

CONTRIBUȚII LA MONITORIZAREA POLUĂRII FONICE ÎN CONSTRUCȚII ȘI GESTIONAREA DATELOR PRELIMINARE ÎNTR-UN SISTEM INFORMATIC GEOGRAFIC

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

Ing. Anca-Maria Moscovici

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof.univ.dr.ing Ion Costescu
prof.univ.dr. Raluca Margareta Manea
prof.univ.dr.ing. Mihai Iliescu
prof.univ.dr.ing. Nicolae Herișanu

Ziua susținerii tezei: 22 septembrie 2015

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|---|--|
| 1. Automatică | 9. Inginerie Mecanică |
| 2. Chimie | 10. Știința Calculatoarelor |
| 3. Energetică | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 4. Ingineria Chimică | 12. Ingineria sistemelor |
| 5. Inginerie Civilă | 13. Inginerie energetică |
| 6. Inginerie Electrică | 14. Calculatoare și tehnologia informației |
| 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații | 15. Ingineria materialelor |
| 8. Inginerie Industrială | 16. Inginerie și Management |

Universitatea Politehnica Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul Școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2015

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității Politehnica Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
Tel./fax 0256 403823
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Departamentului de Căi de Comunicație Terestre, Fundații și Cadastru al Universității Politehnica Timișoara.

Prezenta cercetare este departe de a fi rodul unei munci solitare, ci al unui întreg anturaj care a îmbogățit-o constant. Doresc să mulțumesc în primul rând coordonatorului acestei teze, dlui prof.univ.dr.ing. Ion Costescu, dascăl de excepție și specialist al ingineriei civile, ale cărui sfaturi avizate și discuții pe marginea lucrării mi-au orientat și mi-au înlesnit parcurgerea acestui drum dificil în munca de cercetare. Deosebit de prețioase s-au dovedit a fi sfaturile profesorilor din comisia de îndrumare, cărora țin să le transmit recunoștința mea: doamnei prof.univ.dr.ing. Carmen Grecea, mentor și pedagog desăvârșit, pentru că mi-a fost alături tot timpul, a veghiat la dezvoltarea mea profesională, pentru că mi-a risipit temerile și mi-a oferit șansa de a face parte și de a mă integra în colectivul de Măsurători terestre și cadastru, dlui șef lucrări dr.ing. Cosmin Mușat pentru profesionalismul și răbdarea cu care m-a urmărit și m-a sfătuit dlui șef lucrări dr.ing. Ciprian Costescu, pentru atenția acordată detaliilor care au permis uniformizarea terminologiei vis-a-vis de trafic utilizate în teză. Fiecare sfat, idee sau observație venite din partea comisiei de îndrumare au fost tratate cu atenție și au conturat și esențializat cercetarea de față. De un real folos mi-au fost rezultatele măsurătorilor acustice pe care le-am realizat alături de prof.univ.dr.ing. Nicolae Herișanu și prof.univ.dr.ing. Vasile Bacria. Mulțumirile și recunoștința mea se îndreaptă spre fiecare dintre dumnealor.

Munca mea nu s-ar fi putut realiza fără sprijinul venit din partea unor instituții sau firme de profil: CNADNR prin dl Ștefan Romanovschi, șef birou, care mi-a asigurat cadrul legal pentru prelucrarea datelor; STOCAD PROIECT și întregii familii Stoian, de a căror încredere și prietenie necondiționată m-am putut bucura, GEOTOP prin dl Huba Márton, care mi-a pus la dispoziție softul și mi-au permis să prelucrez informații din baza de date a firmei.

Îmi exprim sincera apreciere și față de numeroșii mei prieteni, dintre care țin să-i menționez pe Iulia Tuca, Claudiu Dobrean, Luiza Toma, Raluca Văduva și Caius Luminos, care mi-au fost alături personal și profesional, cu sfaturi bibliografice și critici constructive, dar mai ales cu încurajări. Colegilor mei din colectivul de Măsurători terestre și cadastru le sunt recunoscătoare pentru atmosfera plăcută și pentru spiritul de echipă.

Fără a fi pe ultimul loc, familiei mele i se cuvin cele mai alese mulțumiri: părinților pentru că au făcut o prioritate educația mea, pentru că au înțeles de timpuriu și au susținut în formarea mea latura practică a personalității mele și opțiunea unui profil real, Ionelei, surorii mele pentru că e sprijinul și criticul meu.

Timișoara, septembrie 2015

ing. Anca-Maria MOSCOVICI

Moscovici Anca-Maria

Contribuții la monitorizarea poluării fonice în construcții și gestionarea datelor preliminare într-un Sistem Informatic Geografic

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 136, Editura Politehnica, 2015, 134 pagini, 99 figuri, 26 tabele.

ISSN:1842-581X

ISBN:978-606-554-985-2

Cuvinte cheie: Sisteme Informatic Geografice, georeferențiere, poluare fonică rutieră, CNOSSOS-EU, panouri fonoabsorbante, îmbrăcămînți poroelastice, izolații fonice sustenabile, baze de date acustice, harta clădirilor izolate fonic

Rezumat: Politicile de urbanism și dezvoltare durabilă pun un accent foarte mare pe confortul populației și din perspectivă sonoră/fonică. Deși primul plan al preocupărilor specialiștilor este ocupat în continuare de calitatea aerului și a apei, totuși dinamica orașelor sau a aglomerațiilor urbane impune o atentă tratare și gestionare a problemelor cauzate de zgomote, de poluarea fonică.

Am considerat, urmărind îndeaproape prevederile normelor legislative europene și armonizarea cadrului comunitar privind elaborarea hărților strategice de zgomot, ca fiind utilă abordarea bazelor de date din Sistemele Informatic Geografice.

Pentru a putea interpreta mai bine hărțile strategice de zgomot a fost nevoie să evidențiez interdisciplinaritatea monitorizării poluării fonice, atât din punct de vedere teoretic, cât și aplicativ. Într-o primă etapă s-a întrevăzut ca necesară însușirea de cunoștințe cu privire la zgomotele și sursele emitente și explicarea aspectelor legate de zgomotul rutier, feroviar, aeroportuar și industrial. Am alăturat elementelor teoretice și cadrul legislativ comunitar și național pentru a putea identifica mai bine normele legale în baza cărora vorbim despre poluarea fonică. În acest sens am realizat: studii de trafic, determinări acustice, clasificări ale clădirilor în funcție de tipul de izolație fonică. Astfel harta de zgomot se dovedește a fi numitorul comun al domeniul construcțiilor, mecanicii și măsurătorilor terestre.

CUPRINS

GLOSAR.....	8
--------------------	----------

INTRODUCERE.....	9
-------------------------	----------

CAPITOLUL 1 – SISTEME INFORMATICE GEOGRAFICE14

1.1	Geomatica, domeniul de referință al științelor Pământului	14
1.2	Sistemele Informatice Geografice – tehnologia timpurilor noastre	15
1.2.1	Etapele organizării și structurării datelor geografice	16
1.2.1.1.	Procedura colectării de date geografice.....	17
1.2.1.2.	Manipularea Sistemelor Informatice Geografice – structurarea și modelarea datelor	19
1.2.1.3.	Tratarea datelor.....	20
1.2.1.4.	Redarea datelor.....	20
1.2.1.5.	Gestionarea datelor într-o bază de date SIG.....	21
1.2.2	Sistemul Informatic Geografic – rol și implicații	21
1.3	Sisteme Informatice Geografice pentru transporturi cu importanță în monitorizarea poluării fonice	22
1.4	Sisteme Informatice Geografice conexe cu rol în modelarea zgomotului	26
1.5	Concluzii.....	27

CAPITOLUL 2 – ZGOMOTUL – FACTOR AL POLUĂRII FONICE29

2.1.	Sunetele în cotidianul nostru	29
2.1.1.	Zgomotul – vector al poluării fonice	32
2.1.2.	Expunerea la zgomot – consecințe și remedii.....	33
2.1.3.	Orașele – un mediu al suprapunerii de surse de zgomot.....	34
2.2.	Traficul rutier	36
2.2.1.	Întrevederea unor posibile remedii.....	37
2.2.2.	Traficul rutier și generatoarele de zgomot	38
2.3.	Traficul feroviar	39
2.4.	Traficul aeroportuar	41
2.5.	Alte surse de zgomot – Zgomotul industrial.....	43

CAPITOLUL 3 – LEGISLAȚIA EUROPEANĂ PRIVIND ZGOMOTUL

RUTIER44

3.1.	Primele acțiuni și măsuri împotriva zgomotului	44
3.2.	Directiva Europeană 2002/49/CE privind evaluarea și gestiunea zgomotului ambiental – scop și principii	47
3.3.	Implementarea instrumentelor de evaluare a zgomotului	48
3.3.1.	Unități de măsură și indicatori pentru hărțile de zgomot	48
3.3.1.1.	Determinarea indicatorilor.....	49
3.3.2.	Hărțile strategice de zgomot.....	50
3.4.	Planurile de acțiune întocmite pe baza hărților de zgomot	51

3.4.1.	Colectarea și raportarea datelor acustice	52
3.5.	Directive europene complementare traficului rutier	52
3.5.1.	Directiva „autovehiculelor” 70/156/CEE	52
3.5.2.	Directiva „Motor Ciclu” 97/24/CE	53
3.5.3.	Directiva „anvelope” 92/23/CEE.....	53
3.6.	Preocupări legislative naționale de control și diminuare a zgomotului la nivelul României.....	55
3.7.	Preocupări privind zgomotul în contextul mondial.....	55
3.8.	Tendențe de viitor—Metoda comună de evaluare a zgomotului în Europa	56

CAPITOLUL 4 — PREVENIREA POLUĂRII FONICE PRIN TEHNOLOGII

MODERNE.....58

4.1.	Panouri/bariere fonoabsorbante	58
4.1.1.	Bariere fonoabsorbante	58
4.1.2.	Panourile fonoabsorbante.....	59
4.2.	Îmbrăcămiți rutiere	63
4.2.1.	Influența texturii suprafeței de rulare pentru poluarea fonică.....	64
4.2.2.	Alte caracteristici ale unei îmbrăcămiți rutiere care influențează poluarea fonică	65
4.2.3.	Producerea zgomotului de contactul pneu/carosabil.....	65
4.2.4.	Propuneri pentru realizarea acostamentelor	67
4.2.5.	Noi tendințe de îmbrăcămiți rutiere	67
4.2.6.	Avantajele suprafețelor poroelastice față de mediu	68
4.3.	Izolarea fonică a construcțiilor	70
4.3.1.	Materiale sustenabile.....	70
4.3.2.	Izolarea fonică a clădirilor cu referire la municipiul Timișoara	71
4.4.	Concluzii.....	74

CAPITOLUL 5. CONTRIBUȚII LA MONITORIZAREA POLUĂRII FONICE

ÎN CONSTRUCȚII ȘI GESTIONAREA DATELOR PRELIMINARE ÎNTR-

UN SISTEM INFORMATIC GEOGRAFIC75

5.1.	Date generale privind amplasamentul zonei studiate	75
5.2.	Ridicarea topografică a elementelor din SIG	79
5.2.1.	Introducerea datelor acustice în Sistemul Informatic Geografic ...	84
5.2.2.	Rezultate acustice ale măsurărilor în punctele strategice.....	86
5.3.	Influența traficului în studiul de monitorizare a poluării fonice pe tronsonul de drum DN 59	95
5.3.1.	Dinamica parcului auto în perioada 2011-2014. Studii necesare privind monitorizarea și managementului traficului auto.....	100
5.3.1.1.	Context național	100
5.3.1.2.	Caracteristicile parcului auto din județul Timiș în perioada 2011- 2014	104
5.4.	Harta de zgomot și situația izolării clădirilor	109

5.5.	Concluzii.....	115
CAPITOLUL 6 CONCLUZII		117
6.1.	Concluzii generale.....	117
6.2.	Contribuții personale	117
6.3.	Valorificarea rezultatelor obținute pe parcursul programului de cercetare doctorală	119
BIBLIGRAFIE.....		121
Anexa 1.Tabel Standarde		128
Anexa 2.Aprobare CNADNR		132

Glosar

CE	Comisia Europeană
CNADNR	Compania Națională de Autostrăzi și Drumuri Naționale din România
CNOSSOS-EU	Metoda Comna de Evaluare a Zgomotului= Common Noise Assessment Methods in Europe
Directiva 70/156/CEE	Directiva autovehiculelor
Directiva 97/24/CE	Directiva Motor Ciclu
Directiva 92/23/CEE	Directiva anvelope
DRPCIV	Direcția Regim Permise de Conducere și Înmatriculare a Vehiculelor
END	European Noise Directive – END 2002/49/EC Directiva Europeană de Zgomot
GIS	Geographic Information System
GIS-T	Geographic Information System for transportation
GPS	Geographic Information System
GNSS	Global Navigation Satellite System
IL	Pierderea de inserție a unui material
Lden(zi)	Indicator de zgomot pentru evaluarea disconfortului,
Leq dB(A)	Nivelul de zgomot echivalent măsurat cu ponderarea în frecvență A
Lnight(noapte)	Indicator de zgomot pentru evaluarea perturbării somnului
OMS	Organizația Mondială a Sănătății
PERS	PoroElastic Road Surfacing
Rw	Indicele de izolare fonică la zgomotul aerian
ROMPOS	ROManian POSitioning Service
RTK	Real Time Kinematic
SIG	Sistem Informatic Geografic
UE	Uniunea Europeană

INTRODUCERE

Dinamica orașelor și a comunităților învecinate, interconectate prin prisma transporturilor, a mobilității populației și a circulației de mărfuri aduce tot mai mult în centrul atenției mediul sonor sau poluarea fonică. Datorită faptului că traficul rutier reprezintă una din principalele surse de poluarea fonică mi-am concentrat cercetarea în jurul acestor două elemente. Am parcurs pe rând, în mod sintetic, domeniile ce sunt incluse în aria de studiu, instrumentele și normele europene care oferă date despre parametrii poluării fonice. Urmărind îndeaproape această relaționare dintre traficul rutier și poluarea fonică, cercetarea mea s-a concretizat prin această lucrare de doctorat cu titlul ***Contribuții la monitorizarea poluării fonice în construcții și gestionarea datelor preliminare într-un Sistem Informatic Geografic***. Structura acestei cercetări s-a organizat în două mari părți: una teoretică cuprinzând primele 4 capitole, în care se regăsesc definiții, norme, schematizări, exemple și o altă aplicativă, reunită în capitolul 5, unde am prezentat metode și măsurători, parametri, analize și evaluări ale poluării fonice pe sectorul de drum DN59 între localitatea Șag și intersecția cu DN 58B.

Primul capitol este dedicat în totalitate definirii domeniului de referință, cel al geomatiei și a Sistemului Informatic Geografic, cel care ne pune la dispoziție tehnologia necesară colectării, gestionării și analizei de date geografice. Elementele de analiză ale acestora sunt reprezentările vizuale: hărțile și graficele. Prin transformarea datelor în format utilizabil pe calculator și integrarea în programele speciale Sistemului Informatic Geografic, informația (planul sau harta digitală) este supusă etapelor de georeferențiere sau geocorecție și ortorectificare.

Am concentrat o bună parte a prezentării etapei de georeferențiere și elementelor ei conexe, întrucât este metoda de atribuire hărții scanate a informației coordonatelor geografice prin poziționarea într-un sistem de referință. Practic, prin georeferențiere, informația analogică este folosită ca entitate geografică prin trecerea de la imagine, ca sursă de informație geografică, la hartă digitală. Imaginii i se atribuie o proiecție cunoscută, un anumit elipsoid, aceasta fiind transformată geometric datorită deplasării pixelilor pe noi poziții definite de coordonate reale, geografice sau rectangulare.

Ca urmare a celor prezentate mai sus rolul Sistemului Informatic Geografic este acela de a urmări fenomene sau construcții și de a furniza o serie de date importante pentru autorități. În baza acestor rezultate, factorii de decizie ar putea fi capabili să ofere soluții de determinare a frecvenței de apariție a unui eveniment extrem cum ar fi: congestia traficului, accidentele rutiere sau poluarea de orice natură.

Prin implementarea de Sisteme Informatic Geografice pentru transporturi (GIS-T) se realizează modelarea și gestionarea căilor de comunicații, planificarea transporturilor și analiza elementelor din baza de date specifică. În altă ordine de idei forurile europene urmăresc crearea unui sistem unitar al datelor spațiale (directiva INSPIRE) pentru a se putea aplica norme comune tuturor statelor membre în materie de gestionare a Sistemelor Informatic Geografice.

Am integrat în cercetarea de față și relaționarea dintre cadastrul verde și SIG întrucât acesta oferă rezultate mai precise pentru monitorizarea poluării fonice, vegetația fiind un material fonoabsorbant pentru protejarea populației.

Cel de al doilea capitol este axat pe studiul poluării fonice prin prisma zgomotului, fiind abordate aspecte legate de acustică (frecvența și intensitatea sunetului).

Zgomotul este asociat cu o percepție negativă a sunetului, fără a fi diferențe fundamentale între cele două. Am încercat să surprind o parte din multitudinea de definiții ale zgomotului: „un amestec complex de sunete de intensități și frecvențe diferite”; „sunete nedorite care provoacă o senzație neplăcută”, „un fenomen acustic fără componente definite”. Directiva europeană cu numărul 49/2002, actul normativ pe care se sprijină în bună parte cercetarea mea, definește zgomotul din mediu ca fiind „sunetul din exterior nedorit sau dăunător, provenit din activitățile umane, incluzând zgomotul emis de mijloacele de transport, de traficul rutier, feroviar, aerian, dar și din zonele de activitate industrială”. Poluarea fonică în sensul de neplăcere sau afecțiune se rezumă în mod practic la măsurarea nivelului de dB/dB(A) și la o diminuare a zgomotului până la parametrii acceptabili. Fiecărui tip de sursă de zgomot îi este asociat un standard sau un nivel maximal autorizat.

Muzica, traficul rutier sau prestarea muncii într-un mediu zgomotos pot altera sistemul auditiv. Disconfortul provocat reprezintă consecințele a doi factori importanți: nivelul sonor și durata expunerii.

Evaluarea pragului de zgomot și stabilirea zonelor de risc au de înfruntat o serie de constrângeri legate de percepția sau de neplăcerea creată de zgomot. Acestea variază în funcție de persoane, de tipul de locuințe, de modul de viață și de sursele de zgomot. Astfel, este dificil de stabilit un diagnostic real și obiectiv al expunerii la zgomot în mediul urban. Poluarea fonică este apreciată, catalogată și cuantificată din punct de vedere obiectiv (clasificarea drumurilor, întocmirea de hărți de zgomot), dar și subiectiv prin numărul și natura reclamațiilor și a plângerilor depuse privind expunerea la zgomot.

În mediul urban, sursele potențiale de zgomot sunt infrastructurile: rutiere, feroviare și aeroportuare. În capitolul 2 voi trata cu precădere caracteristicile primei surse, ale celei rutiere, întrucât aceasta este și axa principală de studiu a cercetării doctorale, dar și pentru că transportul de acest gen generează aproximativ 80% din zgomotul emis în mediul înconjurător.

Zgomotul rutier presupune acumularea emisiilor sonore ale vehiculelor motorizate în deplasare. Acestui zgomot de durată i se adaugă altele intempestive: claxoanele, trecerea vehiculelor de intervenție și de urgență, realizarea livrărilor către magazine și restaurante, punctul maxim legat de trecerea unui avion sau a unui tren.

Am pornit explicațiile de la faptul că nivelul de zgomot produs de un vehicul depinde în mare măsură de viteza cu care acesta se deplasează și am exemplificat astfel: la viteze sub 40 Km/h, cum e în cazul circulației rutiere în mediul urban, principala sursă de poluare fonică este zgomotul motorului, iar la viteze mai mari, cum e în cazul circulației rutiere pe drumuri naționale, autostrăzi sau drumuri expres, principala sursă o reprezintă zgomotul produs de rularea pneurilor pe îmbrăcămintea drumului. Viteza, fluxul, obiceiurile și stilul de condus al participanților la trafic au deopotrivă un impact asupra zgomotului rutier. Sursele de zgomot ale vehiculelor aflate în trafic sunt de mai multe feluri, ele depinzând de momentul (demaraj, încetinire, frânare bruscă), situația (trafic aglomerat) sau maniera (viteză excesivă) în care rulează autovehiculul. Aceste tipuri de surse nu pot fi analizate separat, întrucât ele se combină în funcție de starea autovehiculului.

De asemenea pe lângă enumerarea cauzelor am prezentat și o serie de posibile remedieri: clasarea drumurilor interurbane, a arterelor urbane și a autostrăzilor expuse zgomotului permite identificarea și delimitarea geografică a sectoarelor sensibile în funcție de nivelurile sonore înregistrate; o bună politică de urbanism a zonelor cu destinație rezidențială ar asigura reducerea zgomotului produs de traficul rutier la locul de imisie prin plantarea de gard viu sau gazon cu rol de ecranare față

de poluarea fonică și de purificare a aerului, prin crearea de parcuri și spații recreative neatrinse, a căror accesibilitate să se realizeze prin infrastructuri ușoare.

O altă soluție eficientă de diminuare a zgomotului generat o reprezintă construirea de artere de circulație ocolitoare (în afara așezărilor sau a zonelor centrale).

Capitolul al treilea abordează legislația europeană în privința zgomotului rutier. Cadrul legislativ cu privire la poluarea fonică s-a realizat printr-un efort al instituțiilor abilitate, în special Comisia Europeană și Parlamentul European, de a crea un corpus de legi de diminuare a zgomotelor ce pot fi aplicate la nivel comunitar. Ideea de monitorizare a poluării fonice, de comparare și stabilire de măsuri preventive și de diminuare a zgomotului trebuie să aibă o aplicabilitate unitară, cu atât mai mult cu cât un recent raport al Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) estimează că aproximativ unul din trei locuitori din mediul urban al țărilor UE este deranjat de zgomotul resimțit în timpul zilei.

Obiectivul principal al aplicării Cărții Albe privind transporturile (CE 2011) și al pachetului de noi inițiative „Ecologizarea transporturilor”, îl reprezintă reducerea expunerii excesive a populației la praguri de zgomot situate peste media admisă/tolerată (50 dB pe timpul nopții și 60 dB pe timpul zilei). Prin aceasta s-ar reuși nu doar atenta controlare și monitorizare a nivelurilor de decibeli emiși preponderent în mediile urbane sau în imediata lor apropiere, ci chiar identificarea unor soluții și implementarea unor programe care să permită o reducere considerabilă a poluării fonice. Pentru a analiza situația zgomotului în Europa, conform actualei legislații adoptată de Parlamentul European, Directiva 49/2002, statele membre trebuie să furnizeze hărți de zgomot și planuri de acțiune privind zgomotul.

Patru principii guvernează întreaga politică de diminuare a poluării fonice și protecție împotriva acesteia: monitorizarea zgomotului ambiental, gestionarea problemelor legate de sursele de zgomot și efectele lor asupra mediului, informarea și consultarea publicului, dezvoltarea de către UE a unei strategii pe termen lung. Un spațiu generos din acest capitol este dedicat instrumentelor de măsurare și evaluare a zgomotului (hărțile strategice de zgomot), dar și măsurilor de prevenire (planurile de acțiune). Pentru a lărgi viziunea asupra implicațiilor poluării fonice generate de traficul rutier au fost abordate pe rând și directivele europene complementare, respectiv cele privind autovehiculele în general, cele pentru autovehiculele cu două sau trei roți sau pentru anvelope. La nivelul României preocuparea factorilor legislativi pentru prevenirea poluării fonice se poate identifica la nivelul unor acte normative enumerate în corpul tezei.

În capitolul al patrulea m-am concentrat asupra responsabilității și gestionării zgomotului produs de dezvoltarea comunităților urbane, în speță de traficul rutier. O primă soluție a fost identificată în montarea barierelor și panourilor fonoabsorbante (din diverse materiale) de-a lungul drumurilor din apropierea comunităților, cu rezultate bune în diminuarea zgomotului.

Am prezentat pe larg diferite relaționări, mai ales cea a zgomotului de contact pneu-carosabil, influențat simultan de caracteristicile pneurilor (tipul și starea lor) și de caracteristicile îmbrăcăminții. Combinarea suprafeței rutiere poroase cu pneuri silențioase poate favoriza o diminuare semnificativă a poluării fonice în cazul drumurilor naționale pe distanțe foarte mari, unde costurile mari de montare a panourilor fonoabsorbante nu sunt justificate. Efectul de propagare a zgomotului rezultat din zgomotul motorului și zgomotul contact pneu/carosabil are două direcții: zgomotul direct ce ajunge pe fațada unei clădiri și zgomotul indirect, zgomotul reflectat produs de vehicul, ce ajunge pe partea carosabilă și apoi se reflectă pe fațadă. Există diferite opțiuni pentru a dezvolta un drum silențios. Stratul de uzură

folosit și respectarea condițiilor climatice sunt necesare în căutarea mijloacelor de reducere a zgomotului și în găsirea celor mai eficiente soluții.

Au fost cuprinse în analiza confortului acustic al unei locuințe și materiale de construcții cu capacități absorbante cum ar fi: vata minerală, pluta, argila expandată, poliuretanul expandat, materiale din lemn și deșeuri de lemn etc.

O altă modalitate de diminuare a poluării fonice o reprezintă îmbrăcăminte silențioasă a părții carosabile întrebuițată mai ales în zonele centrale ale orașelor în care din punct de vedere arhitectural panourile fonoabsorbante nu se încadrează în peisaj, iar din punct de vedere istoric posibilitatea izolării fonice a clădirilor nu este o opțiune. Ultima inovație care are potențialul de a satisface nevoia de îmbrăcăminte silențioasă este suprafața poroelastică (PERS).

Am luat în discuție și cazul particular al izolării fonice a clădirilor din Timișoara și principiile noilor fațade inteligente.

Capitolul al cincilea este rezervat părții aplicative, respectiv crearea unui Sistem Informatic Geografic în programul MapSys ce reprezintă baza hărților strategice de zgomot pentru monitorizarea poluării fonice. Studiul de caz pentru cercetarea doctorală l-am efectuat pe tronsonul de drum DN 59 pornit de la Km 14+230 din localitatea Șag, unde circulația se desfășoară pe 4 benzi de circulație și finalizat la Km 36+150, la ieșirea din localitatea Voiteg unde se intersectează cu drumul național DN 58B ce merge spre direcția Reșița. Zona studiată acoperă o distanță de 500 m față de axa drumului, de o parte și de cealaltă. Metoda comună de evaluare a zgomotului în Europa (CNOSSOS-EU) precizează faptul că pentru traficul rutier este suficient a se studia propagarea zgomotului pe o distanță de 350 m.

Rețeaua Geodezică de sprijin care delimitează zona de interes este de fapt o rețea de îndesire a Rețelei Geodezice Naționale Spațiale și se creează prin observații GNSS statice, pe baza a cel puțin trei stații incluse în serviciul ROMPOS.

Pe sectorul de drum menționat au fost plantate și determinate 11 borne de tip FENO, asigurându-se o densitate de 1 pct./2 km pe tronsonul de drum. Bornele rețelei de îndesire au fost amplasate în vecinătatea bornelor kilometrice ce se află pe partea dreaptă a sensului de mers, de la km 14+230 până la km 36+150. Pentru a compara corectitudinea acestora am refăcut rețeaua geodezică a punctelor pe baza bornelor FENO montate de CNADNR. Am analizat zgomotul emis de toți participanții la trafic, în ambele sensuri de mers.

Bazele de date care servesc Sistemul de Informații Geografic specific poluării fonice trebuie să conțină toate elementele necesare îmbinării domeniului de transport cu cel de poluare fonică. Informațiile obținute prin Sistemul Informatic Geografic împreună cu cele rezultate din programele de calcul pentru analiza zgomotului determină o monitorizare și o evaluare mai eficientă și mai precisă a impactului zgomotului asupra mediului și a sănătății populației. Elementele topografice incluse în baza de date sunt: caroiagele geometrice, punctele de sprijin planimetrice, reperele de nivelment, punctele de stație, punctele radiate și alte puncte de detaliu.

La fiecare curbă de nivel au fost atașate texte descriptive, conținând valoarea cotei curbei de nivel. Necesitatea curbelor de nivel este esențială pentru realizarea modelului digital al terenului.

În metodologia CNOSSOS-EU metoda comună de evaluare a zgomotului în Europa, este specificată necesitatea realizării de hărți de zgomot pentru zonele rezidențiale. De asemenea se impune reprezentarea în hărțile strategice de zgomot a informațiilor cu privire la școli și spitale, urmând ca acestea să fie raportate la Comisia Europeană. Școlile sau alte instituții de învățământ, spitale, sanatorii, biblioteci sunt clădiri sensibile ca urmare a activităților ce se desfășoară în acestea și de aceea informațiile deși nu au fost obligatorii, acestea devin în procesul de

raportare din 2017, data de intrare în vigoare a CNOSSOS-EU, iar ele trebuiesc monitorizate de pe acum.

Lucrarea de față s-a putut realiza cu aportul Companiei Naționale de Autostrăzi și Drumuri Naționale din România și a firmei GEOTOP din Odorheiul Secuiesc, județul Harghita prin prisma colaborării cu autoarea tezei de doctorat, pe baza unor informații de natură tehnică din bazele de date ale companiilor menționate. În timpul studiilor doctorale am efectuat două stagii de practică la firma menționată, unde mi s-a asigurat instruirea necesară în folosirea programului MapSys ce a reprezentat principalul instrument de lucru al studiului aplicativ. Deosebit de important s-a dovedit a fi parteneriatul cu Facultatea de Mecanică, prin Departamentul de Acustică și Vibrații. Monitorizarea zgomotului pe tronsonul de drum supus analizei a fost realizată cu aparatură pusă la dispoziție de acest departament: aparatul Brüel & Kjaer noise analyzer 2250.

În privința surselor bibliografice, am abordat atât studii și cărți de specialitate din domeniul geodeziei și cadastrului, a urbanismului cât și a acusticii, a ingineriei drumurilor, scrise în limba română, engleză, franceză și germană. Acestei liste i se adaugă și actele normative europene și legislative românești, sub forma unor broșuri digitale ce au putut fi consultate pe internet. De asemenea am accesat o serie de site-uri ale unor organizații, asociații publice, private din străinătate care se ocupă cu măsurarea și monitorizarea nivelurilor de zgomot. Aceste instituții finanțează cercetări privind găsirea de soluții și mijloace de diminuare a poluării fonice/sonore și de asigurare a confortului și sănătății comunităților urbane sau rurale din apropierea principalelor artere de comunicație.

CAPITOLUL 1 – SISTEME INFORMATICE GEOGRAFICE

Informația geografică desemnează orice informație despre obiectele localizate pe suprafața Pământului, orice fenomen al naturii ce poate fi măsurat și asociat unei poziționări geografice, orice element staționar sau aflat în mișcare ce respectă un drum parcurs în spațiu. [19] Aceasta are o dublă componentă, grafică și atributivă, fiind reprezentată prin hărți.

Componenta grafică presupune descrierea formei fenomenului, elementului sau obiectului geografic și localizarea acestuia într-un sistem de referință. Ea are în vedere un reper cartografic în funcție de coordonatele geografice bazate pe un sistem de proiecție. Coordonatele geografice amintite reprezintă un ansamblu de două distanțe unghiulare, longitudinea și latitudinea, care servesc la determinarea poziției pe suprafața Pământului a unui punct. [29] În cazul hărților analogice, prin componenta grafică se impun limite pentru informațiile atributive: utilizarea în exces a hârtiei, scările diferite, dificultățile de a le actualiza în permanență, de a le citi și de a le interpreta, precum și rapiditatea cu care acestea își pierd actualitatea.

Componenta atributivă implică toate caracteristicile ce descriu obiectul, elementul sau fenomenul în cauză (descriere geometrică, aspecte tematice — adâncime, înălțime, suprafață, volum, cod poștal etc.).

La nivelul discuțiilor tehnice și inginerești topo-geodezice informația geografică poate fi înglobată în mai multe domenii: cel de Sistem Informatic Geografic și implicit cel de geomatică.

1.1 Geomatica, domeniul de referință al științelor Pământului

Ideea de a combina mai multe discipline sub o singură denumire, cea de geomatică, îi revine, la sfârșitul anilor '60, cercetătorului francez Bernard Duboisson, specialist în geometrie și fotogrammetrie. Adevăratele fundamente ale disciplinei au fost puse în Canada. Există maniere diferite de a dezvolta obiectul geomaticii. „Ea reprezintă arta, știința și tehnologiile legate de managementul informațiilor geografice despre o suprafață de teren, poziționată într-un sistem de referință”. [11] În lucrarea *Vocabulaire de la géomatique*, 1992, Marcel Bergeron o transpune ca fiind „o disciplină ce are ca obiect gestiunea datelor de referință spațială prin integrarea științelor și tehnologiilor care au contribuit la achiziționarea, stocarea, tratarea și difuzarea lor”. [8] Aceasta are în componența sa discipline precum: geodezia, fotogrammetria, cartografia, teledetecția, sistemele informatice geografice (SIG/GIS), sistemele de poziționare globală (GPS) și informatica.

În contextul actual, în care dezvoltarea tehnologiei și informației conduce la progrese considerabile, geomantica se întrevide ca o necesitate. În cadrul aceleiași generații se realizează salturi importante: de la calcule de tabele logaritmice și calculatoare de mână la calculatoare electronice din ce în ce mai performante, de la rulete de măsurat la dispozitive electronice de măsurare a distanțelor; de la fotografii aeriene la imagini din satelit cu tehnologia LIDAR; de la hărți de hârtie tradiționale la cartografiere digitală și sisteme informatice. Unul dintre instrumentele geomaticii cele mai utilizate la nivel global este SIG, utilitatea lui fiind demonstrată în diverse domenii, contribuind decisiv la procesul de luare a deciziilor (Fig.1.1.).

Geomatica și internetul permit ca informațiile geospațiale să fie accesibile maselor prin corelarea informațiilor. [69]

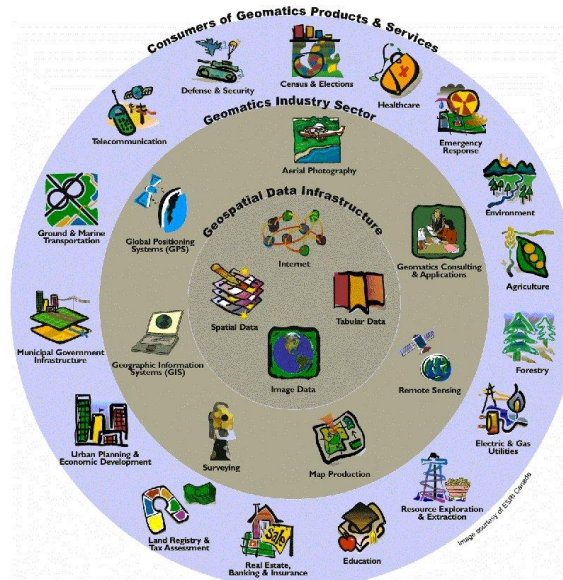


Fig.1.1. Domeniile de utilizare ale geomaticii [83]

1.2 Sistemele Informatice Geografice – tehnologia timpurilor noastre

În studiile de specialitate, Sistemul Informatic Geografic este cel mai adesea întâlnit prin acronimele SIG sau GIS. În lucrarea de față voi prefera folosirea primului termen, datorită ușurinței de a-l identifica în limba română. Există o multitudine de definiții, astfel încât voi oferi cu titlu de exemplu doar câteva dintre ele. O primă încercare de definire a SIG aparține Comitetului Federal de Coordonare Inter-agenții pentru Cartografierea Numerică din Statele Unite ale Americii, care, în 1988, îl prezenta drept „un Sistem informatic de date, de softuri și de procese conceput pentru a permite colectarea, gestiunea și manipularea, analiza, modelarea și afișarea datelor de referință spațială în vederea rezolvării de probleme complexe de amenajare și gestiune”. [89]

O altă definiție atotcuprinzătoare datează din 1989 și este elaborată sub egida Societății Franceze de fotogrammetrie și teledetectie: „SIG reprezintă un sistem informatic ce permite, prin intermediul diverselor surse, reunirea și organizarea, gestionarea, analizarea și combinarea, elaborarea și prezentarea informațiilor localizate geografic, contribuind în mod special la gestionarea spațiului”. În perioada de debut a anilor 90, reputatul economist Michel Didier definește Sistemul Informatic Geografic ca fiind „un ansamblu de date reperate în spațiu, structurat astfel încât să poată fi extrase cu ușurință sinteze utile în luarea deciziilor”. [89]

Pe de altă parte Dicționarul Larousse oferă recent o definiție sintetică: SIG este un sistem informatizat care asociază baze de date geografice și softuri. Acesta asigură gestionarea (stocarea, actualizarea) și producerea de reprezentări vizuale, hărți și mai ales grafice. [74]

În literatura de specialitate sunt descrise două modalități de construire a unui sistem care are ca rezultat final o hartă, sistemul vector sau sistemul raster, exemplificat prin figura 1.2.

Utilizarea sistemului vector permite construirea unei hărți din forme geometrice elementare, ca punctele și liniile. Pentru materializarea elementelor sunt folosite perechile de coordonate, (x, y) care formează la rândul lor arce sau suprafețe. Un caz particular este atunci când pe lângă coordonatele (x, y) se ia în considerare și coordonata z , putându-se modela astfel volume. Pentru hărțile de zgomot, reprezentarea entităților în sistemul vector se realizează astfel: un receptor va fi un punct, o bornă geodezică va fi de asemenea un punct, un drum va fi un arc, o suprafață împădurită cu rol fonoabsorbant va lua forma un poligon.

Elementul central folosit pentru construirea imaginilor/hărților în sistemul raster este celula denumită pixel. În multitudinea de elemente de genul pixel, unei suprafețe de afișare i se poate asocia în mod independent o intensitate sau o culoare. Imaginile grafice sunt formate din mulțimi de pixeli cărora li s-au atribuit aceleași caracteristici, spre exemplu: un drum în sistemul raster va cuprinde o succesiune de pixeli de aceeași valoare. [13]

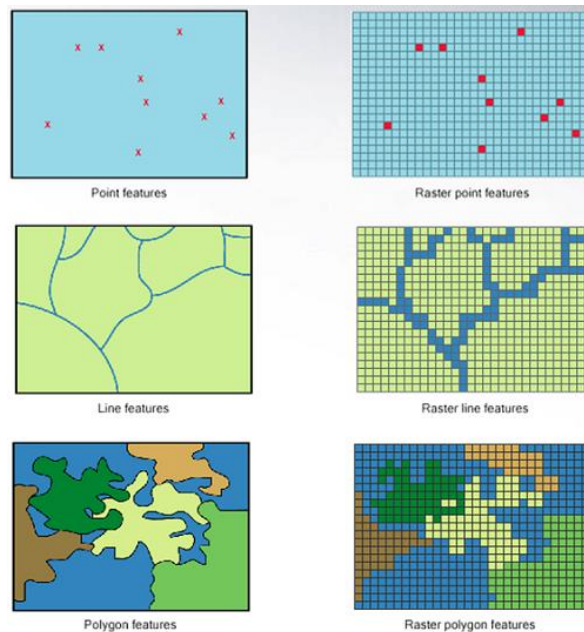


Fig.1.2. Reprezentare Sistemul vector și sistemul raster [101]

1.2.1 Etapele organizării și structurării datelor geografice

Sistemul Informatic Geografic este una dintre cele mai performante tehnologii ale informației, întrucât integrează cunoștințe provenind din diverse domenii și asigură un mediu favorabil accesării a mai multor operații în același timp, cu o infrastructură de analiză diversificată. Organizarea și structurarea datelor geografice în SIG trece prin mai multe etape:

1.2.1.1. Procedura colectării de date geografice

Presupune o serie de tehnici ce converg spre Sistemul Informatic Geografic, precum: ridicările din teren topografice cu stații totale, scanarea, vectorizarea și importul de date.

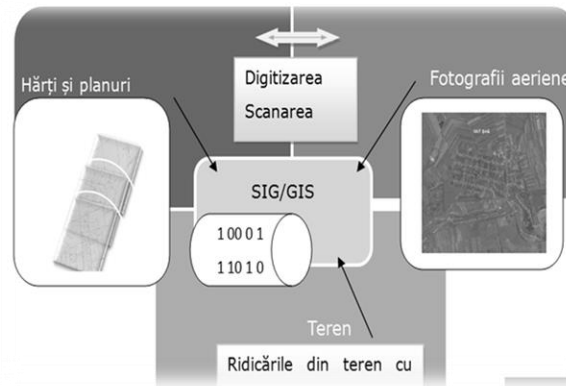


Fig.1.3. Procedura colectării de date

- Ridicările din teren cu stații totale sau prin tehnologia GNSS sunt specifice fiecărui tip de lucrare. GPS, acronimul folosit pentru *Global Positioning System*, este sistemul utilizat pentru tehnologia de măsurare GNSS, devenită cea mai utilizată metodă de măsurat, avantajul constând în a economisi timp și a nu depinde de condițiile atmosferice. Progresul continuu al tehnologiei contribuie zilnic la îmbunătățirea instrumentelor și metodelor de măsurare care asigură precizii din ce în ce mai ridicate. [29]

- Colectarea datelor de pe teren este urmată de colectarea datelor în format analogic, care implică etapa preliminară, cea de scanare pentru integrarea datelor în SIG (Fig. 1.3.). Prin aceasta hărțile, planurile sau fotogramele sunt supuse unui proces de transformare a informației analogice în valori numerice (0 și 1) (Fig.1.4.). [16] O dată cu transformarea datelor în format utilizabil pe calculator și integrarea în programele speciale Sistemului Informatic Geografic, informația (planul sau harta digitală) este supusă etapelor de georeferențiere sau geocorecție și ortorectificare.

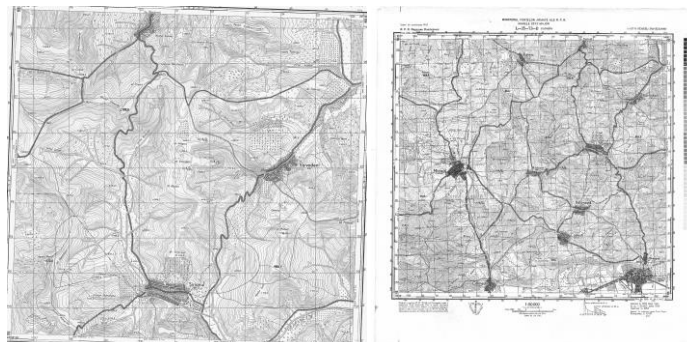
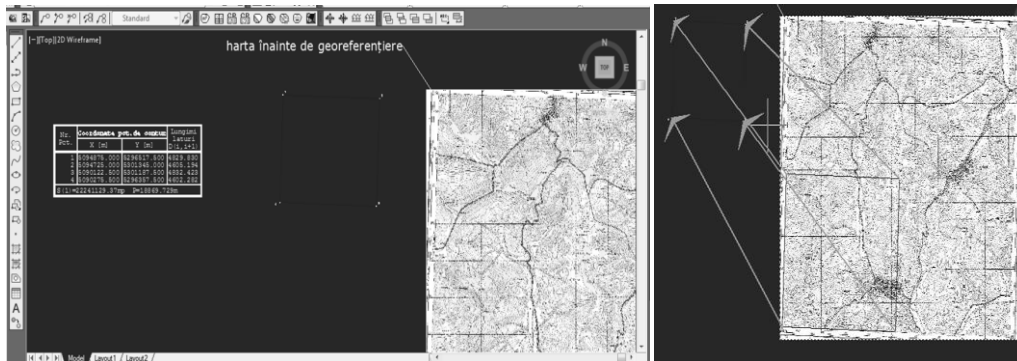


Fig.1.4. Hărți scanate

O problemă des întâlnită în România este georeferențierea hărților scanate, mai ales în cazul în care principalele surse de informare sunt hărțile tipărite. În figura 1.5., a și b, este prezentată georeferențierea unei imagini ce presupune alinierea acesteia la un sistem de coordonate definit. Matematic, operațiunea constă în translatarea și/sau rotirea imaginii sistemului (liniile și coloanele de pixeli numerotate începând de la stânga sus), prin alocarea unor noi poziții reale pixelilor din imagine. [48]



a). Stabilirea coordonatelor rectangulare

b). Asocierea punctelor de pe hartă cu fiecare coordonată rectangulară

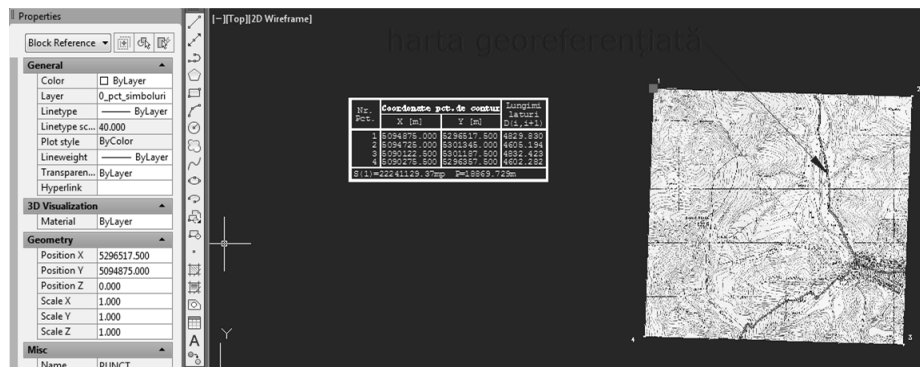


Fig. 1.5. Translatarea unei foi de hartă prin 4 puncte de control

Ortorectificarea este un ansamblu de procedee, un exercițiu complex, ce se realizează pentru a corecta deformațiile geometrice orizontale și verticale ale imaginii, respectiv fotogramei. Prin acest procedeu imaginea ajunge la aceleași caracteristici cu cele ale unei hărți, iar această etapă este folosită în modelarea 3D a terenului.

- Prin etapa de vectorizare se redau datele geografice, atașându-le date atributive pentru a apropia, intersecta, interoga și analiza toate straturile de informații.

- Importul de date presupune o conexiune permanentă a datelor de tip raster sau vector și a fișierelor atributive care pot fi reactualizate constant. Aceste date determinate prin metoda raster sau metoda vectorială (Fig. 1.6.) sunt hărțile, iar datele endogene sau exogene sunt definite de regimul de înălțime a clădirilor sau numărul de locuitori dintr-o locuință — informații furnizate de administrațiile locale. Prin importul acestora se încheie procedura colectării.

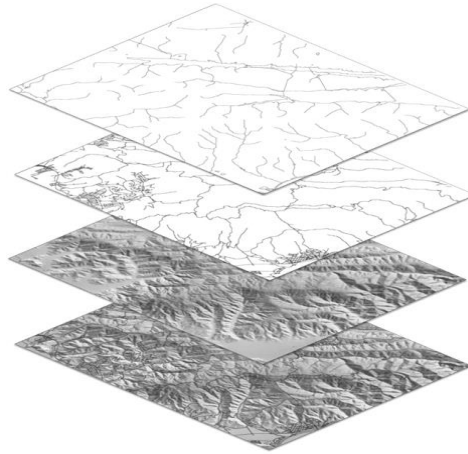


Fig. 1.6. Hărți tematice suprapuse[44]

1.2.1.2. Manipularea Sistemelor Informatice Geografice – structurarea și modelarea datelor

Manipularea datelor spațiale trebuie realizată într-un mod cât mai clar pentru a se putea obține rezultatele performante, care să conducă apoi la cercetări avansate de introducere a Sistemului Informatic Geografic în domenii ca inginerie, proiectare, urbanism etc. Rolul SIG, implementat cu succes aici, este acela de a urmări fenomene sau construcții și de a furniza o serie de date importante pentru autorități. În baza acestor rezultate, factorii de decizie ar putea fi capabili să ofere soluții de determinare a frecvenței de apariție a unui eveniment extrem cum ar fi: congestia traficului, accidentele rutiere, poluarea.

Programele destinate Sistemului Informatic Geografic, dotate cu capacitatea de manipulare a datelor, fie definesc modele proprii, fie pot alege modele existente care să optimizeze procesul pentru care acestea au fost întocmite. [10]

Este de asemenea o etapă în cursul căreia se realizează analize spațiale: funcțiile de interogare, analize ale funcțiilor de atribute, de clasificare, de măsurare, de acoperire, funcțiile de învecinare. Acestea din urmă sunt compuse la rândul lor din funcții de cercetare, topografică, de conectivitate etc. (Fig.1.7.)

Prin procedeul de manipulare se obține descrierea produsului așteptat realizându-se modele conceptuale, logice și fizice ale datelor, care se sprijină pe metoda aleasă, definind relațiile, cheile, tipurile de câmpuri, de obiecte.

În concluzie, prin selecția elementelor de modelat, manipularea realizează o constatare cu privire la rezultatul așteptat fără a prejudicia modalitatea de efectuare.

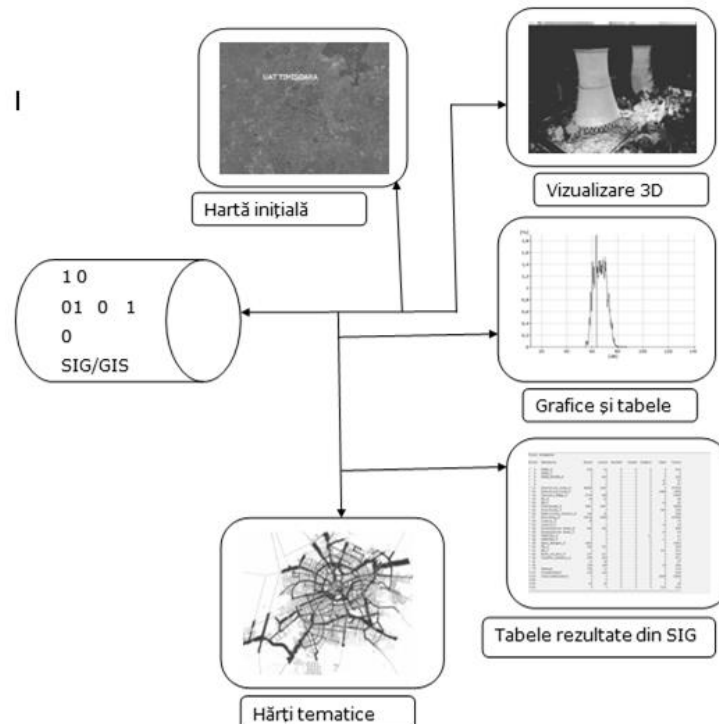


Fig. 1.7. Manipularea unui Sistem Informatic Geografic

1.2.1.3. Tratarea datelor

Este o procedeu complex întrucât presupune manipularea cu ajutorul unor programe special concepute a unor date cu structură complexă și eterogenă. Acestea nu pot fi întrebuințate independent unele de celelalte, ci trebuie tratate, organizate, structurate și prezentate într-un context dat, astfel încât să devină utile. Accesul la informație se face cu funcțiile speciale ale programului prin interogarea, prin efectuarea unei căutări și consultarea diferitelor caracteristici, a datelor atributive organizate pe categorii și teme. Intervine apoi vizualizarea grafică a datelor pe o zonă sau la o scară dată, avându-se în vedere raportul dintre măsura unei lungimi efectuate pe hartă și măsura lungimii corespunzătoare în teren, spre exemplu pentru o scară de 1/25.000: 1 cm pe hartă = 250 m pe teren.

În utilizarea instrumentelor de analiză spațială prin care se realizează marcarea zonelor tampon, suprapuneri sau intersecții de straturi este indicată folosirea procedurii de fuziune. Aceasta presupune intersecția, decuparea sau unificarea, hărților sau fotogramelor, prezentând avantajul de a opera în continuare pe un singur strat ce ușurează procesul de analiză.

1.2.1.4. Redarea datelor

Sistemul Informatic Geografic permite utilizarea mai multor hărți cu diferite caracteristici în același program, iar datele rezultate fac vizibile relațiile dintre elementele hărții. Redarea informațiilor ca și produs finit se realizează în moduri

diferite în funcție de cerințe și de utilizare. Pornind de la punerea în pagină, imprimarea pe hârtie și editarea, publicarea pe internet sau realizarea de statistici, acestea sunt doar câteva din modurile de redare care prezintă informația în mod eficient. [13]

1.2.1.5. Gestionarea datelor într-o bază de date SIG

Gestionarea bazelor de date trebuie făcută într-un mod care să permită utilizarea informației de către mai mulți utilizatori. Volumul foarte mare de fișiere poate fi accesat mai ușor dacă este respectată clasificarea datelor în funcție de:

- proiect, urmărind tipul datelor — raster, vector, tabel;
- versiune — primară (inițială) sau date supuse unor modificări diverse. [29]

În cazul gestionării și utilizării datelor de mai mulți utilizatori trebuie avute în vedere protejarea lor prin urmărirea și verificarea drepturilor de acces și a istoricului, prin realizarea de salvări periodice sau recurgerea la modalitatea cea mai sigură de stocare, cea pe server sau pe un calculator.

Pentru a actualiza cu succes datele sau pentru a verifica noile informații ce urmează a fi integrate, analiza și examinarea lor se realizează din punctul de vedere al veridicității. Atunci când apar unele erori, stabilirea cauzelor este importantă, urmărindu-se dacă acestea sunt de ordin uman sau dacă se datorează defectării aparatelor. Ritmul de efectuare a acestor actualizări se stabilește după fiecare utilizare și în funcție de cerințele fiecărui SIG în parte.

Arhivarea datelor la finalul proiectului trebuie realizată printr-o selecție obiectivă a informațiilor. Modalitatea de lucru impune stocarea unei serii mari de informații și date, astfel că o dată ce proiectul a fost finalizat este necesară luarea hotărârii privind păstrarea datelor esențiale pe un suport de stocare digital sau analogic.

1.2.2 Sistemul Informatic Geografic – rol și implicații

Orice Sistem Informatic Geografic gestionat de un program informatic performant este capabil să genereze atât grafice cât și atribute, poate integra informațiile indiferent de proveniență (hărți, teren, fotografii), este capabil să le genereze pentru a permite accesul și actualizarea lor. Prin actualizarea datelor în timp real acesta este capabil să obțină, să reprezinte, să interogheze orice informație poziționată geografic specifică sistemului. SIG permite analiza spațială, evidențiind astfel relațiile care există între obiecte și fenomene, oferind pe de altă parte și o analiză în timp, predictivă prin studierea evoluțiilor lor. Se pot întocmi astfel planuri și scenarii de viitor prin examinarea consecințelor care afectează poziția sau expunerea fenomenelor și a obiectelor. [34]

Beneficiile utilizării SIG ar putea fi în mare următoarele:

- Stocarea într-o manieră clară și definitivă a informațiilor;
- Organizarea cunoștințelor tematice;
- Stabilirea împărțirii informației;
- Obținerea unei multiplicități de informații atributive despre obiecte;
- Înțelegerea fenomenelor, prevenirea riscurilor (simulări);
- Generarea de planuri rapide;
- Localizarea în spațiu și timp;
- Reacția rapidă după evenimente ce au un anume impact asupra teritoriului;
- Calcularea costurilor și beneficiilor;
- Asocierea unui număr mare de parteneri în decizia asupra amenajării;
- Stabilirea de itinerarii, planuri adaptate [44].

1.3 Sisteme Informatice Geografice pentru transporturi cu importanță în monitorizarea poluării fonice

Prin implementarea de Sisteme Informatice Geografice pentru transporturi se realizează modelarea și gestionarea căilor de comunicații, planificarea transporturilor și analiza elementelor din baza de date specifică SIG-ului.

Modelarea este un proces limitat, complementar cu cel de planificare și analiză, acoperind o varietate de discipline și tehnici. Modelarea poate fi îmbunătățită prin folosirea de programe performante. În unele cazuri apar obstacole ca urmare a utilizării programelor cu specific pentru un singur domeniu, în timp ce informația trebuie salvată cu extensii care să permită utilizarea datelor și de alte programe. Astfel aceasta este utilizată în mai multe aplicații și în diferite părți ale procesului de modelare. [8]

Sistemele Informatice Geografice în domeniul transporturilor, cunoscute sub acronimul GIS-T, au devenit foarte populare în ultimii ani și datorită numeroaselor evenimente create în jurul lor: simpozionul GIS-T, care are loc în fiecare primăvară în Statele Unite ale Americii, conferințele generale ale Sistemului Informatic Geografic cu sesiuni speciale dedicate GIS-T, cu teme strâns legate, cum ar fi de exemplu managementul infrastructurii, acțiunea de la conferințele anuale ale Asociației Sistemului de Informatic urban și regional (URISA) și conferințele GIS/LIS din SUA. GIS-T este bine reprezentat în reviste de specialitate despre Sistemele Informatice Geografice, despre calculatoare, sisteme de mediu și urbane, sisteme geografice, tranzacții în sistemul informatic geografic și științele informatice geografice. [67]

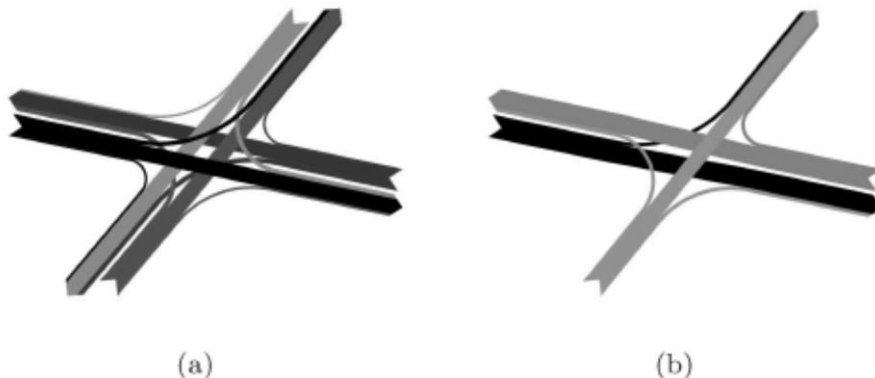


Fig.1.8. Imaginea unei intersecții dintr-un Sistem Informatic Geografic interogată diferit [8]

În plus, unele organizații, inclusiv cele de cercetare în transporturi, sprijină manifestări științifice despre GIS-T. Prin utilizarea corectă a unui sistem informatic pentru transporturi se pot face planuri pentru construirea de noi infrastructuri pentru transport ca sprijin în diminuarea traficului și implicit de diminuare a poluării fonice, se pot întocmi studii de fezabilitate pentru un nou traseu, se poate evalua modul de utilizare a infrastructurii sau chiar stabili gradul de uzură a unui drum existent. Deciziile autorităților pot fi și mai punctuale cu ajutorul GIS-T:

sincronizarea semafoarelor, alegerea de rute ocolitoare atunci când se organizează un eveniment (un concert, o paradă, un miting) care atrage foarte mulți participanți (Fig.1.8.). [7]

Pentru construirea unei noi infrastructuri, studiile efectuate conțin o cantitate mare de informații ce pot fi gestionate eficient doar utilizând un instrument precum SIG (Fig.1.9). Stabilirea metodelor de construcție dintr-un SIG prin modelarea 3D a terenului ajută la calcularea volumelor de săpătură sau umplutură. Prin studierea hărților se pot lua decizii cu privire la transportul și distanțele optime pentru aprovizionarea cu materiale, informații despre mediu care permit evitarea obstacolele în stadiile de planificare și construcție. Lucrând într-un program bazat pe SIG, îmbunătățirea planificării construcției infrastructurii se realizează prin generarea de rapoarte și statistici ale costurilor unitare și de execuție. [23] Pe drumurile deja existente sau pe autostrăzi, SIG ajută la identificarea locațiilor unde se produc frecvent accidente, studierea cauzelor acestora și stabilirea măsurilor de prevenire sau a congestiilor ce reprezintă unul dintre factorii poluării fonice.

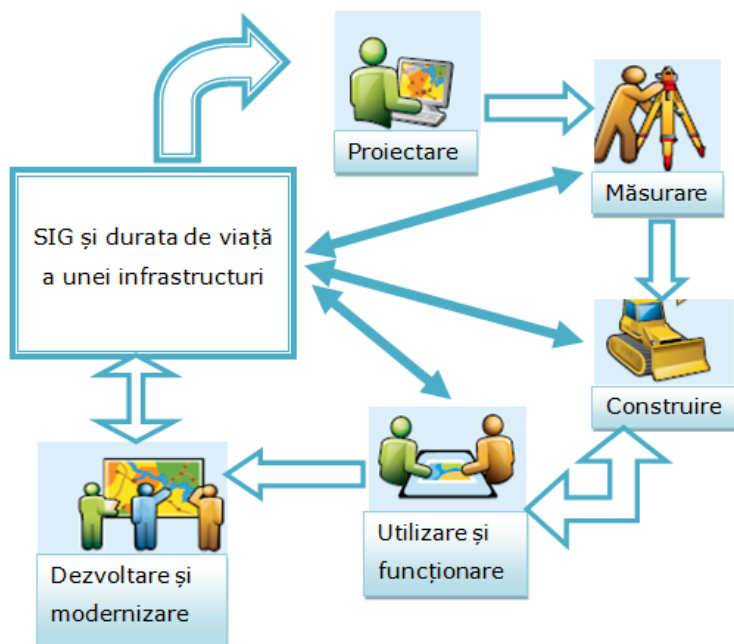


Fig.1.9. Schița utilizării SIG pe durata de viață a unei infrastructuri

Având acces rapid și ușor la informații în timpul construcției se poate crește foarte mult eficiența și se reduce timpul petrecut căutând informațiile necesare.

În Anglia au fost întocmite statistici și rapoarte cu privire la situația drumurilor printr-un Sistem Informatic Geografic și prin crearea unei baze de date cu ajutorul procedurii "geo-tag", care cuprinde harta pe care sunt localizate zonele cu probleme. Geotag-ul sau Point of Interest (POI) este un reper sau un instrument de localizare care oferă date complementare (metadate) despre drumuri, străzi, artere, adrese privind poziționarea unui radar, a unei benzinării și care sunt reprezentate în aplicațiile cartografice. [46] Acest sistem este ușor de folosit, costurile sunt reduse, putând fi utilizate în mod eficient de către autoritățile locale. Se pot urmări în

această manieră, într-un timp util, degradările drumurilor, pentru ca mai apoi să poată fi luată decizia potrivită de remediere (Fig.1.10).

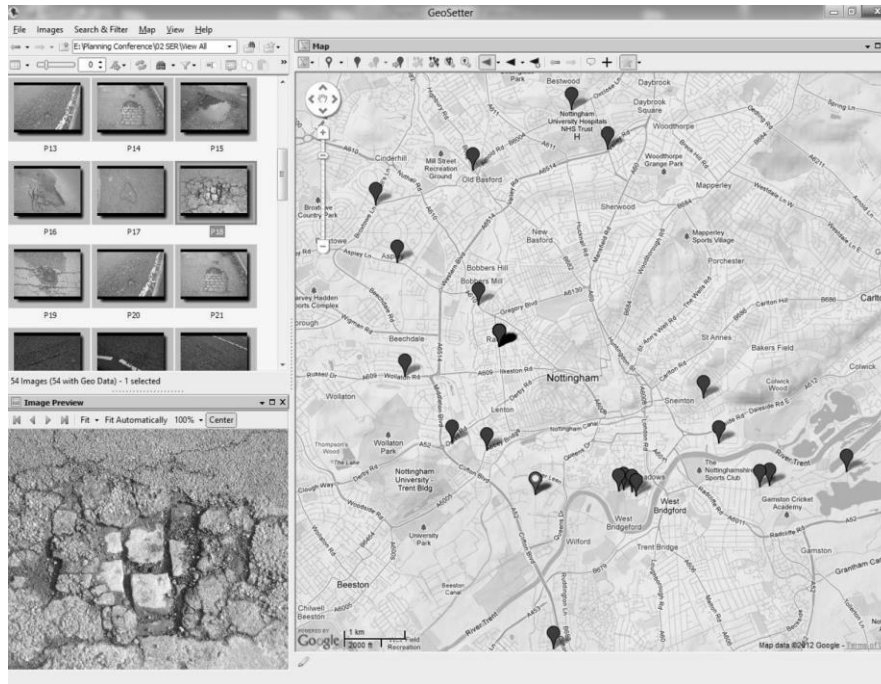


Fig.1.10. Poziționare a gropilor și fisurilor pe hartă [22]

Identificarea fisurilor în suprafața de rulare este realizată cu ajutorul metodei de măsurat GNSS bazată pe GPS, astfel prin coordonatele x, y se poziționează pe hartă zona cu defecțiuni. Gradului de deteriorare se stabilește prin întocmirea de fotografii. Acestea trebuie realizate cu o cameră digitală cu precizie ridicată. Imaginile nu sunt supuse procesului de georeferențiere, ele având scop doar de a furniza autorităților informații despre îmbrăcămintea rutieră. [22]

Prin SIG se urmărește evidențierea problemelor ce survin ca efect al utilizării excesive a drumului. Sunt cuprinse în acest proiect complexul măsurilor ce trebuie adoptate, punerea în valoare a resurselor și dezvoltarea integrală din punct de vedere economic și uman.

Legătura dintre cadastralele de specialitate și SIG este reprezentată de faptul că inventarierea tehnică și economică a rețelelor de utilități gestionate într-un program trebuie să înceapă de la informația primară furnizată de cadastrul general. [28] Spre exemplu un drum este considerat o parcelă, iar datele ce se referă la imobil, zonă și categoria de folosință a terenului sunt asociate unei informații geografice de tipul vector dintr-un SIG. În figura 1.11. este prezentată anexa 1 a unei cărți funciare, cu toate datele tehnice, deschise pentru un drum comunal aflat în administrația primăriei. Utilizarea geoportalului pus la dispoziție de Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară pentru informarea publică este tot un SIG, în care este încorporat cadastrul sporadic, cadastrul de specialitate cât și cadastrul general.

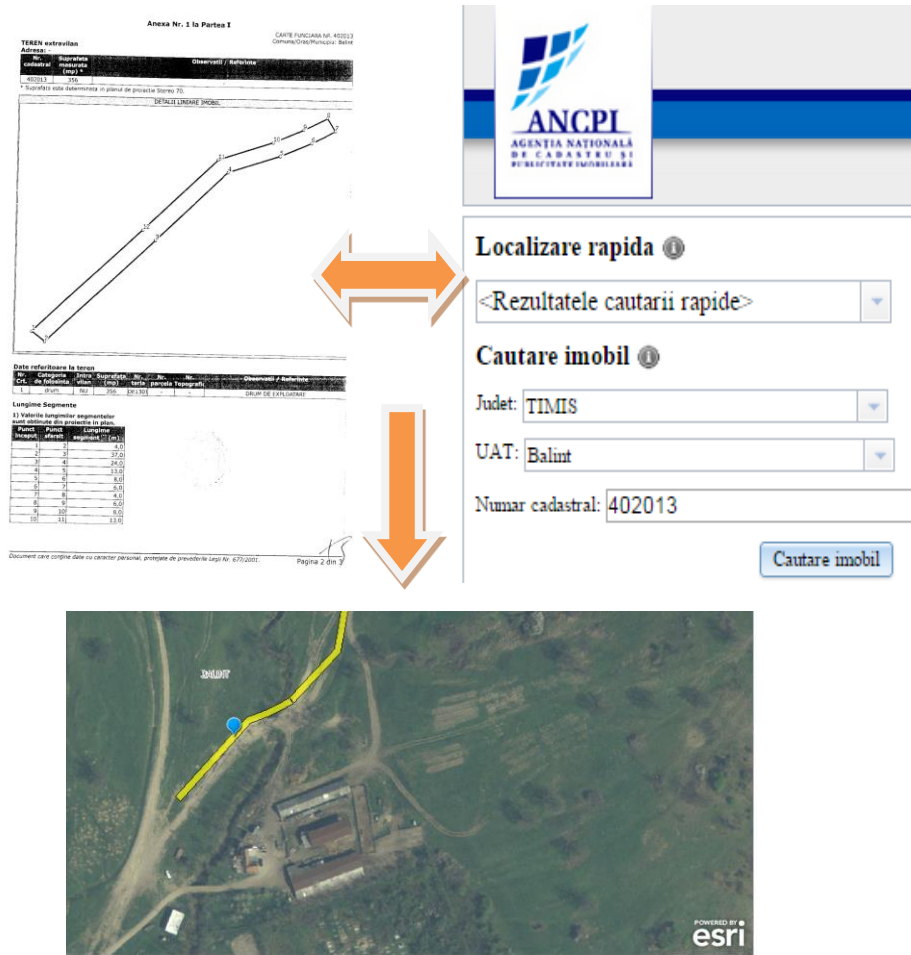


Fig.1.11. Anexa 1 componentă a unei cărți funciare și datele oferite de goeportal

Importanța cadastrului general și a cadastrului de specialitate prin SIG constă în rolul său de instrument eficient de management pentru a înțelege și a gestiona dezvoltarea urbană, contribuind astfel la optimizarea activității desfășurate de administrațiile locale (Fig.1.12). [6] Utilizarea adaptivă a tehnologiei SIG ca sistem de suport decizional ar stimula dezvoltarea verde și modele de creștere ecologice. Implementarea tehnologiilor avansate SIG permite factorilor de decizie să exploreze diferite alternative și să implementeze strategii eficiente pentru a combate numeroasele neajunsuri ale dezvoltării urbane. [51]

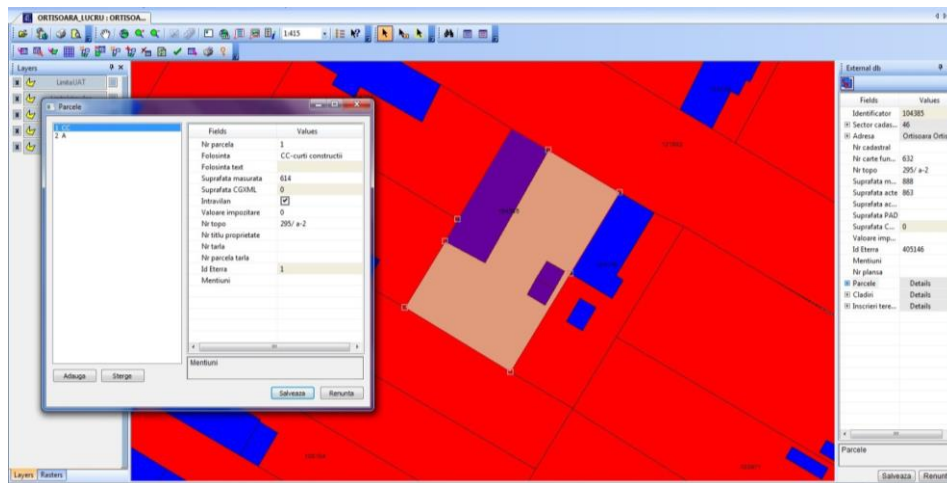


Fig.1.12. Operațiune de interogare într-un SIG destinat cadastrului general

Sistemele de planificare bazate pe SIG permit autorităților și cetățenilor să creeze și să testeze rapid și eficient scenarii alternative de dezvoltare, să determine impactul lor probabil asupra viitoarelor modele de utilizare a teritoriului și a tendințelor asociate mediului construit, ocupării forței de muncă. În cunoștință de cauză, uzând de aceleași date agențiile de stat vor fi capabile să ia cele mai potrivite decizii. [28]

1.4 Sisteme Informatice Geografice conexe cu rol în modelarea zgomotului

Un alt exemplu de SIG, așa cum am adus în discuție, este Cadastrul verde care a apărut ca o necesitate de extindere și detaliere a cadastrului urban, obiectul acestuia fiind vegetația și solurile din oraș și împrejurimile acestuia. [27] Această abordare a cunoscut rapid o creștere dinamică și o dezvoltare structurală bine conturată, facilitând o cunoaștere a mediului urban în integralitatea lui.

Amenajarea generală a teritoriului în mediul urban trebuie să asigure coordonarea multiplelor interese ce relaționează pe același teritoriu și folosirea rațională a resurselor pentru a asigura dezvoltarea sa armonioasă.

Cadastrul verde are menirea, pe lângă realizarea unei cunoașteri cât mai exacte a întregului fond vegetal al unui oraș, de a contribui la o cât mai bună întreținere, gospodărire și dezvoltare a spațiilor verzi, deoarece suntem în fața unui element de mare dinamism. Interesul pentru cadastru verde este ridicat și datorită urmării poluării fonice, vegetația fiind un material fonoabsorbant pentru protejarea populației. [25]

Sistemul Informatic Geografic pentru realizarea cadastrului verde necesită o refacere, cel puțin periodică, pentru a surprinde toate modificările structurale care condiționează funcționalitatea generală. Spre exemplu completarea SIG-ului urban al orașului Timișoara cu cadastrul verde are ca scop identificarea problemelor și remedierea acestora, astfel că în 2020 să se atingă nivelul mediu actual al orașelor din țările Uniunii Europene în ceea ce privește principalii indicatori ai dezvoltării durabile (Fig.1.13.).

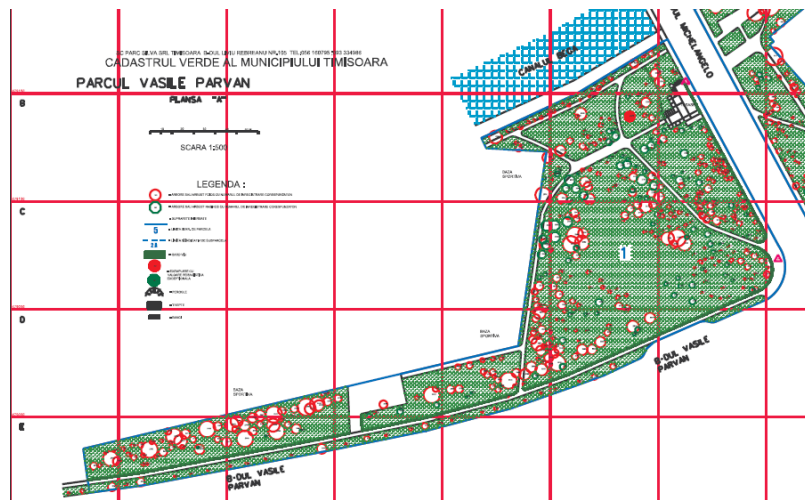


Fig. 1.13. Harta cadastrului verde bulevardul Vasile Pârvan [100]

Studiile din domeniul poluării fonice au demonstrat că o perdea deasă de copaci din apropierea unui drum reduce zgomotul cu 2-4 dB, iar în apropiere de autostrăzi aceasta reducere este cuprinsă între 4 și 7 dB. Diferențele sunt date de tipul de copaci, coniferele având o capacitate de absorbție mai mică decât foioasele. Pentru emiterea hărților de zgomot în SIG, suprafețele de vegetație trebuie identificate, acestea fiind marcate ca și "ground absorption". [65] Consider că integrarea cadastrului verde în SIG dedicat hărților de zgomot oferă rezultate mai precise pentru monitorizarea poluării fonice.

1.5 Concluzii

În concluzie, Sistemele Informatice Geografice au o aplicabilitate din ce în ce mai mare în diverse domenii cu nevoi comune ce necesită utilizarea hărților și planurilor. Acestea pot fi actualizate într-un timp mai scurt prin introducerea într-o bază de date de noi elemente, atât grafice cât și textuale. În contextul secolului XXI, dezvoltarea durabilă este esențială omenirii, iar SIG oferă o conexiune cât mai aproape de realitatea datelor din teren.

Sisteme Informatice Geografice sunt folosite pentru identificarea problemelor în diferite domenii, în ceea ce urmează fiind prezentate legăturile cu poluarea fonică.

- Agențiile naționale, regiile și companiile efectuează studii pe tronsoane de drumuri, căi ferate, pentru stabilirea nivelului de zgomot;
- Administrația publică locală (Consilii Locale, Consilii Județene, Prefecturi, Primării) utilizează date pentru determinarea nivelului de zgomot în capitală și orașe;
- În transporturi pentru studii de trafic;
- Pentru afaceri și mediul industrial sunt înregistrate emisiile de zgomot atât pentru mediul exterior cât și pentru cei ce lucrează în fabrici;
- În educație, se impune urmărirea numărului copiilor expuși la poluarea fonică;
- Pentru demografie se realizează analize demografice și de marketing;
- În exploatarea miniere se asigură urmărirea dinamicii de extracție pentru exploatarea de suprafață și gestionarea resurselor;

- În sănătate sunt monitorizate problemele apărute ca urmare a zgomotului și gradul de răspândire a acestora;
- Cadastrul verde — studierea zonelor de exploatare și reîmpădurire, cartarea vegetației, gestionarea resurselor;
- În domeniul energiei electrice sunt monitorizate rețelele de distribuție, exploatarea și conservarea energiei pe porțiunile de drum unde barierele fonoabsorbante sunt transformate și în panouri fotovoltaice;
- În construcții se au în vedere date privind gradul de izolare;
- Pentru urbanism ajută la identificarea celui mai potrivit loc pentru amplasarea unui obiectiv în funcție de emisiile de zgomot de la poluatori;
- și nu în ultimul rând protecția mediului. [66]

Ideea de conectare a tuturor bazelor de date prin Directiva INSPIRE are ca scop aducerea la un sistem unitar a datelor spațiale ce se găsesc în subordinea autorităților statelor membre din Uniunea Europeană (Fig. 1.14.). Intrată în vigoare începând din 15 mai 2007, aceasta își propune constituirea unei infrastructuri a datelor geografice care să fie puse la dispoziția tuturor statelor comunitare. [9] Acesta reprezintă un proces transparent ce aliniază datele furnizate de Consiliul INIS, compus din 19 organizații structurate în grupuri de lucru.

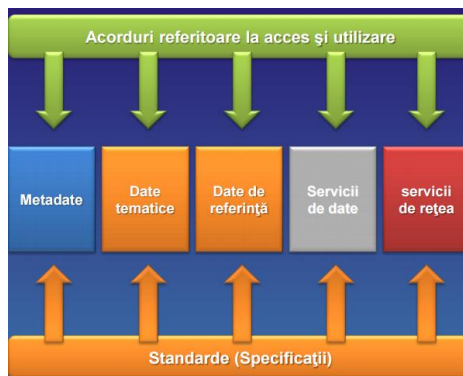


Fig. 1.14. Componentele INSPIRE

La nivel național este necesar schimbul de date spațiale pentru a evita costurile suplimentare legate de generarea și gestiunea informațiilor și integrarea acestora în alte baze de date. Accesarea datelor spațiale se poate efectua prin intermediul internetului, ce reprezintă o modalitate de a fi conectat în timp real la datele din teren. Principalul beneficiu al conectării este posibilitatea de a analiza periodic aceste date fără a le copia în mod repetat sau a le exporta. Infrastructura INSPIRE se bazează pe infrastructurile și datele spațiale create de către fiecare stat membru. Toate aceste infrastructuri, inclusiv cele din România, trebuie să fie compatibile cu cea comunitară prin aplicarea normelor europene comune. Seturi de date raster, inclusiv hărți scanate, hărți topografice și digitale sunt întrebuințate pentru toate domeniile de activitate ce creează și utilizează date spațiale, precum: administrația locală, protecția mediului, transporturile, regiile de gaz, curent, apă, agricultura și altele.

Capitolul 2 – ZGOMOTUL – FACTOR AL POLUĂRII FONICE

Omul civilizat trăiește într-un mediu toxic, „contaminat” de sunete, zgomote și vibrații. Conștientizarea importanței unui mediu acustic sănătos sau cât de cât liniștit, tolerabil a mobilizat populația urbană la o luptă împotriva perturbărilor care au intervenit tot mai agresiv în viața cotidiană. Responsabilii administrativi, cercetătorii și opinia publică din rândul orașelor mai ales au înțeles, de curând, începând cu secolul XX, că această politică este deficitară, deoarece și-a fixat ținta pe intensitatea sunetelor și nu are în vedere zgomotul de fond, monoton, aflat într-o continuă creștere. Actualmente este promovată o campanie de reducere a neplăcerilor provocate de zgomot, fiind introduse în ecuație conceptele de „ambianță” și de „peisaj sonor/fonic”. Pe lângă aspectele cantitative, sunt valorizate tot mai mult aspectele calitative. [43]

Pentru a putea trata această problematică, a zgomotului ca neplăcere, suntem puși în fața unei triade sunet – zgomot – poluare fonică (Fig.2.1.). Liniștea lipsește din această ecuație, însă oferă elementul de contrast, de raportare și de relaționare, mai ales în privința efectelor absenței sale.

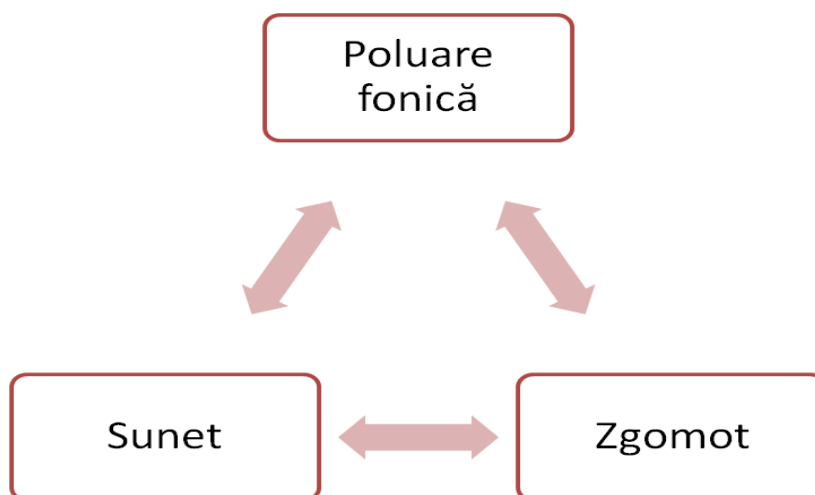
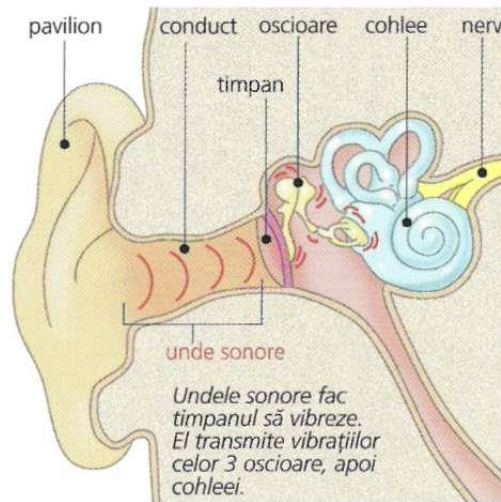


Fig.2.1. Relații poluare fonică

2.1. Sunetele în cotidianul nostru

Orice corp care se deplasează emite un sunet, transmitând vibrația sa în aerul din jur sub forma unor unde elastice. Aceste unde de natură elastică se propagă până la ureche, care percepe variația rapidă a presiunii aerului sub forma unei senzații auditive. [72] Structura organului de percepție, urechea, permite această receptare, fiind formată din urechea externă și conductul auditiv care dirijează undele sonore spre o membrană, timpanul, sensibilă la orice variație de presiune; din urechea

medie, cu cele trei oase ale auzului, și din urechea internă, unde vibrațiile sonore sunt convertite în impulsuri nervoase (Fig.2.2.). [45]



Sunetul face timpanul să vibreze

Fig.2.2. Transmisia acustică și recepția sunetului de către timpan [70]

Putem spune că propagarea sunetului este asemănătoare cu cea de la suprafața apei atunci când este atinsă de o pietricică. Sunetul (sursa) se caracterizează prin frecvența vibrației și intensitatea sa (volumul). Acest semnal este perceput de ființa umană cu frecvențe cuprinse între 20Hz (foarte grav) și 20.000 Hz (foarte ascuțit), care are la rândul ei capacitatea de a distinge diferitele caracteristici acustice cum ar fi: liniile spectrale, înălțimea tonalității, timbrul.

Intensitatea sunetelor (dacă un sunet este slab sau puternic) are ca unitate de măsură decibelul (dB), echivalent unei zecimale bel (B). Nivelul de referință îl reprezintă nivelul cel mai scăzut de presiune acustică perceptibilă de urechea umană, 0 dB sau pragul de audibilitate. [70] Scara decibelilor este logaritmică, ceea ce presupune reguli specifice de adunare sau înmulțire a nivelurilor sonore.

Voi oferi spre exemplificare parametri ce au ca sursă traficul rutier, fiind și obiectul cercetării mele. Astfel, la o suprapunere de două surse de 60 dB fiecare, se va emite un sunet cu intensitatea de 63 dB. În aceeași măsură o diminuare cu jumătate a nivelului emis de traficul rutier va face perceptibil din punct de vedere acustic doar un minus de 3 dB (Fig.2.3.).

Un alt exemplu are în vedere multiplicarea cu 10 a surselor emițătoare, ceea ce va aduce o creștere a nivelului sonor cu 10 dB. Păstrarea acestor parametri necesită păstrarea unei viteze constante a vehiculelor implicate în trafic.

În situația în care există o diferență de 10 dB între 2 surse sonore, nu poate fi recepționată decât sursa al cărei nivel este cel mai puternic, fiind vorba de așa-zisul „efect de mască”. [71] Acesta se explică prin prezența unui sunet care, prin nivelul său sau prin repartizarea frecvențelor sale, acoperă complet sau parțial un alt sunet.

[2]

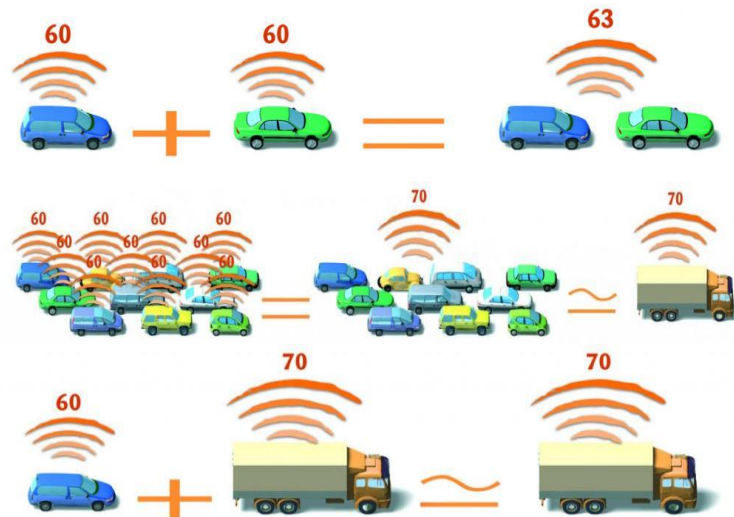


Fig. 2.3. Progresia logaritmică a decibelilor

Abordarea problemelor rezultate în urma poluării fonice, în sensul de neplăceri sau afecțiuni se rezumă în mod practic la măsurarea nivelului de dB/dB(A) și la o diminuare a zgomotului până la parametrii acceptabili. Fiecărui tip de sursă de zgomot îi este asociat un standard sau un nivel maximal autorizat. [14]

Frecvența corespunde înălțimii sunetului, fiind exprimată în herți (Hz). Cu cât frecvența este mai ridicată, cu atât sunetul este mai ascuțit. Urechea umană receptează mai bine frecvențele medii decât cele înalte sau joase. Pentru a realiza un echilibru între nivelul sonor măsurat în dB și sunetele percepute real de ureche, se utilizează un filtru A. Acesta corectează nivelul sonor cu ajutorul frecvenței, numindu-se decibel ponderat, dB(A). [61]

Luând în considerare faptul că propagarea zgomotelor poate avea loc sub formă de unde plane și considerând doar cazul undei divergente, presiunea acustică într-un punct al câmpului acustic este dată de ecuația:

$$p = \rho_0 \omega A \sin(\omega t - kx + \varphi) \quad (2.1.)$$

Unde p reprezintă presiunea acustică

A - amplitudinea undei sferice cu frecvența $f = \omega/2\pi$ care se propagă de la sursă cu viteza c

$k = \omega/c$ și reprezintă numărul undei.

Propagarea undelor sferice, cilindrice și plane este caracterizată de variația presiunii acustice într-un anumit punct al câmpului acustic. Dacă se consideră că la un moment dat presiunea acustică este p , atunci nivelul instantaneu al presiunii acustice într-un punct al câmpului acustic este:

$$L = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad (2.2.)$$

Unde $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} [\text{N/m}^2]$ reprezintă presiunea acustică de referință.

Utilizând nivelul acustic instantaneu (L) se poate calcula nivelul acustic echivalent (L_{ech}) al zgomotului corespunzător unei intensități echivalente, care ar fi constantă pe toată perioada de timp T și este definită de relația [36]:

$$L_{ech} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1L(t)} dt \right] \quad (2.3)$$

2.1.1. Zgomotul – vector al poluării fonice

Zgomotul este asociat cu o percepție negativă a sunetului, fără a fi diferențe fundamentale între cele două. Există o multitudine de definiții: „un amestec complex de sunete de intensități și frecvențe diferite”; „sunete nedorite care provoacă o senzație neplăcută”, „un fenomen acustic fără componente definite”. Totuși unele zgomote pot fi considerate plăcute: cântecul păsărilor, zgomotul valurilor, clipocitul apei de ploaie folosite în unele situații pentru a masca poluarea fonică.

Directiva europeană cu numărul 49/2002 definește zgomotul din mediu ca fiind „sunetul din exterior nedorit sau dăunător, provenit din activitățile umane, incluzând zgomotul emis de mijloacele de transport, de traficul rutier, feroviar, aerian, dar și din zonele de activitate industrială” [76]. Așa cum reiese din acest document a CE, zgomotul este direct legat de sursele de emisie a sunetelor. O serie de studii preferă întrebuintarea termenului de jenă sonoră, care face referire mai degrabă la efectele și implicațiile zgomotului, la perturbarea comportamentului sau a activității. Este de fapt un concept psihologic care descrie o relație între o situație acustică și o persoană constrânsă să îndure expunerea la zgomot.

Poluarea fonică nu se propagă dincolo de o anumită distanță față de sursa emițătoare, deoarece undele se atenuază în timpul răspândirii. De asemenea, zgomotul este în general de scurtă durată și dispare imediat ce nu a mai fost emis. [52] Cei mai importanți factori ce trebuie monitorizați pentru a stabili nivelul de poluare fonică sunt:

- climatul de zgomot (the noise climate)

$$N. C. = L_{10} - L_{90} \quad (2.4.)$$

- indexul zgomotului din trafic (the traffic noise index)

$$T. N. I. = 4 \cdot (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad (2.5.)$$

- nivelul de poluare fonică (the level of phonic pollution)[35]

$$L. N. P. = L_{ech} + 10 - L_{90} \quad (2.6.)$$

Unde L_{ech} -nivelul acustic echivalent, iar L_{90} și L_{10} reprezintă nivele de zgomot atinse în % din timpul de măsurare.

Poluarea fonică este un fenomen care cuprinde efectele provocate de zgomote cu importante consecințe asupra sănătății populației, de la simplu disconfort resimțit până la tulburări grave. [86]

Factorii și implicațiile poluării fonice au fost semnalati la nivel european încă din anii '70, dar dezvoltarea recentă a tehnicii a surescitat interesul față de aceasta, căutându-se angrenarea de metode, softuri și sisteme de calcul care să-i reducă din efectele negative și să amelioreze calitatea vieții. Nu doar țările dezvoltate, ci și cele

aflate în curs de dezvoltare sunt preocupate continuu de noi soluții de eliminare a zgomotului ce afectează confortul și sănătatea populației, mai ales în mediul urban.

2.1.2. Expunerea la zgomot – consecințe și remedii

Zgomotul este cauza unor neplăceri, a accidentelor, a stresului, iar în situațiile cele mai neplăcute, cea a unor leziuni cu consecințe grave asupra vieții sociale și profesionale.

Muzica, traficul rutier sau prestarea muncii într-un mediu zgomotos pot altera sistemul auditiv. Leziunile provocate reprezintă consecințele a doi factori importanți: nivelul sonor și durata expunerii. Expunerea la un zgomot intens poate antrena o pierdere temporară a auzului (țipete, tunet, foc de armă), iar expunerile repetate la zgomote intense (discoteci sau concerte, bași, ambianța profesională) pot antrena o pierdere de durată a auzului, chiar o surditate ireversibilă (Fig.2.4.).

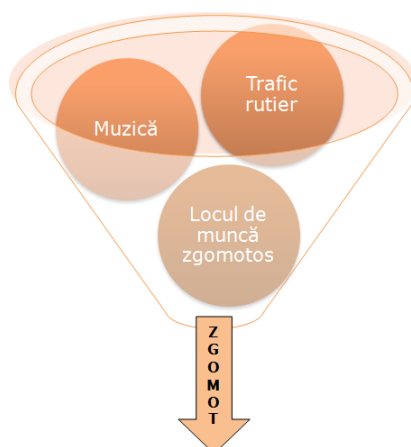


Fig. 2.4 Expunere la zgomot intens

Studiile și cercetările științifice fac dovada corelării între expunerea la zgomot și diferite tulburări fiziologice și psihologice. Pot fi încadrate în această categorie:

- Afectarea sistemului cardiovascular prin apariția tensiunii arteriale, a bolilor cardiovasculare ischemice și a accidentelor vasculare cerebrale; [55]
- Tulburările de somn și stările care decurg de aici: probleme de concentrare, stări de agitație și irascibilitate, stări de somnolență și disconfort. Somnul este o stare fiziologică de repaus, considerată fragilă datorită posibilității de a fi întreruptă cu ușurință, voluntar sau involuntar, zgomotul fiind unul dintre stimulii responsabili pentru acest fapt. Implicațiile amintite mai sus reprezintă un pericol real pentru sănătatea fizică și psihică. [52]
- Tulburări în buna funcționare a organismului și a metabolismului: pe lângă creșterea tensiunii arteriale și a ritmului cardiac amintite mai sus, expunerea la zgomot poate provoca modificări ale câmpului vizual (dilatarea pupilei), dereglări neuroendocrine;
- Creșterea stresului care se manifestă prin migrene, nervozitate, lombalgie;
- Dificultăți de concentrare: procesul de învățare este direct afectat prin faptul că informațiile sau conținuturile noi sunt procesate și reținute cu greu. Se adaugă, în cazul adulților, randamentul scăzut la serviciu;

- Implicații sociale: agresivitate și tulburări de comportament, scăderea capacității empatice și a atenției la nevoile și interesele celuilalt.

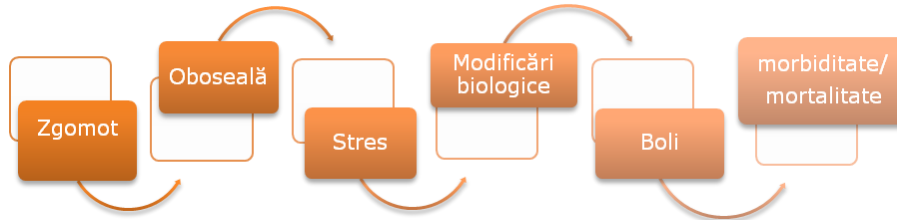


Fig.2.5. Zgomotul de la cauzalitate la efecte

Toate aceste consecințe fac obiectul unor studii de dată recentă, de la începutul anilor 2000, fiind destul de dificil de a stabili o legătură de cauzalitate directă și imediată între zgomot și patologile enumerate mai sus. [58] Însă noile mijloace de comunicare și informare permit accesarea de către un public din ce în ce mai larg a acestor ipoteze. Astfel, dorința continuă a reprezentanților comunităților de a îmbunătăți standardele de viață în mediul urban, interesul dezvoltatorilor de a diversifica opțiunile potențialilor clienți, preocuparea populației pentru propria sănătate determină considerarea vectorului poluării fonice, zgomotul, în categoria obiectivelor de protecția mediului.

Evaluarea pragurilor de zgomot și stabilirea zonelor de risc au de înfruntat o serie de constrângeri legate de percepția sau de disconfortul creat de zgomot. Acestea variază în funcție de persoane, de tipul de locuințe, de modul de viață și de sursele de zgomot. Astfel, este dificil de stabilit un diagnostic real și obiectiv al expunerii la zgomot în mediul urban. Poluarea fonică este apreciată, catalogată și cuantificată din punct de vedere obiectiv (clasificarea drumurilor, întocmirea de hărți de zgomot), dar și subiectiv prin numărul și natura reclamațiilor și a plângerilor depuse privind expunerea la zgomot.

2.1.3. Orașele – un mediul al suprapunerii de surse de zgomot

În mod frecvent, zgomotul este clasat în funcție de surse. [14] Astfel, în mediul urban, sursele potențiale de zgomot sunt infrastructurile: rutiere, feroviare și aeroportuare. Voi trata în acest capitol cu precădere caracteristicile primei surse, ale celei rutiere, întrucât aceasta este și axa principală de studiu a cercetării de tip doctoral, dar și pentru că transportul de acest gen generează aproximativ 80% din zgomotul emis în mediul înconjurător.

Dezvoltarea orașelor, accelerată mai ales în a doua parte a secolului XX, și multiplicarea posibilităților de-a parcurge distanțele au lărgit perimetrul central al localităților. În consecință trenurile sosesc în mijlocul aglomerărilor urbane, iar unele aeroporturi se află într-o nesferată și complicată proximitate. Avioanele și elicopterele care survolează spațiul aerian deasupra orașelor produc un zgomot asurzitor. [5]

Studiile efectuate în locuințe au clasificat nivelul de poluare după cum urmează: pe primul loc se situează poluarea aeroportuară, urmată la mică distanță de poluarea rutieră, iar pe locul trei se află poluarea feroviară. Ultimele locuri sunt ocupate de poluările fonice rezultate din industrie și din zonele expoziționale. Tabelul 2.1. cu scala nivelurilor sonore este edificator în acest sens.

Tabel 2.1. Scală a nivelurilor sonore [70]

160 dB(A)	Rachetă spațială la decolare	
140 dB(A)	Avion la decolare	
120 dB(A)	Trecerea unei automobil de Formula 1 Reactorul unui avion la câțiva metri	Pragul de durere
110 dB(A)	Concert, discotecă Scârțâit de frână	
100 dB(A)	Atelier industrial zgomotos	
90 dB(A)	Vehicul greu pe autostradă aflată la 10 m distanță	Pragul de pericol
80 dB(A)	Proximitatea unei autostrăzi cu trafic intens	Zgomot obositor
70 dB(A)	Restaurant zgomotos, stradă intens circulată, șosea de centură	Zgomot neplăcut
60 dB(A)	Stradă animată Ambianță urbană Conversație normală	
50 dB(A)	Stradă liniștită fără trafic în timpul zilei	
45 dB (A)	Apartament normal	
40 dB(A)	Stradă liniștită fără trafic de noapte, ambianță rurală	
30 dB(A)	Dormitor liniștit	Zgomot ușor
25 dB (A)	Conversație cu voce scăzută la 1,5 m	
20 dB(A)	Deșert fără vânt	
10 dB(A)	Laborator de acustică	Pragul de audibilitate
0 dB(A)	Pragul de audibilitate – acest nivel nu există în natură	

2.2. Traficul rutier

Vehiculele și mijloacele de transport în comun reprezintă pentru viața cotidiană sursele de zgomot cele mai frecvente și cele mai supărătoare. Extinderea orașelor multiplică circulația autovehiculelor pe arterele care leagă diferitele centre sau poluri economico-industriale și rezidențiale. [52] Concentrarea unor activități economice în perimetrele centrale ale orașelor, organizarea a tot mai multe evenimente culturale și sportive au dus la o creștere foarte mare a deplasărilor neîntrerupte în toate direcțiile.

Zgomotul rutier presupune acumularea emisiilor sonore ale vehiculelor motorizate în fluxul circulației. Acestui zgomot de durată i se adaugă altele intempestive: claxoanele, trecerea vehiculelor de intervenție și de urgență, realizarea livrărilor către magazine și restaurante, punctul maxim legat de trecerea unui avion sau a unui tren. [103]

Se disting mai multe tipuri de vehicule: autovehicule considerate ușoare (al căror tonaj nu depășește 3,5 t), grele reprezentate de autocamioanele pentru transport marfă și de autobuze pentru transportul public. Există la nivel european baze de date ale emisiilor vehiculelor ușoare și grele pentru a se putea reduce zgomotul acestora. Graficele de previziune privind emisiile de zgomot trebuie să țină pasul cu ultimele evoluții tehnice.

Nivelul de zgomot produs de un vehicul depinde în mare măsură de viteza cu care se deplasează. Astfel, la viteze sub 40 km/h, cum e în cazul circulației rutiere în mediul urban, principala sursă de poluare fonică e zgomotul motorului, iar la viteze mai mari, cum e în cazul circulației rutiere pe drumuri naționale, autostrăzi sau drumuri expres, principala sursă o reprezintă zgomotul produs de rularea pneurilor pe îmbrăcămintea drumului. Viteza, fluxul, obiceiurile și stilul de condus al participanților la trafic au deopotrivă un impact asupra zgomotului rutier. O altă sursă importantă de zgomot și vibrații o reprezintă starea tehnică a autovehiculelor, de aceea se impune verificarea periodică a acestora.

Emisiile comparative ale unui vehicul ușor și cele ale unuia greu depind nu numai de viteză cu care rulează, ci și de declivitatea drumului. Totuși, diferența înregistrată între cele două are valoarea a 10 dB(A) oricare ar fi viteza, aceasta fiind dată de masa vehiculului greu, care presupune un motor mai puternic și o suprafață pneumatică mai mare în contact cu șoseaua. Pe autostradă un zgomot produs de un autocamion echivalează cu 4 autoturisme (procentual acest fapt poate fi transpus în: 20 % din traficul greu emite tot atâta zgomot cât 80% din autoturisme).

Vehiculele motorizate pe două roți constituie o alternativă pentru a evita congestiile din trafic în cazul deplasărilor în mediul urban și în aglomerații. Sursa predominantă de zgomot o reprezintă grupul motopropulsor. Se recomandă încadrarea emisiilor în parametri cu maxim 3-6 dB(A) mai mari față de autoturisme, adoptarea unor soluții alternative: utilizarea unor țevi de eșapament legale, o bună întreținere a autovehiculului, alegerea unor motoare mai puțin zgomotoase, adoptarea unei conduite de trafic specifică orașului (limitarea seriilor de accelerare rapidă).

Autostrăzile sunt proiectate pentru viteze mari, de aceea legislația în vigoare interzice circulația oricărui vehicul ce nu are capacitatea de a depăși 50 km/h și a utilajelor agricole. Diversitatea o întâlnim pe arterele urbane unde avem automobile pe 4, 6 sau 8 roți: autobuze, troleibuze, microbuze, autocamioane, tractoare rutiere, pe 2 roți: mopede, motociclete sau materiale rulante pe șine: tramvaie sau trenuri.

2.2.1. Întrevederea unor posibile remedii

Clasarea drumurilor interurbane, a arterelor urbane și a autostrăzilor expuse zgomotului permite identificarea și delimitarea geografică a sectoarelor sensibile în funcție de nivelurile sonore înregistrate. Având la dispoziție aceste date, constructorii trebuie să le ia în considerare încă din faza de proiect pentru a respecta standardele de ridicare și de izolare acustică a fațadelor. În cazul orașului Timișoara se vor evidenția ca fiind zone de risc arterele care leagă principalele sectoare rezidențiale de polurile economico-industriale, intrările în oraș, drumurile europene care fac accesul spre punctele de trecere a frontierei cu Ungaria și Serbia.

În cazul zonelor cu destinație rezidențială, o bună politică de urbanism ar permite reducerea zgomotului produs de traficul rutier la locul de imisie, dacă sunt respectate prevederile referitoare la zonele verzi. Plantarea de gard viu sau gazon are rol de ecranare față de poluarea fonică și de purificare a aerului. De asemenea, aici ar trebui interpus zone de liniște cu un maxim de 40 dB(A), parcuri și spații recreative neatrinse, a căror accesibilitate să se realizeze prin infrastructuri ușoare.

[20]

Un important pol al zgomotului îl reprezintă intersecțiile, sursele de zgomot fiind autovehiculele aflate în tranzit. Pe străzile foarte aglomerate, viteza de circulație nu este foarte bine reglementată (restricțiile sunt uneori formale) astfel că se produc numeroase accelerări, frânări, claxonări datorită prezenței semafoarelor și a congestiei. (Fig. 2.7.) [103] Nivelul de zgomot produs de un vehicul depinde în mare măsură de viteza cu care se deplasează. Pe drumul pe care fluxul traficului este aproape constant se iau în considerare alți parametri de zgomot față de un trafic pulsatoriu accelerat dintr-o intersecție. O soluție eficientă de diminuare a zgomotului generat o reprezintă construirea de artere de circulație ocolitoare (în afara așezărilor sau a zonelor centrale). Pe lângă rolul de a prelua circulația autovehiculelor de trafic greu (>3,5 t), o posibilă centură de ocolire asigură desfășurarea traficului de tranzit cu un caracter fluid continuu.

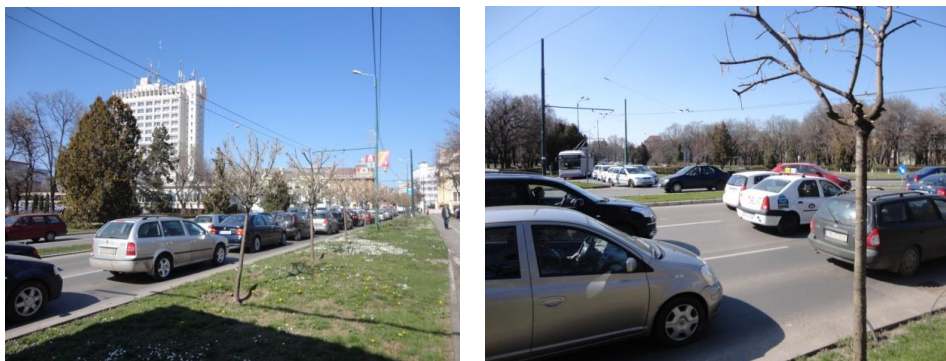


Fig.2.7. Congestie de trafic în Timișoara

Transportul în comun este de asemenea un important generator de zgomot, cu toate acestea actorii publici duc campanii de promovare a utilizării acestora ca alternativă a vehiculelor particulare. Se are în vedere astfel o scădere importantă a numărului de vehicule ușoare și decongestionarea arterelor foarte aglomerate. Chiar dacă vorbim de poluarea fonică rutieră în mediul urban trebuie adus în discuție și rolul tramvaielor ca și mijloc de transport în comun. Tramvaietele sunt mijloace de transport pe șină ce produc disconfort sonor în principal datorită proximității

locuințelor față de liniile acestora. Pentru reducerea poluării fonice, în cazul tramvaielor este recomandat ca între linii și traverse să se monteze un strat format din materiale elastomerice, folosirea de tehnologii avansate pentru montarea și sudarea șinelor de tramvai, precum și lubrifierea acestora.

În cadrul proiectului European Q-City, desfășurat în perioada 2005-2009, s-a implementat un sistem de lubrifiere a șinelor de tramvai prin care zgomotul produs de materialul rulant a putut fi suprimat. Prin această metodă de ungere a șinelor, nivelul de poluare fonică a scăzut considerabil. Costul implementării unei metode de acest tip este scăzut, iar rezultatul este o reducere de 16 dB. Dezavantajul apare la întreținerea dificilă a sistemelor hidraulice în mediul urban și alimentarea cu energie electrică a componentelor sistemului de ungere. [93]

2.2.2. Traficul rutier și generatoarele de zgomot

Sursele de zgomot ale vehiculelor aflate în trafic sunt de mai multe feluri, ele depinzând de momentul (demaraj, încetinire, frânare bruscă), situația (trafic aglomerat) sau maniera (viteză excesivă) în care rulează autovehiculul. Aceste tipuri de surse nu pot fi analizate separat, întrucât ele se combină în funcție de starea autovehiculului.

Tabel 2.2. Principalele surse de zgomot ale unui vehicul motorizat

Sursa de zgomot	Tipul sursei de zgomot	Comentarii
Zgomotul motor	Sursă de zgomot legată de regimul motor	Zgomotul grupului motopropulsor sau zgomotul de propulsie
Zgomotul de rulare	Sursa de zgomot legată de viteză	Zgomotul de rulare
Zgomotul provenind din vibrații și șocuri ale pieselor vehiculului		
Zgomotul aerodinamic		

- Zgomotul motor are câteva caracteristici: unitatea puterii (motorul, toba de eșapament) radiatorul și transmisia (cutia de viteze).
- Zgomotul de rulare, de contact pneuri-șosea ține de viteză și depinde de tipul de cauciucuri (material, structură, configurație, lățime, presiune de umflare), de textura și suprafața de rulare, de capacitatea de absorbție acustică a carosabilului. În cazul vitezelor de circulație superioare nivelului de 40 km/h pentru vehiculele ușoare și 40-50 km/h pentru cele grele, zgomotul emis de contactul dintre pneuri și șosea este considerat ca fiind principala sursă.
- Zgomotul aerodinamic se datorează turbulențelor aerului, la viteze de circulație normale, zgomotul aerodinamic fiind redus față de alte surse.
- Zgomotul rezultat din vibrațiile și șocul unor componente ale vehiculului țin de planitatea și uniformitatea îmbrăcăminții și tipul degradării drumului rutier.
- Predominanța zgomotului de rulare reprezintă o însumare a tuturor contribuțiilor sonore. Dacă zgomotul unui vehicul crește odată cu viteza, ponderea fiecărei surse va depinde de tipul vehiculului și de cuplul motor. [104]

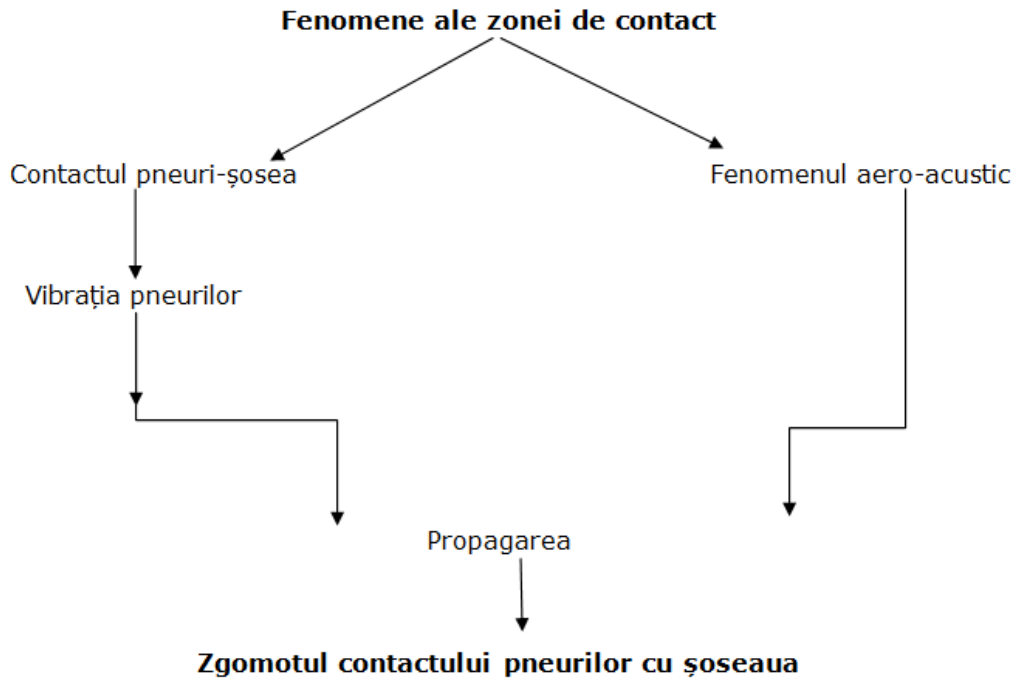


Fig.2.8.Zgomot contact pneu/carosabil

Așadar, se întocmesc hărți acustice pentru zgomot și vibrațiile emise de principalele mijloacele de transport: rutiere, feroviare, aeriene și navale sau surse industriale. În cazul șantiierelor de construcții sau în zonele unde se desfășoară evenimente culturale și sportive se întocmesc doar studii acustice.

2.3. Traficul feroviar

Poluarea fonică feroviară este tratată din două puncte de vedere, una activă, prin măsuri aplicate sursei, iar cea de-a doua, pasivă, prin mărirea rezistenței pe care mediul de transmitere îl opune undelor acustice. Măsurile aplicate sursei au rolul de diminuare a zgomotului emis de materialul rulant, iar în cazul metodelor pasive se referă la introducerea unei bariere fonice pentru a obține o reducere a zgomotului la receptor. [5]

Nivelul de zgomot depinde în mare măsură de viteza de deplasare. Astfel, zgomotul locomotivelor este cel mai relevant la viteze mici de până la aproximativ 30 km/h, zgomotul de rulare la viteze de peste 30 km/h, iar zgomotul aerodinamic predomină la viteze de peste 200 km/h. [72]

Principala sursă de zgomot feroviar este zgomotul de rulare, de o mai mică importanță fiind zgomotul de motor (la viteze mai mici) și zgomotul aerodinamic (trenuri de mare viteză). Zgomotul motorului e determinat de tipul de locomotivă (electrică sau diesel) și de puterea motorului care are o influență mare doar la demarare, pentru ca după câteva secunde zgomotul de rulare să devină predominant. Zgomotul aerodinamic este provocat de curgerea aerului în jurul vehiculului la viteze foarte mari, în acest caz luându-se în considerare doar trenurile

foarte rapide. Zgomotul produs de rularea roților pe șine este dominant până la viteze de 200-250 km/h, viteză după care devine predominant zgomotul aerodinamic. Diminuarea acestui tip de zgomote constă în proiectarea materialelor rulante prin care să rezulte forme aerodinamice cu scopul producerii de emanații de zgomote cât mai mici.

Cea mai importantă sursă de poluare fonică produsă de circulația feroviară o reprezintă zgomotul de rulare. Acesta apare ca rezultat al interacțiunii roată—șină și este adesea rezultatul unei infrastructuri slab întreținute. Tocmai de aceea calea de rulare necesită o verificare permanentă a stării tehnice și o remediere a ei dacă se întrevede a fi necesar. Indiferent de tipul trenului, ecartament sau șină, fără a se lua în calcul sistemul de transport neconvențional MAGLEV pe pernă magnetică, acest zgomot se întâlnește în mod constant. Câteva măsuri de remediere în această situație ar fi înlocuirea roților de fier topit și frânelor de sabot cu roțile cu frâne pe disc, măsură care ar reduce, în general, cu 8 dB(A) nivelul de zgomot sau substituirea șinelor cu joante cu șinele sudate continuu, lucru care ar permite o reducere a nivelurilor de zgomot echivalent cu aproximativ 2 dB. [5]

Barierele de pământ și zonele largi de vegetație densă pe ambele părți ale căii ferate pot aplana zgomotul, dar nu sunt foarte eficiente. De aceea, în prezent una dintre cele mai des folosite metode pasive de reducere a zgomotului se referă la introducerea unor panouri fonice adiacente căii ferate. Proiectarea și amplasarea adecvată a acestora poate reduce zgomotul de rulare cu peste 10 dB. [93] Panourile fonice se prevăd în planurile strategice de diminuare a zgomotelor pe tronsoanele de cale ferată din apropierea sau din interiorul localităților, reducând impactul zgomotului de rulare, dar fiind prea joase pentru a avea vreun efect asupra zgomotului generat de pantograf. O altă utilitate a panourilor fonoabsorbante poate fi și aceea de înlocuire pe anumite sectoare de căi ferate în mediul urban a gardului de protecție împotriva factorilor ce pot provoca distrugeri, precum animale sălbatice sau vandalism.

Dar panourile fonice au costuri de întreținere mari, au un impact vizual mare și pot crea probleme legate de accesul la calea ferată, amplasarea lor fiind condiționată de limitări de siguranță sau operațiunile necesare pentru o bună funcționare. O soluție alternativă eficientă la panourile fonice ar putea fi reprezentată de generațiile moderne de amortizoare feroviare, care reduc nivelul de zgomot cu 3-7 dB, pot fi adaptate la nevoile locale ale căii ferate și au caracter permanent, rămânând montate pe durata de viață a căii ferate respective. [18]

Din cauza costurilor ridicate de protecție împotriva zgomotelor prin montarea și întreținerea de panouri fonoabsorbante, Uniunea Europeană a demarat și finanțat în schimb un program de reînnoire a vagoanelor cu kilometraj anual ridicat.

Un alt aspect referitor la poluarea acustică cu impact major asupra factorului uman este dat de zgomotul provenit din circulația feroviară resimțit în interior (habitaclu). Metodele de diminuare a poluării fonice în vagoane au ca scop obținerea unui mediu ambiental plăcut călătoriei. Prin eliminarea ferestrelor mobile se ajunge la o izolare acustică și termică bună, prin renunțarea la compartimentarea vagoanelor se diminuează masa acestora ce contribuie la zgomotul exterior, iar în interior la eliminarea sistemului de propagare prin conducție solidă. Ecranizarea fonică este importantă atât pentru diminuarea nivelului de zgomot din habitaclu, cât și pentru cel exterior. [24]

2.4. Traficul aeroportuar

La nivelul Europei, zgomotul emis de avioane, cel din proximitatea aeroporturilor și culoarelor aeriene afectează o proporție mai mică a populației, comparându-l cu cel al traficului rutier. Însă, datorită intensității, este considerat ca fiind mai deranjant și mai supărător decât zgomotul generat de traficul rutier sau feroviar.

În ciuda progreselor tehnologice, care au permis ca aeronavele să devină mai silențioase (o diminuare cu 75% în ultimii 30 de ani), volumul traficului aerian aflat în continuă creștere mai ales în timpul nopții îi supune pe cetățenii UE (15% din populație) la niveluri ridicate de zgomot. [52]

Măsurile care vizează reducerea impactului zgomotului în scopul de a asigura sustenabilitatea aviației ar trebui să urmărească nu numai zonele aeroportuare (un ansamblu complex ce cuprinde aeroportul, aerodromul și toate activitățile legate direct de exploatarea acestuia — căi rutiere și feroviare, parcări etc.), ci și sistemul aviatic în ansamblul său. [21]

Zgomotul produs de traficul aerian afectează în principal personalul ce deserveste aeroportul și locuitorii din imediata lui vecinătate. Principalele surse de zgomot și de vibrații care se propagă spre sol producând poluare fonică din partea aeronavelor aflate în zbor la înălțimi mici sunt: motoarele, elicele de propulsie, diferitele pompe și turbosuflanțele. Nivelul de zgomot provocat de traficul aerian în vecinătatea aeroporturilor este influențat și de numărul aeronavelor, al decolărilor și aterizărilor, de orarul de zbor, de calitatea și îmbrăcămintea pistelor de decolare și aterizare, tipul și starea pneurilor trenurilor de aterizare etc.

Zgomotul la sol se referă la zgomotele generate de toate sursele din cadrul aeroportului, excluzând decolarea și aterizarea aeronavelor. Principalele surse de zgomot aeroportuar la sol sunt:

- Aeronavele, mișcările între pistă și pozițiile de staționare, inclusiv încercările de motoare, respectiv procedurile de pornire-oprire a motoarelor, rularea în regim accelerat pe pistă la decolare și frânarea pe pistă după aterizare, inclusiv utilizarea reversoarelor de tracțiune;
- Agregatele auxiliare ale aeronavei pentru furnizarea energiei electrice și alte servicii specifice aeronavelor;
- Echipamentele mobile terestre de handling, cum ar fi agregatele și echipamentele de furnizare de energie ale aeronavelor la sol;
- Vehiculele în trafic rutier spre și dinspre aeroport;
- Agregate industriale și vehicule speciale destinate activităților de construcții.

Reducerea nivelului de zgomot provocat de traficul aerian se face printr-un complex de măsuri: montarea de ecrane fonoabsorbante (pot duce la atenuări de 5-10 dB), zone verzi între aeroport și clădirile aferente, plantarea de gazon în zona ce mărginește pista de decolare, izolarea fonică adecvată a clădirilor din proximitatea aeroportului. [5] În Franța, legea din 31 decembrie 1992, pune bazele unui dispozitiv de sprijinire a riveranilor prin instituirea unei taxe către aeroporturi care să fie redirecționată pentru izolarea fonică adecvată a clădirilor rezidențiale pe baza hărților de zgomot existente și planurilor de acțiune. [21] Conform STAS 6156-86 „Acustica în construcții. Protecția împotriva zgomotului în construcții civile și social-culturale. Limite admisibile și parametri de izolare acustică” nivelul limită al zgomotului produs de traficul aerian la decolarea avioanelor se recomandă să nu depășească 90 dB(A) în timpul zilei, cu valori diminuate în timpul serii și în timpul nopții.

Conform Directivei 2002/30/CE statele membre ar trebui să abordeze echilibrat problemele legate de zgomot pe aeroporturile situate pe teritoriul lor și să introducă măsuri adecvate, inclusiv amenajarea teritoriului, stimulente economice (pentru a încuraja operatorii de aeronave să utilizeze aeronave mai puțin zgomotoase), restricții de exploatare și măsuri operaționale de diminuare a zgomotului. Acestea din urmă au în vedere: întrebuițarea rutelor și pistelor de decolare preferențiale, noi proceduri pentru reducerea zgomotului la decolare și la apropiere. Informarea și luarea deciziilor privind restricțiile de exploatare ar trebui să se sprijine pe anexa II a END, care conține hărți de zgomot și planuri de acțiune elaborate în conformitate cu termenii directivei. [76]

Recent, propunerile europene legislative cu privire la introducerea restricțiilor de operare referitoare la zgomot pe aeroporturi s-au concretizat sub forma Regulamentului (UE) nr. 598/2014 din 16 aprilie 2014, care va intra în vigoare începând cu 13 iunie 2016, având caracter obligatoriu și cu aplicabilitate la nivelul întregii Uniuni. [97] Principalul punct de sprijin al documentului este procedura de certificare a performanțelor acustice ale aeronavelor stabilită la Convenția de la Chicago, din martie 2011. Se solicită operatorilor de aeronave următoarele informații: documentele referitoare la zgomotul produs de aeronavele utilizate, împreună cu greutatea maximă la decolare aferentă; eventualele modificări ale aeronavei care îi afectează performanța acustică și care sunt menționate în documentele referitoare la zgomot. La solicitare, aceste informații trebuie puse la dispoziția instituțiilor ce efectuează hărți și planuri de prevenire a poluării fonice. [97]

Reducerea zgomotului și vibrațiilor generate de funcționarea mijloacelor de transport aerian se poate realiza prin dotarea cu motoare silențioase, schimbarea tipului de pneuri și a configurației componentelor trenurilor de aterizare.

Predicția și evaluarea zgomotului produs de aeronave se bazează la nivel internațional pe două metodologii, revizuite în faza A a CNOSSOS-UE: Documentul 29, ediția a 3-a a Conferinței Europene a Aviației Civile și metoda germană AzB 2008. [50] Acestea definesc două structuri de zgomot și de baze de date de performanțe diferite.

În cadrul discuțiilor dintre reprezentanții CE, experți și părți interesate care lucrează în domeniul poluării fonice produse de aeronave, s-au evidențiat măsuri de remediere a nivelului de zgomot la avioanele existente: adaptarea bazei de date la condițiile meteorologice locale (efectul de temperatură și umiditate relativă pe absorbție acustică); extinderea metodologiei de calcul a zgomotului și baza de date de performanță a zgomotului la aeronavele de aviație generală, aeronave rotative (elicopter) și baza de date a aeronavelor militare; introducerea parametrilor de zgomot la sol în metodologia de calcul, mai ales motorul care rulează; definirea unui proces robust de validare, adaptat la evaluarea zgomotului în zonele rezidențiale și la asigurarea de date model de intrare de înaltă calitate și evaluarea efectului de mișcare a punctului receptor de la o înălțime de 1,2 m la 4 m (înălțime de evaluare solicitate în END). [76]

Măsurile operaționale folosite în România și procedurile la care se recurge pentru a se reduce zgomotul la decolare și la apropiere de un aeroport sunt în responsabilitatea ROMATSA (Administrația Română a Serviciilor de Trafic Aerian).

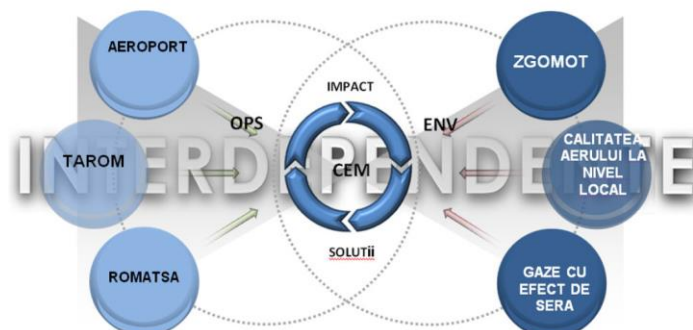


Fig.2.9. Interoperabilitatea instituțiilor [98]

Întrucât zgomotul din preajma aeroportului este intermitent, cu durată și intensitate variabilă, ridicarea de clădiri în preajma aeroporturilor nu are restricții decât în privința înălțimii pe axa pistelor. În situația României, cade în responsabilitatea Ministerului Transporturilor elaborarea și aprobarea de documente normative și de zonare a regimului construcțiilor în zonele evidențiate pe hărțile strategice de zgomot ca fiind sub incidența riscului de poluare fonică.

2.5. Alte surse de zgomot – Zgomotul industrial

O altă sursă de zgomot o reprezintă instalațiile și halele industriale. Principalele probleme apar ca urmare a vecinătății zonelor rezidențiale cu zonele periferice destinate desfășurării activităților industriale. Siturile sau polurile industriale sunt foarte complexe, acestea reunind mai mulți factori: diversitatea surselor de zgomot (vehicule și echipamente de producție, încărcarea și descărcarea vehiculelor transportatoare, aprovizionarea), combinarea surselor care produc un zgomot de ansamblu, permanența unor surse, caracterul impulsiv, modificările spectrale datorate propagării zgomotului între sursă și locuință.

Pentru diminuarea zgomotului industrial resimțit, se recomandă o planificare urbanistică adecvată și o situare de terenuri de tranziție (zone comerciale, zone verzi etc.) între zonele cele mai zgomotoase și zonele mai sensibile (zone rezidențiale, zone din apropierea instituțiilor, spitalelor sau școlilor).

În cazul zgomotului resimțit în încăperile industriale, acesta poate atinge valori de 80-110 dB(A). Reducerea expunerii la zgomot se poate face prin programe de lucru adecvate, cu perioade suficiente de odihnă, configurarea acustică a încăperii, amplasarea rațională a echipamentelor zgomotoase, înlocuirea răcirii cu aer cu răcirea cu apă, fonoizolarea pereților încăperilor și a conductelor instalațiilor auxiliare de ventilare, de aer comprimat și abur etc. [50]

Cu toate acestea, zgomotul industrial este de obicei sursa la care cel mai mic număr de persoane este expus. Zgomotele industriale au caracter specific în funcție de natura procesului care se efectuează, astfel putând apărea zgomote de frecvență joasă, frecvență medie sau de frecvență înaltă. Acestea apar atât ca urmare a operațiilor care se execută cu utilaje industriale în cadrul procesului tehnologic, precum și a eventualelor defecțiuni a utilajelor sau a exploatării neraționale a acestora. [5]

Capitolul 3 – LEGISLAȚIA EUROPEANĂ PRIVIND ZGOMOTUL RUTIER

3.1. Primele acțiuni și măsuri împotriva zgomotului

Transporturile joacă un rol foarte important în societate, iar la ora actuală se pune accent pe dezvoltarea de noi tehnologii și materiale, pe monitorizarea, actualizarea și gestionarea elementelor din acest domeniu ce vor fi esențiale pentru a reduce emisiile cauzate de transporturi, atât în UE, cât și în restul lumii. La nivel european noțiunea de mobilitate sustenabilă rămâne a fi prioritatea de bază a tuturor actorilor implicați.

Cadrul legislativ cu privire la poluarea fonică s-a realizat printr-un efort al instituțiilor abilitate, în special Comisia Europeană și Parlamentul European, pentru a crea un corpus de legi de diminuare a zgomotelor ce pot fi aplicate la nivel comunitar. Necesitatea legislației europene provine din ideea de standarde comune pentru toate statele membre și din ideea de monitorizare a poluării fonice, de comparare și stabilire de măsuri preventive și de diminuare a zgomotului. Aceste măsuri vor contribui la o mai bună cunoaștere a fenomenului de poluare fonică. Lipsa de cunoaștere și informare în privința unor măsuri de combatere din trecut a zgomotului, implicit a poluării fonice, cauzează încă probleme ce afectează atât sănătatea oamenilor cât și dezvoltarea plantelor și comportamentul animalelor. [70] Legislația privind reglementarea zgomotului ambiental nu este un fenomen recent la nivelul UE, ci un proces care a evoluat de la înființarea Uniunii Economice din anii '70. Uniunea Europeană a fost puternic implicată în a reglementa zgomotul emis de materialele rulante încă din procesul de fabricație, prin stabilirea unor limite de zgomot admise. Schimbarea importantă a survenit în raport cu legislația referitoare la zgomotul ambiental. Dacă în trecut s-a pus accent pe reglementarea zgomotului la sursă, conform noilor directive atenția cade pe încercarea de a atenua zgomotul ambiental la receptor. Tocmai de aceea se explică interdisciplinaritatea monitorizării poluării fonice pornind chiar de la constructorii de autovehicule, mecanicii, operatorii de trafic, constructorii de drumuri și până la topograful care realizează măsurătorile necesare și întocmesc Sisteme Informatice Geografice. [50]

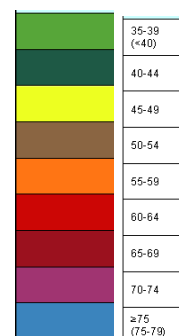
Importanța disconfortului resimțit de populație din pricina zgomotului este în atenția Comisiei Europene încă din 1996, când aceasta redactează Cartea Verde referitoare la viitorul combaterii poluării fonice: *La politique future de lutte contre le bruit. (Livre vert de la Commission Européenne)*. Combaterea zgomotului devine astfel o prioritate a forului european (fără să depășească preocupările privind calitatea aerului și a apei), sprijinind astfel autoritățile locale, care trebuie să facă față unui număr tot mai mare de reclamații și plângeri venite din partea populației privind poluarea fonică. [99] Programele de acțiune pentru mediu din urmă cu mai bine de douăzeci de ani au invitat la o dezbatere publică în care să se implementeze o nouă politică de reducere a diferitelor tipuri de zgomot. S-au avut în vedere trei principii: retrospectiv (punctarea principalelor măsuri care au privit o ameliorare a calității vieții în funcție de zgomot), proiectiv (întocmirea unei hărți generale a zgomotului care să delimiteze zonele în funcție de expunerea lor) și prospectiv (compararea datelor deținute la momentul respectiv și creionarea unor mijloace viitoare în acord cu ritmul de dezvoltare al orașelor și de extindere a infrastructurii).

Aproximativ 20% (80 milioane de locuitori ai UE) sunt expuși la nivele de zgomot pe care specialiștii le consideră inacceptabile judecând după consecințele grave asupra sănătății. 170 milioane locuiesc în zone gri, unde zgomotul atinge în timpul zilei intensități perturbatoare. Un recent raport al Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) estimează că aproximativ unul din trei locuitori din mediul urban al țărilor UE este deranjat de zgomotul produs de poluarea fonică din timpul zilei. Alte opinii similare arată că mai mult de 30% din populația lumii este expusă excesiv la zgomotul produs de traficul rutier și această situație se poate deteriora și mai mult în timp. [50]

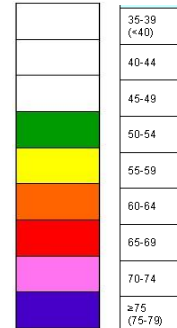
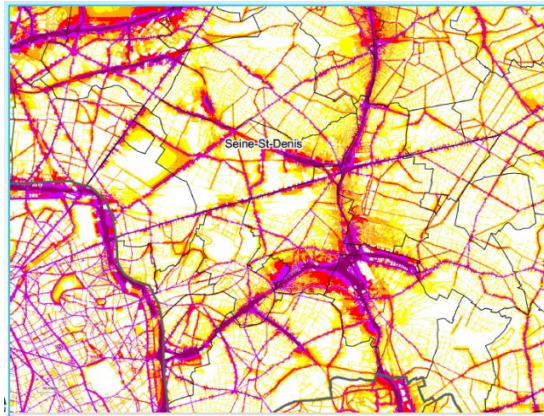
În Cartea Albă a transporturilor din 28 martie 2011, Comisia Europeană precizează că: „în orașe se suferă cel mai mult de pe urma congestiei, a calității scăzute a aerului și a expunerii la zgomot. Eliminarea treptată din mediul urban a vehiculelor alimentate în mod convențional » reprezintă o contribuție majoră la reducerea semnificativă a dependenței de petrol, a emisiilor de gaze cu efect de seră, a poluării atmosferice și sonore la nivel local.”

Cartea Verde reprezintă punctul de plecare ce conține enumerarea problemelor cu scopul de a începe o dezbateră publică pe această temă, pe când Cartea Albă detaliază propunerile concrete și asumate de comisie, cu caracter oficial cu privire la rezolvarea problemelor expuse anterior. Acest din urmă document expune de fapt rezultatele dezbaterii pornite pe baza Cărții Verzi după analizarea lor în forurile decizionale: parlament sau consiliu care adoptă măsurile propuse de comisie cu sau fără modificări și oferă Cărții Albe statut de legislație.

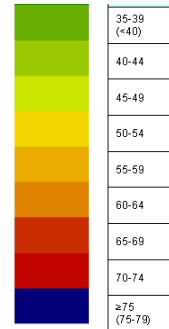
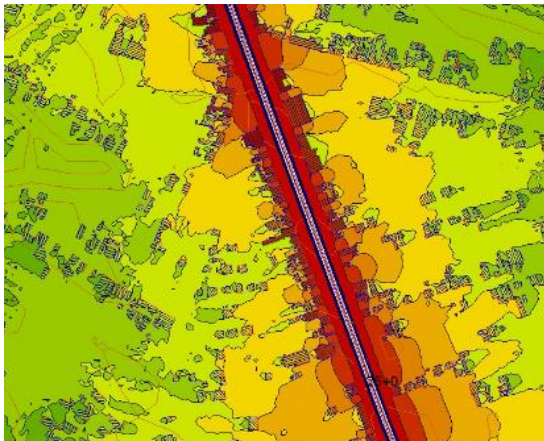
Obiectivul principal al aplicării Cărții Albe privind transporturile (CE 2011) și al pachetului de noi inițiative „Ecologizarea transporturilor”, îl reprezintă reducerea expunerii excesive a populației la praguri de zgomot situate peste media admisă/tolerată. Prin aceasta s-ar reuși nu doar atenta controlare și monitorizare a nivelurilor de decibeli emiși preponderant în mediile urbane sau în imediata lor apropiere, ci chiar identificarea unor soluții și implementarea unor programe care să permită o reducere considerabilă a poluării fonice. Pentru a analiza situația zgomotului în Europa, conform actualei legislații adoptată de Parlamentul European, Directiva 49/2002, statele membre trebuie să furnizeze hărți de zgomot și planuri de acțiune privind zgomotul (Fig.3.1.).



Legenda hărții de zgomot din Germania



Legenda hărții de zgomot din Franța



Legenda hărții de zgomot din România (DN 59)

Fig. 3.1. Diferite tipuri de hărți de zgomot din Europa

În Uniunea Europeană s-au folosit diverse metode de evaluare a zgomotului pentru realizarea hărților de zgomot, a se vedea tabelul 3.1., hărți realizate pentru prima și a doua rundă de raportare.

Tabel 3.1. Metode de evaluare a zgomotului

RVS 3.02	Austria
NMPB/XPS 31-133	Franța, România
Temanord 525	Danemarca
CRTN	Marea Britanie
RMW 2002 (SRM I+II)	Belgia
STL 86	Elveția
RLS 90	Germania

3.2. Directiva Europeană 2002/49/CE privind evaluarea și gestiunea zgomotului ambiental – scop și principii

Încă din anul 2002 Parlamentul European și Consiliul au aprobat Directiva — cadru privind evaluarea și gestiunea zgomotului ambiental prin care se reglementează metodele de evaluare și de reducere a nivelului de zgomot. [76] Astfel, conform literaturii de specialitate, s-a adus în discuție întocmirea unor „hărți acustice” sau „hărți de zgomot”, care să urmărească toate sistemele de transport și care să fie puse la dispoziția mai multor instituții, antreprenori sau chiar publicului larg. Hărțile întocmite se găsesc la nivel european, național cât și la nivelul marilor aglomerații urbane. [50]

Uniunea Europeană are ca principal scop conturarea unei abordări comune pentru prevenirea, evitarea sau reducerea efectelor negative ale poluării fonice, responsabile periclitarea sănătății oamenilor în urma expunerii la zgomotul ambiental. Se are în vedere pentru generațiile actuale și viitoare posibilitatea de a călători sigur, fiabil și la prețuri rezonabile, minimizând în același timp efectele nedorite, cum ar aglomerările în trafic, accidentele, poluarea aerului și cea fonică, dar și efectele schimbărilor climatice. Directiva Europeană înregistrată în anul 2002 sub numărul 49, cu referire la evaluarea și gestionarea zgomotului în mediu, emisă în consens cu obiectivele enunțate, definește zgomotul ambiental ca fiind un sunet provenit din exterior și generat atât de activitatea industrială, cât și de cea umană prin mijloacele de transport, traficul rutier, feroviar sau aerian.

Se impun o serie de măsuri [76] pe care statele membre se angajează să le aplice și să le extindă progresiv pentru a îndeplini obiectivele directivei. Patru principii guvernează întreaga politică de diminuare a poluării fonice și de protecție împotriva acesteia:

- Monitorizarea zgomotului ambiental — elementul esențial îl reprezintă elaborarea unor hărți acustice strategice pe baza unei metodologii comune. Rezultatul urmărit este acela de a determina expunerea la zgomotul ambiental și de a delimita teritoriile și zonele cu grad ridicat de risc;

- Gestionarea problemelor legate de sursele de zgomot și efectele asupra mediului — având ca suport hărțile strategice de zgomot, statele membre trebuie să conceapă și să implementeze planuri de acțiune clare, care să conțină măsuri eficiente împotriva zgomotului, programe coerente care să concentreze atenția și eforturile susținute ale responsabililor executivi pe prevenirea, reducerea și păstrarea calității cadrului de viață liniștită, ca element al unui mediu sănătos. Planurile de acțiune pot avea în vedere schimbarea îmbrăcăminților rutiere, instalarea de ecrane acustice, reducerea vitezei de circulație, devierea traficului greu, amenajarea unor zone de grădini publice și parcuri, de zone pietonale care să mai absoarbă din zgomot sau să devieze sursele (traficul), implementarea unor noi politici de transport public. [53]

- Informarea și consultarea publicului — hărțile strategice de zgomot, planurile de acțiune și informațiile relevante despre expunerea la zgomot, efectele acestuia asupra sănătății și calității vieții trebuie să aibă un caracter public. Dincolo de aspectele legate de înștiințarea cetățenilor, a locuitorilor zonelor afectate sau aflate sub incidența unor riscuri privind poluarea fonică, este necesară reunirea tuturor actorilor (administrații, foruri de monitorizare, reprezentanți ai presei și ONG-uri, oameni de știință și cercetători din construcții, inginerie, medicină etc., asociații de proprietari) în cadrul unor dialoguri deschise care să susțină conștientizarea implicațiilor expunerii la zgomot și efectele sale, care să întrevadă noi măsuri de remediere și protecție împotriva poluării fonice.

- Dezvoltarea de către UE a unei strategii pe termen lung — cu scopul de a reduce zgomotul emis de sursele principale (în special cele ale infrastructurii și ale vehiculelor rutiere și feroviare, avioane, echipamente outdoor și industriale, utilaje mobile). Este necesară în acest sens cooperarea statelor membre ale UE pentru realizarea unui cadru comun și pentru uniformizarea politicilor europene ce privesc problemele legate de zgomot și de mediu. Este foarte important de remarcat aici faptul că directiva europeană nu impune limite sau constrângeri. Textul său nu are un caracter normativ, ci informativ și orientativ. Principalul obiectiv al UE este acela de a aduce la același numitor toate politicile naționale care privesc lupta împotriva poluării fonice.

Aplicarea acestei directive cade în sarcina autorităților naționale, desemnate la nivelul fiecărui stat în parte. Normele acesteia au în vedere zgomotul ambiental la care este expusă populația, în special în zonele industriale sau rezidențiale, în parcuri și grădini publice, în alte zone liniștite din orașe și în spațiu deschis, în apropierea instituțiilor denumite „sensibile” cum sunt cele de învățământ și cele spitalicești etc. Aplicabilitatea directivei nu are în vedere și nu se extinde la zgomotul cauzat de persoana expusă, la cel generat de activitățile domestice sau ale vecinilor, la cel produs la locul de muncă sau în interiorul mijloacelor de transport. Astfel, o evaluare corectă a expunerii la zgomotul ambiental, o întreprindere a măsurilor adecvate și o utilizare a mijloacelor potrivite de prevenție și remediere nu pot fi realizate decât printr-o abordare comună la nivelul întregii Uniuni Europene. Neaplicarea în termen de șase luni de la data emiterii, respectiv netranspunerea directivei în termenul convenit de România duce la dispunerea începerii procedurii de încălcare a Tratatelor UE (“infringement”), în urma căreia statul român este obligat să se conformeze legislației europene și să plătească penalități.

3.3. Implementarea instrumentelor de evaluare a zgomotului

3.3.1. Unități de măsură și indicatori pentru hărțile de zgomot

Directiva 2002/49/CE, denumită în continuare „END” sau „Directiva END” definește un set de indicatori de zgomot comuni, și anume L_{den} (day-evening-night/zi-seară-noapte) și L_n (night/noapte). În articolul 1 alineatul 9 din END se precizează: „Indicatorii comuni de zgomot selectați sunt L_{den} , pentru evaluarea disconfortului, și L_{night} , pentru evaluarea perturbării somnului. De asemenea, este util să se permită statelor membre să utilizeze indicatori suplimentari pentru a monitoriza sau a controla situațiile speciale de zgomot.” [76]

Elementele esențiale în realizarea oricărei hărți de zgomot, impusă prin directiva europeană, sunt: intervalul orar și modulațiile acustice. Din punct de vedere temporal, se evidențiază două perioade de măsurare a zgomotului urban:

- una medie de 24 de ore, al cărei indicator este L_{den} (day-evening-night/zi-seară-noapte). Sunt vizate mai multe intervale orare: 07.00 - 19.00 – foarte activ, 19.00 - 23.00 – activ și 23.00 - 07.00 – (in)activ.

- noaptea (în intervalul orar 23:00-7:00), al cărei indicator european este L_{night} (night/noapte). Seara și noaptea sunt niște perioade sensibile, iar nivelurile ridicate de zgomot riscă să aducă perturbări serioase asupra confortului și sănătății oamenilor.

Cartarea Strategică de Zgomot se realizează pentru indicatorii L_{zsn} și L_{noapte} prevăzuți în articolul 7 alineatul 1 din H.G. 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental, cu modificările și completările ulterioare.

3.3.1.1. Determinarea indicatorilor

Valorile indicatorilor L_{zsn} și L_{noapte} la nivelul României se determină în conformitate cu prevederile articolului 8 alineatul (1) și alineatul (3) și ale anexei nr. 2 din H.G. 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental, cu modificările și completările ulterioare.

L_{den} (L_{zsn}) și L_{night} (L_{noapte}) sunt niveluri de presiune medii (ponderate A) pe un interval lung de timp pentru totalul perioadelor de Zi, Seară, respectiv Noapte dintr-un an meteorologic de referință, adică media aparițiilor diferitelor tipuri de condiții meteorologice din ultimii 10 ani și pentru un an calendaristic de referință.

L_{den} (L_{zsn}) se calculează cu următoarea formulă:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening+s}}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night+10\Box}}{10}} \right) \quad (3.1.)$$

unde:

- L_{day} (L_{zi}) este nivelul de presiune mediu ponderat A, determinat pentru toate perioadele de zi dintr-un an, așa cum este definit în standardul ISO 1996-2: 1987;
- $L_{evening}$ ($L_{seară}$) este nivelul de presiune mediu ponderat A, determinat pentru toate perioadele de seară dintr-un an, așa cum este definit în standardul ISO 1996-2: 1987;
- L_{night} (L_{noapte}) este nivelul de presiune mediu ponderat A, determinat pentru toate perioadele de noapte dintr-un an, așa cum este definit în standardul ISO 1996-2: 1987;

Valorile implicite pentru zi, seară și noapte sunt respectiv: 07.00 - 19.00 pentru zi, 19.00 - 23.00 pentru seara și 23.00 - 07.00 pentru noapte.

Se specifică în textul directivei faptul că trebuie să se obțină parametri pentru fiecare sursă de zgomot. Se alătură acestor indicatori o serie de date statistice (traficul mediu anual) și de variabile (topografia zonei, înălțimea clădirilor). Hărțile se realizează cu ajutorul unui program specializat pe acest domeniu.

Articolul 6.2. conferă Comisiei Europene dreptul de a stabili metode de evaluare comune în vederea determinării indicatorilor de zgomot L_{den} și L_{night} . Întrucât procesul de adoptare a unor standarde europene comune tuturor statelor membre necesită timp și o atență analiză a posibilităților și a efectelor, anexa II oferă alternativa unor metode de evaluare intermediare. Același document permite statelor membre să își adapteze metodele de evaluare națională în vigoare în ceea ce privește indicatorii L_{den} și L_{night} , cu mențiunea ca acestea să ajungă la rezultate echivalente cu cele obținute cu ajutorul metodelor interimare.

Informațiile cu privire la indicatorii de zgomot și la expunerea populației sunt actualizate din cinci în cinci ani de către statele membre, iar aceste informații sunt furnizate Comisiei Europene. Prin studiile întocmite cu o ciclicitate bine stabilită se urmăresc mai multe considerente [42]:

- Evoluția nivelului de zgomot de-a lungul anilor;
- Eficiența măsurilor adoptate pentru reducerea nivelului de zgomot;
- Căutarea de noi metode de diminuare a zgomotului atât din punct de vedere al motoarelor materialului rulant cât și al suprafeței de rulare a pneurilor.

3.3.2. Hărțile strategice de zgomot

Pe baza indicatorilor din articolul 7 alineatul 1 din END s-a impus statelor membre elaborarea hărților strategice de zgomot pentru toate drumurile, căile ferate, pentru aeroporturi și aglomerări urbane din cinci în cinci ani, începând cu 30 iunie 2007. Nivelul de expunere la zgomot s-a măsurat pornind de la cea mai „sensibilă” față. Hărțile strategice trebuie să respecte întru totul cerințele și standardele enumerate în anexa IV de la sfârșitul directivei, urmând a fi revizuite la fiecare cinci ani.

Harta de zgomot este concepută pentru a permite evaluarea nivelurilor sonore pe zone geografice și pentru a putea estima impactul fonic pe care îl are asupra populației.

În condițiile în care zgomotul reprezintă pentru mediul urban o provocare, fiind cea mai răspândită neplăcere, harta strategică de zgomot este un instrument de diagnostic și de strategie.

În scopul de a sprijini statele membre în eforturile lor de pregătire a hărților de zgomot, grupul de lucru privind evaluarea expunerii la zgomot a emis două documente de orientare care indică bunele practici în cartografierea acustică strategică. În acest scop, a fost publicată o recomandare a Comisiei cu privire la orientările și la revizuirea metodelor de calcul intermediare pentru zgomotul industrial, zgomotul produs de aeronave, zgomotul produs de traficul rutier și zgomotul feroviar, precum și datele de emisie aferente.[42]

Măsurile de prevenire și diminuare a poluării fonice fac obiectul unor studii recente 2002, 2007, 2012, (destul de restrânse) care evidențiază rezultatele vizibile în mediul acustic urban. Elementul central al cercetărilor publicate o reprezintă modificarea în timp a expunerii la zgomot. La sfârșitul anilor '90, Țările de Jos aveau cele mai avansate metode cu privire la diminuarea poluării fonice, măsurile adoptate de acestea având cele mai bune rezultate. Studiile recente au arătat că zgomotul produs de traficul rutier este în continuă creștere, ceea ce reprezintă un semnal de alarmă.

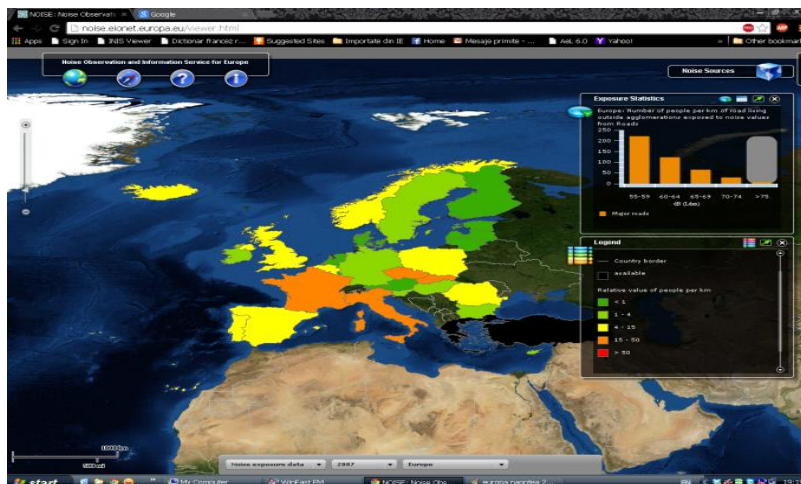


Fig.3.2. Harta Europei în anul 2007 reprezentând numărul de persoane/km expuse la poluarea fonică rutieră cu un nivel de zgomot ≥ 75 dB [82]

3.4. Planurile de acțiune întocmite pe baza hărților de zgomot

Pe baza rezultatelor obținute prin cartografierea zgomotului, statele membre trebuie să pregătească planuri de acțiune care să conțină măsuri care abordează problemele de zgomot și efectele acestora pentru drumuri, căi ferate, aeroporturi și aglomerații mari. În conformitate cu articolul 8.1. litera (b) din *END*, planurile ar trebui să vizeze protejarea zonelor liniștite împotriva unei creșteri a nivelului de zgomot.

Planurile de acțiune trebuie să îndeplinească cerințele minime prevăzute în anexa V de la sfârșitul Directivei 49/2002, cu privire la desemnarea autorităților competente. În planurile de acțiune trebuie să se menționeze orice valori limită admise, orice măsuri de reducere a zgomotului deja în vigoare și proiectele în pregătire, deciziile ce trebuie luate în următorii cinci ani, strategiile pe termen lung și datele financiare. Cu toate acestea, este important de menționat faptul că rolul acestor planuri nu ține de impunerea unor valori limită sau a unor măsuri specifice care trebuie incluse-aceste măsuri sunt lăsate la latitudinea autorităților naționale competente. Publicul trebuie să aibă posibilitatea de a face observații privind propunerile pentru planurile de acțiune și posibilitatea de a participa la elaborarea și revizuirea acestora. [76].

În planurile de acțiune privind zgomotul sunt descrise măsurile adoptate pentru a reduce poluarea fonică. Cu toate acestea, condițiile juridice diferă foarte mult la nivelul Europei, deoarece statele membre au diferite limite sau praguri pentru emisiile de zgomot ambiental și, în mod obișnuit, aceste limite sunt testate numai când se construiesc noi infrastructuri sau pe parcursul activităților majore de reconstrucție.

Din câte se poate vedea din imaginea ce urmează (Fig.3.3.), deși a fost finalizată culegerea datelor obținute în anul 2012, acestea nu au fost încă prelucrate în baza de date specifică poluării fonice și rezultatele nu au fost furnizate publicului. Se observă că la nivelul mai multor state membre ale Uniunii Europene, printre care și România, datele sunt doar parțiale (Fig.3.4.). În cursul anului 2014 s-au finalizat hărțile de zgomot pentru 3 loturi, lotul 1 cu 75 de sectoare de drumuri naționale și 8 sectoare de autostradă, lotul 2 cu 100 de sectoare de drumuri naționale, iar lotul 3 cu 78 de drumuri naționale și 3 sectoare de autostradă, celelalte date finalizându-se.

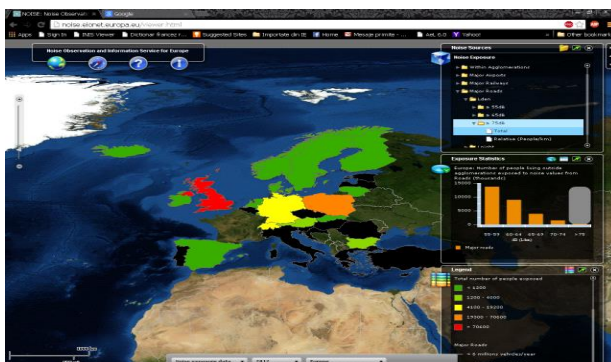


Fig. 3.3. Harta Europei cu situația poluării fonice în anul 2012 [82]

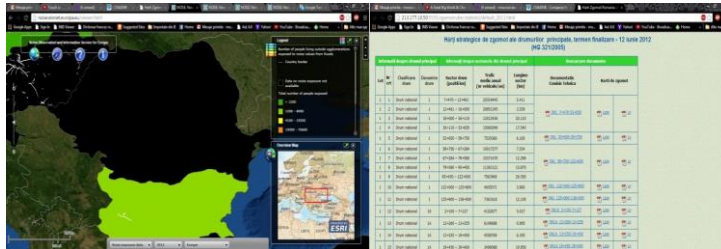


Fig. 3.4. Harta României și date CNADR iunie 2012

3.4.1. Colectarea și raportarea datelor acustice

Obligațiile de raportare prevăzute de END sunt conținute într-un număr de dispoziții și au fost rezumate în anexa II-a directivei END, care se bazează pe un document elaborat de Direcția Generală de Mediu.

Statele membre sunt obligate să furnizeze Comisiei, la intervale regulate, informații din hărțile lor de zgomot strategice, rezumate ale detaliilor planului de acțiune și ale programelor de control a zgomotului, valorile limită de zgomot pe drumuri. Pe baza acestor informații, la fiecare cinci ani, Comisia publică un raport de sinteză privind punerea în aplicare a directivei și stabilește o bază de date de hărți strategice. Primul raport de implementare a fost publicat de către Comisie la 1 iunie 2011.

3.5. Directive europene complementare traficului rutier

3.5.1. Directiva „autovehiculelor” 70/156/CEE

Poluarea fonică cauzată de traficul rutier este în mare parte reglementată prin măsuri interne. Directiva 70/156/CEE a Consiliului Economic din 6 februarie 1970, cu modificările ulterioare, privind apropierea legislațiilor statelor membre referitoare la omologarea de tip a autovehiculelor și a remorcilor acestora [80] stabilește limita de zgomot pentru autovehicule. Aceasta se aplică tuturor tipurilor de autovehicule destinate utilizării pe drumuri, cu sau fără caroserie, având cel puțin patru roți și o viteză maximă constructivă mai mare de 25 km pe oră, cu excepția vehiculelor care circulă pe șine și a celor agricole (tractoarele) și forestiere cum sunt utilajele mobile. Directiva stabilește limite pentru nivelul de zgomot de mișcare a autovehiculelor și cerințele de măsurare detaliate (Anexa I). Limitele de zgomot admise prevăzute în Directivă se situează în intervalul 74 dB(A) – 80 dB(A), în funcție de categoria de vehicul în cauză (începând de la autoturisme care cuprind mai mult de 9 scaune, la vehicule destinate transportului de mărfuri cu un motor cu putere de minimum 150 kW). Dacă cerințele vehiculului sau a sistemului de evacuare satisfac cerințele cuprinse în directivă, statele membre nu pot refuza acordarea CEE sau omologarea națională de tip pentru sistemul vehiculului sau de evacuare în cauză din motive legate de nivelul de zgomot admis. În mod similar, statele membre nu pot refuza sau interzice vânzarea, înmatricularea, introducerea în circulație sau utilizarea oricărui vehicul dacă nivelul sonor și sistemul de evacuare îndeplinesc cerințele de la Anexa I. Deoarece limitele de zgomot pentru autovehicule nu au fost modificate din 1996, Parlamentul European, Comisia și Consiliul lucrează în prezent la o nouă propunere Regulamentul (COM (2011) 856 final) 11, care are ca scop revizuirea, actualizarea și aprobarea cerințelor în ceea ce privește nivelul sonor al autovehiculelor și a sistemelor lor de evacuare.

3.5.2. Directiva „Motor Ciclu” 97/24/CE

Directiva 97/24/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 17 iunie 1997 privind unele componente și caracteristici ale autovehiculelor cu două sau trei roți [78] conține unele dispoziții privind subdivizarea vehiculelor reglementate în: motorete, motociclete, tricicluri și cvadricicluri. În scopul de a contribui la protecția mediului și la reducerea poluării fonice, directiva indică niveluri sonore admise pentru motociclete și cerințe pentru evacuare sau amortizor de sunet de admisie. „Sistem de admisie” înseamnă combinația dintre conducta de admisie și amortizorul de zgomot de admisiune. Nivelurile sonore permise variază de la 66 dB(A) (pentru două roți) la 80 dB(A) (pentru tricicluri). Cerințele detaliate pentru condițiile și metodele de măsurare, de testare a vehiculului (referitoare la tipul de aparat folosit pentru măsurarea, testarea sau poziționarea microfonului etc.) sunt specificate în capitolul 9 din directivă. Având în vedere dispozițiile directivei, statele membre ar trebui să acorde o omologare de tip pentru componente privind nivelul de zgomot. În plus, articolul 6 din directivă enunță faptul că statele membre pot prevedea stimulente fiscale numai pentru vehiculele cu motor, conforme cu măsurile poluării atmosferice și a zgomotului.

3.5.3. Directiva „anvelope” 92/23/CEE

Directiva 92/23/CEE a Consiliului Uniunii Europene din 31 martie 1992, cu modificările ulterioare, privind pneurile autovehiculelor și ale remorcilor acestora, precum și montarea lor [79], are în vedere nivelurile de zgomot produs de anvelope. Studiile și determinările au demonstrat faptul că având în vedere dispozițiile directivei, emisia de zgomot de tip anvelopă se referă la zgomotul produs de contactul dintre pneurile în mișcare și suprafața drumului. Regulamentul (CE) nr. 661/2009 al Parlamentului European și al Consiliului privind cerințele de omologare de tip pentru siguranța generală a autovehiculelor, a remorcilor acestora, precum și a sistemelor, componentelor și unităților tehnice separate care le sunt destinate [81] stabilește, printre altele, cerințele minime pentru zgomotul exterior de rulare al pneurilor. În acest scop, anexa II partea C (Cerințe pentru zgomotul de rulare) indică valorile limită de zgomot (în dB(A)), care diferă în funcție de clasa de anvelope în cauză (C1, C2 și C3). Standardele de zgomot trebuie să fie determinate de către statele membre, în conformitate cu procedura specificată în măsurile de punere în aplicare a Directivei 92/23/CEE. Aceste standarde sunt adoptate în funcție de dispozițiile Deciziei 1999/468/CE a Consiliului de stabilire a normelor privind exercitarea competențelor de executare conferite Comisiei [77]. Anexa a II-a, partea C, prevede, de asemenea, că pentru pneurile de zăpadă, pneurile de suprasarcină, pneurilor ranforsate sau orice combinație a acestor clasificări, limitele de zgomot admise ar trebui să fie majorate cu 1 dB(A). Regulamentul prevede că Directiva 92/23/CEE va fi abrogată cu efect de la 1 noiembrie 2017, timp în care ar fi oportun să se prevadă o perioadă mai lungă pentru punerea în aplicare a cerințelor de rulare de zgomot cu privire la anvelope noi față de tipurile existente. Cea mai recentă normă legislativă privind pneurile este Regulamentul 1222/2009 privind etichetarea pneurilor în ceea ce privește eficiența consumului de combustibil și alți parametri esențiali. [96] Aceasta vizează creșterea siguranței și eficienței economice și de mediu a transporturilor rutiere prin promovarea pneurilor combustibil – eficiente și sigure cu niveluri scăzute de zgomot. În acest scop, regulamentul stabilește un cadru pentru furnizarea de informații armonizate referitoare la parametrii pneurilor, inclusiv informații cu privire la zgomotul exterior

de rulare, prin etichetare pentru a permite utilizatorilor finali să facă o alegere în cunoștință de cauză la cumpărarea pneurilor. Nivelul de zgomot este indicat în etichetele pneurilor așa cum este ilustrat în (Fig.3.5.) de mai jos.



Fig.3.5. Etichetele pneurilor cu specificații privind zgomotul

Pentru a rezuma, legislația privind zgomotul produs de traficul rutier constă în principal din măsuri privind piața internă a Uniunii Europene. Acestea vizează să garanteze că vehiculele cu motor, motocicletele și anvelopele pentru vehicule nu depășesc limitele de zgomot admise, pot fi aprobate de către autoritățile competente și puse pe piața UE. Aceste instrumente contribuie direct la diminuarea zgomotului, conțin măsuri specifice (cum ar fi limitele de zgomot armonizate și metodele de măsurare), ce vizează gestionarea și reducerea poluării fonice cauzate de traficul rutier în locuri situate în apropierea drumurilor principale și aglomerărilor mari. Directiva *Ciclul Motor* conține stimulente fiscale care pot contribui în mod semnificativ la limitarea zgomotului ambiental. Zgomotul exterior de rulare al pneurilor poate contribui la reducerea zgomotului ambiental provocat de traficul rutier, precum și pentru conștientizarea publicului larg cu privire la efectele adverse ale zgomotului.

Evoluția luptei împotriva zgomotului a condus în cei 40 de ani de progres al acusticii aplicate ca fiecare dintre cele 3 domenii pe care s-a pus accentul să aducă îmbunătățiri spre exemplu:

- Condițiile de emisie – s-a observat o scădere constantă a nivelului de emisie ale vehiculelor mici între anii 1972-1995 de la 82 dB(A) la 74 dB(A) ajungând în anul 2014 la 65 dB(A);
- Condițiile de propagare – s-a ajuns la progrese importante în materie de îmbrăcămiți rutiere (stratul de uzură), structura pneurilor, materialele de construcție, forma și natura panourilor fonoabsorbante;
- Condițiile de recepție – progresul și cercetarea continuă în domeniul de izolare fonică a fațadelor.

Creșterea continuă a traficului pare să diminueze aceste progrese, astfel că poluarea fonică rămâne o neplăcere suportată tot mai greu. Aproximativ 12% din populația este supusă în continuare la niveluri de zgomot superioare pragului de 65 dB(A).

Noi abordări, mai dinamice, au fost dezvoltate ca să fie înțelese mai bine emisia și propagarea sunetului în diferite spații, astfel că a fost posibilă întocmirea de hărți de expunere la poluarea fonică simulată.

Spre exemplu, în Franța, încă din anul 1992 s-a dorit ca legislația să ofere un cadru juridic unitar cu privire la combaterea zgomotului și astfel s-a adoptat legea nr. 92-1444 din 31 decembrie 1992 cu decretul și hotărârile privind aplicarea sa.

3.6. Preocupări legislative naționale de control și diminuare a zgomotului la nivelul României

În cele ce urmează voi face o scurtă prezentare, în ordine cronologică, a diferitelor acte legislative adoptate în România.

STAS 6161-3/82 – Acustica în construcții – Determinarea nivelului de zgomot în localitățile urbane;

STAS 6156/86 – Acustica în Construcții – Limite admisibile ale nivelului de zgomot echivalent din clădiri de locuit, tehnico-administrative și social—culturale;

STAS 1009/88 – Acustica urbană – limitele admisibile ale nivelului de zgomot;

HG 321/2005 – Privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental; Acesta hotărâre a suferit modificări, ultima versiune actualizată este aplicabilă din data de 9 ianuarie 2013;

Ordinul 678/2006 – elaborarea Ghidului privind adoptarea valorilor limită și a modului de aplicare a acestora;

SR ISO 1996-1/2008 – Acustică – Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 1: Mărimi fundamentale și metode de evaluare;

SR ISO 1996-2:2008 – Acustică. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 2: Determinarea nivelurilor de zgomot din mediul ambiant corespondentul internațional emis în 2007;

STAS 6161-1/2008 – Acustica în construcții – Măsurarea nivelului de zgomot în construcții civile;

Directiva 2000/14/EEC – privind armonizarea legislației statelor membre referitoare la zgomotul emis de către echipamentele cu utilizare în exterior. Este de fapt legislația europeană, care urmează a fi transpusă prin acte legislative naționale.

Ordinul 3384/2013 pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind acustica în construcții și zone urbane, indicativ C125-2013”. Intrat în vigoare din 19 ianuarie 2014 acesta clarifică în partea a 2-a modul de izolare fonică a construcțiilor. [92]

În anexa 1 sunt prezentate toate staturile și corespondențele la nivel european. Toate aceste standarde au caracter obligatoriu prin efectul unei legi, Hotărâri de Guvern sau printr-o referință exclusivă.

Așa cum am mai menționat, cel mai important document legislativ pe care se bazează lucrarea de față este Directiva 49/2002 privind realizarea obligatorie a hărților de zgomot, directivă ce a fost transpusă și în România prin hotărârea de guvern HG 321/2005 republicată ulterior, dar și metoda CNOSSOS-EU.

3.7. Preocupări privind zgomotul în contextul mondial

La nivel mondial preocupările pentru reducerea poluării fonice sunt de asemenea considerate prioritare, iar studierea fenomenului de propagare și diminuare este tratat cu toată seriozitatea. Un astfel de exemplu este Norvegia care a beneficiat de reducerea poluării fonice rezultate în urma traficului rutier, dar această situație s-a

schimbat. Deși s-au realizat constant în tot acest timp îmbunătățiri pentru reducerea zgomotului rutier, așa cum se poate observa în graficul de mai jos, fiind nivel atât în 1999 cât și în 2011.

Printre măsurile de reducere a zgomotului rutier amintesc doar câteva din perspectiva drumurilor: proiectarea și realizarea de drumuri cu scopul de a prelua traficul și a elimina congestiile, senzori giratorii, insule pentru a reduce viteza vehiculului. Doar reducerea vitezei de la 50 km/h la 30 km/h pe străzile de calmarea a traficului are ca efect un potențial de reducere a LAeq de aproximativ 3 dB(A).

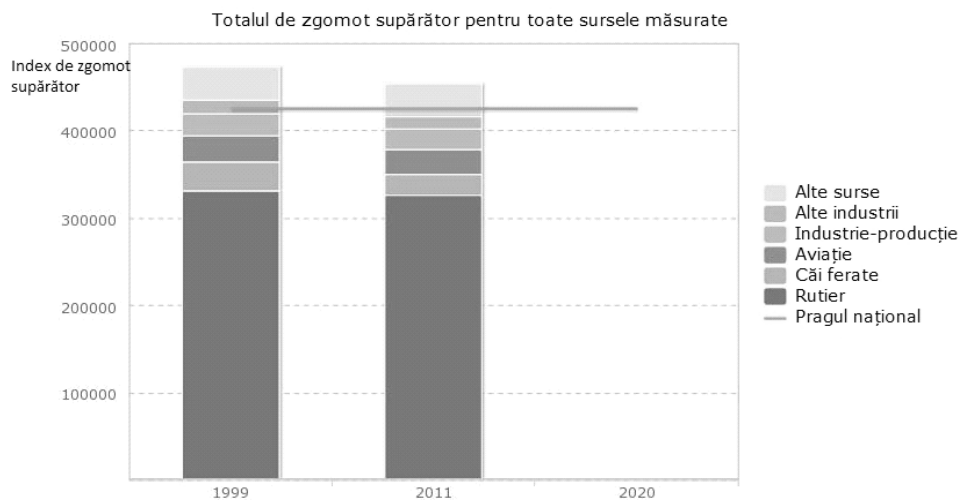


Fig. 3.6.Situația din Norvegia în 2011[82]

3.8. Tendințe de viitor—Metoda comună de evaluare a zgomotului în Europa

După prima rundă de cartografiere acustică strategică (2006-2007), Comisia UE a evaluat comparabilitatea rezultatelor obținute în statele membre și a stabilit că metodele de evaluare prevăzute în măsurile naționale diferă semnificativ de metodele interimare.

Metoda utilizată pentru modelarea sunetului în vederea emiterii hărților de zgomot pentru a respecta *END*, până în 2007 a fost NMPB96. Dintre statele membre UE, 13 au folosit această metodă, transformată în NMPB2008. Datele de trafic ce se introduceau înainte de anul 2012 în baza de date specifică pentru întocmirea hărților de zgomot respectau această metodă franceză.[42]

Comisia Uniunii Europene nu a avut posibilitatea să tragă o concluzie după prima rundă de cartografiere, totuși a prezentat date coerente și comparabile cu privire la numărul de persoane expuse la niveluri excesive de zgomot în interiorul și între statele membre. Dificultățile se referă la o serie de etape, inclusiv mijloacele de colectare a datelor și calitatea acestora, de raportare a datelor și metodele de evaluare utilizate. Articolul 6.2. din directivă prevede dezvoltarea unui cadru metodologic armonizat pentru evaluarea zgomotului și, în 2009, Comisia a decis să dezvolte CNOSSOS-EU (Metoda comună de evaluare a zgomotului) pentru cartografierea zgomotului traficului rutier, feroviar, aerian și zgomotul industrial. Noul set de metode comune de evaluare a fost elaborat de către Centrul Comun de Cercetare și publicat în septembrie 2012. Punerea în aplicare a metodologiei

armonizate CNOSSOS-UE va genera cifre comparabile cu privire la poluarea provenită din traficul rutier, feroviar, aerian și zgomotul industrial. Un astfel de cadru comun de evaluare a zgomotului va contribui, de asemenea, la colectarea și analizarea informațiilor comparabile privind nivelurile de zgomot, astfel îmbunătățind cartografierea zgomotului și generând planuri de acțiune strategice în viitor.

După faza de dezvoltare (faza A) de CNOSSOS-UE (Metoda comună de evaluare a zgomotului = Common Noise Assessment Methods in Europe), Comisia va modifica anexa II la Directiva END în același timp cu faza de implementare (faza B) a proiectului 2012-2015. Obiectivul acestei metode este acela de a finaliza metodologia de evaluare a zgomotului comun implementat și operațional pentru a treia rundă de cartografiere acustică strategică în 2017.[37]

CAPITOLUL 4 — PREVENIREA POLUĂRII FONICE PRIN TEHNOLOGII MODERNE

Conștientizarea efectului pe care zgomotul îl produce asupra sănătății umane a determinat supunerea vehiculelor rutiere unor omologări privind emisiile sonore. În acest sens au fost elaborate mai multe directive, ale căror direcții și măsuri au fost tratate în capitolul al 3-lea. Preocuparea generală a Comisiei Europene a fost aceea de a coborî constant pragul de emisie sonoră a unui vehicul, ajungându-se în timp la o diminuare de 17 dB. Această valoare constituie rezultatul cercetărilor cu privire la emisiile produse de motorul unui vehicul derulate în decursul a 40 de ani de muncă. Prevenirea poluării fonice la sursă continuă să fie un domeniu deschis pentru studii și experimente, în timp s-au înregistrat progrese însemnate și în reducerea poluării fonice la receptor. Metodele de prevenire și de diminuare a zgomotului la receptor se concentrează asupra elementelor din domeniul construcțiilor care sunt din ce în ce mai moderne, inovative, prezentând rezultate reale de îmbunătățire a confortului populației.

În cazul construcțiilor de drumuri măsurile au în vedere următoarele aspecte: schimbarea covorului asfaltic cu o suprafață de uzură care să contribuie la diminuarea zgomotului rezultat la rulare, montarea panourilor fonoabsorbante sau proiectarea și construirea de noi drumuri. În domeniul construcțiilor civile se urmărește: izolarea clădirilor prin montarea de ferestre inteligente sau izolarea fațadelor cu materiale fonoabsorbante. De asemenea noile planuri urbanistice generale, rezultate în urma colaborării interdisciplinare cu domeniul arhitecturii, se concentrează asupra creării unor zone rezidențiale și de locuit care să beneficieze de o utilizare inteligentă a spațiului. [33]

4.1. Panouri/bariere fonoabsorbante

4.1.1. Bariere fonoabsorbante

Montarea panourilor fonoabsorbante reprezintă una dintre soluțiile cele mai la îndemână pentru protejarea comunităților de zgomotul produs de traficul rutier de pe autostrăzi, de pe drumurile expres din apropierea localităților sau drumurile naționale ce le traversează. În studiile de specialitate se regăsesc atât noțiunile de bariere fonoabsorbante cât și cele de panouri fonoabsorbante. Zgomotul este redus datorită perturbării propagării undelor sonore de la sursă la receptor. [15] În spatele acestor ecrane de protecție, numite zonele de umbră, intensitatea acustică este redusă datorită difracției sunetului deasupra marginii superioare a barierelor sau panourilor fonoabsorbante. [64]

Barierelor pot fi formate din movile de pământ ridicate de-a lungul drumului sau dintr-o combinație de pământ și pereți. Avantajul barierelor este reprezentat de aspectul foarte natural, fiind de obicei atractive și ușor de integrat în peisaj. Ele reduc zgomotul cu aproximativ 3 dB mai mult decât panourile fonoabsorbante de aceeași înălțime (Fig.4.1.). Dezavantajele acestei soluții de diminuare a zgomotului sunt restricțiile de înălțime și utilizarea unor suprafețe mari de teren. [1]

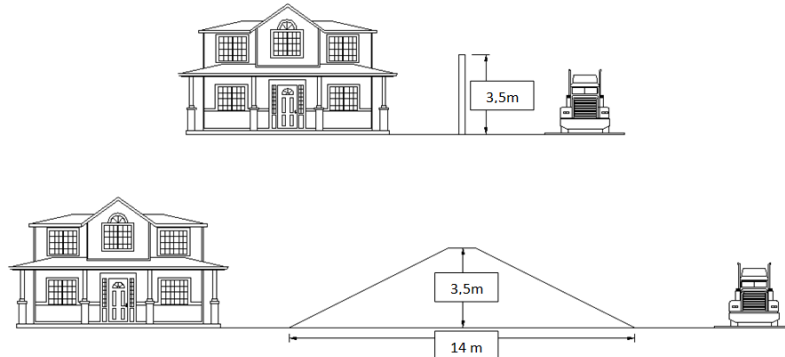


Fig.4.1. Spațiul ocupat de o barieră de pământ în comparație cu un panou fonoabsorbant [1]

4.1.2. Panourile fonoabsorbante

Panourile fonoabsorbante construite din lemn sau beton, aluminiu sau materiale inovative pot reduce semnificativ nivelurile de zgomot datorită obturării câmpului vizual dintre sursă și receptor. [15]

În figura 4.2. este prezentat zgomotul produs de un vehicul, zgomotul direct ce ajunge pe fațada unei clădiri și zgomotul indirect, zgomotul reflectat produs de vehicul, ce ajunge pe partea carosabilă și apoi se reflectă pe fațadă (Fig. 4.2.).

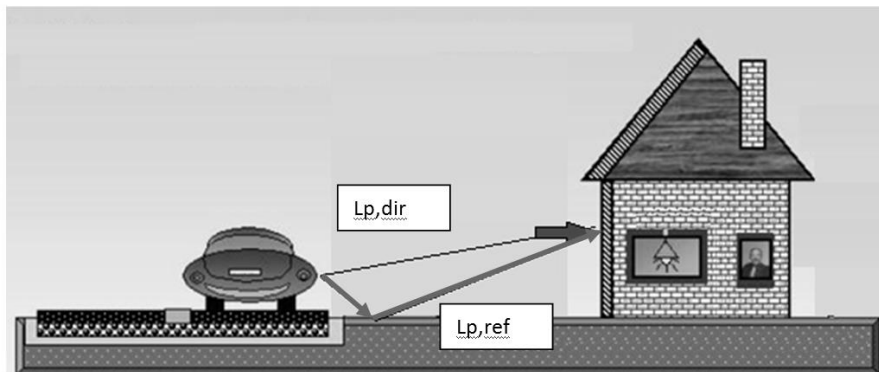


Fig. 4.2. Zgomotul produs de un vehicul

În figură $L_{p, dir}$ reprezintă unda acustică ce ajunge direct pe fațada clădirii; $L_{p, ref}$ reprezintă unda acustică reflectată.

Diminuarea poluării fonice realizată prin montarea de panouri fonoabsorbante este influențată de caracteristicile materialului absorbant și ale sunetului: grosime, rigiditate, masa pe unitatea de suprafață, pierderea de semnal și unghiul de incidență al sunetului. Această diminuare a poluării fonice poartă denumirea de izolare fonică R (Fig.4.3.).

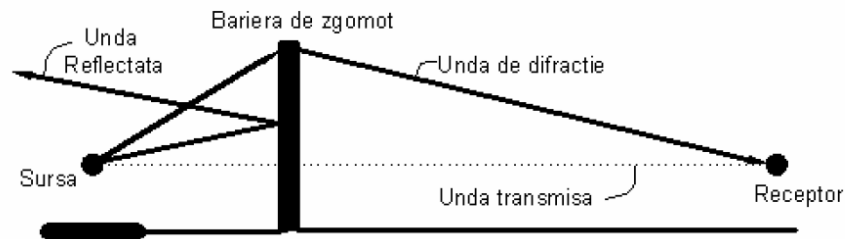


Fig.4.3. Fenomenul de transmitere a undelor [65]

Prin montarea de panouri fonoabsorbante se realizează o reducere a zgomotului de 5 până la 12 dB(A) [15], în mod excepțional ajungându-se la valori de peste 25-30 dB(A).

Coeficientul de absorbție are valori între 0,20-1,0 iar acesta se definește ca fiind raportul dintre energia absorbită și energia acustică. Formula pentru coeficientul de absorbție α este:

$$\alpha = \frac{W_a}{W_i} \quad (4.1)$$

unde W_a energia absorbită de către mediu, W_i energia acustică.

Absorbția acustică exprimă proprietatea unui material de a absorbi energia acustică și explică fenomenul de transformare a energiei acustice incidente în căldură.

Dimensiunile unui panou fonoabsorbant sunt cuprinse între: 2-4,5 m lungime, 1,8-4 m înălțime, iar grosimea în funcție de tipul de material. Un panou fonoabsorbant fabricat din oțel poate avea dimensiuni între 0,65-0,95 mm, pentru polycarbonat 8-12 mm; aluminiu 1,5-6,5 mm și beton 50-100 mm. Această grosime foarte mică a panourilor fonoabsorbante prezintă ca și avantaj posibilitatea de montare la marginea suprastructurii unui drum fără un impact negativ din punct de vedere al siguranței circulației.

În general, izolarea fonică R depinde de frecvența sunetului f (Hz) și de masa pe unitatea de suprafață, m (kg/m^2) după cum urmează:

$$R = 20 \log(m \times f) - 47, [\text{dB}] \quad (4.2.)$$

Materialele din care sunt realizate panourile fonoabsorbante au un rol definitoriu în comportamentul acustic, spre exemplu viteza de propagare a sunetului prin beton este de 3 800 m/s; iar prin oțel, de 5 100 m/s.

Un panou fonoabsorbant este supus pe lângă energia sunetului la fenomene precum vibrațiile și rezonanța care contribuie la pierderi de izolare fonică în domeniul de înaltă și joasă frecvență.

Frecvență critică (f_c) este definită ca frecvența la care începe să aibă loc pierderea de izolare fonică ce se calculează în funcție de viteza de propagare a sunetului în material. [59]

Un alt element acustic important este pierderea prin inserție a unui panou fonoabsorbant ce se calculează cu formula:

$$IL = 20 \log_{10} \left(\frac{p_g}{p_b} \right) [\text{dB}] \quad (4.3)$$

Unde p_g - reprezintă presiunea acustică în plan orizontal fără panouri fonoabsorbante;

p_b - reprezintă presiunea acustică măsurată în prezența panourilor fonoabsorbante.

Problema diminuării poluării fonice prin panouri fonoabsorbante este abordată și din unghiul integrării în peisaj a acestora, de diminuare a efectului de obturare a vederii, de a combina aspectul pentru necesitățile arhitecturale cu înalta tehnologie de fabricație. Firmele producătoare oferă o gamă variată de panouri ce respectă criteriile enumerate mai sus, pentru care principalul scop rămâne diminuarea poluării fonice.

a) Panourile fabricate din aluminiu și oțel pe lângă criteriul de durabilitate sunt ușor de montat și transportat. Dacă sunt realizate din strat dublu, spațiul dintre acestea două se umple cu vată minerală cu o grosime de 60 mm și cu densitate standard de 100 kg/m^3 , protejat de un strat impermeabil pentru a mări capacitatea de absorbție. Un avantaj al acestor tipuri de panouri este că materialele au o durată mai lungă de viață, iar oțelul poate fi reciclat în proporție de 100%. (Fig. 4.4.)

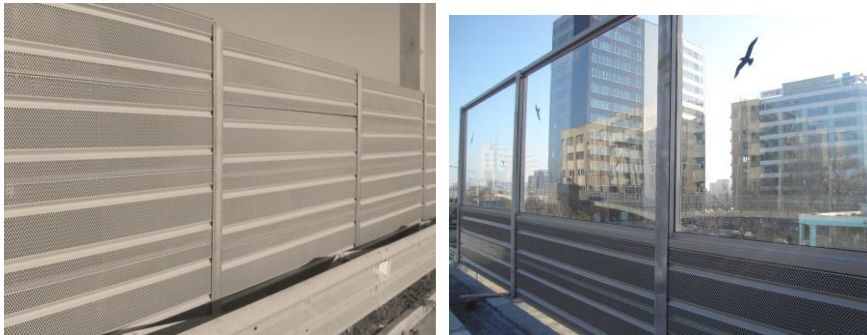


Fig.4.4. Panouri din oțel și panouri ușoare

b) Panourile fonoabsorbante ușoare, în general din plastic, au un comportament foarte bun la condițiile atmosferice extreme atât la temperaturi foarte scăzute cât și la temperaturi ridicate. În caz de incendii acestea nu permit propagarea focului datorită proprietăților ignifuge, având de asemenea o bună rezistență la impact fără să necesite întreținere. Toate aceste avantaje îndeplinesc condițiile de utilizare a panourilor fonoabsorbante din plastic pe poduri sau pasarele acolo unde încărcarea din elementele structurale auxiliare trebuie să fie cât mai mică. [59]

c) Panouri din beton - panourile fonoabsorbante fabricate din aluminiu, oțel, metacrilati și policarbonați sunt ușor de asamblat în comparație cu panourile din beton, iar reducerea zgomotului este semnificativă. Aspectul și calitatea panourilor de beton poate fi mărită prin asocierea cu plante agățătoare.



Fig.4.5. Panouri din beton și panouri compozite

d) Panouri compozite sunt acele panouri fonoabsorbante care combină diverse tipuri de materiale cu coeficienți de absorbție diferiți pentru a ajunge la un indice de izolare fonică ridicat. Un astfel de exemplu este amestecul de materialele precum așchiile de lemn cu beton, unde izolarea fonică la zgomotul aerian ajunge la valoarea de 30 dB și la un indice de absorbție acustică de 13 dB, datorită porozității și sâmburelui de beton cu rol de rezistență (Fig.4.5).

e) Panourile stradale fonoabsorbante din diverse materiale reprezintă diverse soluții alternative. Panourile verzi pot fi montate direct pe fațadele clădirilor sau la aceeași distanță ca un panou fonoabsorbant. O altă tehnică de diminuare a poluării fonice este montarea pe parapetii autostrăzii de jardiniere cu plante. (Fig.4.6)



Fig.4.6. Panouri verzi și jardiniere folosite pentru diminuarea zgomotului

Transformarea panourilor fonoabsorbante pentru captarea energiei solare conduce la o protecție mărită a mediului bazată pe integrarea panourilor fotovoltaice fără a diminua capacitatea de absorbție acustică(Fig.4.7.). [65]

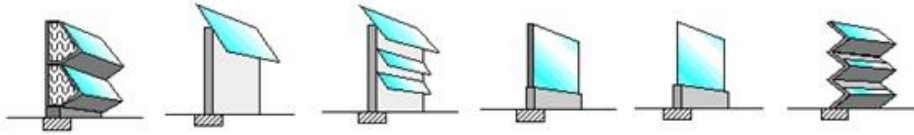


Fig.4.7. Panouri fonoabsorbante și fotovoltaice

4.2. Îmbrăcămiți rutiere

Zgomotul de contact pneumatic-carosabil este influențat simultan de caracteristicile pneurilor (tipul și starea lor) și de caracteristicile îmbrăcămiții. Combinarea suprafeței rutiere poroase cu pneuri silențioase poate favoriza o diminuare semnificativă a poluării fonice în cazul drumurilor naționale unde distanțele sunt foarte mari, iar costurile mari de montare a panourilor fonoabsorbante nu sunt justificate. Există diferite opțiuni pentru a dezvolta un drum silențios. Stratul de uzură folosit și respectarea condițiilor climatice sunt necesare în căutarea mijloacelor de reducere a zgomotului și în găsirea celor mai eficiente soluții.

Fenomenul vibrator se produce mai ales pe frecvențe joase, datorate impactului pneumatic de granulozitatea suprafeței îmbrăcămiții și se datorează de asemenea deformării zonei de contact pneumatic șosea și rupturii de aderență. [49]

Zgomotul generat este cu atât mai mare cu cât granulozitățile ce compun îmbrăcămițile sunt de dimensiuni mari.

Factorii care influențează zgomotul pneu/carosabil din punct de vedere al carosabilului sunt:

- tipul de material și proprietățile îmbrăcămiții,
- porozitatea,
- textura,
- vârsta stratului de uzură,
- grosimea,
- rezistența la rulare a pneurilor,
- declivitatea,
- gradul de rigiditate a suprafeței rutiere.

Tipul de material

Cercetările din domeniu au stabilit că îmbrăcămițile rutiere poroase formate din dublu strat reduc zgomotul în comparație cu îmbrăcămițile din beton de ciment sau cele din piatră fasonată. Măsurătorile au arătat că valorile reduse sunt cuprinse între 5-7 dB(A), dar, cu toate acestea, îmbrăcămițile poroase cât și altele tipuri de îmbrăcămiți ce oferă un grad ridicat de reducere a zgomotului se deteriorează mult mai repede decât îmbrăcămițile normale. Prin urmare, se fac încercări de a produce îmbrăcămiți rutiere care să producă un zgomot redus, a căror perioadă optimă de uzură să corespundă din punctul de vedere al raportului beneficiu-cost.

Prin studierea zgomotului produs la contactul pneu/carosabil s-a constatat o diferență de 17 dB între o suprafață "silențioasă" și o suprafață "zgomotoasă" și o diferență de 3-5 dB dintre cele mai bune și cele mai rele anvelope.

4.2.1. Influența texturii suprafeței de rulare pentru poluarea fonică

Textura suprafeței de rulare este cel mai important parametru atunci când vorbim de diminuarea poluării fonice, fiind studiat de asemenea pentru determinarea fenomenului de acvaplanare, a derapajului sau pentru stabilirea rugozității unei îmbrăcămînți rutiere.

Textura este determinată în funcție de λ și poate fi definită drept deviația texturii suprafeței reale față de o suprafață netedă într-un interval de lungime de undă λ dată [12].

O clasificare a suprafeței de rulare în funcție de dimensiunea λ este prezentată în cele ce urmează:

- microtextură: $\lambda < 0,5$ mm;
- macrotextură: $0,5$ mm $< \lambda < 50$ mm;
- megatextură: 50 mm $< \lambda < 500$ mm;
- neuniformitate: 500 mm $< \lambda$.

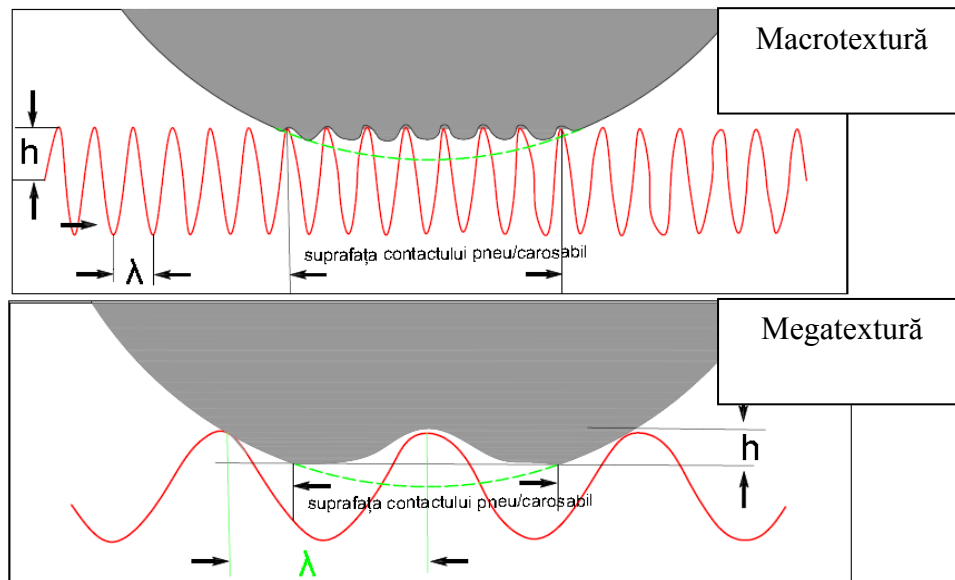


Fig.4.8. Intervalul de undă λ

Megatexturile și macrotexturile sunt cele mai utilizate datorită proprietăților de reducere a zgomotului în mediu și a rezistenței la rulare, aceasta din urmă fiind proporțională cu consumul de carburant și astfel cu emisiile de CO_2 (Fig.4.8).

Cele mai multe dintre suprafețele rutiere au fost proiectate cu eforturi substanțiale pentru a optimiza megatexturile și macrotexturile; unele folosind metode și materiale avansate pentru a ajunge la proprietăți de reducere a poluării fonice rutiere. La ora actuală cele mai silențioase suprafețe rutiere sunt suprafețele poroelastice.

4.2.2. Alte caracteristici ale unei îmbrăcăminți rutiere care influențează poluarea fonică

Vârsta

Suprafețele poroase sunt utilizate în procesul de diminuare a poluării fonice. Dezavantajul utilizării unor astfel de suprafețe este procesul de îmbătrânire rapidă prin uzură și tasarea porilor, o dată la 8 ani acest strat trebuie să fie schimbat. Dacă vorbim despre țările nordice, aspectele climatice diminuează capacitatea de absorbție fonică a stratului poros de la 8 ani la 2 ani. Țările cu un climat temperat continental, cum este cazul României, trebuie să schimbe stratul o dată la 3-4 ani. Prin procesul de îngheț-dezghet porii din stratul de uzură se distrug.

Gradul de rigiditate a suprafeței rutiere

O altă caracteristică importată în producerea zgomotului de contactul pneu/carosabil este gradul de rigiditate a suprafeței rutiere. Dacă partea carosabilă are un grad de duritate/rigiditate mai scăzut, deformarea anvelopelor va fi mult mai mică și astfel zgomotul produs va fi mai mic. [60]

Propuneri și discuții

Partea carosabilă realizată din îmbrăcăminți silențioase este o modalitate de diminuare a poluării fonice, mai ales în zonele centrale ale orașelor în care din punct de vedere arhitectural panourile fonoabsorbante nu se încadrează în peisaj, iar din punct de vedere istoric posibilitatea izolării fonice a clădirilor nu este o opțiune.

Înlocuirea îmbrăcăminților rutiere foarte zgomotoase, ca de exemplu străzile cu pavele din centrele orașelor, poate reprezenta o altă soluție a autorităților locale. Străzile pietruite cu îmbrăcăminți silențioase reprezintă mijloace de protecție acustică, folosirea lor rămâne pertinentă pentru viteze ridicate pe drumuri expres, drumuri naționale și autostrăzi. Totuși utilizarea îmbrăcăminților rutiere silențioase are o capacitate limitată de reducere a poluării fonice în cazul vitezelor sub 30-40 km/h, unde zgomotul motor este predominant.

Suprafața părții carosabile silențioasă este aceea care reduce zgomotul cu cel puțin 10 dB față de o îmbrăcămințe rutieră obișnuită. Așa cum am mai menționat, suprafețele poroase își pierd, cu timpul, proprietatea de absorbție datorată uzurii, cele silențioase nu ar trebui să piardă mai mult de 0,5 dB/an, iar durata de viață să fie de minim 8 ani. Reducerea zgomotului trebuie să aibă loc nu numai în spectrul de frecvențe situate în jurul 800-1000 Hz, ci în întreaga gamă de frecvențe 400-4000 Hz, cum este cazul suprafețelor de asfalt poroase. [49]

Măsurarea coeficientului de absorbție acustică permite evaluarea capacității de reducere a zgomotului unui drum, rezultatul depinzând în același timp de tipul îmbrăcăminții rutiere utilizate, dar și de modul în care s-a realizat și de specificitatea zonei.

Configurația zonei are influență asupra rezultatelor, de aceea într-un SIG pentru monitorizarea poluării fonice rutiere aceste date sunt esențiale.

4.2.3. Producerea zgomotului de contactul pneu/carosabil

Unul dintre primele cazuri abordate este zgomotul produs de vibrațiile anvelopei. Acestea sunt generate de contactul dintre suprafața drumului și striatiile benzii de rulare a anvelopei. Vibrațiile anvelopei produc zgomot în domeniul de frecvențe 300-1500 Hz dacă suprafața de rulare are o duritate mai mare și nivelul de zgomot este ridicat.

Rezonanța este generată de comportarea și de tensiunea aerului intrat în alveolele necomunicante de pe suprafața periferică a pneurilor. Acesta este un zgomot produs

în domeniul frecvențelor înalte. Fenomenul se diminuează atunci când îmbrăcămintea conține viduri (goluri) comunicante. [39] Efectul de pompare a aerului se descrie ca și un mecanism de rezonanță în conductă. Când cauciucul lovește suprafața drumului, aerul este presat între cavitățile dintre striatiile cauciucului și banda de rulare a suprafeței drumului. Acest efect de pompare a aerului generează zgomot la frecvențe de peste 1000 Hz, iar acestea se pot determina în funcție de lungimea canalului. Lungimea de undă va fi de două ori lungimea canalului, dacă acesta este deschis la ambele capete. În situația în care canalul este deschis doar la un capăt, atunci lungimea de undă va fi de patru ori lungimea canalului (Fig.4.9.). Dacă suprafața de rulare este deschisă sau poroasă presiunea aerului va fi mai mică, iar prin aceasta zgomotul este redus.



Fig.4.9. Profilul cauciucului

Un alt efect este rezonanța Helmholtz. Acest efect este similar cu zgomotul produs atunci când se suflă peste o sticlă deschisă. Volumul de aer intrat într-o cavitate va acționa ca un arc, ceea ce face posibil ca masa de aer să rezoneze la deschiderea cavității. Rezonanța Helmholtz descrie cel mai bine zgomotul produs de defecțiunile apărute pe suprafața de rulare. Un exemplu în acest caz este reprezentat în figura 4.10., cu câteva defecțiuni întâlnite pe tronsonul de drum DN 59.



Fig.4.10. a) Gropi, b) Fisuri și crăpături longitudinale, c) Fiațări

Efectul corn este zgomotul generat în jurul punctului de contact dintre pneu și suprafața drumului. Geometria anvelopei în combinație cu partea carosabilă creează un efect de corn, atât la intrarea cât și la ieșirea din zona de contact. Sunetul creat aproape de gâtul cornului va fi mărit. Studiile arată că, aceasta nu este doar o reorientare a energiei acustice, ci o amplificare reală a puterii acustice radiate. Dacă suprafața de rulare este poroasă cu o capacitate bună de absorbție va diminua și efectul corn. [63]

4.2.4. Propuneri pentru realizarea acostamentelor

Efectul de propagare a zgomotului rezultat din zgomotul motorului și zgomotul contact pneu/carosabil are două direcții: zgomotul direct ce ajunge pe fațada unei clădiri și zgomotul indirect, zgomotul reflectat produs de vehicul, ce ajunge pe partea carosabilă și apoi se reflectă pe fațadă. Dacă suprafața pe care ajunge unda acustică este poroasă, zgomotul poate fi atenuat încă din faza de emisie a sunetului reflectat. În figura 4.11. se poate observa acostamentul din localitatea Jebel, de pe tronsonul de drum DN 59 studiat, fără proprietăți de atenuare. Soluția propusă este înlocuirea acostamentelor din balast sau nisip cu îmbrăcămiști rutiere poroase, iar lățimea acestora să fie de dimensiune minimă de 1 m.



Fig.4.11. Exemplu de acostament pe DN 59 în localitatea Jebel

Astfel pe suprafața de acostament cu asfalt poros, energia sunetului poate fi absorbită parțial din cauza porozității. Această soluție este agreată și din punct de vedere al protecției de particulele fine de praf, iar efectul corn și reflectarea undelor acustice în calea de propagare sunt atenuate în acest fel. Absorbția sunetului este eficientă pentru reducerea nivelului de zgomot pneu-drum în domeniul de frecvențe între 800 Hz și 1600 Hz pe straturi de asfalt poroase. [47]

4.2.5. Noi tendințe de îmbrăcămiști rutiere

Ultima inovație care are potențialul de a satisface nevoia de îmbrăcămiște silențioasă este suprafața drumului poroelastică (PERS). Aceasta conține o mare cantitate procentuală de particule de cauciuc amestecate cu un agregat dur (piatră și nisip), iar legătura dintre aceste elemente se realizează cu un compus de poliuretan.



Fig.4.12. Imagine cu textura materialului PERS [56]

Compoziția materialului este: liant poliuretanic, agregat moale din granule de cauciuc, agregat dur, nisip și pietre mici care trebuie să respecte un dozaj ca proporția dintre agregatele moi și dure (cauciuc versus pietre nisip +) în intervalul de 15-30% față de 70-85% în greutate. Acesta este un conținut de cauciuc de 10-20 de ori mai mare decât cea a familiei de îmbrăcăminte rutieră numită "cauciuc asfalt" sau "asfalt cauciucat.

Compoziția granulometrică a agregatului este de așa natură încât se ajunge la un conținut de goluri de aer de 25-35%. Dimensiunea maximă a agregatului de cauciuc este aproximativ 4 mm (Fig.4.13). [57]



Fig.4.13. Sector de testare în Danemarca și Belgia [95]

S-a constatat că PERS a produs o reducere a zgomotului de 9-10 dB în comparație cu un asfalt dens cu dimensiunea totală maximă de 12 mm. Spectrele de frecvență au arătat că reducerea zgomotului a fost semnificativ ridicat în intervalul 1000-2000 Hz.

4.2.6. Avantajele suprafețelor poroelastice față de mediu





În plus față de caracteristicile acustice excepționale, PERS rezolvă și o serie de alte probleme de mediu. Se folosește o mare cantitatea de cauciuc pentru îmbrăcămintile poroelastice provenit în mare parte din anvelope reciclate. Deoarece

conținutul de cauciuc este relativ mare, în jur de 40% în volum, înseamnă că atunci când acest produs va fi aplicat pe drum va consuma cantități substanțiale de anvelope reciclate. Acest lucru poate ajuta la rezolvarea unui aspect îngrijorător: stocarea de durată și întrebuințarea pneurilor uzate.

Rezistența la rulare nu trebuie să fie substanțial mai mare decât cea a unei îmbrăcăminți porose turnate în dublu strat (pentru a evita un consum excesiv de energie și emisiile de CO₂).

În Melbourne, Australia, a început în anul 2013 un studiu cu privire la reducerea zgomotului prin utilizarea asfaltului rutier silențios. Probele utilizate reprezintă 7 straturi diferite de suprafețe asfaltice ce vor fi urmărite pe o perioadă de 5 ani. OGA (Open Graded Asphalt) este tipul de asfalt poros care prin procesul de uzură în timp ajunge la aceleași caracteristici cu ale unui asfalt dens/DGA (Dens Graded Asphalt). Atunci când aceste tipuri de asfalt de tipul OGA sunt turnate în dublu strat, ele își păstrează proprietățile de reducere a zgomotului. Se constată o diferență de 3 dB(A) dintre DGA și OGA a se vedea Tabelul 4.1.

Tabelul 4.1.

Tipul de îmbrăcămințe		Volumul de goluri	Reducerea poluării
Densă(beton de ciment)		0 ... 7 %	0 - 2 dB
Semidensă (DGA)		7 ... 12 %	2 - 4 dB
Semiporoasă(mixturi asfaltice)		12 ... 18 %	4 - 6 dB
Poroasă(mixturi asfaltice drenante sau mixturi poroelastice)		> 18 %	>6 dB

Studiilor continue cu privire la îmbrăcămințile rutiere care să ofere un nivel de zgomot redus sunt necesare pentru a oferi alternativă la panourile fonoabsorbante, dispuse pe suprafețe mari, în care peisajele să nu fie obturate sau unde barierele de zgomot nu pot fi instalate, cum ar fi de-a lungul străzilor unui oraș.

Îmbrăcămințile rutiere silențioase sunt mai scumpe, iar costurile de întreținere sunt mai ridicate decât pentru o suprafață de drum convențională. Pe lângă procesul costisitor de realizare a drumurilor, un alt aspect negativ este că stratul de uzură cu proprietăți de absorbție a zgomotului are o durată de viață mult mai scurtă.

Dezvoltarea îmbrăcăminților rutiere utilizate pentru diminuarea poluării fonice necesită studierea în continuare din punct de vedere al durabilității și stabilității. Mixturile utilizate la ora actuală au în componență polimeri - cauciuc, iar impactul asupra mediului este atât prin procesul de reciclare a anvelopelor, cât și prin

procesul de diminuare a zgomotului. Dacă luăm în considerare toate costurile necesare pentru diminuarea poluării fonice, cum ar fi montarea de panouri fonoabsorbante sau izolarea fațadelor, putem spune că utilizarea îmbrăcăminților silențioase, deși sunt mai scumpe ca procedură de realizare și materiale utilizate este mai ieftină ca măsură de diminuare a poluării fonice. [102]

4.3. Izolarea fonică a construcțiilor

Toate materialele de construcții au capacități absorbante, dar nevoia de izolare fonică conduce la realizarea unui confort acustic sporit, ca parte integrantă a calității globale a unei locuințe. Pentru a crește standardele acestui confort au fost create materiale speciale cu proprietăți de izolare fonică cum ar fi: vata minerală, pluta, argila expandată, poliuretanul expandat, materiale din lemn și deșeuri de lemn etc. Posibilitatea de a instala ferestre izolate fonic în fiecare casă este evaluată având în vedere perturbarea sonoră înregistrată în fiecare locuință și gradul real de izolare fonică a clădirii. [68]

Izolarea fonică se măsoară în funcție de indicele "Rw" care este proprietatea cea mai importantă a unui material de construcție fonoabsorbant.

Indicele de izolare fonică (Rw) a unui material, depinde în afara caracteristicilor sale fizice (masa pe unitatea de suprafață) și de frecvența sunetului incident. Pentru o clasificare a materialelor de construcții în funcție de proprietățile de izolare fonică, cunoașterea indicelui Rw în raport cu banda de frecvență este esențială. Interesul este pentru Rw cu frecvențe ale sunetului cuprinse între 125 Hz și 4000 Hz. [92]

Tabel 4.2. Tipul de material (beton) și diferențele de masă pe unitatea de suprafață

700 kg/m ²	Beton armat 30 cm
600 kg/m ²	Beton armat 26 cm
500 kg/m ²	Beton armat 22 cm
400 kg/m ²	Beton armat 17 cm
300 kg/m ²	Beton armat 13 cm

Indicele de izolare la zgomot aerian R'w se poate determina orientativ, cu relația:

$$R'w = Rw - c \text{ [dB]}$$

în care: Rw reprezintă indicele de izolare la zgomot aerian al elementului de închidere, fără aportul transmisiei prin căi colaterale, în dB;

c - corecție care estimează diminuarea capacității de izolare la zgomotul aerian datorită transmisiei zgomotului prin căi colaterale.

4.3.1. Materiale sustenabile

Stuful și paiele — Datorită însușirilor sale fizice, stuful reprezintă un material de construcție sustenabil, ideal, ușor, dar în același timp stabil. Materiale fibroase, acestea diferă de materialele poroase, prezentând din punct de vedere al aspectului fibre cu o lungime a cavității considerabilă. Ele sunt bune pentru o absorbție a frecvențelor joase. Aerul din și dintre firele de stuf asigură izolația fonică. În combinație cu alte materiale de construcție cum ar fi lutul, lemnul, argila sau varul indicele de izolare fonică crește.

Bumbacul are caracteristici fonoabsorbante asemănătoare cu vata minerală și vata de sticlă, inul, cânepa, lâna fiind materiale sustenabile eficiente pentru absorbția sunetelor din domeniul de înaltă frecvență. [3]
 Aceste materiale au fost aprobate din anul 2003 ca materiale de construcții în Uniunea Europeană și de atunci sunt utilizate și studiate în toate țările membre.

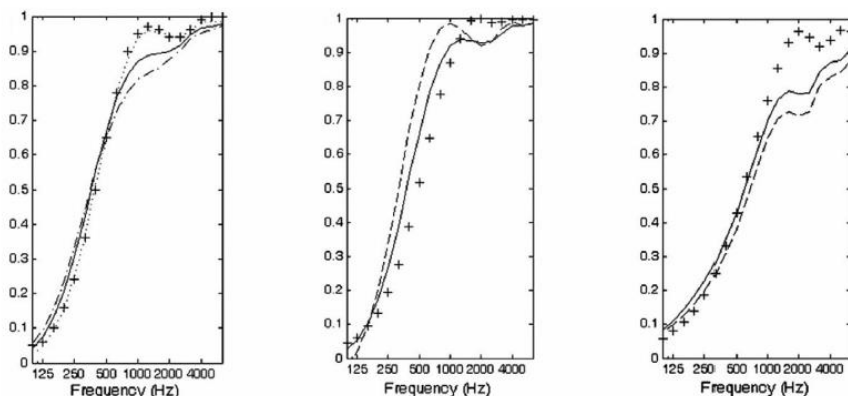


Fig. 4.14. Coeficientul de absorbție pentru bumbac, in și cânepă [3]

Materiale care nu sunt izolatoare fonice

Polistirenul are masa pe unitatea de suprafață foarte mică, este rigid, iar fenomenul de rezonanță apare foarte repede. Aplicarea polistirenului pe fațadele clădirilor reduce indicele de izolare fonică cu până la 10 dB. Aceleași caracteristici le au și spumele poliuretanică rigide.

4.3.2. Izolarea fonică a clădirilor cu referire la municipiul Timișoara

Locuințele noi cu destinația de spațiu locativ trebuie să fie amplasate la distanță de partea carosabilă, astfel ca limita admisă de zgomot să fie respectată. Această limită trebuie să asigure o valoare 50 dB(A) la 2 m față de fațada clădirii. Normativa amintită în capitolul 3 poate fi respectată în cazul construcțiilor noi realizate în cartiere de locuit unde traficul nu este mare. În cazul imobilelor recent construite în apropiere de artere cu trafic intens se impune o anvelopare acustică pentru a diminua nivelul de zgomot din interiorul clădirii.

Fațadele inteligente ale clădirilor trebuie să îndeplinească mai multe condiții pentru a se subscrie criteriilor de durabilitate și de protecția a mediului. Elementul esențial al acestei condiționări este aceea de izolare fonică. Utilizarea ferestrelor dublu strat așa cum este prezentată în figura de mai jos, contribuie la reducerea zgomotului cu până la 8-10 dB. Acest tip de fereastră respectă condițiile de iluminat și ventilație obligatorii în procesul de construire a unei clădiri. Particularitatea acestor tipuri de ferestre constă în golul de aer dintre cele două straturi de sticlă ce are rolul de tampon, contribuind la reducerea zgomotului.

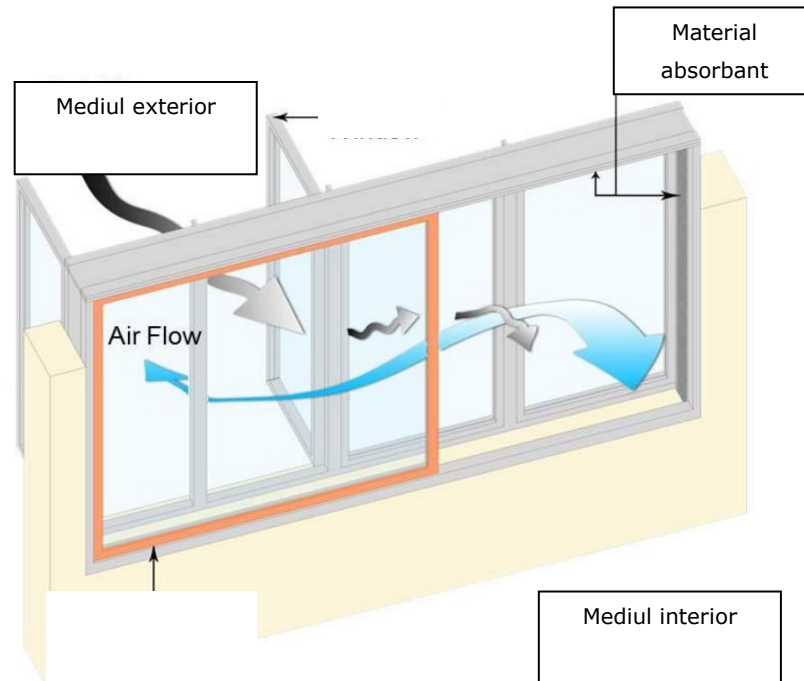


Fig. 4.15. Schema unei ferestre cu rol de diminuare a zgomotului [68]

Spațiile verzi în zonele de locuit sunt o altă măsură care contribuie cu succes la absorbția zgomotului, fiind inclusă și în proiectul de urbanism. În zone din Timișoara precum Steaua, Dacia, Matei Basarab spațiul verde este reprezentat de Ligustrum Ovalifolium, arbuști cu flori, conifere, plante perene sau anuale cu un real efect privind diminuarea poluării fonice. Pe plan internațional s-a adus în discuție ideea de montare de bio-bariere (green walls) fonoabsorbante, dar cele mai noi metode sunt acelea de pereți verzi montați pe fațadele clădirilor.



Fig.4.16. Pereți verzi montați pe fațadele clădirilor [4]

Acești pereți verzi au capacitatea de absorbție a zgomotului cu până la 15 dB, dar dezavantajul serios al acestora în cazul Timișoarei este climatul temperat

continental al regiunii. Stratul vegetal trebuie ales cu grijă pentru ca plantele să reziste temperaturilor scăzute. Pereții verzi montați pe fațadele clădirilor pe lângă reducerea zgomotului prezintă și următoarele avantaje:

- sunt folosiți ca strat de protecție împotriva intemperiilor asupra zidurilor clădirilor;
- reprezintă un filtru natural pentru impuritățile din aer;
- nu trebuie modificată structura construcției;
- stratul vegetal contribuie la reducerea amprentei de carbon a clădirii.

Timișoara face parte dintr-un program mai amplu de revitalizare a cartierelor de blocuri construite în timpul regimului comunist. Această idee a devenit un fel de leitmotiv al orașelor din Europa de Est, inclusiv pentru orașul de pe Bega, [54] iar prin utilizarea pereților verzi de izolare fonică acest scop poate fi atins.

Hărțile de zgomot își dovedesc astfel importanța la nivel decizional atunci când se adoptă soluții și se delimitează zonele ce necesită intervenții de diminuare a zgomotului. Ca și exemplificare am folosit hărțile efectuate la nivelul anului 2012, în care beneficiar a fost primăria Timișoarei (Fig.4.17). Activitatea de monitorizare și gestionare cu ajutorul Sistemului Informatic Geografic a hărților strategice de zgomot reprezintă un instrument în eficientizarea protecției mediului.

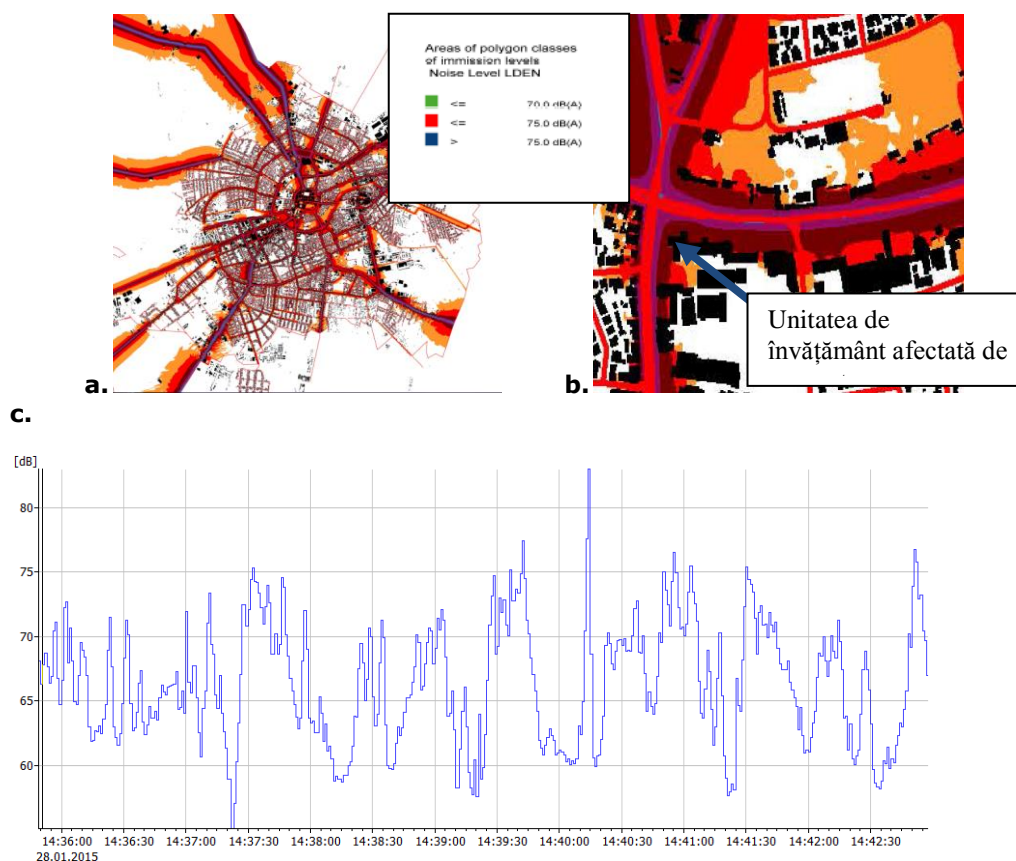


Fig. 4.17.a. Harta de zgomot a Timișoarei ziua [100], b. Zona de interes din Timișoara, c. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq în apropiere de unitatea de învățământ

Soluții pentru fațada clădirii Facultății de Electrotehnică a Politehnicii Timișoara, ca urmare a interpretării hărții de zgomot din 2012.

Pe fațada clădirii instituției de învățământ, poluarea fonică ajunge la un nivel mult peste limita admisă de legislația în vigoare. Nivelul de zgomot echivalent dB(A) în exteriorul clădirii protejate trebuie să fie de 55 dB(A).

Ca tendință de viitor în conformitate cu studiile din domeniu am ales o variantă de fațadă ce poate fi ușor încadrată în aspectul orașului, cu rol estetic și curativ.



Fig.4.18.a. Situația actuală, b. Situație propusă

Încadrarea în contextul de dezvoltare durabilă a soluțiilor noi propuse pe baza hărților de zgomot și respectând Planul Urbanistic General a condus la ideea de reabilitare având impactul cel mai mic asupra mediului.

4.4. Concluzii

În acest capitol am analizat elementele din domeniul construcțiilor cu rol în diminuarea zgomotului. Panourile fonoabsorbante, îmbrăcămințile rutiere și izolarea fonică a clădirilor sunt tratate separat în subcapitole. Pe plan internațional fiecare dintre aceste elemente fac obiectul unor studii ample asupra impactului fonic. Introducerea acestor elemente într-o bază de date pentru a crea un Sistem Informatic Geografic de monitorizare a poluării fonice contribuie la modelarea acustică cu mult mai mulți factori ce conduc la o precizie ridicată.

CAPITOLUL 5. CONTRIBUȚII LA MONITORIZAREA POLUĂRII FONICE ÎN CONSTRUCȚII ȘI GESTIONAREA DATELOR PRELIMINARE ÎNTR-UN SISTEM INFORMATIC GEOGRAFIC

Studiul aplicativ prezintă un Sistem Informatic Geografic realizat în programul MapSys, care are drept scop monitorizarea poluării fonice. Dezvoltat și implementat de firma GEOTOP, programul MapSys este un util instrument în realizarea și gestionarea SIG, în colectarea datelor preliminare și analiza lor în vederea realizării unei hărți de zgomot. Programul permite utilizarea hărților și fotogramelor Google Maps, Yahoo Maps, Bing Maps și alte hărți online.[84] Pe baza acestui Sistem Informatic se realizează hărțile strategice de zgomot.

Pentru identificarea noilor elemente ce le-am introdus în baza de date din SIG am aplicat teoria prezentată în cele 4 capitole anterioare. Sistemul Informatic Geografic realizat în anul 2012 a colectat datele necesare generării hărților de zgomot pe drumurile naționale – Lot 2. Pentru fiecare element introdus în baza de date se efectuează un studiu complex, exemplul cel mai concludent fiind considerat cel pentru trafic. Informațiile culese pentru baza de date sunt cu caracter permanent, care nu își modifică parametrii în timp, dar și cu caracter temporar sau provizoriu. Elementele geografice, forma terenului sunt date cu caracter permanent, iar cele provizorii sunt considerate fluxul traficului sau viteza de deplasare a vehiculelor.

5.1. Date generale privind amplasamentul zonei studiate

Drumul DN 59 este important deoarece face legătura între Timișoara, cel mai mare oraș din vestul țării și Moravița, punctul de trecere a frontierei cu Serbia. Studiul de caz pentru cercetarea doctorală l-am efectuat pe acest tronson de drum pornind de la Km 14+230 din localitatea Șag, unde circulația se desfășoară pe 4 benzi de circulație și l-am finalizat la Km 36+150, la ieșirea din localitatea Voiteg, unde se intersectează drumul național DN 59 cu drumul național DN 58B ce merge spre direcția Reșița (Fig.5.1.).

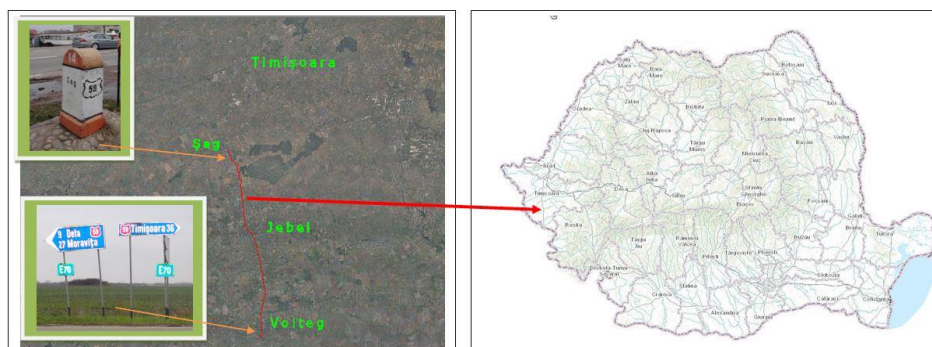


Fig.5.1. Încadrarea în teritoriu a zonei studiate

Zona studiată se află la o distanță de 500 m față de axa drumului și de o parte și de cealaltă. Metoda CNOSSOS-EU precizează faptul că pentru traficul rutier este suficient a se studia propagarea zgomotului pe o distanță de 350 m. Pe lungimea traseului de 21,92 km se ridică construcțiile și elementele terenului. Detaliile planimetrice care formează conținutul hărților digitale le-am determinat și raportat în sistemul de coordonate al planului de proiecție Stereografic 1970.

Rețeaua Geodezică de sprijin care delimitează zona de interes este de fapt o rețea de îndesire a Rețelei Geodezice Naționale Spațiale și se creează prin observații GNSS statice, pe baza a cel puțin trei stații incluse în serviciul ROMPOS.

Pe sectorul de drum menționat au fost plantate și determinate 11 borne de tip FENO, asigurându-se o densitate de 1 pct./2 km tronson de drum (Fig.5.2.). Bornele rețelei de îndesire au fost amplasate în vecinătatea bornelor kilometrice care se află pe partea dreaptă a sensului de mers, de la km 14+230 până la km 36+ 150.

Coordonatele determinate la începutul proiectului, în anul 2012, au fost calculate folosind măsurători statice cu ajutorul tehnologiilor GNSS, transformate în coordonate Stereografice 1970 la planul de referință Marea Neagră 1970. Pentru a compara corectitudinea acestora am refăcut rețeaua geodezică a punctelor pe baza bornelor FENO montate de CNADNR.

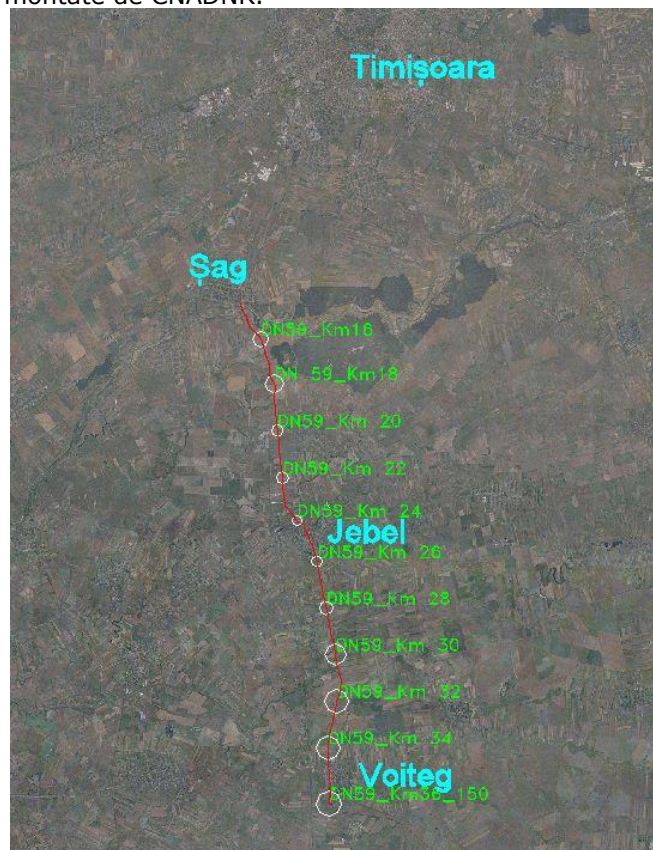


Fig.5.2.Rețeaua geodezică

Pentru determinările efectuate în anul 2015 am respectat aceleași condiții de măsurare în vederea determinării eventualelor erori. Am constatat că toate cele 11

borne FENO montate prezentau o stare foarte bună, așa cum se poate vedea în imaginile următoare (Figura 5.3.)



Figura 5.3. Borne FENO de pe tronsonul de drum DN 59

Borna kilometrică de la km 34 este deteriorată ca urmare a unui accident rutier, dar nu a avut niciun impact asupra bornei feno. Am verificat acest lucru prin măsurători, iar diferențele sunt de 5 cm pe axa X și 2 cm pe axa Y, ce se încadrează în toleranțele de determinare în plan (Fig.5.4.).



Fig.5.4. Borne FENO de pe tronsonul de drum DN 59

Ridicarea în teren a detaliilor planimetrice pentru realizarea hărților de zgomot trebuie să asigure o precizie de determinare în plan de ± 7 cm. Măsurătorile realizate cu tehnologia GNSS pentru rețeaua geodezică locală a drumului național DN 59 sunt avantajoase pentru că nici distanța și nici vizibilitatea dintre puncte nu reprezintă o problemă. În plus prin efectuarea acestor tipuri de măsurători traficul nu este perturbat.

Cât despre poziționare, zona studiate se află în Câmpia de Vest a României, iar singurele cerințele pentru ca măsurătorile să fie corecte sunt ca orizontul să fie liber spre cer de la o elevație de 15° în sus, cu un câmp vizual spre 4 sau mai mulți sateliți pentru a nu fi obstrucționat. Toate aceste condiții au fost respectate, iar rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 5.1. și 5.2.

Tabelul 5.1 Coordonatele bornelor geodezice 2012

Denumirea punctului materializat prin bornă FENO	X(m)	Y(m)	Z(m)
DN59_KM16	466496.816	202897.348	86.927
DN59_KM18	464617.264	203471.794	86.504
DN59_KM20	462635.455	203599.893	86.155
DN59_KM22	460647.388	203805.619	86.529
DN59_KM24	458847.834	204423.344	85.949
DN59_KM26	457114.478	205270.906	85.533
DN59_KM28	455148.192	205659.559	84.112
DN59_KM30	453186.647	206049.61	84.733
DN59_KM32	451233.749	206100.229	86.642
DN59_KM34	449268.936	205722.651	86.292
DN59_KM36_150	446911.324	205777.738	86.68

Bornele FENO au fost montate în apropierea bornelor kilometrice, astfel identificarea lor s-a putut realiza cu ușurință.

Tabelul 5.2. Coordonatele bornelor geodezice determinate în anul 2015

Denumirea punctului materializat prin bornă FENO	X(m)	Y(m)	Z(m)
DN59_KM16	466496.7650	202897.2862	87.1059
DN59_KM18	464617.2986	203471.7968	86.4916
DN59_KM20	462635.4710	203599.8868	86.1569
DN59_KM22	460647.3996	203805.6366	86.5087
DN59_KM24	458847.8384	204423.3898	85.9980
DN59_KM26	457114.4938	205270.9509	85.5645
DN59_KM28	455148.1835	205659.5777	84.1996
DN59_KM30	453186.6192	206049.6123	84.7271
DN59_KM32	451233.7259	206100.2334	86.7763
DN59_KM34	449268.9823	205722.6750	86.5455
DN59_KM36_150	446911.4761	205777.7597	86.1780

Așa cum am stabilit pentru realizarea hărților de zgomot trebuie să se asigure o precizie de determinare în plan de ± 7 cm.

Din datele culese pe teren, am generat curbe de nivel, prin interpolare urmărind a se respecta echidistanța de cel puțin 1 m. Curbele de nivel aflate la o echidistanță mică sunt necesare pentru redarea cât mai fidelă a terenului, ce are rol în modelarea și propagarea sunetului.

Zona de propagare a zgomotului diferă în funcție de forma de relief străbătută de drum. La câmpie relieful nu este o piedică în fenomenul de propagare a zgomotului.

Bazele de date care servesc Sistemul de Informații Geografic specific poluării fonice trebuie să conțină toate elementele necesare îmbinării domeniului transporturilor cu cel al poluării fonice. Informațiile obținute prin SIG împreună cu cele rezultate din programele de calcul pentru cartarea zgomotului determină o monitorizare și o evaluare mai eficientă și mai precisă a impactului zgomotului asupra mediului și a sănătății populației.

5.2. Ridicarea topografică a elementelor din SIG

Baza de date cu informații geografice destinată creării hărților strategice de zgomot constituite un ansamblu de straturi (layere) numite, Geo-Files. Acestea sunt create pentru fiecare element important în modelarea zgomotului din aria adiacentă drumului național DN 59 (Fig.5.5.). Sistemul Informatic Geografic realizat cu ajutorul programului MapSys este ușor de gestionat, actualizat și modificat, dar informațiile trebuie salvate ca fișiere accesibile și de alte aplicații ce se ocupă cu SIG.

Geo-File-urile vor conține informații despre:

Teren;
Drum;
Clădiri;
Trafic;
Panouri fonoabsorbante/fonorelectorizante;
Atenuare la sol.

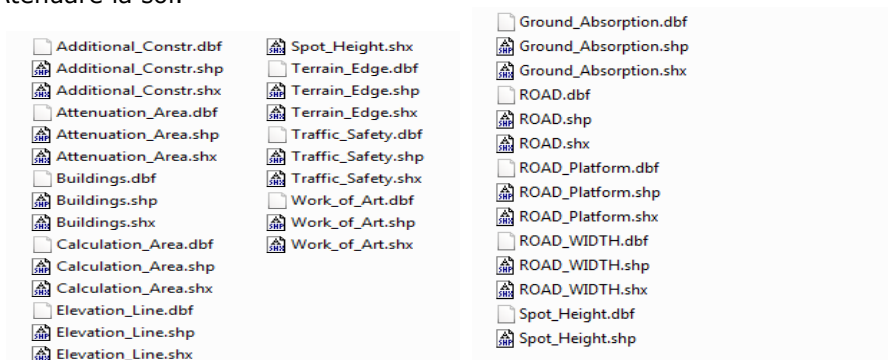


Fig.5.5. . Elementele bazei de date [31]

Teren

Elementele incluse în baza de date sunt: caroiagele geometrice, punctele de sprijin planimetrice, reperele de nivelment, punctele de stație, punctele radiate și alte puncte de detaliu.

La fiecare curbă de nivel vor fi atașate texte descriptive, conținând valoarea cotei acestora. Marcarea curbelor de nivel este esențială pentru realizarea modelului digital al terenului (Fig.5.6.).

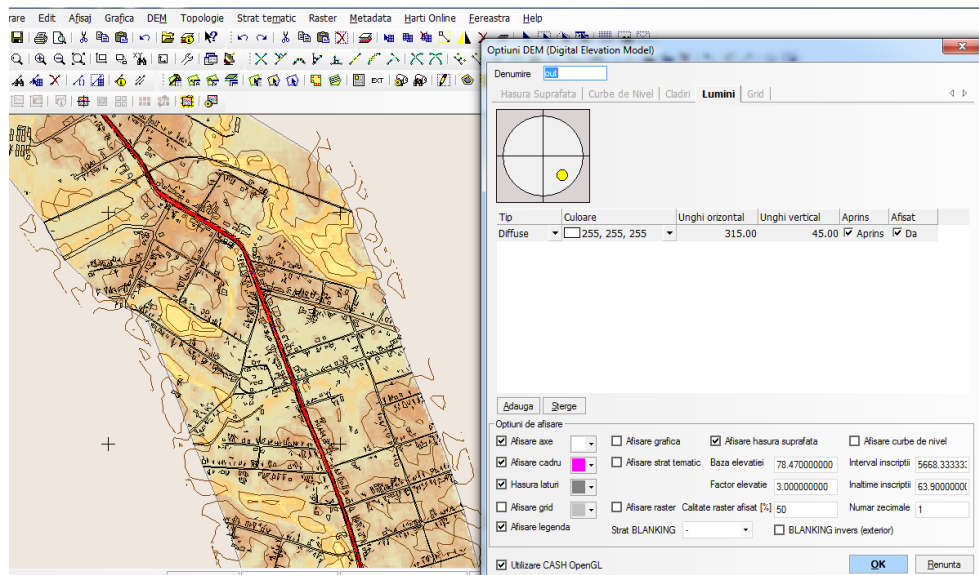


Fig.5.6. Modelul digital al terenului

Detaliile hărții digitale se raportează prin coordonate, folosind semnele convenționale pentru scara 1:2000, în care sunt trecute toate datele de pe teren introdus în SIG (Fig.5.7.).

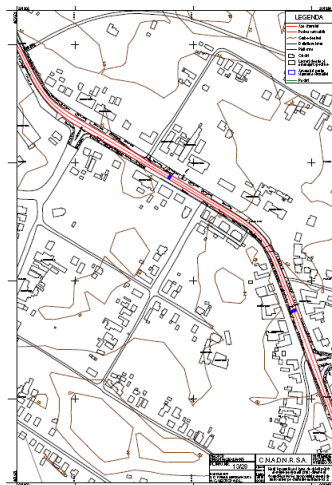


Fig.5.7. Hartă topografică realizată cu ajutorul Sistemului Informatic Geografic

Drum — Axa drumului, kilometraj, parte carosabilă, platformă, lucrări de artă, amenajări specifice.

Datele despre trafic sunt trecute ca date despre siguranța circulației prin materializarea și poziționarea geografică a acestora (trecuri de pietoni, poziționarea indicatoarelor cu limitările de viteză și a indicatoarelor de la intrarea sau ieșirea dintr-o localitate)

Clădirile conțin în baza de date informații despre suprafața la sol, înălțimea, numărul de etaje, destinația clădirii — rezidențială sau industrială (Fig.5.8.),

estimarea numărului de locuințe, estimarea numărului de locuitori. Am considerat important a introduce în baza de date *clădiri*, destinațiile precise pentru a putea identifica mai ușor clădirile sensibile sau punctele negre așa cum sunt menționate în metodologia CNOSSOS-EU.

Tot în această metodă comună de evaluare a zgomotului în Europa, este specificată necesitatea realizării de hărți de zgomot pentru zonele rezidențiale. De asemenea se impune reprezentarea în hărțile strategice de zgomot a informațiilor cu privire la școli și spitale, urmând ca acestea să fie raportate la Comisia Europeană. Școlile sau alte instituții de învățământ, spitale, sanatorii, biblioteci sunt clădiri sensibile ca urmare a activităților ce se desfășoară în acestea și de aceea informațiile deși nu au fost obligatorii, acestea devin în procesul de raportare din 2017, data de intrare în vigoare a CNOSSOS-EU, iar ele trebuie monitorizate de pe acum.

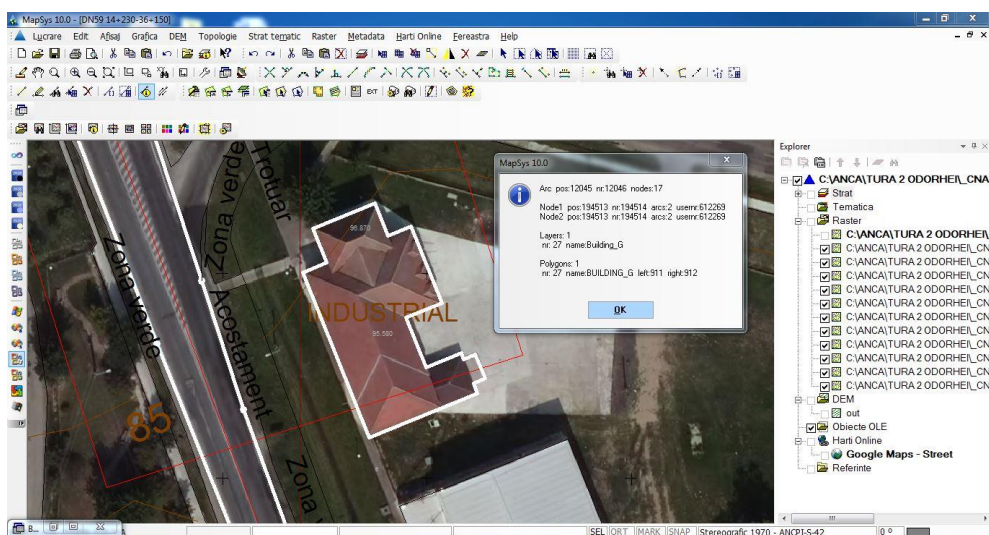


Fig.5.8. Amprenta la sol a unei clădiri și destinația acesteia

Organizația Mondială a Sănătății împreună cu cercetătorii de renume avertizează cu privire la efectele pe care le au zgomotele asupra dezvoltării copiilor. Prin expunerea acestora la poluare fonică, performanțele lor cognitive sunt afectate putându-se provoca deficiențe emoționale; iar OMS a scos la iveală prin studiile sale efectele negative asupra tensiunii arteriale și a secreției de hormoni catecolamine, responsabili cu reglarea rezistenței la infecții, a substanțelor antigenice și a stărilor de stres.

Am considerat important să introduc în baza de date a clădirilor imobilele considerate ca fiind anexe gospodărești. Acestea au rol în efectul de modelare acustică, dar nu și din punct de vedere al expunerii populației la poluarea fonică.

Un cvartal din localitatea Jebel a fost luat drept eșantion, pentru care am efectuat inventarierea clădirilor, am stabilit destinația fiecăreia și dacă acestea beneficiază de măsuri de diminuare a poluării fonice. Materializarea acestor date am evidențiat-o în subcapitolul "Harta de zgomot și situația izolării clădirilor", unde am efectuat și o comparație între situația clădirilor și harta de zgomot.

Panouri fonoabsorbante/fonorelectorizante

Baza de date trebuie completată cu detalii despre panourile fonoabsorbante introduse în SIG. Aceste caracteristici ale unui panou au fost descrise în capitolul 4, iar cele mai importante sunt: coordonatele rectangulare XYZ ale panoului fonoabsorbant, materialul din care este realizat panoul fonoabsorbant, grosimea, lungimea și înălțimea, caracteristicile fonoabsorbante. Dimensiunea minimă a unui panou fonoabsorbant era de 2 m, dar cu noua metodologie CNOSSOS-EU panourile fonoabsorbante vor avea dimensiuni mai mici de 2 m, iar modelarea acustică realizându-se fără probleme.

Atenuarea la sol

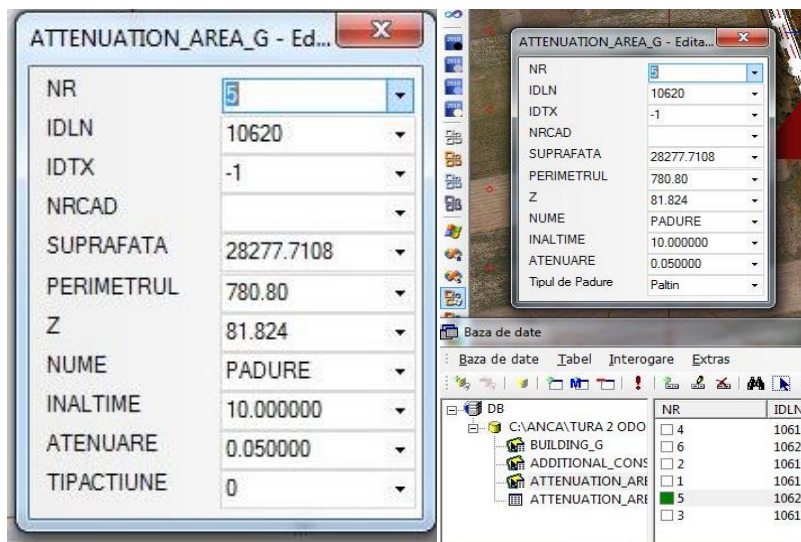
Atenuarea la sol presupune evidențierea zonelor de absorbție a zgomotului: absorbant sau reflectant spre exemplu tabelul nr 5.3. Actualizarea elementelor absorbante cu noi informații cu impact asupra poluării fonice trebuie realizată pentru a ajunge la o modelare cât mai realistă. Atenuarea la sol se realizează cu ierburi înalte, păduri sau culturi agricole. Pe tronsonul de drum studiat, în apropierea de localitatea Șag se află un trup de pădure cu rol absorbant. Actualizarea bazei de date am realizat-o prin introducerea tipului de pădure (Fig. 5.9).

Tabelul 5.3.

Denumire Geo-File: Attenuation_Area

Fisier import / reprezentare CAD: "sectordrum.dxf"

Denumire strat	Tip entitate	Cod cul.	Semnificatie
<i>Attenuation Area_G</i>	Polilinie inchisa	11	<i>Reprezentare zona atenuare zgomot</i>
<i>Attenuation Area_T</i>	Text	11	<i>informatii text asociate zona atenuare (Sol absorbant (1), sol reflectant (0))</i>



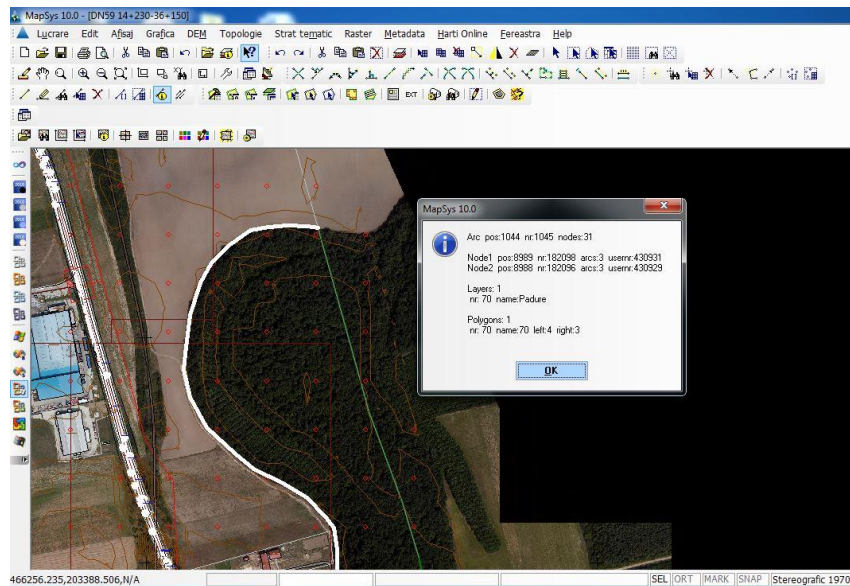


Fig.5.9. Descrierea elementelor vegetale absorbante

De exemplu, în cazul în care există mai multe rânduri de copaci plantați suficient de aproape unul de celalalt, se înregistrează o atenuare de cel puțin 2 dB la 20 m în profunzimea pădurii.

Tabelul 5.4.

Tipul de vegetație		Arbori pe n rânduri cu coroane întrepătrunse cu arboret și arbuști plantați între tulpini (n=1,2,3,)	Arbori pe n rânduri cu coroane neîntrepătrunse (n=1,2,3,)
Valoarea curbei Czv pentru plantații de conifere		1.4+0,4 (n-1) 1,4 1,8 2,2	1,25+0,25(n-1) 1,25 1,5 1.75
Valoarea curbei Czv pentru plantații de foioase	iarnă	1.1+0,1 (n-1) 1,1 1,2 1,3	1.1+0,1 (n-1) 1,1 1,2 1,3
	vară	1.4+0,4 (n-1) 1,4 1,8 2,2	1,25+0,25(n-1) 1,25 1,5 1.75

Propagarea zgomotului prin zonele verzi trebuie evaluată cu ajutorul următoarelor formule:

- pentru punctele sursă:

$$L_n = L_7 - 20 \log \frac{r_n}{r_7} - 1,5Z - \beta \sum_1^Z B_m \quad (5.1)$$

- pentru o serie de surse în cazul $r_n \leq s/2$ sau pentru o sursă geometrică:

$$L_n = L_7 - 10 \log \frac{r_n}{r_7} - 1,5Z - \beta \sum_1^Z B_m \quad (5.2.)$$

- pentru o serie de surse în cazul $r_n > s/2$:

$$L_n = L_7 - 20 \left(k \log \frac{0,5s}{r_7} + \log \sqrt{\frac{r_n}{0,5s}} - 1,5Z - \beta \sum_1^Z B_m \right) \quad (5.3.)$$

Unde β reprezintă absorbția specifică a puterii acustice caracteristică pentru fiecare plantație;

Z reprezintă numărul de elemente componente din zona verde.

Astfel cu ajutorul acestor formule este justificată importanța vegetației în modelarea acustică și importanța caracteristicilor vegetației introduse în SIG.

5.2.1. Introducerea datelor acustice în Sistemul Informatic Geografic

Acuratețea hărților de zgomot depinde în mare măsură de informațiile culese și introduse în bazele de date ale SIG. Așa cum am precizat este important să se stabilească puncte de monitorizare a zgomotului. Scopul lor este de a înregistra nivelul zgomotului pe parcursul unei perioade de timp și de a stoca informațiile care să poate fi accesate ușor. Locația de staționare a aparatului de analizat zgomotul Brüel & Kjær noise analyzer 2250 (Fig.5.10.) are o importanță deosebită deoarece distanța față de partea carosabilă pe care se realizează traficul generator de zgomot și analizatorul poate influența rezultatele.

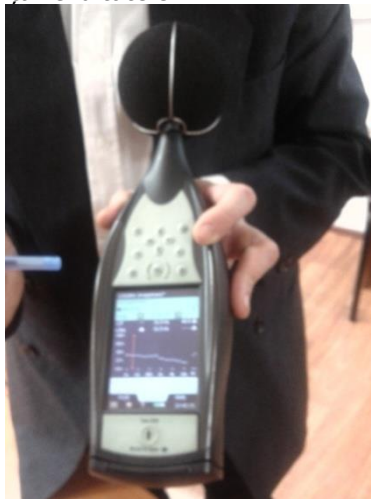


Fig.5.10. Analizatorul de zgomot Brüel & Kjær 2250

Un alt avantaj în poziționarea analizatorului de zgomot este cunoașterea distanței acestuia față de fațada clădirilor și distanța față de suprafața de rulare. Astfel, nivelul de zgomot L_n din jurul clădirii situate la distanța r_n față de drum, pentru sursele dispuse în succesiune, aflate la distanța s , pentru $r_n \leq s/2$ este dat de relația:

$$L_n = L_7 - 20k_s \log \frac{r_n}{r_7} \quad (5.4.)$$

iar pentru $r_n > s/2$

$$L_n = L_7 - 20k_s \left(k \log \frac{0,5s}{r_7} + \log \sqrt{\frac{r_n}{0,5s}} \right) \quad (5.5.)$$

Unde L_7 reprezintă nivelul de zgomot măsurat la 7,5 m distanță de axa primei benzi de circulație;

k reprezintă un coeficient cu valoare dată;

$s[m]$	20	25	30	40	50	60	70	80	100	140	160	250	300
k	0,17	0,5	0,617	0,716	0,78	0,806	0,833	0,84	0,855	0,88	0,885	0,89	0,908

k_s este un coeficient în funcție de caracteristicile terenului. În ceea ce privește coeficientul k_s se consideră următoarele valori: 0,85 pentru piatră cubică 0,9 pentru asfalt, 1 pentru sol și 1,1 pentru gazon.

Distanța s pentru fluxurile de transport se determină prin relația

$$s = 1000 \frac{v_{tr}}{N} \quad (5.6.)$$

Locația de staționare cu aparatul de analizat zgomotul trebuie astfel aleasă încât să redea cât mai fidel realitatea. Ținând cont de această problemă am considerat esențial introducerea în baza de date a coordonatelor geografice unde am staționat cu analizatorul.

Măsurătorile le-am efectuat pe drumul național DN 59, unde am considerat poziția analizatorului la distanța de 7,5 m de partea carosabilă și înălțimea trepidului pe care a fost așezat acesta de 1,2 m. (Fig.5.11).



Fig.5.11. Amplasarea analizatorului

Baza de date pentru datele acustice am realizat-o în programul MapSys. Am introdus coordonatele punctelor determinate și valorile rezultate din măsurătorile acustice.

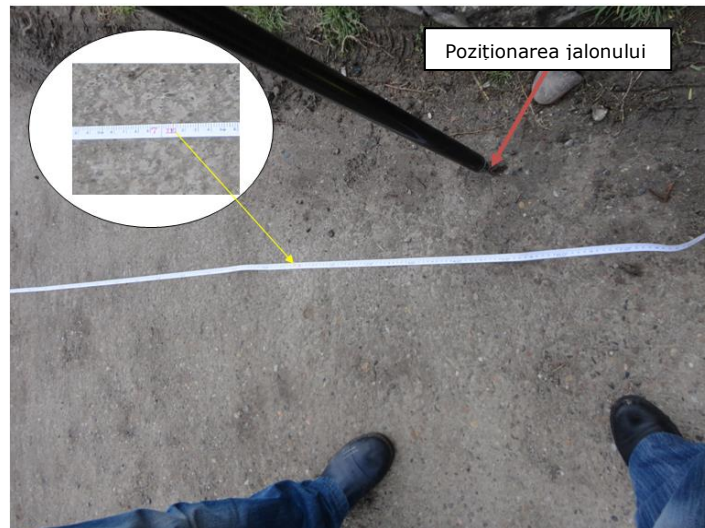


Fig.5.12. Poziția jalonului a aparatului de măsurat GNSS

Am staționat cu aparatul de măsurat prin tehnologia GNSS în același punct unde am stat și cu analizatorul. Am folosit ruleta pentru a măsura distanța față de partea carosabilă de 7,5 m în același timp efectuând măsurătorile cu tehnologia GNSS (Fig.5.12.).

5.2.2. Rezultate acustice ale măsurărilor în punctele strategice

În România pentru determinarea poluării fonice de pe tronsoanele de drum s-a folosit metoda NMPB 2008, care oferă rezultate în banda de 1/3 octavă cu frecvențe între 100 Hz până la 5 KHz.

CNOSSOS-EU propune următorul interval de frecvență: 125 Hz până la 4 KHz. [38]

Metodele de determinare acustică a unei suprafețe de rulare rutiere sunt ori prin vehicul standard ori prin vehicul izolat.

Un rezultat mai precis în cazul metodei prin vehicul standard este atunci când se utilizează un vehicul probă ce va parcurge aceeași distanță folosind tipuri diferite de pneuri.

Metoda prin vehicul izolat: vehiculele monitorizate pentru aceasta sunt chiar cele care participă la traficul real. Metodă am utilizat-o și pentru determinările prezentate în prezentul studiu aplicativ.

a) Valorile parametrilor de zgomot înregistrați:

Valorile parametrilor de zgomot înregistrați sunt prezentate detaliat în tabelele 5.5. și 5.6.

Tabel 5.5.

Nr. punct măsurare	LAF _{Teq} [dB]	LAF _{max} [dB]	LAS _{max} [dB]	LAI _{max} [dB]	LCF _{max} [dB]	LCS _{max} [dB]	LCI _{max} [dB]	LAF _{min} [dB]	LAS _{min} [dB]
1	74,53	86,91	83,71	88,71	96,94	92,93	97,79	45,45	46,44
2	82,35	95,64	91,3	96,94	103,93	100,57	104,98	35,3	37,12
3	74,26	88,3	83,53	90,04	93,71	88,75	97,99	37,29	38,59
4	76,92	87,88	85,21	88,75	97,99	94,78	99,01	50,77	51,37
5	77,24	88,65	85,85	90,11	96,71	93,63	97,46	50,9	51,52
6	75,85	88,39	84,2	91	95,13	91,96	96,35	41,61	42,62

LAF_{max}, LAS_{max}, LAI_{max}, LCF_{max}, LCS_{max}, LCI_{max}, – nivele de zgomot maxime ponderate în frecvență (A și C) și ponderate în timp (Fast, Slow și Impuls) F: Fast = 125 ms în sus și în jos, S: Slow = 1 secundă în sus și în jos, I: Impulse = 35 ms, în timp ce nivelul semnalului este în creștere sau 1.500 ms în timp ce nivelul de semnal este în scădere.

LAF_{min}, LAS_{min}, LAI_{min}, LCF_{min}, LCS_{min}, LCI_{min}, – nivele de zgomot minime ponderate în frecvență (A și C) și ponderate în timp (Fast, Slow și Impuls) [87]

Tabel 5.6.

Nr. eșantion	LAI _{min} [dB]	LCF _{min} [dB]	LCS _{min} [dB]	LCI _{min} [dB]	LC _{peak} [dB]	LAI _{eq} [dB]	LCI _{eq} [dB]	L _{Aeq} [dB]	LC _{eq} [dB]
1	46,05	57,5	59,92	60,82	104,17	71,32	78,44	69,63	76,17
2	36,43	51,31	54,47	55,59	112,21	78,65	84,15	75,56	80,33
3	38,77	53,02	56,74	59,54	106,43	71,06	78,51	68,59	74,82
4	51,11	61,34	63,56	64,33	105,46	73,46	78,3	71,02	75,42
5	51,42	62,64	64,94	65,98	105,59	73,76	79,63	71,22	76,81
6	42,25	50,3	53,09	54,22	103,48	72,35	78,9	69,81	76,12

În tabelul 5.6. sunt prezentate valorile parametrilor LAN1-LAN7 – nivele procentuale de zgomot (nivele de zgomot atinse în % din timpul de măsurare), respectiv 0,1; 5; 10; 50; 90; 95; 99 %.

LAN3 reprezintă nivelul de zgomot care depășește 10% din perioada de măsurare. Acest parametru este caracteristic poluării fonice rutiere și descrie cel mai bine percepția factorului uman în apropierea unei căi de circulație rutieră urbană sau rurală. LAN3 este important atunci când sunt planificate sistemele de trafic pe scară largă, dar și atunci când sunt emise planurile de acțiune pentru diminuarea zgomotului din punct de vedere al unei construcții. În urma analizei parametrului LAN3 se stabilește necesitatea izolării fonice a unei construcții.

LAN5 este parametrul care descrie zgomotul de fond așa cum reiese din tabelul de mai jos. Valorile cele mai mari sunt în punctele 4 și 5, deoarece măsurătorile

acustice realizate aici corespund zonei industriale Frigoglass de pe DN 59. În această zonă, pe lângă poluare fonică rutieră se întâlnește și poluarea fonică provenită din industrie. De aceea am considerat utilă introducerea acestor parametrii în Sistemul Informatic Geografic, mai precis în baza de date acustică.

Tabel 5.7.

Nr. eșantion	L_{Aeq}	L_{Ceq}	L_{AFTeq}	Overload	L_{AN1} [dB]	L_{AN2} [dB]	L_{AN3} [dB]	L_{AN4} [dB]	L_{AN5} [dB]	L_{AN6} [dB]	L_{AN7} [dB]
1	1,69	6,54	4,9	0	79,65	75,39	73,47	64,48	54,6	51,83	48,22
2	3,09	4,77	6,79	0	86,72	82,39	80,04	63,22	44,95	42,8	39,87
3	2,47	6,23	5,67	0	79,19	74,96	72,79	60,07	45,72	43,57	40,68
4	2,44	4,4	5,9	0	81,63	77,91	75,63	59,68	53,37	52,76	51,94
5	2,54	5,59	6,02	0	82	77,89	75,67	61,11	53,68	53,08	52,16
6	2,54	6,31	6,04	0	81,63	75,22	73,06	62,9	53,13	51,1	47,25

- b) Distribuția spectrală în benzi de frecvență de 1/1 octavă a zgomotului neponderat

Tabelul 5.8.

Nr. eșantion	L_{Aeq} 16Hz	L_{Aeq} 31.5Hz	L_{Aeq} 63Hz	L_{Aeq} 125Hz	L_{Aeq} 250Hz	L_{Aeq} 500Hz	L_{Aeq} 1kHz	L_{Aeq} 2kHz	L_{Aeq} 4kHz	L_{Aeq} 8kHz	L_{Aeq} 16kHz
1	65	68,12	73,9	66,87	64,82	64,38	66,1	63,23	54,75	45,41	33,9
2	72,2	71,53	76,84	70,19	69,73	70,33	72,26	69,08	60,13	51,48	41,2
3	72,77	67,47	71,08	66,05	62,49	64,92	65,9	60,07	51,25	41,9	33,2
4	65,99	67,23	71,45	65,8	64,66	66,58	68,26	63,51	54,15	44,64	35,1
5	67,68	68,57	73,82	67,16	65,85	67,9	68,02	63,52	55,03	47,27	39,3
6	63,2	66,5	74	66,5	64,7	66,4	66,1	62,5	54,4	46,5	40,4

- c) Diagramele variației nivelului de zgomot în timp, a distribuției spectrale a zgomotului în benzi de frecvență și a distribuției statistice a nivelelor de zgomot pentru cele 6 eșantioane de măsurare:

Pentru studierea distribuției spectrului de amplitudine a zgomotului în funcție de frecvență am utilizat analizatorul Brüel & Kjær 2250, care, în funcție de gama de frecvențe ce se dorește a fi analizată, poate fi: în procent de bandă constantă —o bandă bine definită prin intermediul unor sisteme de filtre de trecere și de ponderare A, B sau C și a unor filtre de lățime de bandă de 1/3 sau 1/1 octavă —sau în timp real. În cazul procentului de bandă constantă utilizând filtrul C se obține curba C utilizată pentru măsurarea valorilor de vârf.

Nivelul de zgomot echivalent măsurat cu ponderarea în frecvență A - Leq dB(A) este cel mai important atunci când vorbim despre poluare fonică rutieră. Curba C se utilizează pentru măsurarea valorilor de vârf.

Punct de măsurare nr. 1

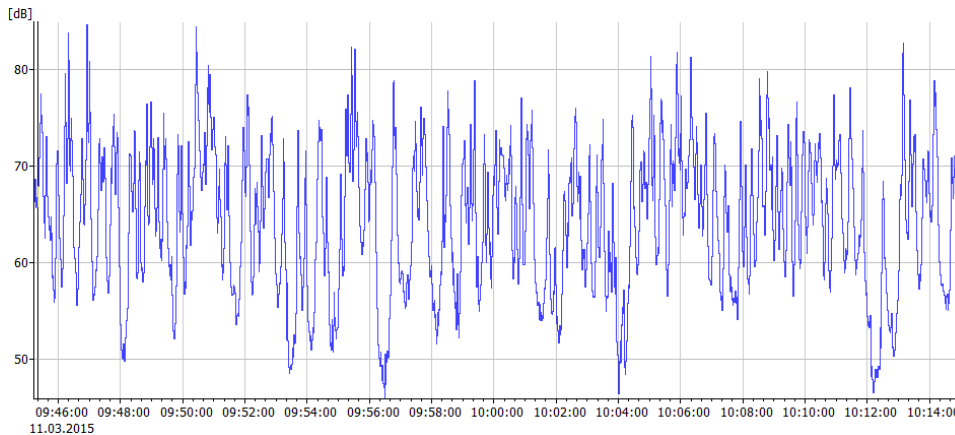


Fig.5.13. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq pentru punctul 1

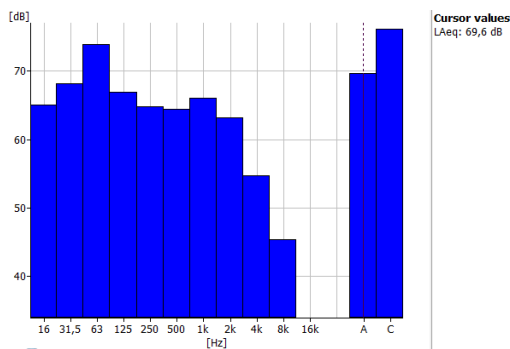


Fig.5.14. Diagrama distribuției spectrale a zgomotului neponderat în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru punctul 1

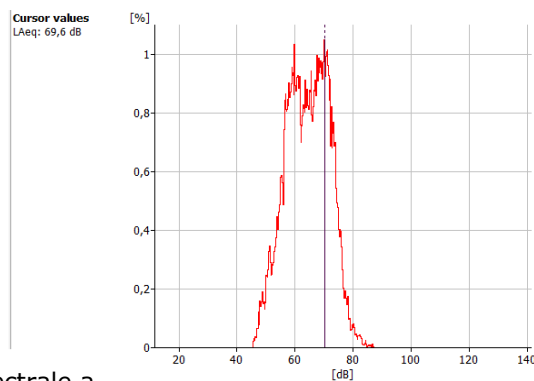


Fig.5.15. Diagrama distribuției statistice a zgomotului pentru punctul 1

Din diagrama variației în timp a nivelului de zgomot pentru punctul 1, determinat în fața școlii generale din localitatea Jebel, se pot observa puncte de vârf ce depășesc 80 dB(A). Tocmai aceste puncte de vârf pot provoca elevilor pierderi de concentrare în timpul actului de educație. Studiind Sistemul Informatic Geografic și datele din teren în acest punct, am constatat că în zona unde am efectuat măsurătorile unda acustică nu este reflectată, deoarece nu se produce efectul de stradă canion. Astfel se poate observa că doar zgomotul rezultat ca urmare a traficului rutier ajunge pe fațada clădirii, este compusă din unda directă

Punct de măsurare nr.2

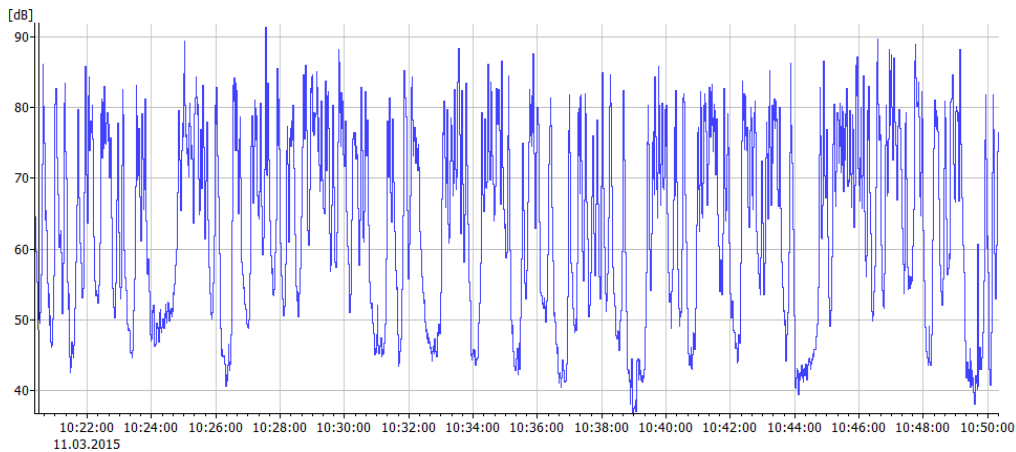


Fig.5.16. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq pentru punctul 2

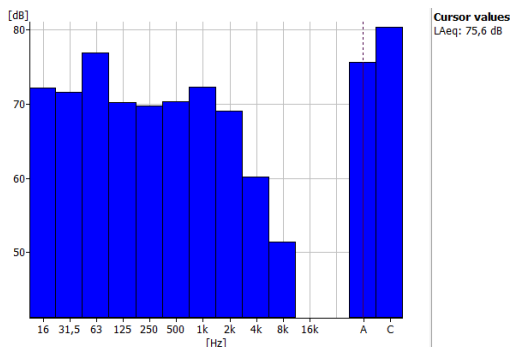


Fig.5.17. Diagrama distribuției spectrale a zgomotului neponderat în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru punctul 2

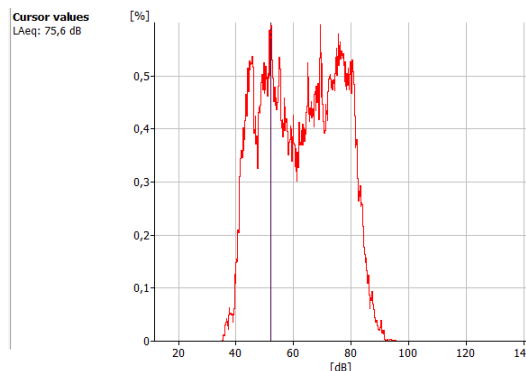


Fig.5.18. Diagrama distribuției statistice a zgomotului pentru punctul 2

În punctul 2 LAeq este de 75,56 dB, reprezentând valoarea maximă din determinările efectuate pe tronsonul de drum DN 59. În acest punct configurația terenului nu a permis păstrarea distanței de 7,5 m față de partea carosabilă, rezultatul coincidând acestei valori maxime. Poziționarea geografică a acestui punct este la intrarea în localitatea Jebel, iar în acest punct măsurătorile acustice au fost influențate și de procesul de accelerare și decelerare a conducătorilor auto, rezultatul fiind această valoare maximă. Urmărind traficul din zonă am constata că DN59 este colector de trafic pentru DJ 693B

Punct de măsurare nr.3

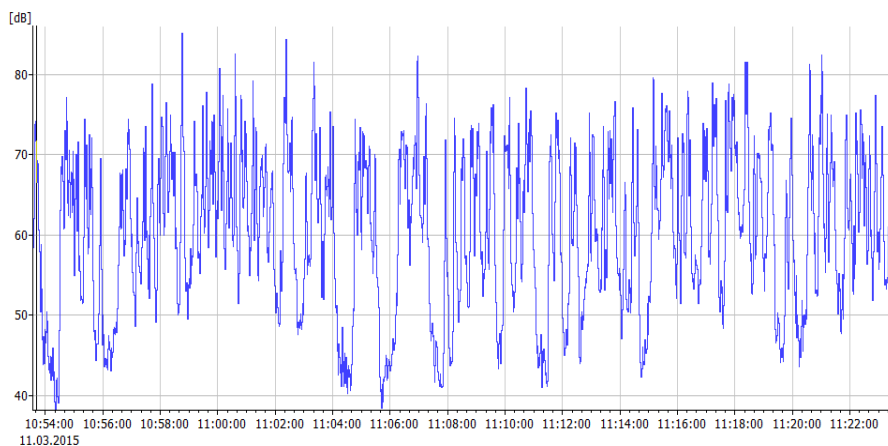


Fig. 5.19. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq pentru punctul 3

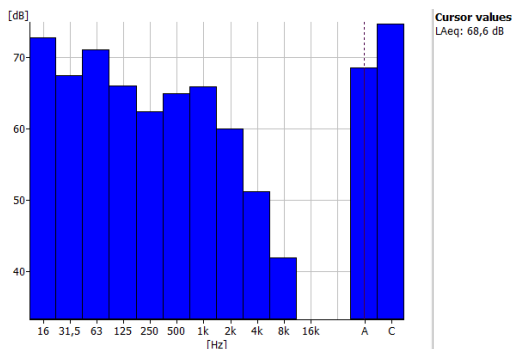


Fig. 5.20. Diagrama distribuției spectrale a zgomotului neponderat în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru punctul 3

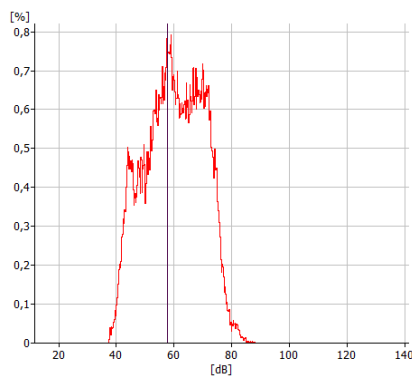


Fig. 5.21. Diagrama distribuției statistice a zgomotului pentru punctul 3

Valoarea minimă LAeq este de 68,59 dB în punctul 3 deoarece în acest punct covorul asfaltic este proaspăt schimbat, iar carosabilul este fără defecțiuni. Poziționarea geografică a acestui punct este în câmp deschis, astfel zgomotul nu întâlnește nici un fel de obstacol cu rol reflectant.

Punct de măsurare nr.4

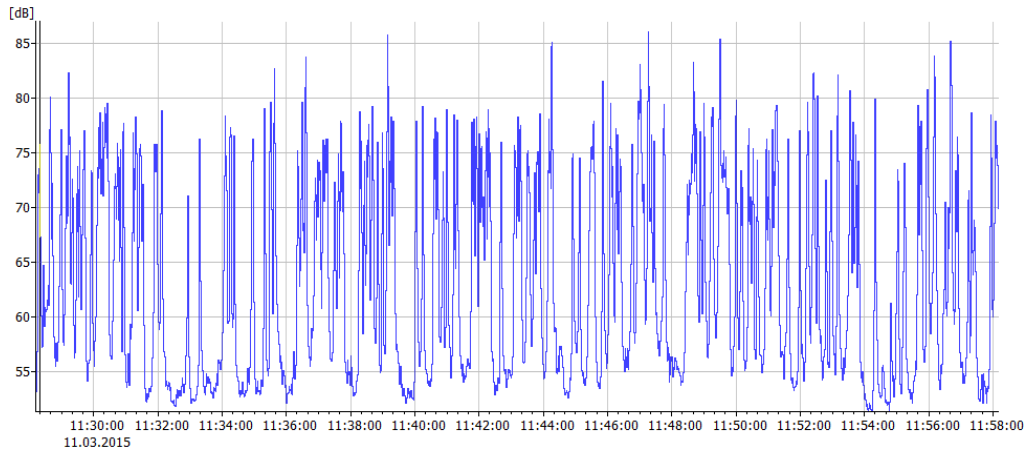


Fig.5.22. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq pentru punctul 4

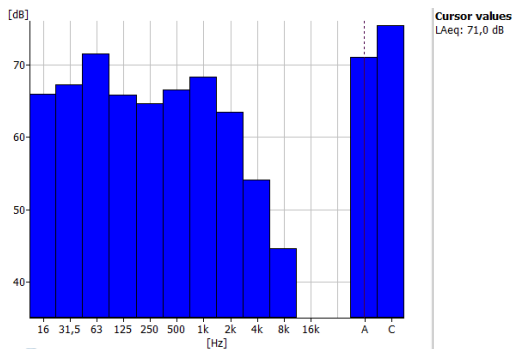


Fig.5.23. Diagrama distribuției spectrale a zgomotului neponderat în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru punctul 4

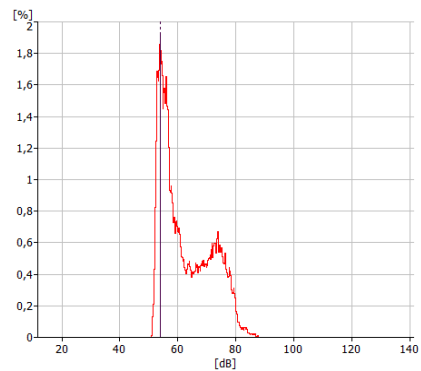


Fig.5.24. Diagrama distribuției statistice a zgomotului pentru punctul 4

Punct de măsurare nr.5

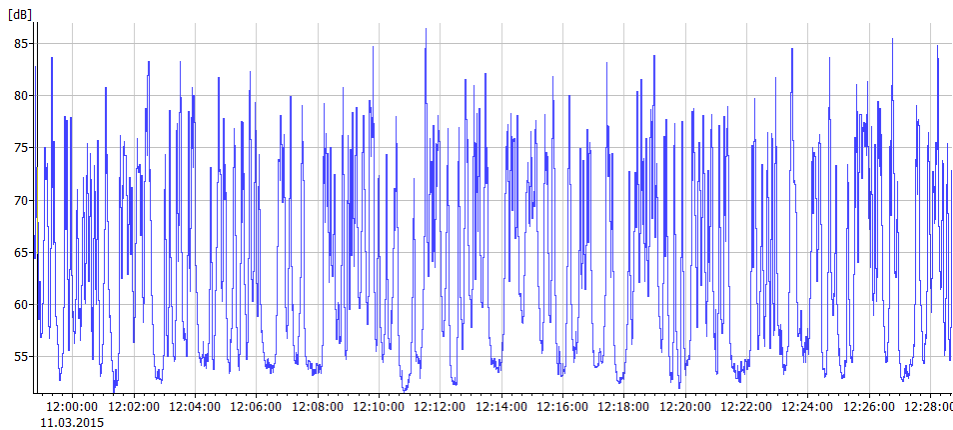


Fig.5.25. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq pentru punctul 5

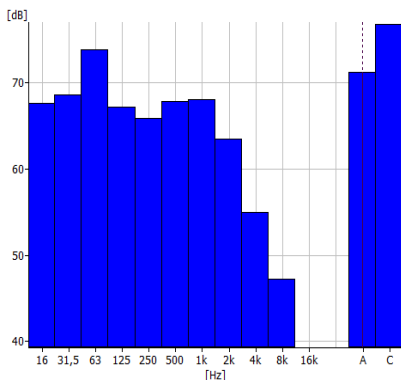


Fig.5.27. Diagrama distribuției spectrale a zgomotului neponderat în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru punctul 5

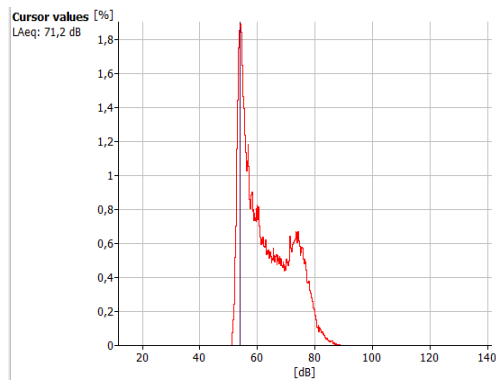


Fig.5.28. Diagrama distribuției statistice a zgomotului pentru punctul 5

În punctele 4 și 5 am constatat valori ridicate și pentru LAeq, deoarece pentru aceste puncte măsurătorile le-am efectuat între partea carosabilă și zona industrială. Stabilind poziționarea acestor puncte, am observat prin interogarea Sistemului Informatic Geografic că la o distanță de 180 m de punctul măsurat, se află un trup de pădure din paltin ce are rol absorbant al undei acustice.

Punct de măsurare nr.6

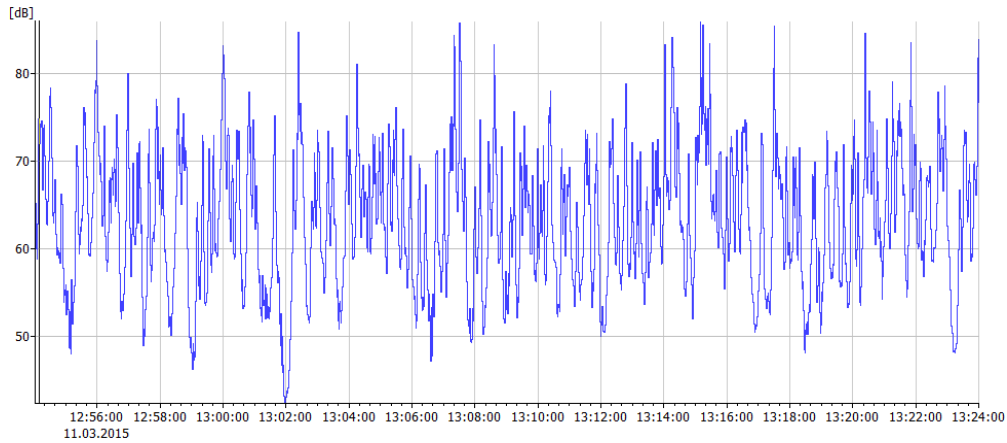


Fig.5.27. Diagrama variației în timp a nivelului de zgomot LAeq pentru punctul 6

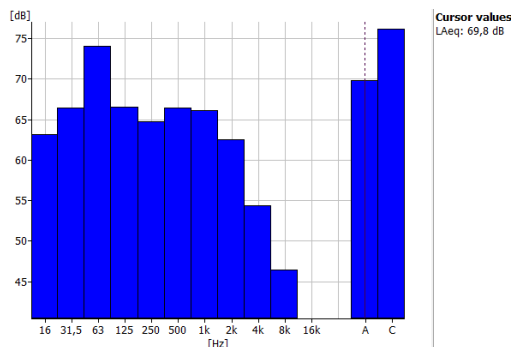


Fig.5.28. Diagrama distribuției spectrale a zgomotului neponderat în benzi de frecvență de 1/1 octavă pentru punctul 6

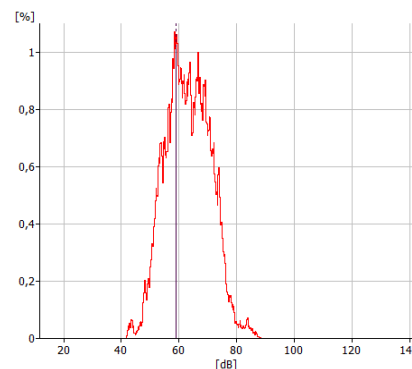


Fig.5.29. Diagrama distribuției statistice a zgomotului pentru punctul 6

Determinarea în punctul 6 am realizat-o la ieșirea din localitatea Șag. În comparație cu punctul 2, această valoare este mai mică, deși traficul se desfășoară pe 4 benzi de circulație. Pentru aceste determinări am putut respecta distanța de 7,5 m față de carosabil.

Semnificația parametrilor mășurați:

LAFteq – nivel de zgomot mediu Taktmaximal, definit de DIN 45641

LCpeak – nivel de zgomot maxim de vârf ponderat C, ce caracterizează nivelele de zgomot foarte înalte și de perioadă foarte scurtă.

LAeq – nivel de zgomot continuu echivalent ponderat A

LCeq – nivel de zgomot continuu echivalent ponderat C

LAieq, LCieq – nivele acustice echivalente (ponderate în frecvență A și C și ponderate în timp de tip „Impuls”)

5.3. Influența traficului în studiul de monitorizare a poluării fonice pe tronsonul de drum DN 59

În SIG pentru monitorizarea poluării fonice trebuie introduse și datele despre trafic. Metodele de predicție ale zgomotului din traficul rutier nu au avut la început modele de calcul separate pentru diferitele tipuri de zgomot emise de vehicule. Traficul rutier a fost perceput ca un întreg și a fost reprezentat ca o sursă de sunet simplu punct în mișcare. Traficul este cel mai important factor în determinarea hărților de zgomot, de aceea am considerat că trebuie dezvoltat și studiat într-un subcapitol separat.

O problemă este determinarea caracteristicilor acustice rezultate din trafic pe o infrastructură rutieră și găsirea unei corelații între viteză legală a vehiculelor și acuratețea vitezei efective. Viteza vehiculelor ar trebui monitorizată constant iar datele ar trebui salvate într-o baza de date. În general această viteză se consideră a fi de 50 km/h pentru vehiculele care circulă în localități și 90 km/h pentru vehicule ce se deplasează pe drumuri naționale sau expres.

CNOSSOS-EU păstrează ca metodă de determinare și reprezentare a fluxului de trafic printr-un punct sursă în mișcare. Punctul sursă este la 0,05 m deasupra solului. Traiectoria punctului sursă aflat în mișcare poate fi reprezentată de o multitudine de puncte sau segmente continue de dimensiuni reduse. Traficul se desfășoară de cele mai multe ori pe mai multe benzi de circulație și din direcții diferite, modelarea acestora făcându-se după caz. Cel mai generic mod este al unui drum cu două benzi, iar linia sursă fiind reprezentată în axa drumului. Această reprezentare este folosită ca o simplificare, deoarece fiecare culoar ar trebui reprezentat de o linie sursă plasată în centrul benzii pentru a nu îngreuna manipularea datelor și determinarea traficului prin metoda numărătorii manuale. [37]

Pentru că există o diferență între zgomotul emis de un autoturism, un autoturism mediu cu 2 osii, un autocamion și un vehicul pe două roți-motocicleta sau moped determinarea traficului se realizează în funcție de aceste diferențieri (Fig.5.30). În vechea metodă franceză se luau în calcul doar două tipuri de vehicule: vehicule cu o greutate sub 3,5 t și vehicule peste 3,5t.

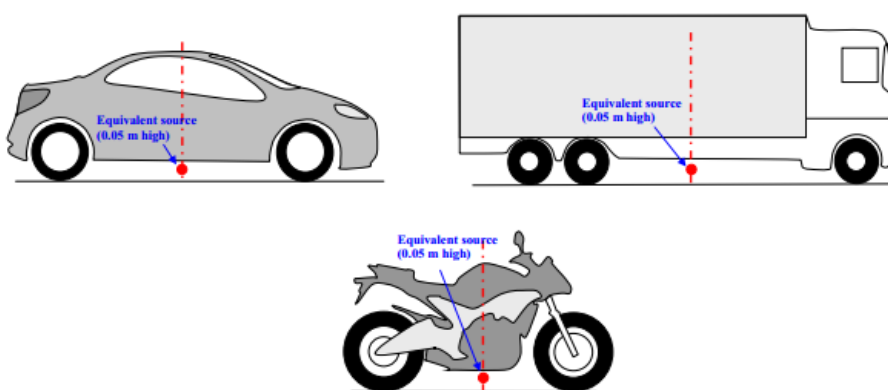


Fig.5.30. Tipurile de vehicule luate în calcul de CNOSSOS-EU [37]

Pentru a surprinde obiceiurile unei comunități este necesar ca monitorizarea traficului să se efectueze pe o durată de o săptămână. Problemele de estimare a traficului apar din cauza lunilor de concedii, vacanțelor elevilor și sărbătorilor naționale, trebuind ca aceste valori să fie corectate.

Volumul de trafic este definit ca numărul de vehicule care trec printr-o secțiune a drumului sau pe o bandă de circulație, respectiv pe o direcție de mișcare într-un anumit interval de timp.

În anul 2010 s-au efectuat studii cu privire la traficul din județul Timiș, date ce au stat la baza "Studiului de fundamentare Căi majore de circulație în județul Timiș". Acest studiu a fost publicat în aprilie 2012 și face parte din Planul de Amenajare a Teritoriului Județean, solicitat de Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice. Determinările de trafic realizate în acest studiu au stat la baza comparației cu cele efectuate pe perioada măsurătorilor acustice pentru a verifica veridicitatea determinărilor.

Pentru acest studiu s-au luat în calcul informațiile oferite de instituțiile:

Direcția Regională de Drumuri și Poduri Timișoara;

Direcția Regim Permise de Conducere și Înmatriculare a Vehiculelor;

Compania Națională de Autostrăzi și Drumuri Naționale din România.

Datele oferite au stat la baza studiului comparativ cu privire dinamica parcului auto în perioada 2011-2014. Studiile necesare privind monitorizarea și managementului traficului auto au fost folosite la determinarea mobilității locuitorilor, dar și pentru măsurarea gradului de motorizare și mai târziu al prognozei acestuia.

La fiecare 5 ani trebuie realizat recensământul general de circulație pentru monitorizarea poluării fonice, de aceea în luna aprilie a anului 2015 a început numărătoarea vehiculelor în județul Timiș. Recensământul general de circulație este luat în considerare cu o corecție care să ia în calcul creșterea traficului față de data recensământului. Valoarea traficului trebuie numărată fie manual, fie, dacă este posibil, cu aparate de numărare automate, dar când trebuie cartografiată o lungime mare de drumuri, datele pot rezulta dintr-o combinație de date numărate și date estimate.

Studiul aplicativ al cercetării doctorale realizat pe tronsonul menționat s-a axat pe studii de trafic, de zgomot și am urmărit actualizare și gestionare a Sistemului Informatic Geografic pentru întocmirea hărților de zgomot. Evaluarea traficului pe DN 59 prin reprezentarea numărului total de vehicule în funcție de media zilnică anuală în cei 3 ani de referință 2000, 2006 și 2010 arată o creștere considerabilă a traficului în anul 2010 (Fig.5.31.). Acesta este urmare a nivelului economic crescut din anii 2006-2008, când s-a putut observa în parcul auto un număr mare de vehicule cumpărate. Statistica la finalul anului 2006 a arătat o creștere cu peste 70% a înmatriculării de vehicule noi.

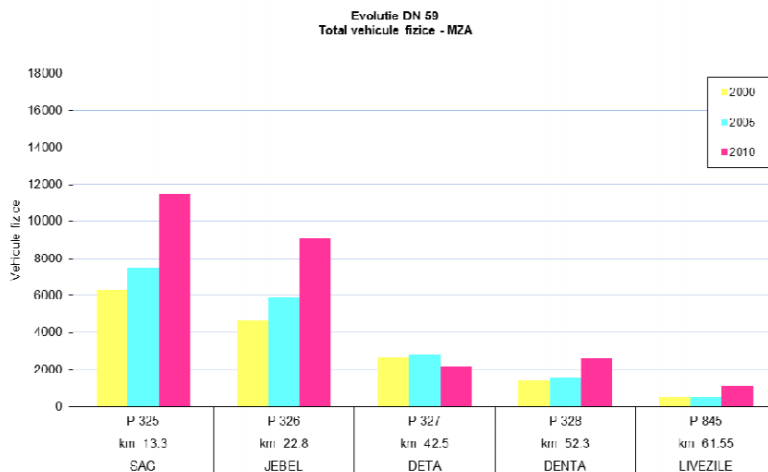


Fig.5.31. Evoluția traficului pe DN 59 studiu trafic 2012 [26]

Variația orară a traficului pe DN 59, începând de la km 13+300 pe parcursul unei săptămâni arată obiceiurile comunității și ajută la efectuarea interpretărilor necesare.

Se poate observa din (Fig.5.32), ce reprezintă variația orară a traficului, că există o perioadă de liniște între orele 2:00 și 6:00 dimineața și o perioadă de vârf acolo unde axele ce reprezintă traficul pe fiecare zi se intersectează. Aceste intervale sunt între 8:00 și 10:00, când se observă o mică scădere și revine de la ora 12:00 până la ora 20:00, când traficul trece pe pantă descendentă.

Introducerea acestor date în SIG ajută la modelarea poluării fonice pe intervalele de timp Lzi, Lseară, Lnoapte.

Înregistrarea datelor a condus la determinarea curbelor de variație orară, la identificarea variației traficului în funcție de ziua lucrătoare și la impactul pe care îl are sfârșitul de săptămână.

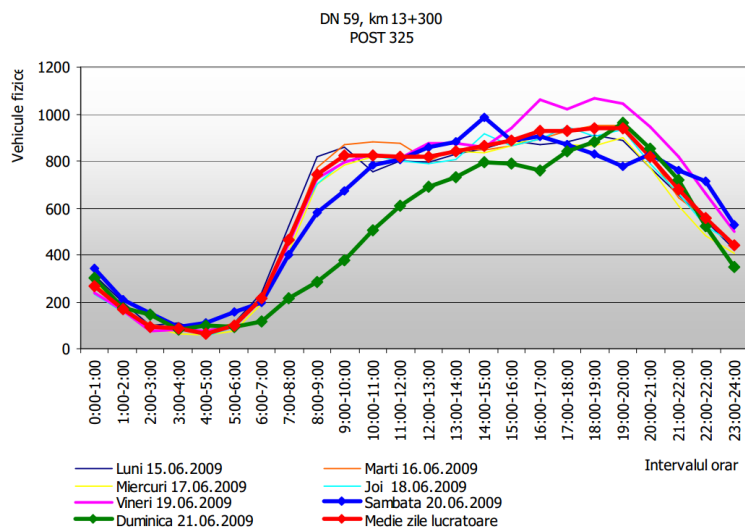


Fig.5.32 Variația orară a traficului [26]

Am constatat un avantaj al drumurilor naționale din punct de vedere al fluenței traficului, întrucât pe acest sector de drum nu apar congestii. Acestea apar în orele de vârf în mediu urban, atunci când un număr considerabil de participanți la trafic utilizează același sector de drum. Cauza o reprezintă proiectarea defectuoasă a infrastructurii, care limitează participarea în bune condiții de trafic a unui număr mare de participanți.

Pentru a realiza studiul am efectuat determinări de trafic prin metoda numărării manuale pentru a observa dinamica vehiculelor la nivelul anului 2015 și a o compara cu datele emise de studiul național la nivelul anului 2012. Colectarea s-a efectuat pe o secțiune de drum, nu doar pe o singură bandă. Am luat această decizie pentru că emisiile de poluare fonică iau în calcul zgomotul emis de toți participanții la trafic, iar traficul se desfășoară în ambele sensuri de mers.

Am efectuat măsurători de trafic în 5 puncte alese pe următoarele criterii:

1. Prima determinare s-a făcut în fața școlii Gimnaziale "Martin Șuboni" din Comuna Jebel. Am ales acest punct de studiu pentru a determina caracteristicile traficului în această zonă, ca urmare a desfășurării procesului educațional ce necesită o capacitate de concentrare în bune condiții. În următorul tabel este prezentată fișa de trafic întocmită:

Tabel 5.9. Fișa de trafic

Date locație: Localitatea Jebel, Școala generală			
Data: 11.03.2015			
Ora: 9.44—10.14			
Tipul de material rulant	Numărul acestora		Procentajul
	½ h	O oră	
Tramvaie	0	0	0
Autobuze	0	0	0
Troleibuze	0	0	0
Microbuze	28	56	9,75
Autoturisme	234	468	81,53
Autocamioane	22	44	7,67
Tractoare	1	2	0,35
Motociclete, moped	2	4	0,70
Trenuri	0	0	0
Total	287	574	100

Al doilea punct de determinare a fost în dreptul bornei kilometrice 23 din localitatea Jebel. Această locație am ales-o ca urmare a cumulării traficului de pe drumul național DN 59 cu drumul DJ 693B cu cele două direcții ale sale, una din direcția Liebling-Stamora Română, iar cealaltă din direcție Ciacova-Petroman (Fig.5.33.).

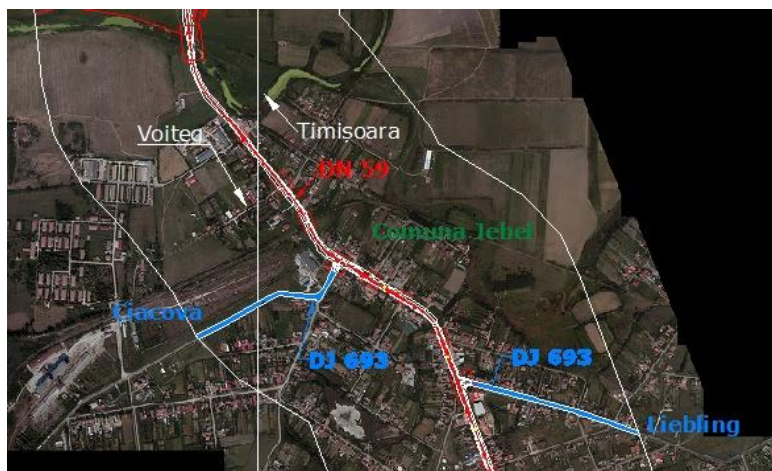


Fig.5.33. DN 59 colector de trafic

Al treilea punct s-a aflat la intersecția drumului național cu drumul ce face legătura cu localitatea Pădureni. Considerentele pentru care am ales determinarea traficului în punctul 4 au fost imediata vecinătate a acestuia cu zona industrială. Pentru a avea un control a traficului pe oră, în acest punct am făcut 2 cicluri consecutive de măsurători.

Ultimul punct de determinare a fost în localitatea Șag.

Tabel 5.10. Centralizator trafic

Tipul de autovehicul	Punctul 1		Punctul 2		Punctul 3		Punctul 4 ≈Punctul 5		Punctul 6	
	Pe oră	%	Pe oră	%	Pe oră	%	Pe oră	%	Pe oră	%
Autobuze			2	0,33	4	0,69	5	0,90	10	1,69
Microbuze	56	9,75	62	10,13	74	12,67	65	11,71	68	11,53
Autoturisme	468	81,53	494	80,72	456	78,08	444	80	464	78,64
Autocamioane	44	7,67	48	7,84	48	8,22	41	7,39	44	7,46
Tractoare	2	0,35	2	0,33	0	0	0	0	4	0,68
Motociclete mopede	4	0,70	4	0,65	2	0,34	0	0	0	0
Total	574	100	612	100	584	100	555	100	590	100

5.3.1. Dinamica parcului auto în perioada 2011-2014. Studii necesare privind monitorizarea și managementului traficului auto

5.3.1.1. Context național

Parcul auto național avea la 31 decembrie 2013 un total de 6,27 milioane de vehicule, din care aproape 198.000 au sub doi ani vechime, peste 2,4 milioane au între doi și zece ani vechime, iar peste 2,7 milioane de vehicule sunt mai vechi de 15 ani.

Datele DRPCIV [75] arata că, din cele peste 6 milioane de vehicule, 4,90 milioane sunt autoturisme, peste 666.000 sunt utilitare, iar 129.000 sunt vehicule pe două roți (motociclete, mopede, motociclu, motoretă, scuter).

Tabel 5.11. – Parc național auto 2014 (extras)

PARC NAȚIONAL AUTO LA 31.12.2014			
Autoturisme	Vehicule pe 2 roți	Autobuze/Microbuze	Autoutilitare
4.950.630	129.136	43.095	666.186

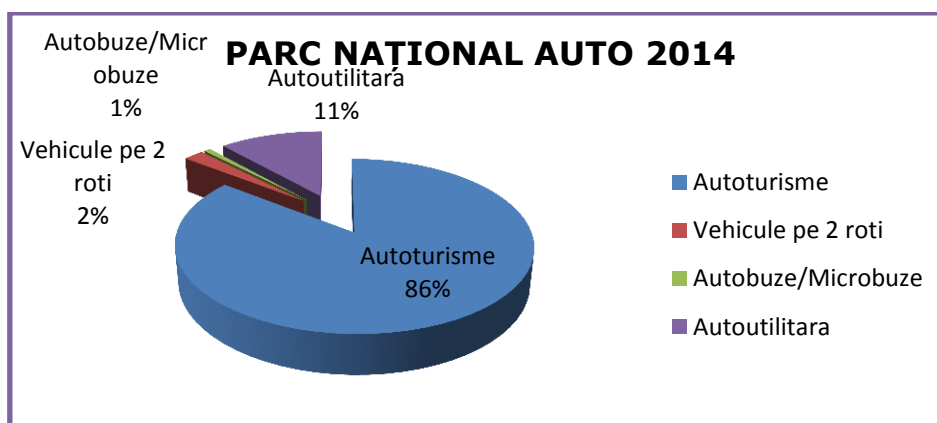


Fig.5.34. Situația parcului național anului la sfârșitul 2014

Pentru o analiză pertinentă a evoluției pieței auto autohtone, cât și a situației din județul Timiș, am analizat dinamica acestora în intervalul ultimilor ani, 2011-2014, anii de desfășurare a cercetării doctorale. Perioada amintită s-a caracterizat printr-o diferență accentuată între piața auto a vehiculelor noi și tranzacțiile cu vehicule rulate. Cu atât mai mult, Guvernul României a încercat prin programul Rabla și subvențiile oferite pentru motorizările Euro6 să dinamizeze achiziția de autovehicule noi în detrimentul vehiculelor rulate. Din păcate la nivel național, achiziția de vehicule rulate continuă să crească, astfel că vechimea parcului auto este din ce în ce mai pronunțată.

Rularea unui număr însemnat de autovehicule pe drumurile publice, cu vechime de peste 2 ani, atrage după sine poluarea mediului atât sub aspect al emisiei de noxe, cât și din punct de vedere al zgomotului produs. Rezultatul zgomotului produs este o

poluare fonică considerabilă, pe care am evidențiat-o prin măsurătorile acustice pe tronsonul de drum național DN 59 Șag-Voiteg începând de la Km 14+230 și până la Km 36+150.

Conform situațiilor statistice oficiale, în perioada 2011-2014, la nivel național, parcul auto se prezintă după cum urmează:

Tabel 5.12. Parc național auto

PARC NAȚIONAL AUTO 2011-2014 (număr total de autovehicule)			
2011	2012	2013	2014
5.482.654	5.710.773	5.985.085	6.270.615

Tabel 5.13. Parc național auto, evidențiere vechime

PARC NAȚIONAL AUTO 2011-2014		
Anul	Număr total autovehicule	Vechime 0-2 ani
2011	5.482.654	-
2012	5.710.773	228.119 (+4,16%)
2013	5.985.085	502.431 (+9,16%)
2014	6.270.615	787.961 (+14,37%)

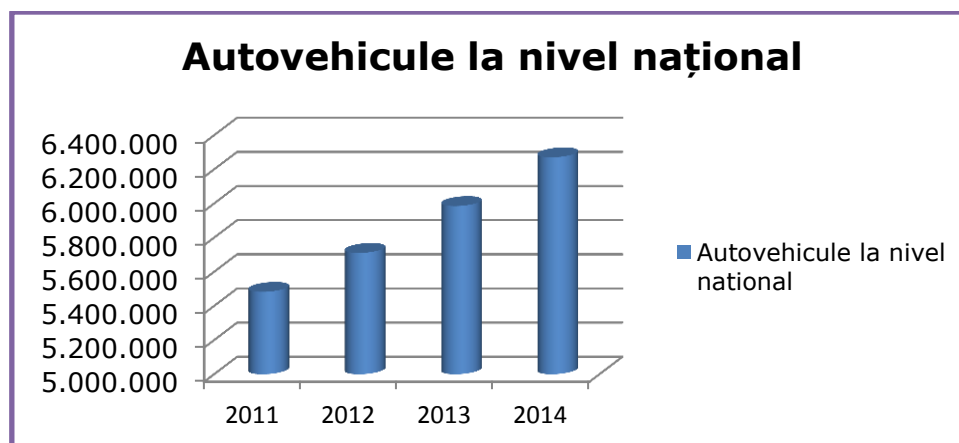


Fig. 5.35. Evidențierea creșterii parcului național

În cazul autoturismelor se observă o pondere foarte scăzută de circa 7% a autoturismelor cu o vechime de până la 2 ani (în 2011), 3,3% în anul 2012, 2,7% în 2013 și aproape 4% în anul 2014.

Tabel 5.14. Parc național auto autoturisme

PARC NAȚIONAL AUTO 2011-2014 - AUTOTURISME		
Anul	Număr total autoturisme	Variație
2011	4.322.951	-
2012	4.485.148	162.197 (3,75%)
2013	4.693.651	370.700 (8,57%)
2014	4.905.630	582.679 (13,48%)

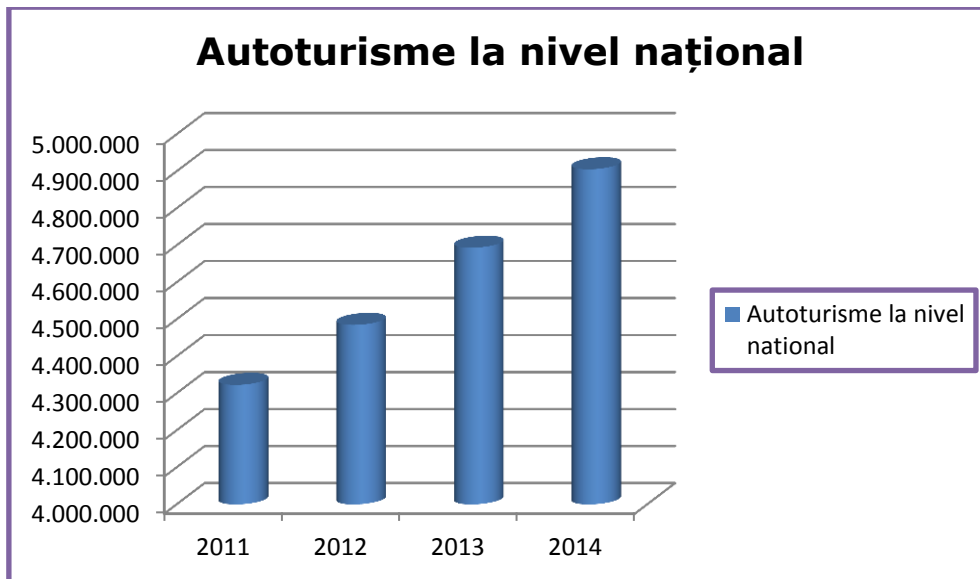


Fig.5.36. Număr autoturisme la nivel național

În acest context, se observă de la an la an o creștere a parcului național auto, creștere datorată în special vehiculelor rulate, cu vechime mai mare de 2 ani, o pondere însemnată având-o însă și autoturismelor cu vechime de peste 10 ani.

Astfel în 2011, la nivel național existau 927.507 autovehicule cu vechime de peste 10 ani, în 2012 erau înregistrate 1.232.707 autovehicule, în anul 2013 parcul național auto totaliza 1.420.812 de vehicule cu vechime mai mare de 10 ani, pentru ca în 2014 numărul acestora să fie de 1.530.981 unități.

Se observă astfel o îmbătrânire accentuată a parcului auto, într-un ritm mult mai accentuat față de nivelul înmatriculărilor de mașini noi sau a mașinilor cu vechime de până la 2-6 ani.

Un alt factor care influențează poluarea fonică, cu precădere în mediul urban, unde vitezele de rulare sunt reduse, iar demarajul autovehiculelor se realizează la intervale de timp de ordinul secundelor, o reprezintă și tipul de motorizare – motorină sau benzină. Astfel un motor turat eliberează în atmosferă pe lângă noxe, un zgomot mult mai pronunțat, ajungându-se la valori ce depășesc 80 dB și cu atât mai mult într-o aglomerare urbană, unde densitatea intersecțiilor semaforizate este foarte mare, iar zgomotul joacă un rol dominant în poluarea fonică locală.

O potențială soluție referitoare la reducerea poluării fonice cauzate de rularea autovehiculelor, o reprezintă utilizarea autovehiculelor electrice sau hibride, a vehiculelor pe 2 roți nemotorizate (biciclete). În ceea ce privește achiziția autovehiculelor electrice sau hibride, în România se pot defini următorii factori care influențează o astfel de achiziție:

- Prețul de achiziție este ridicat, mașinile hibride sau electrice având un preț mediu cu circa 70-120% mai mare ca în cazul unei mașini cu motorizare convențională benzină/motorină;

Tabel 5.15. Preț achiziție

PREȚ ACHIZIȚE AUTOVEHICUL CONVENȚIONAL vs. ELECTRIC		
Producător auto	Preț autovehicul convențional (euro)	Preț autovehicul electric (euro)
Mitsubishi Outlander	28.396	45.496
Toyota Auris	13.325	21.984
Kia Soul EV	16.476	37.188

- Infrastructura privind stațiile de alimentare cu curent electric dedicate mașinilor electrice la nivelul României este aproape inexistentă, în prezent găsindu-se doar 35 puncte de încărcare a autovehiculelor electrice atât publice în stații cât și private ;

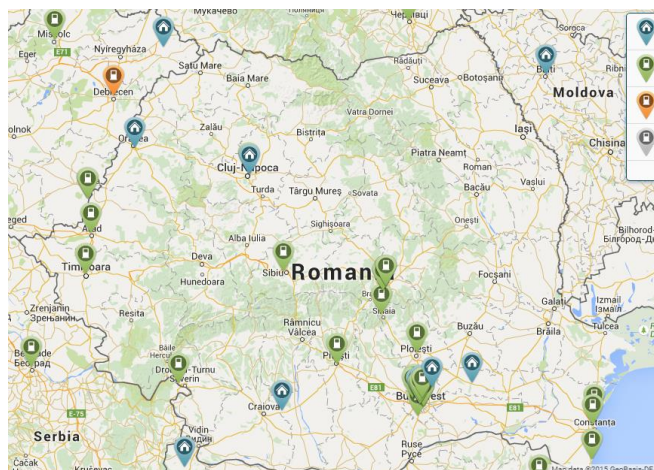


Fig.5.37. Harta stațiilor de alimentare cu curent electric în România [88]

- Subvenția acordată de statul român la achiziția unui vehicul eco (ecobonus) este încă într-un quantum foarte mic de doar 1500 lei. Pe lângă parcul auto al autoturismelor, în evidențele oficiale se regăsesc și alte tipuri de autovehicule care influențează decisiv nivelul poluării fonice: motocicletele, mopede, motocicleturi, motorete, scutere, autobuze, microbuze, autoutilitare, tractoare. În intervalul analizat, 2011-2014, se remarcă aceeași tendință de îmbătrânire a parcului auto a acestor tipuri de autovehicule, fenomen care își pune amprenta asupra nivelului de poluare fonică.

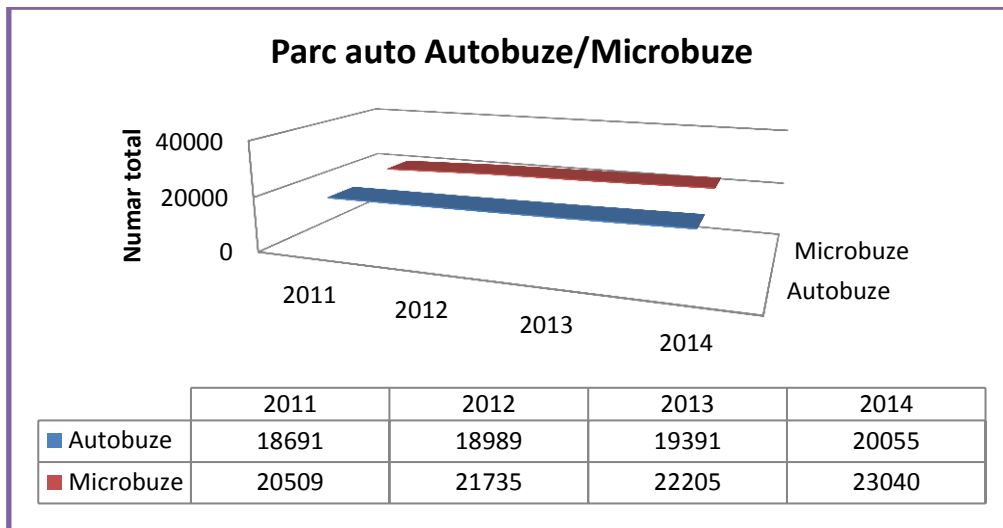


Fig. 5.37. Parc auto Autobuze/Microbuze

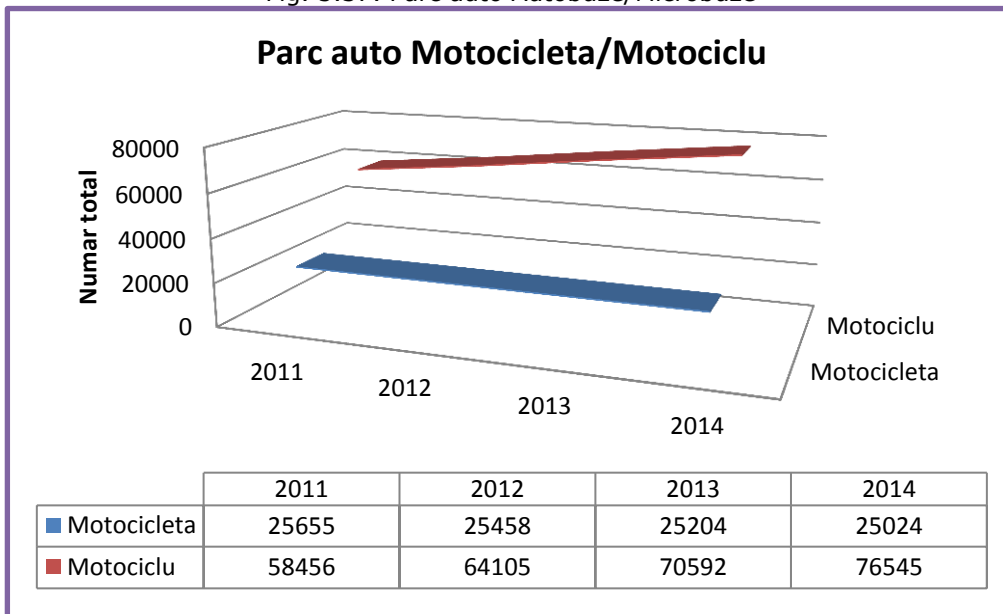


Fig. 5.38. Parc auto Motocicletă/Motociclu

5.3.1.2. Caracteristicile parcului auto din județul Timiș în perioada 2011-2014

Județul Timiș se poziționează pe treapta a doua privind parcul auto național, după București, cu un total de 245.319 autovehicule la data de 31.12.2014. Dintre acestea un număr de 195.708 sunt autoturisme, 22.793 autoutilitare, 8.037 remorci, 690 autobuze și 423 microbuze.

Tabel 5.16. Parc auto Timiș

PARC AUTO LA 31.12.2014 – județul TIMIȘ			
Autoturisme	Autoutilitare	Autobuze/Microbuze	Remorci
195.708	22.793	1113	8037

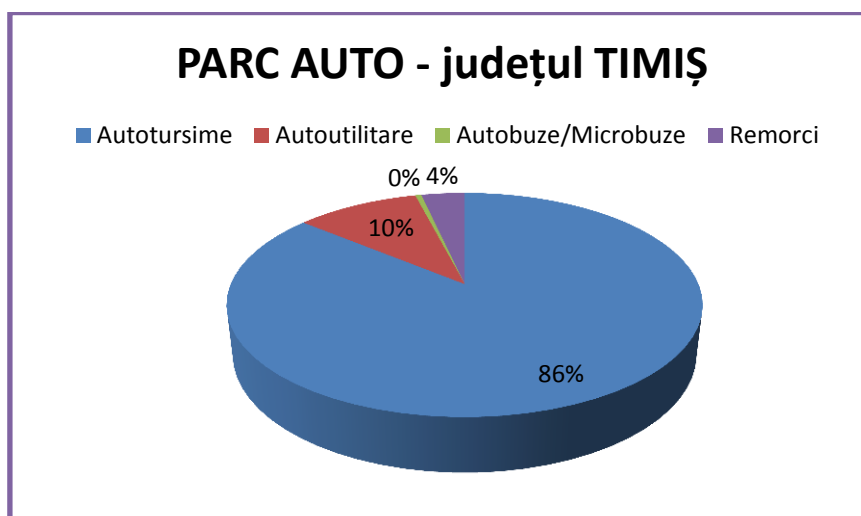


Fig. 5.39. Parc auto Timiș

Spre deosebire de situația la nivel național, unde dinamica auto este în scădere, la nivelul județului Timiș, în perioada 2011-2014 s-a înregistrat o tendință de continuă creștere a parcului auto, de la 209.014 unități la 245.319, indicând o creștere cu 17,4%. Aceeași direcție se înregistrează în rândul autoturismelor, de la 169.199 unități la 195.708, adică o creștere cu 15,7%.

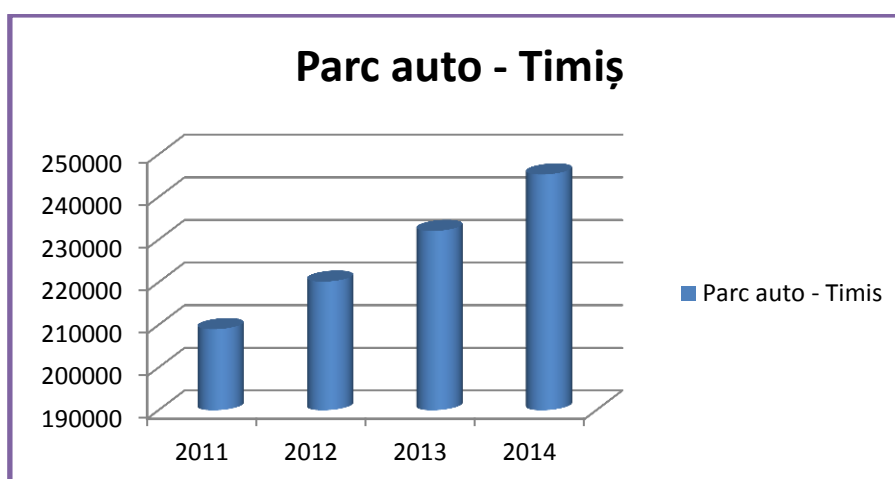


Fig. 5.40. Evidențierea parcului auto în județul Timiș

Conform situațiilor statistice oficiale, în perioada 2011 – 2014, la nivelul județului Timiș, parcul auto se prezintă după cum urmează:

Tabel 5.17.

PARC AUTO JUDEȚUL TIMIȘ 2011-2014 (număr total de autovehicule)			
2011	2012	2013	2014
209.014	220.179	232.058	245.319

Tabel 5.18

PARC AUTO JUDEȚUL TIMIȘ 2011-2014 cu vechimea până la 2 ani		
Anul	Număr total autovehicule	Vechime 0-2 ani
2011	209.014	9949 (4,76%)
2012	220.179	4941 (2,24%)
2013	232.058	4352 (1,87%)
2014	245.319	8077 (3,29%)

În cazul autovehiculelor se observă o pondere foarte scăzută de circa 4,76% a mașinilor cu o vechime de până la 2 ani (în 2011), 2,24% în anul 2012, 1,87% în 2013 și aproape 3,3% în anul 2014.

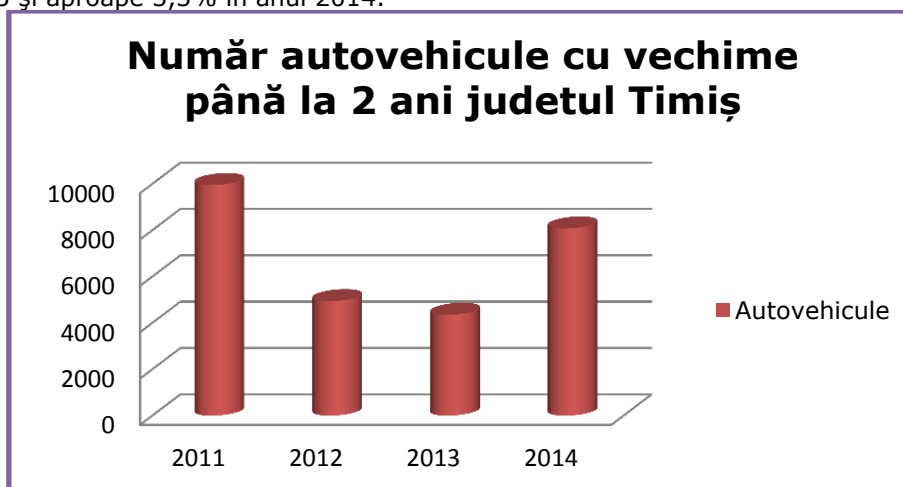


Fig. 5.41. Autovehicule cu vechime până la 2 ani

Analiza parcului auto din județul Timiș pe categorii de autovehicule prezintă pentru perioada 2011-2014 următoarea situație:

Tabel 5.19.

Tip autovehicul	2011	2012	2013	2014
Autobuze	548	633	650	690
Autospeciale	437	422	404	395
Autospecializate	1.782	1.708	1.659	1.597
Autoturisme	169.199	177.254	186.027	195.078
Autoutilitare	16.350	18.501	20.516	22.793

Microbuze	357	379	389	423
Motociclete	1.766	1.746	1.716	1.685
Tractor	723	707	699	686
Remorca	6.536	6.985	7.512	8.037

În cazul mijloacelor de transport cu mai mult de 9 locuri (autobuze și microbuze), pe fondul reducerii traficului feroviar din ultimii 5 ani, se remarcă o creștere accentuată de la an la an, la numărul de autobuze și microbuze care deservește circulația regională, asigurând-se legăturile între localitățile limitrofe municipiului Timișoara, orașului Lugoj sau Sănnicolaul Mare, iar în cazul nostru cu orașul Deta.

Astfel, la autobuze creșterea pe ultimii 4 ani este de 25,9%, de la 54 unități la 690, iar în cazul microbuzelor creșterea înregistrată este de 66 de unități, adică un plus de 18,5%.

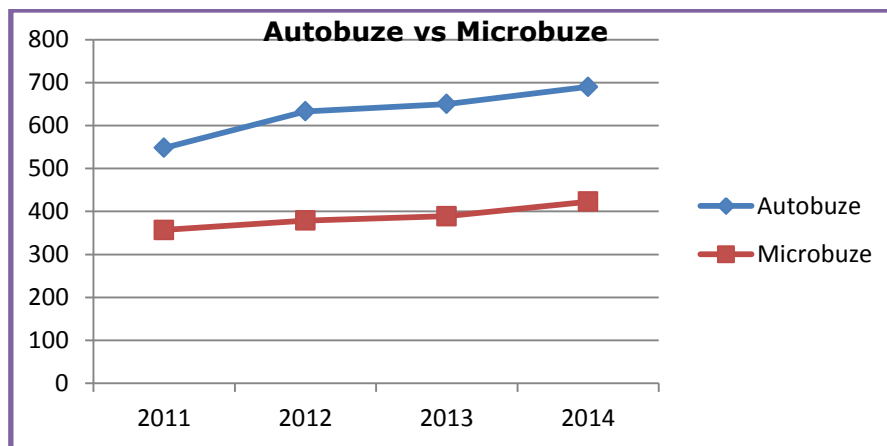


Fig.5.42. Parc auto Autobuze/Microbuze în județul Timiș

La analiza categoriilor – autospeciale și autospecializate – se remarcă în ultimii ani, o scădere a numărului de unități înmatriculate, de la 437 la 395 de autospeciale, respectiv de la 1782 la 1597 în cazul autospecializateelor. Este singura categorie din parcul auto al județului Timiș care înregistrează o descreștere pe ultimii 4 ani.

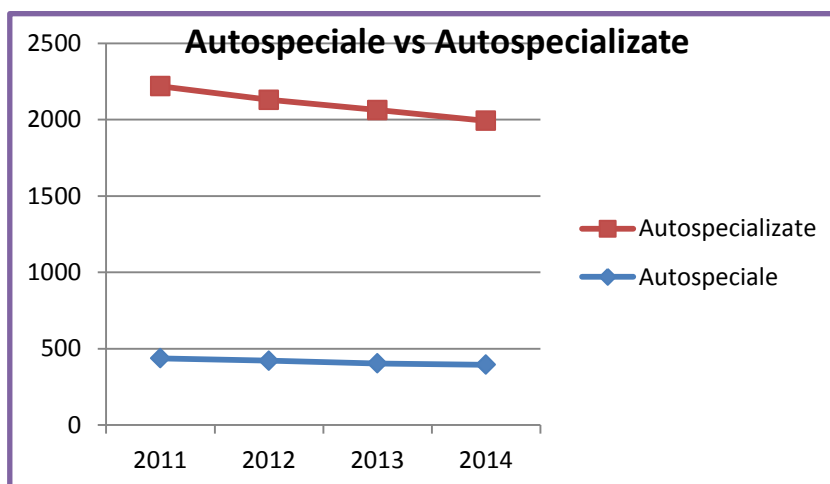


Fig. 5.43. Parc auto Autospeciale în județul Timiș

Pondere cea mai mare o ocupă autoturismele din parcul auto al județului Timiș, acestea reprezintă 79,52% la nivelul anului 2014, adică un număr total de 195.078 autoturisme.

Ținând cont de faptul că doar 3,29% din totalul autoturismelor au o vechime de până la 2 ani, cu atât mai mult se pune în discuție în ce măsură vechimea parcului auto influențează nivelul de poluare fonică din județul Timiș.

La nivelul județului Timiș, vârsta autoturismelor aflate în circulație înmatriculate se prezintă după cum urmează:

Tabel 5. 20.

Vechime în ani	0-2 ani	3-5 ani	6-10 ani	11-15 ani	16-20 ani	Peste 20 ani
2011	7731	28954	46735	28697	23709	33373
2012	3398	16248	50487	41005	28635	37481
2013	2748	10228	54241	47687	30774	40349
2014	4827	12457	56705	51702	31558	38459

Din analiza datelor prezentate în tabel se observă faptul că mai mult de jumătate din autoturismele care circulă pe drumurile publice din județul Timiș au o vechime de peste 10 ani.

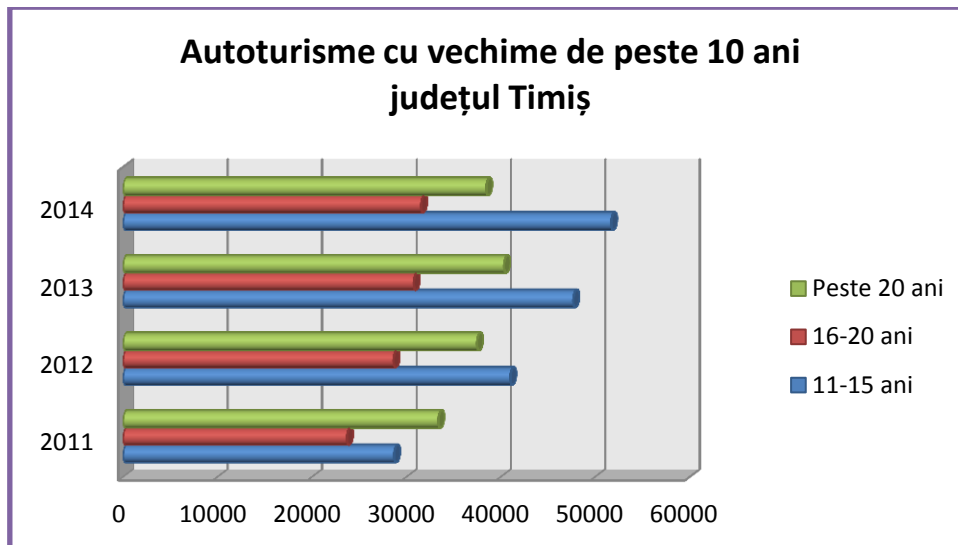


Fig. 5.44. Autoturisme cu vechime de peste 10 ani în județul Timiș

Această situație își pune amprenta în mod hotărâtor în ceea ce privește poluarea fonică, dar și atmosferică cu noxe și gaze de eșapament. O măsură privind întinerirea parcului auto o reprezintă și programul oficialităților centrale, a Ministerului Mediu, privind susținerea și în anul 2015 a programului RABLA, prin care pot fi casate și scoase din circulație autovehiculele cu vechime mai mare de 8 ani, obținându-se contravaloarea unui tichet în sumă de 6500 lei, dar și un eco bonus de 1500 lei pentru mașinile cu motorizări Euro6 și mașini hibride/electrice.

5.4. Harta de zgomot și situația izolării clădirilor

Pentru aplicarea de norme în privința controlului și monitorizării zgomotului, cât și pentru crearea de referințe și standarde comune este necesară așa cum am mai spus întocmirea de documentații și hărți. În serviciul politicilor de eficientizare a traficului în acord cu nevoile și sănătatea comunităților teritoriale sunt aduse tehnologiile informatice: Sistemele Informatice Geografice. Acestea furnizează hărțile necesare pentru realizarea unor planuri strategice în acest sens. Aceste planuri sunt utilizate pentru combaterea poluării fonice și pentru dezvoltarea proiectelor de urbanism.

Pentru întocmirea hărții cu situația izolării clădirilor din teritoriu am efectuat inventarierea clădirilor și fotografierea lor. Am identificat asemănări din punct de vedere constructiv și am efectuat clasificarea acestora. Pentru această clasificare am folosit **NORMATIVUL** din 21 noiembrie 2013 "PRIVIND ACUSTICA ÎN CONSTRUCȚII ȘI ZONE URBALE INDICATIV C 125/2013. Proiectarea și execuția măsurilor de izolare fonică și a tratamentelor acustice la clădiri." Am materializat pe eșantionul ales cu hașuri specifice fiecare clădire în funcție indicele R_w , ce reprezintă izolarea fonică a zgomotului aerian:

Tabel 5.21.

Structura	Masa totală (kg/m ²)	Valoarea indicalui R _w (dB)
Plăci de beton netencuite 20,5 cm	512,3	55
Plăci beton netencuite 23 cm	575	56
Pereți având grosimea elementului din beton armat de 11 cm	313	51
Blocuri ceramice cu goluri orizontale (1200 kg/m ³) cu grosimea de 1 bloc (2 cm + 29 cm + 2 cm)	406	52
Zidărie din elemente de argilă arsă eficientă (1600 kg/m ³) cu grosimea de 1 element de argilă arsă (2 cm + 29 cm + 2 cm)	532	54
Blocuri cca. 630 kg/m ³ tencuiți pe ambele fețe cu un strat de tencuială de 2 cm; = 1700 kg/m ³ (2 cm + 24 cm + 2 cm)	224	47
Acoperiș înclinat fără țigle		41
Acoperiș înclinat cu țigle de argilă arsă		50
Acoperiș înclinat cu tablă		51-55
Ferestre cu dimensiunea sticlei de 4mm-6mm-10mm cu cât sticla este mai groasă cu atât izolarea fonică este mai bună - foile de sticlă trebuie să aibă grosimi diferite - cu cât este mai mare spațiul dintre foile de sticlă cu atât fereastra este mai performantă - înlocuirea aerului cu Argon duce la creșterea performanțelor de izolare fonică		31-40
Structura: Fâșie din BCA 12,5 cm; plăci poroase, 4 cm; aer, 6 cm; Fâșie din BCA 7,5 cm	135	53



Fig.5.45. Casă categoria I

Zidăria BCA are o densitate de $400 \pm 30 \text{ kg/m}^3$ sau chiar $300 \pm 25 \text{ kg/m}^3$. Aceasta asigură absorbția fonică a zgomotului aerian, indicele de atenuare a zgomotului crește în funcție de grosimea zidului.



Fig. 5.46. Casă categoria II

Clădire bine întreținută, tencuită, acoperiș vechi



Fig. 5.47. Casă categoria II

Casă veche din cărămidă nearsă, tencuiala în stare deteriorată, fereastră PVC, acoperiș vechi.



Fig. 5.48. Casă din categoria III

În imaginile următoare este prezentată situația clădirilor introduse într-un fișier dxf. de pe eșantionul studiat.

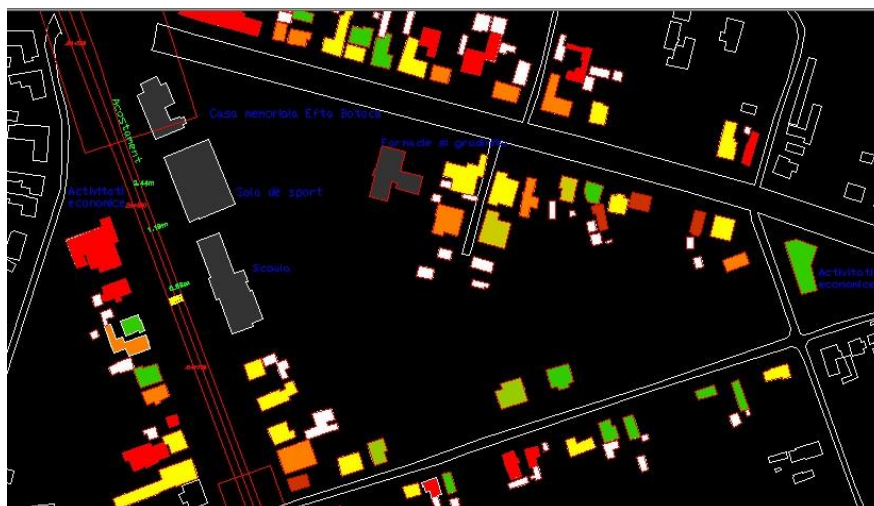


Fig.5.49. Situația clădirilor pe eșantionul studiat

Pentru a analiza situația din teren, am georeferențiat harta de zgomot din 2012 [73] pentru a introduce informațiile în proiecție Stereografică 1970. Procesul de georeferențiere l-am descris din punct de vedere teoretic în primul capitol.

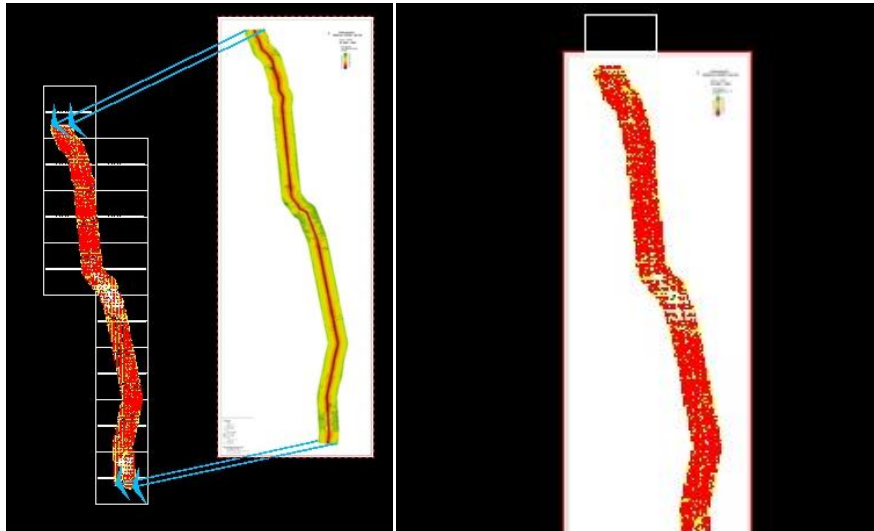


Fig. 5.50. Harta de zgomot georeferențiată

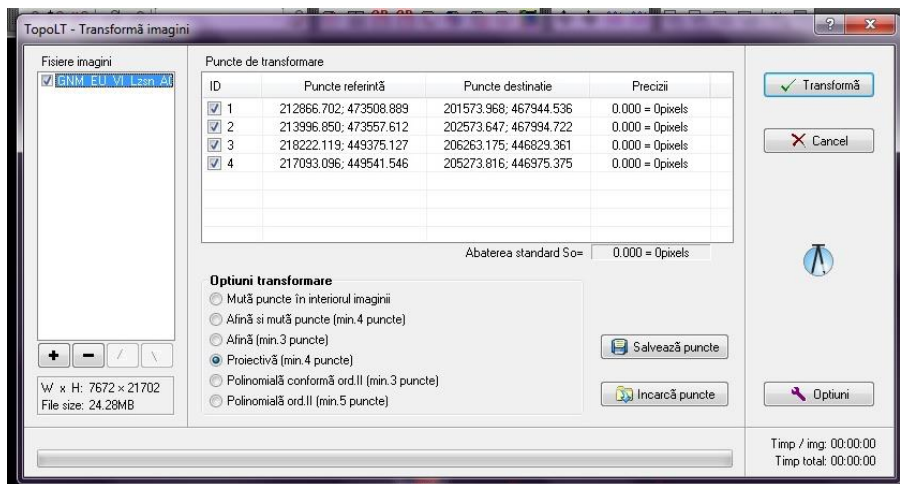


Fig. 5.51. Cele 4 puncte pentru georeferențiere

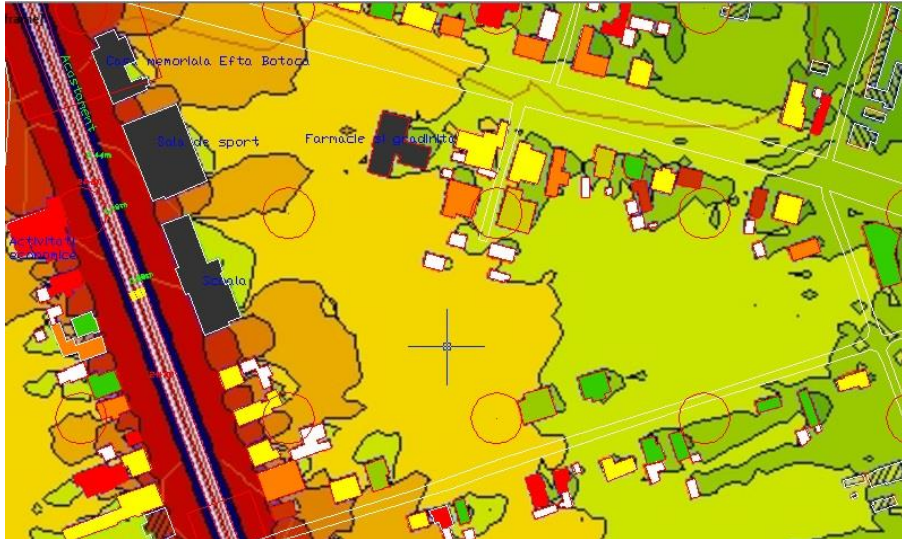


Fig. 5.52. Suprapunere între harta de zgomot și clasificarea clădirilor

În imaginea ce reprezintă suprapunerea dintre harta de zgomot și clasificarea clădirilor se poate observa:

- cu hașură neagră sunt reprezentate clădirile sensibile: grădinițele, școlile, clădiri în care se desfășoară evenimente culturale;
- cu hașură albastră construcțiile industriale;
- cu alb sunt reprezentate anexele gospodărești ce au rol din punct de vedere al modelării acustice, dar care nu influențiază expunerea locuitorilor la poluarea fonică;
- categoria I - cu culoarea verde prin 3 nuanțe diferite sunt materializate clădirile care au ca destinație spațiu locativ și care beneficiază de măsuri de diminuare a poluării fonice;
- categoria II - cu culoarea galbenă și portocalie clădirile bine întreținute care au un indice bun de izolare fonică;
- categoria III - cu roșu clădiri locuite foarte deteriorate

Consider că din această clasificare suprapusă peste harta de zgomot și cu datele stocate și completate cu măsurători acustice periodice în puncte strategice stabilite de către specialiști ar rezulta hărți de zgomot cu o acuratețe ridicată. Având rezultate apropiate de realitate, planurile de măsuri pentru reducerea zgomotului datorat traficului rutier ar fi realiste, adică ar exista siguranța că banii investiți atât în studiu, cât și în metodele de atenuare vor da rezultate. Efectul ar fi reducerea numărului de persoane expuse la zgomot, prin urmare creșterea gradului de sănătate în mediul urban și creșterea calității vieții.

5.5. Concluzii

Se ajunge la concluzia că, în cele din urmă, o monitorizare a poluării fonice s-ar impune pe tronsonul de drum DN59 pornind de la km 14+230 din localitatea Șag unde circulația se desfășoară pe 4 benzi și până la km 36+150 la ieșirea din localitatea Voiteg unde se intersectează drumul DN 59 cu drumul DN 59B care merge spre direcția Reșița:

1. Să se examineze și să se identifice nivelul actual al poluării fonice în diferitele puncte și locuri importante din zona analizată, oferindu-se astfel informații cu privire la starea nivelului de poluare fonică. Am considerat important a se monitoriza poluarea fonică în puncte strategice. Punctul 1 este important datorită clădirii sensibile ce se află în vecinătate, punctul 2 este situat la intrarea în localitatea Jebel unde se poate urmări și fenomenul de colectare a traficului, punctul 3 se află la intersecția cu drumul comunal spre localitatea Pădureni, în punctul 4 apare fenomenul de suprapunere de poluare fonică, iar punctul 5 este la ieșire din localitatea Șag. Valoarea minimă LAeq este de 68,59 dB în punctul 3 deoarece în acest punct covorul asfaltic este proaspăt schimbat iar carosabilul este fără defecțiuni. În punctul 2 LAeq este de 75,56 dB reprezentând valoarea maximă, în acest punct configurația terenului nu a fost posibilă păstrarea distanței de 7,5 m față de partea carosabilă ce a condus la această valoare maximă. Înainte de a se stabili un program de măsuri este necesară realizarea mai multor măsurători respectând metoda CNOSSOS-EU și modelarea zgomotului cu programe specializate. Compararea datelor obținute poate să ofere o imagine mai clară și să excludă situațiile excepționale. În cazul punctului strategic în care s-a înregistrat valoarea maximală trebuie avut în vedere numărul de locuitori expuși poluării fonice. O propunere pentru diminuarea zgomotului ar fi schimbarea statului de uzură cu un strat poroelastic. Întrucât acest punct strategic se află la ieșirea din localitatea Jebel, iar zgomotul predominant este cel de rulare soluția propusă este cea mai realistă.
2. Să se stabilească numărul instituțiilor vulnerabile din diferitele zone influențate de poluarea fonică din zona analizată. Luând ca exemplu măsurătorile acustice efectuate în localitatea Jebel se poate aplica aceeași schemă localităților Voiteg și Șag.
3. Să se stabilească rolul stratului de vegetație drept agent împotriva poluării fonice. Pe eșantionul din localitatea Jebel am înregistrat și cadastrul verde introducând-ul în SIG într-o altă bază de date diferită față de "grund absorption". În concluzie aceste noi elemente sunt importante în cazul unei modelări acustice punctuale.
4. Să se genereze hărți cu nivelul zgomotului din zona analizată într-o manieră care să determine zonele afectate de poluarea fonică.

Alături de aceste obiective majore există și un obiectiv suplimentar, unul menit să realizeze percepția oamenilor cu privire la poluarea fonică.

O legislație adecvată cât și aplicarea strictă a acesteia ar trebui implementată la nivel național, sancțiunile trebuind a fi exemplar introduse pentru orice tip de încălcare a acesteia. Importul de claxoane hidraulice ar trebui interzis, iar sancțiunea aplicată utilizării acestora să fie mai severă.

CAPITOLUL 6 CONCLUZII

6.1. Concluzii generale

Transporturile joacă un rol foarte important în societate, iar la ora actuală se pune accent pe dezvoltarea de noi tehnologii și materiale, pe monitorizarea, actualizarea și gestionarea elementelor din acest domeniu ce vor fi esențiale pentru a reduce emisiile cauzate de transporturi, atât în UE, cât și în restul lumii. La nivel european noțiunea de mobilitate sustenabilă rămâne a fi prioritatea de bază a tuturor actorilor implicați.

Politicile de urbanism și dezvoltare durabilă pun un accent foarte mare pe confortul populației și din perspectivă sonoră/fonică. Deși primul plan al preocupărilor specialiștilor este ocupat în continuare de calitatea aerului și a apei, totuși dinamica orașelor sau a aglomerațiilor urbane impune o atentă tratare și gestionare a problemelor cauzate de zgomote, de poluarea fonică.

La nivel național este necesar schimbul de date spațiale pentru a evita costurile suplimentare legate de generarea și gestiunea informațiilor și integrarea acestora în alte baze de date. Accesarea datelor spațiale se poate efectua prin intermediul internetului, ce reprezintă o modalitate de a fi conectat în timp real la datele din teren. Principalul beneficiu al conectării este posibilitatea de a analiza periodic aceste informații.

Această nouă tendință a orientat în bună măsură și cercetarea mea. Am pus în aceeași ecuație poluarea fonică și transporturile rutiere și m-am dedicat studiului de ansamblu al relaționării surse - (starea drumurilor și compoziția îmbrăcăminților rutiere, starea automobilelor și a părților componente responsabile de producerea de zgomote – motorul și anvelopele, intensitatea traficului condiționată de mobilitatea populației și a circulației de mărfuri) și efecte (disconfortul sau jena populației supuse unor zgomote ce depășesc parametri permisi, tulburări ale somnului, nervozitate, boli cardiovasculare etc.)

6.2. Contribuții personale

Am considerat, urmărind îndeaproape prevederile normelor legislative europene și armonizarea cadrului comunitar privind elaborarea hărților strategice de zgomot, ca fiind utilă abordarea bazelor de date din Sistemele Informatice Geografice.

Colectarea de date geografice, tehnice din domeniul construcțiilor și acustice într-un program cum este MapSys, analiza și coroborarea cu datele privind traficul pe tronsonul de drum DN 59 supus cercetării mele a presupus:

- însușirea de cunoștințe pentru utilizarea programului MapSys și actualizarea bazelor de date de pe drumul național DN 59;
- determinarea coordonatelor geografice a analizatorului de zgomot prin tehnologia GNSS;
- integrarea în SIG a unei baze de date specifică determinărilor acustice;
- stabilirea punctelor strategice și determinarea nivelului de zgomot folosind echipamente acustice performante: Brüel & Kjær noise analyzer 2250, programe de descărcare și prelucrare a parametrilor acustici;
- monitorizarea parametrilor traficului și nivelurilor de zgomot;

- am urmărit suprapunerea cu harta de zgomot a hărții cu situația clădirilor și stadiul lor de izolare fonică;
- Identificarea elementelor ce diferă față de vechea metodă și pregătirea pentru a treia rundă de cartografiere acustică strategică cu metoda CNOSOOS-EU ;
- studierii dinamicii parcului auto atât la nivel național cât și la nivelul județului Timiș;

Pentru a putea interpreta mai bine hărțile strategice de zgomot a fost nevoie să evidențiez interdisciplinaritatea monitorizării poluării fonice, atât din punct de vedere teoretic, cât și aplicativ. Într-o primă etapă s-a întrevăzut ca necesară însușirea de cunoștințe cu privire la zgomotele și sursele emitente și explicarea aspectelor legate de zgomotul rutier, feroviar, aeroportuar și industrial. Am alăturat elementelor teoretice și cadrul legislativ comunitar și național pentru a putea identifica mai bine normele legale în baza cărora vorbim despre poluarea fonică. În acest sens am realizat: studii de trafic, determinări acustice, clasificări ale clădirilor în funcție de tipul de izolație fonică. Astfel harta de zgomot se dovedește a fi numitorul comun al domeniului construcțiilor, mecanicii și măsurătorilor terestre.

Cercetarea de față, coroborată cu aspectele legislative și normative naționale și europene poate deveni un instrument util autorităților locale și județene cu factor de decizie privind calitatea mediului și a transporturilor. Analiza pe care am realizat-o, multitudinea de aspecte puse în relaționare pentru a identifica gradul de expunere a comunităților deservite de tronsonul de drum DN 59 la poluarea fonică a traficului rutier, pot valoriza soluții și măsuri eficiente: montarea de panouri fonoabsorbante (pe tronsonul de drum DN 59 acestea lipsesc); reînnoirea îmbrăcăminților rutiere actualizarea bazei de date *drum* cu ultima modificare pe tronsonul studiat relevă următoarea realitate: îmbrăcămintea bituminoasă cu strat de uzură în strat de 4 cm, îmbrăcămintea bituminoasă cu strat de legătură 4 cm. Trebuie avut în vedere și aspectul că orice îmbrăcămintea nou turnată are proprietăți fonoabsorbante prin eliminarea defectăunilor – faianțări, fisurări, gropi); realizarea acostamentelor cu îmbrăcăminți rutiere poroase. Cele trei elemente enumerate și exemplificate mai sus trebuie introduse în SIG, iar absența sau întrebuițarea lor defectuoasă favorizează propagarea zgomotului.

Planul Urbanistic General este instrumentul care menține balanța și impune respectarea unor norme în proiectarea orașelor printre care este luată în considerare și poluarea fonică, sistematizarea transporturilor, poziționarea clădirilor, anveloparea acustică a imobilelor. În privința construcțiilor civile am urmărit suprapunerea cu harta de zgomot a hărții cu situația clădirilor și stadiul lor de izolare fonică. Întrucât datele din teren au demonstrat un grad scăzut de izolare fonică și mai ales cu materiale convenționale și mai puțin eficiente, am propus cu titlul de exemplu o clădire verde din Timișoara. Pereții verzi, pe lângă proprietățile fonice, au rol de a reduce amprenta de carbon și impuritățile din aer și nu necesită modificarea structurii construcției.

Am considerat a fi extrem de utilă cunoașterea noii metodologii de determinare a nivelului de poluare fonică CNOSSOS-UE (Metoda comună de evaluare a zgomotului = Common Noise Assessment Methods in Europe) emisă în anul 2012, ce va aduce modificări anexei II la Directiva END. La ora actuală în România rolul acestei metode este pur informativ și consultativ pentru a se realiza armonizarea legislației naționale. Identificarea elementelor ce diferă față de vechea metodă și pregătirea pentru a treia rundă de cartografiere acustică strategică au termen de finalizare anul 2017. Întrucât acest studiu are și un caracter prospectiv, am preferat să realizăm în avans actualizarea conform metodologiei CNOSSOS-EU a Sistemului Informatic

6.3 - Valorificarea rezultatelor obținute pe parcursul programului de cercetare doctorală 119

Geografic cu elemente ce au rol în modelarea acustică. Pentru a realiza cu succes acest obiectiv ne-am aplecat cu atenție asupra legislației și a directivelor complementare în realizarea hărților de zgomot. Nu în ultimul rând am acordat atenție studierii dinamicii parcului auto atât la nivel național cât și la nivelul județului Timiș.

6.3. Valorificarea rezultatelor obținute pe parcursul programului de cercetare doctorală

Pe parcursul cercetării doctorale am participat la conferințe naționale și internaționale în domeniul măsurătorilor terestre, construcțiilor și acusticii, ce s-au concretizat într-un număr de 15 lucrări științifice publicate în calitate de autor și coautor. Aceste publicații sunt apărute în baze de date internaționale sau sunt în curs de indexare. Dintre acestea 5 au apărut în reviste indexate **Web of Science-WoS (ISI) și Web of Science-WoS (ISI) Proceedings la data susținerii tezei de doctorat.**

De asemenea am urmat în cadrul programului Erasmus cursuri de specializare în utilizarea programelor de modelare 3D a construcțiilor, ce îmi vor fi utile în dezvoltarea pe viitor a părții aplicative ale tezei de doctorat, mai exact în etapa trecerii de la hărțile de zgomot 2D la 3D.

Prin prisma faptului că sunt inginer topograf autorizat de Agenția de Cadastru și Publicitate imobiliară am putut gestiona informațiile și datele din teren în cunoștință de cauză și cu o mai bună precizie.

1. Grecea, C., **Moscovici, A. M.** (2014). Phonic pollution and strategic acoustic mapping with Geographic Information Systems. *ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL*, 13(9), 2229-2232.
2. Grecea, C., **Moscovici, A. M.**, Vilceanu, C. B., & Herban, S. I. (2014). Comparative overview of cadastre and land information systems in some countries from europe-an efficient tool to understand and manage urban development. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ECOLOGY*, 15(2), 678-685.
3. **Moscovici, A. M.**, Brebu, F. M., Gridan, M. R., David, V. (2015, March). Mathematical cartography based on georeferencing maps. In *PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUMERICAL ANALYSIS AND APPLIED MATHEMATICS 2014 (ICNAAM-2014)* (Vol. 1648, p. 670007). AIP Publishing.(GRECIA)
4. Grecea, C., Musat, C. C., **Moscovici, A. M.** (2013). NOISE MANAGEMENT AND NOISE MONITORING WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management*, 1, 797.
5. Bala, A. C., Brebu, F. M., **Moscovici, A. M.** (2012). USING TERRESTRIAL LASER SCANNING TECHNOLOGIES FOR HIGH CONSTRUCTION MONITORING. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management*, 2, 829.
6. **Moscovici A.M.**, Bala A.C., Brebu F.M. (2012) Spatial management of territorial administrative units by the importance of collaboration between surveyor and architect. *RevCAD Journal of Geodesy and Cadastre*,13, 130-136 (Copernicus)
7. **Moscovici A. M.**, Grecea C., Costescu I. (2014) Approaching Noise Pollution From The Point Of View Of The Elements Introduced In The Specific Databases. *RevCAD Journal of Geodesy and Cadastre*, Vol.17,12-18 (Copernicus)

8. Grecea C., Rusu G., Muşat C., **Moscovici A-M** Challenges in Implementing the Systematic Land Registration in Romania 1 st European Conference Of Geodesy And Geomatics Engineering, GENG' 13 , Turcia, Anthalya, ISBN 978-960- 474-335-3 2013 98-106
9. **Moscovici A-M**, Costescu C.,(2015) Problemele poluării fonice influențate de suprafețele rutiere, ZAT, Timișoara, 28-29 mai 2015 – Ed. Solness Timișoara, ISSN 2247-3807, 68-72
10. Muşat C. C-tin, Vilceanu C. -B., **Moscovici A-M** (2014)“Cadastru 2020- A New Perspective Of Romanian Cadastral System”Proceedings of the 2nd. European Conference Of Geodesy & Geomatics Engineering (GENG '14),Romania, Brasov, 2014, ISSN 2227-4359 ISBN 978-960-474-385-8 pp 168-173
11. **Moscovici A-M**, Costescu I., Grecea C.(2013) GIS solution for acoustic strategic maps ZAT, Timișoara, 23-24 may 2013 – Ed. Solness Timișoara, ISSN 2247-3807, 35-41
12. **Moscovici A-M**, Petrica I., Socio-educational and Scientific-technical Aspects of the Architectural Presentation of Spaces Intended for Religious Act in Romania 7th World Conference on Educational Sciences, (WCES-2015), 05-07 February 2015, Novotel Athens Convention Center, Athens, Greece Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 197, 25 July 2015, Pages 1140-1147
13. **Moscovici A-M**, Grecea C., Information Technology-assisted Teaching in the Field of Geodesy: Mentor – Debutant Co-operation 7th World Conference on Educational Sciences, (WCES-2015), 05-07 February 2015, Novotel Athens Convention Center, Athens, Greece Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 197, 25 July 2015, Pages 1121-1125
14. **Moscovici A-M**, Rusu G. (2015) COMPARATIVE STUDY OF THE NOISE POLLUTION LEVEL IN MAJOR AREAS FROM TIMISOARA CITY Buletin Mecanică ISSN 1224-6077
15. **Moscovici A-M** (2015) Preliminary Results in the Development of a Database for Noise Maps., AVMS-2015, Timișoara 28-29 may 2015 *Applied Mechanics and Materials Vol. 801 (2015) pp 102-106*

Bibliografie

- [1.] Abbas AR., Liang, R. Y., Frankhouser, A., Cardina, J., & Cubick, K. L.(2011) - Green Noise Wall Construction and Evaluation în Research & Development, No. FHWA/OH-2011/17, Ohio Department of Transportation.
- [2.] Augoyard J-F; Torgue H, (1995) - À l'écoute de l'environnement. Répertoire des effets sonores, Marseille, Éditions Parenthèses.
- [3.] Asdrubali, F., Schiavoni, S., & Horoshenkov, K. (2012) - A review of sustainable materials for acoustic applications. Building Acoustics, 19 (4), pp. 283-312.
- [4.] Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L. F., Bures, S., Álvaro, J. E., Urrestarazu, M. (2015) - Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings. Applied Acoustics, 89, pp. 46-56.
- [5.] Bacria V. (2013) - Studiu de oportunitate privind întocmirea hărții acustice a municipiului Timișoara
- [6.] BADEA, A. C., BADEA, G., CAIUS, D., & ADRIAN, S. Aspects of Cadastral Data Management Using GIS and 3D Software.
- [7.] Bauzer-Madeiros, M et all (2006) - Vers un entrepôt de données pour le trafic routier, în NOTE, CNRS-LAMSADE, Université Paris-Dauphine, n° 40, http://www.lamsade.dauphine.fr/~manouvri/EDA06_CADDY_VersionPubliee.pdf
- [8.] Berglund, S. (2001) - GIS in transport modelling. Royal Institute of Technology, Department of Infrastructure. Report.
- [9.] Bertrand Francis, (2007) - La Directive INSPIRE, în Geomatique suisse, n°8, p. 386-387.
- [10.] Bilașco, Ș.(2008) - Implementarea GIS în modelarea viiturilor de versant. Casa Cărții de Știință.
- [11.] Bord, J-P,(2013) - Cartes et géomatique, în CFC, nr. 218, decembrie 2013, p.51-54.
- [12.] Burlacu, Florentina, (2014) - Influența caracteristicilor drumului asupra siguranței circulației, Teza de doctorat, București.
- [13.] Castrave, T.; Bejenaru, G.; Căpățînă, L.; Dilan, V. (2013) - Inițiere în SIG ISBN 978-9975-4401-7-2.
- [14.] Castellegho, M.(2002) - Caractérisation perceptive des sons. Identification des sources et qualification des sons, în Présentation des recherches -Michele Castellengo - 1963-2002, p. 71-74, Consultat pe site-ul LAM-Institut Jean Rond d'Alembert, Marseille, <http://www.lam.jussieu.fr/Membres/Castellengo/07-qualite-sonore.pdf>
- [15.] Conférences Européenne des Directeurs des Routes (2010) - Gestion et réduction du bruit, avril.
- [16.] David, V. - (2007) Importanța fotogrammetriei în generarea bazei de date SIG. Colegiul de redacție. Revista de Geodezie, Cartografie și Cadastru, p. 34 - 41.
- [17.] Defréville, B.,(2005) - Caractérisation de la qualite sonore de l'environnement urbain: une approche physique et perceptive basee sur l'identification des sources sonores, teză coordonată de prof. Gérard IGNAZI, susținută în cadrul Ecole doctorale sciences et ingenierie de l'Universite de Cergy-Pontoise,.
- [18.] Direcția generală politici interne ale Uniunii. Serviciul de politici B: Politici Structurale și de coeziune. Transport Turism(2012), - Reducerea

- poluării fonice generate de traficul feroviar, Studiu,.
- [19.] Dobrică, L., Colesca, S. E.,(2009) - Geographical data management in GIS systems în *Economia seria Management*, 12 (2), p. 196-207.
- [20.] Dron, D., Cohen de Lara, M, (2000) - Pour une politique soutenable des transports – Rapport au Ministère de l'Environnement, Éditions février.
- [21.] Faliu, J.,(2002) - Les effets du bruit d'une activité aeroportuaire sur la santé des populations riveraines: elements d'analyse du volet sanitaire des études d'impact, lucrare de diplomă susținută la École Nationale de la Santé Publique Paris, sub coordonarea Isabelle Nicoulet, Michèle Legeas, 2002.
- [22.] Fendi, K. G., Adam, S. M., Kokkas, N., & Smith, M.(2014) - An Approach to Produce a GIS Database for Road Surface Monitoring. *APCBEE Procedia*, 9, p. 235-240.
- [23.] Gawade, P., & Mhaske, S. (2013) - GIS Based Roadway Construction Planning architecture, 1(3).
- [24.] Gâtlan, Al,(2012) - Poluarea fonică în transportul feroviar și feroviar urban, în *Buletinul AGIR – Asociația generală a inginerilor din România*, Supliment 1/2012, p. 49-62
- [25.] Garnier, C., Legrand P., (1997) - Le Cadastre vert. Méthodologie, bilan d'une expérience et perspectives de recherche, în *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 39, n° 39-2, p. 373-393.
- [26.] Gheorghe, V. and all (2012) – Studiu de fundamentare căi majore de circulație în județul Timiș
- [27.] Goubert, L., Bendtsen, H., Bergiers, A., Kalman, B., & Kokot, D. (2014, April). The poroelastic road surface (PERS): the 10 dB reducing pavement within reach?. In *Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment*.
- [28.] Grecea, C., Moscovici, A. M., Vilceanu, C. B., & Herban, S. I. (2014) Comparative Overview Of Cadastre And Land Information Systems In Some Countries From Europe-An Efficient Tool To Understand And Manage Urban Developement. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ECOLOGY*, 15(2), p. 678-685.
- [29.] Grecea, C. (2012) - Concepte
- [30.] Grecea, C., Moscovici, A. M. (2014) - Phonic pollution and strategic acoustic mapping with Geographic Information Systems. *ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL*, 13(9), 2229-2232.
- [31.] Grecea, C., Musat, C. C., Moscovici, A. M. (2013) - NOISE MANAGEMENT AND NOISE MONITORING WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management*, 1, 797.
- [32.] Grall, P, (2003) - Bruit ferroviaire: Contexte légal et réglementaire, în *Revue générale des chemins de fer*, octombrie 2003, p. 7-14.
- [33.] Guarinoni, M., Ganzleben, C., Murphy, E., Jurkiewicz, K., (2012) - Towards a Comprehensive Noise Strategy. European Union, Brussels.
- [34.] Herban, I. S., Grecea, C., & Musat, C. C (2012) - Using a Geographic Information System (GIS) to Model, Manage and Develop Urban Data of the Timisoara City. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 13 (3), 1616-1624.
- [35.] Herisanu N., Bacria V., (2013) - Some effects of rubberized asphalt on

- decreasing the phonic pollution, Appl. Mech. Mater. 430 257-261
- [36.] Herişanu N., Bacria V., Toader M., Popa Radovan S., (2006) - Investigation of noise pollution in an urban area, WSEAS Trans. Syst. 5 1648-1653
- [37.] Kephelopoulos, S., Paviotti, M., & Ledee, F. A. (2012). Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU). Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU), 180-p.
- [38.] Kephelopoulos, S., Paviotti, M., Anfosso-Lédée, F., Van Maercke, D., Shilton, S., & Jones, N. (2014). Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping. *Science of The Total Environment*, 482, 400-410.
- [39.] Krishna Prapoorna Biligiri (2013) - Effect of pavement materials'damping properties on tyre/road noise characteristics, Construction and Building Materials Volume 49, December , pp. 223-232.
- [40.] Licitra, G. (Ed.). (2012) - *Noise Mapping in the EU: Models and Procedures*. CRC Press.
- [41.] Maffiolo, V., Castellegho, M., Dubois D.,(1998) - Qualité sonore de l'environnement urbain: Sémantique et intensité, în Acoustique & Technique, 2ème Assises „Sonore 98”, 16, 1998, p. 14-21.
- [42.] Manea R., Iordan D., Călin .C. (2009) - Ghid de rezolvare a problemelor de topografie Ed. II a 2009 Ed. Nouă, Bucureşti - 978-973-8987-91-3
- [43.] Mankari, M. P., Kodge, B. G., Kulkarni, M. J., & Nagargoje, A. U., (2010) - Fundamentals of geoinformatics and its applications in geography. *Geoscience Research*, 1, 01-06.
- [44.] Manolescu, Ghe.-P. et al,(2005) - Zgomotul și omul în Reduceti expunerea la zgomot!, lucrările Simpozionului tehnico-științific Oradea, 18-20 octombrie 2005, p. 5-17.
- [45.] Mericskay B.,(2011) - Les SIG et la cartographie à l'ère du géoweb : vers une nouvelle génération de SIG participatifs, în L'espace géographique, vol. 40, n° 2, p. 142-153
- [46.] Mingliang Lia, Wim van Keulen, Emiel Tijs, Martin van de Vena, André Molenaar (2015) - Sound absorption measurement of road surface with in situ technology *Applied Acoustics* Volume 88, February 2015, pp. 12-21.
- [47.] Moscovici, A. M., Brebu, F. M., Gridan, M. R., & David, V., (2015) - Mathematical cartography based on georeferencing maps. In PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUMERICAL ANALYSIS AND APPLIED MATHEMATICS 2014 (ICNAAM-2014) (Vol. 1648, p. 670007). AIP Publishing.
- [48.] Moscovici A-M, Costescu C.,(2015) Problemele poluării fonice influențate de suprafețele rutiere, ZAT, Timișoara, 28-29 mai 2015 – Ed. Solness Timișoara, ISSN 2247-3807, 68-72.
- [49.] Moscovici A-M (2015) - Preliminary Results in the Development of a Database for Noise Maps., AVMS-2015, Timișoara 28-29 may 2015 *Applied Mechanics and Materials* Vol. 801 (2015) pp 102-106
- [50.] Murphy, E., & King, E. (2014). *Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy*. Newnes.
- [51.] Mușat, C. C.; Herban, S. I.(2009) - Geoinformation System for Interdisciplinary Planning of Landslides Areas. In Proceedings of the

- 11th WSEAS International Conference on Sustainability in Science Engineering SSE (Vol. 9, p. 27-29).
- [52.] Muzet, Alain, (2002) Les effets du bruit sur le sommeil, în *Acoustique & Techniques*, 28, 2002, p. 13-19.
- [53.] Picaut J.; Fortin N.,(2012) - Approche simplifié de la réalisation de cartographies sonores de grandes agglomerations à l'aide d'un logiciel SIG, în *Références*, septembrie 2012, p. 232-235.
- [54.] Radoslav, R., Branea, A., Badescu, S., Gaman, M., Morar, T., & Nicolau, I. (2010) *Organic Growth. Studies for Territorial Development, Urbanism and Urban Design.*
- [55.] Ruba Fawzi Khaled Ahmad (2011) - Effects of Noise Pollution on Hearing Threshold, Blood Pressure and Oxygen Concentration in Blood of Workers in the Hospitals in Jenin City-Palestine, teză coordonată de prof. dr. Issam Rashid, dr. Zeid naim Qamhiehsuștinută la An-Najah National University, Nablus, Palestine.
- [56.] SANDBERG, Ulf et al.,(2011) Optimization of Thin Asphalt Layers– State-of-the-Art Review. ERA-NET Road report http://www.highways.gov.uk/knowledge_compendium/assets/documents/Portfolio/Optimization_of_Thin_Aspphalt_Layers_Report.pdf.
- [57.] Sandberg, U., Źurek, B., Ejsmont, J., & Ronowski, G. (2013) Tyre/road noise reduction of poroelastic road surface tested in a laboratory. In *Proc. of Acoustics*, 2013, pp. 1-8.
- [58.] Sørensen Mette et al.,(2010) - Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study în *European Heart Journal*, noiembrie 2010, p. 1-8.
- [59.] Stan G.I.,(2011) - Cercetări privind optimizarea panourilor compozite fonoabsorbante și rezistente la șoc utilizate la protecția habitatului limitrof autostrăzilor, Teză de doctorat, Brașov
- [60.] Stanciu, Mariana Domnica; Curtu, Ioan; Timar, Janos; (2011) - Considerații teoretice și practice privind sursele sonore de zgomot produse de traficul rutier urban în *Buletinul AGIR*, ianuarie-martie, 1/2011, p. 86-90.
- [61.] Steele, Campbell, (2001) - A critical review of some traffic noise prediction models, în *Applied Acoustics*, nr. 3, vol. 62, martie 2001, p. 271-287.
- [62.] Suárez-Vega, R., Santos-Peñate, D. R., Dorta-González, P., & Rodríguez-Díaz, M.(2011) - A multi-criteria GIS based procedure to solve a network competitive location problem. *Applied Geography*, 31(1), p. 282-291.
- [63.] Taylor, N. C.; Bridgewater, A. P.,(1998) - Airborne road noise source definition, în *European conference on vehicle noise and vibration*, London, 1998, 5, p. 251-260.
- [64.] Tot, A.-C.; Arghir, M., (2013) - Determinarea atenuării zgomotului în cazul utilizării unui panou vertical, în *Lucrările celei de a XIII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională „Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”*, Sebeș, 2013, pp. 313-318.
- [65.] VACARU BECA I.M.,(2014) - Contribuții privind implementarea unor sisteme complexe de monitorizare a poluării fonice în contextul dezvoltării traficului urban, Teză de doctorat, Cluj.
- [66.] Vîlceanu, C.B.(2014) - Utilizarea tehnologiilor geodezice moderne

- pentru monitorizarea, prelucrarea și analiza unor alunecări de teren și construcții din pământ armat, Teză de doctorat, Timișoara.
- [67.] Waters, N. M.(1999) - Transportation GIS: GIS-T. Geographical information systems, 2, p. 827-844.
- [68.] Yeung, M., Ng, I., Lam, J., Tang, S. K., Lo, D., & Yeung, D.(2014) - Tackling Traffic Noise Through Plenum Windows–An Application in Hong Kong. In INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings No. 5, Vol. 249, 2014, October, pp. 2969-2972 Institute of Noise Control Engineering.
- [69.] Zarzycki, George. J. (2009), From surveying and mapping to geomatics challenges and opportunities, în Roczniki Geomatyki, n° 7, p. 19-21.

WEBOGRAFIE, ACTE NORMATIVE ȘI STASURI

- [70.] Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail <https://osha.europa.eu/fr/front-page>
- [71.] Bruitparif observatoire du bruit en Ile-de-France http://carto.bruitparif.fr/carte_public_allerge/flash/#
- [72.] Centre d'information et de documentation sur le Bruit – CIDB <http://www.bruit.fr/>
- [73.] CNADNR <http://management-zgomot.cnadnr.ro>
- [74.] Dictionar http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/S_I_G_/10910338
- [75.] Direcția Regim Permise de Conducere și Înmatriculare a Vehiculelor <http://www.drpciv.ro/info-portal/changeLanguage.do?lang=ro>
- [76.] Directiva 49/2002 A PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI A CONSILIULUI din 25 iunie 2002 privind evaluarea și gestiunea zgomotului ambiental DIRECTIVA 2002/49/CE, J.O. L 189/2002, [p.] 12. [p]
- [77.] Decizia 1999/468/CE JO L184/1999, p. 23
- [78.] Directiva Motor Ciclu JO L226/1997, p. 1
- [79.] Directiva "anvelope" JO L 129/1992, p. 95
92/23/CEE
- [80.] Directiva autovehiculelor JO L 42/1997, p.1
- [81.] European Environment Agency <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exposure-to-and-annoyance-by-1/assessment>
- [82.] European Environment Information and Observation Network <http://noise.eionet.europa.eu/viewer.html>
- [83.] Esri <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-highway.pdf>
- [84.] Geotop <http://geotop.ro/>
- [85.] Geospatial Analysis - 5th Edition, 2015 http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/?geometric_and_related_operations.htm
- [86.] Guide interactif de la gestion des risques liés à l'environnement pour les collectivités , <http://risquesenvironnementaux-collectivites.oree.org/le-guide/risques-mon-territoire/sante-environnement/pollution-sonore.html>
- [87.] Glosar acustic <http://www.acoustic-glossary.co.uk/>
- [88.] Harta stațiilor de alimentare <http://www.plugshare.com/>

- cu curent electric
- [89.] Le serveur éducatif de l'IGN et de l'Éducation Nationale sur l'information géographique <http://seig.ensg.ign.fr/fichlexi.php?NOCONT=CONT4&ID=1&IDENT=mot&RPHP=fichchap&RCO=&RCH=&RF=&RPF=50&RPC=>
- [90.] http://www.manifold.net/info/what_to_buy.shtml
- [91.] Ministère Des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes <http://www.sante.gouv.fr/le-bruit.html>
- [92.] NORMATIV din 21 noiembrie 2013 PRIVIND ACUSTICA ÎN CONSTRUCȚII ȘI ZONE URBANE - INDICATIV C 125-2013. Partea II - Proiectarea și execuția măsurilor de izolare fonică și a tratamentelor acustice la clădiri, indicativ C 125/2013
- [93.] Quiet City Transport <http://www.qcity.org/scopeofwork.html>
- [94.] Observatoire du bruit en Île-de-France <http://www.bruitparif.fr/>
- [95.] PERSUADE project is testing the poroelastic road surface on trafficked roads <http://persuade.fehrl.org/>
- [96.] Regulamentul (CE) nr. 1222/2009 al Parlamentului European și al Consiliului din 25 noiembrie 2009 privind etichetarea pneurilor în ceea ce privește eficiența consumului de combustibil și alți parametri esențiali (Regulamentul (UE) nr. 598/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 aprilie 2014 de stabilire a normelor și a procedurilor cu privire la introducerea restricțiilor de operare referitoare la zgomot pe aeroporturile din Uniune în cadrul unei abordări echilibrate și de abrogare a Directivei 2002/30/CE). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:32009R1222>
JO L342/2009, p. 46
- [97.] (Regulamentul (UE) nr. 598/2014 al Parlamentului European și al Consiliului din 16 aprilie 2014 de stabilire a normelor și a procedurilor cu privire la introducerea restricțiilor de operare referitoare la zgomot pe aeroporturile din Uniune în cadrul unei abordări echilibrate și de abrogare a Directivei 2002/30/CE). http://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.173.01.0065.01.ROM
- [98.] ROMATSA, Administrația română a serviciilor de trafic aerian <http://www.romatsa.ro/ro/GreeningROMATSA.html>
- [99.] Site legislația Europeană <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [100.] Site Oficial Primăria Timișoara harta de zgomot, harta cadastrul verde <http://www.primariatm.ro/index.php?menuId=2&viewCat=3632>
- [101.] Smith, Goodchild, Longley Geospatial Analysis - 5th Edition, 2015

-
- [102.] United Nations Economic Commission for Europe http://www.spatialanalysisonline.com/HTML/?geometric_and_related_operations.htm
- [103.] ***, <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grb/grbinf60.html>
Comment améliorer l'information sur le bruit et sa gestion opérationnelle au sein des agglomérations européennes? Guide méthodologique. Mettre en œuvre les outils développés dans le cadre du projet Life Harmonica.
- [104.] ***, État des lieux des performances acoustiques des revêtements de chaussées. Dossier technique et pédagogique, décembre 2011.

Anexa 1. Tabel Standarde

Tipul și numărul de stas	Tipul și numărul de stas Stasul adoptat la nivel internațional	Informație la titlu
SR 12025-2:1994		Acustica în construcții. Efectele vibrațiilor asupra clădirilor sau părților de clădire. Limite admisibile
SR 6161-1:2008/C91:2009		Acustica în construcții. Partea 1: Măsurarea nivelului de zgomot în construcții civile. Metode de măsurare
SR 6161-2:2008		Acustica în construcții. Partea 2: Determinarea în laborator a izolării la zgomot aerian a elementelor despărțitoare ce conțin uși, ferestre sau elemente vitrate
SR EN 12354-partea 1 până la 4:2002	EN 12354-3:2000	Acustica în construcții. Calculul performanței acustice a clădirilor plecând de la performanța elementelor.
SR EN 12354-5:2009/AC:2011	EN 12354-5:2009/AC:2010	Acustica construcțiilor. Calculul performanței acustice a clădirilor pornind de la performanța elementelor. Partea 5: Nivele sonore datorate echipamentelor de serviciu
SR EN 12354-6:2004	EN 12354-6:2003	Acustica construcțiilor. Calculul performanței acustice a clădirilor pornind de la performanța elementelor. Partea 6: Absorbția acustică în spații închise
SR EN 20140-2:2002	EN 20140-2:1993	Acustică. Măsurarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 2: Determinarea, verificarea și aplicarea datelor privind fidelitatea
SR EN 29052-1:2001	EN 29052-1:1992	Acustică. Determinarea rigidității dinamice. Partea 1: Materiale folosite sub dale flotante în clădiri de locuit
SR EN 29053:2001	EN 29053:1993	Acustică. Materiale pentru aplicații acustice. Determinarea rezistenței la flux de aer
SR EN ISO 10052:2006	EN ISO 10052:2004	Acustică. Măsurarea in situ a izolării la zgomot aerian și de impact precum și a zgomotului produs de echipamente. Metodă de control
STAS 8048/3-91		Acustica în construcții. Materiale amortizoare de vibrații mecanice. Determinarea reducerii nivelului de zgomot radiat de suprafețe din tablă

		ca urmare a folosirii materialelor amortizoare de vibrații mecanice
SR EN ISO 15186-1:2004	EN ISO 15186-1:2003	Măsurarea izolării acustice în clădiri și a elementelor de construcții folosind intensitatea acustică. Partea 1: Măsurări în laborator
SR EN ISO 15186-2:2011	EN ISO 15186-2:2010	Acustică. Măsurarea izolării acustice în clădiri și elemente de construcție utilizând intensitatea acustică. Partea 2: Măsurări in situ
SR EN ISO 15186-3:2011	EN ISO 15186-3:2010	Acustică. Măsurarea izolării acustice în clădiri și elemente de construcție utilizând intensitatea acustică. Partea 3: Măsurarea în laborator la frecvențe joase
SR EN ISO 18233:2006	EN ISO 18233:2006	Acustică. Aplicarea noilor metode de măsurare în acustica clădirilor și a încăperilor
SR EN ISO 717-1:2000/A1:2007	EN ISO 717-1:1996/A1:2006	Acustică. Evaluarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 1: Izolarea la zgomot aerian. Amendament 1: Reguli de rotunjire pentru evaluarea valorilor unice și a cantităților exprimate printr-o valoare unică
SR EN ISO 717-2:2001	EN ISO 717-2:1996	Acustică. Evaluarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 2: Izolarea la zgomot de impact
SR EN ISO 717-2:2001/A1:2007	EN ISO 717-2:1996/A1:2006	Acustică. Evaluarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 2: Izolarea la zgomot de impact. Amendament 1
SR EN ISO 717-2:2001/C91:2007		Acustică. Evaluarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 2: Izolarea la zgomot de impact
SR ISO 1996-1:2008	ISO 1996-1:2003	Acustică. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 1: Mărimi fundamentale și metode de evaluare
SR ISO 1996-1:2008/C91:2009		Acustică. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 1: Mărimi fundamentale și metode de evaluare

SR ISO 1996-2:2008/C91:2009		Acustică. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 2: Determinarea nivelurilor de zgomot din mediul ambiant
STAS 10183-75		Acustica în transporturi. Supravegherea zgomotelor produse de avioane pe aeroporturi și în vecinătatea acestora. Metodă de măsurare
STAS 12025/1-81		Acustica în construcții. Efectele vibrațiilor produse de traficul rutier asupra clădirilor sau părților de clădiri. Metode de măsurare
STAS 1957/3-88		Acustică. Acustică în construcții și transporturi. Terminologie
STAS 6156-86		Acustica în construcții. Protecția împotriva zgomotului în construcții civile și social - culturale. Limite admisibile și parametri de izolare acustică
STAS 6161/3-82		Acustica în construcții. Determinarea nivelului de zgomot în localitățile urbane. Metoda de determinare
STAS 7150-77		Acustica în industrie. Metode de măsurare a nivelului de zgomot în industrie
SR EN ISO 10140-1:2011	EN ISO 10140-1:2010	Acustică. Măsurarea în laborator a izolării acustice a elementelor de construcție. Partea 1: Reguli de aplicare pentru produse particulare
SR EN ISO 10140-2:2011	EN ISO 10140-2:2010	Acustică. Măsurarea în laborator a izolării acustice a elementelor de construcții. Partea 2: Măsurarea izolării acustice la zgomot aerian
SR EN ISO 10140-3:2011	EN ISO 10140-3:2010	Acustică. Măsurarea în laborator a izolării acustice a elementelor de construcții. Partea 3: Măsurarea izolării acustice la zgomot de impact
SR EN ISO 10140-4:2011	EN ISO 10140-4:2010	Acustică. Măsurarea în laborator a izolării acustice a elementelor de construcții. Partea 4: Proceduri de măsurare și cerințe
SR EN ISO 10140-5:2011	EN ISO 10140-5:2010	Acustică. Măsurarea în laborator a izolării acustice a elementelor de construcție. Partea 5: Cerințe relative la instalații și echipamente de încercare

SR EN ISO 10848-1:2006	EN ISO 10848-1:2006	Acustică. Măsurarea în laborator a transmisiilor pe căi colaterale ale zgomotului aerian și ale zgomotului de impact între încăperi adiacente. Partea 1: Document de referință
SR EN ISO 11654:2002	EN ISO 11654:1997	Acustică. Absorbanți acustici utilizați în clădiri. Evaluarea absorbției acustice
SR EN ISO 140-14:2005	EN ISO 140-14:2004	Acustică. Măsurarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 14: Linii directe pentru situații particulare în situ
SR EN ISO 140-5:2002	EN ISO 140-5:1998	Acustică. Măsurarea izolării acustice a clădirilor și a elementelor de construcții. Partea 5: Măsurarea în situ a izolării la zgomot aerian a elementelor de fațadă și a fațadelor

Anexa 2. Aprobare CNADNR

DIRECTIA PENTRU SIGURANTA SI MONITORIZAREA TRAFICULUI RUTIER
Biroul Harti Strategice de Zgomot si Amenajari in Zona Drumului

10/3123/07.07.2015

De acord,
DIRECTOR GENERAL ADJUNCT,
Cristian ANDREI



Către: DIRECTIA GENERALA DE MONITORIZARE SI INTRETINERE A
INFRASTRUCTURII RUTIERE

DOMNULUI DIRECTOR GENERAL ADJUNCT Cristian ANDREI

Urmare a analizei clarificarii primite in data de miercuri 17 iunie 2015 prin email referitoare la formularea "va rog sa-mi aprobati prelucrare in scop stiintific a unor date colectate de institutia dvs", respectiv faptul ca lucrarea de doctorat a doamnei Anca-Maria Moscovici urmeaza sa trateze datele colectate de companie pentru sectorul de drum DN 59 km 14+230 pana la km 36+150 din cadrul lotului nr 2, va propunem sa o sustinem pe dna Anca-Maria Moscovici si sa-i transmitem prin posta atat aprobarea in sine cat si un CD cu datele in formatul final solicitat - ESRI.

Mentionam ca solicitarea dnei Moscovici poarta girul domnului decan al Facultatii de Constructii din Timisoara, prof.dr.ing. Gheorghe Lucaci.

Anexam prezentei copii ale solicitarii originale, ale emailului transmis de dna Moscovici si a Anexei atasate.

Cu stima,

Director D.S.M.T.R.

ing. Ecaterina MUNTEANU



Birou HSZAZD,

Stefan ROMANOVSKI



Intocmit,
ing. Cristian CALIN



pagina 1 din 1