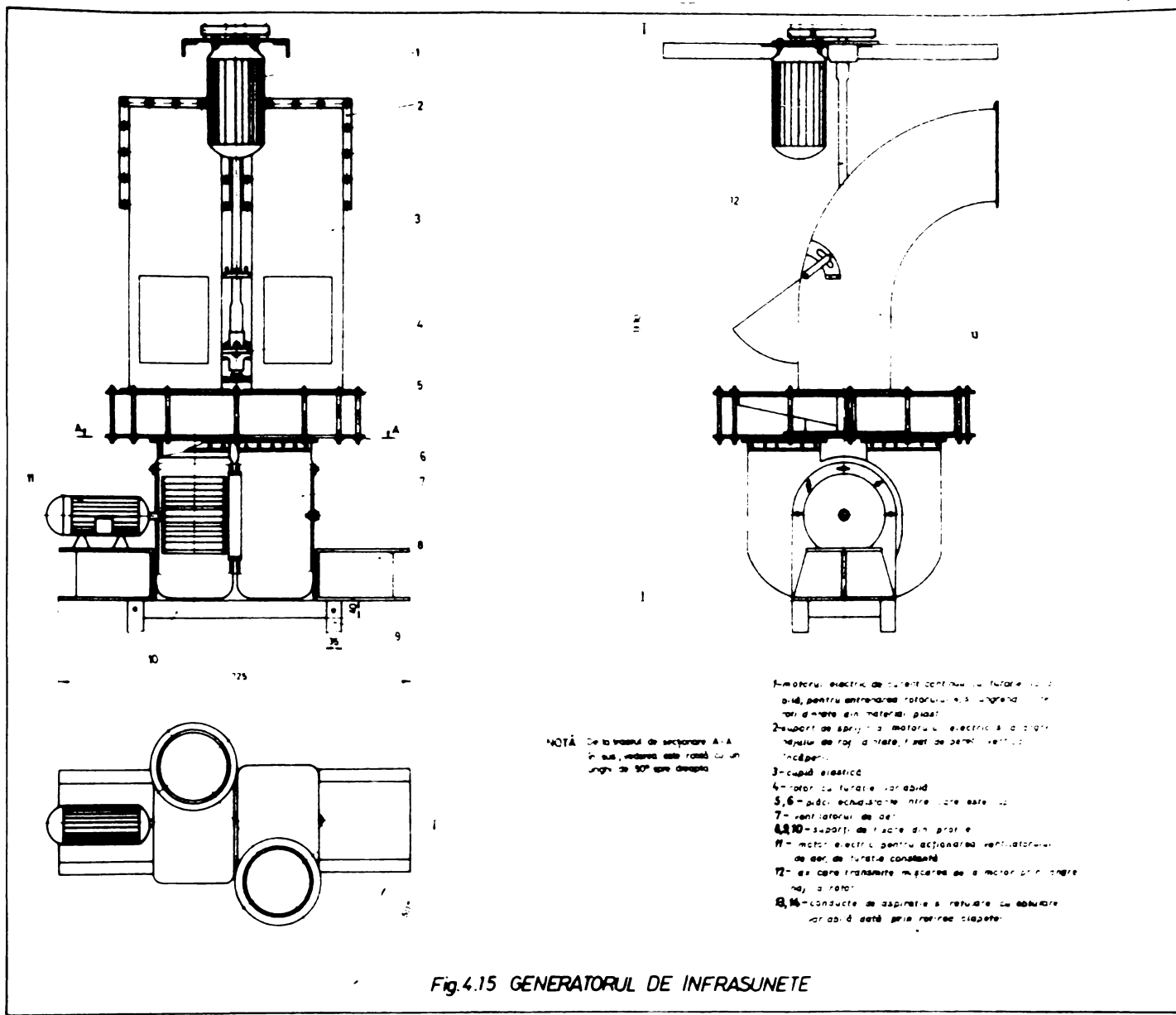


Foto. instalație din fig.4.15

**4.3.5. Metoda și instalația electronică de cercetare în cameră barică pe diferiți subiecți expuși la infrasunete. Înregistrări de electroencefalogramă**

Pentru o analiză completă și pentru corelarea factorilor care influențează comportarea subiecților în camera barică, comportare caracterizată prin electroencefalograme, a fost necesară înregistrarea simultană a nivelului de infrasunete din camera barică, a nivelelor de vibrații, precum și a semnalelor de la două canale ale electroencefalografului.

Instalația de măsurare este prezentată în fig.4.19. Înregistrarea semnalelor pentru o prelucrare completă în laborator s-a făcut pe înregistratorul magnetic cu patru canale tip 7003 de fabricație B & K.

Intrucât s-a realizat un program pe calculator pentru interpretarea rezultatelor măsurătorilor, a fost necesară, ca o primă etapă, adaptarea unui astfel de sistem de prelucrare a datelor înregistrate pe magnetofon, încât să se permită obținerea unor valori numerice corespunzătoare unor mărimi analoge, și prin urmare digitalizarea semnalelor de măsură analoge.

Ca urmare, sistemul de digitalizare a datelor este prezentat în fig. 4.20.

Lanțul de digitalizare, prezentat în fig. 4.20, cuprinde un set de aparate de construcție RDG, care a permis o rapidă prelucrare:

- convertor analog-digital tip 52003
- codificator analog - digital tip 3201.000
- decodificator tip S-3291-000
- tipăritor tip S.3291.310

310

Un semnal poate fi reconstituit din eşantioanele sale, cu condiția ca frecvența de eşan-



Foto. fig.4.18 din camera

tionare  $F_s$  să fie superioară, sau cel puțin egală cu dublul frecvenței celei mai înalte conținută în spectrul semnalului.

$$F_s \geq 2 F_M \quad (4.3)$$

Frecvența limită inferioară care mai permite reconstituirea semnalului original din cel eșantionat este :

$$F_S = 2 F_M \quad (4.9)$$

denumită în literatură frecvența limită a lui Shannon.

Dacă limita inferioară a frecvenței de eșantionare este determinată de frecvența lui Shannon, în privința limitei superioare, din punct de vedere teoretic nu există limitare.

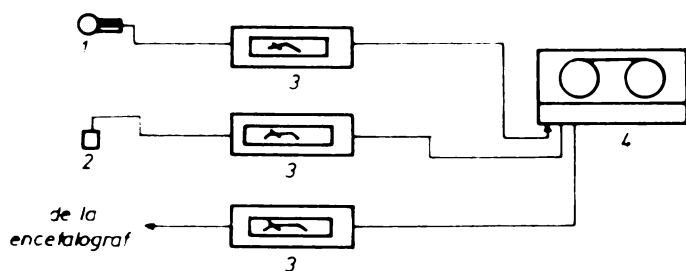
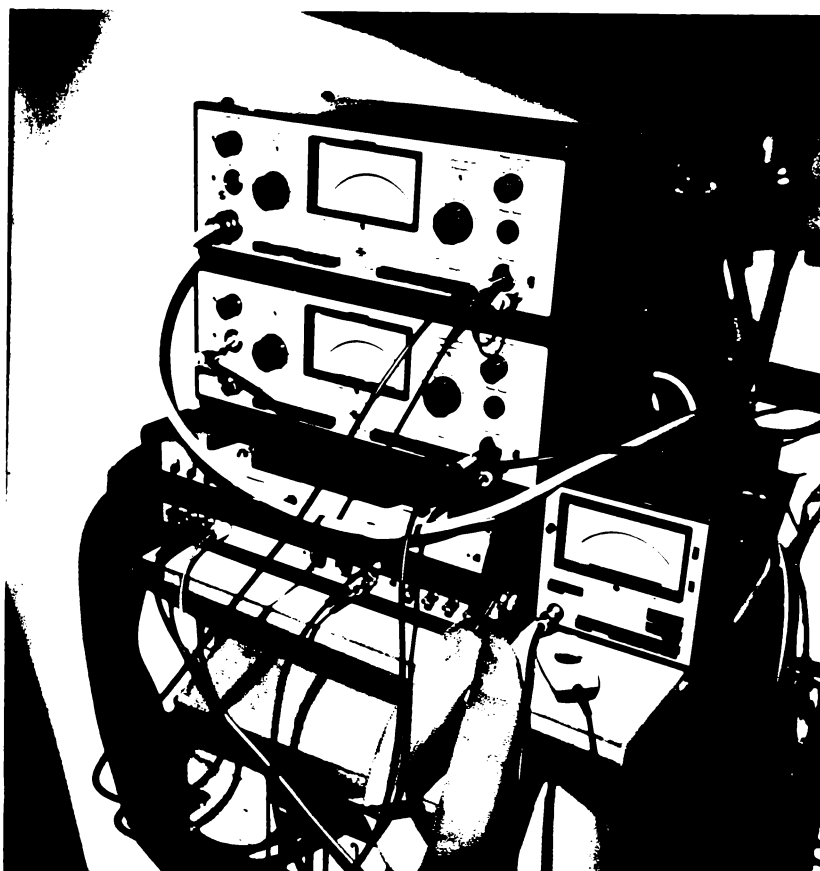


FIG. 4.19  
Lant de măsurare electronic folosit în camera barică

- 1 microfon
- 2 traductor de accelerație
- 3 voltmetre electronice
- 4 înregistrator magnetic



#### 4.3.6. Metoda și instalația electronică de determinare a zgomotului în domeniul infrasunor și sonor generat de motorul autoturismului Dacia 1300 la mers în relații

Pentru ridicarea spectrului de frecvență a zgomotului în domeniul neaudibil și audibil, al motorului cu ardere internă,

ce echipază autoturismul Dacia 1300 s-a folosit instalația electronică de măsurare prezentată în fig. 4.21.

Zgomotul a fost captat în dreptul motorului cu ajutorul unei sonde de 1,5 m lungime, amplasată la microfonul tip 4145 Brüel și Kjaer. Poziția aceasta a fost justificată de o înregistrare fidelă a zgomotului motorului precum și pentru separarea acestuia de zgomotele produse de alte surse.

Microfonul 1 a fost legat la un voltmetru electronic 2 cu scale calibrată în dB. Semnalul de ieșire de la voltmetrul electronic s-a introdus la înregistratorul magnetic 3. Întrucât

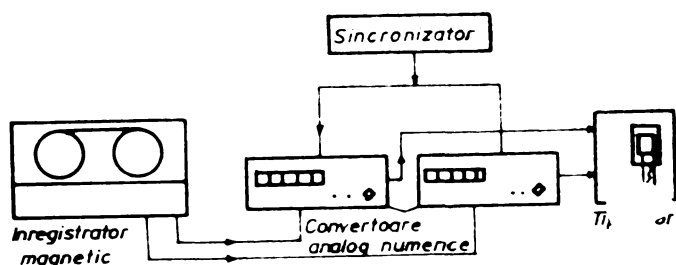


FIG. 4.20  
Sistemul de digitalizare a datelor



Foto. instalație din fig.4.20

s-a urmărit să se reprezinte spectrul de frecvență al zgomotului, înregistrările s-au făcut în domeniul liniar. Un alt motiv a fost legat de înregistrarea infrasunetelor generate de motor.

Înregistrările s-au făcut pentru următoarele regimuri de funcționare a motorului :

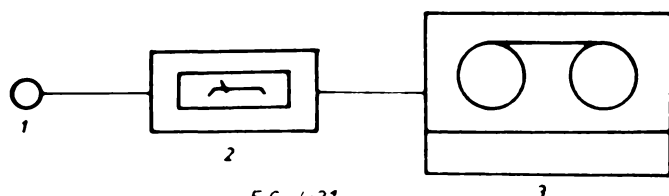


FIG. 4.21  
Lanț de măsurare electronic folosit pentru determinarea zgomotului infrasonor s. sonor al motorului de pe autoturismul DACIA 1300

1. microfon TIP 4145
2. voltmetru electronic TIP 260b
3. înregistrator magnetic TIP 7003

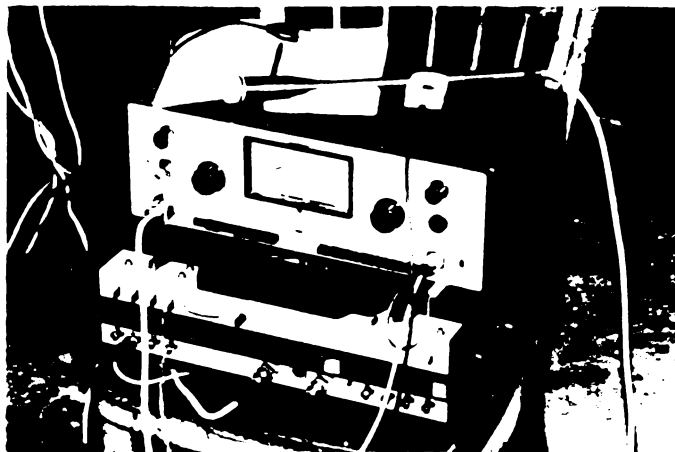


Foto. instalație din fig.4.21



- a) în gol în dreptul motorului pentru turațiile 8 700, 740, 800, 1000, 2000, 3000, 4000 rot/minut ;
- b) în gol în jurul tobei de eșapament la turațiile: 300, 1000, 2000, 3000, 4000 rot/minut ;
- c) la mers în relanti pentru două tipuri de carburatoare Weber și Solex 32 ELISA 2, la turațiile de 700 și 800 rot/minut.

Pentru carburatorul Solex 32 ELISA 2 la mersul în relanti, pentru diferite poziții ale clapetei de accelerație s-a folosit dispozitivul propus de ing. Matei Mircea, în revista A.C.R. 1/1979 fig. 4.22. Cu ajutorul acestui dispozitiv s-a măsurat, pentru diferite poziții ale unghiului de înclinare a clapetei ( $\alpha = 6^{\circ}50', 7^{\circ}18', 8^{\circ}11', 9^{\circ}4', 9^{\circ}45'$ ), consumul de combustibil, turația și nivelurile de zgomot corespundente.

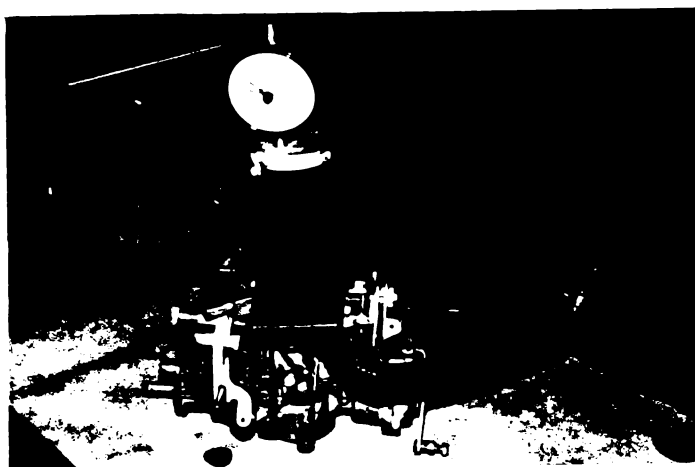


Fig.4.22 Foto. dispozitiv reglaj

Prelucrarea măsurătorilor s-a făcut cu instalația electronică în laborator fig. 4.23.

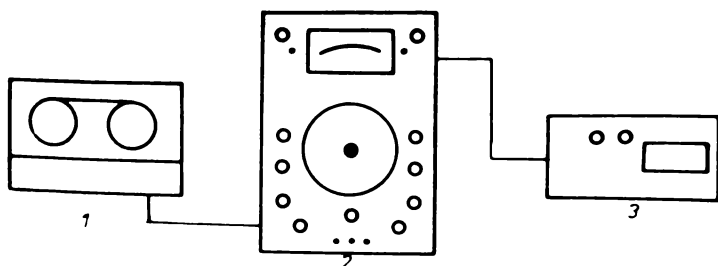


FIG. 4.23

Instalație electronică de laborator pentru prelucrarea măsurătorilor efectuate cu lanțul de măsurare din fig.4.25

- 1. înregistrator magnetic TIP 7003
- 2. analizor de frecvență TIP 2010
- 3. înregistrator de nivel TIP 2305

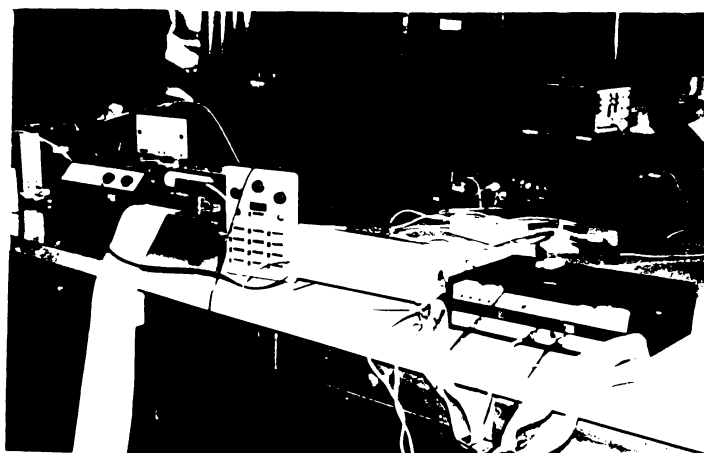


Foto. instalație din fig.4.23

Semnalele înregistrate pe bandă magnetică au fost trecute prin analizorul de frecvență 2 și reprezentate cu ajutorul înregistratorului de nivel 3. Analizorul de frecvență folosit este analizorul heterodină tip Zolo Örnel și Kjaer cu lățime de bandă constantă. Spectrogramele s-au reprezentat folosind pentru nivelul zgomotului scara dB, iar pentru frecvență scara logaritmică în herți.

Intrucât, din analizele spectrale efectuate până în prezent la zgomotele emise de motoarele cu ardere internă, a rezultat o bandă de frecvență caracteristică până la 500 Hz, prelucrările pentru obținerea spectrogramelor s-au făcut între 2-2000 Hz.

#### 4.4. Etalonarea instalațiilor și a aparatelor.

Etalonarea aparatelor folosite în măsurarea zgomotelor și infrasunetelor, constă în determinarea relației între mărimea de ieșire (electrică sau mecanică) și mărimea de intrare. În general, raportul acestor mărimi poartă numele de factor de etalonare.

Complexitatea operației de etalonare depinde printre altele de scopul urmărit, de condițiile în care se fac măsurătorile și de aparatura disponibilă.

În general sînt necesare următoarele determinări :

- a. sensibilitatea în intervalul util de frecvență ;
- b. sensibilitatea în diferite condiții de mediu ambiant (temperatură, umiditate, cîmpuri electromagnetice) ;
- c. sensibilitatea în intervalul util de amplitudine (nelinearitatea) ;
- d. stabilitatea în timp ;
- e. răspunsul în frecvență și domeniul liniar de lucru pentru diferite condiții de montaj ;

În măsurătorile efectuate în lucrarea de față se pot distinge două grupe de etalonări :

1. etalonare pe teren,
2. etalonare în laborator.

Etalonarea pe teren s-a făcut la o singură frecvență și pentru întregul lanț de măsură. Principalul element care trebuie etalonat în acest caz este microfonul.

Etalonarea unui microfon este în primul rînd bazată pe

obținerea sensibilității lui. Odată cu determinarea acestora, prin varierea diferiților parametri se pot obține răspunsul în frecvență, răspunsul la temperatură și liniaritatea amplitudinii.

Metodele de etalonare utilizate sînt următoarele :

### 1. Metoda comparației

În această metodă, sensibilitatea microfonului, necunoscută, este obținută prin compararea ieșirilor între acest microfon și unul de referință. Dacă  $u_1$  și  $u_2$  sînt tensiunile de ieșire ale celor doi traductori, atunci sensibilitatea necunoscută  $S_1$  este :

$$S_1 = \frac{u_1}{u_2} S_2 . \quad (4.10)$$

Etalonarea prin metoda comparației este limitată la domeniul de frecvență și amplitudine pentru care a fost etalonat traductorul 2. Condiția este ca montajul să asigure diferențe minime de excitație între cei doi traductori. Prin aplicarea acestei metode se obțin precizii mai bune ca 2 %.

### 2. Metoda directă

Metoda directă constă în folosirea unui generator, de presiune sonoră cunoscută. Acesta poate fi calibrat de nivel sonor sau pistofon.

Microfoanele sînt etalonate individual în fabrică, ele fiind însoțite de diagrama de calibrare.

În scopul obținerii măsurătorilor calibrate sînt posibile metode complicate, care permit obținerea unei precizii ridicate, dar acestea nu sînt justificate practic. Tehnica cea mai simplă este cea care aplică un nivel de presiune sonoră cunoscută la frecvența fixă a microfonului. Prin aceasta se asigură o etalonare corectă și a înregistratorului magnetic și a sonometrului.

Folosirea calibratorului este recomandată pentru verificarea instrumentelor indicatoare portabile.

Etalonarea precisă a echipamentului utilizat pe teren are multe avantaje. Ea asigură constanță în măsurători, permite o comparație precisă a măsurătorilor făcute de-a lungul unor intervale lungi de timp, pune în evidență orice schimbări în precizia măsurătorilor și permite o reanaliză a datelor, dacă neces-

ta este cerută.

Etalonarea pentru măsurători pe teren trebuie să fie urmată de folosirea de tehnici de etalonare în laborator, în sensul determinării răspunsului de frecvențe și răspunsului de amplitudine al echipamentului.

În măsurătorile de zgomote făcute să folosească pentru etalonare pistofonul tip PF 101 prezentat în fig. 4.24.

#### 4.5. Precizia măsurătorilor

Precizia în măsurătorile de zgomote ca de altfel în măsurătorile ori cărei mărimi aleatorii compertă următoarele aspecte :

- un aspect legat de realizările fenomenului oscilant, parametrul măsurat diferind de la o înregistrare la alta. Caracterul aleator se manifestă prin distribuția stohastică a rezultatelor măsurătorilor :

- un alt aspect, legat de operațiile matematice realizate prin mijloace fizice și de imperfecțiunea aparatelor de măsurat.

Primul aspect se referă la așa numitele erori de estimare sau statistice datorită faptului că, în practică, timpul de analiză are o durată finită, în timp ce al doilea aspect să naștere la erorile sistematice.

##### 4.5.1.- Erorile aparatelor utilizate pentru măsurarea nivelului sonor.

###### Sonometrul

1. Creșterea de bază a aparatului la 80 dB și 1000 Hz este  $\pm 1$  dB.
  2. Creșterea la schimbarea domeniului este estimată pentru 80 dB la aprox. 0,3 dB.
  3. Creșterea de divizare a scării este :
    - în domeniul 0 pînă la + 10 dB  $< 0,2$  dB
    - în domeniul -5 pînă la 0 dB  $< 0,5$  dB
- Intrucît măsurătorile s-au executat prin înregistra-

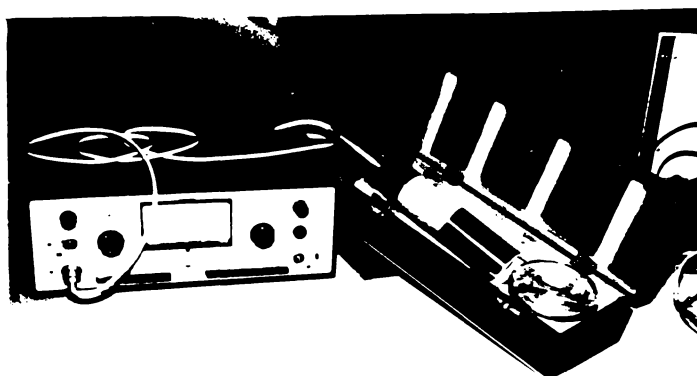


Fig.4.24 Foto. pistofon tip PF 101

rea semnalelor, această eroare este exclusă din calcul.

4. Eroarea suplimentară prin modificarea domeniului de temperatură este  $< 0,5$  dB.

Intrucât s-a lucrat în domeniul de temperatură a aparatului  $-20$  până la  $+50^{\circ}\text{C}$  și această eroare se poate neglija.

5. Eroarea suplimentară datorită influenței umidității este  $< 0,5$  dB.

În general, la măsurătorile executate se poate estima că eroarea nu a depășit 1,5 dB, adică o modificare a presiunii sonore de aprox. 1,2 ori.

În figura 4.25. se dă diagrama de directivitate a microfoanelor, iar în figura 4.26 caracteristica de răspuns la frecvențe joase în modul de funcționare liniar.

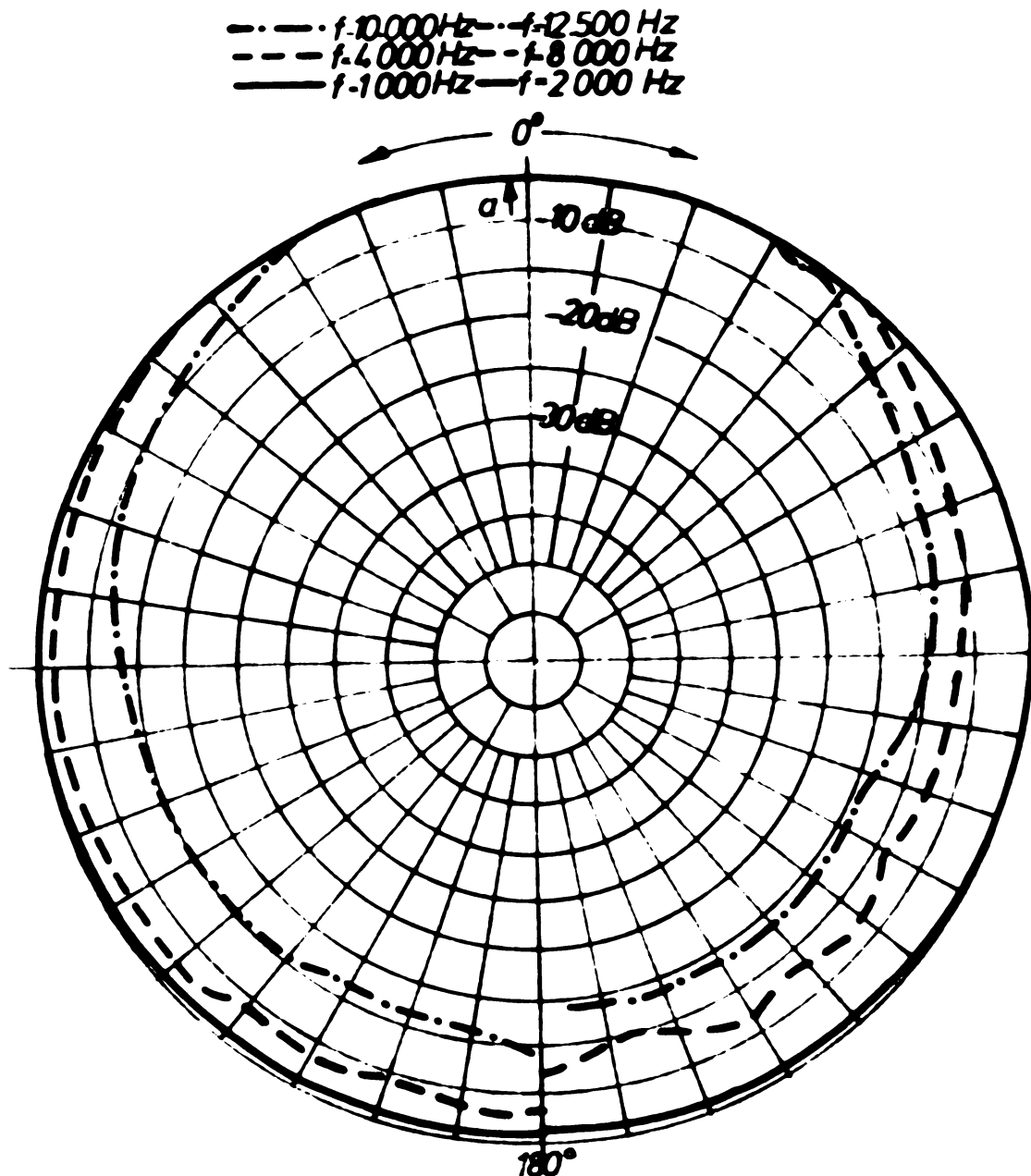


Fig.4.25 Diagrama de directivitate a microfoanelor.

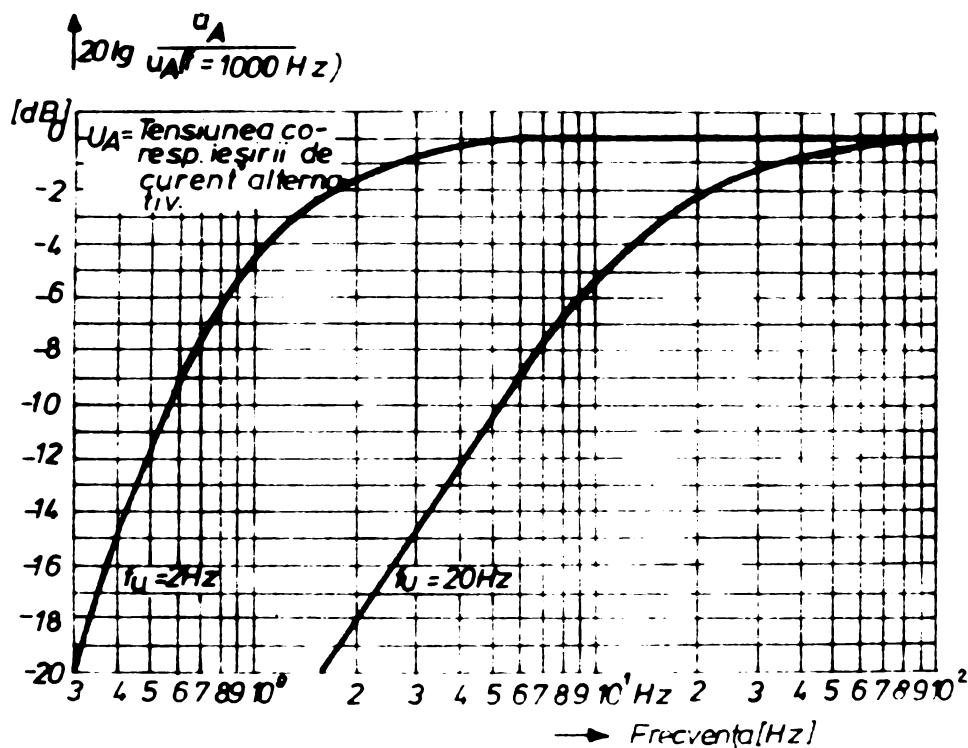


Fig 4.26 Caracteristica de răspuns la frecvențe joase în modul de funcționare liniar.

În timpul executării măsurătorilor s-au luat măsurile convenite pentru evitarea apariției unor erori datorate unor cimpuri reflectorizante, intensitatea vântului, presiune atmosferică, lungimea cablului etc.

În diagrama 4.27 este dat pragul de modulație în funcție de frecvență pentru diferite lungimi de cabluri.

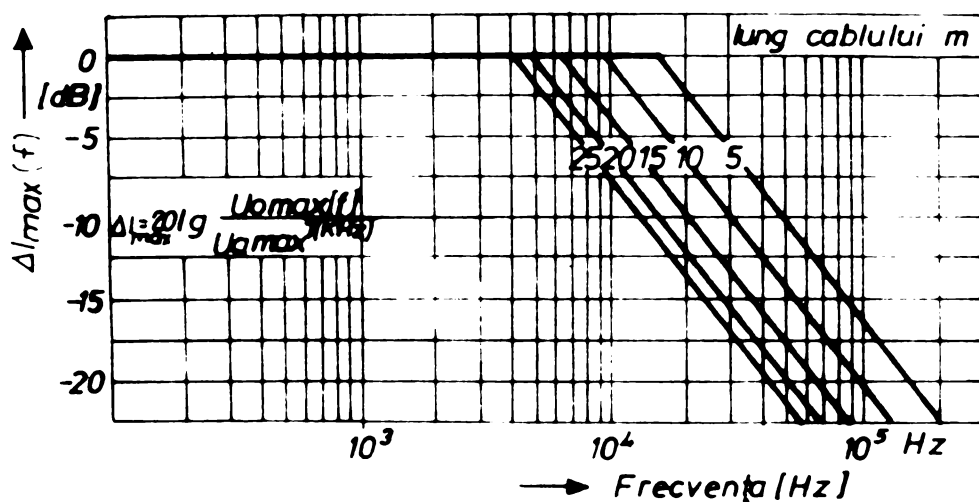


Fig. 4.27 Pragul de modulație în funcție de frecvență pentru diferite lungimi de cabluri.

### Microfonul

Precizia măsurătorii este determinată în primul rând de precizia microfonselor.

Răspunsul microfonului depinde de diferiți factori și în primul rând de caracterul cimpului acustic.



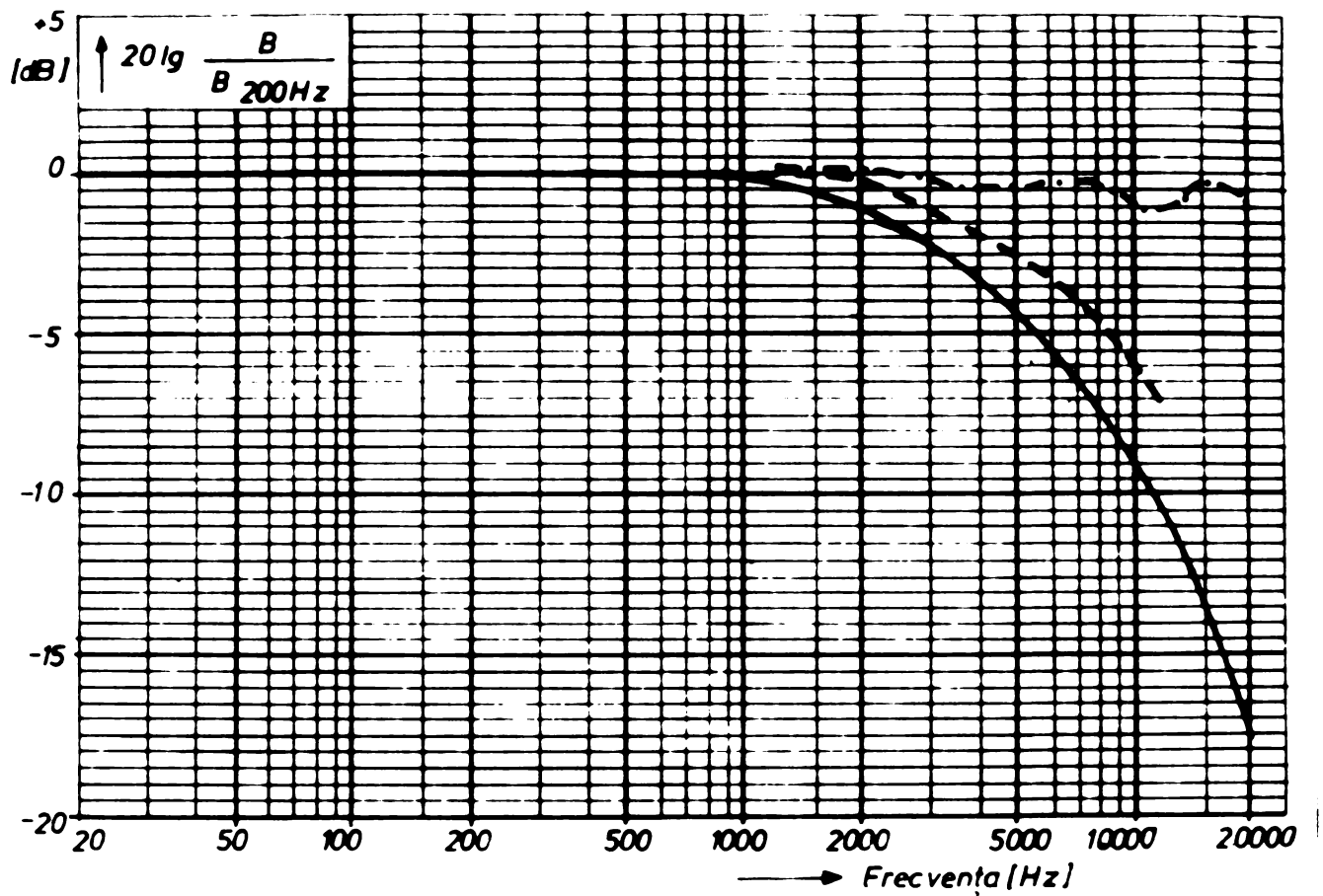


Fig 4.28 Caracteristica de raspuns in frecventa a microfonului

**LEGENDA**

- . - . - . cîmp acustic liber
- - - - - cîmp acustic difuz
- caracteristica de transfer măsurată prin metoda de etalonare electroacustică

In diagrama 4.28 se prezintă caracteristica de răspuns în frecvență a microfonului folosit în măsurători de zgomot și din care rezultă influența cîmpului acustic la frecvențe înalte (peste 1000 Hz).

**Inregistratorul magnetic**

Studiind caracteristicile tehnice ale înregistratorului magnetic folosit se poate estima că erorile care ar putea apărea sînt neglijabile.

Astfel, caracteristica de răspuns la frecvențe este liniară pînă la 10000 Hz figura 4.29.

De asemenea, datorită înregistrării prin modulare în frecvență, stabilitatea amplitudinii este perfectă.



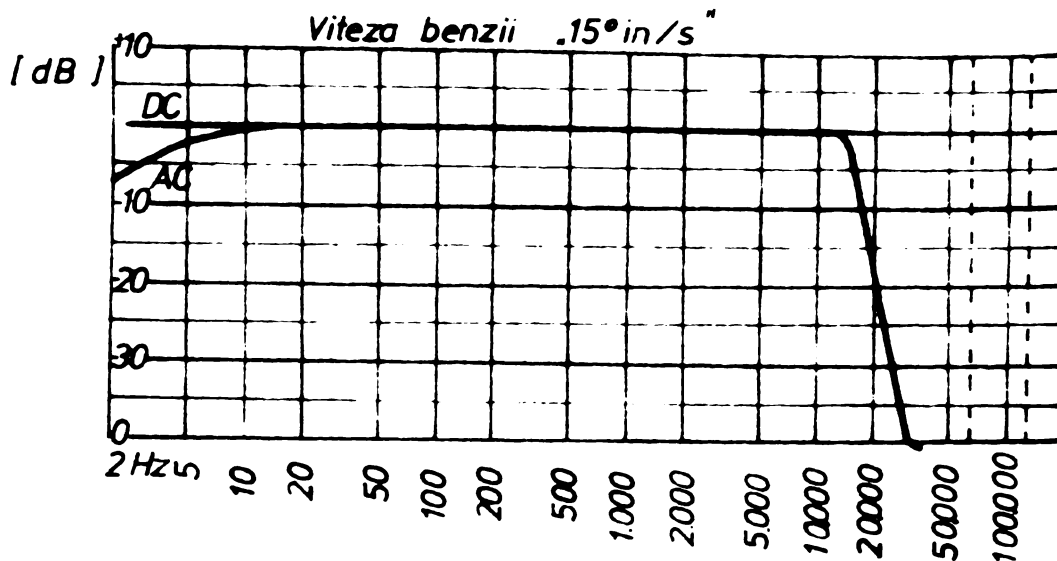


Fig. 4.29 Caracteristica de frecvență pentru inregistrator

Pistofonul

Pistofonul PF 101 este o sursă de presiune sonoră pentru calibrarea sonometrelor. Microfoanele adecvate sînt cele de 1".

În afară de aceasta, se pot calibra sonometre pentru măsurători cu nivele de presiune sonoră care nu se pot măsura, dar care se pot prelua pe curbele de ponderare A, B, C sau D. Pe lângă aceasta este necesară o corectare a nivelului în funcție de frecvență.

Pistofonul este astfel dimensionat ca la o presiune atmosferică de 760 torr să producă un nivel de presiune de 118 dB.

La abaterea presiunii atmosferice de la 760 torr se evidențiază modificarea și a presiunii sonore. Este de aceea necesară o corectare a nivelului presiunii sonore în corelație cu presiunea atmosferică figura 4.30.

Umiditatea relativă a aerului pînă la 90 % nu influențează presiunea sonoră.

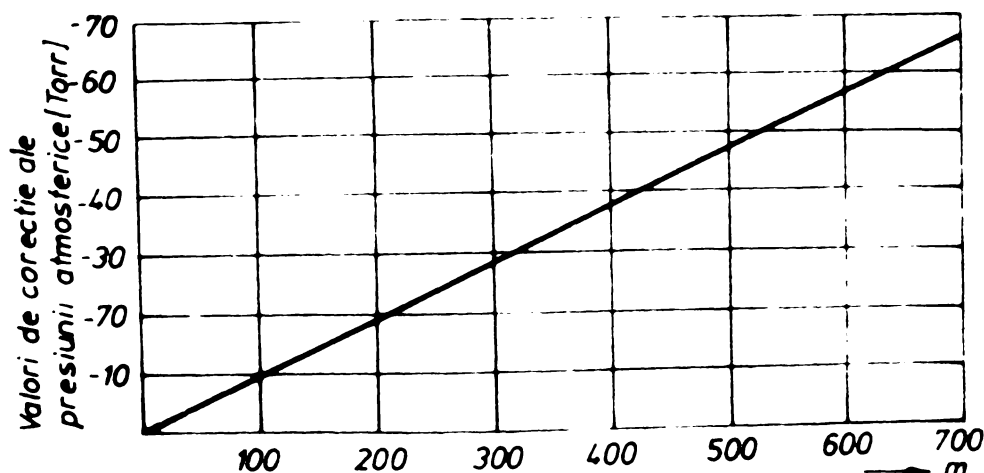


Fig. 4.30 Valori de corectie ale presiunii sonore în dependență de înălțimea locului de măsură

Sonometrele se calibrează reglându-se valoarea presiunii sonore, corespunzător nivelului de presiune sonoră produs de pistofon.

Calibrarea este posibilă în domeniul linear, deoarece creșterea nivelului presiunii sonore neevaluat, este inferior celui estimat. Sonometrele din clasa de precizie conțin de cele mai multe ori domeniul de frecvență linear.

La aparatele care nu dispun de domeniul linear, trebuie să se evalueze printr-o valoare  $\Delta L(f)$ , nivelul de presiune sonoră produs de pistofon corespunzător frecvenței pistofonului.

Pentru curbele de ponderare standardizate A, B, C, D rezultă :

$$L_{A,B,C,D} = L_{lim} + \Delta L(f)_{A,B,C,D}$$

În figura 4.31 se prezintă caracteristica de corecție  $\Delta L(f)_{A,B,C,D}$ .

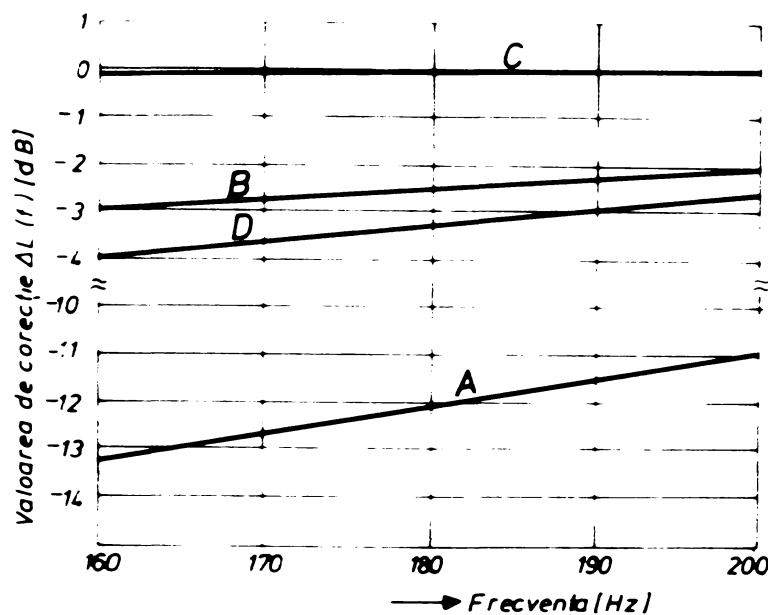


Fig 4.31 Caracteristica de corecție  $\Delta L(f)$  pentru determinarea undelor presiunii sonore.

#### 4.6. Prelucrarea rezultatelor măsurătorilor

Înregistrările nivelului de zgomot făcute pe bandă magnetică au fost prelucrate în laborator cu ajutorul instalațiilor descrise mai sus.

Înregistrarea a fost analizată statistic eșantionându-se în intervale de 0,3 sec. Analizatorul statistic are

12 canale, în funcție de nivelul de intensitate al zgomotului, între 50 și 100 dB(A), fiind repartizate 10 canale, fiecare cu o bandă de 5 dB(A). La cele două extremități ale intervalului există câte un canal care preia nivelele mai mici de 50 dB(A) și respectiv mai mari de 100 dB(A). Pentru fiecare eșantion de 0,3 s analizatorul înregistrează semnalele în canalele corespunzătoare nivelului de zgomot măsurat.

În acest mod se realizează analiza statistică a curbei de zgomot înregistrate. Rezultatele astfel obținute s-au trecut în tabele pentru punctele măsurate, de unde s-au obținut o histogramă și o histogramă cumulată, fig.4.32 și fig.4.33 ca model, iar restul în anexa 1 pentru câteva puncte de măsurare.

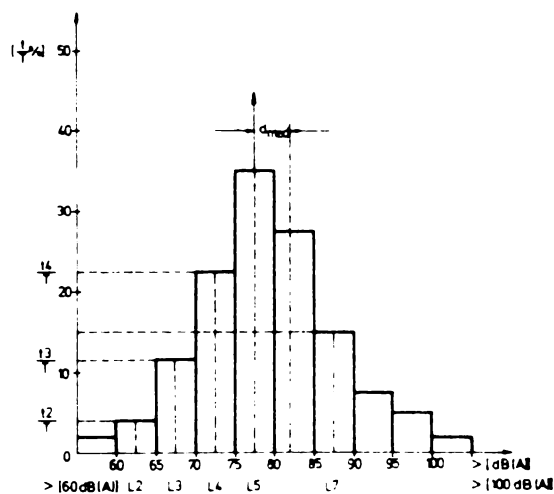


Fig.4.32. HISTOGRAMĂ

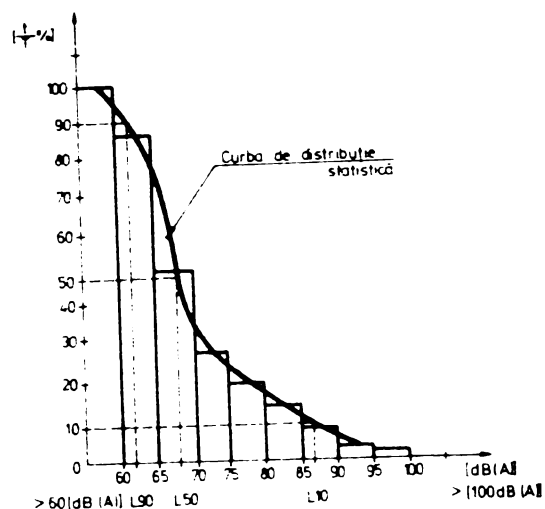


Fig.4.33. HISTOGRAMĂ CUMULATĂ

În histogramă, în abscisă s-au trecut benzile de intensitate în dB(A), iar în ordonată în procente valorile  $t/T$  (%), reprezentând valoarea procentuală a timpului din timpul total de înregistrare corespunzător unui anumit nivel de zgomot. Îngustind benzile la limită, histograma devine curba de distribuție statistică (fig.4.33).

Histograma cumulată are, în abscisă, trecute benzile de intensitate în dB(A), iar în ordonată durata din timpul total de măsurare (în %), în care valoarea nivelului intensității zgomotului nu depășește valoarea corespunzătoare benzii de pe abscisă.

În histograma cumulată s-au trasat și curbele aproximative ale distribuției cumulate, unindu-se punctele corespunzătoare mijloacelor benzilor situate la nivelul din ordonată.

Un punct de pe histogramă, corespunzător unei diviziuni,

reprezintă durata din timpul de măsurare în care nivelul zgomotului a avut valoarea corespunzătoare diviziunii de pe abscisă. La limită, această valoare reprezintă probabilitatea ca nivelul zgomotului să ia valoarea corespunzătoare diviziunii de pe abscisă.

Un punct de pe curba de distribuție cumulată, corespunzătoare unei diviziuni, reprezintă durata din timpul de măsurare în care valoarea nivelului zgomotului să nu depășească valoarea corespunzătoare diviziunii de pe abscisă. La limita cerută, această valoare reprezintă probabilitatea ca nivelul zgomotului să nu depășească valoarea corespunzătoare diviziunii de pe abscisă.

Histogramele și histogramele cumulate pentru fiecare punct de măsurare, au fost folosite la efectuarea calculelor în vederea obținerii hărții poluării sonore pentru zona investigată și în special nivelul poluării sonore pe penetrații și pe principalele străzi din municipiul Timișoara (anexa 2).

Valorile indicilor  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  și  $L_{90}$  i-au extras din histogramele cumulate. Histogramele cumulate medii s-au exprimat prin curbe continue, iar corespunzător valorilor 10, 50 și 90 de pe ordonată, au rezultat pe abscisă, valorile  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  (anexa 1).

Climatul de zgomot "c" a fost calculat cu relația :

$$c' = L_{10} - L_{90}$$

Nivelul de zgomot echivalent a fost calculat cu formula (4.6).

Indicele de zgomot indexat T.N.I. (indicele zgomotului din trafic) l-am calculat cu formula 3.5.

Nivelul de poluare sonoră L.N.P. a fost calculat cu formula 3.6.

Am mai calculat și următorii indici statistici :

- valoarea medie aritmetică a nivelului de zgomot

$L_{med}$  cu formula :

$$L_{med} = 72,5 + 5 e_{med} \quad (4.11)$$

unde:

$$e_{med} = \frac{1}{N} (n_7 - n_5) + 2(n_8 - n_4) + 3(n_9 - n_3) + 4(n_{10} - n_2) + 5(n_{11} - n_1) + 6 n_{12} \quad (4.12)$$

derivația standard  $\sigma$  s-a calculat cu relația :

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} (n_7 + n_5) + 4(n_8 + n_4) + 9(n_9 + n_3) + 16(n_{10} + n_2) + 25(n_{11} + n_1) + 36n_{12} - \sigma_{med}^2$$

unde :

$N$  - numărul impulsurilor înregistrate

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_{12}$  - numărul de impulsuri pe canalul respectiv

$\sigma_{med}$  = distanța de la nivelul de referință de 72,5 dB(A) (mijlocul canalului 6) la nivelul de zgomot  
+  $L_{med}$

Indicii calculați mai sus i-am comparat cu valorile limită admisibile ale nivelului de zgomot exterior clădirilor după STAS 10.009-75, făcându-se astfel aprecierea efectului supărător al zgomotului stradal, problemă tratată în extenso în cap.5.

Pentru compararea limitelor admisibile ale nivelului de zgomot urban, conform STAS 10.009-75, generat de traficul rutier, am stabilit relația de legătură între nivelul zgomotului și intensitatea traficului, cu ajutorul relațiilor de corelare matematico-statistică, folosind calculatorul electronic. Pe baza neco-gramei obținute am determinat, pentru fiecare stradă și valoare a traficului, nivelele de zgomot stradal  $L_{ech}$  dB(A), pe care le-am comparat cu valorile admisibile. În felul acesta am trasat harta poluării sonore pentru municipiul Timișoara, problemă dezvoltată în cap.5.

În punctele unde s-au făcut măsurări pe baza reclamațiilor cetățenilor, înregistrările au avut caracter discret, s-au efectuat măsurări globale și s-a făcut analiza pe frecvență a nivelurilor de zgomot, determinându-se curbele de zgomot. Astfel, în fiecare punct de măsurare au fost determinate :

- nivelul de zgomot global ;
- nivelul de zgomot, pe baza curbei de pondere A ;
- nivelul de zgomot, pe baza curbei de pondere B ;
- nivelul de zgomot, pe baza curbei de pondere C.

În baza prelucrărilor acestor determinări, s-au comparat valorile obținute cu valorile limită de pe curba  $C_{g45}$  și cu valorile admisibile prevăzute de STAS 10.009-75, STAS 6156-68, Normativul nr.710 apărut în Buletinul Oficial nr.154/21.12.1972 al Consiliului de Stat , ISO/R/1966-71.

Medul de desfășurare al traficului rutier, multitudinea

de relații de circulație în traseul curent și la intersecții, legăturile ce pot exista între nivelul zgometelor și :

- viteza de deplasare a participanților la trafic;
- distanța față de sursele de zgomot ;
- intensitatea traficului rutier ;

au fost prelucrate prin corelații statistice, folosind în acest sens calculatorul electronic. Metodologia folosită și rezultatele obținute sînt date în capitolul 3 și respectiv 5.

Parametrii rezultați din analiza semnalului EEG obținută în mediul de infrasunete (cameră barică) au fost prelucrați pentru :

- traseu de fund ;
- traseul înregistrat sub acțiunea infrasunetelor, de 4 Hz ;
- traseu înregistrat sub acțiunea infrasunetelor de 5,6 Hz ;
- traseu înregistrat sub acțiunea infrasunetelor de 8 Hz.

Analiza densității spectrale a fost prelucrată pentru următoarele aspecte :

- traseu de fund ;
- în derivație temporală, spectru dominant de 10 Hz, la care se adaugă un spectru secundar de 3 Hz și de 7 Hz ;
- în derivație occipitală, spectru dominant de 10 Hz și un spectru secundar de 5 Hz.

Pentru restul prelucrării rezultatelor din domeniul infrasunetelor, avînd la bază metodologia prelucrărilor din domeniul sonor, s-au întocmit spectre privind prezența infrasunetelor care poluează omul și activitatea sa, prezentate la capitolele 5.4 și 5.5.

#### 4.7. Concluzii asupra metodelor de cercetare experimentală

Metodele de cercetare experimentală, adaptate de autor, au avut în vedere obținerea de date atât din situația reală, adică din condițiile concrete de desfășurare a traficului rutier, generator al poluării sonore și infrasonore, cît și din laborator.

Metodele de cercetare experimentală adaptate și aparatura folosită au permis înregistrarea zgomotului stradal, generat

de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule, astfel încât datele obținute să permită stabilirea modului în care se manifestă poluarea sonoră, a legăturilor caracteristice acestea și a metodelor și măsurilor ce trebuie adoptate pentru reducerea poluării sonore, în special în zonele urbane. Aparatura experimentală a pus în evidență existența infrasunetelor în jurul conductivității auto, în cabinele autovehiculelor.

Rezultatele bune obținute ca urmare a prelucrării și interpretării datelor rezultate din măsurători arată că metodele și aparatura utilizată, pentru cercetarea surselor poluante de zgomot și infrasunete ale motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule, au fost adecvate.



**CAPITOLUL 5**  
**\*\*\*\*\***  
**INTERPRETAREA REZULTATELOR CERCETĂRII**

**5.1. Compararea rezultatelor obținute prin metode analitice cu cele experimentale privind variația nivelurilor de zgomot funcție de distanța de la sursele de zgomot din trafic și funcție de intensitatea traficului**

Intrucât măsurile ce se necesită a fi adoptate pentru reducerea poluării sonore din trafic sînt funcție, în special, de distanța față de sursa de zgomot a subiectului care trebuie protejat și funcție de intensitatea traficului, cercetările efectuate au avut în vedere aceste două aspecte, în cazul condițiilor existente și specifice orașelor din țara noastră (în cazul de față municipiul Timișoara).

Din cercetările efectuate și din literatura de specialitate, a rezultat că nivelul de zgomot scade cu distanța față de sursa de zgomot. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelele 5.1.....5.12. pentru cele patru distanțe avute în vedere în cazul de față, distanțe ce sînt caracteristice lățimilor de străzi curente din țara noastră.

Prin calculele efectuate, calcule de corelare statistică, utilizînd calculatorul electronic, s-au pus în evidență relații de corelare statistică, între nivelul de zgomot și distanță, pentru 7 trepte de viteză (10, 20, 30, 40, 50, 60 și 70 km/oră). Rezultatele obținute se prezintă sub formă grafică în cadrul figurilor 5.1., 5.2., 5.3., 5.4., 5.5., 5.6., și 5.7.

Aceste rezultate s-au comparat cu cele găsite în literatura de specialitate, și anume cu relația care arată dependența nivelului presiunii sonore față de distanță (paragraful 2.1.1. - relația 2.12).

$$L_{echiv} = \text{const.} - 10 \log a \quad \text{dB(A)}$$

Diferențele dintre calculele teoretice efectuate cu formula de mai sus și cele obținute prin metode de corelare statistico-matematice cu ajutorul calculatorului electronic sînt mici, ceea ce confirmă justetea metodologiei folosite.

Al doilea aspect important ce s-a avut în vedere în cadrul acestor cercetări a fost determinarea de corelații între nivelul

de zgomot și intensitatea traficului rutier. Din prelucrările efectuate cu ajutorul calculatorului electronic au rezultat creșteri evidente ale nivelurilor de zgomot, cu creșterea traficului. Rezultatele obținute se prezintă în cadrul figurii 5.8., diagrame care arată variația nivelelor de zgomot dB(A) funcție de intensitatea traficului rutier (vehicule etalon/oră) și distanța în metri.

Rezultatele cercetărilor au arătat că nivelul zgomotului crește aproximativ liniar până la 75 dB(A), corespunzător unei intensități a traficului rutier de 2.100 vehicule etalon/oră, referitor la distanța de 7,5 m. Pentru distanța de 15 m creșterea este aproximativ liniară până la 71 dB(A) corespunzător, aceluiași intensități de trafic.

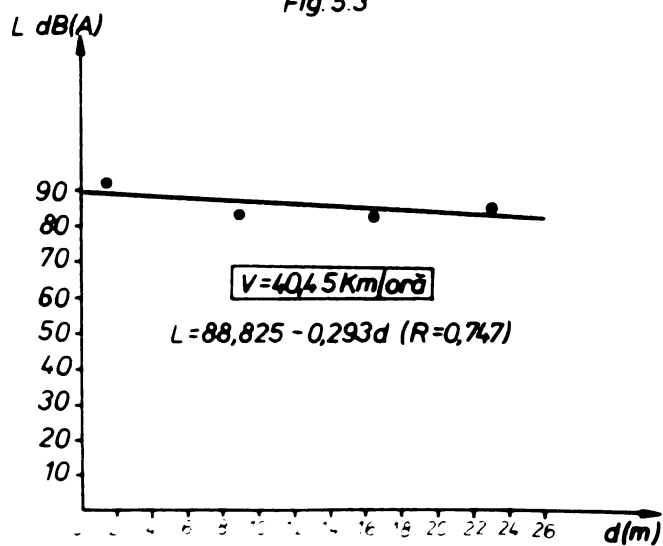
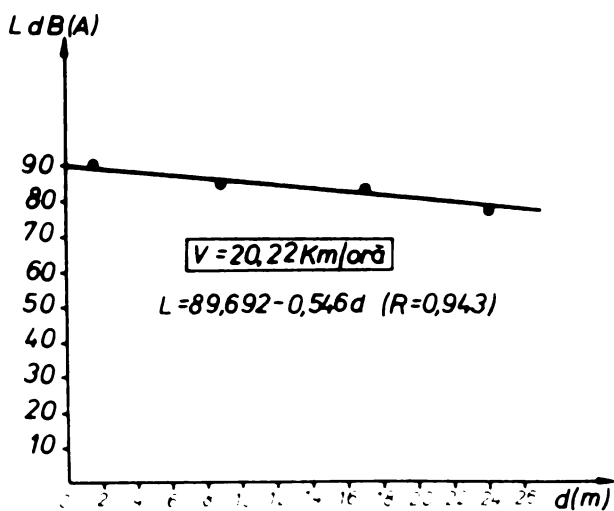
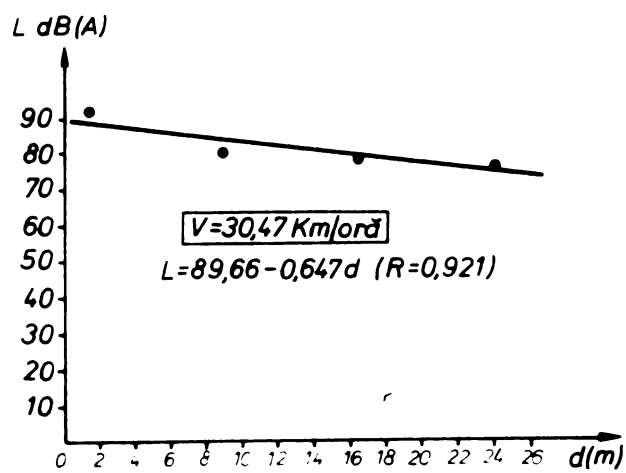
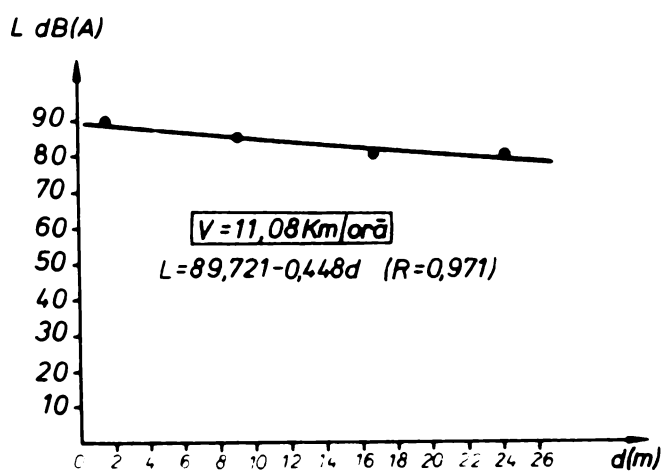
Pentru intensitatea traficului rutier mai mare, nivelul zgomotului tinde către un palier având ca limită valcările nivelului de zgomot corespunzător debitelor, la capacitatea maximă și anume de 79 dB(A) pentru distanța de 7,5 m și 76 dB(A) pentru distanța de 15 m.

După atingerea capacității maxime și începerea congestionării traficului, deși intensitatea traficului scade, nivelul de zgomot crește. Acest fapt se datorește vitezei de rulare mici a autovehiculelor cu motoarele ambalate. Nivelul zgomotului atinge valoarea maximă când traficul rutier este complet blocat, vehiculele ocupând întreaga parte carosabilă, densitatea vehiculelor ajungând la limita admisă de gabaritul lor, ( autovehicul lângă autovehicul ), iar motoarele vehiculelor sînt ambalate. Valoarea nivelului de zgomot în astfel de situații din măsurătorile efectuate a rezultat de 86,2 dB(A) , corespunzător distanței de 7,5 m.

Rezultatele acestor cercetări sînt foarte importante și servesc la stabilirea măsurilor ce trebuie întreprinse în vederea reducerii poluării sonore, la proiectarea arterelor și nodurilor de circulație din zonele urbane, la întocmirea hărților acustice (paragraful 5.2.)

## 5.2. Rezultatele cercetărilor pe trasee și la intersecții

Din studiile și observațiile făcute a rezultat că autovehiculele în trafic se comportă diferit în ceea ce privește gene-



DIAGrame DE VARIAȚIE A NIVELULUI DE ZGOMOT, FUNCȚIE DE DISTANȚĂ SI PENTRU DIFERITE REGIMURI DE VITEZĂ OBTINUTE PRIN CORELĂRI MATEMATICO-STATISTICE UTILIZÂND CALCULATORUL ELECTRONIC

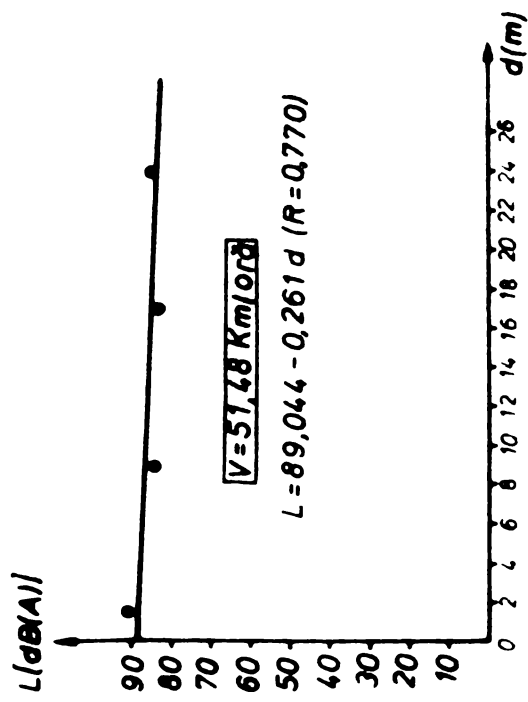


Fig.5.5

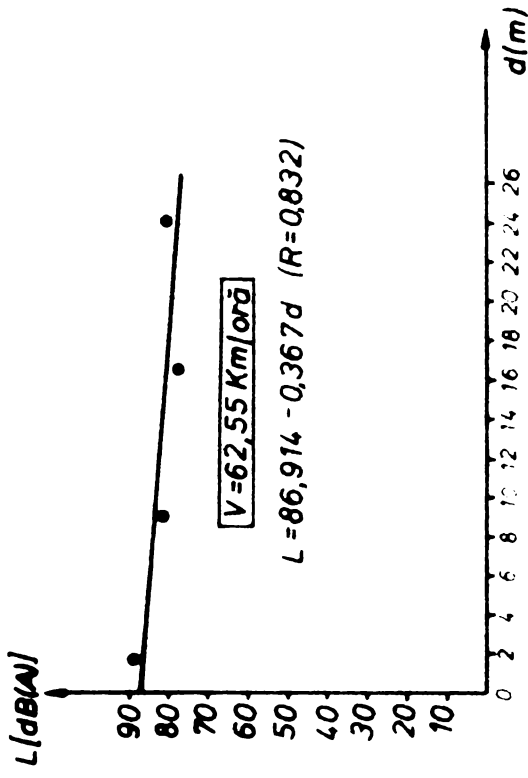


Fig.5.6

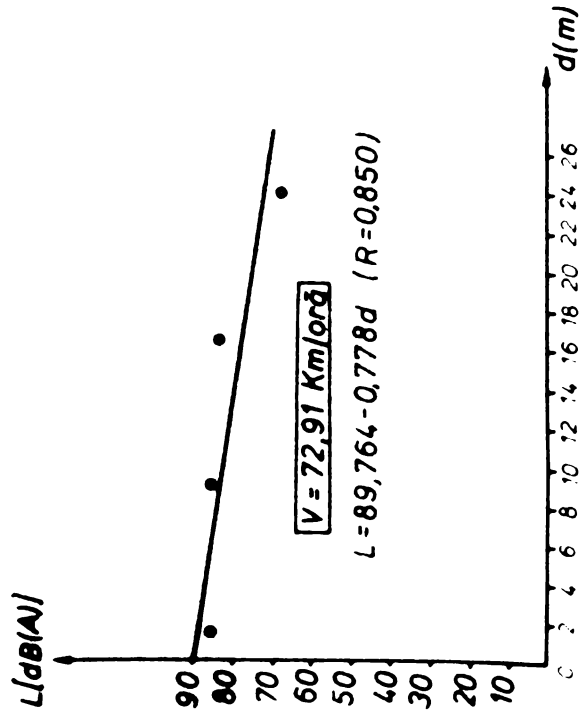


Fig.5.7

DIAGrame DE VARIATIE A NIVELULUI DE ZGOMOT,  
 FUNCTIE DE DISTANTA SI PENTRU DIFERITE REGI-  
 MURI DE VITEZĂ OBTINUTE PRIN CORELĂRI MATE-  
 Matico-STATISTICE UTILIZÎND CALCULATORUL  
 ELECTRONIC



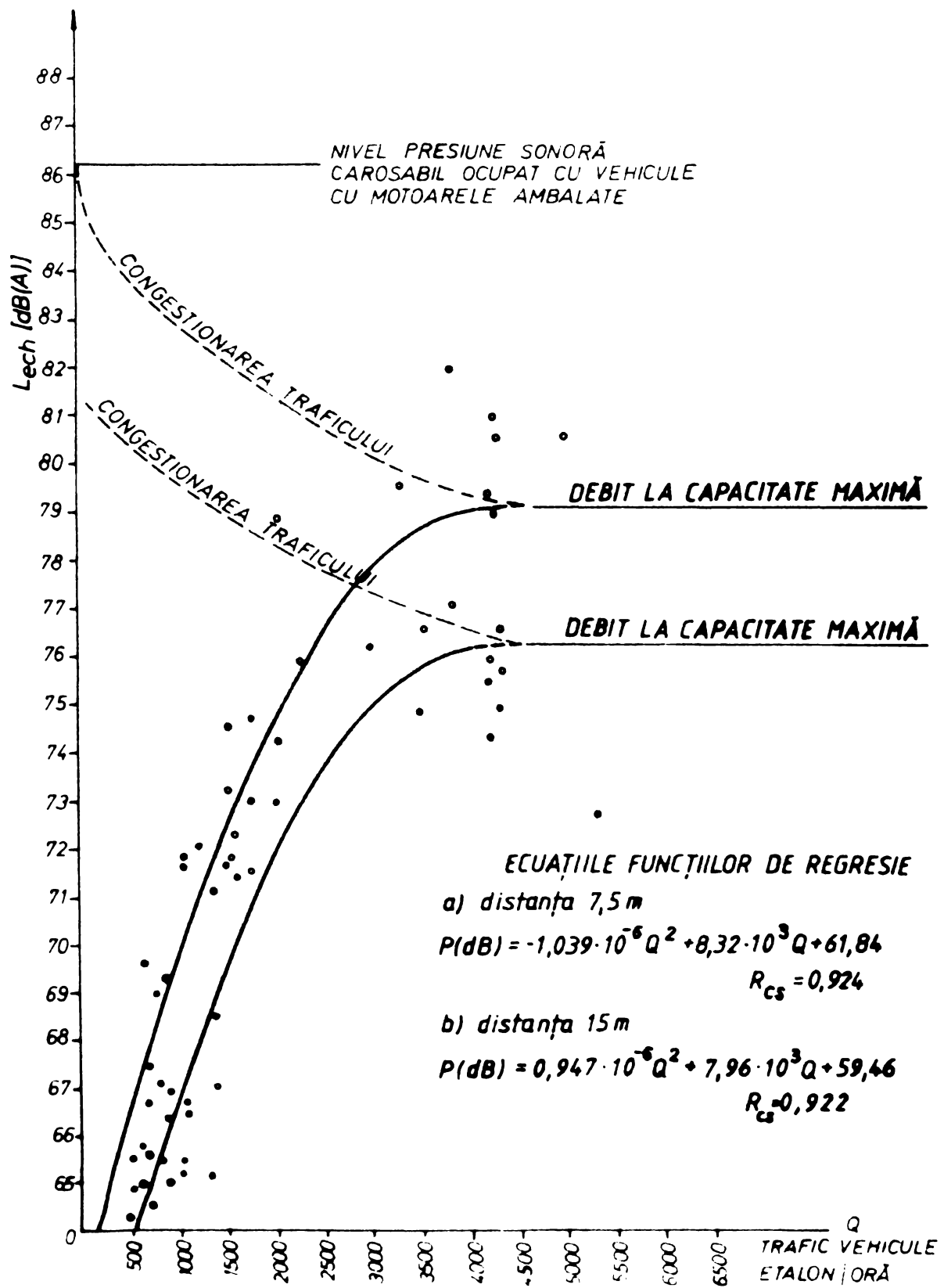


Fig 5.8



### ECUATIILE FUNCTIILOR DE REGRESIE

a) distanța 7,5 m  
 $p(dB) = -1,30 \cdot 10^{-6} Q^2 + 4,16 \cdot 10^{-3} Q + 75,17$   
 $R_{CS} = 0,942$

b) distanța 15,0 m  
 $p(dB) = -1,89 \cdot 10^{-6} Q^2 + 4,80 \cdot 10^{-3} Q + 69,15$   
 $R_{CS} = 0,904$

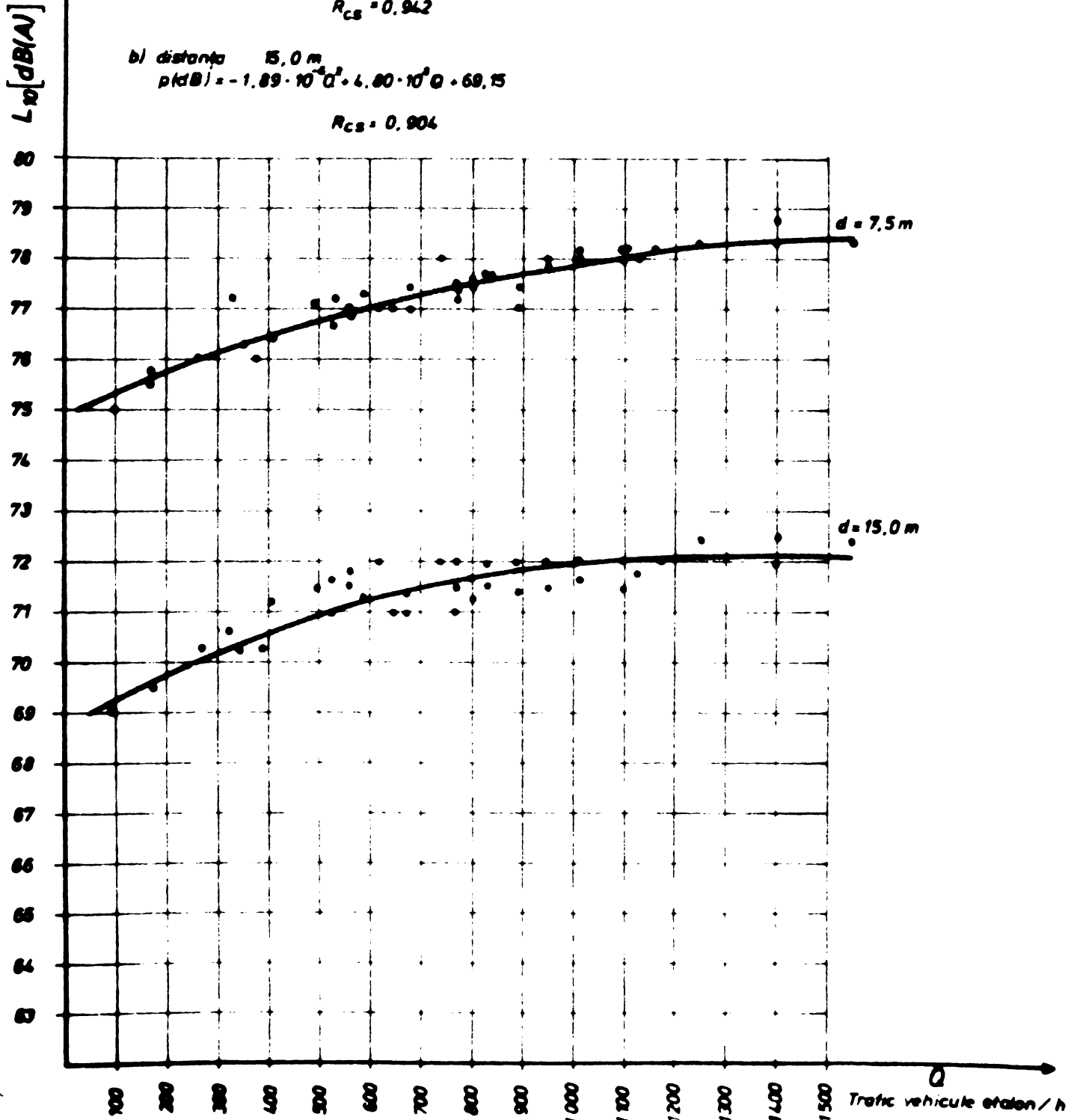
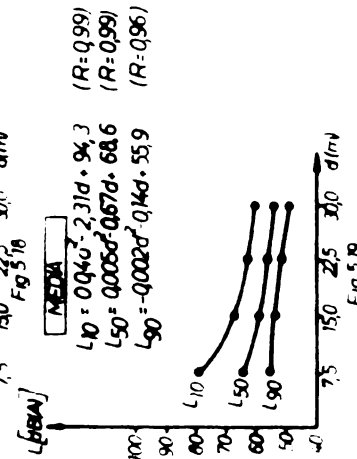
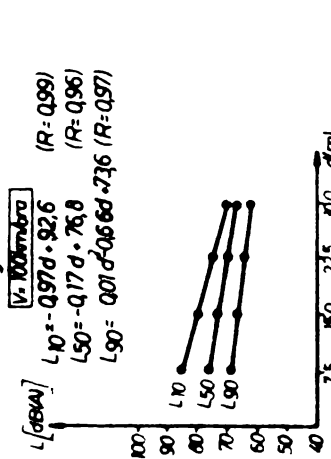
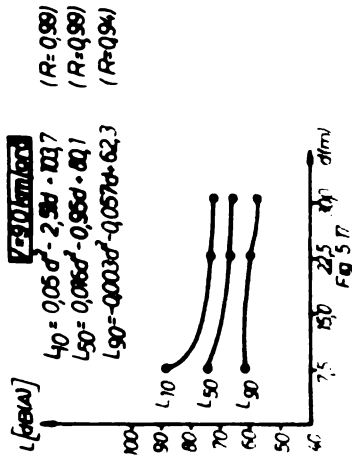
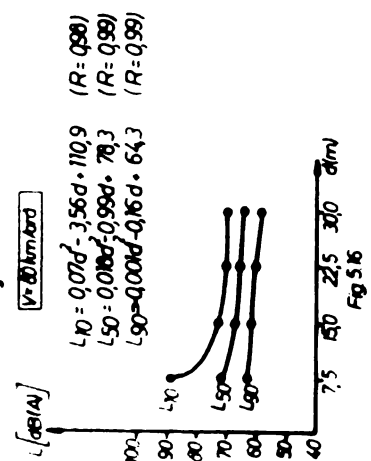
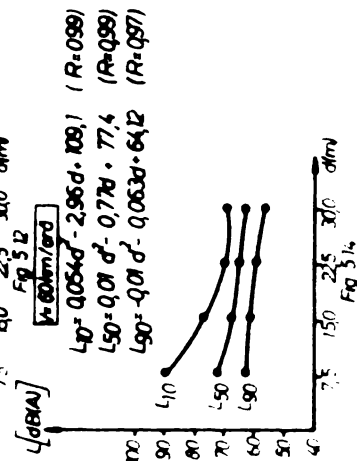
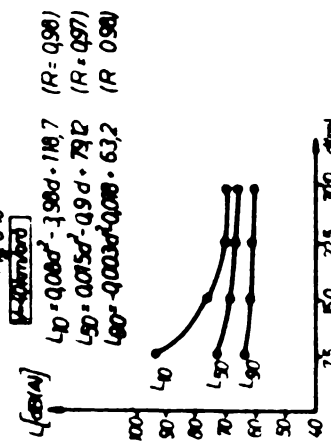
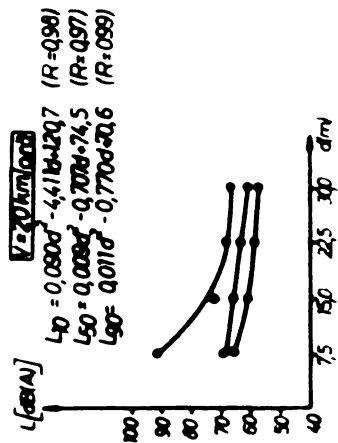
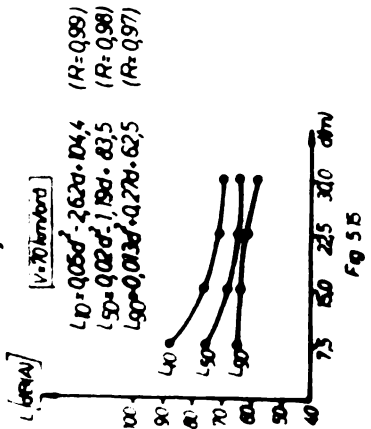
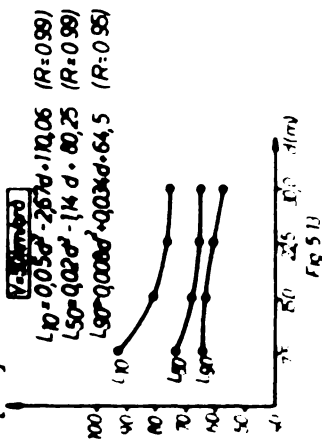
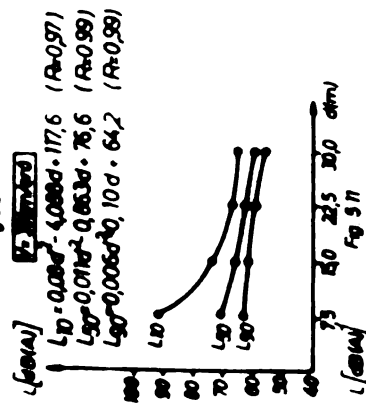
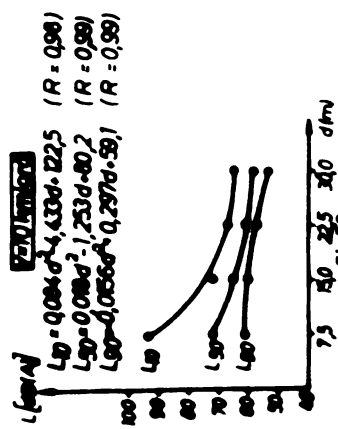


FIG. 5-8a



DIAGrame DE VARIATIE A NIVELULUI DE ZOOMOT STATISTIC, FUNCTIE DE DISTANTA PENTRU DIFERITE REGIMURI DE VITEZA

Distribuția statistică procentuală a nivelului de agomet  
 (curba de ponderare A) distanța de la suprafața de agomet  
 d = 7,5 m.

nr. ord.	Nivel de agomet	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5
V <sub>10</sub>	h <sub>10</sub> /h												
1.	20	0	5	10,6	22	13,4	10,5	8	8,2	9,1	8,2	5	0
2.	20	0	0,1	3,7	24,3	36	17,8	4,3	2,9	3,4	3,6	2,73	0
3.	30	0	1,8	5,8	22	28,8	14,7	5,5	4,6	6,1	7	3,7	0
4.	40	2	1,9	6,4	12	20,6	20,5	11	4,8	6,4	9,5	4,3	0
5.	50	0	0	5,5	14,5	26,5	15,2	12	6,6	8,4	7,3	3,8	0
6.	60	2,5	1,3	6,3	15,3	28	17,4	7,9	6,6	6,7	4,38	3,5	0
7.	70	0	0	8,6	11,9	21,7	26,6	12,5	7,2	5,9	3	2,1	0
8.	80	0	1,2	8,9	20,4	19,5	16,7	11	7,7	7,7	3	2,1	0
9.	90	4,2	1,2	3,6	10,9	21,3	20,4	13,5	12,7	6,3	1,9	2,6	0
10.	100	0,3	3,2	2	7,2	14,3	35,7	20,2	8,9	3,6	2,1	2	0
11.	M.L.	3,3	19,4	21,9	19,6	14,9	8,4	5,6	3,3	3,4	0	0	0

TABELUL 5.2.

Distribuția statistică procentuală a nivelului de  
 agomet (curba de ponderare A) distanța de la sursa de  
 agomet d = 15 m.

nr.	Nivel de cert. Vit. agomet km/h	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	82,5	87,5	92,5	97,5
1.	10	0	0	0	0	18,5	59	12	4,9	2,2	1,4	0,98	0
2.	20	0	0	0	0	12,7	67,75	9,59	4,19	1,72	0,3	3,7	0
3.	30	0	0	0	0	15,6	58,82	19,55	4	0,43	0,4	0,5	0
4.	40	0	0	0	0	7	29,31	50,11	16,19	0,3	0,28	0,6	0
5.	50	0	0	0	0	5,3	35	32,7	13,1	5,9	6,9	1	0
6.	60	0	0	0	0	4,6	35,76	39,4	12,48	2,4	1,1	4	0
7.	70	0	0	0	0	2,7	30,97	39,4	23,7	1,39	0,3	1,19	0
8.	80	0	0	0	0	6	42,8	32	16,66	0,75	0,33	0,84	0
9.	90	0	0	0	4,84	4,95	26,28	39,85	16,47	5,93	0,18	0,36	0
10.	100	0	0	0	0	0	0,5	28,99	54	14,8	0,7	0	0
11.	M.L.	0	0	4,5	31,2	33,5	20,17	5,9	1,5	1,3	0,9	0,64	0

TABELUL 5.3.

Distribuția statistică procentuală a nivelului de zgomot  
(curba de ponderare A) distanța de la sursa de  
zgomot d = 22,5 m.

Nr. crt.	Nivel de zgomot dB(A)	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5
1.	10	0	0	0	3,5	54,3	29,96	11,5	0,76	0	0	0	100
2.	20	0	0	0	0	39,77	50,25	3,1	4,5	2,24	0	0	100
3.	30	0	0	0	1,77	38,26	43,43	15,66	0,4	0,16	0,37	0	100
4.	40	0	0	0	1,76	12,49	38,95	46,62	0,17	0	0	0	100
5.	50	0	0	0	0,91	21,49	35,78	22,99	9	4,76	4,84	0	100
6.	60	0	0	0	5,9	27,33	36,92	28,3	1,02	0	0,19	0,19	100
7.	70	0	0	0	0	13,35	43,57	34,43	7,0	1,3	0	0	100
8.	80	0	0	0	0	21,86	55,5	21,86	0,25	0,3	0	0	100
9.	90	0	0	0	6,48	16,67	29,59	36,63	10,24	0,1	0	0	100
10.	100	0	0	0	0	0	24,58	47,23	26,31	1,58	0	0	100
11.	M.L.	0	0	16	44,36	27,4	6,96	3,68	0,5	0,4	0,37	0,26	100

TABELUL 3.4.

Distribuția statistică procentuală a nivelelor de zgomot  
(curba de pondere A) distanța de la surse de zgomot

$L = 30 \text{ m}$

Nr. crt.	Nivel de zgomot $L_{b(A)}$ db(A)	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5
1.	10	0	0	5,4	36,33	39,33	12,82	5,3	0,27	0,5	0	0	100
2.	20	0	0	0	10,63	55,59	21,4	6,99	3,17	1,2	0,18	0,79	100
3.	30	0	0	0	12,76	59	23,78	3,8	1,26	0	0	0	100
4.	40	0	0	0	1,99	23,57	49,77	22,5	1,19	0,7	0,2	0	100
5.	50	0	0	0	5,67	20	32	25,12	5,6	5,6	5,67	0	100
6.	60	0	0	0	13,34	30,41	40,90	11,54	1,31	0,67	0,77	0,97	100
7.	70	0	0	0	2,9	27,29	37,81	25,97	3,5	1	0,3	0,6	100
8.	80	0	0	0	4,88	34,12	32,48	14,58	3,23	9,22	8,2	8,126	100
10.	100	0	0	0	0	0	2,1	35,89	42,78	13,06	4,24	1,57	100
11.	A.L.	0	0	0,74	35,56	23,38	12,78	5,52	4,61	3,45	3,19	2,6	100

TABLAUL 5.5.

Distribuția statistică procentuală a nivelului de zgomot  
(curba de pondere B) distanța de la sursa de zgomot

$d = 7,5$  m.

nr.	Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot		Nivel de zgomot	
km/h	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5	107,5	112,6						
1.	10,71	22,07	18,03	16,06	6,96	10,38	7,1	3,27	1,31	0,76	1,2	0	100					
2.	0	0	0	7,7	46,23	20,33	8	8,94	7	1,6	0	0	100					
3.	0	0	0	11	43,82	18,25	10,49	8	5,9	1,53	0	0	100					
4.	0	2	1,59	12,03	27,3	23,37	11,97	9,36	8,32	2	0	0	100					
5.	0	0	2	5,36	35,51	23,78	13,06	10,72	6,7	1,5	0	0	100					
6.	0	0,97	3,71	13,88	30,48	29,22	9,83	8,1	3,3	1,66	0	0	100					
7.	0	0	0,57	13,43	34,16	31,47	13,05	4,6	0,93	0,93	0	0	100					
8.	0	0	4,4	17,37	35,26	21,29	9,36	7,8	1,87	1	0	0	100					
9.	0,7	2,43	4,13	11,78	24	24,54	18,95	10,57	0,75	1,45	0	0	100					
10.	0	0,28	3,3	10,66	25,79	37,17	17,14	3	1,29	1,15	0	0	100					
11. M.L.	14,96	17,63	21,4	17,22	12,23	6,14	3,71	0,5	1,85	1,5	0	0	100					



TABELUL 2.6.

Distribuția statistică procentuală a nivelului de aglomerat  
(curba de pondere B) distanțe de la surse de aglomerat

d = 15 m

nr. Vâr. km/h	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5
1. 10	0	0	0,1	9,16	30,66	50,50	6,32	4,14	0,4	0,2	0,2	0
2. 20	0	0	0	0	30,23	44,74	4,54	0,09	0,20	0	0	0
3. 30	0	0	0	4	57,23	26,50	0,07	2,3	0,1	0,2	0,2	0
4. 40	0	0	1,8	6,1	31,32	43,2	13,66	0,7	0,11	0,11	0,11	0
5. 50	0	0	0	5	31,27	39,11	12,07	0,5	2,5	0,5	0	0
6. 60	0	0	1,66	0,2	30,70	44,21	6,7	2	1,3	1,26	1,94	0
7. 70	0	0	2,4	9,30	25,03	47,27	12,75	0,96	0,50	0,37	0,37	0
8. 80	0	0	1,60	10,01	30,23	49,15	4,09	0,67	0,16	0,5	0,16	0
9. 90	0	0	6,2	11,7	19,39	35,24	22,92	3,29	0,12	0,36	0,12	0
10. 100	0	0	0	0	14,2	47,40	34,57	2,06	0,4	0,14	0	0
11. M.L.	9,46	20,16	24,73	25,66	11,67	3,19	2,4	0,8	0,5	0,17	0,46	0

TABELUL 5.7.

Distribuția statistică procentuală a nivelelor de agomet  
(curba de ponderare B) distanța de la curba de agomet  
 $d = 22,5$  m.

Gr. ort. Vlt. m/m	Nivel de agomet dB(B)	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	102,5
1. 10		0	0	1,74	27	56,26	7,19	7,74	0	0	0	100
2. 20		0	0	0	5,98	80,74	11,12	1,58	0,37	0,18	0	100
3. 30		0	0	0	17,87	61,4	13,9	6	0,76	0	0	100
4. 40		0	0	0	10,8	41,1	48	0	0	0	0	100
5. 50		0	0	0	19,33	31,43	28,59	10	6,8	2	0	100
6. 60		0	1,26	7,47	21	36,79	32,42	0,09	0,19	0	0	100
7. 70		0	0	6,7	9,86	49,7	32	1,57	0	0	0	100
8. 80		0	2,36	11,14	21,14	39,86	25,5	0,33	0	0	0	100
9. 90		0	1,14	9,47	18,5	24,66	30,86	14,45	0	0	0	100
10. 100		0	0	0	5,38	39,59	52,85	1,51	0,5	0	0	100
11. M.L.		22,73	19,79	22,85	20,34	10,32	3,07	0,6	0,29	0,17	0,34	0

TABELAUL 5.8.

Distribuția statistică prezentuală a nivelului de agomet  
(curba de ponderare B) distanța de la surse de agomet

d = 30 m.

nr.	Nivelo de art. Vit. mm/h	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5
1.	10	0	0,98	15,79	55,86	16,66	9,58	1,08	0	0	0	0	100
2.	20	0	0	0,93	64,69	27,88	4,97	0,09	0,37	0	0	0	100
3.	30	0	0	7,34	57	27,45	7,34	0	0	0	0	0	100
4.	40	0	1,46	3,15	29,5	50,22	14,41	0,56	0,45	0	0	0	100
5.	50	0	0	0	0	3,33	45,21	40,40	0,18	2,83	0	0	100
6.	60	0	3,49	18,17	24,4	44,5	6,12	0,7	0,5	0,77	0,5	0	100
7.	70	0	5,13	4,74	29	47,82	8,1	0,98	0,19	0,19	0,3	0,39	100
8.	80	0	6,4	16,18	19,22	52,27	3	0,8	0,6	0,16	0	0	100
9.	90	0,6	4,36	13,22	13,95	28,27	35	1,7	0,6	0,24	0,36	0,12	100
10.	100	0	0	0	0,7	15,66	49,56	17,95	7,3	3,3	2,15	1,8	100
11.	M.L.	0	0	4	32,92	28,81	16,34	8,46	2,84	2,55	3,36	0	100

Distribuția statistică procentuală a nivelului de zgomot  
(curba de ponderare C) distanța de la sursa de zgomot  
d = 7,5 m.

Alt. vit. km/h	Nivele de zgomot dB(C)	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5
1. 10.		0	0	0	0	0	2,29	44,69	29,72	15,08	7,1	9,67	0
2. 20		0	0	0	0	0	0,65	37,27	40,84	12,01	7,79	1,03	0
3. 30		0	0	0	0	0	0,32	38,48	35,19	16,22	6,9	1,2	0
4. 40		0	0	0	0	1,7	5,68	21,95	38,22	20,13	10,23	1	0
5. 50		0	0	0	0	0	1	38,49	33,77	17,89	7,5	0,8	0
6. 60		0	0	0	0	0,77	10,77	33,68	39,12	10,38	3,49	1,45	0
7. 70		0	0	0	0	0,57	4,2	41,3	40,34	10,51	1,91	0,38	0
8. 80		0	0	0	0	0,33	13,82	43,5	28,16	10,45	2,02	0	0
9. 90		0	0	0	0,36	6,11	13,69	29,82	27,62	18,7	1,83	0,73	0
10. 100		0	0	0	0	0,28	9	40,22	39,65	8,76	1,43	0,28	0
11. M.L.		0	0,58	9,69	28,72	28,61	19,79	6,73	3,66	1,21	0,52	0	0

Distribuția statistică procentuală a nivelelor de agomet  
 (curba de ponderare C) distanța de la surșa de agomet

d = 15 m.

nr.	Nivelo de urt. V15. m/h	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5	
1.	10	0	0	0	0	9,94	70,60	10,16	6,77	2,51	0	100	
2.	20	0	0	0	0	5,27	84,73	9,61	0	0	0	100	
3.	30	0	0	0	0	9,75	74,89	9,97	4,38	0,4	0	100	
4.	40	0	0	0	1,32	14,49	54,79	26,94	0,68	0	0	100	
5.	50	0	0	0	0	19,93	55,77	17,75	6,29	0,33	0	100	
6.	60	0	0	1	3,49	27,54	47,33	16,58	1,95	0,55	0,87	100	
7.	70	0	0	0	6,5	16	57,87	8,03	0,19	2,48	0,29	100	
8.	80	0	0	0	7,5	23,94	60,37	5	0,33	0,33	0,6	100	
9.	90	0	0	0	10,71	19,48	39,22	29,97	3,16	0,36	0	100	
10.	100	0	0	0	0	4	69,88	25,36	0,43	0,28	0	100	
11.	M.L.	0	0,23	5,61	18,07	34,64	27,36	9,36	2,95	0,6	0,4	0,11	100

**Distribuția statistică procentuală a nivelelor de zgomot  
(curba de ponderare C) distanța de la sursa de zgomot**

**d = 22,5 m.**

Mr. crt. V19, km/h	Nivele de zgomot dB(A)	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5
1. 10		0	0	0	0	0	43	44,6	5,77	6,4	0	0	100
2. 20		0	0	0	0	0	20,86	74,24	4,1	0,18	0,18	0	100
3. 30		0	0	0	0	0,3	40,13	50,33	6,57	0,87	0	0	100
4. 40		0	0	0	0	0	17,3	64,88	15,73	0	0	0	100
5. 50		0	0	0	0	0	35,45	46,65	11,7	5,8	0	0	100
6. 60		0	0	0	0	9,3	35,86	51,79	2,04	0,87	0	0	100
7. 70		0	0	0	0	9,6	36,79	51,47	2,1	0	0	0	100
8. 80		0	0	0	0,67	16,3	28,11	53,7	1,17	0	0	0	100
9. 90		0	0	0	1,2	12,89	21,28	41,11	21,65	1,8	0	0	100
10. 100		0	0	0	0	0	18,98	75,39	6,61	0	0	0	100
11. M.L.		0,1	4,87	7,9	20,83	27,04	23,27	13,4	2,49	0	0	0	100

TABELUL 5.12.

Distribuția statistică procentuală a nivelului de zgomot  
(curba de ponderare C) distanța de la sursa de zgomot

d = 30 m.

nr.	Nivelo de ert. V1t. bn/h	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5	92,5	97,5	102,5
	dB(A)												
10	10	0	0	0	0	3,37	71,13	16,33	9,15	0	0	0	100
20	20	0	0	0	0	3,44	70	24,3	0,4	0	0,27	0	100
30	30	0	0	0	0	4	73,79	15,11	3,20	0	0	0	100
40	40	0	0	0	0	1,48	42,98	50	4,44	0	0	0	100
50	50	0	0	0	0	2,34	45,48	40,80	0,19	2,9	0	0	100
60	60	0	0	0	1,66	23,54	43,77	28,11	0,87	0	0	0	100
70	70	0	0	0	5,7	8,5	71,99	11,43	0,6	0	0	0	100
80	80	0	0	0	7	20,77	38,17	30,91	2,7	0	0	0	100
90	90	0	0	0	6,3	14,14	28,77	38,36	9,7	0	0	0	100
100	100	0	0	0	0	0	11,92	66,4	14,51	5	0,8	0,7	100
11.	M.L.	0	1,38	10,64	25,84	25,11	14,81	11,63	6,36	1,56	1,15	0,9	100



rarea zgomotelor ,atunci cind traficul se desfășoară pe trasee curente sau în intersecții. Circulația pe trasee curente se caracterizează printr-o rulare continuă a autovehiculelor, fără schimbări bruște în ceea ce privește viteza acestora, dar cu opriri și porniri accidentale datorită condițiilor pe care le prezintă traseul curent. În cazul în care intensitatea traficului nu este prea mare și nu se apropie de capacitatea limită a tronsonului respectiv, atunci viteza autovehiculelor este aproximativ constantă și se găsește în limitele vitezelor admise de legea circulației.

În zona intersecțiilor, datorită necesităților de schimbarea direcției de mers, acordării de prioritate și asigurării traversării intersecției în condiții de deplină siguranță a circulației, autovehiculele sînt supuse la frînări bruște, accelerări instantanee și efectuarea de viraje cu rază foarte mică. Toate acestea, datorită sollicitării în extrem a motoarelor, a diferitelor ansambluri și subansambluri ale autovehiculelor, conduc la generarea de zgomote cu niveluri ridicate. Analiza acestor zgomote se prezintă astfel :

#### 5.2.1. Analiza zgomotului funcție de caracteristicile traficului

Datorită faptului că din suprafețele carosabile existente într-o localitate, circa 80 % o constituie traseele curente , cercetările efectuate au avut în vedere mai multe aspecte de cercetat decît în cazul intersecțiilor. Aceste aspecte se referă la stabilirea legăturilor ce s-au presupus că există între nivelul de zgomot și :

- viteza de deplasare a autovehiculelor ;
- distanța față de sursa de zgomot ;
- intensitatea traficului rutier .

Caracteristicile traficului rutier pentru măsurătorile ce s-au efectuat sînt prezentate în tabelul 5.13. Corespunzător acestei situații în tabele 5.1.....5.12. sînt redată rezultatele măsurătorilor nivelurilor de zgomot.

Din rezultatele obținute, reiese că nivelele de zgomot analizate, pentru toate frecvențele, prezintă o variație mică pentru diferitele trepte de viteză de ordinul 4-6 dB(A). Analizînd nivelurile de zgomot pentru benzii de frecvență în funcție de variațiile de viteză, acestea arată o scădere a presiunii medii,

odată cu creșterea frecvenței.

S-au efectuat cercetări pentru stabilirea modului în care variază nivelul presiunii sonore pentru diferite regimuri de viteză și funcție de  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ , precum și față de distanță. Cercetările sînt concretizate printr-un număr de 11 diagrame corespunzătoare regimurilor de viteză : 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 100 km/h precum și pentru media lor (a se vedea figurile 5.9.... 5.19).

Pentru fiecare regim de viteză și pentru fiecare  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  și  $L_{90}$  variația nivelului de zgomot s-a reprezentat grafic avînd în vedere măsurătorile de zgomot efectuate la distanțele de 7,5 ; 15; 22,5 și 30 metri.

Corespunzător datelor obținute prin măsurători directe cu sonometre amplasate la distanțele arătate mai sus, s-au putut determina, prin corelații statistice curba de variație a nivelului de zgomot funcție de distanță. Curbela luate în considerare sînt de tip parabolic avînd ecuația curbei de formă generală :

$$y = ax^2 + bx + c.$$

Rezultatele obținute permit să se tragă următoarele concluzii :

- variația nivelului de zgomot este de formă parabolică pentru  $L_{10}$ , pentru toate regimurile de viteză exceptînd regimul de viteză  $v = 100$  km/h, care prezintă o tendință de variație liniară. Este de presupus că această tendință de variație liniară pentru  $v = 100$  km/h, se datorează faptului că din eșantionul de autovehicule supus măsurătorilor o bună parte dintre vehicule n-au menținut în circulație regimul constant de viteză de 100 km/h ;

3 - variația nivelului de zgomot pentru  $L_{50}$  și  $L_{90}$ , prezintă o tendință de aplatizare a parabolei și apropierea de o dreaptă, pentru toate regimurile de viteză ;

- pentru  $L_{10}$  scăderea nivelului de zgomot funcție de distanță este mai pronunțată pentru intervalul de distanță pînă la 15 m. ;

- pentru  $L_{50}$  și  $L_{90}$  la distanțe mai mari de 15 metri, se obțin niveluri de zgomot mai mici de 70 dB(A), fapt ce indică că din punct de vedere al poluării sonore, construcțiile de la arterele intens circulate trebuie amplasate la distanțe mai mari de 15 metri față de axa benzii marginale.

TABEL 5.13.

CARACTERISTICILE TRAFICULUI HUTIER DIN TRASHUL CURENT  
DIN PE RIADA EFECTUĂRII MASURĂTORILOR DE ZGOMOT

Viteza teore- tică km/oră	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Circu- lație libe- ri
<b>Viteza medie în km/oră</b>											
deter- minată cu ra- dar	11,08	20,22	30,47	40,45	51,48	62,55	68,39	78,04	83,96	72,91	
<b>Intensitatea traficului - 2 benzi - sens Timișoara</b>											
veh. fiz/ oră	1920	1620	3120	2400	1860	1740	2520	1020	1860	1680	
veh. eta- lon/ oră	2400	2340	3930	3300	2340	2010	2970	1470	2280	2130	
coef. de c- chiv.	1,25	1,44	1,26	1,37	1,26	1,16	1,18	1,44	1,23	1,27	
<b>Intensitatea traficului - 2 benzi - sens Sag</b>											
veh. fiz/ oră	1080	1500	1140	2160	1500	1740	1980	1800	1560	2400	
veh. eta- lon/ oră	1440	2040	1410	2820	1890	2280	2340	2070	1920	2850	
coef. de c- chiv.	1,33	1,36	1,24	1,31	1,26	1,31	1,18	1,15	1,23	1,19	
<b>Intensitatea traficului - ambele sensuri</b>											
veh. fiz/ oră	3000	3120	4260	4560	3360	3480	4500	2820	3420	4080	
veh. etal/ oră	3840	4380	4340	6120	4230	4290	5310	3540	4200	4980	
coef. de c- chiv.	1,28	1,40	1,25	1,34	1,26	1,23	1,18	1,26	1,23	1,22	

### 5.2.2. Analiza nivelului global de zgomot exterior clădirilor exprimat în dB(A).

Prima problemă în măsuririle ce urmează a se întreprinde pentru reducerea poluării sonore constă în a alege valoarea limită admisibilă a nivelului de zgomot măsurat pe curba de ponderare (A) scara dB(A) ce nu trebuie depășit conform prescripțiilor STAS 10.009-75.

Având la bază recomandările acestui standard care se aplică pentru zonele urbane, s-au centralizat într-un tabel determinările experimentale făcute exterior clădirilor din apropierea străzilor. Cu ajutorul tabelului centralizator s-au întocmit diagrame pe care se pot vedea depășirile nivelului de zgomot în câteva puncte de măsurare.

Acestea se prezintă în anexa 1, figura 5.2e.

### 5.2.3. Analiza nivelului de zgomot exterior clădirilor în funcție de frecvență.

Reprezentarea variației nivelului de zgomot în funcție de frecvență, permite obținerea unor curbe de egal nivel de tărie numite și curbe de zgomot "Cs". Normele ISO precizează că pierderea auzului este preintimpinată dacă nivelul de presiune acustică a zgomotului excitator este inferior curbei Cs 85 în toată gama de frecvențe a domeniului audibil.

O serie de cercetări recente arată însă că zgomotul este nevătămător numai sub curba Cs 75, ca atare apare justificată alegerea acesteia ca și curbă limită sau cel puțin a curbei Cs 80 fiind măsurarea se face la 7,5 metri.

În țara noastră analiza nivelului de zgomot în funcție de frecvență, a stabilit nivelul admisibil al zgomotului, în exteriorul clădirilor în timpul zilei, curba limită Cs45 prin instrucțiunile nr.71e apărute în Buletinul oficial nr.154 din 21.12.1972, partea II, care consideră curba Cs 45, respectiv 50 dB(A) ca niveluri admisibile ale zgomotului în timpul zilei și Cs 35 respectiv 40 dB(A) în timpul nopții.

Determinările experimentale ale nivelului de zgomot precum și depășirile față de Cs 45 pentru măsurători efectuate în exteriorul locuințelor, lângă arterele rutiere investigate sînt redată în anexa 1, figura 5.21. Se observă că depășirile mari ale nivele-

lui de zgomot față de curba C<sub>z</sub> 45 apar pentru frecvențe cuprinse între 63 - 4000 Hz, mediile valorilor pentru punctele măsurate fiind cele cuprinse în tabelul 5.14.

TABELUL 5.14.

f Hz	21,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivelul admis al zgomotului în dB pentru C <sub>z</sub> 45	86	71	61,5	53,6	48,6	45	42,2	40	38,3
Nivelul zgomotului în punctele testate dB	76,5	73	69	64,6	66,6	63	61,7	58,5	47
Depășirile medii dB	-9,5	46	7,5	11,00	18,00	18	19,50	18,50	8,7

De asemenea se observă că depășirile față de C<sub>z</sub>45 sînt împărțite în două astfel : între 63-500 Hz, depășirile sînt caracteristice componentelor de zgomot generate de motoarele cu ardere internă iar între 500 -4000 Hz, depășirile de zgomot sînt generate de sistemul de rulare al autovehiculului.

**5.2.4. Analiza nivelului global de zgomot interior clădirilor exprimat în dB(A).**

Se consideră ca admisibile pentru nivelul de zgomot interior clădirilor, limitele corespunzătoare exteriorului clădirilor la care se aduce corecția de -20 dB(A), conform prescripțiilor L.S.O./R/1996-71.

Ținînd seama de aceasta și de măsurătorile făcute, s-a întocmit un tabel centralizator , în care sînt trecute depășirile nivelului de zgomot în apartamentele în care s-au făcut măsurători.

Se constată că și în interiorul apartamentelor nivelului de zgomot este ridicat, iar depășirile față de limitele admisibile sînt de asemenea mari (de exemplu apartamentele de pe Calea Săgului, Bd.Mihai Viteazul, Bd.L.Sălăjan, Bd.Republicii etc. din municipiul Timișoara).

### 5.2.5. Analiza nivelurilor de zgomot interior clădirilor în funcție de frecvență.

Limitele admisibile unităților funcționale sînt stabilite în STAS 6156-68 în 3 clase  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ . Fiecare clasă se caracterizează prin nivelele de zgomot admisibile, în diferite benzi de frecvențe.

Pentru a putea compara efectiv situația de zgomot măsurat în interiorul apartamentelor cu clasa  $C_1$  (curba  $C_3$  30) s-au întocmit diagrame de formă "curbe de zgomot" (spectru de zgomot) unde s-au trecut consecutiv două sau trei curbe de zgomot măsurate, conform STAS 6161/1-70, din camerele studiate, care s-au comparat cu  $C_3$  30.

S-a constatat că depășirile mari ale nivelului de zgomot față de curba  $C_3$  30, apar pentru frecvențe 16-63 și 63-500 Hz, valori ale componentelor care sînt caracteristice funcționării motorilor cu ardere internă de pe autovehicule.

### 5.2.6.-Analiza caracteristicii probabilistic-informațional al zgomotului rezultat din trafic.

Aprecierea efectului supărător al zgomotului strădal se face pe baza indicilor menționați la paragraful 3.2. și avînd ca referință limitele admisibile cuprinse în STAS 10.009-75. Acești indici s-au calculat și tabelat alături de indicatorii de trafic pentru fiecare punct de măsurare în parte.

În punctele investigate s-au calculat indicatorii:  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ ,  $L_{ech}$ , indicii T.N.I., indicii L.N.P., climatul de zgomot "C". Se prezintă mai jos un exemplu, cu valorile calculate în punctul "Piața Traian" din municipiul Timișoara :

- indicii  $L_{10} = 93$  dB(A) ; indicii  $L_{50} = 80$  dB(A) ;
- indicii  $L_{90} = 73$  dB(A) ; indicii  $L_{ech} = 79,6$  dB(A) ;
- indicii de zgomot T.N.I. = 123 ;
- nivelul de poluare sonoră L.N.P. = 96
- climatul de zgomot c = 20

De asemenea se redă mai jos distribuția de valori, calculată pentru o zonă din municipiul Timișoara formată din str. Stefan cel Mare, intersecția Piața Traian, strada Dacilor și intersecția Bădca Cîrțan (8 puncte de măsurare), fig.5.21a din anexa 1;

- indicii  $L_{10}$  este cuprins între 75-95 dB(A), cu excepția punctului 7 (Piața Traian) unde are valoarea 99 dB(A) ;



- indicele  $L_{70}$  este cuprins între valorile 68-78 dB(A) cu excepția punctului 7 (Piața Traian) care are 80 dB(A) și a punctului 8 (Piața Badea Cârțan) care are 78 dB(A) ;

- indicele  $L_{90}$  este cuprins între 63-70 dB(A) cu excepția punctului 7 (Piața Traian) care are 73 dB(A) și a punctului 8 (Piața Badea Cârțan) care are 70 dB(A) ;

- indicele  $L_{ech}$  este cuprins între valorile 71 -81 dB(A) ;

- indicele T.N.L. are fluctuații mari de la valoarea minimă 92 dB(A) la valorile maxime de 123 (punctul 7 din Piața Traian) ;

- indicele L.N.P. este cuprins între 89-100, cu excepția punctului 7 din Piața Traian, care are valoarea 107 ;

Valorile medii pentru această zonă sînt :  $L_{70}$  medie = 85 dB(A) ,  $L_{90}$  medie = 73 dB(A),  $L_{90}$  medie = 66 dB(A),  $L_{ech}$  medie = 77 dB(A),

T.N.L. medie = 105 ; L.N.P. medie = 96.

Punctul din Piața Traian constituie o excepție, prin aceea că valorile  $L_{70}$ , T.N.L. și L.N.P. sînt foarte ridicate. Causa valorilor foarte ridicate a indicilor  $L_{70}$ , T.N.L. și L.N.P. e constituită circulația intensă a autovehiculelor grele (pedul Muncii în reconstrucție), circulația tramvaielor tip vechi, ambalarea motoarelor la intersecții în zona semafoarelor, etc.

Valorile de mai sus au fost comparate cu limitele admisibile, prevăzute în STAS 10.009-73 fiind depășite în medie cu 22 dB(A), iar limita prevăzută în normativul elaborat de Administrația federală a zecilor S.U.A. este depășită în medie cu 15 dB(A). ( $L_{70}$  admis exterior este de 70 dB(A) pentru zonele de locuit).

Cu valorile corespunzătoare obținute pentru depășirile limitelor admisibile pentru fiecare punct de măsurare și zonă din municipiul Timișoara, nu se poate întocmi o hartă a poluării sonore, deoarece diferențele mici între aceste valori și numărul mare al lor nu permit o reprezentare grafică corespunzătoare.

Pentru evidențierea zonelor poluate dintr-o zonă urbană s-a procedat la întocmirea unei hărți acustice după metoda descrisă în paragraful 5.1 ( variația nivelelor de zgomot,



funcție de distanță și intensitatea traficului. Aceste valori, au fost comparate cu valorile limită admisibile prevăzute de STAS 10.009-75. O astfel de hartă întocmită pentru municipiul Timișoara este prevăzută în anexa 1, fig. 5.22, pentru diferite prognoze de trafic din zonele studiate.

### 5.3. Rezultatele obținute prin prelucrări matematice-statistice ale măsurătorilor de zgomot

#### 5.3.1. Indicatori statistici

Prelucrarea datelor obținute din măsurători a fost făcută cu ajutorul calculatorului electronic.

Pentru opt frecvențe caracteristice și anume : 16 ; 31,5 ; 63 ; 125 ; 500 ; 1000 și 2000 Hz a fost efectuată o verificare prin testul  $X^2$  pentru a se stabili dacă repartițiile valorilor presiunii sonore măsurate sînt repartiții normale. Rezultatele obținute indică că, nici-una din cele opt repartiții nu este o repartiție normală. Acest lucru se explică prin faptul că majoritatea valorilor se grupează în câteva grupe de frecvențe sensibil egale ca număr, atât pentru valorile din jurul mediei cit și pentru extreme.

Cele mai multe valori sînt cele ce se grupează în jurul mediei, fapt ce permite ca, pentru fiecare frecvență din cele opt ale presiunii sonore, să poată fi luată în discuție media valorilor ca valoare semnificativă a întregii game de valori.

În tabelul 5.15. se prezintă principalii indicatori statistici ce caracterizează nivelul presiunii sonore, exprimat în dB, corespunzător celor opt frecvențe, exprimate în Hz.

TABEL 5.15.

#### INDICATORI STATISTICI OBTINUTI DIN MASURATORILE DE ZGOMOT PENTRU NIVELUL PRESIUNII SONORE IN DB

Indicatorul	F r e c v e n t a    i n    H z							
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000
Media aritmetică	63,05	69,65	76,21	71,92	67,69	66,60	69,98	67,94
Abaterea medie pătratică	7,02	6,57	4,65	5,12	4,41	3,92	3,84	6,14
Coeficientul de variație	0,111	0,094	0,061	0,071	0,065	0,059	0,056	0,090
Nr. datelor prelucrate	1009	1002	998	1000	991	987	996	891

Indicatorul	F r e c v e n t a    i n    H z							
	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000
Numărul datelor eliminate	0	0	1	0	0	0	2	0
Mediana	62,5	67,5	77,5	72,5	67,5	67,5	67,5	67,5
Modul	-	-	-	72,7	67,87	67,11	-	64,51
Element minim	47,5	52,5	62,5	62,5	57,5	57,5	57,5	52,5
Element maxim	92,5	87,5	92,5	97,5	82,5	82,5	77,5	82,5

Repartițiile care nu au trecut o valoare pentru mod, nu sînt modale.

Din analiza acestor indicatori rezultă că media aritmetică a nivelului presiunii sonore variază între 63,05 dB pentru frecvența de 16 Hz și 76,21 dB pentru frecvența de 63 Hz.

Tot din analiza datelor prezentate în tabelul 5.15 rezultă că abaterile medii pătratice variază între 7,02 pentru frecvența de 16 Hz și 3,84 pentru frecvența de 1000 Hz, iar coeficienții de variație 0,111 și 0,056.

În ceea ce privește mediana, valorile obținute variază între 62,5 și 77,5, cele mai multe valori obținute fiind însă de 67,5.

Calcululele statistice efectuate au avut scop și verificarea faptului dacă repartițiile de frecvențe sînt modale sau nu, adică dacă prezintă un singur maxim sau mai multe. Rezultatele prelucrărilor au arătat că jumătate din repartiții sînt modale.

### 5.3.2. Calcululele de corelație statistică

Studierea legăturilor între nivelele de zgomot măsurate și frecvența acestora a fost efectuată prin metoda corelațiilor statistice, rezultatele obținute fiind prezentate la paragraful 3.4.1. unde s-au dat câteva exemple privind stabilirea influențelor prin metoda corelațiilor.

De asemenea nivelele de zgomot fiind dependente de caracteristicile traficului rutier, legătura între acestea a fost pusă în evidență prin relație rezultate din corelații statistice, relații care au fost prezentate la paragraful 3.1. și 3.2.

#### 5.4. Rezultatele cercetărilor privind prezența infrasunetelor în cabinile mijloacelor de transport personale și mărfuri

Evidența faptului că zgomotele de joasă frecvență cauză să deranjamente mari provine din studiile întreprinse asupra a trei surse diferite :

- transporturi ;
- mediu industrial ;
- mediu casnic, datorită vecinătății cu zona industrială.

Experimentările efectuate de autor au urmărit punerea în evidență a nivelelor de infrasunete și prin aceasta a deranjamentelor provocate de acestea în diferite tipuri de autovehicule.

Efectele provocate de prezența infrasunetelor au fost puse în evidență și în condiții de laborator în camera barietă și prin aceasta s-a căutat să se demonstreze că infrasunetele au un efect nefavorabil asupra performanțelor conducătorului auto, bineînțeles neputând neglija și ceilalți factori cum ar fi zgomotul, mișcarea, căldura, oboseala.

Datele prezentate în acest capitol, dintr-o varietate mare de situații experimentale fac dovada faptului că deranjamentele provocate de zgomotul de joasă frecvență sînt considerabil mai mari decît cele provocate de zgomotul audibil.

Zgomotul infrasunetelor într-un automobil Dacia 1300 la viteza de 60 km/h cu fereastra din față deschisă le este prezentat în fig. 5.23. Turbulența contribuie la ridicarea nivelelor de joasă frecvență. Cînd fereastra din spate este deschisă apare un vîrf la 18 Hz rezultînd dintr-o rezonanță existentă în interiorul automobilului.

Zgomotul de joasă frecvență generat de turbulența vîntului este prezentat în fig. 5.24 turbulență care este analizată statistic pen-

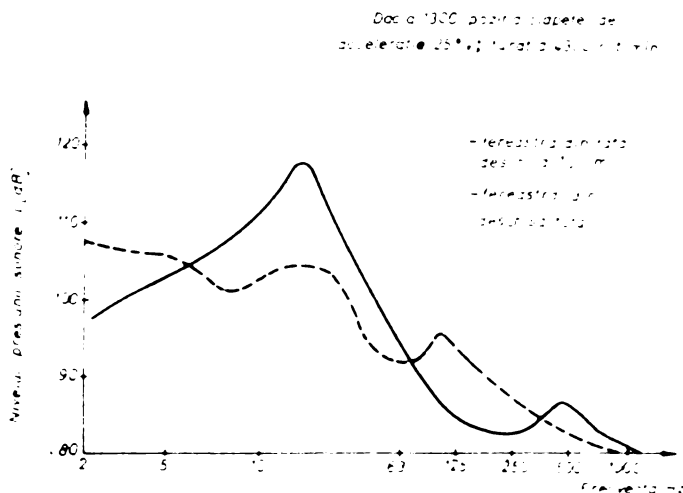


Fig 5.23 Spectrul de zgomot audibil și neaudibil în interiorul autoturismului Dacia 1300

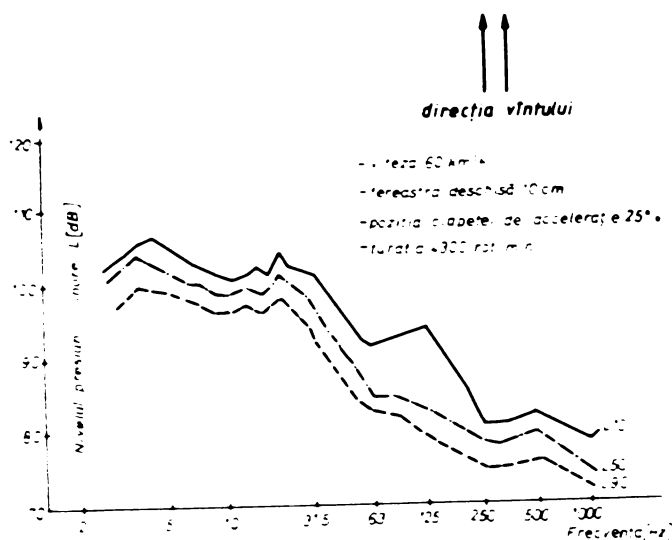


Fig. 5.24 Analiza statistică a zgomotului din interiorul autoturismului Dacia 1300

obținut în condițiile variațiilor periodice ale aerului, în interiorul unui autoturism Dacia 1300.

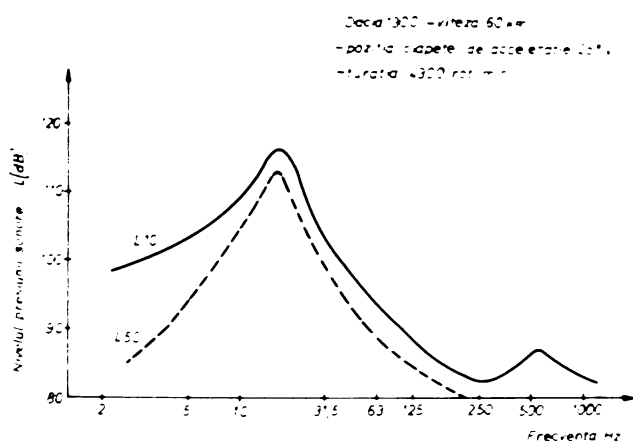


Fig. 5.25 Analiza statistică a zgomotului audibil și neaudibil în interiorul

a fost de 60 km/h. Se poate constata că în domeniul sonor nivelele sunt mult sub 90 dB, înregistrându-se un vîrf la 510 Hz.

Concluziile care se desprind din experimentările făcute în același automobil în condițiile producerii variațiilor periodice de aer sînt următoarele :

- nivelele presiunii sonore în domeniul infra sonor sînt deosebit de ridicate, ajungînd pînă la 118 dB ;

- vîrfurile ascuțite în spectrul presiunii sonore sugerează de fapt forma ascuțită a factorului de calitate "Q" a interiorului vehiculului ;

- comportarea este aceea a unui sistem cu stabilitate slabă în frecvență, întrucît frecvența maximă a energiei variază cu viteza vehiculului (fig.5.26).

tr: interiorul unui autoturism Dacia 1300.

Spectrul prezentat în fig.5.24 a fost determinat pentru o viteză a automobilului de 60 km/h, iar fereastra din față este deschisă la ea.

În figura 5.25 se prezintă spectrul nivelului presiunii sonore

Din această figură se observă că nivelul maxim obținut în condițiile enunțate mai sus este de aproximativ 116 dB. Frecvența la care apare acest vîrf este una singură și anume 10 Hz. Viteza automobilului pentru care s-a determinat acest spectru

In același timp se poate constata că nivelele maxime sînt și funcție de viteză, crescînd cu aceasta.

Studiile făcute pe diferite tipuri de autovehicule în domeniul de frecvență 2-1000 Hz și într-un domeniu de viteze între 40 km/h și 100 km/h la autoturisme și între 20 km/h și 70 km/h la autocamioane, au urmărit stabilirea nivelelor infrasonore la care sînt supuși pasagerii și conducătorii de autovehicule.

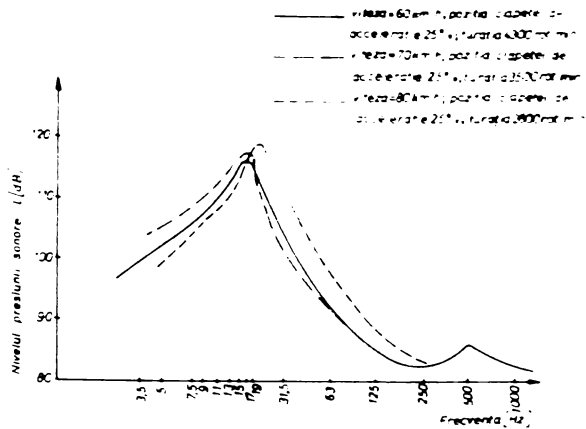


Fig. 5.26 Analiza spectrală a zgomotului din domeniul auzibil și neauzibil în interiorul autoturismului Dacia 1300 pentru diferite viteze de circulație

În fig. 5.27., 5.28., 5.29 se prezintă spectrele nivelelor sonore în banda de 2-1000 Hz, obținut în autoturismul Dacia 1300 la 4 viteze diferite.

În cazul variațiilor de bandă largă se constată apariția în spectru doar a unor virfuri mici. De asemenea se evidențiază o departajare a nivelelor, în funcție de vitezele automobilului. Nivelele maxime care se înregistrează sînt la 100 km/h de aproximativ 112,5 dB. În domeniul sonor sînt sub 90 dB.

Toate aceste spectre au fost obținute în condițiile geometrice din față deschis la cm.

Față de variația periodică a aerului, în cazul variației în bandă largă, nivelele sînt mult mai scăzute, cu aproximativ 10 dB (în aceeași viteză).

Variabilele care au fost găsite că au influențat în mod sistematic asupra nivelului infrasonor sînt :

- viteza vehiculului;
- tipul vehiculului ;
- distanța deschiderii ferestrelor.

În fig. 5.30., 5.31 și 5.32 sînt reprezentate spectrele nivelelor presiu-

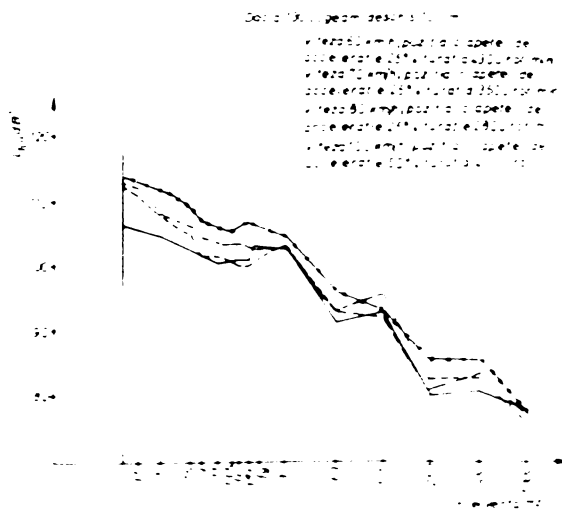


Fig. 5.27 Nivelul L10 obținut în autoturismul Dacia 1300 cu geam deschis

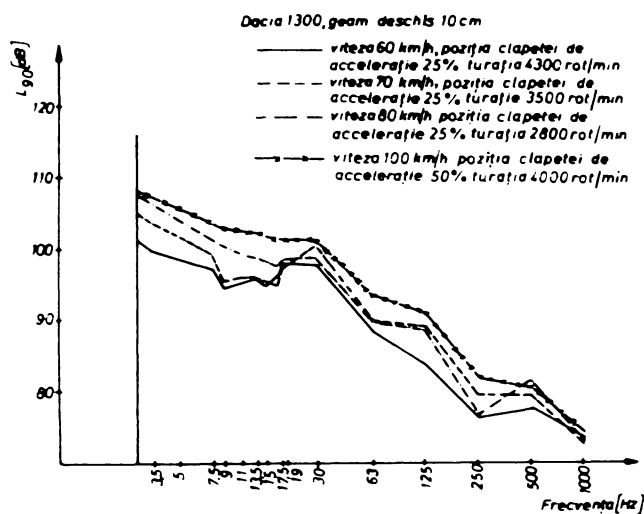


Fig. 5.28 Nivelul L90 obținut în interiorul autoturismului Dacia 1300 cu geam deschis

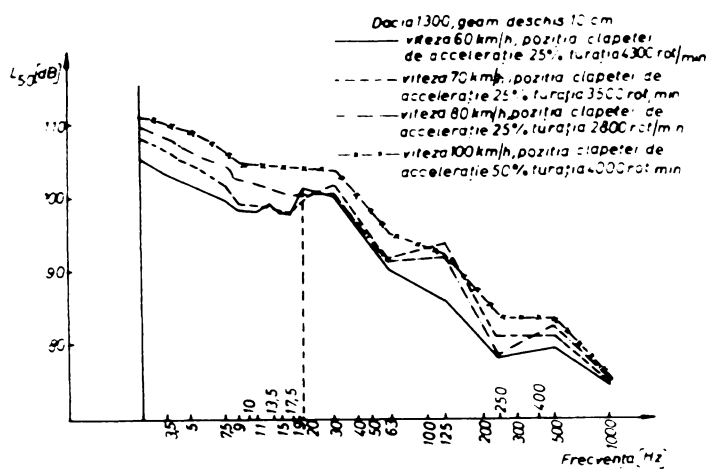


Fig. 5.29 Nivelul L50 obținut în interiorul autoturismului Dacia 1300 cu geam deschis

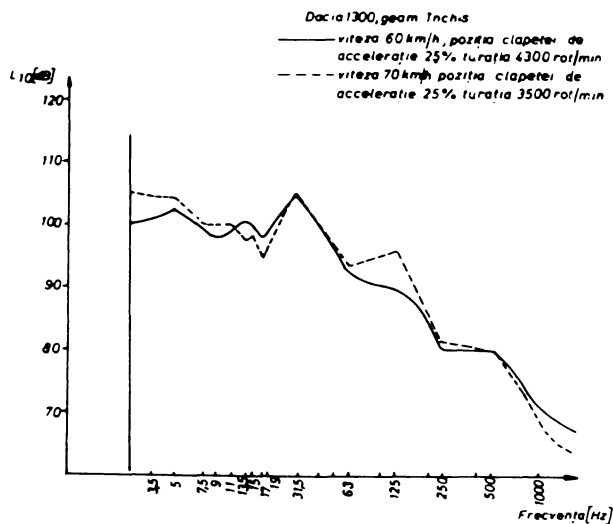


Fig. 5.30 Nivelul L10 obținut în interiorul autoturismului Dacia 1300 cu geam închis

nii agonețului înregistrate în interiorul unui autoturism Dacia 1300 la diferite viteze în condițiile geamurilor închise.

Se remarcă aspectul de bandă largă al spectrului cu un vîrf de 105 dB la frecvența de 31,5 dB.

În domeniul sîmîr nivelele sînt mult sub 85 dB.

În fig. 5.33 se reprezintă comparativ spectrele obținute într-un autoturism Dacia 1300, în condițiile ferestrei din față deschisă și închisă. Dacă în domeniul infrasonic deosebirea este clară, diferențele fiind de pînă la 8 dB, la frecvența de 31,5 Hz, în domeniul sîmîr cele două curbe se intersectează.

În concluzie, se poate arăta privitor la acest aspect al experimentărilor că deschiderea ferestrei (însemnățiile în care nu se prîc două variații periodice), duce la o creștere a nivelului infrasonic.

O altă variabilă care influențează asupra nivelelor infrasonice, după cum s-a menționat, este tipul vehiculului.



In fig.5.34, 5.35

sint reprezentate spectrele nivelelor de zgomot obtinute in cabina unui autocamion Carpați, in condițiile ferestrei inchise și respectiv deschise 15 cm.

Nivelele obtinute sint funcție de viteză, fiind maxim la 70 km/h (116 dB). Se constată de asemenea in spectru un vîrf la frecvența de 15 Hz.

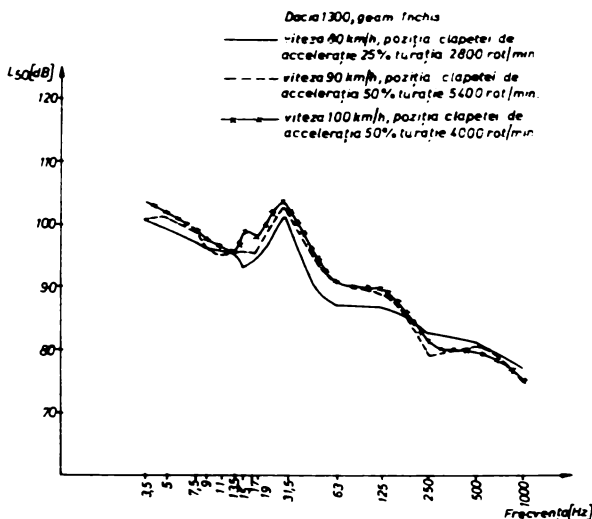


Fig. 5.31 Nivelul L50 obtinut in interiorul autoturismului Dacia 1300 cu geam inchis

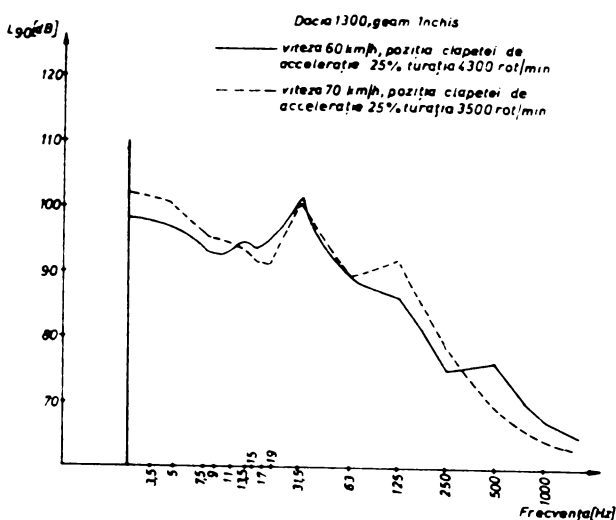


Fig. 5.32 Nivelul L90 obtinut in interiorul autoturismului Dacia 1300 cu geam inchis

In domeniul sonei nivelele scad progresiv cu creșterea frecvenței, însă se inregistrează un vîrf de 97 dB la frecvența de 500 Hz.

In fig.5.36 și 5.37 se dau comparativ spectrele nivelelor de zgomot la două viteze, 30 și 50 km/h.

Se poate face remarca, că in cazul autocamionului Carpați unde izola-

ția față de exterior este mai slabă, curbele spectrale corespunzătoare celor două condiții, sint apropiate. De asemenea, in cazul autocamionului, datorită aceleiași slabe izolații fonice, zgomotul motorului contribuie in mai mare măsură la nivelele măsurate in cabină, lucru ușor observabil la frecvența între 63 și

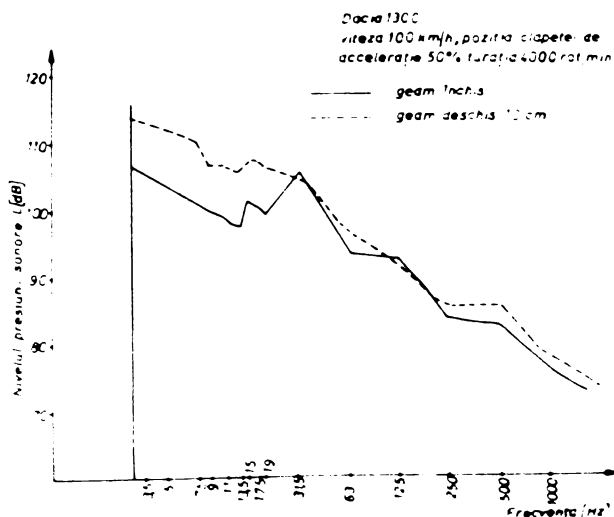


Fig. 5.33 Spectrul zgomotului din domeniul audibil și neaudibil in interiorul autoturismului Dacia 1300



4000 Hz, unde nivelele se mențin între 85 și 90 dB.

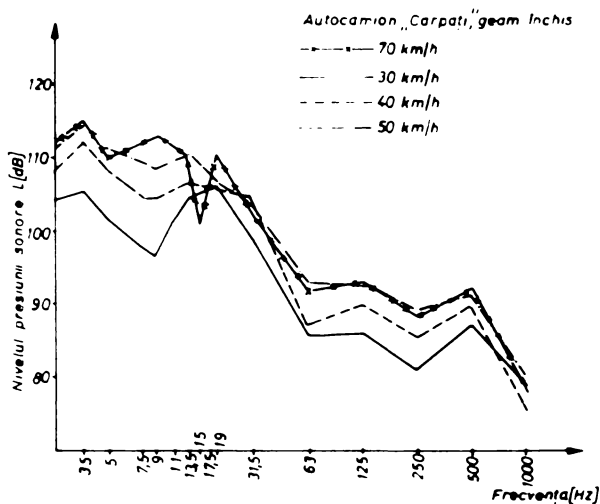


Fig. 5.34 Spectrul infrasonor și sonor în interiorul cabinei la autocamionul „Carpați” cu geam închis

Comparând rezultatele obținute în cazul celor două tipuri de vehicule experimentate se poate trage concluzia că, diferența între nivele este de 5 dB, iar rata de creștere a nivelelor cu viteza este de 15 dB la 10 km/h.

Testele efectuate în continuare au căutat să investigheze contribuția

zgomotului motorului și a zgomotului datorat înbricării rutiere la nivelul global al infrasunetelor. Pentru aceasta s-au măsurat nivelele a două situații :

- cu mașina mergând cu motorul pornit ;
- cu mașina mergând în pantă cu motorul oprit.

Din analiza spectrelor obținute se constată o ușoară scădere în domeniul 63-1000 Hz, în condițiile coborârii, dar neinfluențând practic domeniul infrasonor.

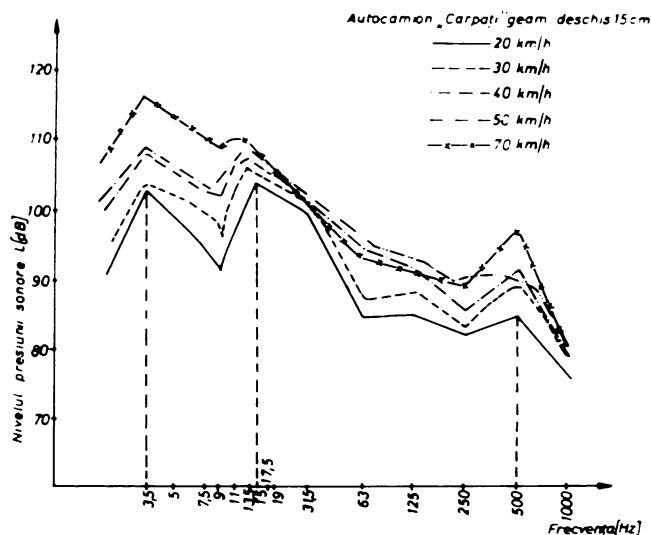


Fig. 5.35 Spectrul infrasonor și sonor în interiorul autocamionului „Carpați” cu geam deschis 15 cm.

Experimentările au fost făcute cu un autocamion Basia 1300 la viteza de 40 km/h (fig.5.38.a.)

Se poate trage concluzia că zgomotul motorului nu contribuie în banda infrasonică la viteze normale ale vehiculului.

Efectele înbricării rutiere au fost sta-

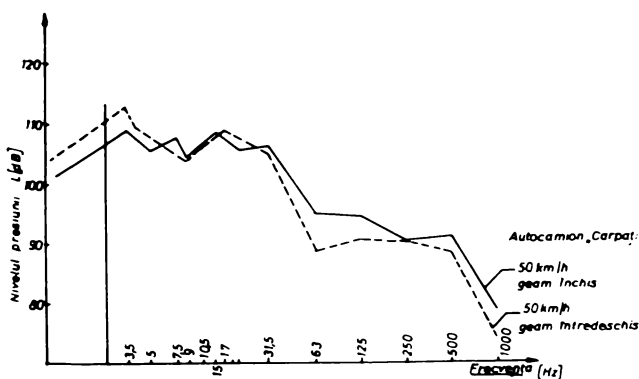


Fig.5.36 Spectrul zgomotului din domeniu audibil și neaudibil în interiorul autocamionului „Carpați” pentru aceeași viteză cu geam închis și geam deschis

diate prin examinarea schimbării în nivelele de zgomot, când vehiculul parcurge diferite suprafețe.

În fig.5.38.b se reprezintă spectral obținut într-un autoturism Dacia 1300 pe un drum pavat. Se observă apariția unui vîrf la frecvența de 6 Hz.

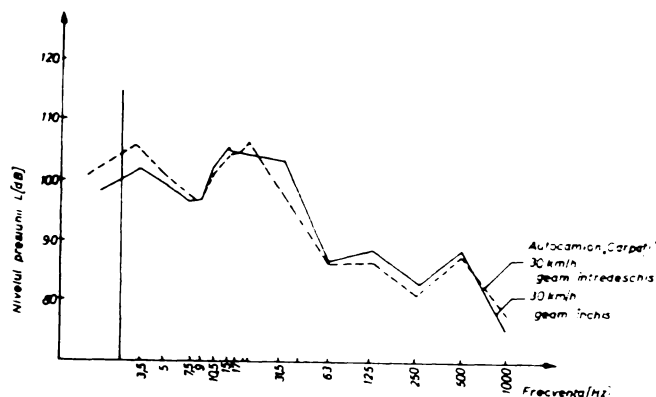


Fig. 5.37 Spectrul zgomotului din domeniul audibil și neaudibil în interiorul autocamionului „Carpați” pentru aceeași viteză cu geam închis și geam deschis

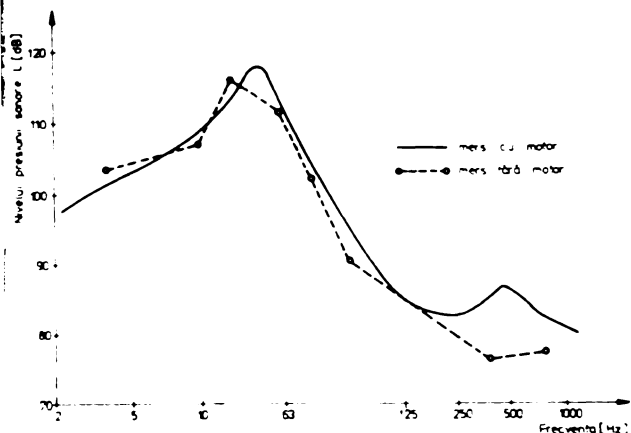


Fig. 5.38a. Spectrul de zgomot audibil și neaudibil în interiorul autoturismului Dacia 1300 cu motorul în funcțiune și fără motor (în pantă).

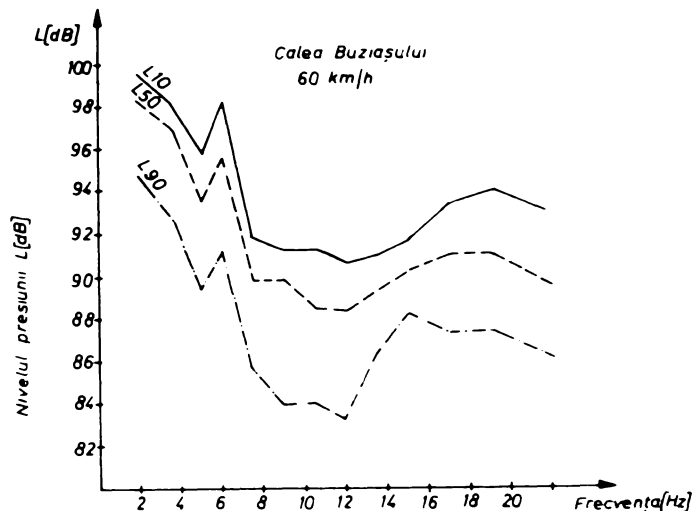


Fig. 5.38b Analiza statistică a zgomotului din domeniul audibil în interiorul autoturismului Dacia 1300 pe un drum cu îmbrăcămintea din pavele.

În fig.5.39 se reprezintă spectral obținut în același autoturism, mergînd pe un drum județean. Se constată o deplasare a vîrfurilor spre frecvența de 14 Hz, nivelul fiind de 99 dB.

În concluzie se poate spune că investigațiile făcute au avut drept scop scoaterea în evidență a surselor posibile de zgomot în domeniul neaudibil (infrasunete) :

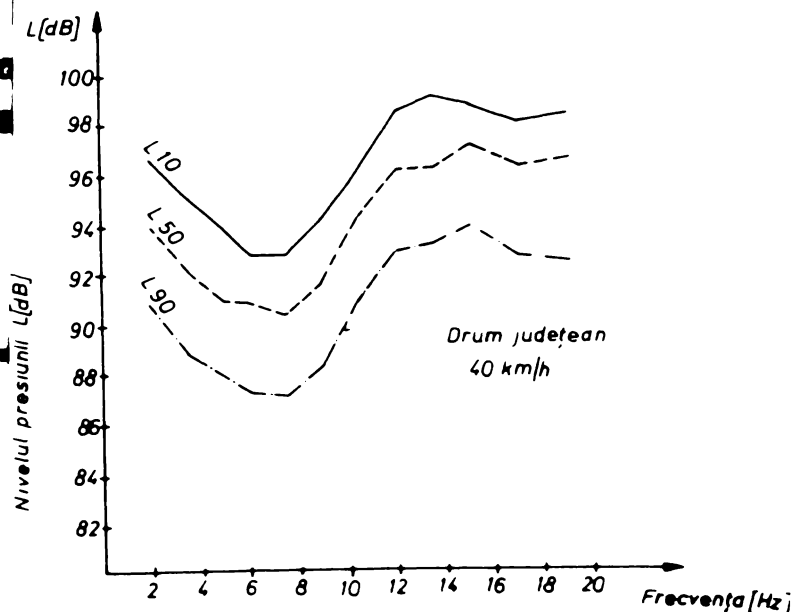


Fig. 5.39

lar în mișcare :

- generate aerodinamice datorită mișcării autovehiculului în aer.

### 5.5. Interpretarea rezultatelor cercetărilor din camera hărică, consacrate prin esența infrasonetelor asupra stării funcționale organismului

Mașinile și uneltele generatoare de agunete în domeniul sonor și infrasonor sînt numeroase, dintre care mijloacele de circulație rutieră le revine un loc aparte. Sub acțiunea agunetelor produse de acestea apar o serie de modificări funcționale care pot genera multiple perturbații cu manifestări ce se încadrează în tabloul clinic al bolii. Simptomatologia clinică a acestei afecțiuni este foarte complexă și polimorfă, ca urmare a tulburărilor provocate la nivelul sistemului nervos, aparatului cardiovascular și respirator, sistemul osteo-articular și muscular, precum și a diverselor organe de simț - în mod deosebit acustico-vestibular. Posibil ca acest polimorf să fie datorat spectrului larg frecvențial, începînd cu infrasunete și terminînd cu ultrasunete.

#### 5.5.1. Infrasonetele cauze de oboseală, neurotonie, pierdere și pierderea vigilenței în camera accidentelor din trafic

Pe lângă acțiunea specifică electivă pentru fiecare bandă: frecvențială, vibrațiile în general prîduc perturbații neurovegetative îngrijabile în sindromul clinic de oboseală.

Oboseala, ca reacție biologică a întregului organism în fața solicitării are două caractere distincte : unul de uzură, de solicitare, și unul de refacere, de restituție, raportul dintre cele două aspecte definește stadiul oboselii.

Definierea fenomenului de oboseală și a stadiilor sale ca o dezechilibrare a mijloacelor de cercelare a subansamblelor în organismul solicitat, comportă dificultăți considerabile. Cert este însă că oboseala apare ca o stare transitorie instalată în fața unei solicitări deosebite.

Desigur că mijloacele de circulație rutieră induc o solicitare multivalentă și complexă : efort fizic, stress psihic, la care se adaugă în anumite condiții vicierea aerului prin

gazele de echipament și pe lângă aceasta stress-ul vibrator ce se sumează pentru spectrul audibil cu cel psihic și cu acțiune specială pentru spectrul infra-și ultrasonic. Toată această gamă de sollicitări induce : subiectiv, senzații penibile cu variații individuale, obiectiv, în general, diminuarea randamentului funcțional și obiectiv, în particular, alterări concrete provocate de sollicitări.

În general este greu de dat o definiție a oboselii. Este vorba de o stare a organismului care rezultă de pe urma sollicitării și este caracterizată prin fenomene subiective ce dau organismului o senzație de reducere a potențialului funcțional, și fenomene obiective ce se manifestă prin diminuarea potențialului de efort și prin scăderea capacității de realizare a unui randament adecvat fizic și intelectual.

Studiul oboselii este dificil prin vastitatea și complexitatea problemelor pe care le ridică. Deosebim fenomene complexe locale și generale, dependente de coordonarea deciziilor locale și mai ales sub cea a deciziilor generale, cu punct de plecare nervos central și în particular cortical.

Astăzi, când cotidianul și activitatea practică sollicită intens și continuu sistemul nervos central, și în special scoarța cerebrală, capacitatea adaptativă optimală a deciziilor coordonate este depășită la ea de fluxul informațional incident, fără, ca această stare să se exteriorizeze întotdeauna printr-o diminuare a activității. Causa, pare să fie, depășirea mecanismelor de întreținere la nivel optimal a stării metabolice-funcționale nervoase, în fața pretențiilor, ridicate de prelucrare a informațiilor incidente. În mod obișnuit, organismul, prin receptorii săi, primește informații în valoare de  $10^9$  biți/s, ansamblul receptorilor trimite către sistemul nervos central un flux de informații de ordinul  $10^7$  biți/s, iar fluxul informațiilor care străbate conștiința umană este de 16 biți/s. Suprasollicitarea induce o disfuncție generală ce atinge în primul rând sistemele reglatoare, având drept consecință obosela nervoasă ce se manifestă în primul rând prin perturbarea deciziilor coordonate.

Zgomotul neaudibil acționează asupra imensului cimp receptor al organismului, induce o suprasollicitare informațională pe fondul sollicitării comune, la care se adaugă acțiunea iritantă neuro-vegetativă și perturbarea aparatului acustico-vestibular, fiecare în parte grăbind instalarea și amplificarea oboselii.

Tehnica industrială în continuă dezvoltare și mai ales siguranța circulației impun aprofundarea cunoașterii oboselii nervoase, obligă la aprecierea și cunoașterea gradului de afectare a capacității funcționale a organismului în cursul solicitării, spre a se preveni sau amâna instalarea aspectelor nedorite.

### 5.5.2. Obosela nervoasă și electroencefalografia.

Componenta coordonatoare, adică mecanismele de reglare a organismului asigură unitatea organismului în procesul continuu de adaptare la variatele condiții de solicitare din mediul înconjurător. În orice moment organismul, și în ultima instanță toate celulele sale, au activitatea pe care în acel moment o cere condiția de mediu, pe fondul unei anumite stări interne. În fiecare moment, prin punerea în funcțiune a mecanismelor reglatoare, activitatea tuturor părților componente ale organismului este modelată pentru a corespunde condiției de mediu. În ansamblul mecanismelor reglatoare, sistemul nervos își revine rolul principal, prin legăturile pe care le face între mediul extern, mediul intern și părțile heterogene din care este alcătuit organismul. Acest rol central al sistemului nervos face ca în ansamblul organismului să existe o interdependență esențială, interdependența dintre sistemul nervos central și restul organismului. Sistemul nervos poate modifica activitatea întregului organism și, la rândul său, sistemul nervos suportă efectul propriei sale activități, precum și al activității tuturor subansamblurilor sale. Activitatea nervoasă se realizează ierarhizat pe trei nivele funcționale majore: funcția reflexă elementară, funcția integrativă subcorticală și funcția integrativă corticală. La baza proceselor nervoase stă activitatea informațională a sistemului reglator, rețea de neuroni cu tipare informaționale stereotipe și cu proprietate de instruire. Activitatea nervoasă elementară se realizează pe baza reflexelor condiționate, iar activitatea nervoasă superioară este reprezentată de reacții comportamentale legate de relația organismului cu mediul. Activitatea nervoasă superioară se realizează cu participarea necortexului cerebral și a formațiunilor adiacente subcorticale. Obosela nervoasă, perturbând elaborarea și desfășurarea deciziilor coordonatoare, nu este altceva decât perturbarea activității reflexe în general și a reacțiilor comportamentale în special. Din aceste considerente se impune urmărirea acțiunii infrasunetelor asupra funcțiilor nervoase, răsunetul

acestora asupra dinamicii corticale evidențiată electroencefalografic.

Electroencefalografia (EEG) este metoda de culegere și înregistrare a bio-curenților cerebrali la nivelul scalpului. Activitatea bioelectrică cerebrală, obiectivată sub formă de ritmuri EEG, pe lângă valoarea lor diagnostică în afecțiunile creierului, permite aprecierea stării fiziologice de atenție, și ebescală, de veghe și somn etc.

Examenul EEG este extrem de ușor de efectuat, se face într-un interval de timp relativ scurt, nu produce nici un fel de senzație neplăcută persoanei examinate și nu are practic nici un fel de contraindicații.

Diferențele de potențial generate de neuroni cerebrali sînt extrem de mici. Undele care se înregistrează la subiecți normali depășesc rareori 100  $\mu$ V. Variațiile de potențial fiind așa de mici, pentru înregistrarea lor sub formă unor unde, ușor de citit și de interpretat, necesită amplificarea lor prin intermediul unor amplificatori electronici. În conexiune cu canalele de amplificare sînt inscripționarii, electromagneții care pun în mișcare penițele pentru a înscrie pe hirtie undele reprezentînd evenimentele bio-electrice.

Traseul EEG este constituit dintr-o succesiune de unde cu aspect diferit. Fiecare undă, ca element grafic distinct, reflectă un anumit fenomen bioelectric și trebuie analizată prin prisma parametrilor frecvenți, amplitudine, durată și formă.

Frecvența sau ritmul este criteriul fundamental, definește periodicitatea cu care survine unul și același element grafic pe secundă : unda alfa, 8- 12 Hz; beta, 13-25 Hz; theta - 4-7 Hz și delta, 0,5 - 3 Hz.

Amplitudinea reprezintă voltajul undelor calculat în  $\mu$ V, în comparație cu etalonajul.

Durata undei se calculează în milisekunde.

Forma undelor poate fi : monofazică, bifazică, polifazică, patratoică, virf, vir -undă, monoceră, polimeră, etc.

Undele alfa se întîlnesc predominant în regiunea occipitală, se înregistrează în stare de veghe, în condiții de repaus psihosensorial. Orice excitație, și în primul rînd excitațiile luminoase, precum și activitatea psihosensorială, produce o dispariție a ritmului alfa, cunoscută sub denumirea de reacție de oprire.



Undele beta se constată cu maximum de incidență la nivelul regiunii frontale și temporale, iar în timpul reacției de oprire se substituie ritmului alfa din regiunea occipitală.

Undele theta, la adult în stare de veghe, se înregistrează sub formă unor unde izolate pe toate derivațiile. Incidența crește proporțional cu profunzimea somnului, mai puțin în perioada de somnolență - adormire, multe în somnul superficial.

Undele delta la adultul sănătos se întâlnesc numai în somn, mai puțin în somnul ușor și mai multe în somnul profund.

În oboselă se constată modificări ale dinamicii corticale traduse prin schimbări ale reflexelor condiționate și ale traseelor EEG. Substratul funcțional al acestora sînt fenomenele de epuizare, tulburări ale inhibiției interne. Propriu-zis nu este vorba de fenomene corticale pure ci de un dezechilibru al funcțiilor de reglare cortico-subcortice, un rol deosebit revinînd formațiunii reticulare, rețea intermediară între etajele nervoase superioare și inferioare. Trebuie de precizat că între oboselă și inhibiție de protecție nu se pune semnul egalității; cu toate acestea în mecanismul oboselii un anumit rol revine și inhibiției corticale.

Cercetările electroencefalografice la oameni supuși solicitărilor de diferite tipuri și intensități, au evidențiat oprirea undelor alfa, sau dispariția ritmului alfa, iar odată cu instalarea oboselii creșterea amplitudinii ritmului alfa, creșterea indicelui alfa și difuziunea acestui ritm în regiunea frontală cit și creșterea incidenței undelor lente.

Solicitările complexe, la care se adaugă factori pentru care organismul nu dispune de mecanisme de adaptare consolidate filogenetic, cum ar fi și infrasunetele, imprimă aspecte particulare oboselii.

Cercetările electroencefalografice ale lui Fr. Schneider și C. Urseniu, la sunătorii supuși acțiunii vibrațiilor au evidențiat însușirea ritmului vibrator.

### 5.5.3. Cercetările electroencefalografice ale subiecților supuși la infrasunete

Cercetările s-au efectuat pe 5 subiecți sănătoși ce s-au oferit voluntar pentru a se supuse acțiunii infrasunetelor generate de variațiile de presiune într-o cameră bariică.



Investigațiile s-au efectuat la un electroencefalograf "Galileo" înregistrându-se :

- canalul 1 : electrocardiografia în derivația I,
- canalul 2 : EEG, derivația frontală stg.
- canalul 3 : EEG, derivația temporală stg.
- canalul 4 : EEG, derivația occipitală stg.
- canalul 5 : vibrograma.

S-au înregistrat pe traseul de referință, în lipsa solicitării vibratorii și apoi sub acțiunea vibrațiilor de diverse frecvențe.

Prelucrarea electroencefalogramelor s-a făcut, pe de o parte prin "citire" directă, (a se vedea figurile 5.40... 5.45) dar pentru unul din cazuri s-a procedat la prelucrare cantitativă, la calculator, în vederea stabilirii spectrului frecvențial și a densității spectrale de putere (a se vedea figurile 5.46 ... 5.54).

Rezultatele obținute vor fi ilustrate de prezentarea a două cazuri.

Subiectul nr.1 Popăie Gheorghe 24 ani.

a. Traseul de fond este reprezentat printr-un ritm de bază alfa normovoltat.

b. Traseul înregistrat sub acțiunea infrasunetelor de 4 Hz ; traseu disritmic, încâlcit cu unde theta normovoltate.

c. Traseu înregistrat sub acțiunea infrasunetelor de 5,6 Hz ; aspect identic cu înregistrarea precedentă.

d. Traseu înregistrat sub acțiunea infrasunetelor de 8 Hz : traseu EEG cu ritm de bază alfa normovoltat, disritmic, disritmic mai puțin exprimat ca la frecvențele joase.

Subiectul nr.4, Dumitrescu Ovidiu 24 ani.

Traseul EEG la citirea obișnuită evidențiază un ritm de bază alfa, normovoltat, aspect ce nu se modifică aparent în urma acțiunii infrasunetelor. Urmărirea densităților spectrale de putere evidențiază, în schimb, următoarele aspecte :

a. Traseu de fond :

- în derivația temporală, spectru dominant la 10 Hz, la care se adaugă un spectru secundar de 3 Hz și de 7 Hz ;

- în derivația occipitală, spectru dominant de 10 Hz, și un spectru secundar de 5 Hz.

b. Traseu sub acțiunea infrasunetelor de 3 Hz :

- în derivație temporală, o gamă largă de unde, dominând spectrul de 8 și 12 Hz, urmat de spectrul de 4-7 Hz, și apoi spectrul corespunzător frecvenței infrasunetului ;

- în derivație occipitală, dominația spectrului de 8-12 Hz, urmat de spectrul de 4-7 Hz, și un creștet spectral corespunzător frecvenței infrasunetului.

c. Traseu corespunzător infrasunetelor de 5 Hz:

- în derivația temporală, o gamă largă de unde, dominând spectrul corespunzător ritmului de 4-7 Hz, urmat de un spectru secundar de 8-12 Hz și precedat de virful corespunzător frecvenței infrasunetului ;

- în derivația occipitală, o gamă largă de unde, dominând frecvența corespunzătoare infrasunetului, urmat de spectrul corespunzător ritmului theta rapid și alfa.

În concluzie, electroencefalograma evidențiază sub acțiunea infrasunetelor modificări de tip disritmic, creșterea incidenței undelor de frecvență joasă și tendință de însușire a ritmului vibrator. Aceste aspecte pot constitui indicii diminuării tonusului vigیل cortical, debutul unei stări de inhibiție corespunzător oboselii nervoase sau/și somnolenței, echivalent pe plan psihic cu diminuarea atenției, a capacității de concentrare și de coordonare motorie optimă.

Caracteristicile efectuate în camera barică și prezența spectrului de infrasunete pus în evidență în interiorul autovehiculelor demonstrează legătura ce există între obosela conducătorului auto și pierderea vigilenței acestuia. Acestea au drept consecință generarea accidentelor din trafic, cauză recent demonstrată fiind de natură tehnică : agentul neaudibil (infrasunetele).

În consecință pentru participanții la traficul rutier, în vederea sporirii gradului de siguranță se recomandă a se evita pe cât posibil pezierile de drumuri lungi (fără o pauză după 4 ore de mers) și cu o viteză de peste 80-90 km/h.

### 5.6. Interpretarea rezultatelor măsurărilor de sunet în domeniul sonor și infrasunet generate de motoarele autovehiculelor Dacă lăsa la diferite regimuri de funcționare

Din spectrele obținute pentru un motor de auto-

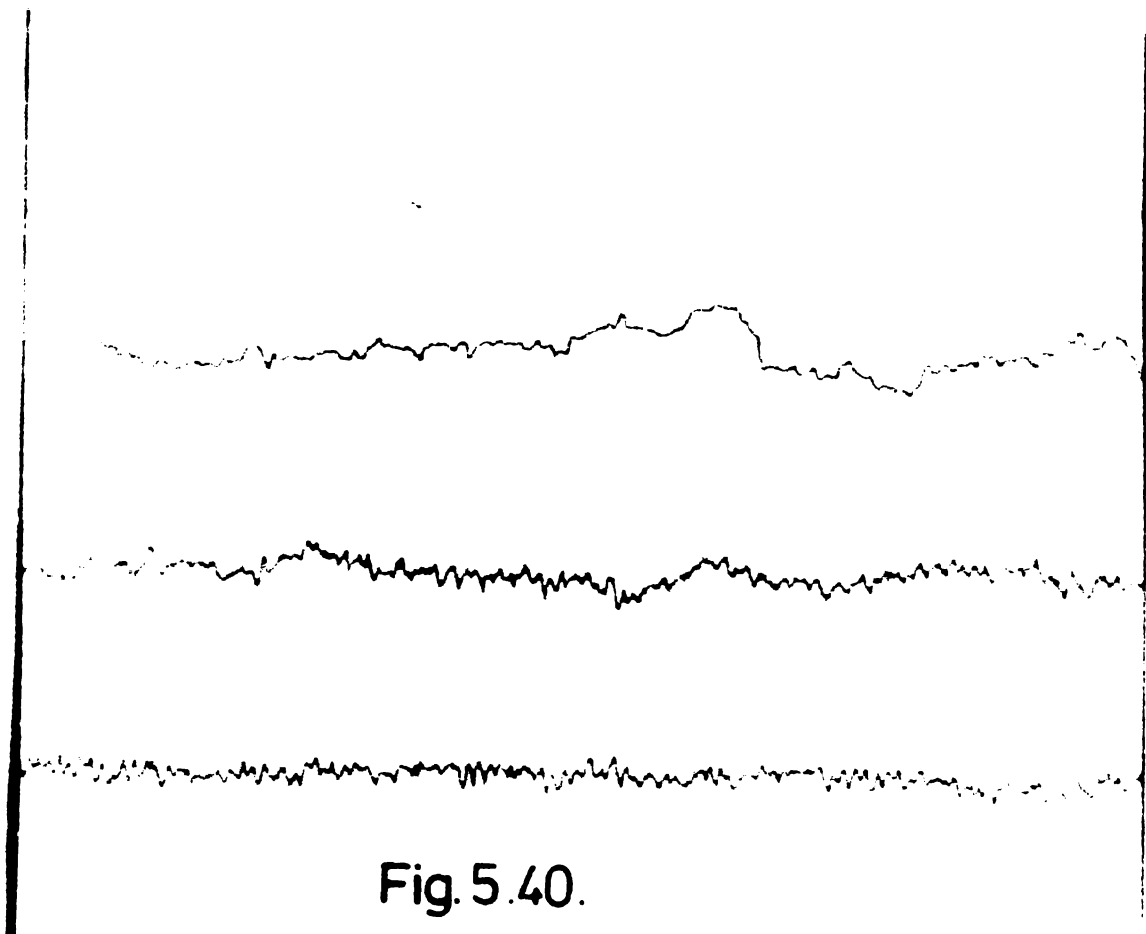
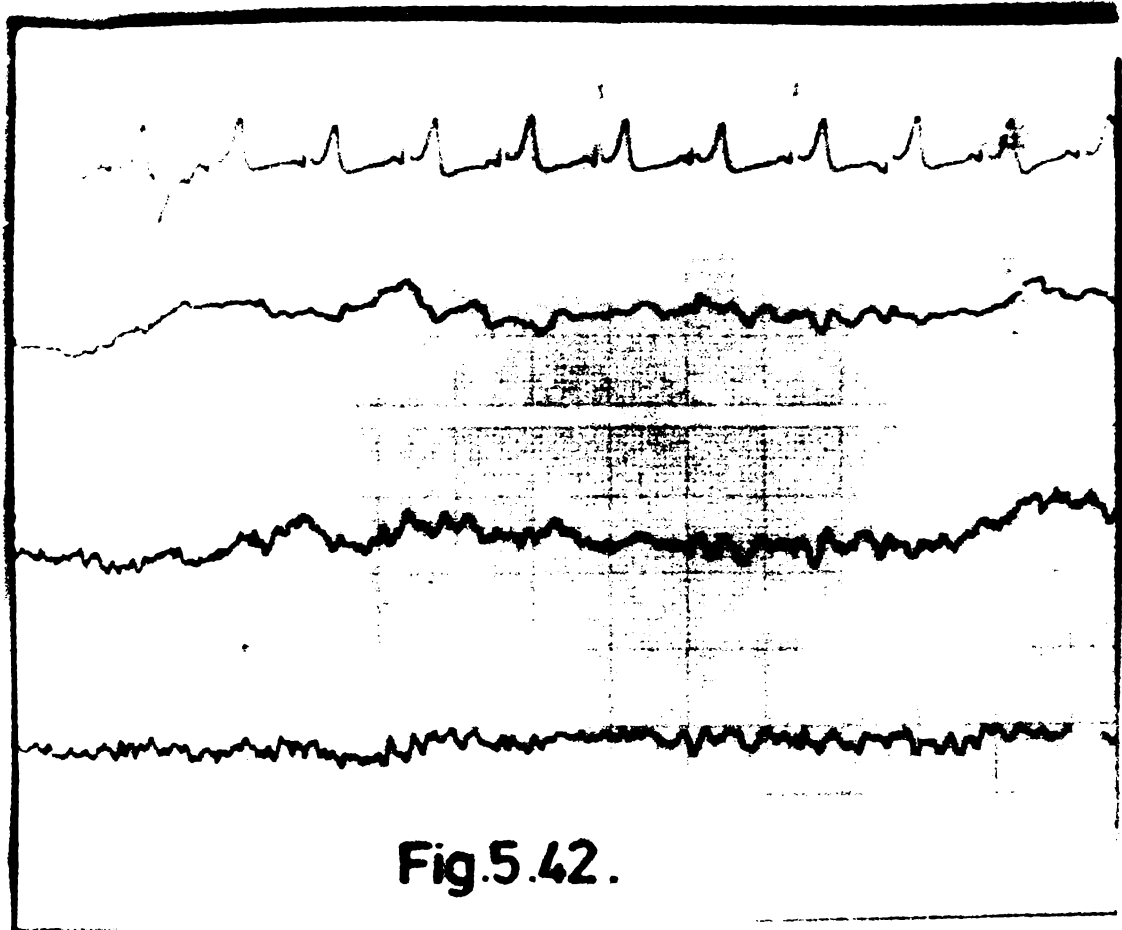


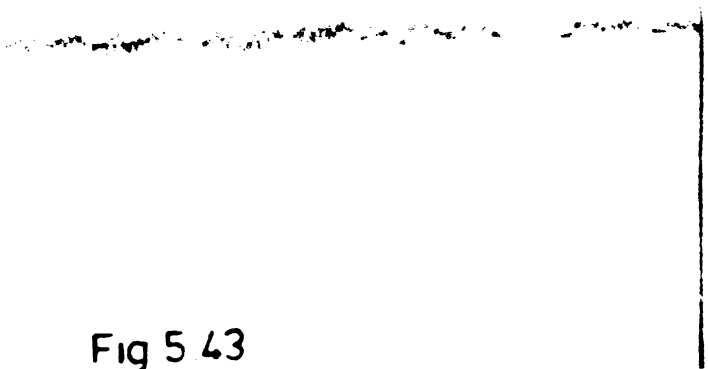
Fig. 5.40.



Fig. 5.41.



**Fig.5.42.**



**Fig 5.43**

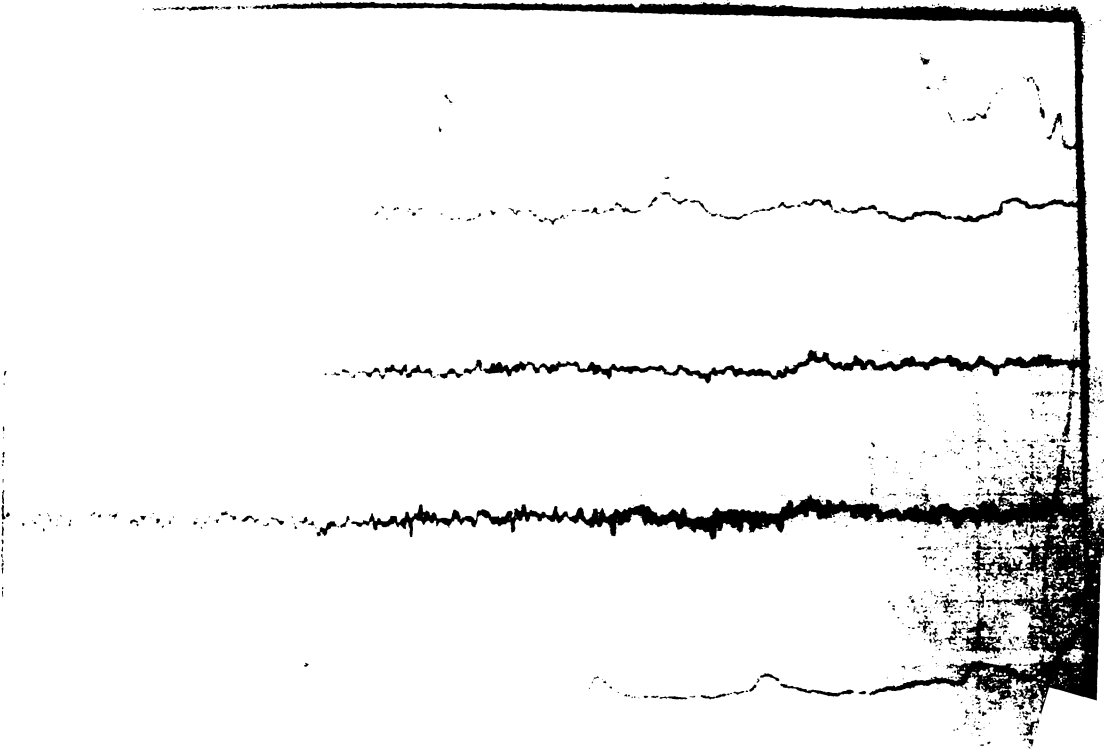


Fig 5.44.

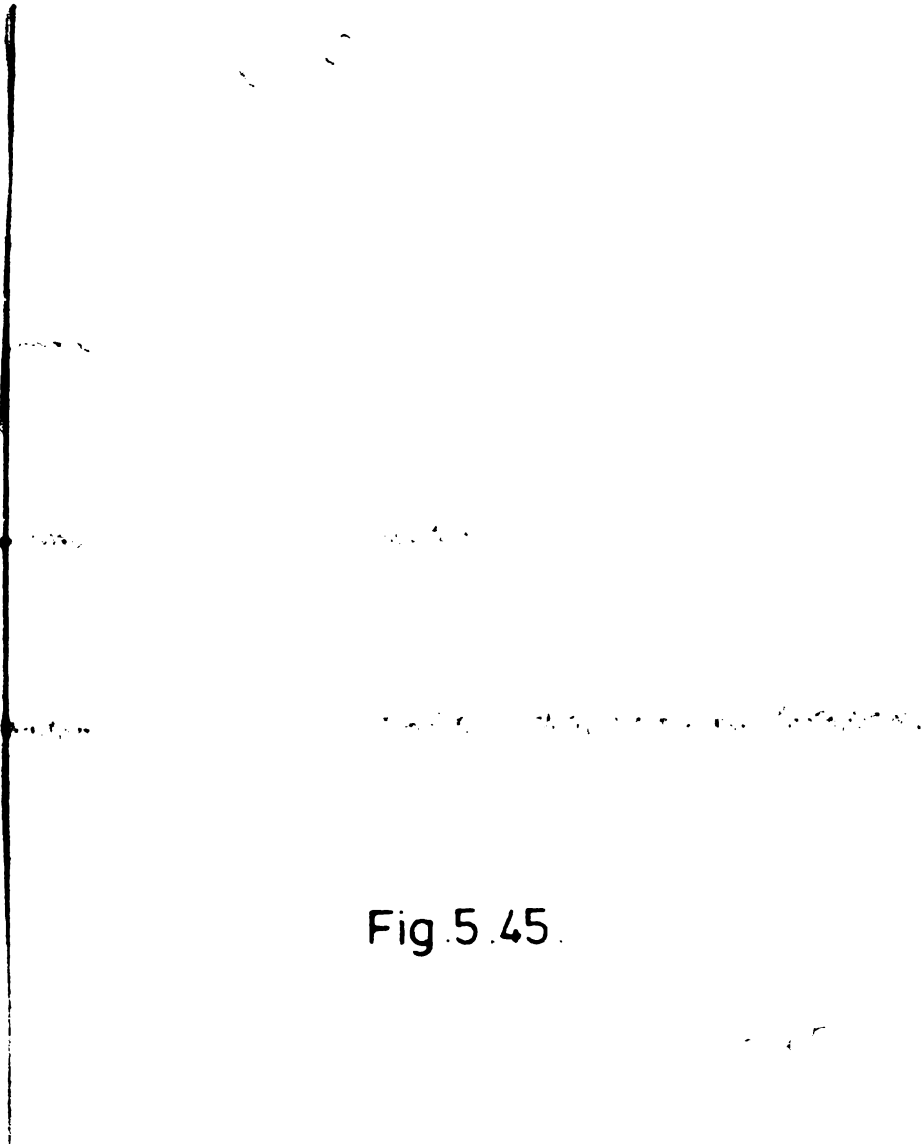
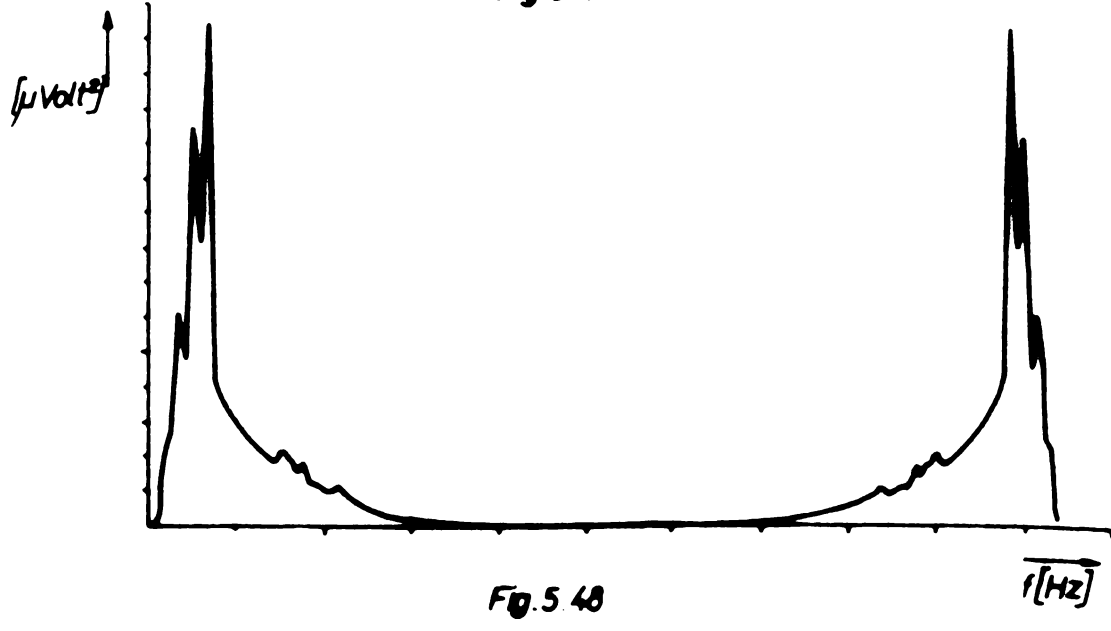
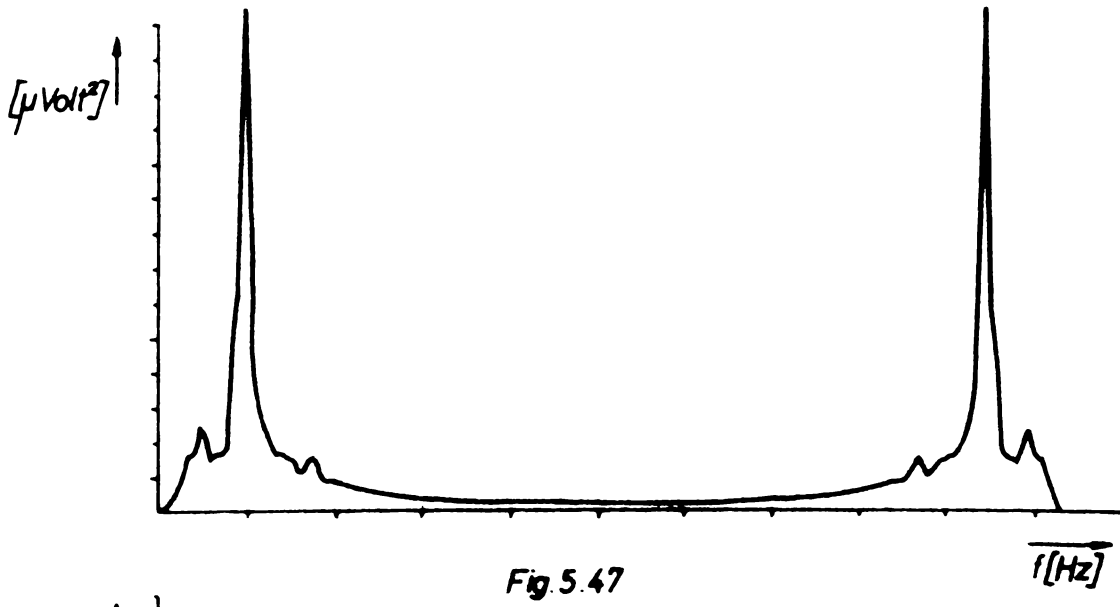
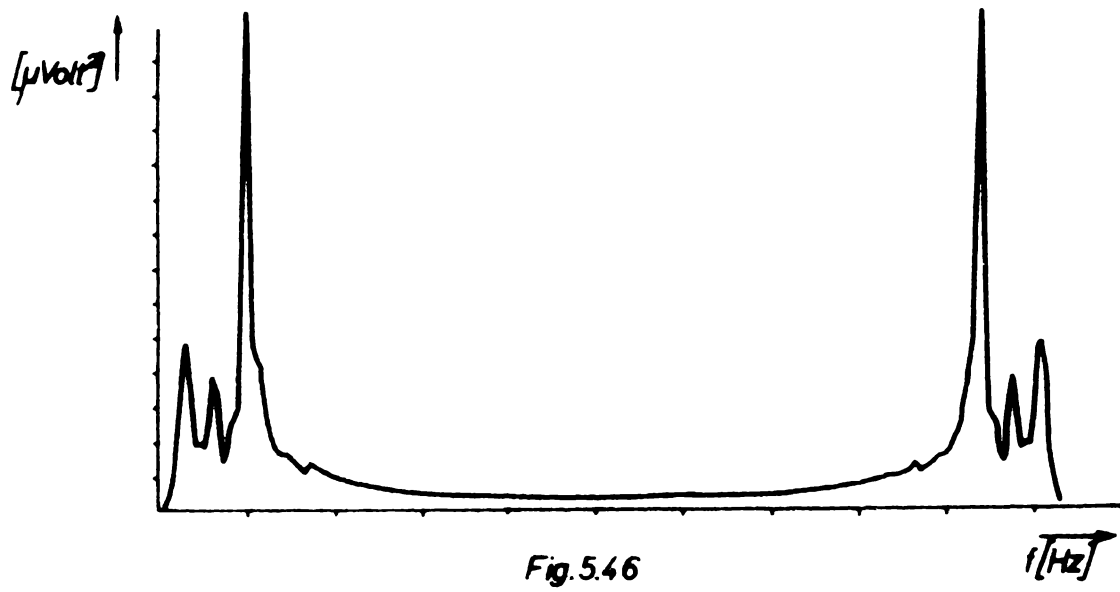


Fig 5.45.



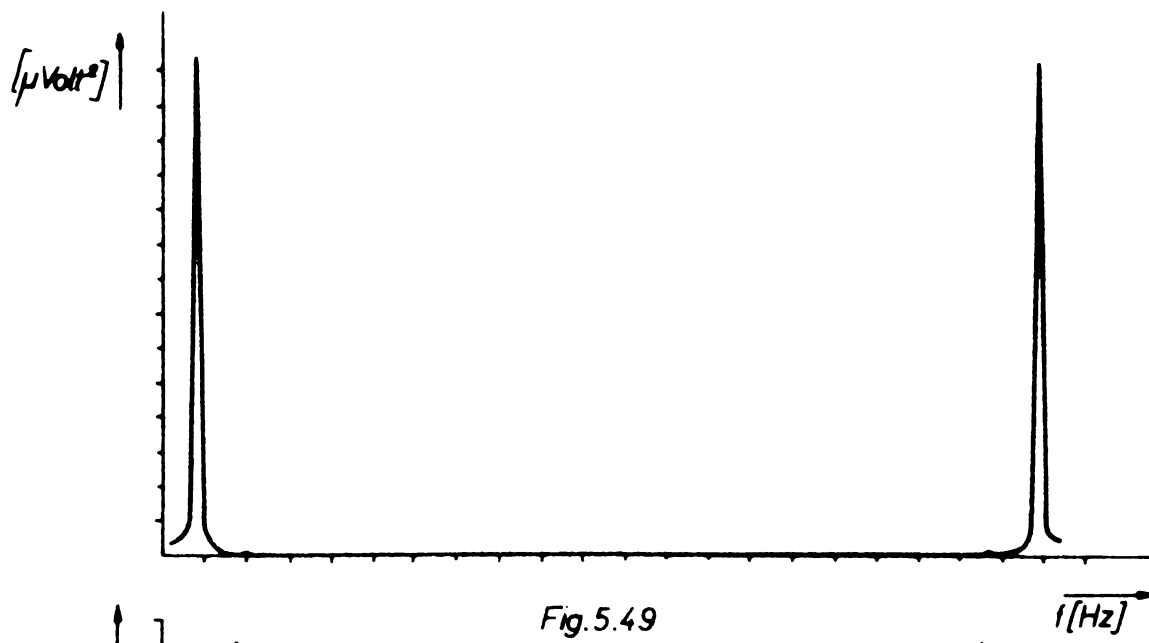


Fig. 5.49

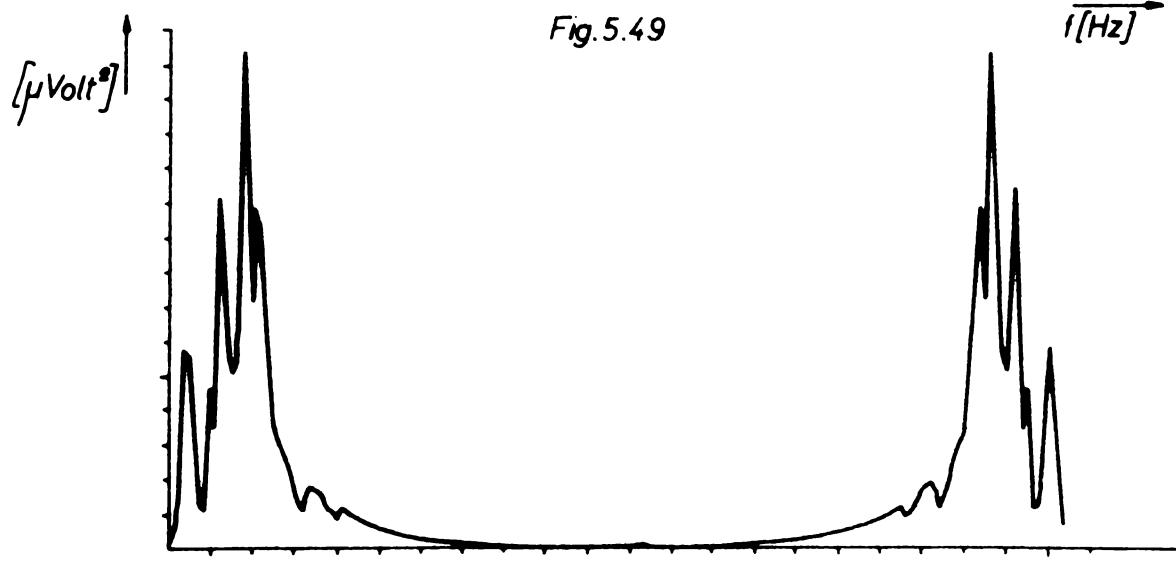


Fig. 5.50

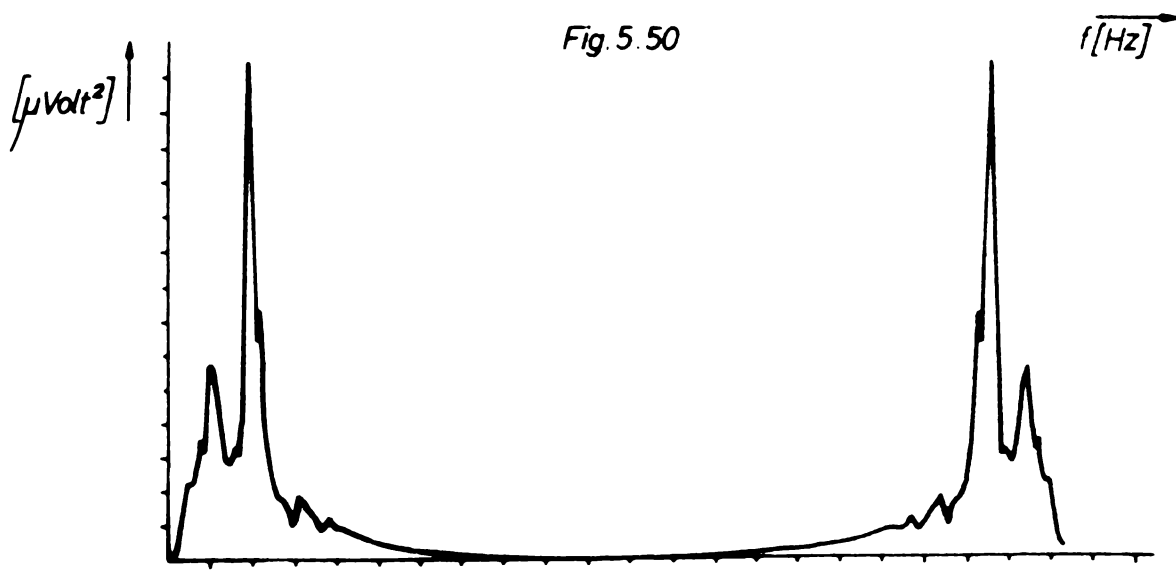


Fig. 5.51



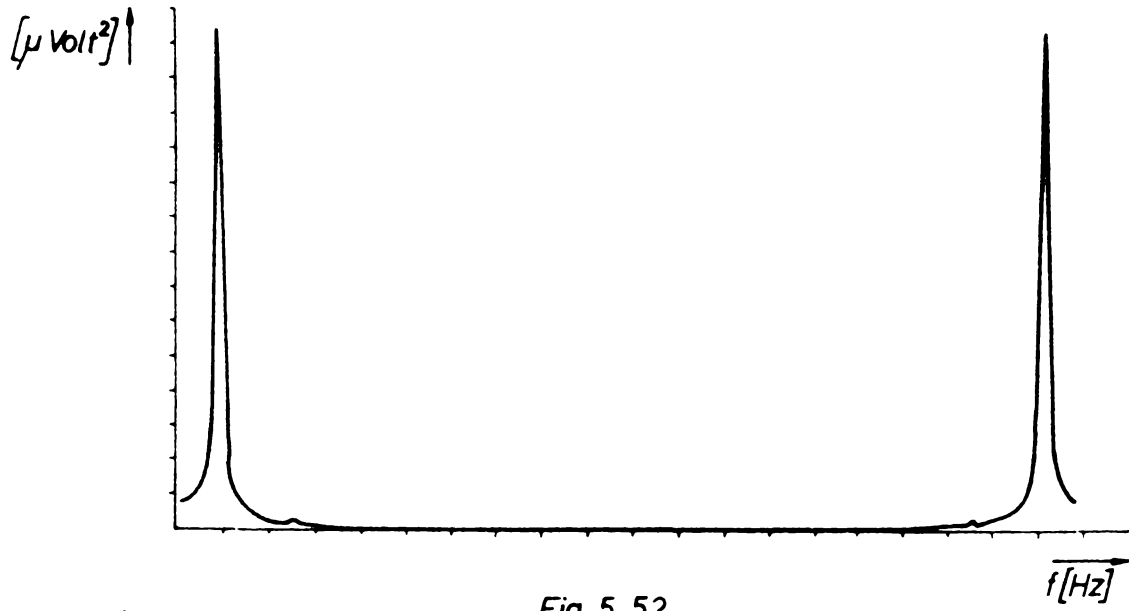


Fig. 5.52

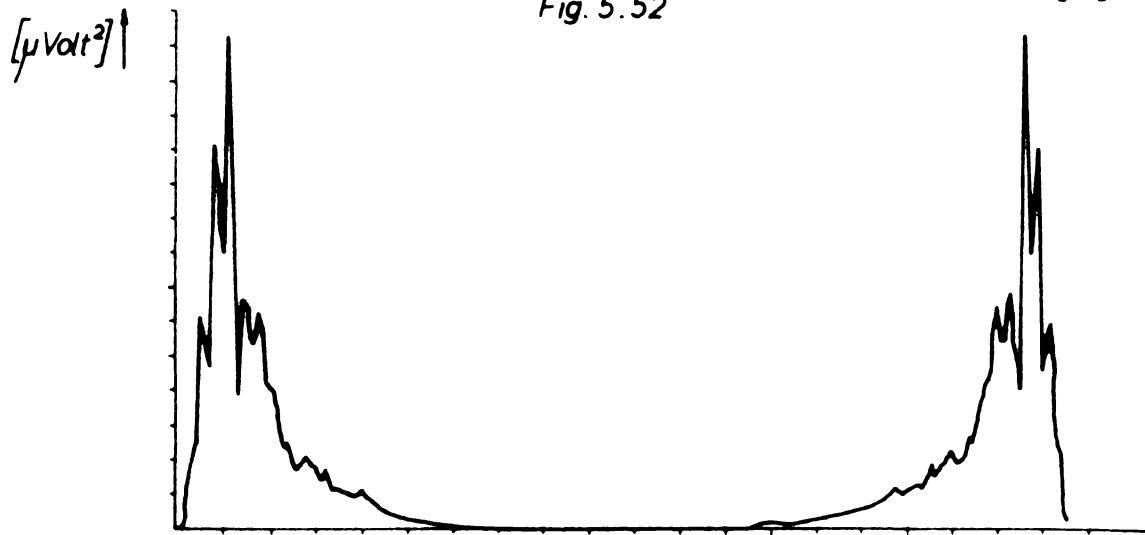


Fig. 5.53

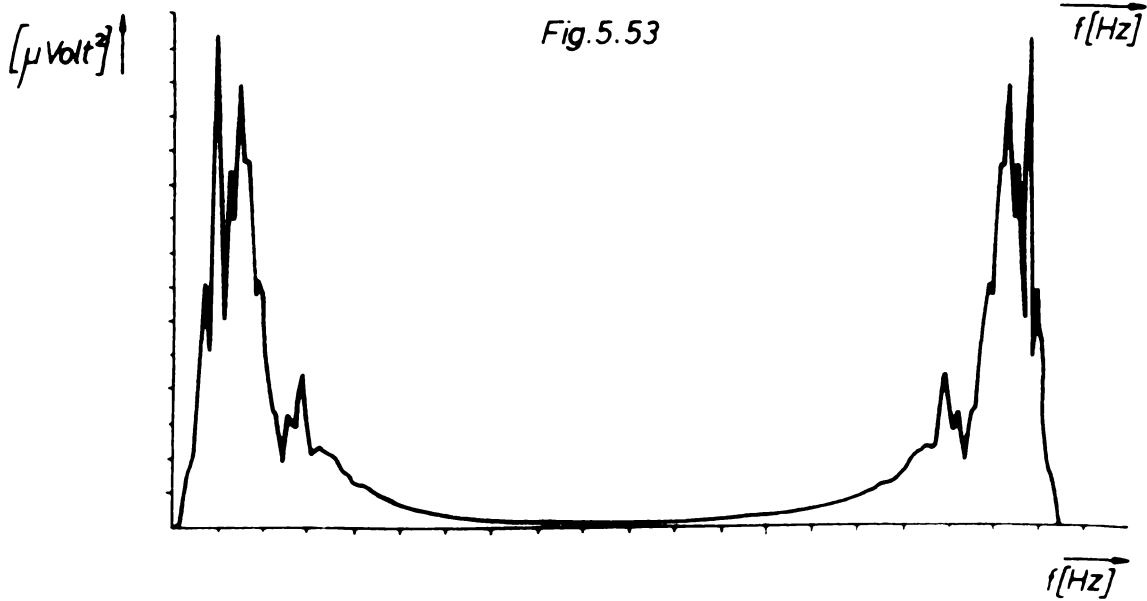


Fig. 5.54



turism Dacia 1300 la mers in relanti și la turatii diferite se constată o dependență a nivelelor de zgomot cu turația pe întreaga bandă de frecvență analizată 2-2.000 Hz.

De asemenea, o constatare importantă este prezența nivelelor de zgomote cu valori mari în domeniul infrasonor.

La turația de 740 rotații/minut nivelul maxim este de 87 dB în banda de frecvență 2-10 Hz, pentru ea apoi se scade cu 10 dB în banda 10-20 Hz (fig.5.55., 5.56.,5.57).

Pentru frecvențe peste 150 Hz nivelul de zgomot emis de motor nu depășește 50 dB.

La turația de 4000 rot/min se constată nivele maxime până la 100 dB în toată banda infrasunetelor 2-20 Hz. Nivele ridicate se obțin și în celelalte benzi : 20 -100 Hz ...95 dB ; 100-500 Hz ....85 dB.

La frecvențe mai mari de 500 Hz nivelele se mențin între 50-60 dB.

În fig.5.58 se prezintă distribuția nivelelor funcție de frecvență și turație.

Din analiza spectrogramelor obținute pentru același motor Dacia 1300, dar la folosirea a două carburatoare diferite se constată că nu se modifică forma spectrului ci numai valorile nivelelor de zgomot fig. 5.59.

Astfel se constată, la motorul testat, prezența a cîteva virfuri de frecvență la 19 Hz ; 40 Hz; 450 Hz; care se repetă atât la schimbarea turației cit și la schimbarea poziției clapetei de admisie.

Abaterea poziției clapetei față de poziția optimă produce o creștere a nivelelor de zgomote. La turația de 800 rot/min. și poziția clapetei 3,60 la carburatorul Solex nivelul maxim de zgomot este de 90 dB la 20 Hz ; 87 dB la 40 Hz ; 63 dB la 450 Hz, în timp ce la turația de 800 rot/min.și poziția clapetei 3,20 nivelele sînt 92 dB la 20 Hz ; 80 dB la 40 Hz și 64 dB la 450 Hz.

În afara acestor rezultate s-a evidențiat prezența infrasunetelor în jurul tobei de escapament, pentru turația de 800, 1000,2000,3000, 4000 rot/minut ale motorului.

Din analiza acestor rezultate se constată nivele ale infrasunetelor variind între 60-90 dB, iar în domeniul zgomotelor un virf în jurul frecvenței de 50 Hz, variind în funcție de tura-

ție între 90 dB la 2000 rot/minut și 102 dB la 4000 rot/minut (fig. 5.64, 5.65 și 5.66).

În fig. 5.67, se prezintă nouăgrame rezultatelor măsurătorilor consumului de combustibil pentru diferite poziții ale clapetei de accelerație la relanși și nivelele de agent pentru motorul ce echipase autoturismele Dacia 1300.

### 5.7. Determinarea puterii motorului de pe autoturismul Dacia 1300 în trafic, corespunzător demanșului înfrângerii

Rezistențele la deplasarea autoturismului și puterile corespunzătoare sînt :

#### 1. Pentru rezistența la rulare even :

- forța rezistență la rulare  $F_r$  :

$$F_r = G_a \cdot \mu \cdot \cos \alpha \quad /kgf/ \quad (5.1)$$

- puterea consumată pentru această forță  $W_r$  :

$$W_r = F_r \cdot v = \frac{G_a \cdot \mu \cdot \cos \alpha}{270} \cdot v \quad /CP/ \quad (5.2)$$

#### 2. Pentru rezistența la urcarea pantei even :

- forța rezistență la urcarea pantei  $F_p$  :

$$F_p = G_a \sin \alpha \quad /kgf/ \quad (5.3)$$

- puterea consumată pentru învingerea rezistenței la urcarea a pantei  $W_p$  :

$$W_p = F_p \cdot v = \frac{G_a \cdot \sin \alpha}{270} \cdot v \quad /CP/ \quad (5.4)$$

#### 3. Pentru învingerea rezistenței la aer even :

- forța rezistență la aer  $F_a$  :

$$F_a = w \cdot A \cdot v^2 \quad /kgf/ \quad (5.5)$$

- puterea consumată pentru învingerea rezistenței la aer  $W_a$  :

$$W_a = F_a \cdot v = \frac{w \cdot A \cdot v^3}{3500} \quad /CP/ \quad (5.6)$$

#### 4. Pentru rezistența la accelerație even :

(numai cînd autoturismul se deplasează în regim transitoriu).

- forța rezistență la regim transitoriu  $F_d$  :

$$F_d = \frac{\delta \cdot G_a}{g} \cdot a_a \quad /kg/ \quad (5.7)$$

MOTOR DACIA 1300 RELANTI SI TURAT

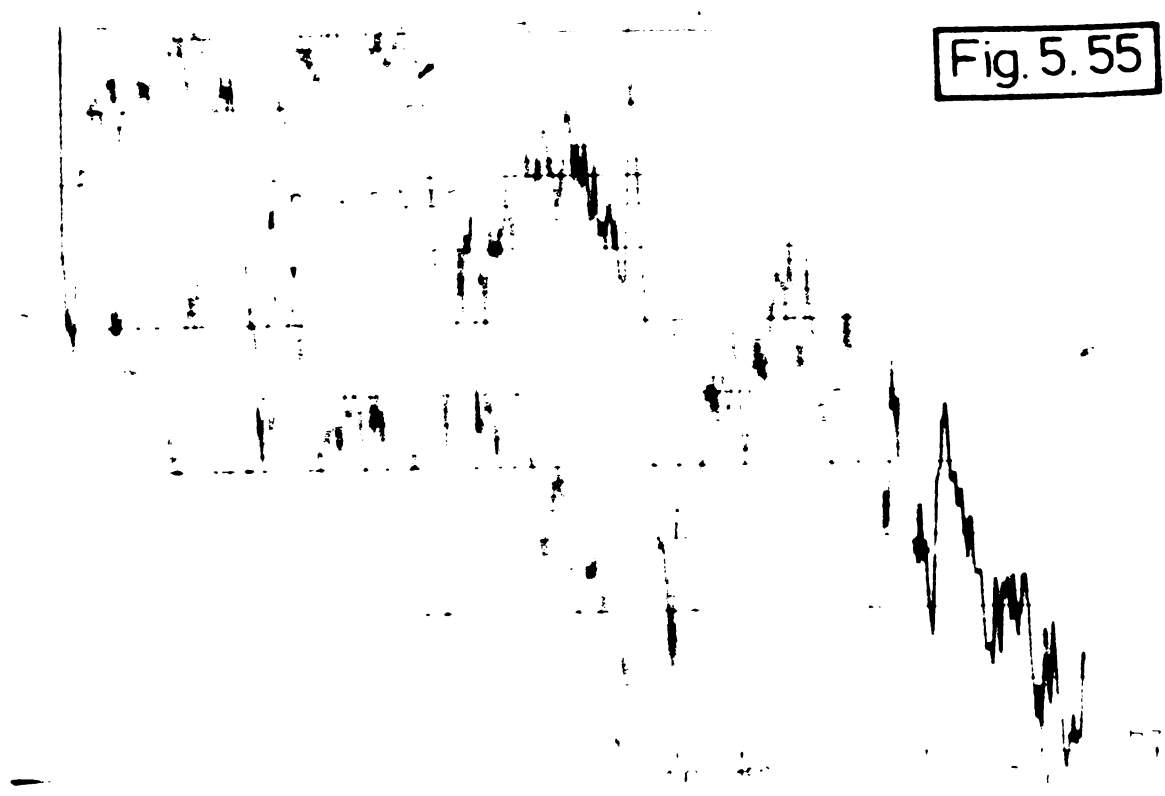


Fig. 5.55

MOTOR DACIA 1300 TURAT

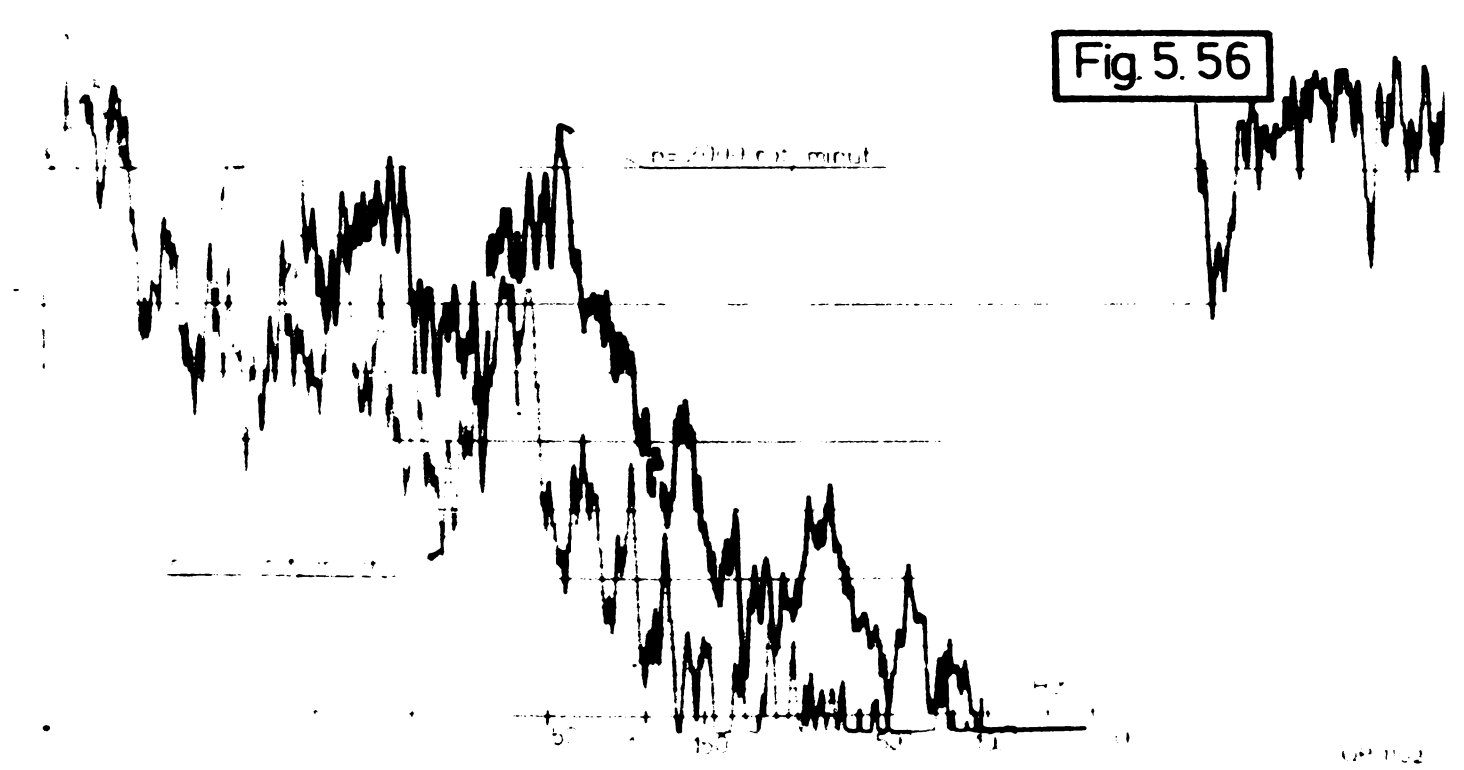


Fig 5.56

STATIONA CENTRALA  
DE GARA  
DE PROTECTIE

MOTOR DACIA 1300 RELANTI SI TURAT

Fig. 5.57

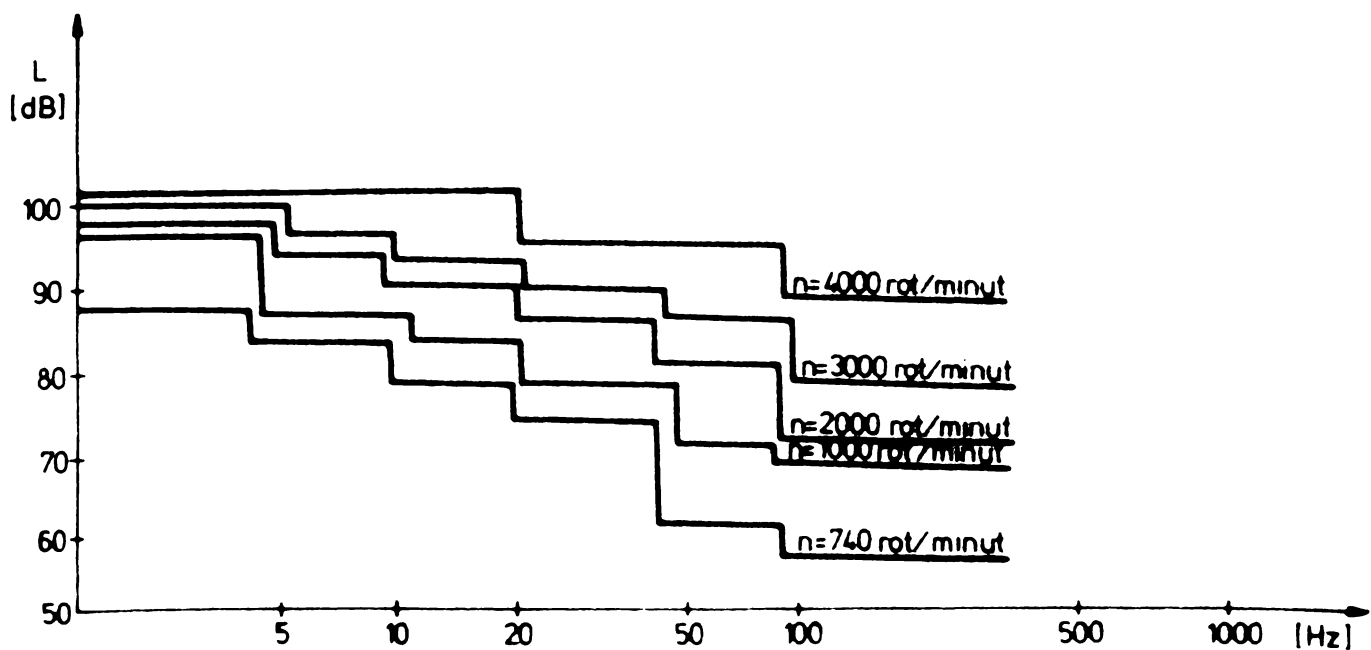
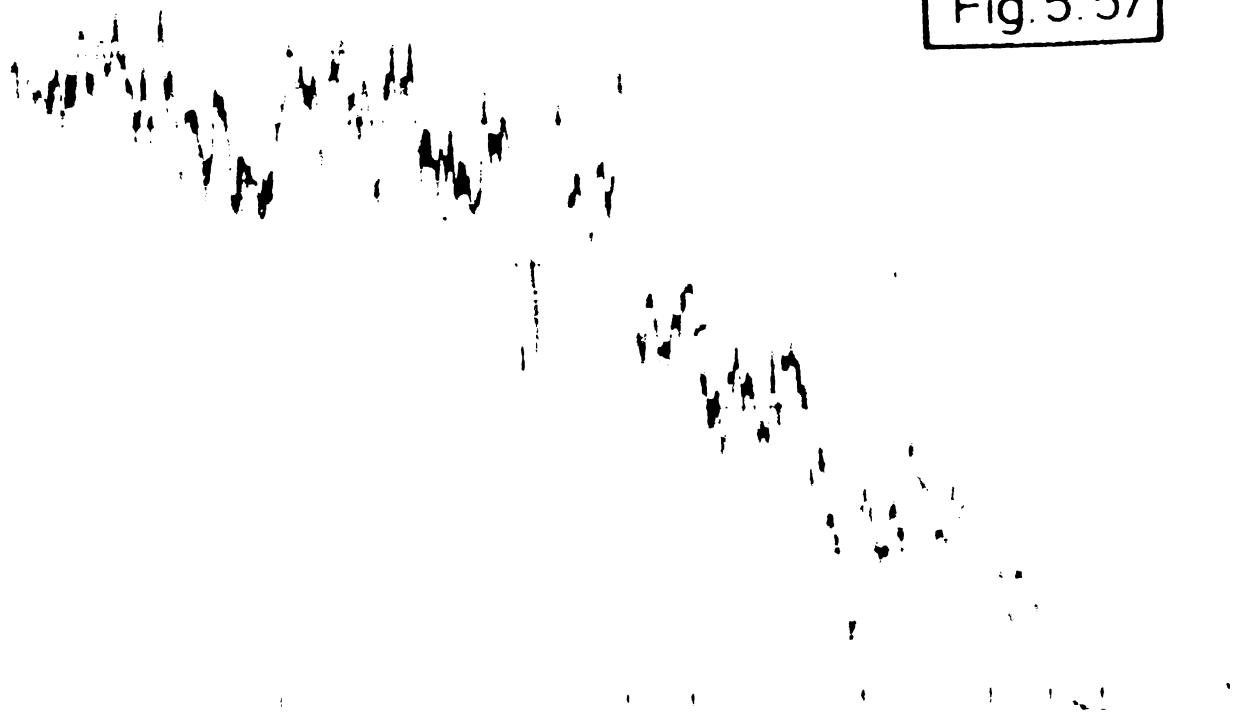
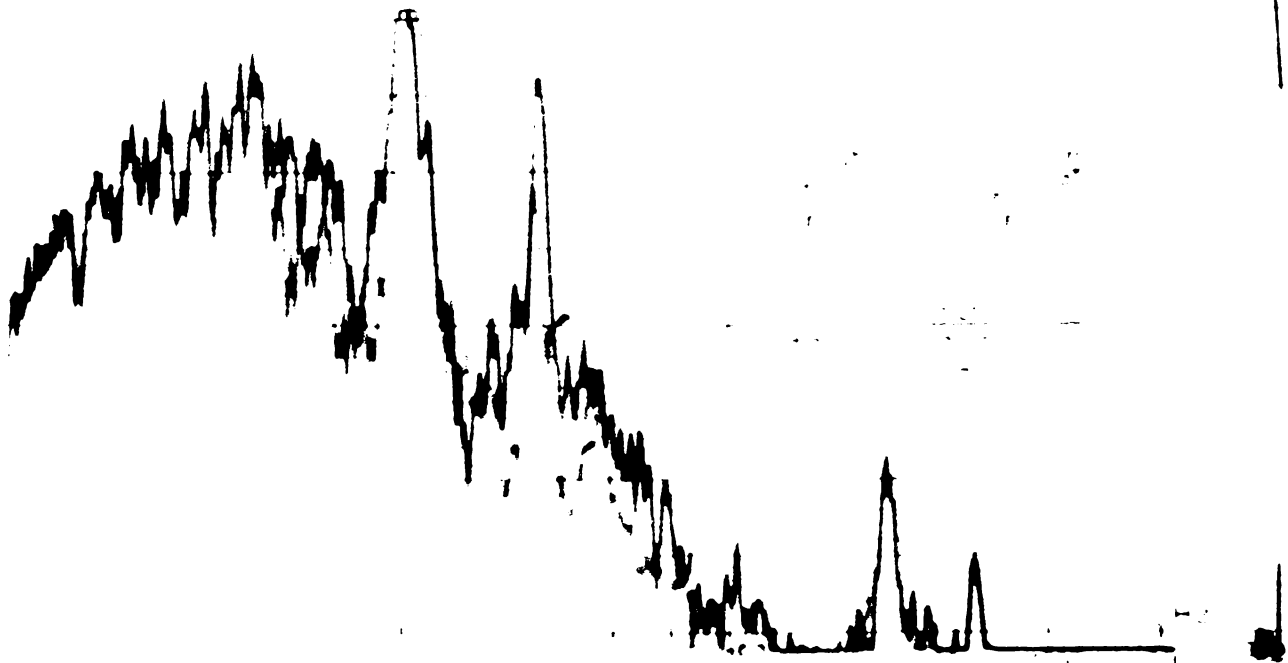


Fig.5.58. DISTRIBUȚIA NIVELELOR DE ZGOMOT ÎN DOMENIU AUDIBIL ȘI NEAUDIBIL FUNCȚIE DE FRECVENȚĂ ȘI TURAȚIE.

MOTOR DACIA 1300 RELANTI

Fig. 5.59



MOTOR DACIA 1300 RELANTI

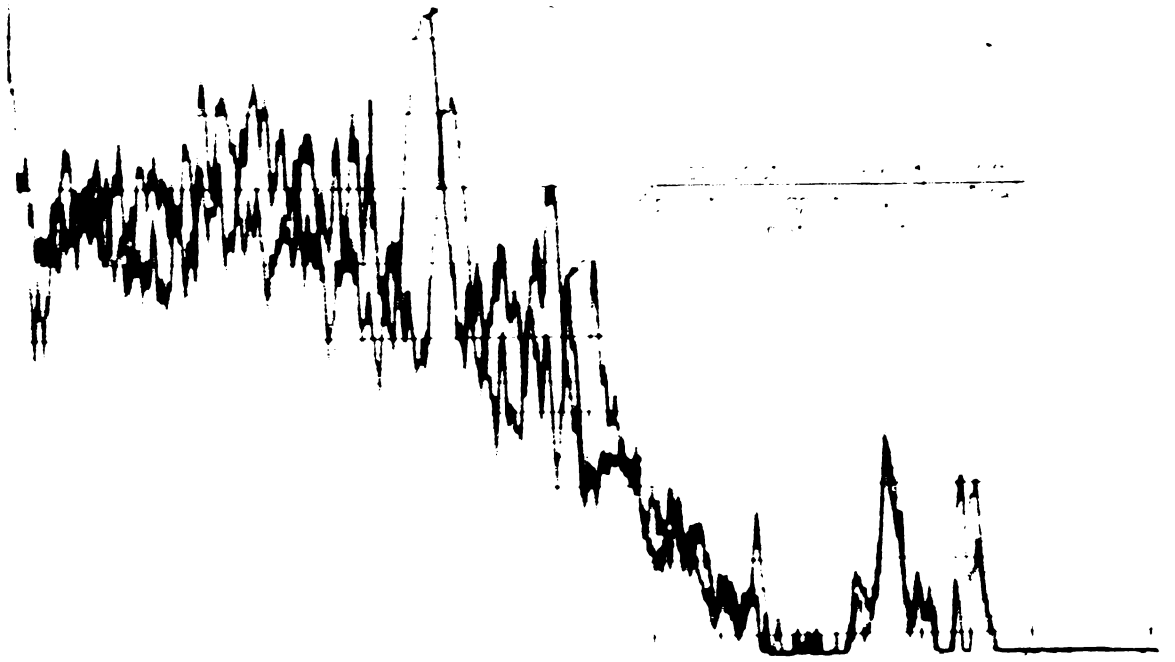
Fig. 5.60





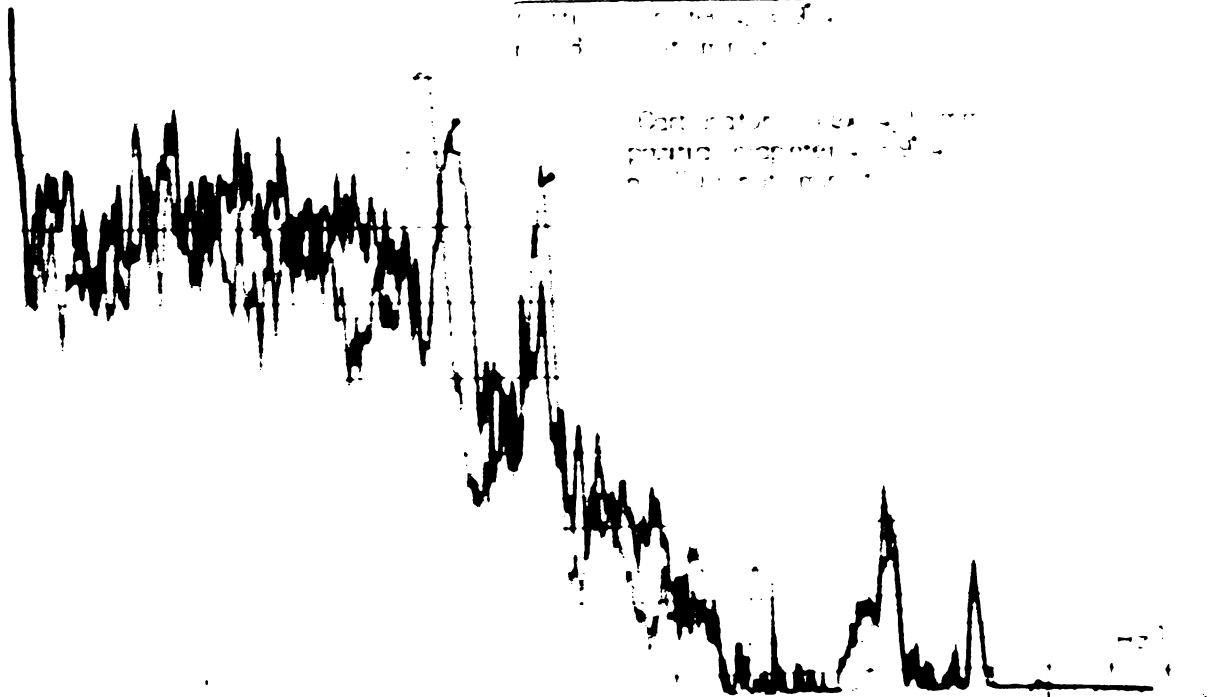
MOTOR DACIA 1300 RELANTI

Fig.5. 61



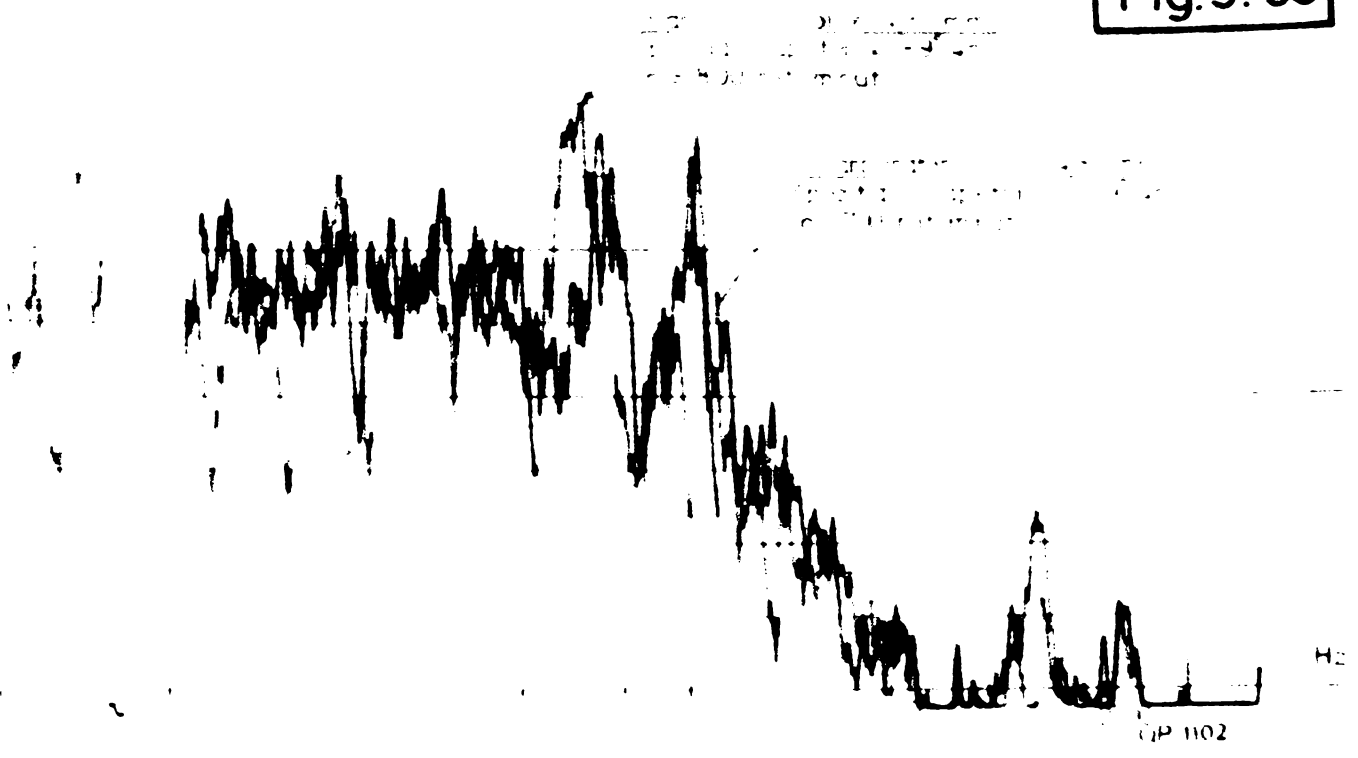
MOTOR DACIA 1300 RELANTI

Fig.5. 62



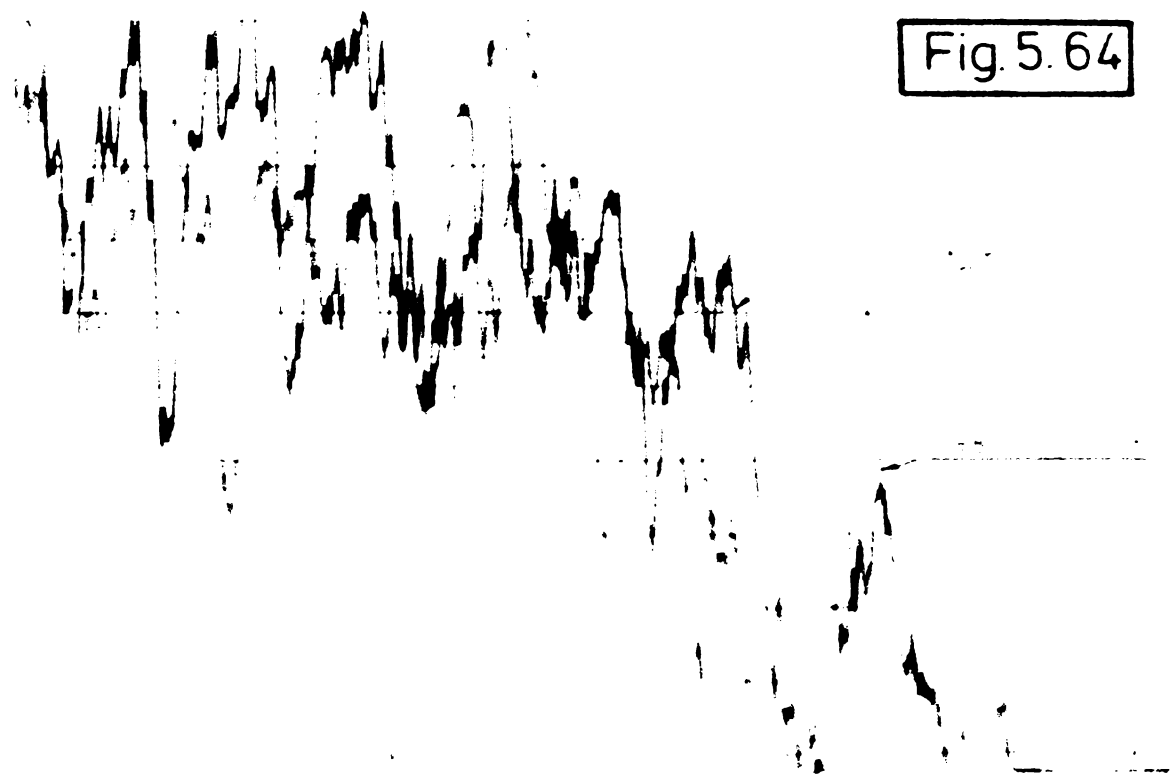
MOTOR DACIA 1300 RELANTI

Fig.5.63

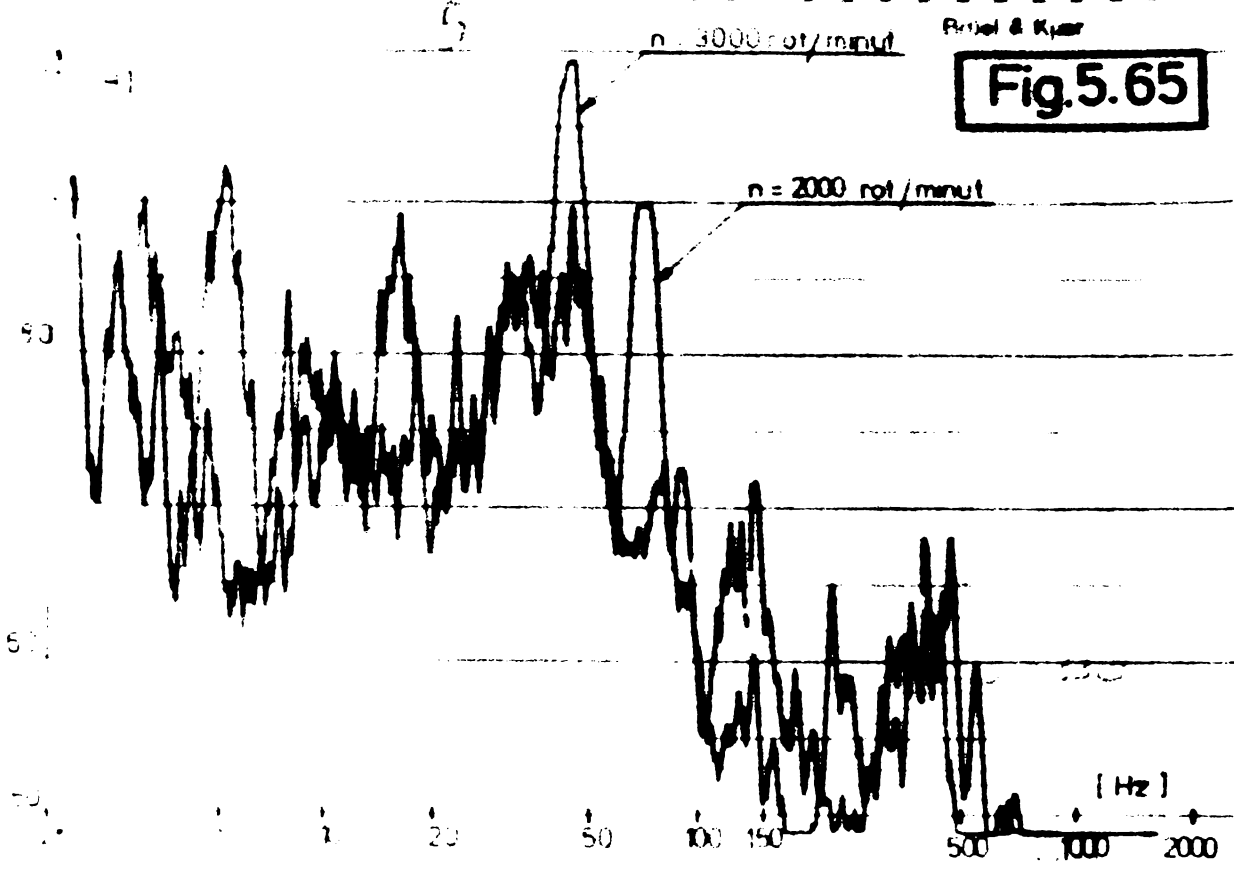


DISTANTA DE MASURARE 0,50m DE LA TOBA DE ESAPAMENT

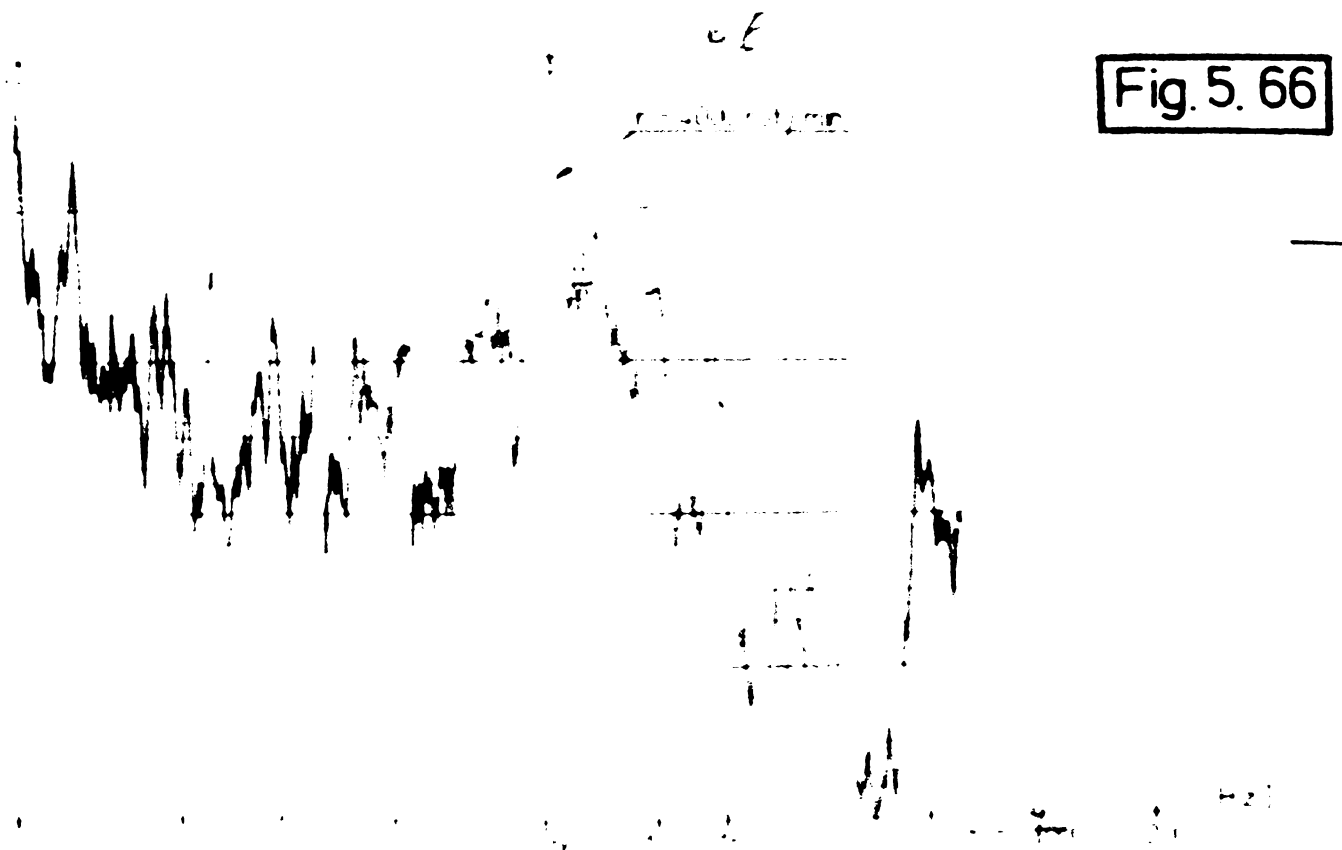
Fig.5.64



DISTANTA DE MASURARE 0,50m DE LA TOBA DE ESAPAMENT



DISTANTA DE MASURARE 0,50m DE LA TOBA DE ESAPAMENT



# CARBURATOR SOLEX

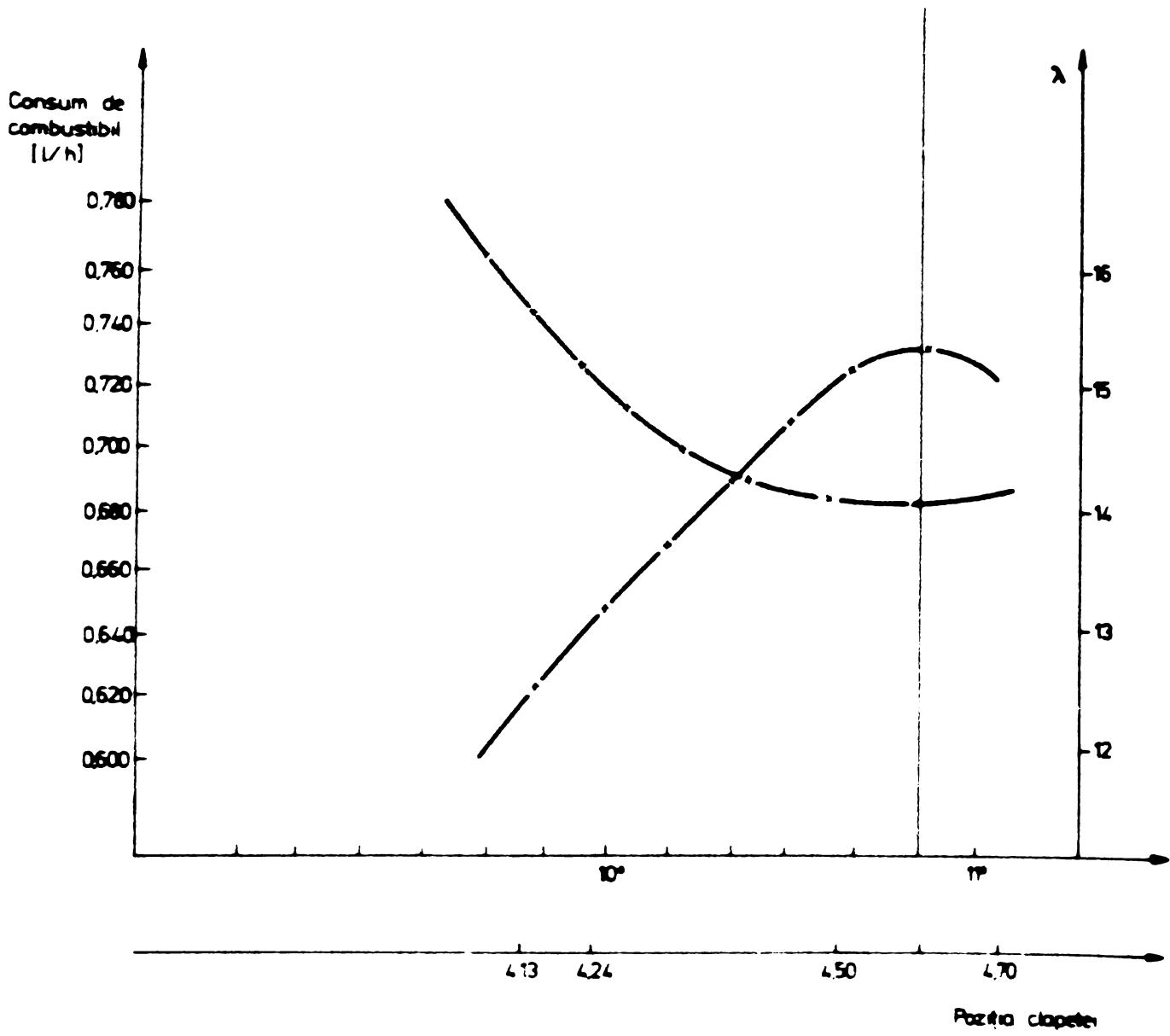


Fig.5.67.

- puterea consumată pentru învingerea rezistenței la accelerare  $W_d$  :

$$W_d = F_d \cdot v = \frac{\delta G}{270g} a_a \cdot v \text{ /CP/} \quad (5.8)$$

Însoțind suma acestor puteri rezultă :

$$W_R = W_e \cdot \eta_t = W_R + W_p + W_a + W_d \quad (5.9)$$

unde :

- $W_a$  - puterea la roată ;
- $W_e$  - puterea efectivă ;
- $G_a$  - greutatea autoturismului ;
- $\eta_t$  - randamentul transmisiei = 0,90 ;
- $\alpha$  - unghiul de înclinarea pantei ;
- $v$  - viteza de deplasare a autoturismului ;
- $\mu$  - coeficient de rezistență la rulare și se adoptă pentru Dacia 1300 valoarea 0,018 (pe suprafața asfaltată) ;
- $w$  - coeficient aerodinamic și se adoptă pentru Dacia 1300 valoarea 0,62 ;
- $A$  - suprafața secțiunii transversale perpendiculare pe direcția mișcării și se adoptă pentru Dacia 1300 valoarea 1,4 ;
- $\delta$  - coeficientul maselor de rotație ;
- $a_a$  - accelerația autoturismului ;
- $g$  - accelerația gravitațională ;
- $w.A$  - factor aerodinamic.

Calculul puterii se face în condițiile de aliniament, astfel că nu avem pantă sau rampă și deci  $W_p = 0$ , viteza constantă, deci  $a_a = 0$  și deci  $W_d = 0$ .

Deci vom avea :

$$W_R = W_R + W_a = \frac{G_a \cdot \mu \cdot v_0 \cos \alpha}{270} + \frac{w \cdot A \cdot v^3}{3500} \text{ /CP/} \quad (5.10)$$

Cu formulele de mai sus am calculat pentru diferite viteze de deplasare ale autoturismului Dacia 1300 puterea  $W_R$  precum și celelalte puteri rezultatele fiind cuprinse în tabelul 5.16.

Pe baza datelor din tabelul 5.16 și cu rezultatele obținute la paragraful 5.4. am reprezentat variația puterii  $W_R$  pentru diferite niveluri de presiune, în domeniul infrasonor fiind reprezentate în fig. 5.68.

### 5.8. Concluzii asupra rezultatelor experimen- tale

Rezultatele cercetărilor întreprinse de autor  
se pot împărți în două categorii :

- rezultate cu privire la variația nivelurilor de zgomot din domeniul audibil funcție de distanța de la sursele de zgomot din trafic și funcție de intensitatea traficului, precum și studierea caracteristicilor zgomotelor pe trasee și la intersecții ;
- rezultate privind prezența infrasunetelor (zgomot neaudibil) în cabinetele mijloacelor de transport persoane și mărfuri, precum și influența lor asupra stării funcționale cerebrale a persoanelor supuse la acțiunea infrasunetelor.

Din prima categorie principalele concluzii ce se  
desprind sînt :

- nivelul de zgomot crește cu intensitatea traficului rutier, atingînd valoarea maximă la fenomenul de "dep" în circulație ;
- față de prevederile STAS 10.009-75 ce limitează nivelurile de zgomot exterior clădirilor în zone de locuit, în zone de odihnă și recreere, centru orășenească, în majoritatea punctelor au fost găsite depășiri ale nivelurilor de zgomot față de limitele admisibile, depășiri ce pot atinge 15-20 dB(A). De asemenea, pentru fiecare punct investigat de pe arterele rutiere au fost găsite depășiri ale nivelurilor de zgomot față de curba Cz 45, redată în tabelul 5.14;
- analiza nivelului global de zgomot interior clădirilor, comparativ cu limitele admisibile, arată depășiri pe majoritatea arterelor studiate ;
- analiza statistică a zgomotului stradal a condus la variații relativ mari, ai parametrilor fizici  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  între punctele de măsurare, precum și la o grupare a factorilor psihofiziologici (T.N.I., L.N.P.,  $L_{ech}$ ) în punctele în care

**Determinarea puterii motorului de pe  
autoturismul Dacia 1300 la diferite viteze de  
circulație în trafic intens**

TABEL 5.16.

Viteza de circulație km/h	$W_r$ /CP/	$W_p$ /CP/	$W_a$ /CP/	$W_d$ /CP/	$W_R$ /CP/	$W_e = \frac{W_R}{0,90}$ /CP/
10	0,66	0	0,028	0	0,668	0,742
20	1,33	0	0,064	0	1,394	1,549
30	2	0	0,216	0	2,216	2,462
40	2,66	0	0,512	0	3,172	3,524
50	3,33	0	1,0	0	4,33	4,811
60	4,0	0	1,728	0	5,728	6,364
70	4,66	0	2,744	0	7,404	8,227
80	5,33	0	4,096	0	9,426	10,473
90	6,0	0	5,832	0	11,832	13,147
100	6,66	0	8,0	0	14,66	16,289
110	7,33	0	10,64	0	17,97	19,967
120	8,0	0	13,824	0	21,824	24,249

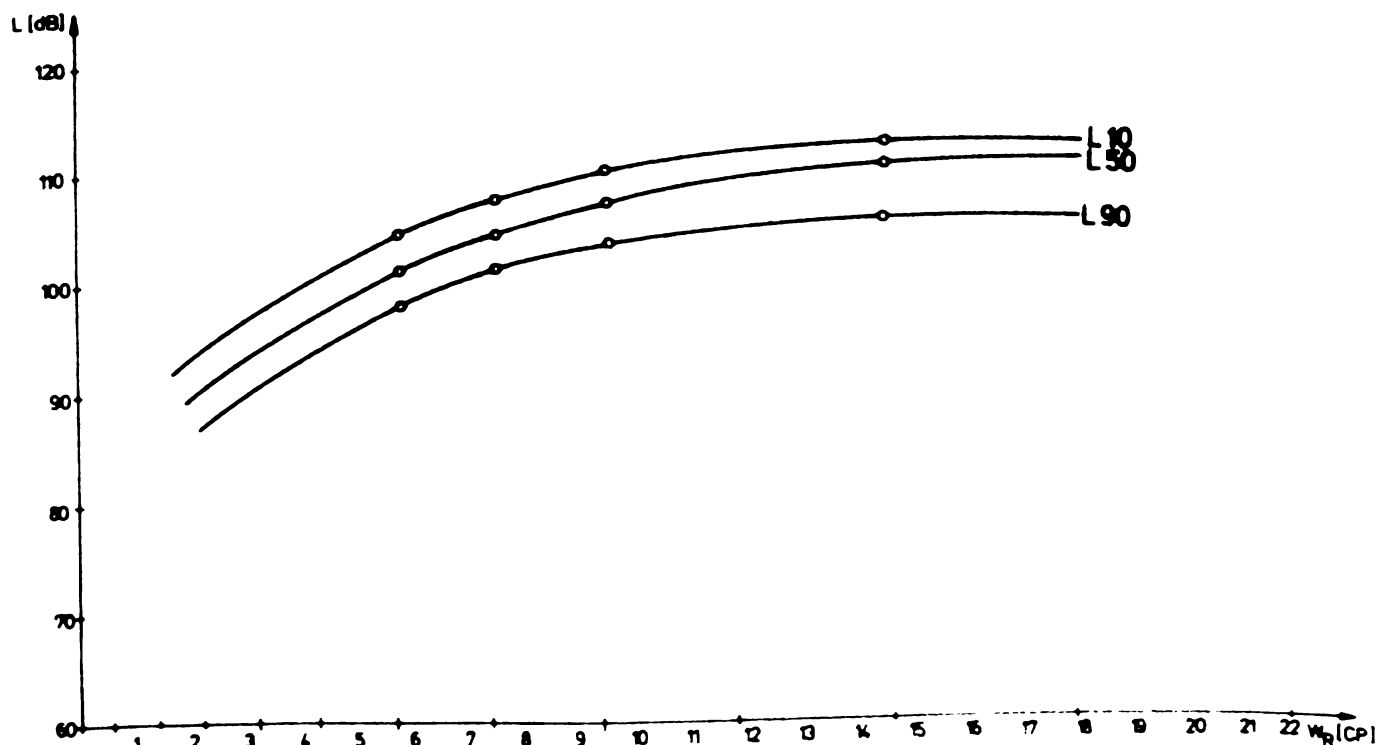


Fig. 5.68. Nivelul presiunii sonore funcție de puterea motorului de pe Dacia 1300 la o frecvență de 6 Hz în interiorul automobilului.



- există o uniformitate a traficului .Acole unde traficul are caracter discontinau valorile indicilor psihofiziologice sînt imprăgiate.
- pentru evidențierea zonelor poluate dintr-o zonă urbană s-a întocmit harta poluării sonore ;

Din categoria a doua se evidențiază următoarele aspecte:

- nivelele presiunii sonore în domeniul infrasoner sînt deosebit de ridicate comparativ cu domeniul sonor. Variabilele care influențează în mod sistematic nivelul infrasoner sînt : viteza vehiculului, tipul vehiculului și mărimea deschiderii ferestrelor ;
- electroencefalograma studiată pe subiecți expuși la infrasunete în camera barietă arată modificări de tip disritmic, creșterea incidenței undelor de frecvență joasă și tendința de înăbușire a ritmului vibrator ;
- spectrogramele obținute pentru un motor de autoturism Dacia 1300 la mers în relanti și la turații diferite atestă o dependență a valorilor nivelelor de zgomot cu turația pe banda de frecvență 2-2.000 Hz. De asemenea se constată valori ale nivelelor de zgomot mari în domeniul infrasoner.

Rezultatele acestor cercetări sînt prezentate sub formă de diagrame spectrograme, monograme, histograme, histograme cumulate, tabele etc. astfel încît ele să fie ușor utilizate în cadrul studiilor concrete ce se întreprind pentru reducerea nivelurilor de poluare sonoră în domeniul audibil și diminuarea acțiunii infrasunetelor asupra conducătorilor auto în scopul mării gradului de siguranță pe drumurile publice din țara noastră.

**CAPITOLUL 6**

\*\*\*\*\*

**VALORIFICAREA SI PERSPECTIVELE**

**CERCETARI**

Cercetările surselor poluante de zgomot în domeniul audibil au fost efectuate în municipiul Timișoara fiind axate pe zgometele motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule și în consecință măsurile și propunerile de reducere a nivelelor poluării sonore se referă în principiu la cazul municipiului Timișoara. Deși se referă la acest caz concret ele pot fi generalizate și sistematizate în următoarele categorii : (a se vedea fig.6.1.a.)

1. Organizarea și sistematizarea traficului rutier.
2. Reducerea nivelelor surselor poluante de zgomot ale motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule.
3. Proiectarea arterelor și nodurilor de circulație pentru îndeplinirea condițiilor : fluxantă maximă, siguranță maximă și poluare minimă.
4. Între sursele de zgomot ale traficului rutier și zonele locuite să se interpună ecrane anti-zgomot (plantare de garduri vii, pomi, tunele, galerii etc) .
5. Amplasarea clădirilor cu dormitoarele în spatele arterelor de circulație, folosirea la construcția clădirilor a materialelor fonoizolante, fonoabsorbente etc.

#### 6.1. Organizarea și sistematizarea traficului rutier pe principii de reducere poluării sonore, consecințelor cu soluții de fluxantă și siguranță maximă

În domeniul de organizare și sistematizare a traficului rutier, cercetările întreprinse de autor pentru municipiul Timișoara, au avut în vedere, studiul surselor poluante datorită circulației autovehiculelor, pentru situația anilor 1973 și 1978, ani în care în municipiul Timișoara, s-au efectuat recomandările și anchete de circulație, într-un număr foarte mare de secțiuni de pe rețeaua strădală. Pe baza diagramei de variație a poluării sonore, funcție de trafic și distanța obținută de autor, s-au întocmit planșe cu zonele poluate, pe care au fost evidențiate niveluri de poluare cuprinse între 65-70 dB(A), 70-75 dB(A) și peste 75 dB(A).

La evidențierea surselor poluate pe aceste intervale s-au avut în vedere STAS 10.009-75 "Limite admisibile ale nivelului de zgomot urban, precum și faptul că, nivelul de 70-75 dB(A), este considerat ca domeniu oficial limită admisibil de poluare sonoră, pentru majoritatea țărilor în care există recomandări în acest

sons.

Planurile cu zonele poluate pentru situația din 1973, se prezintă în figura 6.1. iar pentru 1978, în figura 6.2.

Din analiza acestor planuri cu zonele poluate se remarcă o extindere a lor, în anul 1978, față de anul 1973 datorită creșterii traficului rutier, creștere globală pe oraș, ce se evidențiază în cadrul figurii 6.3.

Analizând critic această situație și ținând seama de faptul că, studiile privind prognoza traficului pentru municipiul Timișoara, prevăd creșteri importante în viitor, s-a căutat să se găsească soluții de reducere a nivelului de poluare sonoră prin organizarea și sistematizarea traficului rutier, soluții care prezintă și avantajul că îmbunătățesc în același timp fluiditatea și siguranța traficului.

Rezultatele studiilor întreprinse în această privință s-au exemplificat pentru situația municipiului Timișoara, având în vedere prognoza circulației rutiere pentru anul 1990.

Astfel, s-a considerat că, o influență foarte mare în ceea ce privește reducerea nivelului de poluare sonoră o are extinderea rețelei străzilor majore, înglobând în aceasta o serie de artere, care în prezent nu sînt amenajate pentru circulația rutieră, dar care datorită prospectului pe care îl au și a poziției lor față de rețeaua rutieră în ansamblu se necesită a fi amenajate și incluse în categoria străzilor ce fac parte din rețeaua străzilor majore. Pentru exemplificare, se arată că în categoria străzilor ce fac parte din rețeaua străzilor majore au fost incluse artere ca : Bdul Stefan Păvăț, Strada Lidia, Calea Bogdăneștilor, strada Ialomița etc.

Pentru valorile de trafic de pe rețeaua de circulație s-a determinat, utilizînd diagrama prezentată în figura 5.8. nivelul de zgomot funcție de trafic și distanță. Astfel s-a întocmit planul cu zonele poluate datorită circulației rutiere pentru anul 1990. Studiul poluării sonore în acest mod prezintă avantajul că se pot lua din timp măsurile optime în vederea reducerii la minimum a zonelor poluate.

Situația obținută pentru anul 1990 se prezintă în figura 6.4. unde se observă că, există două zone unde valorile poluării sonore la distanța de 7,5 m, depășesc 75 dB(A), în special pe principalele penetrații în oraș și pe brațele pe care se desfășoară circulația vehiculelor care tranzitează orașul.

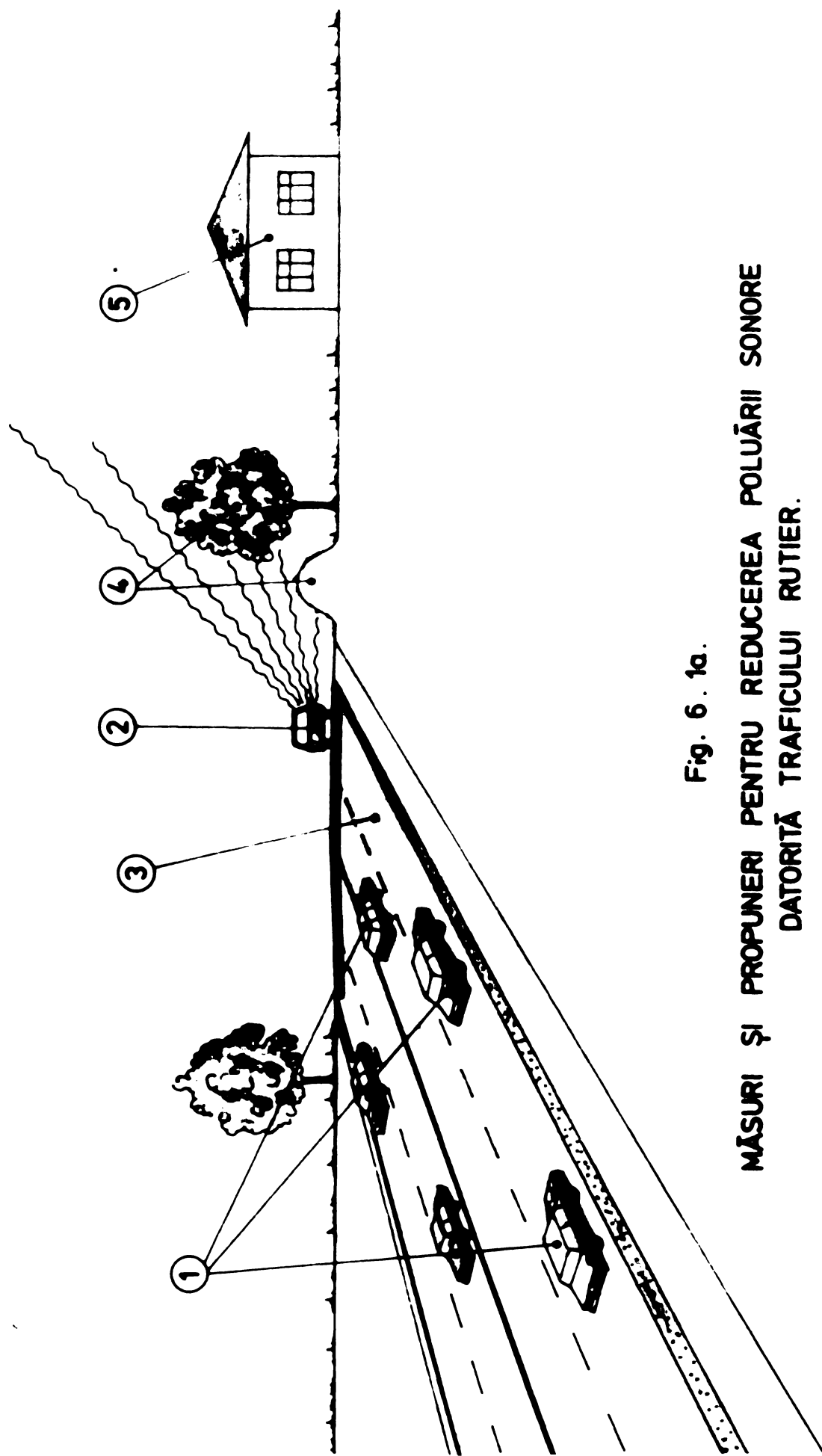


Fig. 6 . 1a .

**MĂSURI ȘI PROPUNERI PENTRU REDUCEREA POLUĂRII SONORE  
DATORITĂ TRAFICULUI RUTIER.**

- ① ORGANIZAREA ȘI SISTEMATIZAREA TRAFICULUI RUTIER .
- ② MĂSURI ASUPRA SURSELOR POLUANTE DE ZGOMOT ALE MOTDARELOR CU ARDERE INTERNĂ DE PE AUTOVEHICULE .
- ③ PROIECTAREA ARTERELOR ȘI NODURILOR DE CIRCULAȚIE .
- ④ ÎNTRE SURSELE DE ZGOMOT ALE TRAFICULUI RUTIER ȘI ZONELE LOCUITE SĂ SE INTERPUNĂ ECRANE ANTIZGOMOT .
- ⑤ AMPLASAREA CLĂDIRILOR CU DORMITOARELE ÎN SPATELE ARTERELOR DE CIRCULAȚIE .



MUNICIPAL

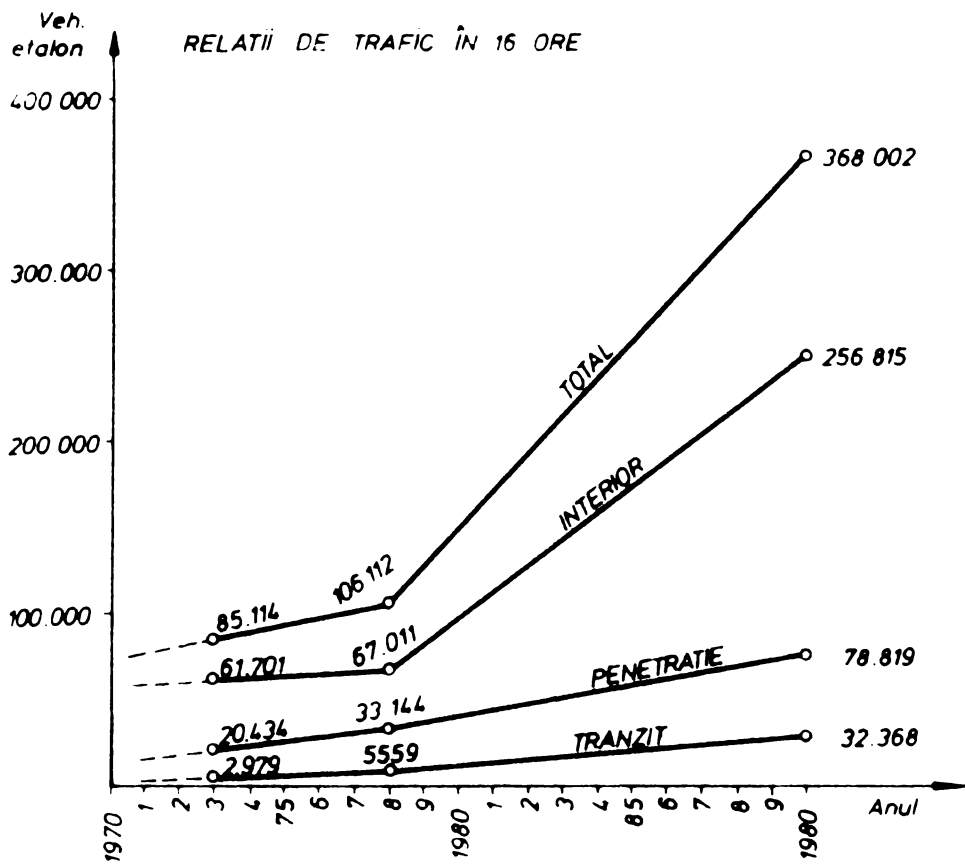


FIG 62  
HARTA DE ZGOMOT  
pentru anul 1978

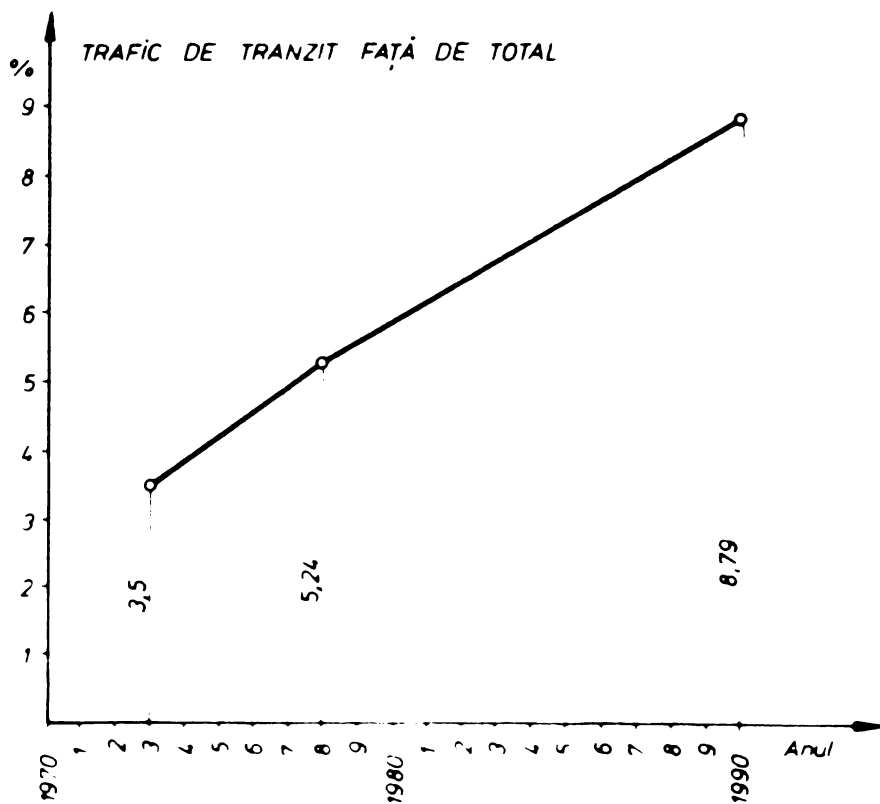
MUNICIPII

0/100A  
1/100A





a.) Creșterea traficului pe feluri de trafic.



b.) Creșterea ponderii traficului de tranzit față de traficul total

Fig. F. 3

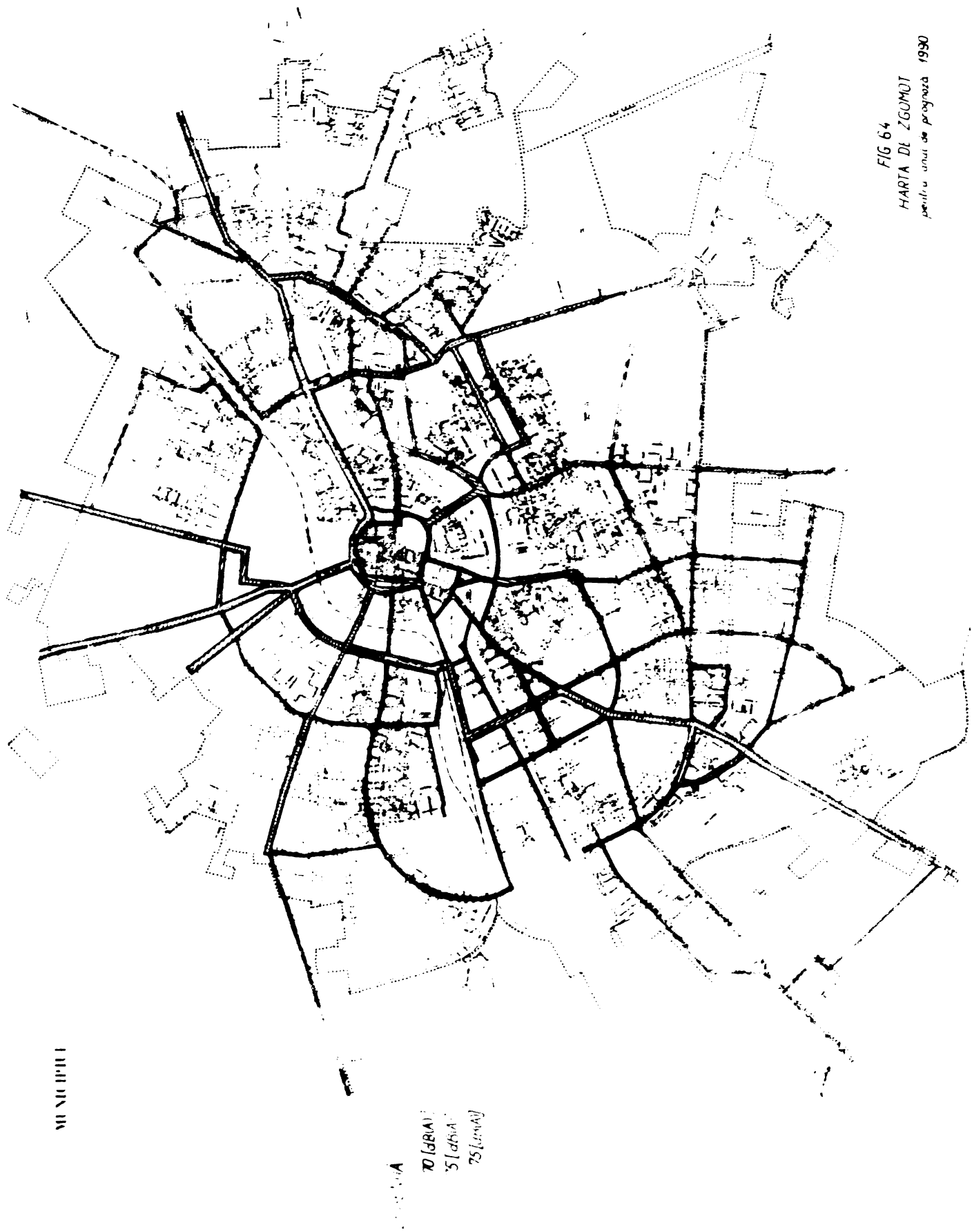


FIG 64  
 HARTA DE ZGOMBOT  
 pentru unu de prognoza 1990

Continuând analiza rezultatelor obținute prin prisma posibilităților de reducere în continuare a poluării sonore, s-a studiat evoluția în viitor a ponderii traficului de transit, față de traficul total. Din studiile și prognozele de trafic efectuate a rezultat că ponderea traficului de transit față de traficul total din municipiul Timișoara, este în continuă creștere, iar în anul 1990, va atinge un procent de 9,79 %. Diagrama de creștere a ponderii traficului de transit față de traficul total se prezintă în figura 6.3.

Aceste studii și cercetări au dus la concluzia că, în cazul municipiului Timișoara, se impune necesitatea realizării unei centuri de ocolire a orașului, atât din considerente de trafic rutier, cât și din punctul de vedere al reducerii poluării sonore.

Aprofundarea cercetărilor făcute de autor, pentru reducerea poluării sonore prin măsuri de organizarea și sistematizarea circulației rutiere a avut în vedere două aspecte :

- cheltuielile de investiții pentru reducerea poluării sonore să fie minime ;
- aspectul urbanistic al orașului să nu fie deteriorat de lucrări inestetice (ecrane de protecție) ;

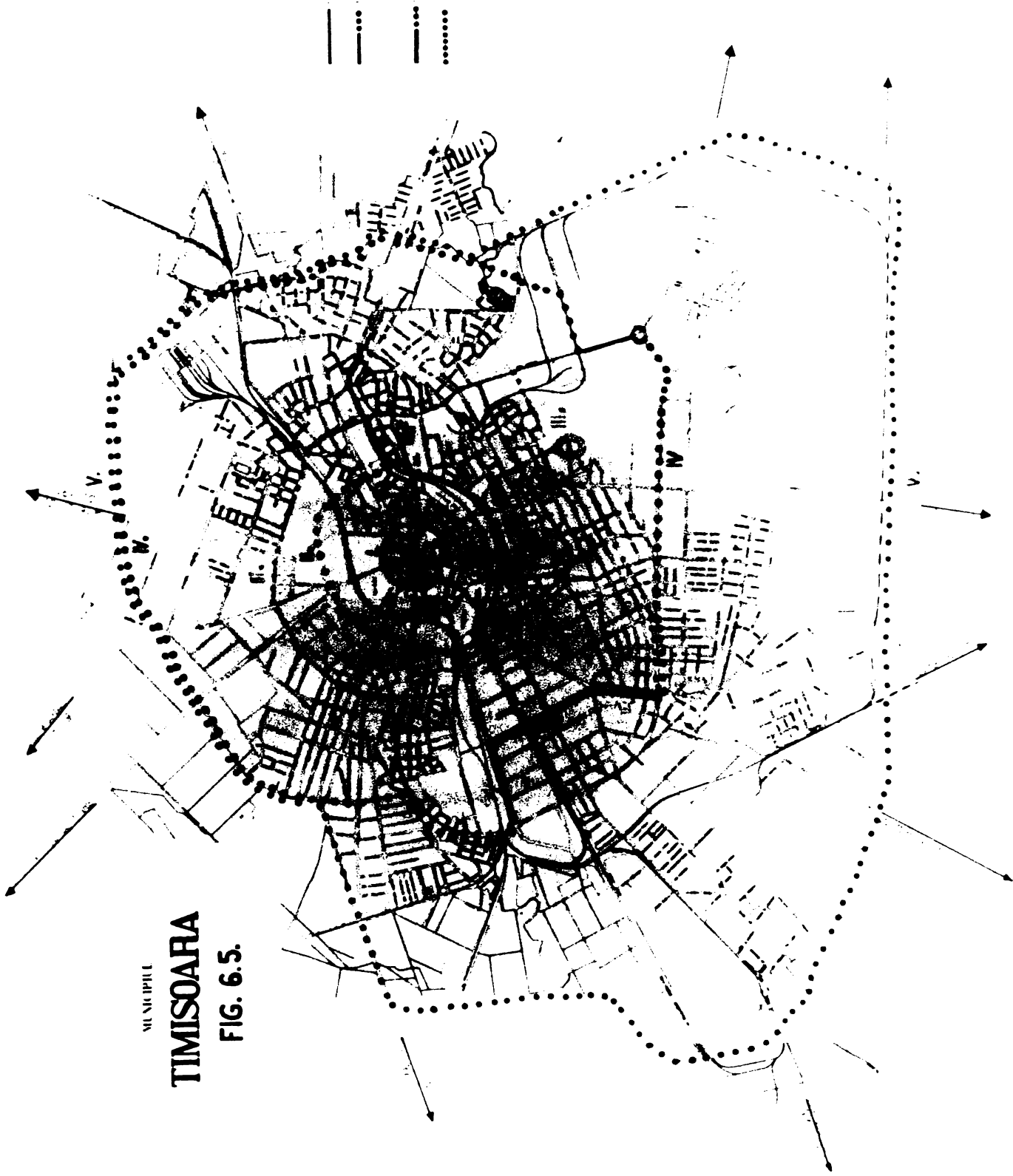
Astfel s-a ajuns la concluzia că, varianta de rețea strădală adoptată și completată cu centura de ocolire a orașului, corespunde intrutotul celor două principii arătate mai sus.

Centura de ocolire a orașului a fost studiată în corelare cu viitorul antestradă transeuropeană nord-sud, care în zona municipiului Timișoara, s-a preconizat a trece la nord de oraș și va lega penetrațiile dinspre Arad și Lugoj. Astfel, rolul centurii de ocolire pe acest sector poate fi preluat de antestradă, centura necesitându-se a se realiza, pentru asigurarea legăturii între penetrațiile dinspre Arad și Merașița la vest de Timișoara și între Merașița și Lugoj la est de Timișoara.

Prin realizarea lucrărilor de întregire a rețelei strădale majore și a centurii de ocolire, nivelul poluării sonore se poate menține în limitele admisibile.

În concluzie, se arată că, rezultatele bune obținute de reducerea poluării sonore prin organizarea și sistematizarea traficului rutier, fac ca această metodă, aprofundată de autor prin cercetări sistematice și de lungă durată, este eficientă și trebuie luată în considerare cu prioritate în cadrul deciziilor privind politica rutieră.

Centura rutieră propusă, este de altfel ultimul inel din rețeaua rutieră înelară a orașului și armeană a veni traseul prezentat în figura 6.5.



MUNICIPIUL  
**TIMISOARA**

**FIG. 6.5.**

### 6.2. Sursele poluante de zgomot în domeniul sonor și infrasonor ale motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule.

Principalele surse care generează zgomote și infrasunete la motoarele de pe autovehicule sînt sistemele de admisiune și evacuare, suprafețele în vibrație ale blocului motor, ale chiulaselor și ale capacelor roților de distribuție și vibrațiile principalelor mecanisme ale motorului.

#### Zgomotul produs în sistemul de admisiune.

În sistemul de admisiune apare zgomot datorită pulsațiilor repetate ale aerului. Oscilațiile coloanei de aer în sistemul de admisiune se compun din oscilații proprii și oscilații forțate.

Nivelul zgomotului la admisiune depinde mult de fazele distribuției gazelor. Nivelul sonor minim al motorului se obține prin deschiderea întârziată a supapei de admisiune și închiderea întârziată a supapei de evacuare.

Din analiza fazelor distribuției pentru motoarele care echipază autovehiculele din traficul nostru rutier : Dacia 1300, Dacia 1100, ARO L 25 - motoare cu aprindere prin scînteie și Saviem 797-05, D-110, D-115 - motoare cu aprindere prin comprimare, rezultă că din punct de vedere al deschiderii admisiunii situația cea mai avantajează o are motorul D-115  $\alpha_{d.s.a} = 3^{\circ} \text{RAC}$ , iar la evacuare întârzierea cea mai mare o are motorul Dacia 1300 la care  $\alpha_{i.ee} = 20^{\circ} \text{RAC}$ .

Optimizarea fazelor distribuției pînă în prezent, nu a luat în considerare nivelul de zgomot al motorului, ea efectuîndu-se numai pe baza criteriului de îmbunătățire a umplerii.

Zgomotul reținut, datorită admisiunii, domină în zgomotul total al motorului, dacă excludem zgomotul sistemului de evacuare .

Valoarea nivelului sonor produs de sistemul de admisiune al motorului este de 8-10 dB(A) (s-a determinat pe cale experimentală prin rotirea motorului prin intermediul unui motor electric).

#### Zgomotul apărut în procesul de ardere

Nivelul sonor al motorului depinde într-o foarte mare măsură de felul procesului de ardere. Astfel, pentru obținerea

unui minim al nivelului sonor, este necesar ca viteza de creștere a presiunii din interiorul cilindrului să coboare în jurul valorii de  $2 \text{ bar}/^{\circ}\text{RAC}$ . Datorită variației acestei presiuni, nivelul sonor al motorului crește cu 2-5 dB(A). Această condiție poate fi îndeplinită numai de motoarele cu aprindere prin scintile (m.a.s) iar la motoarele cu aprindere prin compresie (m.a.c) viteza de creștere a presiunii este depășită mai ales la m.a.c. cu injecție directă.

Tendința actuală de reducere a presiunilor maxime de ardere prin metodele de control ale arderii în m.a.c. corespund și cerinței de reducere a nivelului de zgomot datorită acestuia, astfel încât reducerea nivelului de zgomot al arderii poate constitui un criteriu de îmbunătățire a procesului de ardere, mai ușor de determinat experimental decât viteza de creștere a presiunii.

Nivelul zgomotului datorită arderii la motoarele analizate se prezintă în felul următor :

- motoarele Dacia 1300, Dacia 1100 și ARO L-25 au  $\bar{p} < 2 \text{ bar}/^{\circ}\text{RAC}$  ceea ce le conferă un mare silențios :

- motoarele D-110, D-115 și Savien 797-e5 au  $\bar{p} > 2 \text{ bar}/^{\circ}\text{RAC}$  funcționarea se produce cu un nivel de zgomot ridicat la D-110 și D-115 și mai redus la Savien 797-e5 din cauza procedurii de formare peliculară a amestecului.

#### Zgomotul provocat de vibrațiile motorului.

Nivelul sonor al motorului poate fi mărit de către oscilațiile de încheiere și torsione ale arborelui cotit, care apare la viteza mare de creștere a presiunii în cilindrii motorului, precum și la folcșirea unui arbore cotit insuficient de rigid.

Din acest punct de vedere motoarele autovehiculelor din traficul nostru rutier nu prezintă o creștere apreciabilă a nivelului de zgomot.

#### Zgomotul mecanismului de distribuție cu supape.

Asupra nivelului de zgomot al mecanismului de distribuție cu supape au influență jocurile termice și forțele maselor a căror valoare este determinată de profilul camelor arborelui de distribuție. În cazul de față mecanismele sînt prevăzute cu tachet cu platou plan. Mecanismul de distribuție poate să ridice nivelul de zgomot al motorului cu 5-8 dB(A).

### Zgomotul sistemului de ventilare pentru răcirea motorului

Zgomotul ventilatorului depășește de regulă cu circa (10-12) dB(A) zgomotul motorului ce funcționează fără ventilator. Zgomotul total al ventilatorului se compune din zgomot mecanic și aerodinamic).

Zgomotul mecanic este provocat de vibrația diferitelor elemente ale ventilatorului.

Zgomotul aerodinamic este dat de oscilațiile de viteză și presiune în fluxul de aer ce trece printre paletele ventilatorului.

### Zgomotul la evacuare

Sistemul de evacuare al motorului reprezintă sursa principală de zgomot.

Aspectul spectrului și nivelului de zgomot al evacuării depinde de numărul cilindrilor, de numărul de timpi în care funcționează motorul, de cilindre, de putere, de uniformitatea de succesiune a curselor de lucru și de construcția sistemului de evacuare.

Spectrul de zgomot al evacuării poate fi determinat prin calcul sau pe cale experimentală prin încercări ale motorului. În spectrul de zgomot nivelul cel mai ridicat îl are componenta fundamentală.

Componentele fundamentale și armonicile lor sînt situate în domeniul frecvențelor joase și mijlocii (40-60 Hz și 700-1000 Hz). Restul energiei acustice se află repartizată aproape uniform pe un număr foarte mare de componente ale căror frecvențe au valori superioare frecvenței de 2000 Hz. Aceste componente sînt produse de formarea turbolențelor și de apariția vibrațiilor proprii la scurgerea gazelor prin orificiul supapelor de evacuare. Frecvența acestor componente depinde atât de sistemul de evacuare cît și de valorile cilindreei și ale orificiului supapelor.

Amortizoarele de zgomot ale motoarelor cercetate sînt de tipul rezonator disipator cu unul sau două atenuatoare de zgomot montate în serie (Dacia 1300) care sînt astfel dimensionate încît să atenuese frecvențele superioare, cuprinse între 2000-7000 Hz, ale zgomotului, neglijîndu-se frecvențele joase și totodată frecvențele infrasonore. Cercetările efectuate în cadrul lucrării au demonstrat apariția frecvențelor infrasonore pentru toate înregistrările făcute pentru stabilirea nivelului de zgomot în apropierea tobei de epapament .

În concluzie se apreciază că ar fi necesară extinderea



cercetărilor și asupra domeniului infrasonor al sistemului de evacuare pentru a stabili posibilitățile de reducere ale acestuia.

### Regimurile tranzitorii ale motorului și efectele lor asupra poluării sonore în trafic

Cercetările efectuate pe motorul de pe autoturismul Dacia 1300 arată o strinsă corelare între regimul de accelerare și nivelul de zgomot echivalent produs. Acest fapt justifică luarea unor măsuri practice pentru diminuarea zgomotului din trafic generat de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule. Unele rezultate obținute în urma cercetărilor referitor la motorul cu ardere internă de pe autoturismul Dacia 1300, având ca atingerea unei viteze de 40 km/oră în 3 secunde cu accelerație de  $2,5 \text{ m/s.}^2$  produce un nivel de zgomot de 70-72 dB(A), în timp ce, aplicând un regim de două viteze cu câte o durată de 5 s., respectiv 2 s., separate de o viteză constantă, se obține un nivel de zgomot de numai 64-66 dB(A). Într-un al treilea regim de pornire pe o durată de 14 s., se obține un nivel echivalent de numai 58-60 dB(A).

Prin alegerea de către conducătorul auto al unui regim de accelerare optim se poate obține o reducere a nivelului de zgomot de 8-10 dB(A). În mod asemănător pentru vitezele de 60 km/oră respectiv 80 km/oră se pot obține reduceri ale nivelului de zgomot echivalent cu 6-8 dB(A). O măsură bună pentru evitarea multiplelor porniri și opriri ale vehiculelor, deci și pentru coborîrea nivelului de zgomot, constă în realizarea pe anumite artere a unei unde verzi (valul verde ; sau intersecții cu semaforizare coordonată). În prezent, în unele orașe s-au introdus, în anumite zone cu o mare afliență de vehicule, computere care calculează în mod automat numărul și viteza autovehiculelor care circulă, lungimea coloanei de vehicule, și pe baza acestor date, calculatorul electronic dirijează circulația în mod automat, asigurându-i un maximum de fluiditate și siguranță a traficului rutier, rezultând în consecință și o diminuare a poluării sonore.

Valorificarea cercetărilor pentru motoare cu ardere internă conduce la următoarele concluzii :

1. Sursele principale de zgomot ale motorului cu ardere internă sînt sistemele de admisiune și evacuare care generează și spectrul infrasonor.

2. Amortizoarele de zgomot utilizate pentru admisiune și evacuare trebuie cercetate și din punct de vedere a producerii de zgomot cu frecvențe infrasonore în scopul atenuării lor .

3. Traficul de oraș caracterizat prin regimuri tranzitorii de funcționare ale motoarelor foarte frecvente impune



studiul și cercetarea lor nu numai din punct de vedere al puterii și economicității motorului, dar și din cauză că aceste regimuri generează o poluare sonoră și infrasonoră ridicată.

Un rol important în reducerea nivelului de zgomot sonor și infrasonor al motoarelor și autovehiculelor îl are conducerea rațională și asigurarea unui trafic rutier fluent.



### 6.3. Contribuții la proiectarea arterelor și nodurilor de circulație pentru reducerea nivelului de poluare sonoră generată de autovehiculele cu ardere internă de pe autostrăzi

În condițiile în care traficul rutier prezintă valori reduse, la proiectarea arterelor și nodurilor de circulație nu se ține seama de necesitatea reducerii nivelului de poluare sonoră. Cu totul alta este însă, situația în care traficul rutier atinge valori mari pe unele artere de circulație și în anumite intervale orare. În acest caz conceperea și realizarea dispozitivelor de circulație trebuie făcută ținându-se seama și de reducerea nivelului de poluare sonoră.

Activitatea de proiectare a arterelor și nodurilor de circulație este precedată și include studii și cercetări de trafic precum și de poluare sonoră, efectuându-se în următoarele 3 etape :

- analiza circulației actuale, a nivelului de poluare sonoră și stabilirea legăturilor ce există între intensitatea traficului și nivelul de poluare sonoră pentru situația concretă din localitatea sau zona studiată ;
- prognoza circulației rutiere și prognoza nivelului de poluare sonoră ;
- stabilirea măsurilor pentru ameliorarea situației actuale și viitoare.

Analiza circulației rutiere actuale, stabilirea nivelului de poluare sonoră generată de această circulație și determinarea legăturilor ce există între intensitatea traficului și nivelul de poluare sonoră se realizează prin recensăminte de trafic și prin măsurători ale nivelului de zgomot efectuate în aceleași secțiuni în care se fac și recensămintele.

Prognoza circulației rutiere se determină prin metode simple care presupun înmulțirea traficului recensat cu anumiți coeficienți de creștere (precizia metodei și gradul de încredere în rezultatele obținute sînt reduse) sau metode complexe de modelare matematică a circulației rutiere, traficul de prognoză fiind determinat în funcție de dezvoltarea social-economică a localității și în funcție de indicii de motorizare estimat pentru situația de

pregăsi.

Odată determinate fluxurile de circulație de progresă, se poate trece la stabilirea nivelului de poluare sonoră pentru diferitele artere de circulație. Nivelul de poluare sonoră se stabilește cu ajutorul relației ce a fost determinată în etapa de analiză, relație care indică modul în care variază nivelul de aglomerare funcționale de valerile atinse de intensitatea traficului. Datele astfel obținute permit să se întocmească planul cu zonele de poluare sonoră și cu curbele izobare care indică nivelul acestei poluări.

Etapa a treia în care se realizează stabilirea măsurilor pentru ameliorarea situației actuale și viitoare, constituie activitatea proprie-aiă de proiectare și se finalizează prin indicarea soluțiilor concrete capabile să asigure o reducere a nivelului de poluare sonoră generată de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule, precum și zona de influență a soluțiilor preconizate.

Soluțiile ce se adoptă pentru reducerea nivelului de poluare sonoră trebuie să aibe în vedere următoarele două aspecte esențiale și anume:

- elementele geometrice ale dispozitivelor de circulație în profil transversal și în profil longitudinal ;
- situația construcțiilor existente, a celor prevăzute a se realiza și încadrarea în aspectul urbanistic de ansamblu.

Modul de abordare a proiectării arterelor și nodurilor de circulație pentru reducerea nivelului de poluare sonoră arătat mai sus și prezentat și sub formă unei scheme în cadrul figurii 6.6. este un mod care permite reluarea unor operații pînă la stabilirea soluției optime, alif în ceea ce privește nivelurile de poluare sonoră, cit și din punct de vedere urbanistic.

Intrucit, datorită valerilor mari de trafic ce se pot înregistra înfă din situația actuală și deci necesitatea de măsuri pentru reducerea nivelului de poluare sonoră, soluțiile ce se adoptă pentru situația actuală trebuie concepute astfel încit ele să corespundă și pentru situația de viitor cu eventuale adăugiri și completări.

Soluțiile, ce se adoptă prin proiectare, au la bază

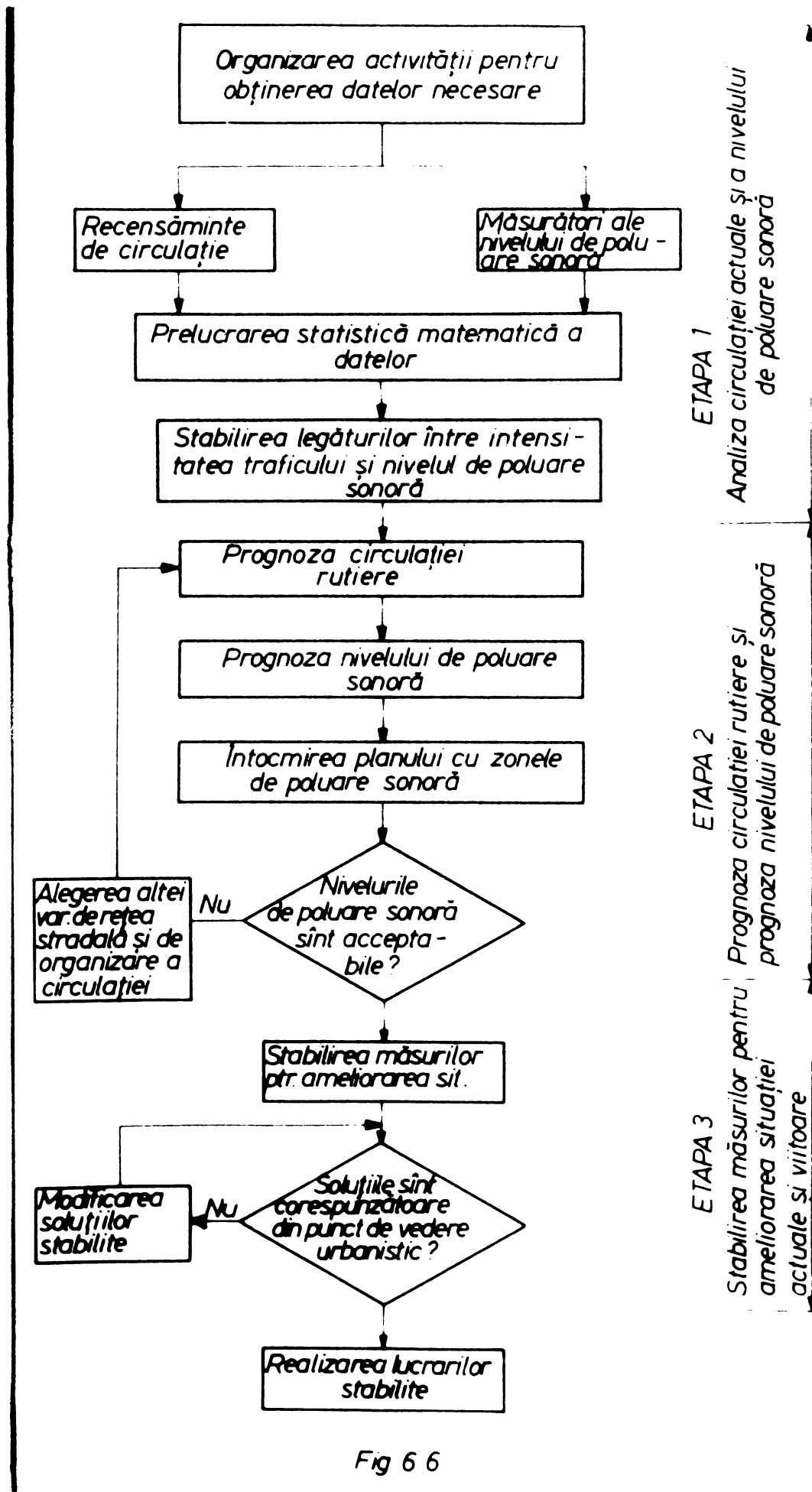


Fig 6 6

mijloacele de intervenție care au ca efect reducerea nivelului de poluare sonoră. Aceste mijloace se împart în două mari categorii :

- mijloace de intervenție asupra nivelului prefunții sonore de la conceperea infrastructurii arterelor ;
- mijloace de intervenție după realizarea proiectului.

Dintre măsurile cu eficiență maximă pentru reducerea poluării sonore cele mai des utilizate sînt realizarea de ecrane.

Ecraanele utilizate pentru reducerea poluării sonore sînt:

- ecrane laterale - soluție ce se poate utiliza atunci cînd nu dispunem decît de o emparișă redusă (figura 6.7).

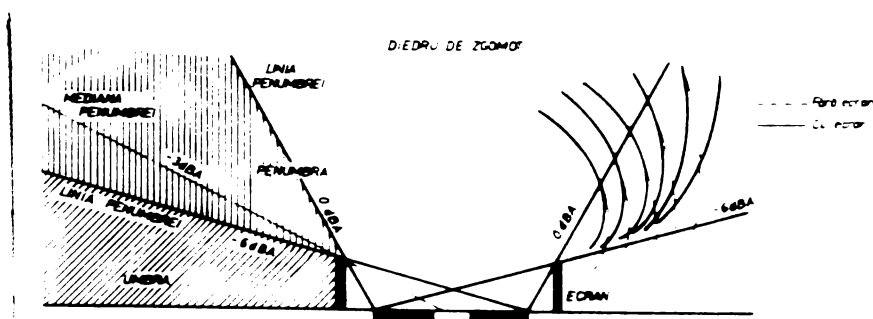


FIG 6.7. EFECTUL ECRANULUI

Aceste ecrane nu pot să protejeze imobilele înalte situate în imediata apropiere a arterei de circulație. De asemenea, ele, de cele mai multe ori nu sînt acceptate din punct de

vedere estetic și pot genera un efect de perete jenant. Ecraanele laterale pot fi de două tipuri : ecraane absorbante și ecraane reflectorizante.

- ecraane centrale. În cazurile dificile pot fi luate în vedere ecraane absorbante plasate în zona verde centrală, dar folosirea lor comportă numeroase inconveniente printre care și de ordin estetic.

Acoperirea arterelor de circulație se poate realiza în două moduri :

- acoperire - executată prin console aşezate pe un zid suport (a se vedea fig.6.8)

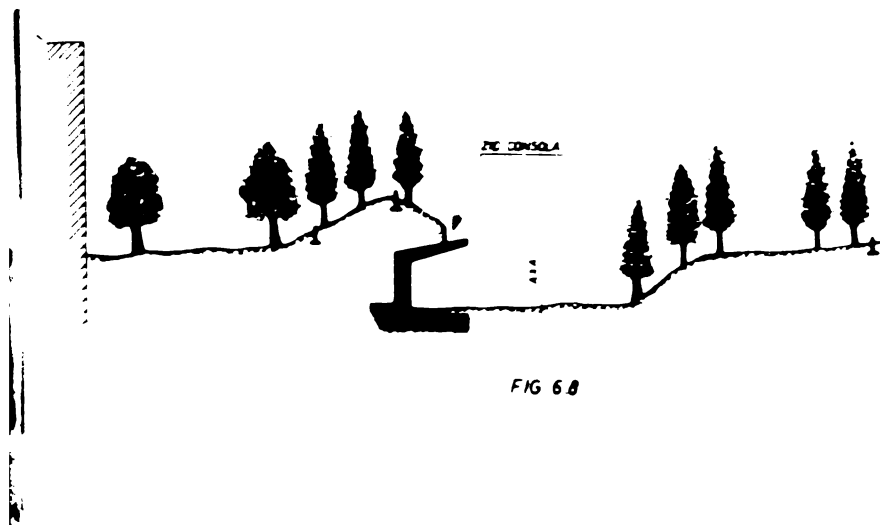


FIG 6.8

Astfel de amenajări sînt costisitoare, însă foarte eficiente cînd nu dispunem de emparișă redusă și mărginite de imobile înalte-

- acoperire - soluție care este pe deplin eficace împotriva aglomerației și rezolvă și prob-

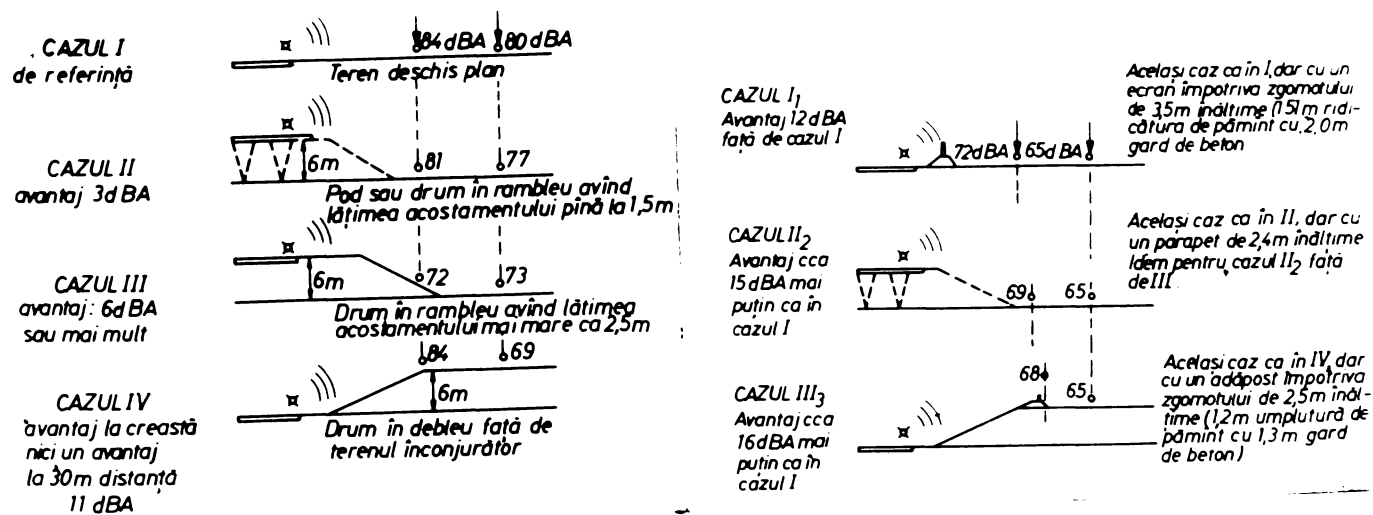
lunile legate și de estetică. Această soluție necesită ca la lungimi mai mari de 300 m de parte acoperită, să se prevadă sisteme de aerisire. Costul ridicat al acestui tip de amenajare face ca el să fie indicat a se utiliza în cazuri deosebite.

Alte metode, însă cu eficiență mult mai redusă decât cele prezentate până în prezent sînt : prevederea de plantații și a anumitor tipuri de îmbrăcăminte pentru drumuri.

Plantațiile, în general, sînt puțin eficiente în ceea ce privește reducerea poluării sonore, totuși plantațiile dese cu frunziș traiant și pe o adîncime mare (50 metri) pot aduce o atenuare apreciabilă a zgomotului.

În ceea ce privește îmbrăcăminte drumurilor se arată că o îmbrăcăminte bituminosă conduce la o reducere de 2, pînă la 5 dB(A) față de o îmbrăcăminte asfaltică, sau prea rugosă. Trebuie reținut și faptul că o șosea uscată este mai zgomotoasă cu 2 dB(A) față de una umedă.

Pentru a ilustra influența, amenajările ce se prevăd din etapa de proiectare a drumurilor pentru reducerea nivelului zgomotului generat de circulația rutieră în figurile 6.9 și 6.10 se prezintă o situație comparativă a celor două cazuri : fig. 6.9. cazul cînd nu se ține seama de reducerea nivelului de zgomote și fig. 6.10 cazul în care se ține seama de reducerea de zgomote.



Acțiunile ce se întreprind pentru a lupta împotriva neplăcerilor sonore nu pot da eficiența dorită decât dacă sînt luate de la începutul concepției proiectului și dacă se colaborează strîns cu urbanisții. În acest caz se dispune de o în-



treagă gamă de mijloace care permit realizarea unor amenajări satisfăcătoare. Cea mai înăuntru proiect este deja realizat, varietatea de mijloace de acțiune este foarte redusă.

#### 6.4. Implicațiile poluării sonore și cu înfrăngerea asupra omului și activității sale

##### 6.4.1. Poluarea sonoră și acțiunea ei asupra organismului

Creșterea nivelurilor de zgomote, mai ales în marile aglomerații urbane, a dus la apariția noțiunii de "poluare sonoră". Chiar dacă, în țara noastră, această poluare sonoră nu a atins proporții îngrijorătoare, se impune totuși ca o necesitate de prim ordin, protecția împotriva acțiunii nocive a zgomotului, prin asigurarea celor mai bune condiții de confort acustic.

În afară de acțiunea sa asupra urechii interne, ilustrată de surditatea de percepție, care este considerată ireversibilă, zgomotul exercită o influență negativă, asupra organismului în întregime.

Cercetările efectuate în colaborare cu un colectiv din cadrul Institutului de igienă Timișoara, condus de prof.dr.C. Ursoniu a dus la câteva aspecte importante, prezentate în cele ce urmează :

Apariția de turburări cardiovasculare caracterizate prin fenomene de vasoconstricție, cu o creștere a rezistenței în circulația periferică, mai ales la persoanele hipertensive, reflectă în mare măsură influența zgomotului asupra sistemului nervos vegetativ. Aceste modificări pot surveni chiar în cazul unui zgomot "neutru" de mică intensitate, pe care persoana expusă la zgomot nu-l consideră însemnat.

Un zgomot de 40 dB, deci de intensitate redusă, poate să producă, o vasoconstricție a arterelor și capilarelor circulației periferice, efect, care se manifestă cu timp dărușă acțiunea sa asupra organismului, chiar dacă nu este considerat deosebit de grav.

Obeseala generală și solicitarea nervoasă la care este supus organismul uman expus la un zgomot intens este datorită structurii celilor auditive și numerenșelor conexiuni pe care acestea le au în organism la toate nivelele.

Orice zgomot neașteptat produce un ansamblu de reflexii de investigații, ducând la o creștere a tensiunii simpatic și

emoțional și apoi scăderea atenției, la modificări hormonale pentru un răspuns cât mai adecvat la această situație neobișnuită .

Zgomotul poate influența majoritatea funcțiilor organice prin intermediul sistemului nervos simpatic. Astfel, se poate observa creșterea excitabilității neuro-musculare și a schimbărilor respiratorii, diminuarea motricității gastro-intestinale, intensificarea activității glandelor endocrine, suprarenală, tiroidă etc.

Nu trebuie să neglijăm nici efectele de ordin psihologic ale zgomotului. Datorită disconfortului sonor, apar nemulțumiri, stări de iritabilitate, care după unele cercetări în spitalele cu confort sonor deficitar, cresc durata perioadei de convalescență la bolnavi. Tot datorită zgomotului, pot apărea suprasolicitări ale atenției, mai ales datorită efectului de mascare a vocii, respectiv a diferitelor comenzi și semnale verbale și sonore care duc la eforturi de atenție deosebite.

Acest fapt furnizează apariția oboselii și scăderea capacității de muncă prin reducerea posibilităților de concentrare a atenției, a coordonării unor mișcări profesionale, a aptitudinii de apreciere a unor situații.

Apariția unui zgomot intens și neașteptat, perturbă activitatea, antrenând o scădere temporară a performanței, fie că este vorba de o activitate predominant motorie, sau intelectuală.

#### 6.4.2. Poluarea infrasonară și acțiunea ei asupra organismului omului și în siguranța traficului rutier

Fenomenul fiind complex, autorul și-a propus studierea unor efecte ale poluării, în domeniul infrasonor. Constatările făcute împreună cu o echipă de medici (conf.dr. Schuster Francisc, șef de lucrări, dr.Marin Ioan - șeful clinicii ORL) se prezintă astfel :

##### 6.4.2.1.- Audiația

Scăderi mici ale pragului auditiv (oboseala auditivă) observată în diverse semnale de frecvență audie pentru durata de expunere de 20-30 minute.

Efecte mai intense pentru expuneri timp de 30 minute la intensități de 150 dB.

Se citează senzații de înecare, tuse, sufocare, de vibrația cutiei toracice și modularea ritmului respirator cu influența asupra vorbirii, aspecte absente în cazul expunerii corpului uman la vibrații acustice cu frecvențe sub 50 Hz și intensități până la 150 dB.

Infrasunetul intens modulează vorbirea în așa măsură încât vorbitorul pare că percepe o vibrație a întregului corp. Asupra urechii ascultătorului expunerea în infrasunete poate duce la o modulare ușoară a acuității auditive prin frecvența infrasunetului.

Pentru o protecție optimă a urechii în domeniul infrasunetelor, sub 20 Hz s-au recomandat audioprotecțiile care se introduc în conductul auditiv extern în cadrul unor expuneri de scurtă durată, iar în cazul unei expuneri de lungă durată se pot obține rezultate bune prin utilizarea concomitentă de audioprotecție de tip casă.

#### 6.4.2.2. Efectele infrasunetelor asupra întregului corp

S-a observat în urma expunerii la infrasunete de intensitate crescută unele simptome ca : vibrația cutiei toracice, senzația de sufocare și modificări ale ritmului respirator. Cu toate că frecvența de rezonanță citată în mod obișnuit pentru cutia toracică este de circa 60 de Hz și în cazul unor frecvențe de 30 Hz s-au produs modificări ale respirației și vorbirii.

S-a observat că senzațiile subiective au crescut în intensitate destul de rapid, când nivelele de presiune a sunetului au depășit 145 dB.

În cazul expunerii la vibrații sonore cu frecvențe între 50-100 Hz, se menționează simptome mult mai intense, expunerile fiind considerate intolerabile. Simptomele mai frecvente constau în ușoară greață, dureri de cap, tulburări de vedere, senzația de sufocare, tuse. Toate persoanele expuse la aceste sunete au menționat o stare de oboseală marcată care dispărea după o noapte de somn.

#### 6.5. Lucrări publicate și comunicate

Cercetările efectuate pentru elaborarea tezei de doctorat s-au concretizat prin 13 lucrări prezentate la sesiuni științifice prin contracte de cercetare și studii care au avut ca scop elabo-

rarea unor metode și soluții noi cuprinzând :

- analiza nivelelor de zgomote în municipiul Timișoara și propuneri de soluții pentru reducerea poluării sonore /38,43/;
- compararea nivelelor de zgomote generat de traficul rutier cu valorile limită admisibile, calculul indicilor de jenă, zonarea municipiului Timișoara în : zonă silențioasă, zonă zgomotoasă și zonă mixtă, precum și măsuri ce se întreprind pentru restrângerea zonei zgomotoase și mixte /35,43/;
- organizarea și sistematizarea traficului rutier având la bază măsurătorile de zgomot, prognoza poluării sonore funcție de prognoza traficului rutier /37,38/ ;
- propuneri pentru extinderea rețelei stradale majore a municipiului Timișoara, înglobând în această serie de străzi, care în prezent nu sînt amenajate pentru circulația rutieră, dar justificate, pentru reducerea nivelelor de poluare sonoră /37,41/ ;
- propuneri pentru realizarea centurii de ocolire a municipiului Timișoara pe principii noi de depoluare /37,41/ ;
- proiectarea arterelor și nodurilor de circulație care să răspundă la triunghiul de condiții: fluiditate și siguranță maximă, concomitent cu soluții de poluare minimă /40/ ;
- reducerea nivelului de zgomot produs de traficul rutier prin amenajări de ecrane /41/;
- instalație electromecanică de simulare a infrasunetelor într-o încăpere specială denumită "camera bariică " /36/ ;
- echipament electronic pentru determinarea nivelelor de zgomot în domeniul sonor (audibil) și infrasonor (neaudibil) /37,38/ ;
- utilizarea calculatorului pentru relațiile de corelare și prognozare a nivelurilor de zgomote /14, 38/ ;

Pe baza contractelor de cercetare, avind ca beneficiar Consiliul popular al municipiului Timișoara și Consiliul popular al județului Timiș, s-a efectuat zonarea municipiului Timișoara, modernizarea Bul.L.Sălăjan, proiectarea și execuția " Podului Muncii " precum și modernizarea zonei dintre Piața Operei și catedrală, pe principii noi de depoluare, din municipiul Timișoara.

Rezultatele cercetărilor au găsit o largă aplicabilitate în cadrul deciziilor luate de Comitetul Executiv al C.P.M. Timișoara și Comitetul Executiv al C.P.J.Timiș pentru îmbunătățirea condițiilor de circulație care să asigure un triunghi de condiții : fluentă maximă, siguranță maximă și poluare minimă.

#### 6.6. Concluzii asupra valorificării cercetărilor.

Modul de valorificare a cercetărilor efectuate de autor se poate împărți în următoarele domenii :

1. Organizarea și sistematizarea traficului rutier pe principii de reducerea poluării sonore, concomitent cu soluții de fluentă și siguranță maximă ;
2. Nivelul zgomotelor produse de sistemul de admisie și cel de evacuare ale motoarelor cu combustie internă, poate fi atenuat cu ajutorul atenuatoarelor de zgomot ;
3. Celelalte categorii de zgomote cum sînt cele de combustie și cele generate de piesele oscilante și rotative ale motorului și care sînt radiate de către blocul motor, nu pot fi micșorate decît printr-o intervenție în construcția generală a motorului sau prin utilizarea carcaselor fonoizolante ;
4. Proiectarea arterelor și nodurilor de circulație pentru reducerea nivelului de poluare sonoră generată de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule ;
5. Stabilirea măsurilor necesare a fi adoptate pentru reducerea efectelor infrasunetelor asupra conducătorului auto în vederea mîririi gradului de siguranță în trafic și în general diminuarea efectelor poluante ale infrasunetelor ;
6. Educarea conducătorilor auto cu privire la o conducere optimă a autovehiculelor, în scopul reduce-

**rii polnării senere, concomitent cu reali-  
zarea de economii de carburanți.**

**C A P I T O L U L 7**  
**-----**  
**CONCLUZII FINALE**



### CONCLUZII FINALE

Corectările, care fac obiectul prezentei teze de doctorat, s-au efectuat prima dată la noi în țară și au condus la următoarele rezultate și concluzii :

#### 7.1. Concluzii asupra cercetărilor fundamentale

- s-au elaborat metode teoretice și experimentale originale pentru analiza zgomotului în domeniul sonor și infrasonor precum și pentru calculul indicilor fiziologici (indici de deranj) ;

- prin calculele de corelare statistică, utilizând calculatorul electronic, s-au pus în evidență relațiile de existență între nivelurile de zgomot și distanță, pentru 7 trepte de viteză. Aceste rezultate s-au comparat cu cele găsite în literatura de specialitate, și anume cu relația care arată dependența nivelului presiunii sonore față de distanță ( $L_{eqh} = \text{const.} - 10 \log a$ ). Diferențele dintre calculele teoretice, efectuate cu formula menționată mai sus și cele obținute prin metode de corelare statistică cu ajutorul calculatorului electronic nu sînt semnificative, ceea ce confirmă justetea metodologiei folosite;

- Utilizarea analizei de corelație (off-line) la studiul semnalelor EEG captate de la subiecții aflați în timp infrasonor în "camera barică", a permis punerea în evidență a influenței infrasunetelor asupra ochilor și în siguranța traficului rutier, cu ajutorul modificărilor constatate ale densităților spectrale de putere de la semnalele EEG.

- Stabilirea legăturilor existente între intensitatea traficului rutier de la noi din țară și nivelul de zgomot pentru diferite distanțe față de fluxurile de circulație, cu ajutorul corelării statistice a permis prognozarea poluării sonore pe cincinale și decenii și de aici măsurile ce trebuie luate pentru păstrarea nivelurilor actuale în limite admise. De asemenea, valorile nivelurilor de zgomot și prognoza acestora a permis luarea unor măsuri de organizare și sistematizare a traficului, avînd la bază reducerea surselor de zgomot prin optimizarea traseelor de circulație.

#### 7.2. Concluzii asupra cercetărilor aplicative

- Metodele de cercetare experimentală adoptate de autor au avut în vedere obținerea de date, atât din condițiile concrete

de desfășurare a traficului rutier, generator al poluării sonore și infrasunore, cit și în condițiile de laborator.

- Metodele de cercetare experimentală adoptate și aparatura folosită au permis înregistrarea zgomotului strădal generat de motoarele cu ardere internă de pe autovehicule, astfel încât datele obținute să permită stabilirea modului în care se manifestă zgomotul, a legăturilor caracteristice acestuia și a metodelor și măsurilor ce trebuie adoptate pentru reducerea poluării sonore, în special în zonele urbane. De asemenea, cercetarea experimentală a pus în evidență existența infrasunetelor în jurul conducătorului auto, din cabinile autovehiculelor.

- Un aspect important ce s-a avut în vedere în cadrul acestor cercetări aplicative a fost determinarea de corelații între nivelul de zgomot și intensitatea traficului rutier. Din prelucrările efectuate cu ajutorul calculatorului electronic au rezultat creșteri evidente ale nivelurilor de zgomot, cu creșterea traficului. Rezultatele acestor cercetări sînt foarte importante și servesc la stabilirea măsurilor ce trebuie întreprinse în vederea reducerii poluării sonore, laxinocinarea hărțurilor acustice, la organizarea și sistematizarea traficului precum și la proiectarea arterelor și nodurilor de circulație din zonele urbane ;

- Din studiile și observațiile făcute a rezultat că autovehiculele, în trafic, se comportă diferit în ceea ce privește generarea zgometelor, atunci cînd traficul se desfășoară pe trasee curente sau în intersecții. Analiza acestor zgomote datorită circulației autovehiculelor s-a făcut în mai multe feluri, după cum urmează :

- analiza statistică a zgomotului funcție de caracteristicile traficului ;
- analiza nivelului global de zgomot exterior clădirilor, exprimat în dB(A) ;
- analiza zgomotului nivelului de zgomot exterior clădirilor, în funcție de frecvență ;
- analiza nivelului global de zgomot interior clădirilor, exprimat în dB(A) ;
- analiza nivelului de zgomot interior clădirilor funcție de frecvență ;
- analiza caracterului probabilistico-informațional al zgomotului rezultat din trafic.

- Spectrogramele obținute evidențiază nivelele de zgomot diferențiat pentru autocamioane, autoturisme, tractoare, biciclete, motocicletă și de aici măsurile ce se impun pentru reducerea nivelelor de poluare prin organizarea și sistematizarea participanților la trafic. Exemplu : devierea circulației grele de pe un traseu, optimizarea traseelor, semnalizarea verticalo-orientată, adecvată, scopului propus, interzicerea circulației unui anumit tip de autovehicul pe o stradă sau alta.

- Evidența faptului că zgomotele de joasă frecvență cauzează deranjamente mari omului și activității sale precum și scăderea gradului de siguranță a traficului rutier provine din studiile și măsurătorile întreprinse în cabinetele mijloacelor de transport persoane și mărfuri, precum și în "camera barică". Interpretarea rezultatelor cercetărilor din "camera barică", consemnate prin acțiunea infrasunetelor asupra stării funcționale cerebrale, a demonstrat că infrasunetele constituie o nouă cauză tehnică în geneza accidentelor de trafic, concretizată prin : oboseală, monotonia, pierderea vigilenței, adormirea la volan.

- Spectrogramele infrasunetelor obținute sînt dependente de poziția geamului deschis sau închis, de viteza de circulație și de înbrăcîmintea rutieră a drumului. Analiza statistică a infrasunetelor permite redarea valorilor  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  în domeniul neaudibil pentru cazurile studiate.

- Rezultatele obținute prin studiul efectelor infrasunetelor se pot utiliza în domeniul stabilirii unui regim de conducere a autovehiculelor pentru diminuarea efectelor infrasunetelor asupra performanțelor conducătorului auto și de măsuri constructive pentru motor.

- Interpretarea rezultatelor măsurătorilor de zgomot în domeniul sonor și infrasonor, generate de motoarele autoturismelor DACIA 1300 la diferite regimuri de funcționare, a demonstrat existența spectrului de infrasunete atât în jurul motorului, cît și în jurul tobei de eșapament. Pentru comparare s-au folosit două carburatoare diferite (Weber și Solex), care au arătat că spectrul de zgomot este același, diferind numai mărimea valorilor nivelelor de zgomot. De asemenea, abaterea poziției clapetei față de poziția optimă produce o creștere a nivelelor de zgomot. În consecință se arată poziția optimă a clapetei care dă consum minim de combustibil și poluarea sonoră minimă.

- Rezultatele obținute prin cercetările experimentale

efectuate arată că, metodele de cercetare și aparatura folosită trebuie alese cu mult discernământ, astfel încât datele ce se obțin să fie într-adevăr semnificative pentru fenomenul ce se studiază. Instalațiile și aparatura ce se folosesc pentru măsurarea zgomotelor și a infrasunetelor trebuie etalonate, atât în cazul măsurărilor pe teren cit și în cazul măsurărilor în laborator. Rezultatele bune obținute ca urmare a prelucrării și interpretării datelor rezultate din măsurători arată că metodele și aparatura utilizată pentru cercetarea surselor poluante de zgomot și infrasunete ale motoarelor cu ardere internă de pe autovehicule, au fost adecvate.

- Compararea rezultatelor nivelelor de zgomot obținute cu valorile limită admise funcție de prognosa traficului, a permis autorului determinarea zonelor poluate de circulația autovehiculelor, precum și recomandări de distanțe minime între arterele de circulație și frontul clădirilor. De asemenea în rezultate se evidențiază valorile calculate ale indicilor de zgomot:  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$ , "e" - climatul de zgomot,  $L_{eq}$  indicele de zgomot indexat T.M.F., nivelul de poluare sonoră L.N.P., care au fost comparate cu valorile limită prescrise a fi respectate. Din studii de acest gen se desprinde concluzia că pe penetrațiile din municipiul Timișoara (Calea Lugejului, Șagului, traseul spre Jimbolia, Calea Aradului, Calea Buziașului), și străzile: Bd. Republicii, str. Stefan cel Mare, str. Daciilor, P-ța Traian, P-ța Bădă Cișcan, etc., avem valori ale nivelelor de zgomote înregistrate depășite față de cele limită oficiale, deci avem zone poluate.

- S-a concretizat o metodă originală de organizare și sistematizare a circulației rutiere având la bază prognosa și elafii sonore funcție de prognosa traficului rutier. Centura de circulație propusă rezolvă problemele de fluiditate și siguranță maximă a traficului din municipiul Timișoara, propunere ce a fost acceptată de către organele de decizie municipală și județeană.

Proiectarea arterelor și nodurilor de circulație pe bază de considerente de poluare sonoră este o problemă nouă pentru activitatea de proiectare de la noi din țară, precum și pentru activitatea serviciilor de circulație ale miliției.

- Rezultatele cercetărilor permit corelarea restricțiilor de viteză cu valorile nivelelor de zgomote măsurate pe străzile din localitățile urbane în scopul reducerii poluării

**sonere.**

**Aplicabilitatea rezultatelor obținute a fost verificată în cazul municipiului Timișoara, deschisându-se căi noi de cercetare în domeniul fenomenului poluării sonore și infrasonore.**



**B I B L I O G R A F I E**  
\*\*\* \*\*\*\*\*

**A. DOCUMENTE DE PARTID SI DE STAT**

1. Nicolae Ceaușescu - Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român. In : Editura politică, 1979, pag.43-44,50-51.
2. Nicolae Ceaușescu - Raport la cel de-al XI-lea Congres al Partidului Comunist Român. In: Editura politică, 1974, pag.68-69.
3. Nicolae Ceaușescu - Raport la Conferința națională a PCR din 7-9 decembrie 1977, cu privire la realizarea Hotărârilor Congresului al XII-lea a Programului Partidului Comunist Român și la sarcinile de viitor, cap.IV. In : Editura politică, 1977, pag.20-22.
4. Nicolae Ceaușescu - Directivele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981-1985 și orientările de perspectivă pînă în anul 1990. Editura politică, 1979, pag.35-36.
5. x x x - Programul Partidului Comunist Român de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintarea României spre comunism. In : Editura politică, 1974, pag.59-60, 62-63.
6. x x x - Documentele Conferinței Naționale a PCR din 1972. In : Editura politică, 1972, pag.32,33, 41,45.
7. x x x - Legea nr.9/1973, privind protecția mediului înconjurător , In :Buletinul Oficial nr.91/23.06.1973.
8. x x x x - Decretul nr. 80/1974 privind înființarea Consiliului Național pentru Protecția Mediului Înconjurător. In: Buletinul Oficial nr. 31/2.03.1974.

**B. PUBLICAȚII TEHNICE ȘI DE SPECIALITATE**

9. **Alba N și alții** - Aspecte ale tranziției sonore la lucrătorii din unele întreprinderi cu agomot. In: Conferința națională ORL, 1960, pag. 222-223.
10. **Arabadjev A. și alții** - Studiul tobelor de echipament pentru motorul D 950. In : Inginerul român, RPB, nr. 5, mai 1971, pag. 213-216.
11. **Augustynska, D.** - Calculul atenuărilor prin reflexie și absorbție. Aplicații industriale. In : Revue d'Acoustique, Franța, vol. 7, nr. 31, 1974, pag. 45-46.
12. **Augustynska, D.** - Noi timpuri de atenuare pentru motoarele Diesel. In: Lucrările Institutului de cercetări științifice pentru protecția muncii, Vârșovia, RPP, vol. 21, nr. 69, 1971, pag. 87-103.
13. **Bandari, J.C.** - Studiul agomotului la motoarele cu ardere internă pentru autovehicule. In: J. Inst. Eng. Mech. Eng. Div., India, vol. 53, nr. 3, martie 1973, pag. 123-126.
14. **Berindean V.,  
Crișan V.** - Contribuții la studiul statistic al poluării sonore. Buletin I.P. Traian Vuia, sesiunea de comunicări științifice, 1977.
15. **Berindean V.,  
Crișan V. și alții** - Studiul posibilităților de combatere a poluării atmosferei în municipiul Timișoara. Lucrare executată și editată sub îndrumarea Comitetului județean Timiș al PCR, Timișoara, 1971.
16. **Betzold, C.M.** - Măsuri pentru reducerea agomotului produs de circulația în zone cu mare densitate a populației. In : ATZ, RFG, vol. 72, nr. 1, ianuarie 1970, pag. 16-18.
17. **Börsch, H.W.** - Agomotul produs de motocicletă. In: Kampf den Lärm, RFG, vol. 18, nr. 6, decembrie 1971, pag. 145-151.



18. **Bonneffens Edourd** - Omul sau natura ? In: Editura politica, 1976, pag.122,123,356-374,381-383.
19. **Boveri, Michele** - Problema zgometelor pe străzile orăşelor în special în localităţile turistice. In : Audio Technica, Italia, nr.4-5-6, iulie 1967, pag.65-68.
20. **Briland, K.K.** - Eliminarea zgomotului în cabina autovehiculelor. In : Canadian Mining Journal, Canada, vol.93, nr.9, septembrie 1972, pag.67-68.
21. **Bredin, H.W.** - Proiectanţii de maşini şi utilaje trebuie să urmărească reducerea zgomotului în oraşe. In : Product Engineer SUA, vol.39, nr.24 , noiembrie 1968, pag.28-35.
22. **Broch, J.T.** - Aplicaţii ale aparatelor Brüel şi Kjaer pentru măsurări de zgomot. Maastrum Danemarca, 1973.
23. **Brukner, P.** - Raporturile între zgomotul produs de circulaţie pe străzi. In : Lärmbekämpfung, RFG, vol.13, nr.1, ianuarie 1969, pag.5-11.
24. **Brüel şi Kjaer** - Aplicarea utilajului Brüel şi Kjaer la măsurătorile zgomotului acustic, In: Revista Brüel şi Kjaer, iulie, 1979.
25. **Bryson, F.** - Reducerea zgomotului la autovehiculele de mare tonaj. In: Mach, Des., SUA, vol.46, nr.23, 1974, pag.24-29.
26. **Buchte, B.** - Inupra fenomenelor care trebuie luate în considerare la stabilirea protecţiei contra zgomotului pe autostrăzi cu circulaţie planificată. In : Kampf dem Lärm, RFG, vol.20, nr.1, februarie 1973, pag.7-12.
27. **Carlucci, I.** - Combaterea zgomotului produs de autovehicule. In : Audio-Technica, Italia, nr.1-2-3-, ianuarie -iunie, 1967, pag.21-25.

28. Cikanari, S.
- Studiu asupra zgomotului generat de automobil. In : Bulletin of J.SAR, Japonia, nr.1, ianuarie 1969, pag. 120-129.
31. Cincur G.,  
Craiu, V.
- Introducerea in teoria probabilităților și statistica matematică. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1971.
32. Cornescu, S.
- Colectia de programe a calculatorului electronic MSCIPT-2. In : Colectia de proiectare și realizarea calculatoarelor MSCIPT-2. I.P. Timișoara.
33. Crișan, V.
- Tendințe moderne in combaterea poluanților traficului rutier. Al 7-lea simpozion privind combaterea poluării mediului -organizat de Academia RSR, București, 1974.
34. Crișan, V și alții
- Considerațiuni privind investigarea poluării aerului și a toxicității emisiilor generate de motoarele cu ardere internă. Comunicată la sesiunea de comunicări tehnico-științifice a Institutului Național de Meteorologie Terestră (I.N.M.T.), București, 25-26.II.1977.
35. Crișan, V.
- Contribuția la studiul nivelului de zgomot produs de traficul rutier. Publicată in lucrările Uniunii societăților de științe medicale, secția igienă Timișoara, 1978, ianuarie 13.
36. Crișan, V.
- Poluarea cu infrasunete și sonoră datorită traficului rutier, publicată in lucrările sesiunii jubiliare de comunicări științifice a I.C.P.T.T., București, 9-12 mai, 1979.
37. Crișan, V.
- Studiul reducerii nivelului de zgomot din trafic generat de circulația autovehiculelor. Simpozion al I.P. Timișoara.

ra, Mecanisme și transmisii mecanice, Reșița, 1976.

38. Crișan, V și alții - Metode experimentale pentru evaluarea nivelurilor sonore în condiții de trafic stradal prognozat. Consfătuirea "Zgomotul centrelor populate", București, 1978.
39. Crișan, V - Metode de combatere a produsilor poluanți la autovehicule. Simpozion de combaterea poluării atmosferei. Timișoara, 15. IV. 1972.
40. Crișan, V. - Contribuții la proiectarea arterelor de circulație în vederea reducerii nivelului de zgomot generat de circulația autovehiculelor. Publicată în lucrările Uniunii Societăților de științe medicale, secția igienă, Timișoara, 1978, ianuarie 18.
41. Crișan, V și alții - Reducerea nivelului de zgomot produs de traficul rutier, prin amenajări de ecrane. Lucrarea prezentată la a XIX-a sesiune de comunicări științifice, 12 - 14 mai, Timișoara, 1978.
42. Crișan, V - Unele aspecte privind poluarea cu infrasunete la autoturismul Dacia 1300, în condițiile circulației pe diferite îmbrăcăminti rutiere de drum public. Publicată în lucrările Uniunii societăților de științe medicale, secția igienă, Timișoara, 1978, martie.
43. Crișan, V. - Impotriva decibelilor, pentru ca Timișoara să aibe cele mai reduse niveluri de poluare sonoră. Lucrare susținută la masa rotundă din 1 unie 1974, la Timișoara, cu tema : Combaterea surselor poluante din traficul rutier.
44. Dumitrescu C., Dumitrescu, E., Hrivnyac, Z. - Cercetarea influenței zgomotului asupra colectivităților de copii. În : Simpozionul "Ergonomia în slujba producției", Institutul politehnic "Traian Vuia", 1974, iunie.

45. Dumitrescu, C.,  
Dumitrescu, R.,  
Hrivnyac, Z
46. Dorobanț, A,  
Văiteanu, D.
47. Engler, G.
48. Behr, R și  
alții
49. Fenton, J.
50. Fischer, R.
51. Ford, R.D.
52. French, C.C.,  
Challen
53. Frietsche, G.
54. Monciarenko, V.P.
- Aspectul privind studiul poluării sonore în municipiul Timișoara. În: Al V-lea simpozion de organizare a producției, Institutul politehnic "Traian Vuia" Timișoara, iunie, 1974.
- Combaterea poluării sonore și a vibrațiilor, Editura tehnică, 1975.
- Determinarea nivelului fonie și a factorilor de influență în interiorul autovehiculelor cu ajutorul neregulelor. În :Krafftarsengtechnik RDG, nr.5, mai 1971, pag. 141 - 145.
- Reducerea nivelului de zgomot la autovehicule. În :Audio-Tehnică, Italia, nr.4-5-6, 1967, pag.9-16.
- Analiza zgomotelor și vibrațiilor produse de autovehicule. În: Automotive Design Engineering, Anglia, vol. II, febr. 1972, pag.27-33.
- Combaterea zgomotului produs de circulație, ca temă a conferinței miniștrilor europeni ai transporturilor. În :Kampf dem Lärm, RFG, vol. 16, nr.2, aprilie 1969, pag.40-44.
- Măsurarea și reducerea zgomotului produs de trafic. În :Surveyer, Anglia, vol.134, nr.4043, decembrie 1969, pag.46-50.
- Problema reducerii zgomotului produs de motoarele Diesel moderne. În: Loth. Int. Congr. Combust. Engineer., Washington, D.C., 1973, pag.641-666.
- Măsurarea zgomotului la autovehicule în condiții diferite de funcționare. În : Kampf dem Lärm, RFG, vol.18, nr.4, august 1971, pag.94-103.
- Problema combaterii zgomotului produs de automobile și tractoare. În: Ghi-

ghiana truda i prof. sabelvania, URSS, nr. 1  
1970, pag.46-47.

55. Goodfried, L.S. - Problemele de zgomot in centre aglomerate. Originea și combaterea lor. In : American Industrial Hygiene Association Journal, SUA, vol.30, nr.6, noiembrie - decembrie, 1969, pag.607-613.
56. Guthof, O și alții - Neajunsurile produse de zgomotul de circulație la clădirilor marilor orașe. In : Kampf den Lärm, RFG, vol. 15, nr.5, octombrie, 1968, pag.130-132.
57. Hans Martin, P și alții - Studiarea zgomotului generat de mijloacele de transport urban. In : Traffic Quart, SUA, vol.27, nr.2, februarie 1973, pag.239-253.
58. Harris, M.C., Crede, E.Ch. - Soacuri și vibrații, vol.I, II, III (traducere din l. engleză), București, Ed.Tehnică 1968.
59. Hempel, W. - Cercetarea statistică asupra zgomotului motorului Diesel. In: The Institute of Marine Engineers Transactions, Anglia, vol. 82, nr.12, decembrie 1970, pag.431-438.
60. Iudin P.Ia. - Izolarea împotriva zgomotelor (traducere din l. rusă), Ed.Tehnică, București, 1968.
61. Ivahnenko, A.G. - Cibernetica tehnică (traducere din l.rusă) Ed.Tehnică, București, 1964.
62. Henkins, S.H. - Analiza și reducerea zgomotului generat de motoarele Diesel. In : Journal of Sound and Vibration, Anglia, 43, nr.2, 1975, pag. 213 - 304.
63. John, S.K. - Zgomotul din interiorul și exteriorul autovehiculelor. In : Automotive Design Engineering, Anglia, vol.II, nr.11 , noiembrie 1972, pag.32- 35.
64. Karagodina, J.L. și alții - Metodologia măsurătorii și aprecierea zgomotului produs de mijloacele de transport urbane. In : Ghigiiena i sanitară, URSS.

vol. 50, nr. 8, august 1972, pag. 72-74.

65. Keatinge, G.F.,  
Langer, S. - Brit. Jour. Industr. Med. 1958, pag. 15,  
pag. 273.
66. Knoflach, I. - Măsurarea zgomotului produs de auto-  
vehicule. In : Lärmbekämpfung, RFG,  
vol. 13, nr. 4, august 1969, pag. 111-112.
67. Kolya, Tibor - Bazele proiectării de autobuze silen-  
ticioase. In : A III-a Conferință de  
combateră a zgomotului și vibrații-  
lor, vol. 2, București, 21-24 martie,  
1969, pag. 53-56.
68. Kolya, Tibor - Separarea surselor de zgomot la vehi-  
culele cu schimbătoare de viteze. In:  
Jarművek, RPU, vol. 19, nr. 12, decembrie  
1972, pag. 445-457.
69. Kolya, Tibor - Proiectarea atenuatoarelor de zgomot  
ale motoarelor utilizate în transpor-  
tul urban. In : Jarművek, RPU, vol. 20,  
nr. 3, mai 1973 pag. 87-98.
70. Kremmer, I. - Contribuții privind dependența zgomot-  
ului produs de angrenaje cu roți  
dințate cilindrice cu dinți drepti,  
de elementele geometrice. Teză de doc-  
torat, 1972.
71. Kurs, K. - Problema luptei contra zgomotului  
produs de autovehicule.: In : Automo-  
bile-Industrie, RFG, vol. 15, nr. 2,  
aprilie 1970, pag. 103-111.
72. Kutsch, K.  
și alții - Construcția de artere de circulație la  
Dortmund și protecția contra poluării.  
In: Städtelygiene, RFG, vol. 23, nr. 4,  
aprilie 1972, pag. 98-100.
73. Lenz, H. - Probleme privind aprecierea acțiunii  
zgomotului produs de circulație asupra  
camenilor. In : Strasse und Autobahn,  
RFG, vol. 21, nr. 12, decembrie 1970, pag.  
481, 485, fig. 4.

74. Lech, G - Caracteristicile amortizoarelor de zgomot prin absorbție pentru motoare. In : MFZ, RFG, vol. 30, nr. 2, februarie 1969, pag. 55-58.
75. Lots, H. - Surse de zgomot. Autovehicule. In: Kampf des Lärm, RFG, vol. 19, nr. 5, octombrie 1972, pag. 126-131.
76. Lübke, D. - Progrese in construcția vehiculelor electrice din punct de vedere al combaterii surselor de zgomot. In: Lärmbekämpfung RFG, 12, nr. 4/1968, pag. 68-75.
77. Martinov, T. - Poluarea sonoră produsă de traficul urban. Simpozionul : "Populația- resursele naturale și mediul înconjurător" , Cluj, 4-5 aprilie 1974. In : Rezumatul lucrărilor, pag. 121.
78. Max, J. - Tratatul surselor de zgomot. Editura Masson, Paris, 1972.
79. Miazga, J - Măsurarea zgomotului în automobile în scopuri de exploatare. In : Technica Motorysacya, RPP, vol. 16, nr. 8, august 1966, pag. 264-249.
80. Mills, C. C. - Măsurarea zgomotului. In : Automobile Engineer, Anglia, vol. 60, nr. 3, martie 1960, pag. 111-113.
81. Morozov, H. și alții - Probleme de combatere a zgomotului în orașe. In : Arhitektura SSSR, URSS, vol. 35, nr. 7, 1968, pag. 44-45.
82. Mihoc, G. - Elemente de calculul probabilităților. In : Editura tehnică, 1954.
83. Moineagu, C. Negură, I. Urseanu, V. - Statistica. Editura științifică și Enciclopedică, București, 1976.
84. Morodan, I. - Influența factorilor de mediu în organizarea rațională a locului de muncă în industria textilă. Teză de doctorat, 1976, cap. 2 și 3.



85. Oosting, W.A. - Problema zgomotului produs de trafic și soluțiile sale posibile. In :T.M.O. News Olanda, vol.24, nr. 3, martie 1969, pag.135-137.
86. Onikameri, S. - Studia asupra zgomotelor frinei de automobil. In : Bulletin of J.S.A.E Japonia, nr.1, 1969, pag.120-129.
87. Papoulis, S. - Variabile întâmplătoare și procese stocastice. Mc, Graw-Hill Book Company, N.Y., 1965.
88. Pierson, W.R. și alții - Zgomotul și agenții de circulație. In: Journal of Occupational Medicine, SUA, vol.15, nr.11, noiembrie 1973, pag.892-893.
89. Rasterghiev, O.S. - Metodologia întocmirii hărții sonore Fe de zgomot a unui oraș. In: Ghi-ghiens i sanitaria, URSS, vol.50, nr.10, octombrie 1972, pag.62-65.
90. Rolf H. Simen - Zgomotul ce nu se poate auză. Ediție pentru străinătate, nr.8/1978, pag. 15-17.
91. Reinhold, G. - Formule aproximative pentru calculul ecranelor foneabsorbante pentru străzi. In :Kampf den Lärm, RFG, vol.21, nr.6, decembrie 1974, pag.161-167.
92. Reinhold, G. - O mărime caracteristică pentru emisiile de zgomot de pe autostrăzile din RFG. In :Kampf den Lärm, RFG, vol.21, nr.1, februarie 1975, pag. 7-11.
93. Russel, M. - Studiarea zgomotului în instalația de combustie a motoarelor Diesel. In: Int. Automob. Tech, Congr. Fizita, London, 1972, nr.6, pag.46.
94. Sadowik, I. - Cercetări asupra zgomotului produs de circulație în orașele Varșovia, Gdansk și Poznan. In: Lärmbekämpfung.



RFG, vol.13, nr.3, ianuarie 1969, pag.65-69.

95. Saunder, D.T. - Reacțiile umane la zgomot și vibrații în autovehicule. In : Environmental Engineering, Anglia, nr.44, mai 1970, pag.12-16
96. Salts, H.H. și alții - Protecția contra zgomotului în orașul Erfurt. In : Die Strasse, RDG, vol.11, nr.3, martie 1971, pag.113-117.
97. Satink, A. - Evaluarea zgomotului datorită transportului în orașe. In : Stroitelstvoi Arhitektura, URSS, vol.4, 1974, pag.31-32.
98. Savselma, R. și alții - Anchetă asupra nivelului de zgomot produs de diferite mijloace de transport public. In : Caiete de note documentare - Securitatea și igiena muncii, Franța, Tr.I, 1970, nr.58, pag.55-72.
99. Sacerdate, G. - Zgomotul în interiorul automobilelor. In : A III-a Conferință de combatere a zgomotului și vibrațiilor, vol.2, București, 21-24 mai 1969, pag.99-108.
100. Schreiber, L. - Problema hărților zgomotului datorită circulației. In : Kampf dem Lärm, RFG, vol.17, nr.4, august 1970, pag.99-101.
101. Scoot, A. - Reducerea zgomotului produs de motoarele Diesel. In : Engineering, Anglia, vol.209, nr.5418, martie 1970, pag.237.
102. Struss, J. - Calculul prealabil și aprecierea emisiilor de zgomot în cazul unui flux continuu și a structurilor rutiere complicate. In: Kampf dem Lärm, RFG, vol.22, nr.1, februarie 1975, pag.1-6.
103. Stadie, A. - Zgomotul din interiorul autovehiculelor reduce siguranța circulației. In : Kampf dem Lärm, RFG, 25, nr.1, ianuarie 1968, pag.16-19.
104. Stan, A. - Zgomotul și mediul înconjurător. Revista "Ocrotirea naturii", nr.2, Acad. RSR, București, 1969-

105. Schmidt, H. - Posibilități tehnice de micșorare a zgomotului produs de autocamioane. In : Kampf den Lärm, RFG, vol.18, nr.3, iunie 1971, pag.59-66.
107. Schneider, R. - Măsurii de protecție ale administrației orașelor împotriva zgomotului. In : Kampf den Lärm, RFG, vol.21, nr.1, 1974, pag.16-18.
108. Stanomir, D. - Metode matematice în teoria semnalelor. Editura tehnică, 1979.
109. Stephens, R. W. B. - Sursele naturale ale sunetului de frecvență joasă. Chelsea College.
110. Szabo, S. - Examinarea zgomotelor motoarelor Diesel de autobuze pe banc de probă. In : Jarművek Mészgazdasági Csopek, RPU, vol.17, nr.12, decembrie 1970, pag.455-459.
111. Tempest, W. . .  
Bryan, A. B. - Măsurarea sunetului de joasă frecvență. In : In Academic Press, London - New-York, San Francisco, 1976.
112. Thien, G. - Cercetări asupra influenței proceselor de ardere asupra zgomotului motoarelor Diesel. In : MTZ, RFG, vol.32, nr.6, iunie 1977, pag.185-193.
113. Thien, G. - Zgomotul produs de motoarele Diesel. Origine și mijloace de atenuare. In: Lärmbekämpfung. Baden-Baden, RFG, vol.15, nr.5, oct.1971, pag.111-115.
114. Tarasov, A. I. - Nivelul sonor în interiorul cabinelor camioanelor de mare tonaj. In : Securitas, Italia, aprilie 1970, vol.55, nr.4, pag.339-346.
115. Tarasov, A. I.  
și alții - Cercetarea zgomotului și vibrațiilor automobilului cu ajutorul oscilografelor. In : Automobil-naia promislenosti, URSS, nr.9, sept.1974, pag.10-20.

116. Thien, G. - Zgomotul produs de motoarele Diesel. Origine și mijloace de atenuare. In : *Lärbe-kampfung*, Baden-Baden, RFG, vol.15, nr.5, oct.1971, pag.111-115.
117. Tarasov, A. I. și alții - Nivelul sonor în interiorul cabinelor camioanelor de mare tonaj. In : *Securitas*, Italia, aprilie, 1970, vol.55, nr.4, pag. 339-346.
118. Tarasov, A. I. și alții - Cercetarea zgomotului și vibrațiilor automobilului cu ajutorul oscilografelor. In: *Automobil-naia promišlennosti*, URSS, nr. 9, sept.1974, pag.10-20.
119. Teodorescu, P., Darabant, A. - Progrese în combaterea zgomotului și vibrațiilor, București, I.D.T., 1970.
120. Tyler, E. A. - Zgomotul și conducătorii de autocamioane. In : *American Industrial Hygiene Association Journal*, SUA, vol.34, nr.8, august 1973, pag.345-349.
121. Ullrich, S. - Raportul dintre zgomotul de rulare și zgomotul datorită motorului autovehiculelor. In : *Kampf den Lärm*, RFG, vol.19, nr.5, oct.1972, pag.131-136.
122. Ursoniu, C. - Poluarea sonoră și consecințele ei. Editura Facla, Timișoara, 1976.
123. Zoepprith, H. P. - Posibilitățile și limitele de reducere a zgomotului de rulare a pneurilor autovehiculelor. In : *Kampf den Lärm*, RFG, vol. 19, nr.12, aprilie 1972, pag.34-37.
124. Walaszek, A. - Analiza și aprecierea din punct de vedere igienic a zgomotelor provocate de autovehicule. In : *Ochronna Pracy*, RPP, nr.2, februarie 1974, pag.8.
125. Waller, R. A. - Crează autostrășile urbane neplăceri ? In : *Jurnalul planificării urbane*. Institute, Anglia, vol.59, nr.6, iunie 1973, pag.278-283.
126. Wiethaup, H. - Legiferarea protecției zgomotelor datori-

tă circulației pe șosele. In : *Lärmbekämpfung, RFG*, vol.15, nr. 232, aprilie- iunie 1971, pag.70-72.

127. Williams, D. și alții - Zgomotul în vehicule grele. In : *Journal of Sound and Vibration, Anglia*, 43, nr.1, 1975, pag.97-107.
128. x x x - Analiza zgomotului generat de transportul urban. In : *Unio to Keidsai, transp. and econ., Japonia*, vol.33, nr.6, iunie 1973, pag.33-40.
129. x x x - Analiza zgomotului generat de mijloacele de transport din orașele Japoniei. In : *Unio to Keidsai, transp. and econ., Japonia*, vol.33, nr.6, iunie 1973, pag.15-22.
130. x x x - Autobuzul cu două etaje. Flăetline cu nivel de zgomot redus. In : *Commerc.Mot. Anglia*, vol.140, nr.3571, 1974, pag.21.
131. x x x - Asupra problematicei fișelor de zgomot datorită traficului. In : *Kampf den Lärm, RFG*, nr.4, 1970, pag.99-101.
132. x x x - Brigăzi de control tehnic împotriva zgomotului și poluării atmosferice. In : *La Technique Moderne, Franța*, vol.64, nr.2/3, februarie-martie 1972, pag.45-46.
133. x x x - Caracteristicile de frecvență ale unui atenuator de zgomot la lungime mică. In : *Navires, Parts et Chantiers, Franța*, nr. 224, ianuarie 1969, pag.66-69.
134. x x x - Dispositiv foneizolant și fonoabsorbant pentru cabinile autobasculante Bel Ag-540 și Bel-Ag-540 A. In : *Buletin tehnico-ekonomiceeskei informații, URSS*, nr.1, 1972, pag.51 și *Protecția Muncii, Caiet documentar, CDPMU*, nr.4/1972, pag.124.
135. x x x - Agaparea prin surprizer a zgomotului emis de motoarele Diesel. In : *Bezpieczeństwo pracy, RFP*, nr.11, 1972, pag.23-25.

136. x x x - Izolarea fonică a motoarelor și a sistemelor de transmisie. In : *Automobil Engineer*, Anglia, vol.60, nr.4, aprilie 1970 pag.141-142.
137. x x x - Invelişuri acustice pentru motoare Diesel. In : *Thermal Acoustic Vibration Insulations*, Anglia, vol.12, nr.5, sept.-oct.1968, pag. 201.
138. x x x - Limitele legale de zgomot cer îmbunătățirea motoarelor și a subansamblelor. In : *Automotive Engineering*, SUA, vol.80, nr.5, mai 1972, pag.36-41.
139. x x x - Măsurări pentru caracterizarea poluării sonore pe șosele. In : *Lärmbekämpfung*, RFG, vol.15, nr.2/3, aprilie-iunie 1971, pag. 68.
140. x x x - Perete protector contra zgomotului produs de autovehicule. In : *Kämpf den Lärm*, RFG, vol.19, nr.2, aprilie 1972, pag.53-54.
141. x x x - Reducerea zgomotului motoarelor. In : *Design-Components Engineering*, Anglia, vol. 9, nr.16, septembrie 1970, pag.28-29.
142. x x x - Reducerea nivelului de zgomot și autovehiculelor cu motoare Diesel. In : *Audio Technica*, Italia, nr.4,5,6, iulie -decembrie, 1967, pag.72.
143. x x x - Zgomotul produs de circulație. Reuniunea internațională de la Delft. In : *Cahiers du Centre Scientifique et Technique des Batiments*.
144. x x x - Zone de reducere a zgomotului. In : *The Institution of Municipal Engineers*, Anglia, vol.100, nr.7, iulie 1973, pag.195.
145. x x x - B.S. 3425-1967 (Anglia) - Măsurarea zgomotului emis de motoarele vehiculelor.
146. x x x - C.S.N. 300512 (Cehoslovacia). Măsurarea zgomotului emis de vehiculele cu motor.

- 147. x x x - CSH 300513 - Măsurarea zgomotelor din interiorul vehiculelor cu motor (Cehoslovacia).
- 148. x x x - DIN 45639 - 1969 (RFG) - Măsurarea zgomotului în interiorul autovehiculelor.
- 149. x x x - ISO/R 362 - 1964 (e) - Măsurarea zgomotului emis de autovehicule.
- 150. x x x - ISO Recommendation R 1996. Assessment of Noise with Respect to Community Response.
- 151. x x x - PN-65 - S-e4051 (Polonia) - Zgomotul emis de vehicule cu motor. Metodă de măsurare și niveluri limită.
- 152. x x x - PN -65 S-e4052 (Polonia) - Zgomotul interior emis de motoarele vehiculelor. Metodă de măsurare și valori limită.
- 153. x.x x - RS 1685-73 (CAER) - Zgomotul exterior al automobilelor și remorcilor. Metode de măsurare. Valori limită.
- 154. x x x - Normele elaborate de Administrația federală a șoselelor. (The Federal Highway Administration standards and Hud standards).
- 155. x x x - Recomandarea ISO/R 1999-71. Aprecierea zgomotului prin raportarea la reacțiile colectivității.
- 156.. x x x - STAS 8799-71. Acustica în transporturi. Metoda de măsurare a zgomotului emis de vehicule pe drumuri și străzi.
- 157. x x x - STAS 6926/15-76. Măsurarea zgomotului exterior produs de autovehiculele în mișcare și staționare.
- 158. x x x - STAS 1957/2-74. Acustica fizică. Terminologie.

159. x x x -STAS 1957/2-74. Acustica psihofiziologică.
160. x x x -STAS 1957/3-74. Acustica în construcții și transporturi. Terminologia.
161. x x x -STAS 6161/3-75. Acustica urbană. Metode de determinare a nivelului de zgomot în localitățile urbane.
162. x x x - STAS 10.009/75. Acustica urbană. Limite admisibile ale nivelului de zgomot urban.
163. x x x - STAS 6161/1-70. Acustica în construcții. Metode de măsurare a nivelului de zgomot în construcții civile.
164. x x x -STAS 6451-61. Expriizarea mărimii fizice și a mărimii subiective a sunetului.
165. x x x -STAS 6156-68. Protecția împotriva zgomotului în construcții civile.
166. x x x -S 31-007 (Franța). Măsurarea zgomotului emis de vehiculele automobile.
167. x x x -SAE Standard J 986 a - Nivelul de zgomot pentru automobilele de pasageri și camioane grele.
168. x x x -SAE Standard J 366 a - Nivelul de zgomot exterior pentru camioanele grele și autobuse (SUA).
169. x x x -SAE Standard J 672 a - Evaluarea nivelului exterior de tărie sonoră pentru camioane grele și autobuse (SUA).
170. Matei Mircea - Revista A.C.R. nr.1/1979 - pag.7-14.



### **NOTITA AUTOBIOGRAFICA**

\*\*\*\*\*

Subsemnatul, CRISAN VIOREL m-am născut la 13 martie 1937, în comuna Cernău, județul Arad.

După absolvirea celor 7 clase primare la Liceul "Moise Micocari" din Arad, am urmat cursurile școlii medii tehnice de mecanică din Arad, pe care le-am absolvit în 1955, cu diplomă de merit. Am urmat cursurile Facultății de mecanică a Institutului politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, secția mașini termice, pe care am absolvit-o în 1960. Din anul 1960 până în 1963 am funcționat ca asistent la catedra de Termotehnică și mașini termice iar de la 1 iulie 1963 am fost solicitat să lucrez ca activist în calitate de ofițer inginer la Ministerul de Interne - Direcția regională M.I. Banat. În prezent dețin funcția de secretar tehnic al Comisiei de circulație de pe lângă Comitetul Executiv al Consiliului popular al județului Timiș, având gradul de lt.colonel la Inspectoratul județean Timiș al Ministerului de Interne.

Paralel cu activitatea de bază în cadrul Inspectoratului județean Timiș al M.I. și la Comitetul Executiv al Consiliului popular al jud. Timiș, activez ca și conferențiar asociat la Institutul politehnic "Traian Vuia" din Timișoara - Facultatea de construcții, predând cursurile "Tehnica siguranței circulației rutiere" și "Sistematisarea traficului și protecția mediului".

Sînt membru al P.C.R. din anul 1960 și în prezent activez ca lector al Cabinetului Universității politice și de conducere pe lângă Comitetul județean Timiș al P.C.R.

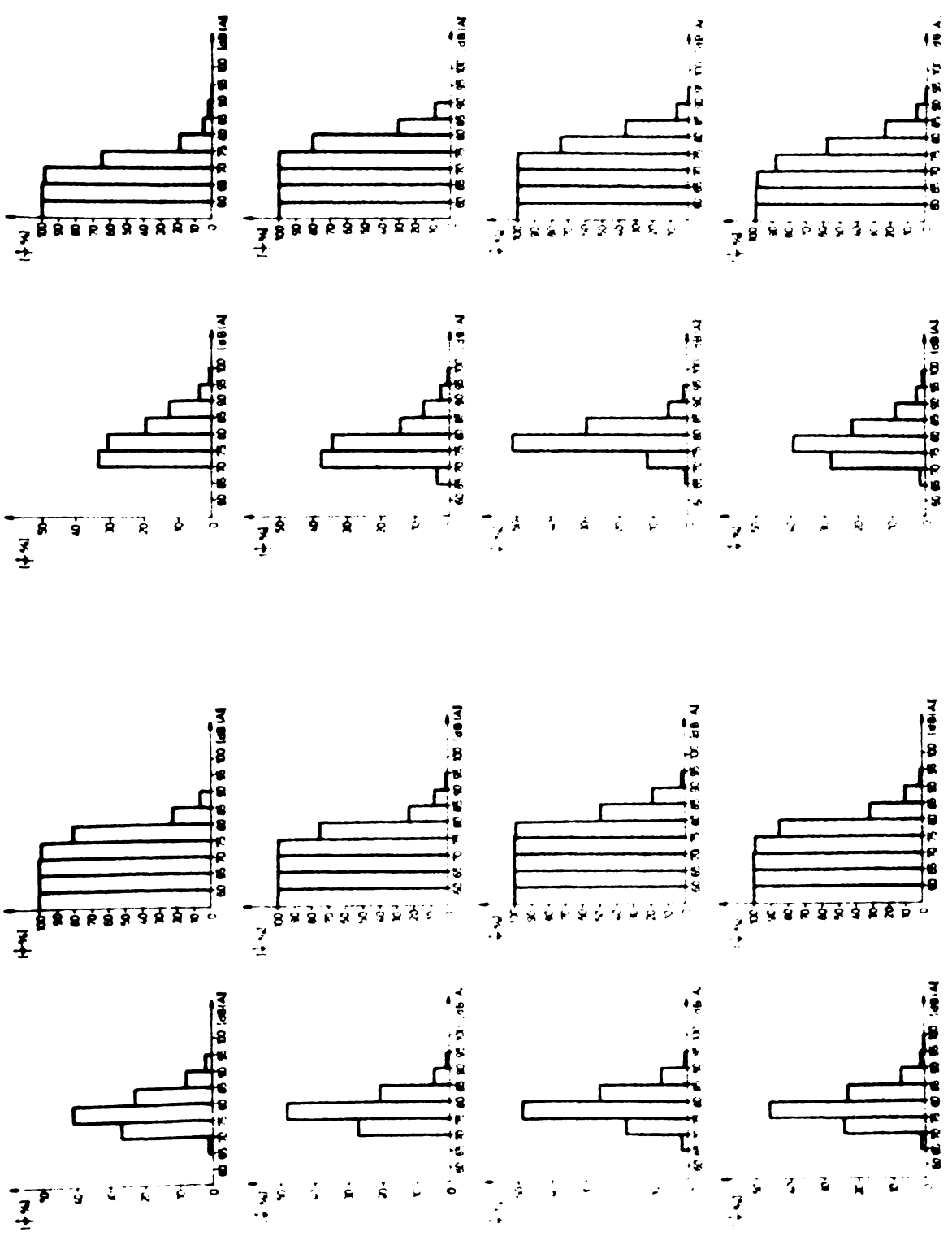
Pentru completarea cunoștințelor din domeniul ingineriei de circulație (trafic) mi s-a acordat o bursă ONU de către Guvernul RSR pentru specializare și documentare în două țări din Europa: Italia și Elveția.

Din anul 1973 sînt înscris la doctoratură, avînd conducător științific pe tov.profesor dr.ing. Vasile Berindean, la care am susținut toate examenele și referatele științifice din planul individual de pregătire.



**A N E X A 1**  
.....

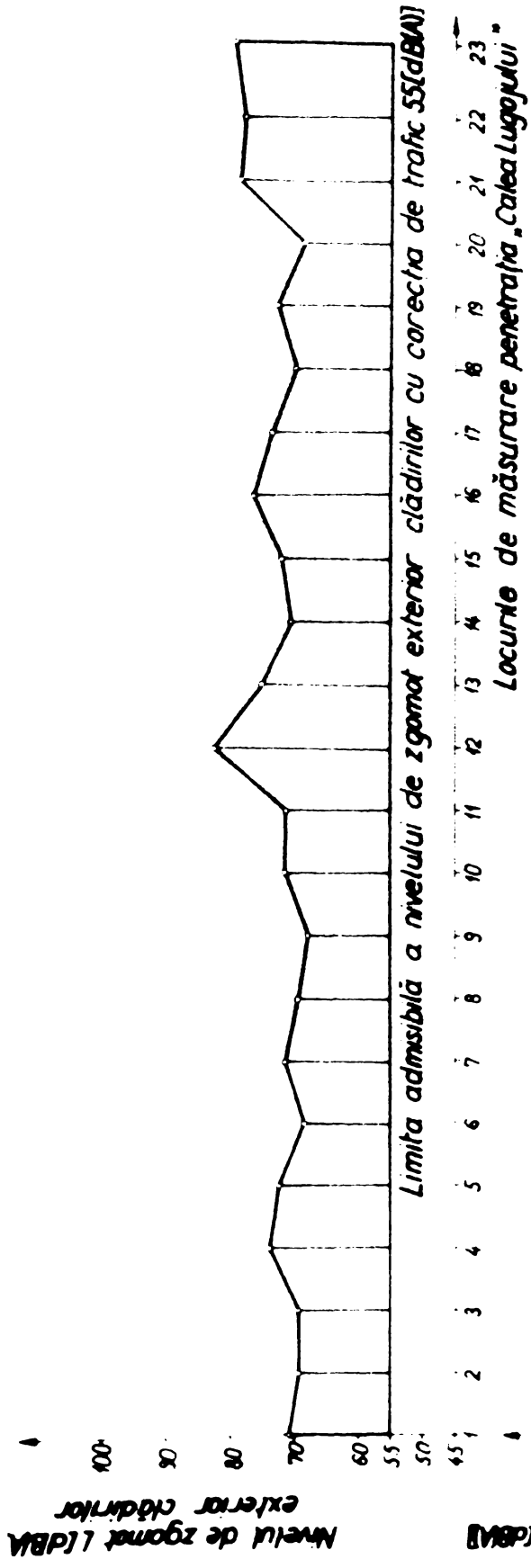
**REZULTATE ALS CERCETARIILOR**



Media histogramelor      Media histogramelor cumulate      Media histogramelor cumulate      Media histogramelor cumulate

**EXEMPLE DE RIDICĂRI DE HISTOGRAME ȘI HISTOGRAME CUMULATE  
PENTRU PUNCTE DE MĂSURARE DIN MUNICIPIU TIMIȘOARA**





ANALIZA NIVELULUI GLOBAL DE ZGOMOT EXTERIOR CLĂDIRILOR EXPANAT ÎN [dB(A)]

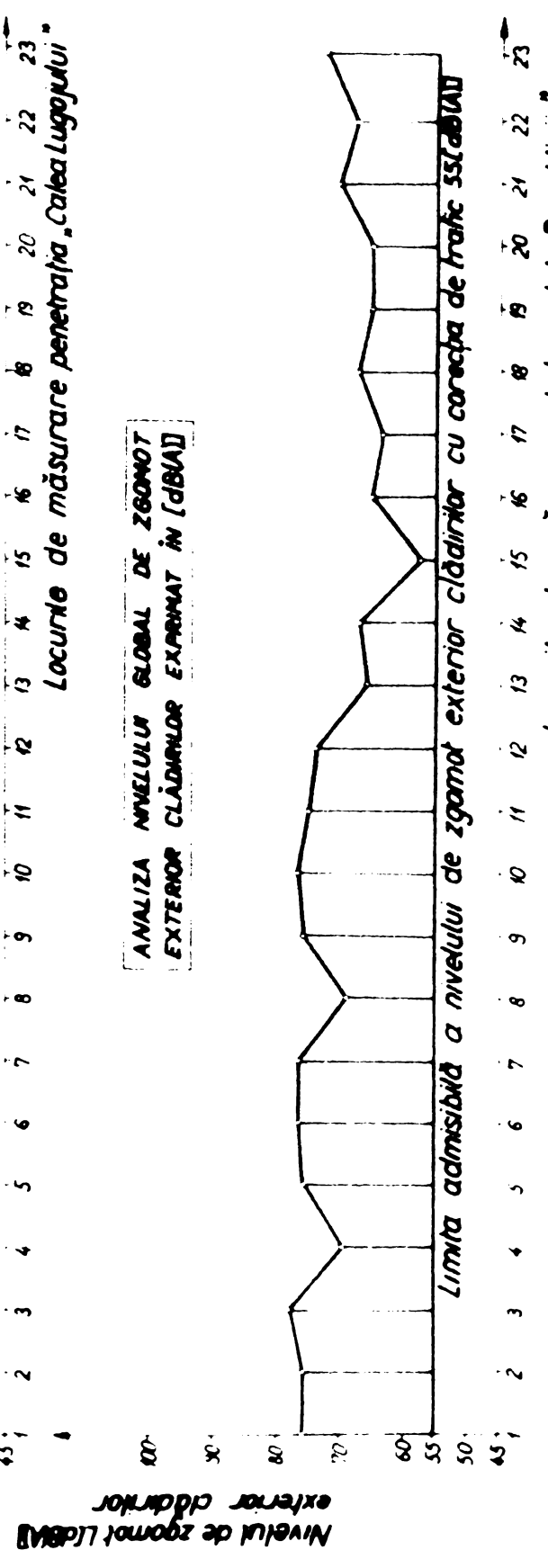
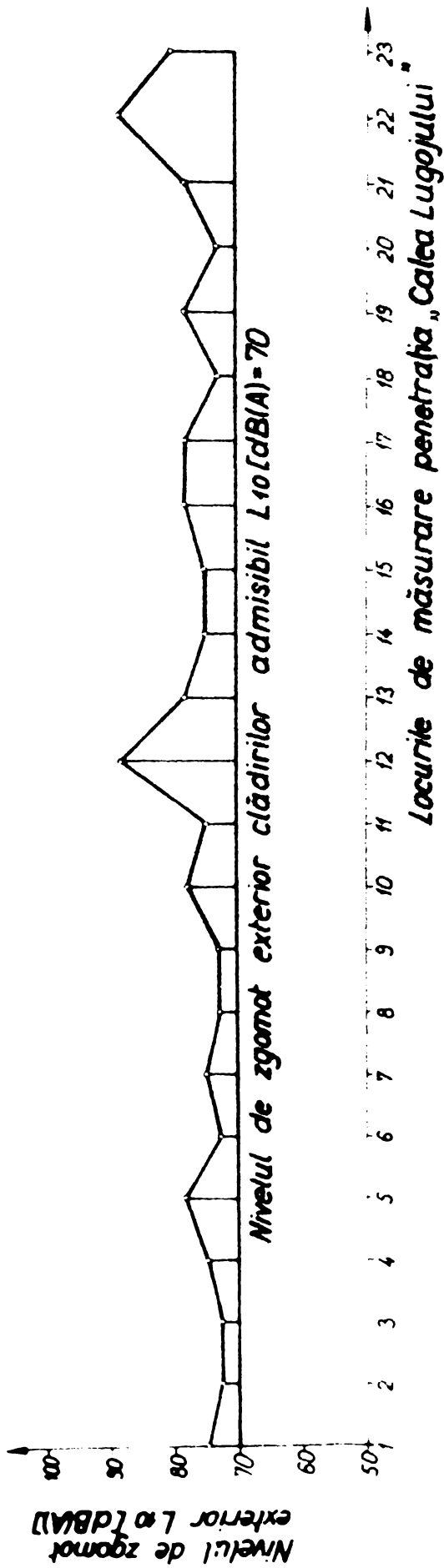


Fig. 5.20.



ANALIZA NIVELULUI DE ZGOMOT EXTERIOR  $L_{10}$  EXPRESAT ÎN [dB(A)]

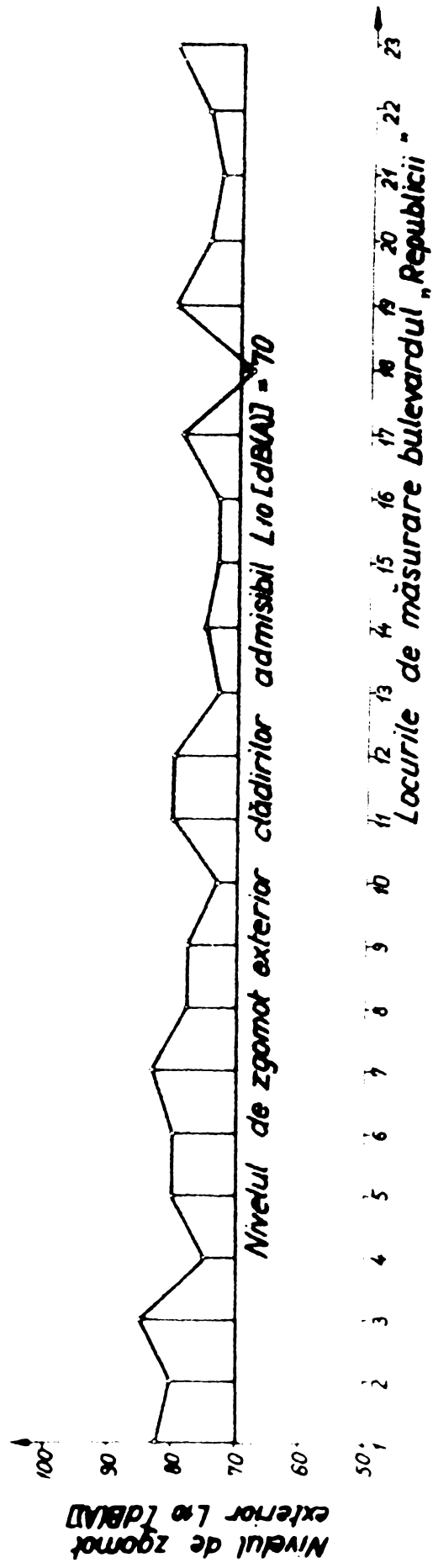
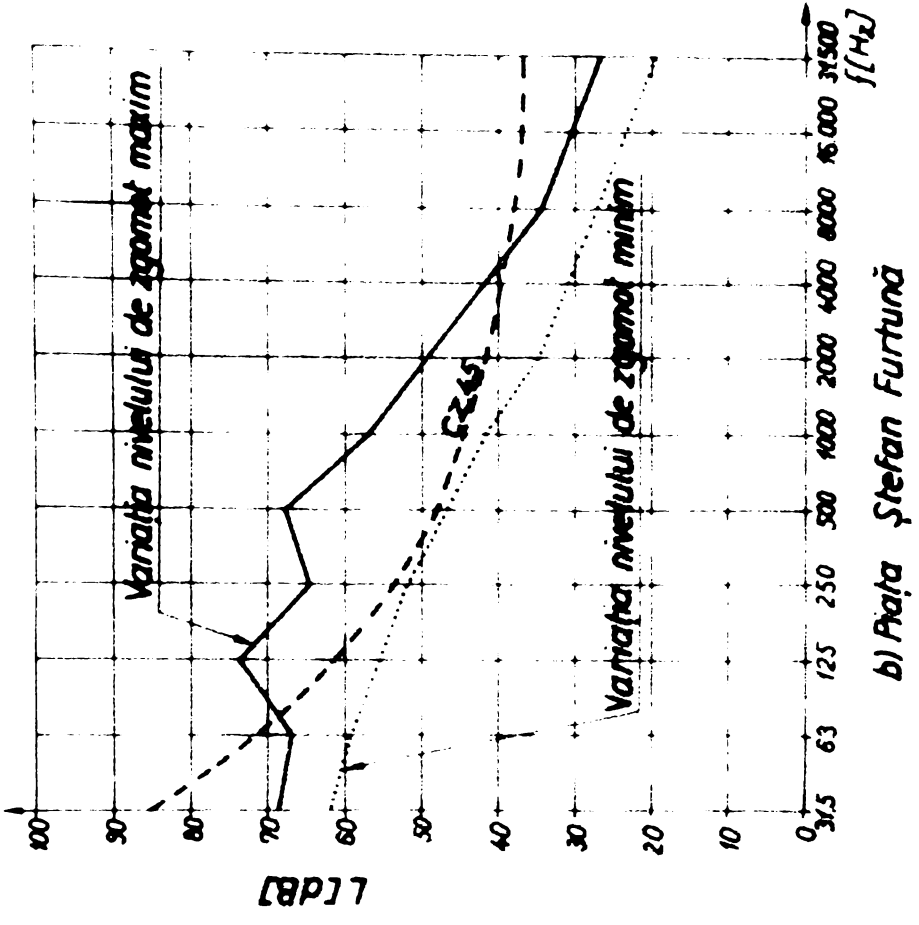
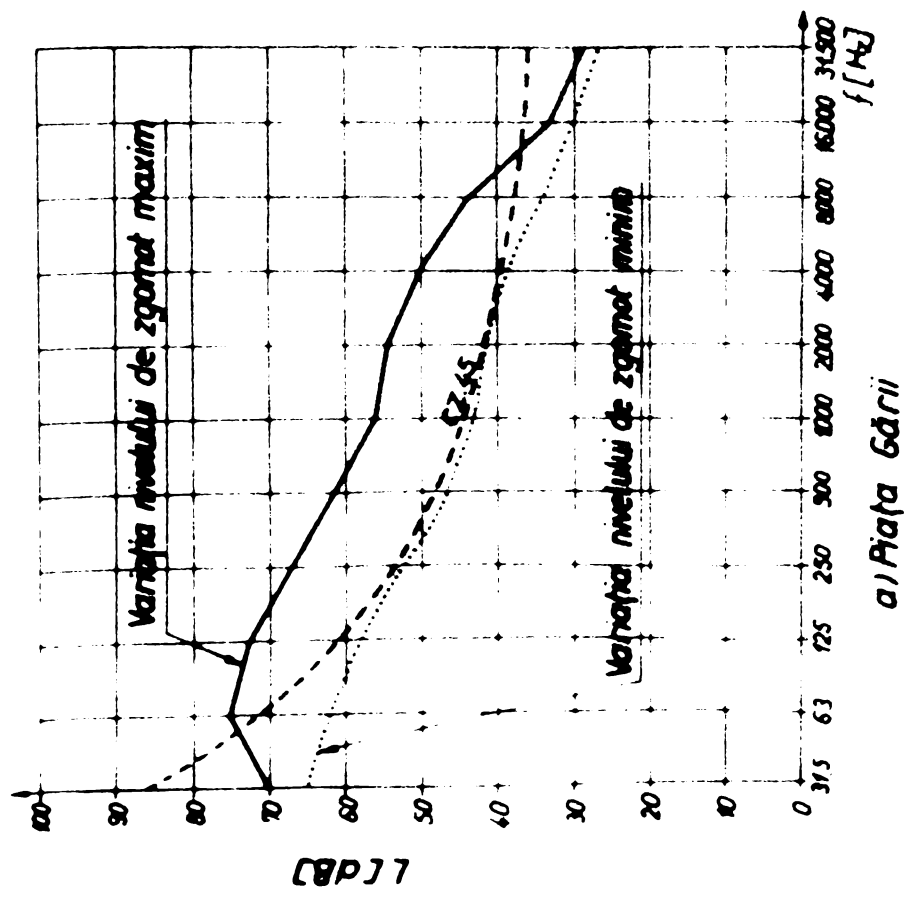


Fig. 5.20 a.



a) Piața Gării

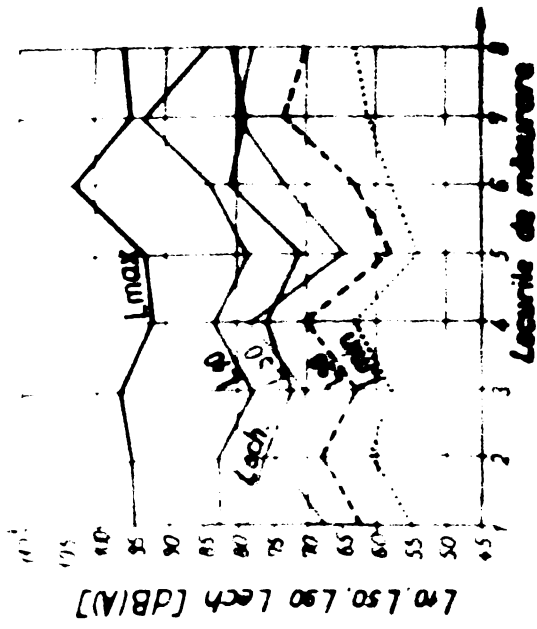
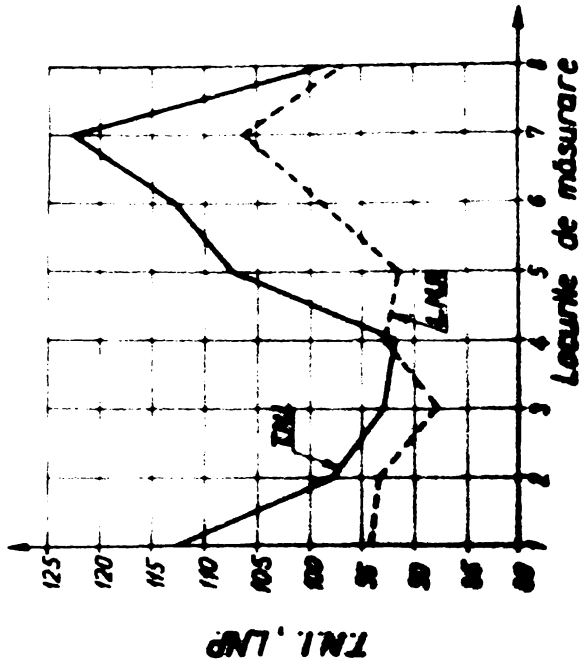


b) Piața Ștefan Furtună

ANALIZA NIVELULUI DE ZGOMOT EXTERIOR CLĂDIRILOR  
ÎN FUNCȚIE DE FRECVENȚĂ

[a) Piața Gării ; b) Piața Ștefan Furtună din Timișoara]

Fig. 5.21



Variația valorilor  
 L<sub>10</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>ech</sub>  
 — L<sub>0</sub>  
 — L<sub>50</sub>  
 - - - L<sub>90</sub>  
 — Lech.  
 — L<sub>max</sub>  
 ..... L<sub>min</sub>

Locurile de măsurare	1	2	3	4	5	6	7	8
L <sub>10</sub>	83	83	78	83	78	83	83	85
L <sub>50</sub>	68	75	70	75	65	73	68	70
L <sub>90</sub>	63	68	63	70	58	63	58	70
Lech	83	83	78	83	78	83	83	85
L <sub>max</sub>	98	98	93	98	93	98	98	103
L <sub>min</sub>	52	55	50	55	45	53	48	50

Locurile de măsurare	1	2	3	4	5	6	7	8
TN1	103	100	103	102	108	113	123	128
LNP	105	100	103	102	108	113	123	128

Locurile de măsurare	1	2	3	4	5	6	7	8
TN1	103	100	103	102	108	113	123	128
LNP	105	100	103	102	108	113	123	128

ANALIZA PROBABILISTICO- INFORMATIUNALA A ZGONITULUI  
 REZULTAT DIN TRAFICUL AUTIER CUPRINZIND ZONA :  
 Piața Badea Cițiban , Str. Doctilor , Piața Traian  
 Str. Ștefan cel Mare din Timișoara

Fig. 5.21.a.



MUNICIPAL

LEGENDA

- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)