Cercetare multimetodologică privind monitorizarea calității aerului în micromedii urbane

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul de doctorat Inginerie Mecanică

autor ing. MUSTAȚĂ Dan-Marius
conducător științific Prof.univ.dr.ing. IONEL Ioana

Prezenta teză de doctorat, în format "colecție de lucrări științifice", sintetizează rezultatele a șapte studii originale publicate și indexate în Web of Science, desfășurate în zona periurbană Timișoara–Dumbrăvița pe artera DJ691, cu scopul caracterizării multidimensionale a calității aerului în micromedii urbane supuse presiunii ridicate a traficului rutier.

Cercetarea a utilizat o abordare instrumentală stratificată: metoda gravimetrică de referință prin impactare în cascadă, microscopie electronică de baleiaj cuplată cu spectroscopie EDS (SEM-EDS), monitorizare continuă anuală cu senzori de joasă cost (Airly), modelare predictivă prin algoritmi Random Forest, și măsurători în micromedii interioare universitare și în habitaclul unui autovehicul decapotabil în trafic real.

Concentrațiile zilnice de PM_{10} au depășit frecvent limita europeană de 50 µg/m³, cu un maxim de 116,8 µg/m³. Analiza SEM-EDS a identificat fier, siliciu, calciu și plumb ca markeri ai emisiilor non-exhaust — uzura frânelor, resuspensia prafului rutier și depozitele istorice de sol contaminat. Monitorizarea anuală a relevat un contrast sezonier pronunțat al $PM_{2,5}$, cu un raport iarnă/vară de 3,1, determinat de inversii termice și arderea biomasei rezidențiale, și un profil opus al ozonului, cu maximum estival de 43,95 µg/m³.

Modelul Random Forest antrenat pe datele senzorilor Airly a atins $R^2 = 0,84$ pentru predicția orară a $PM_{2,5}$, demonstrând fezabilitatea rețelelor low-cost validate gravimetric ca alternativă scalabilă față de instrumentele de referință costisitoare. În spațiile universitare, CO_2 a depășit 3.000 ppm în amfiteatre, iar aerisirea naturală a redus semnificativ nivelurile de PM interior (Cohen d > 0,8). În habitaclul decapotabilului cu acoperișul deschis, PM_{10} a atins 889,8 µg/m³, iar nivelul sonor a depășit pragul OMS de 53 dB(A) pe întregul traseu.

Contribuțiile originale includ prima caracterizare chimică sistematică a particulelor de la DJ691 prin SEM-EDS, primul sistem autonom fotovoltaic de monitorizare stradală din zona metropolitană Timișoara, primul model predictiv Random Forest calibrat local pentru poluanți multipli și prima evaluare a expunerii în vehicule decapotabile versus vehicule închise în condiții de trafic real din România.