

# **TEZĂ DE ABILITARE**

**De la cercetarea exploratorie și monitorizarea zgomotelor și vibrațiilor mecanice la realizarea de modele ale răspunsului uman sub acțiunea stresului generat de acești factori**

**From exploratory research and monitoring mechanical noise and vibrations to the development of models of the human response under the action of stress caused by these factors**

**Prof. dr. Mihaela Picu**

**Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați**

**Domeniul de Doctorat: Inginerie mecanică**

---

**Seria AI 6 Nr.**

**Galați 2015**

# **HABILITATION THESIS**

**De la cercetarea exploratorie și monitorizarea zgomotelor și vibrațiilor mecanice la realizarea de modele ale răspunsului uman sub acțiunea stresului generat de acești factori**

**From exploratory research and monitoring mechanical noise and vibrations to the development of models of the human response under the action of stress caused by these factors**

**Prof. PhD. Mihaela Picu**

**„Dunărea de Jos” University of Galati**

**PhD Domain: Mechanical Engineering**

---

**Series AI 6 No.**

**Galati 2015**

# TEZĂ DE ABILITARE

**De la cercetarea exploratorie și monitorizarea zgomotelor și vibrațiilor mecanice la realizarea de modele ale răspunsului uman sub acțiunea stresului generat de acești factori**

**From exploratory research and monitoring mechanical noise and vibrations to the development of models of the human response under the action of stress caused by these factors**

**Prof. dr. Mihaela Picu**

**Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați**

**Comisia de abilitare:**

---

---

---

**Domeniul de Doctorat: Inginerie mecanică**

---

**Seria AI 6 Nr.**

**Galați 2015**

Seriile tezelor de abilitare susținute public în UDJG începând cu 2015 sunt:

**Domeniul ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

- Seria AI 1. **Biotehnologii**
- Seria AI 2. **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria AI 3. **Inginerie electrică**
- Seria AI 4. **Inginerie industrială**
- Seria AI 5. **Ingineria materialelor**
- Seria AI 6. **Inginerie mecanică**
- Seria AI 7. **Ingineria produselor alimentare**
- Seria AI 8. **Ingineria sistemelor**

**Domeniul ȘTIINȚE ECONOMICE**

- Seria AE 1. **Economie**
- Seria AE 2. **Management**

**Domeniul ȘTIINȚE UMANISTE**

- Seria AU 1. **Filologie - Engleză**
- Seria AU 2. **Filologie - Română**
- Seria AU 3. **Istorie**

## A. Rezumat

Parcursului meu profesional și științific în domeniul **Acusticii tehnice** a început încă din perioada studenției (teza de licență s-a intitulat „*Generator de ultrasunete*”-1984) și a continuat, fără întrerupere și fără abatere de la traiectorie, până la obținerea titlului de profesor în **2004** și mai departe, până azi.

Doctoratul mi l-am susținut în domeniul Acustică Tehnică, cu teza intitulată „*Aplicații ale ultrasunetelor în industria alimentară*” (1997).

Ulterior m-am aplecat cu deosebită atenție și migală și asupra vibrațiilor mecanice transmise corpului omenesc, precum și la răspunsul uman la acțiunea zgomotelor și vibrațiilor mecanice

**Această teza de abilitare se constituie într-o proiecție analitică a activității mele științifice, cu focalizare asupra realizărilor consemnate în **ultimii 8 ani.****

**Teza reunește trei mari domenii ale cercetării: ingineria, biomecanica umană și psihometria, lucru care îi conferă unicitate. Aducerea laolaltă a acestor științe reprezintă o noutate pe plan mondial, astfel teza de abilitare pare atipică, cu tendințe psihologice nespecifice inginerului și cu modelare matematică nespecifică psihometrului.**

**În Partea I a tezei am prezentat succint în 2 capitole „Monitorizarea zgomotelor și a vibrațiilor mecanice”.**

În cercetările mele m-am axat pe analiza regimului fonic în interiorul și în exteriorul clădirilor, în vederea perfecționării modului de definire a confortului acustic. În acest sens m-au preocupat trei direcții principale în studiul zgomotelor: a) Noțiunea de confort acustic, b) Regimul acustic în interiorul incintelor, c) Regimul acustic în exteriorul clădirilor. Acestea sunt necesare pentru controlul poluării sonore și diminuarea efectelor nocive ale zgomotului, implicit, a îmbunătățirii calității vieții.

În Cap. 1, intitulat „Monitorizarea și evaluarea expunerii oamenilor la zgomot”, am analizat zgomotele interioare (receptate în interior, respectiv în exterior), zgomotele exterioare (receptate în interior, respectiv în exterior), precum și metode coerente de atenuare a zgomotelor.

În Cap. 2, intitulat „Monitorizarea și evaluarea expunerii la vibrațiile mecanice” am analizat vibrațiile mecanice transmise sistemului mână-braț și întregului corp (în cadrul laboratorului și în mediul ocupațional), precum și vibrațiile transmise structurilor și atenuarea vibrațiilor mecanice.

Evaluarea calitativă și cantitativă a vibrațiilor are în vedere calculul accelerațiilor medii ponderate  $a_w$ , accelerațiilor ponderate în funcție de timp  $a_w(t)$ , accelerațiilor ponderată r.m.s.  $a_{r.m.s.}$ , factorul de vârf (factor de creastă) CF, valoarea maximă a vibrației tranzitorii MTVV, valoarea dozei de vibrații VDV, doza  $L_{eq}$ , nivelul de confort la deplasări RCL, limitele de expunere zilnică și valorile de acțiune pentru vibrațiile transmise întregului corp așa cum sunt specificate în Directiva UE referitoare la vibrații (2002/44), duratele de timp (h), pentru a atinge valoarea de expunere care declanșează acțiunea ( $T_{EAV}$ ) și valoarea limită de expunere ( $T_{ELV}$ ), indicele Sperling pentru confort la deplasare  $W_z$ , nota de Confort NC.

**Partea a II-a a tezei tratează „Modelarea biodinamică și psihometrică a răspunsului corpului uman supus acțiunii zgomotelor și vibrațiilor mecanice”**

Există o etiologie a bolilor cauzate de vibrații. Cu alte cuvinte, există o legătură între mișcarea indusă corpului, răspunsul său biomecanic și consecințele care pot apărea ca afecțiuni. Crearea un model biomecanic este o sarcină foarte dificilă, deoarece corpul uman este o structură complexă și există o mulțime de neliniarități implicate. Din aceste motive m-am aplecat asupra construirii unui model care să țină cont de toate aceste aspecte, apropiindu-se cât mai mult de realitate. Ne referim aici la realizarea unui sistem de analiză instrumentală și numerică pentru 2 dintre cele mai mari sisteme osteo-articulare ale corpului omenesc supuse riscului în timpul activităților care implică vibrații:

- degete, mână, cot, umăr, cervicală, cap;
- degete, picior, genunchi, șold, lombară.

În acest sens trebuie cunoscute mișcările pe care le efectuează o persoană chiar în timpul activității de producție sub acțiunea vibrațiilor, pentru a putea fi reliefată specificitatea fiecărei operațiuni în parte. Astfel, pornind de la modelul clasic Kelvin-Voigt, vor putea fi proiectate modele biomecanice pentru toate segmentele sistemelor amintite mai sus, astfel încât, modelul final să poată fi cât mai apropiat de mișcarea reală a corpului omenesc.

Pe de altă parte, sunt necesare determinări practice ale acestor fenomene, pentru a putea face corelarea cu calculele teoretice și a vedea dacă aceste modele propuse corespund realității. Din cauza **difficultății montării accelerometrelor direct pe corpul omenesc**, în dreptul segmentelor analizate, este necesară o nouă abordare a acestui tip de experimente. În acest sens, eu am propus deja o metodă nouă de determinare a vibrațiilor transmise prin sistemul degete, mână, cot, umăr, cervicală, cap printr-o manieră nespecifică, folosind materiale bucoplastice.

**Ceea ce consider eu a fi extrem de important, anume o noutate în lumea psihometriei, este cuprins în Cap. 4-5-6. În aceste capitole am studiat comportamentul uman în condiții de stres acustic și vibrațional:**

- Investigații ale **percepțiilor** individuale în cazul expunerii la vibrații mecanice, unde am studiat mărirea percepției subiecților din autobuze, automobile, microbuze prin măsurări ale WBV, precum și mărirea percepției subiecților din camioane prin măsurări ale HAV.
- Evaluarea **disconfortului** temporar cauzat de vibrațiile transmise sistemului mână-braț și întregului corp, precum și de zgomote, unde am studiat aspecte ale disconfortului datorat vibrațiilor determinate în cadrul laboratorului, funcție de frecvență și de înclinarea suprafeței vibrante. În mediul ocupațional coordonatele disconfortului se referă la determinarea indicelui Sperling de confort la deplasare, disconfortul creat de zgomote de joasă frecvență și disconfortul creat de combinația între zgomote și de vibrații.
- Orientări în stabilirea unui **model psihometric de determinare a personalității umane** pornind de la răspunsul subiectului la vibrații mecanice, prin adaptarea modelului Rasch. Modelul Rasch este utilizat pentru analiza datele obținute din evaluări, cum ar fi abilitățile, atitudinile și trăsăturile de personalitate; este tot mai mult folosit în alte domenii, dintre care cea mai importantă este sănătatea la locul de muncă. Teoria care stă la baza modelelor matematice Rasch se bazează pe teoria răspunsului item. Am constatat faptul că, din determinări ale unor parametri fizici perfect măsurabili, se pot obține informații cu privire la personalitatea unui individ. Modul în care omul percepe un stres, felul în care îl consideră un factor mai mult sau mai puțin deranjant, eventualitatea de a nu mai putea să continue un experiment în condiții din ce în ce mai dificile, toate acestea reprezintă factori ce pot fi cuantificați din punct de vedere matematic.

Formularea și dezvoltarea unor modele biomecanice și psihometrice, teoretice și aplicative, destinate analizei dinamicii corpului uman și a răspunsului psihicului sub acțiunea vibrațiilor are la bază cele **trei tipuri comportamentale fundamentale: biologic, mecanic și psihologic.**

Bibliografia cuprinde 407 titluri, din care **50 sunt articole** la care am fost unic autor sau coautor în perioada **2007-2015.**

„Anexele” constituie o parte specială din cadrul acestei teze; aici sunt descrise succint echipamentele folosite (toate de ultimă generație) în experimente, dar în mod deosebit, modul de lucru în diferitele situații prezentate în cadrul tezei. Relevante sunt metodele de măsură și cuantificare, unele dintre ele fiind o noutate în domeniu.

Rezultatele pe care le-am obținut în plan științific au fost și vor fi valorificate și pe plan didactic. Experiența acumulată în acest sens a condus la introducerea în planul de învățământ al specializării Master Ingineria și Protecția Mediului a unei discipline și la publicarea suportului de curs și laborator aferent acesteia.

Pe direcție **academică/învățământ** am susținut în calitate de titular și coordonator disciplinele: Fizica, Acustica mediului, Climatologie, Agrometeorologie (licență: curs și laborator), precum și Monitorizare și protecție la vibrații în procesele industriale și Sisteme disperse (master: curs și laborator). Am fost coordonator de proiecte de diplomă, dizertații, dar și membru în comisii pentru susținerea tezelor de doctorat în domeniul Inginerie Mecanică sau Inginerie Industrială.

Pe direcție **științifică/cercetare** am avut o bogată activitate concretizată prin publicații științifice cu tematică multidisciplinară, având la bază și promovarea și integrarea conceptului de dezvoltare sustenabilă sau durabilă. Unele dintre studiile mele au fost realizate în colaborare cu specialiști din domenii conexe (medicină, psihologie, economie, topometrie, construcții, administrație, etc) și cu mediul de afaceri.

**În ultimii 8 ani**, am publicat 68 lucrări științifice, în majoritate ca autor unic: **12 cărți și monografii de specialitate (autor unic)**, 1 suport pentru curs Master (coautor), **6 suporturi pentru seminar și pentru laborator (autor unic)**, peste 50 lucrări științifice în reviste de specialitate interne și internaționale; un spațiu important la capitolul *Bibliografie* este acordat și menționării principalelor manifestări științifice la care am participat, pentru evidențierea implicării în diseminarea și difuzarea cercetărilor, în afara publicațiilor în reviste de specialitate specialitate.

De asemenea, am avut **proiecte de colaborare bilaterală** cu universități de prestigiu: Ghent Universiteit, Ghent, Belgia; University of Dehli, New Dehli, India; Universidad Autónoma de Yucatán, Merida, Mexic. În cadrul acestor proiecte am participat la conferințe și **am susținut prelegeri care, ulterior au fost publicate** în revistele de specialitate din cadrul universităților respective; lucrările *Noise pollution*, University of Dehli (2006) și *Analyse of drivers whole body vibration exposure*, Universidad Autonoma de Yucatan (2012) sunt monografii.

În anul 2008 am condus – în calitate de director - un proiect de tip „Capacități” și am înființat **„Laboratorul interdisciplinar pentru măsurări vibro-acustice în mediul ocupațional”** la Universitatea „Dunărea de Jos” Galați, cu echipamente în valoare de **412692 Euro**. Mi-am propus să modernizez infrastructura de cercetare existentă în Universitatea „Dunărea de Jos” Galați prin crearea unui laborator care să poată efectua măsurători de vibrații și de zgomot profesional, de mare acuratețe, în conformitate cu directivele normelor europene privind vibrațiile transmise lucrătorilor și poluarea sonoră în mediul ocupațional. În acest sens am înființat și am administrat în calitate de director **„Centrul Regional Interdisciplinar de Cercetare în domeniul Poluării Vibro-Acustice”**, în Universitatea „Dunărea de Jos” Galați, unde am atras și concentrat specialiști din domenii diferite (fizicieni, psihologi, ingineri, medici, urbaniști, matematicieni, informaticieni), doctoranzi și masteranzi în domeniu, studenți, pentru a deveni un laborator certificat, în conformitate cu normele europene în domeniu.

În ceea ce privește capacitatea de a dezvolta tehnologii inovative pentru mediul de afaceri și de a sprijini administrația locală în domeniul poluării vibro-acustice, am coordonat și colaborat la monitorizarea traficului și măsurări acustice pentru **realizarea hărților de zgomot și hărților de conflict ale Municipiului Brăila** și la prelucrarea datelor privind **realizarea Hărților Acustice Strategice pentru Municipiul București**. De asemenea, am avut o serie de contracte cu mediul privat în vederea determinării de vibrații și zgomot la echipamente agricole, la autovehicule (inclusiv cele aparținând parcului de autobuze ale Municipiului Brăila), la Șantierul Naval Brăila, etc.

O altă colaborare extrem de fructuoasă a fost cea cu Agenția de Mediu și cu alți factori responsabili de respectarea nivelului legal al zgomotelor (determinări de nivel sonor în zone critice: discotecă, restaurante, săli de spectacol, spălătorii auto, etc.).

De asemenea, menționez că am primit **Medalia de Argint pentru Invenții**, Expoziția Națională "Inventica" Iași, 2008, pentru „Metodă ultrasonică pentru sărarea brânzeturilor”. O altă invenție, de această dată în colaborare cu regretatul prof. dr. ing. Miron G. Costin este: „Metodă ultrasonică pentru urmărirea procesului de coagulare a laptelui” (Nr. invenție: RO117213-B).

Participarea mea în colectivele de redacție sau comitetele științifice ale unor reviste și ale unor manifestări științifice la nivel național și internațional reprezintă o recunoaștere a activității mele științifice și îmi conferă prilejul de a contribui la consolidarea domeniului Inginerie mecanică, iar expertiza dobândită în cariera didactică a permis cooptarea și implicarea mea în cadrul evaluării calității în învățământul superior (ARACIS).

Din anul 2000 mi-am început activitatea de **referent științific** și de expertiză științifică: **Membru în Editorial Board al unei reviste cotate ISI:** „*Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*” (Covered Thomson Reuters - factor de impact 0,727); Membru în Comitetul Științific al Conferinței Internaționale anuale ModTech; Referent științific pentru International Journal of Modern Manufacturing Technologies; Membru în comitete de organizare a conferințelor/congreselor științifice naționale cu comitet internațional și cu participare internațională (National Conference on Applied Physics, SISOM, ModTech); Chairman și co-chairman pentru conferințe științifice naționale cu comitet internațional și cu participare internațională; Membru în comisii de doctorat; Conducător de lucrări științifice studentești, de lucrări de licență și de disertație.

Pentru anumite perioade de timp am făcut parte din diferite **asociații profesionale:** Biophysics National Association, București, Romanian Association of Milk Industry Specialists, București, International Society of Food Physicists, Budapesta, Excellency Centrum - *Biotechnology and Milk Technology* – Universitatea "Dunărea de Jos", Sociedade Portuguesa de Acústica, Lisabona, Research center for thermic engines and equipment and for environmental engineering in energetics (METIME), Galați, American Association for Science and Technology (AASCIT) (prezent), General Association of Engineering from Romania AGIR (prezent), Professional Association in Modern Manufacturing Technologies, Iași (prezent).

Studiile pe care le-am realizat nu ne dau doar indicații despre nivelul de vibrații și nivelul de zgomot; ele reprezintă **fundamentul unui sistem integrat de soluții interdisciplinare** ce vor conduce la scăderea poluării vibro-acustice, implicit a stress-ului (la locul de muncă sau la nivel de comunitate), a accidentelor, a costurilor sociale derivate.

Activitatea mea în viitor se va baza pe experiența și rezultatele obținute din determinările care au dus la prezenta teză de abilitare.

Domeniul modelării biomecanice este strâns legat de domeniul percepției senzoriale a omului; este imperios necesar ca rezultatele care vor fi urmărite să aibă aplicabilitate lumea reală. Concluziile pun în evidență avantajele modelului pe care l-am propus în raport cu cele mai utilizate modele în acest moment:

- ▶ În primul rând, complexitatea elementelor de legătură conduce spre variate posibilități de analiză referitoare la comportamentul dinamic. În acest sens, va fi necesar să se țină cont în modelarea organismului uman de distribuția părților sale componente nu numai pe o direcție, ci și pe suprafață și volum.
- ▶ În al doilea rând, caracteristicile liniare ale elementelor vâsco-elastice răspund la cazurile cele mai practice și asigură o performanță mare cu resurse minime de calcul implicate. Trebuie avut în vedere, pe lângă comportamentul sistemului osos și comportamentul neliniar al părților „ne-dure” (mușchi, tendoane, etc) pentru a realiza modele de o complexitate care să aproximeze mișcarea corpului omenesc în totalitatea lui.
- ▶ În al treilea rând, prin intermediul unui ansamblu de ecuații de mișcare, se va analiza evoluția sistemului corespunzătoare oricărui mod de vibrație.

O altă țintă pe care doresc să o ating o reprezintă **cuantificarea personalității individuale în funcție de parametrii măsurabili ai zgomotului și vibrațiilor**. Personalitatea depinde de un număr foarte mare de factori externi (caracteristicile educative, culturale, sociale, etc) și interni (genetici, anatomici, etc). Practic, fiecare om are propria lui personalitate și, prin urmare, este imposibil să existe o clasificare în acest sens. Cuantificarea percepției față de stresul extern (în cazul nostru zgomot și vibrații) este cel mai bine reprezentată de Scala Likert; în funcție de modul în care subiectul alege un anumit nivel al acestei scale se poate determina personalitatea subiectului. Am comparat rezultatele obținute în urma acestor determinări cu cele obținute la testul Jung și am constatat o foarte bună similitudine. Urmează să verific aceste rezultate pe un număr mult mai mare de subiecți, în vederea obținerii unui model cât mai apropiat de realitate.

Un alt obiectiv al activității mele profesionale și științifice este crearea unei **rețele naționale specializate**, care să reunească realizările în domeniu, să concentreze legislația specifică, să uniformizeze limitele de admisibilitate, să unifice competențele instituțiilor cu responsabilități în poluarea cu vibrații și zgomot.

Strategia pe care am gândit-o în vederea creșterii eficienței în cercetarea științifică este să dezvolt și să coordonez **echipe de cercetare multidisciplinară** care să includă - pe lângă specialiști - și doctoranzi și post-doctoranzi, care să fie capabile să se implice efectiv în proiecte de cercetare naționale și internaționale.