

**PHD ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**LÉGKÖRI AEROSZOLÓK ABSZORPCIÓS SPEKTRUMÁNAK  
VIZSGÁLATA SAJÁT FEJLESZTÉSŰ FOTOAKUSZTIKUS  
MÉRŐMŰSZERREL**

**AJTAI TIBOR**

*Témavezető:*

**DR. BOZÓKI ZOLTÁN** tudományos főmunkatárs

*Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és  
Informatikai Kar Optikai és Kvantumelektronikai  
Tanszék Fizika Doktori Iskola  
2011*

**1. BEVEZETÉS**

A légköri aeroszol-elegy jelentős hányada (városi környezetben a szálló por eredő tömegkoncentrációjának akár több mint 90%-a) nem rendelkezik mérhető optikai abszorpcióval, azaz a fényvel való kölcsönhatásuk során csak a fényszórás jelensége lép fel. Ennek ellenére a fényelnyeléssel rendelkező légköri aeroszol frakció jelentős hatással bír bolygónk klímájára, a láthatóságra és az egészségre, ezért e frakció abszorpciós sajátosságainak vizsgálata napjaink egyik kiemelt jelentőségű kutatási területe. Az abszorpcióval rendelkező aeroszol frakciót döntően a fosszilis tüzelőanyagok égetése során keletkezett antropogén eredetű korom aeroszolok alkotják. Bár e frakcióról korábban azt feltételezték, hogy döntően szerves koromrészecskék (az ún. BC azaz fekete korom) alkotják, a legújabb kutatások bebizonyították a változatos összetételű szerves korom aeroszol frakció fontosságát. Míg a szerves koromrészecskék optikai abszorpciójának hullámhosszfüggése jól meghatározott, ugyanez nem mondható el a szerves koromrészecskékről,

köszönhetően többek között a spektrális tulajdonságok jelentős összetétel függésének, új kihívások elé állítva az optikai abszorpció mérésére alkalmas műszerek fejlesztésével foglalkozó szakembereket. Az aeroszol abszorpciós spektrum valós idejű meghatározására leginkább alkalmazott mérőmódszereket érzékenységük (különbégi mérési módszer), illetve mérési adataik megbízhatósága (filteres transzmissziómérésen alapuló módszerek) csak magas koncentrációjú, erősen abszorbeáló korom aeroszolak laboratóriumi, vagy a kibocsátás forrásához közeli terepi, illetve döntően szervesen koromösszetevőket tartalmazó aeroszolelegyek vizsgálatára korlátozza. Jelenleg az egyetlen mérőmódszer, amely képes a légköri aeroszolak abszorpciós spektrumának valós idejű megbízható meghatározására, a fotoakusztikus spektroszkópia. A terepi körülmények között is megbízhatóan működő, kompakt, egyszerűen kezelhető fotoakusztikus aeroszolkmérő műszerek hiánya miatt rutinszerű alkalmazása aeroszolak abszorpciós spektrumának meghatározására azonban még várat magára.

## 2. Célkitűzés és a kutatás menete

A Szegedi Tudományegyetem Fotoakusztikus Kutatócsoportjának eredményei igazolják, hogy a fotoakusztikus spektroszkópia szélsőséges terepi körülmények és ipari alkalmazások között is alkalmas lehet nagy mérési pontosságot igénylő mérési feladatok elvégzésére. Ugyanakkor a kutatócsoportban korábban megépített fotoakusztikus aeroszolkmérő műszer alkalmazhatóságát a műszer kimutathatósági határa, megbízhatósága és gázfázisú keresztteffektusokra való érzékenysége csakis magas koncentrációjú, erősen fényelnyelő korom aeroszolak speciális laboratóriumi körülmények közötti vizsgálatára korlátozza.

*Célom a légköri korom aeroszolak abszorpciós spektrumának szelektív meghatározására alkalmas fotoakusztikus aeroszolkmérő rendszer megépítése, és gyakorlati alkalmazhatóságának biztosítása mind laboratóriumi, mind terepi körülmények között.*

### 3. Új tudományos eredmények

1. Megépítettem a széles hullámhossz-tartományon szimultán méréseket biztosító fotoakusztikus aeroszolmérő műszer laboratóriumi változatát, és referenciamérésekkel igazoltam a mérőműszer alkalmazhatóságát légköri aeroszolk abszorpciós spektrumának korrekciómentes, megbízható meghatározására.
2. Eljárást dolgoztam ki a fotoakusztikus aeroszolmérő rendszer gázfázisú, hullámhossz-független kalibrációjához. Meghatároztam a mérőműszer karakterisztikus paramétereit. Referenciamérésekkel igazoltam a gázfázisú kalibráció által meghatározott kamrakonstansok alkalmazhatóságát légköri aeroszolk abszorpciójának megbízható meghatározására.
3. Eltérő kémiai összetétellel rendelkező lézergenerált szén aeroszolk abszorpciós spektrumát határoztam meg a négy hullámhosszon üzemelő fotoakusztikus aeroszolmérő műszerrel. Laboratóriumi körülmények között igazoltam a mérőműszer

alkalmazhatóságát korom aeroszolk összetétel-függő abszorpciós tulajdonságainak szelektív meghatározására.

4. A négy hullámhosszon üzemelő fotoakusztikus aeroszolmérő műszer laboratóriumi változatát, a gázfázisú kereszteffektusok fotoakusztikus jelre gyakorolt zavaró hatásának kiküszöbölésével, a rendszer stabilitásának és érzékenységének növelésével, klímareleváns körülmények közötti ( $<25\text{Mm}^{-1}$ ) terepi mérésekre alkalmassá tettem.
5. A fotoakusztikus aeroszolmérő rendszer terepi változatával változatos meteorológiai és aeroszol összetétel mellett légköri tesztméréseket végeztem. Igazoltam, hogy a mérőműszer terepi változata alkalmas légköri aeroszolk abszorpciós spektrumának valós idejű, korrekciómentes, összetétel-szelektív meghatározására. Aethalométerrel végzett összehasonlító mérésekkel igazoltam, hogy az optikai abszorpció a látható tartományban végzett mérések adataiból történő becslése az UV tartományban, korrekcióra szorul. Igazoltam, továbbá, hogy a korrekció mértéke a rövidebb hullámhosszak és a magasabb Ångström exponensek irányába folytonosan gyorsulva nő.

#### 4. Publikációk

A tézispontok alapjául szolgáló publikációk:

[1] **Tibor, Ajtai**, Ágnes Filep, Martin Schnaiter, Claudia Linke, Marlen Vragel, Zoltán Bozóki, Gábor Szabó, Thomas Leisner: „A novel multi-wavelength photoacoustic spectrometer for the measurement of the UV–vis-NIR spectral absorption coefficient of atmospheric aerosols” *Journal of Aerosol Sciences* DOI:10.1016/j.jaerosci.2010.07.008. IF: 2,192

[2] **Tibor Ajtai**, Ágnes Filep, Gabriella Kecskeméti, Béla Hopp, Zoltán Bozóki, Gábor Szabó: „Wavelength dependent mass-specific optical absorption coefficients of laser generated coal aerosol determined from multi-wavelength photoacoustic measurement” *Appl. Phys. A*. DOI 10.1007/s00339-010-6068-3. IF: 1,760

[3] **T. Ajtai**, Ágnes Filep, Noémi Utry, Martin Schnaiter, Claudia linke, Zoltán Bozóki, Gábor Szabó, Thomas Leisner. Inter-comparison of optical absorption coefficient of atmospheric aerosols determined by a multi-wavelength photoacoustic spectrometer and an

Aethalometer under sub urban wintry conditions. *Journal of Aerosol Science*; 42 (2011) 859-866. IF: 2,192

Egyéb publikációk:

[4] J H Miller, Yury A Bakhirkin, **T Ajtai**, Frank K Tittel, C J Hill, R Q Yang, "Detection Of Formaldehyde Using Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy With An Interband Cascade Laser." *Appl. Phys. B* **85**: 391-396 (2006).

[5] Zoltán Filus, **Tibor Ajtai**, Zoltán L. Horváth, Zoltán Bozóki, Gábor Pap, Tibor Nagy, Tamás Katona, Gábor Szabó: A novel apparatus based on a photoacoustic gas detection system for measuring permeation parameters of polymer samples. *Polymer Testing*, **26** (2007) 606-613. IF 1.357

[6] **T. Ajtai**, Á. Filep, A. Varga, G. Motika, Z. Bozóki and G. Szabó: „Ozone concentration monitoring photoacoustic system based on a frequency quadrupled Nd:YAG laser” *Applied Physics B: Lasers and Optics* DOI: 10.1007/s00340-010-4174-8. IF: 2.239