

Tavi párolgás (vízgőzfluxus) közvetlen mérésére alkalmas nyitott fotoakusztikus kamra fejlesztése

Torma Péter^{1,2}, **Bozóki Zoltán**^{1,3}, **Fekete János**¹, **Huszár Helga**^{1,3}, **Szabó Gábor**^{1,3}, **Weidinger Tamás**⁴

¹ ELKH-SZTE Fotoakusztikus Környezetifolyamat-megfigyelési Kutatócsoport

² Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, BME

³ Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem

⁴ Meteorológiai Tanszék, ELTE

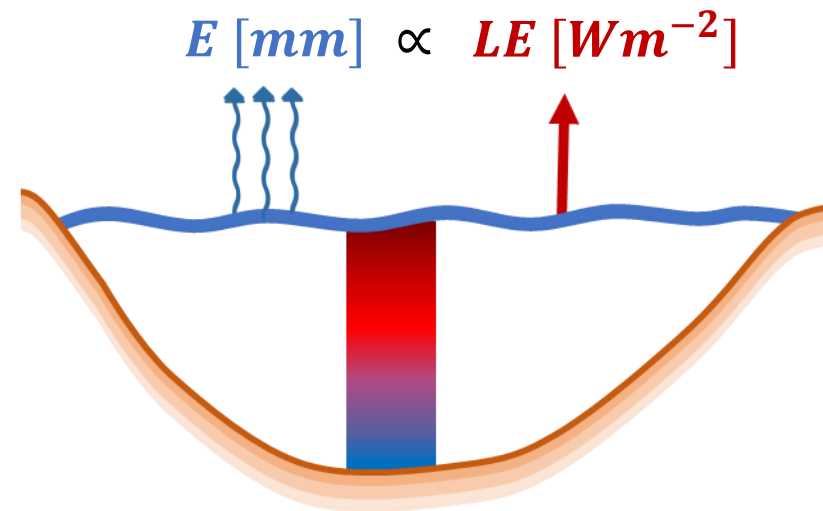
Budapest, 2023. június 6.



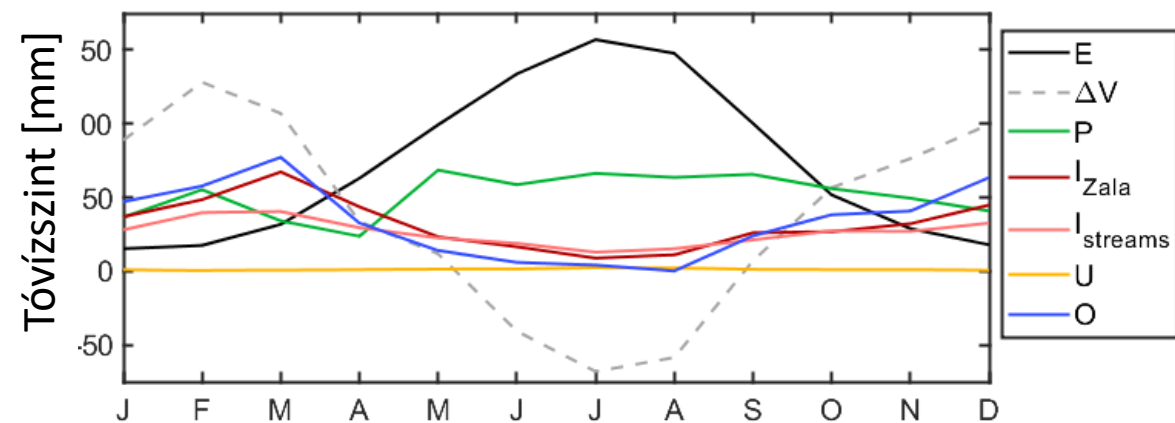
Bevezetés

Párolgás kettős szerepe tavi környezetben:

- Vízmérleg \rightarrow vízveszteség
- Energiamérleg \rightarrow vízfelszín hűtése

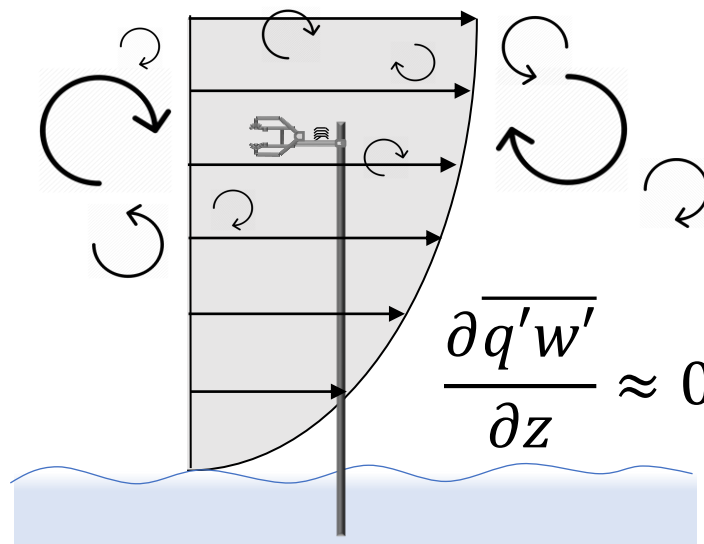


Balaton vízmérlege



Örvény-kovariancia (EC) módszer

$$LE = \rho_a \cdot \lambda \cdot \overline{q'w'}$$

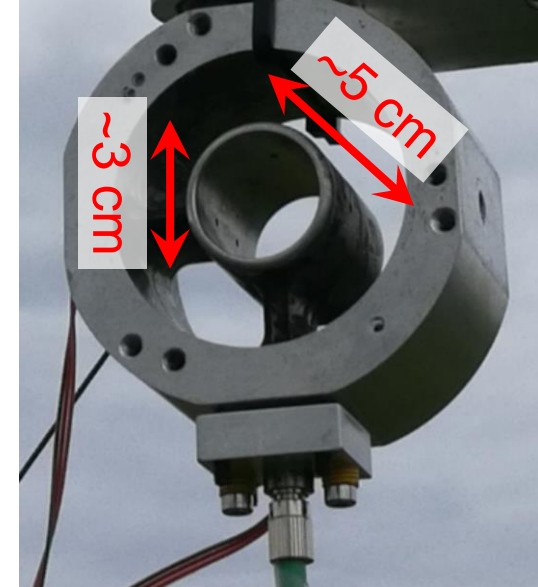
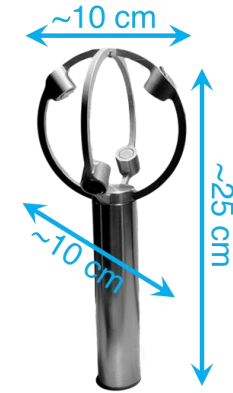


Célok

Átfogó cél

Egy robusztus vízgőzfluxus mérésre alkalmas műszer

- Alkalmazható örvény-kovariancia módszerű (EC) mérésben (időbeli felbontás min. 10 Hz)
- Kompakt és kis méretű

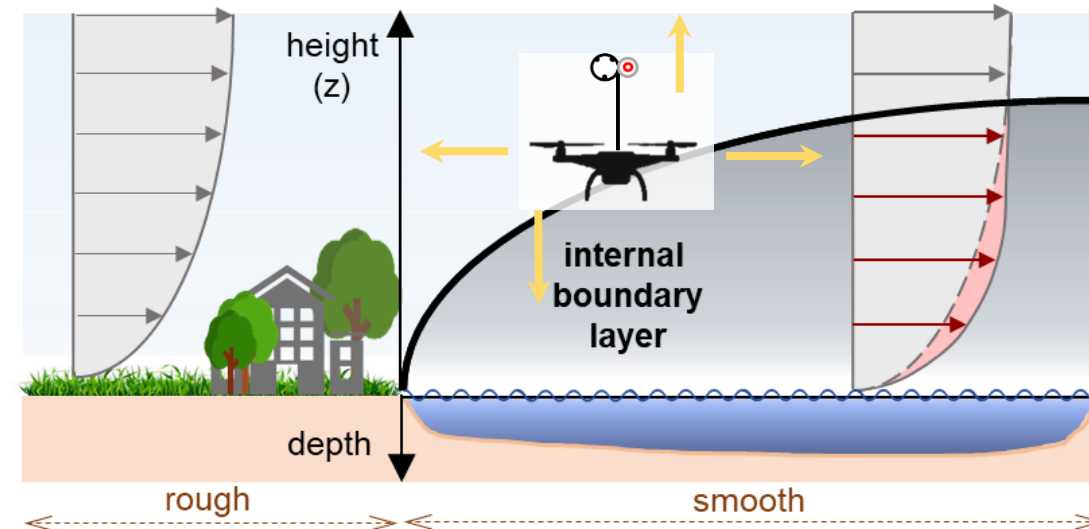


➡ **nyitott fotoakusztikus (PA) kamra**

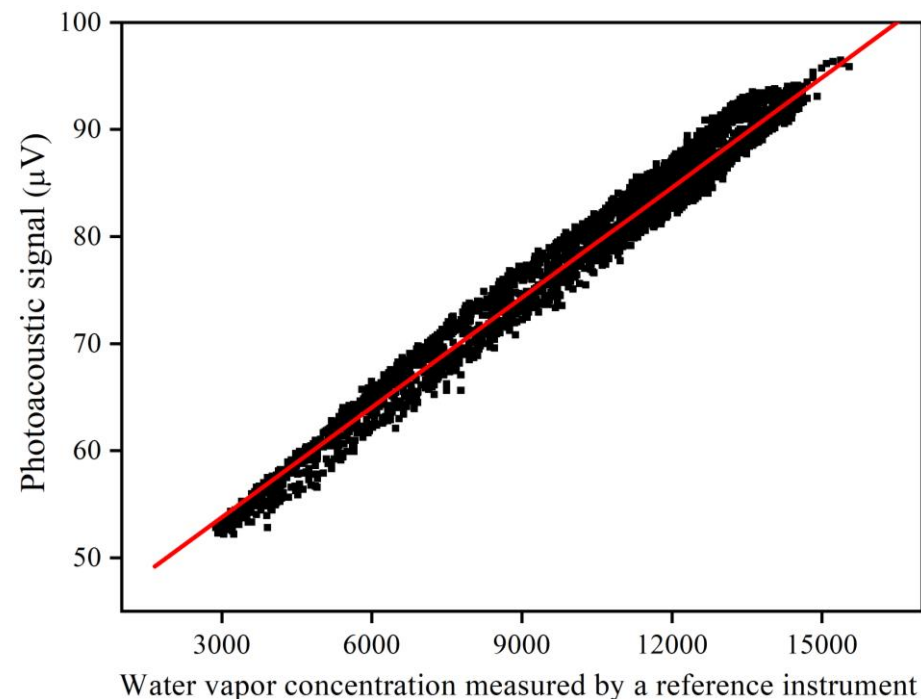
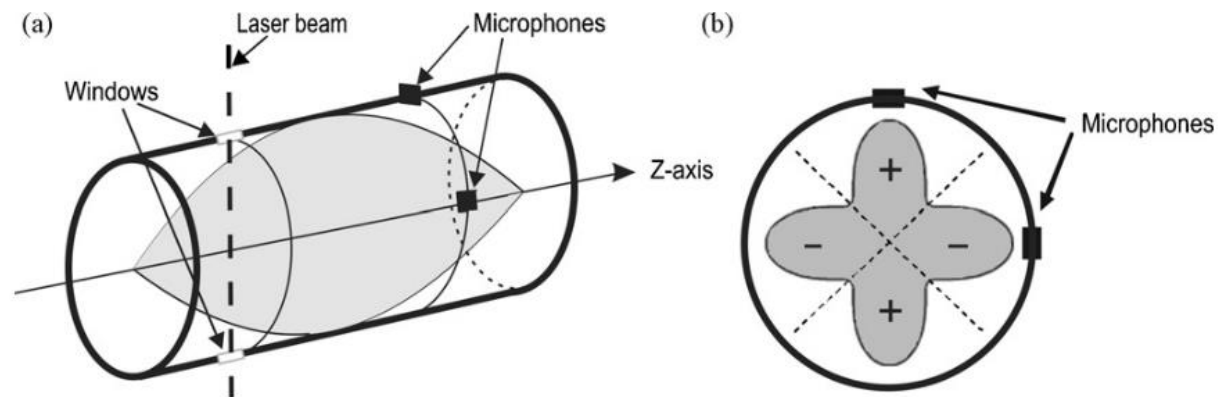
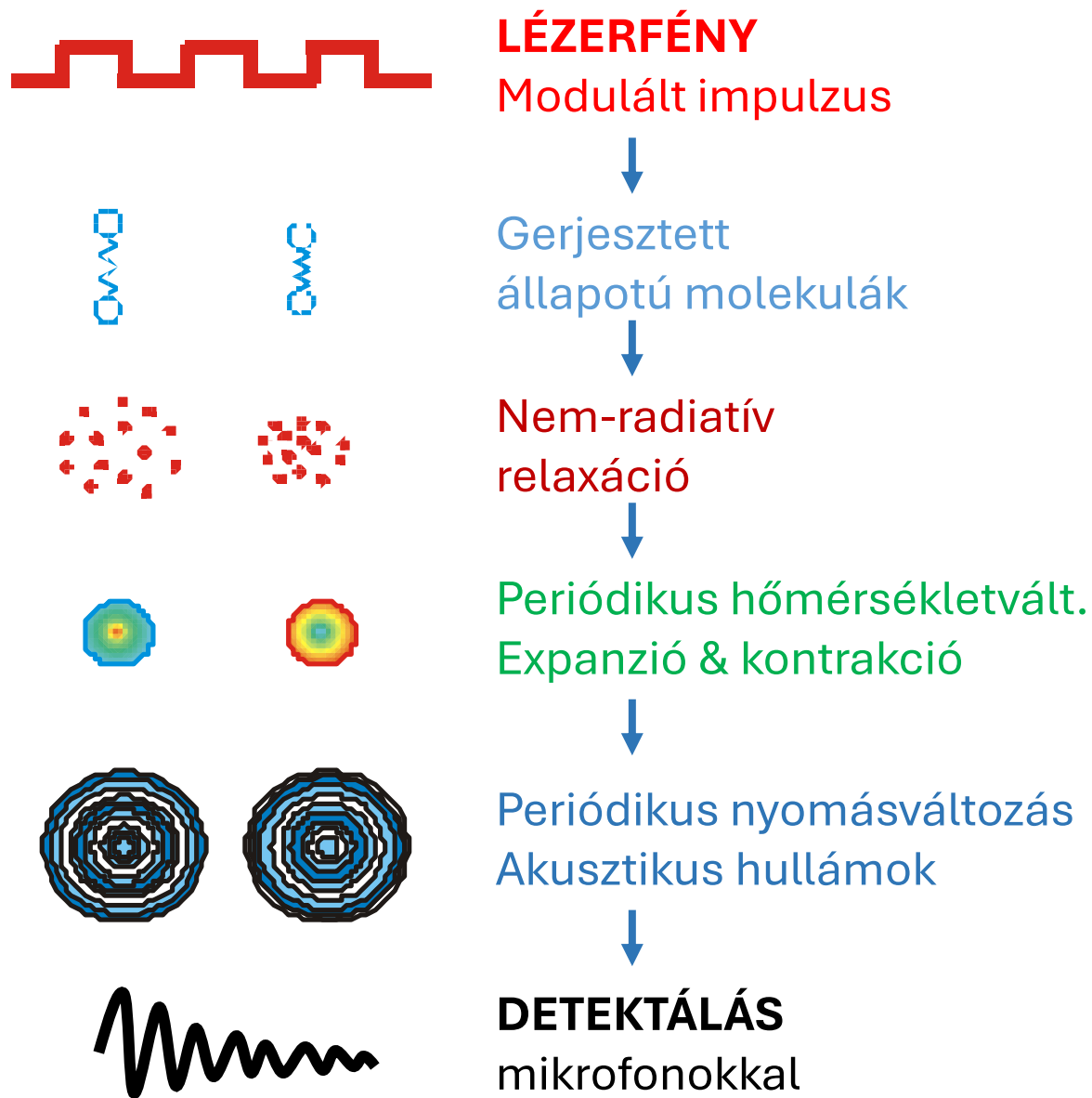
✓ **Drón-alapú fluxusmérésre alkalmas lehet**

Jelen tanulmány célja:

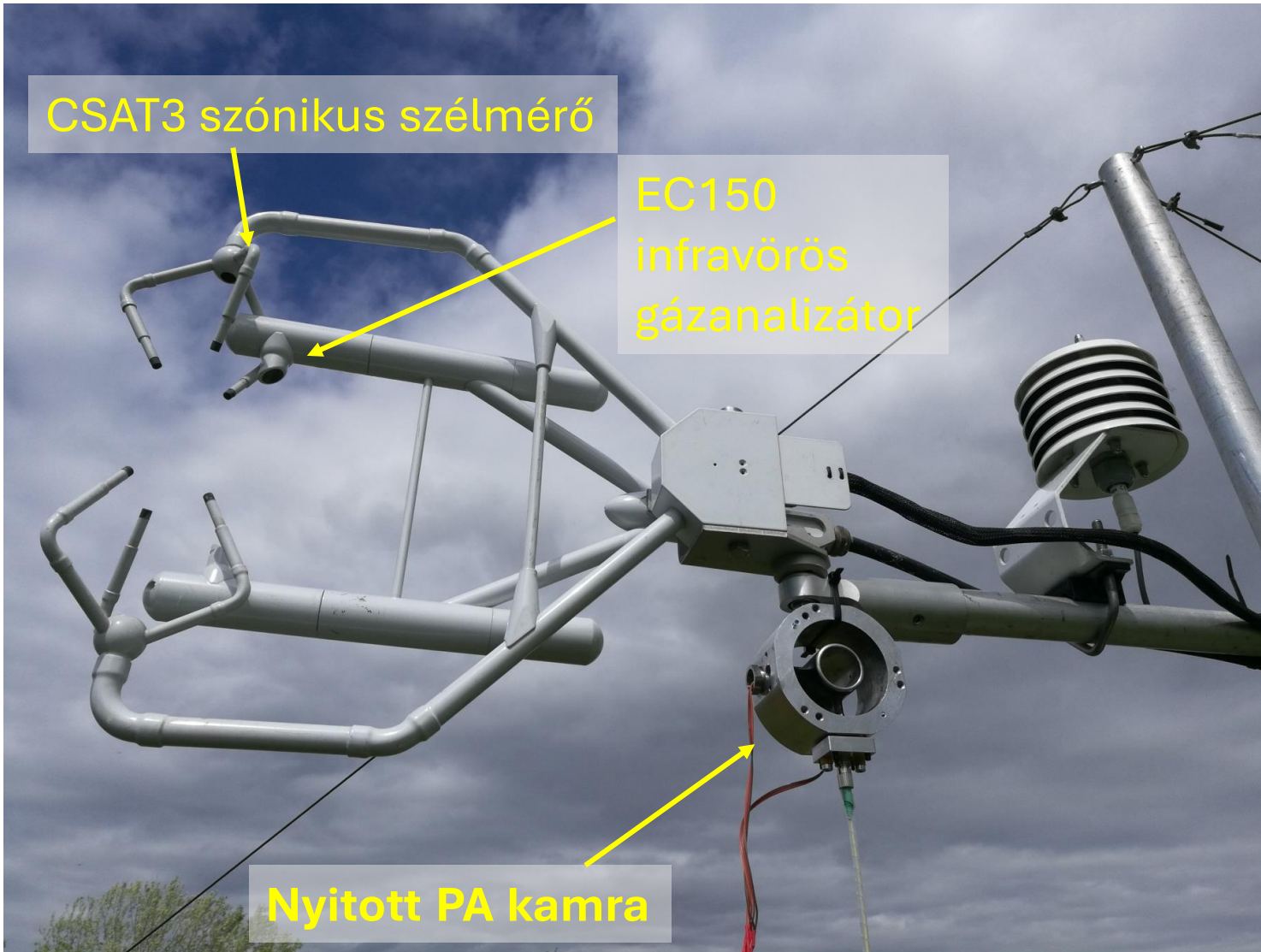
- A nyitott PA kamra első tesztelése és validálása EC mérés során
- Esetleges tervezési és pontossági hiányok felderítése



Fotoakusztikus spektroszkópia elve



Teszt konfiguráció – mintázás 10 Hz-en



Általános EC összeállítás:

- nyílt utas IR gázanalizátor
- szónikus szélmérő (Campbell Sci.)

Új összeállítás

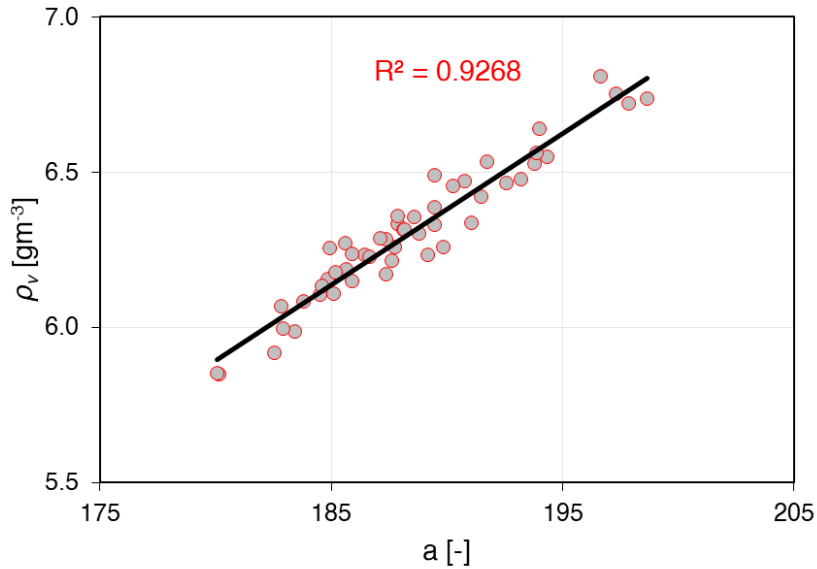
- nyitott PA kamra
- szónikus szélmérő

Problémák:

- szinkronizáció (utófeldolgozással)
- műszertávolság

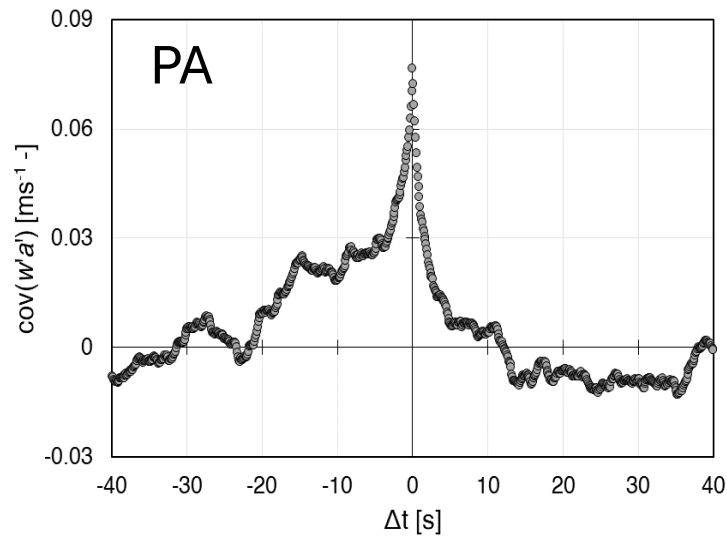
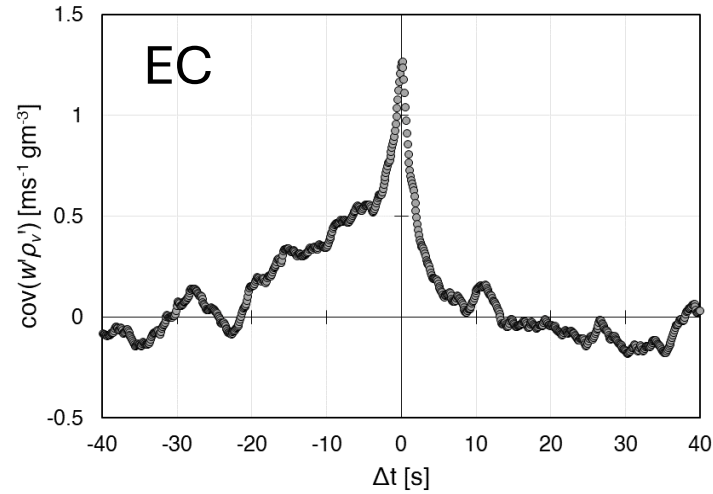
Koncentrációk és kovarianciák

Vízgőz koncentráció vs. fotoakusztikus jel

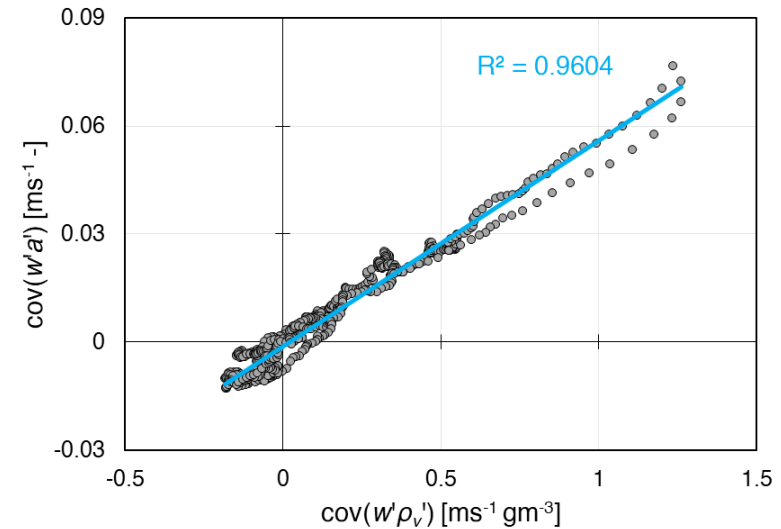


Kovariancia maximalizálás:

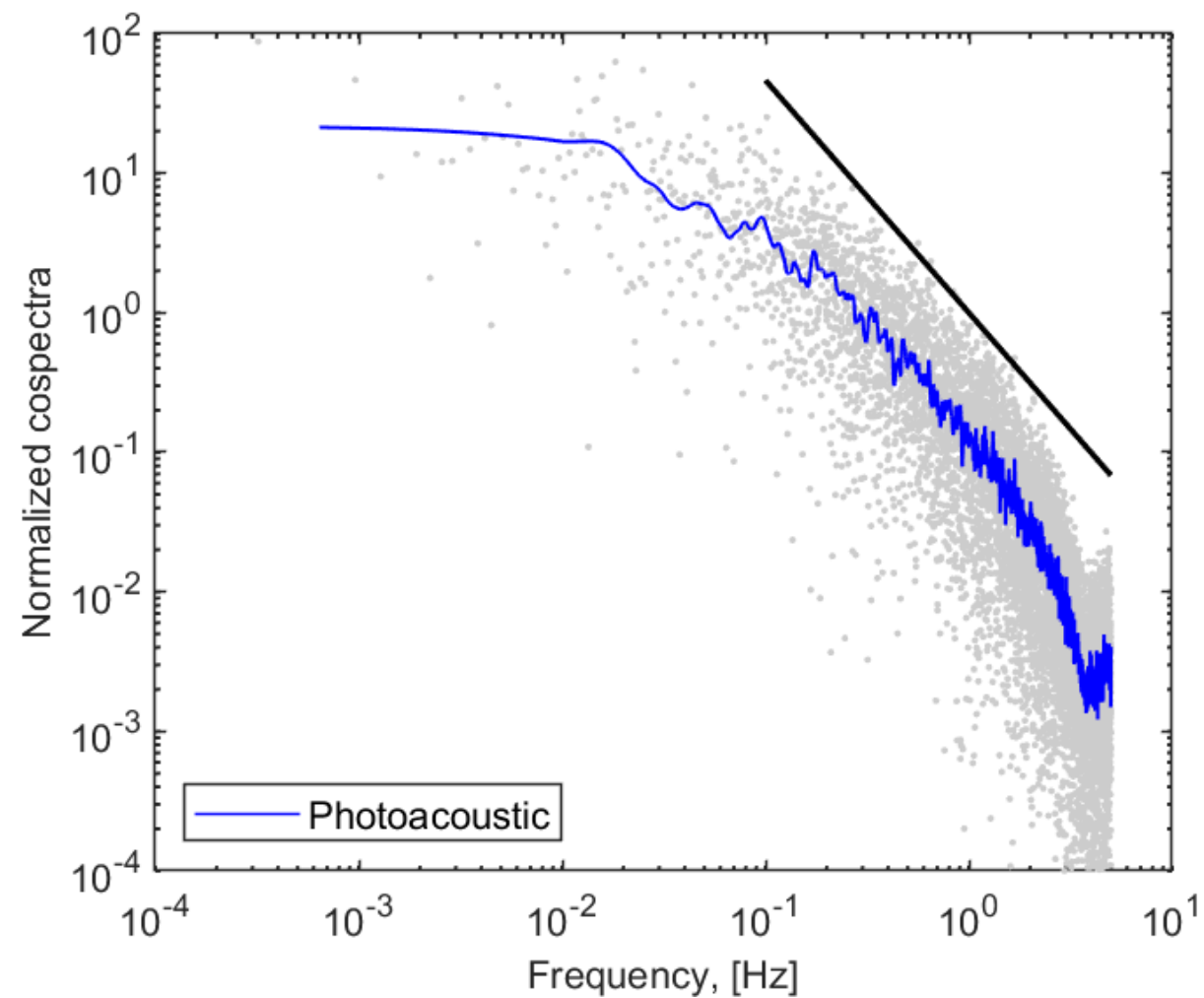
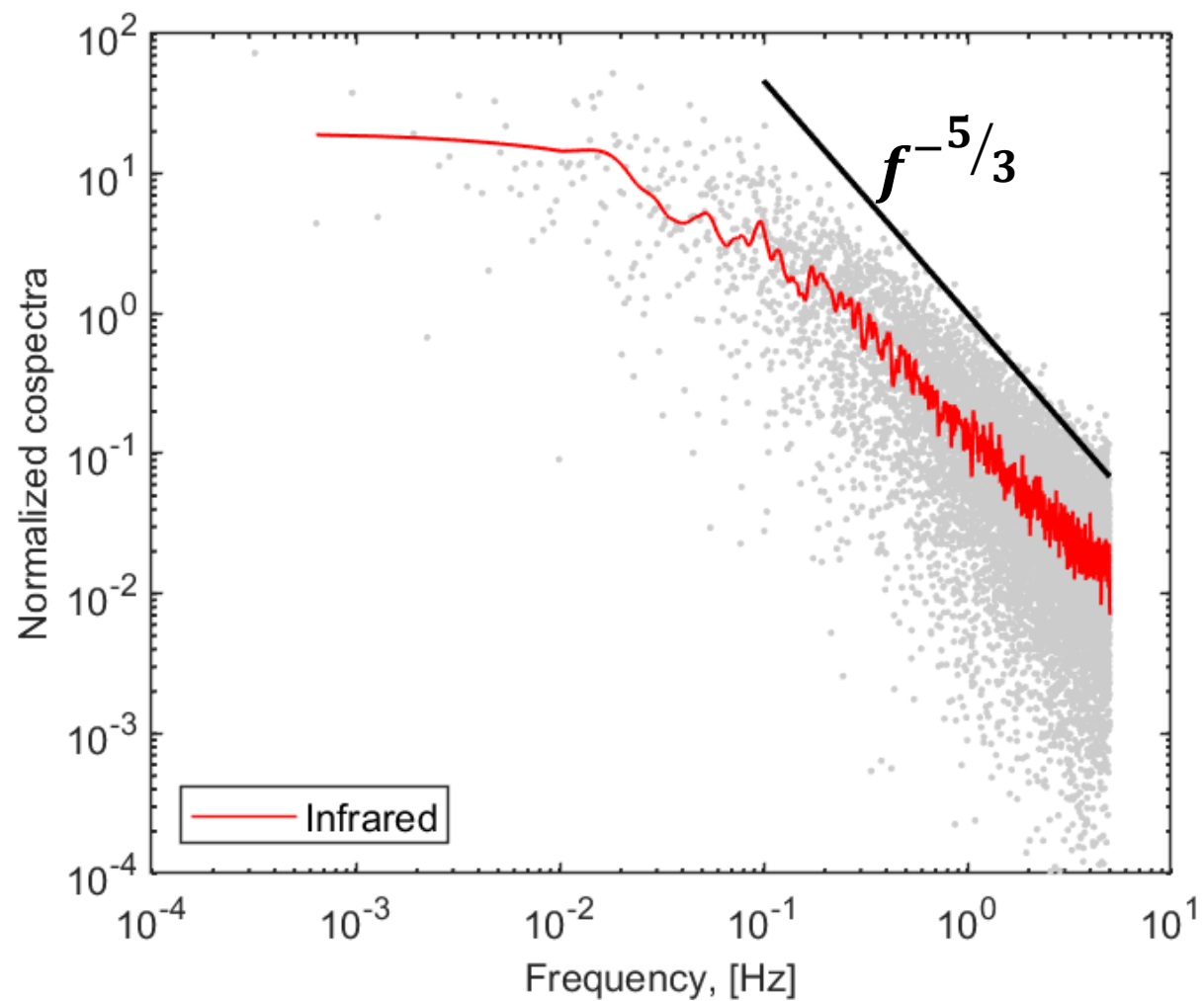
Kovarianciák az időbeli eltolás függvényében



Kovarianciák egyezése a két műszer összevetése



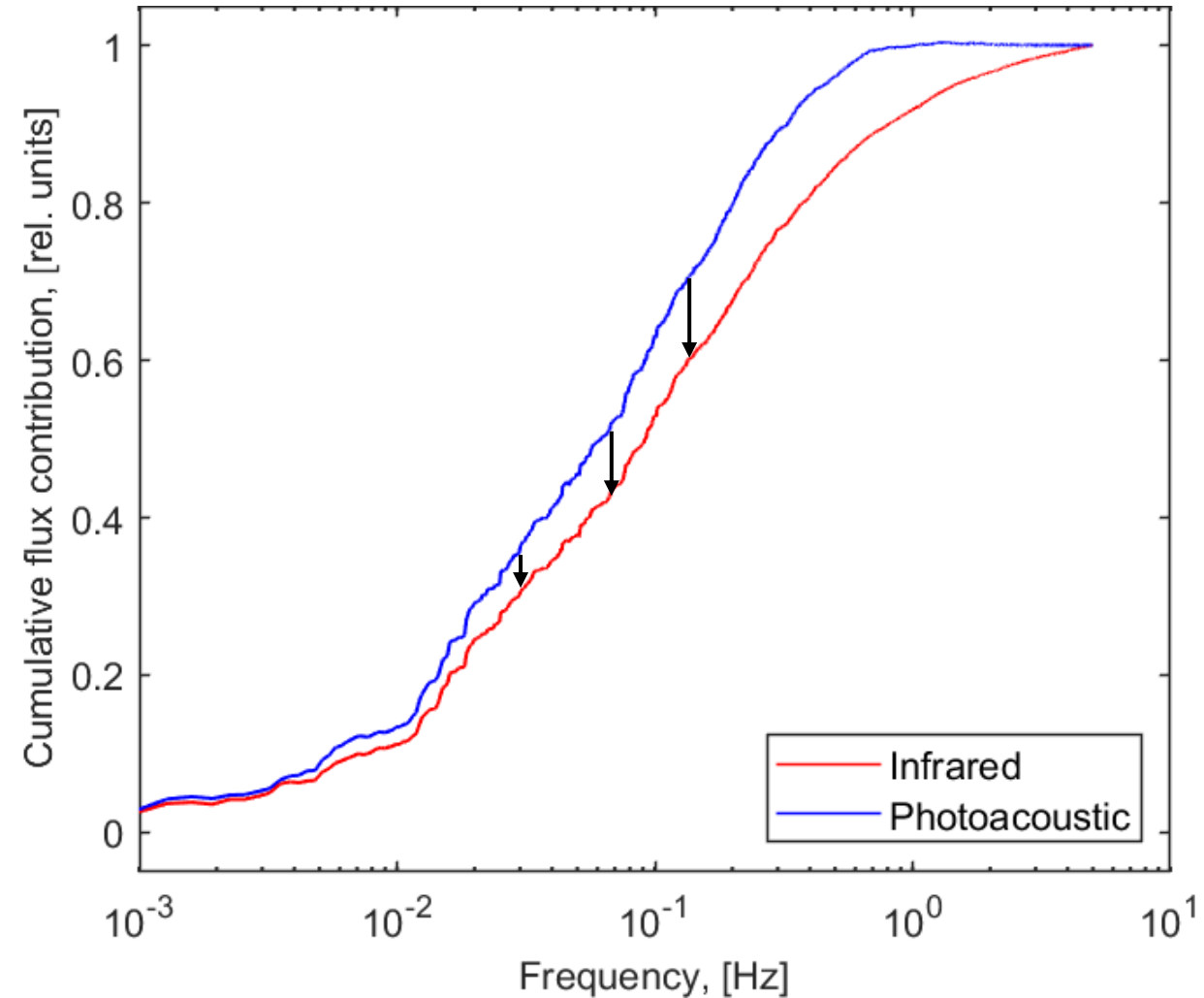
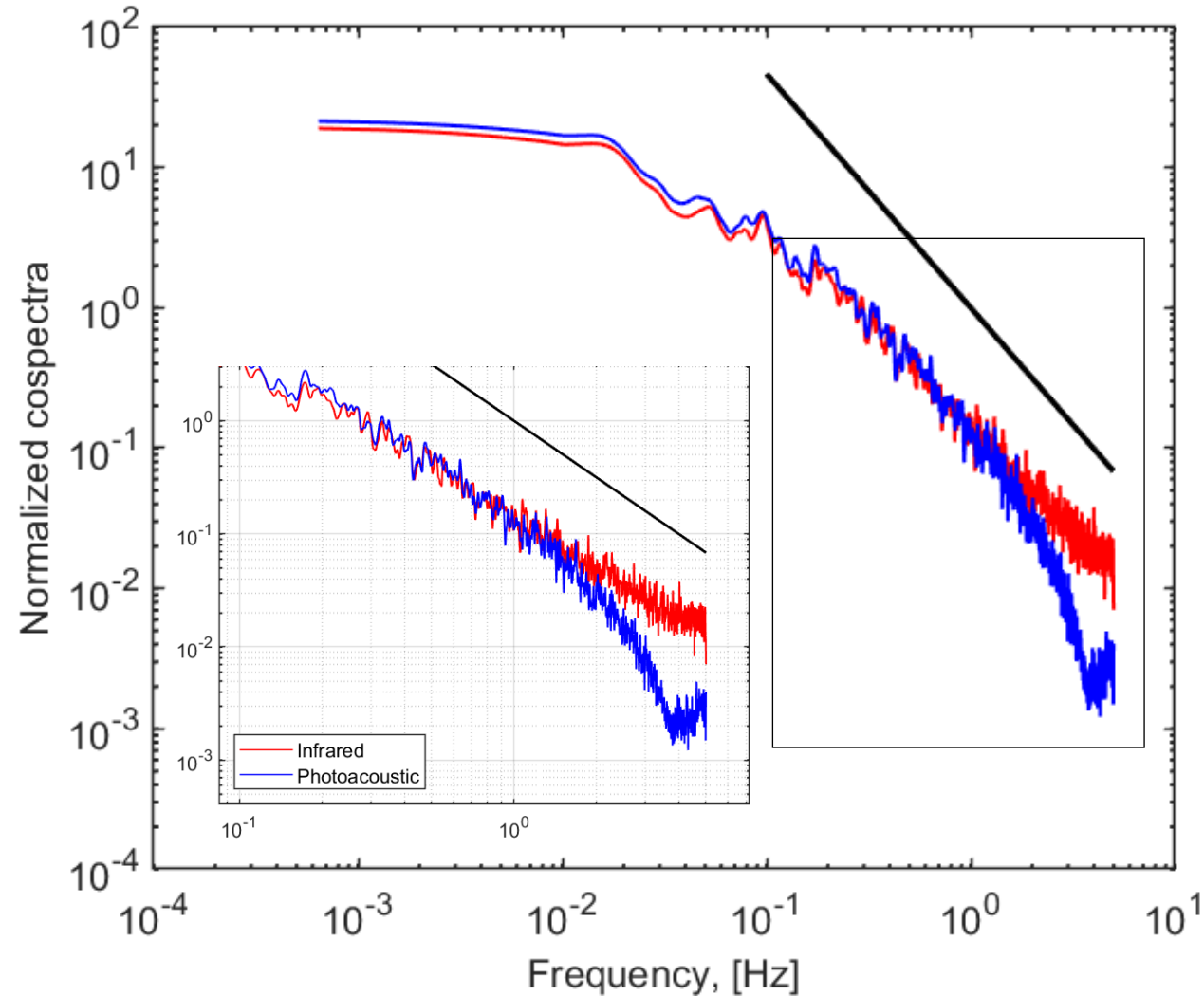
Keresztspektrum analízis



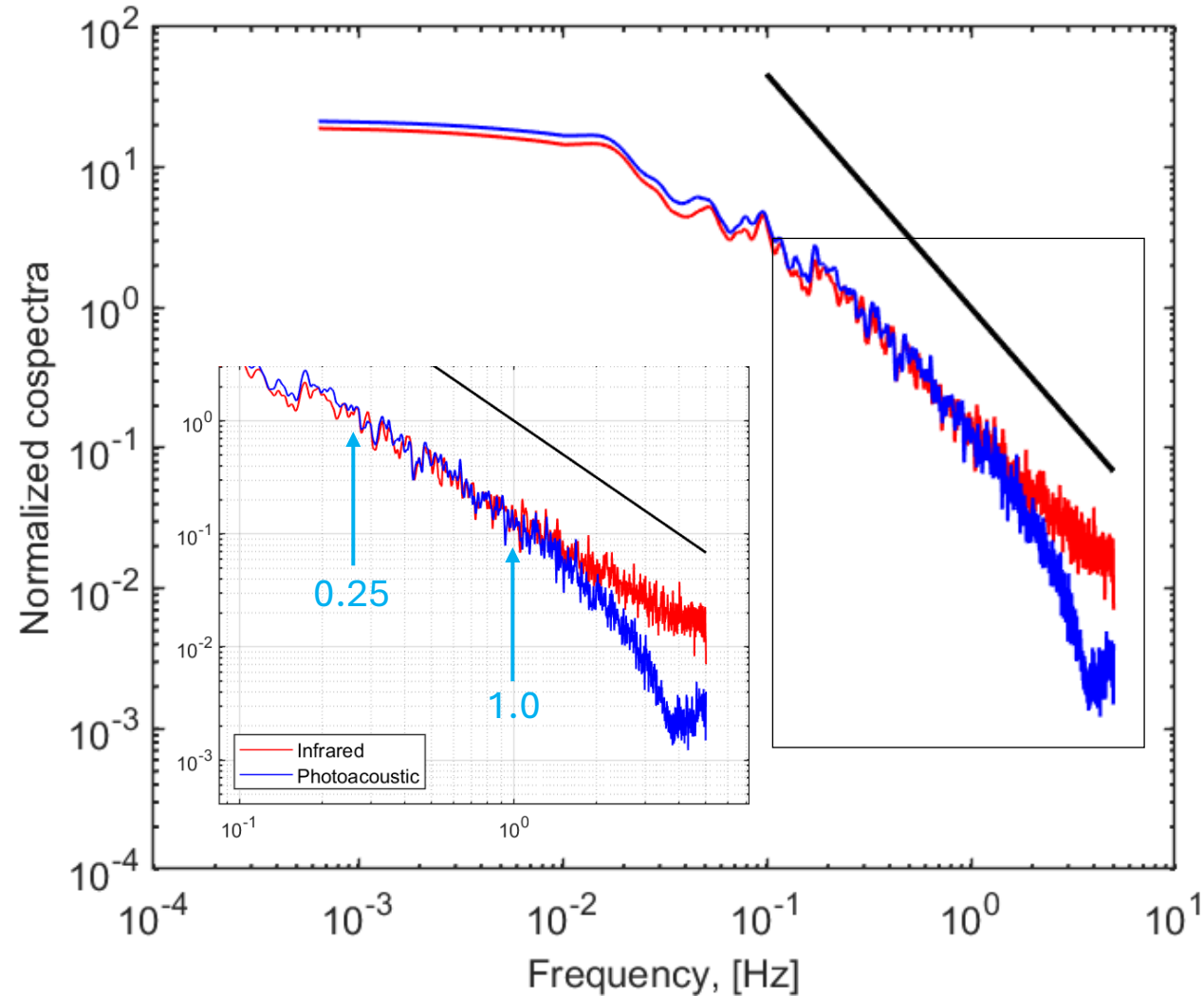
A teljes fluxushoz való hozzájárulás a frekvencia függvényében

Ogive függvény empirikus korrekcióhoz:

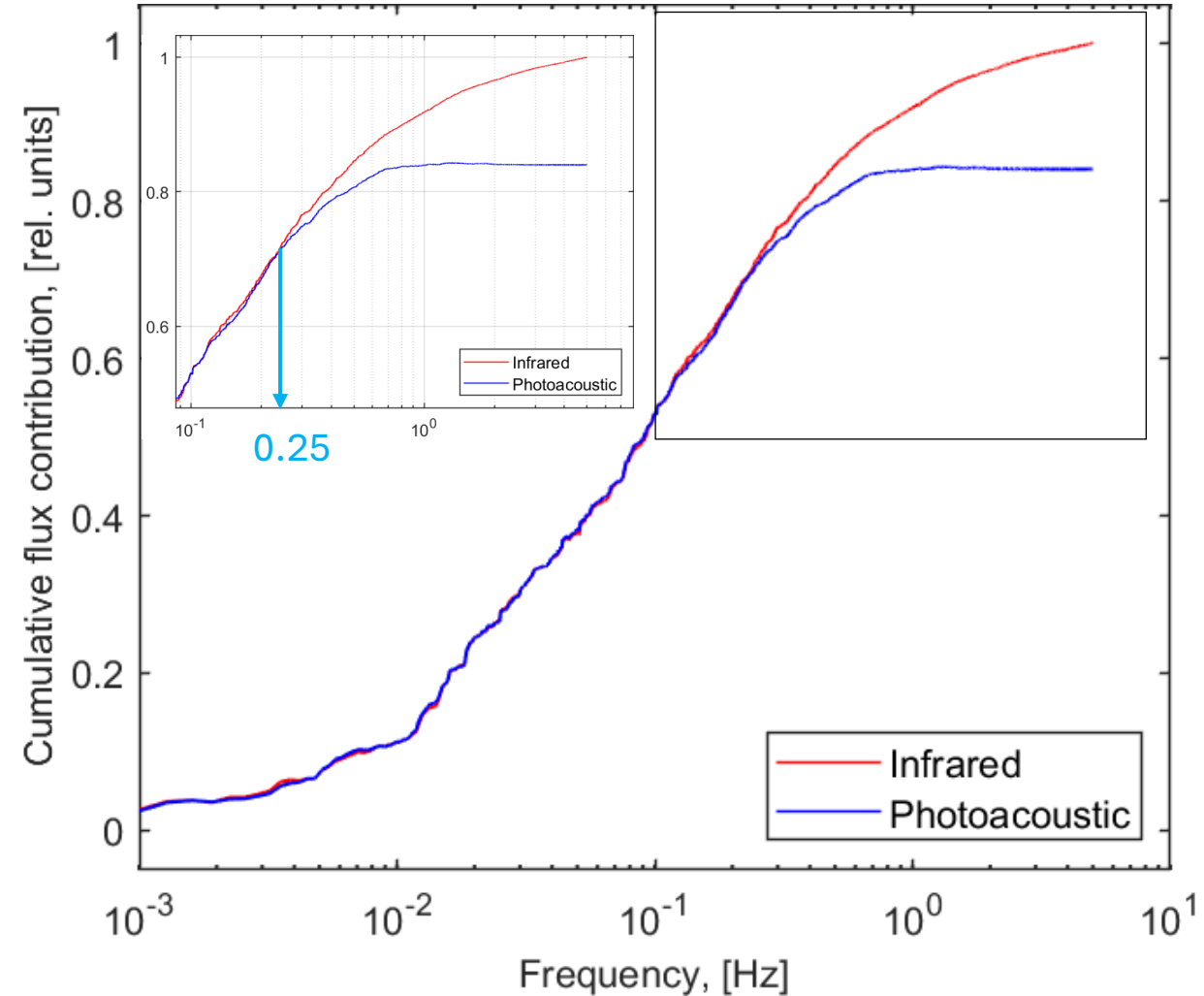
$$Og_{wc}(f_m) = \sum_{i=1}^m Co_{wc}(f_i) \quad f_i = \frac{i}{T_a}$$



A teljes fluxushoz való hozzájárulás a frekvencia függvényében

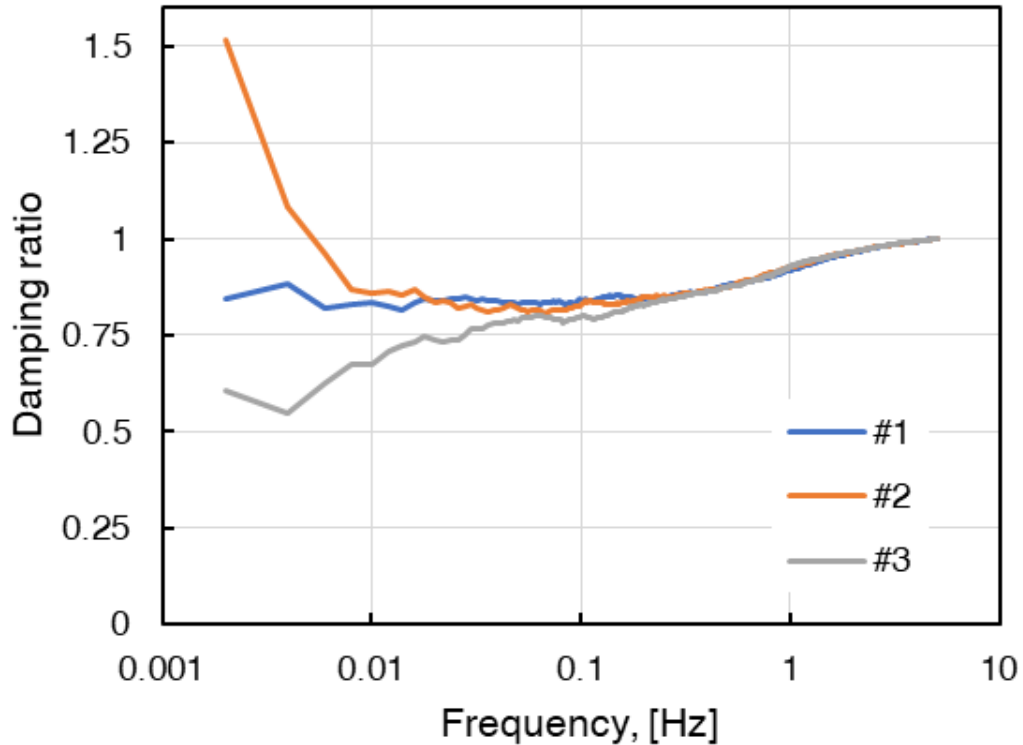


Csillapítás: 0.84



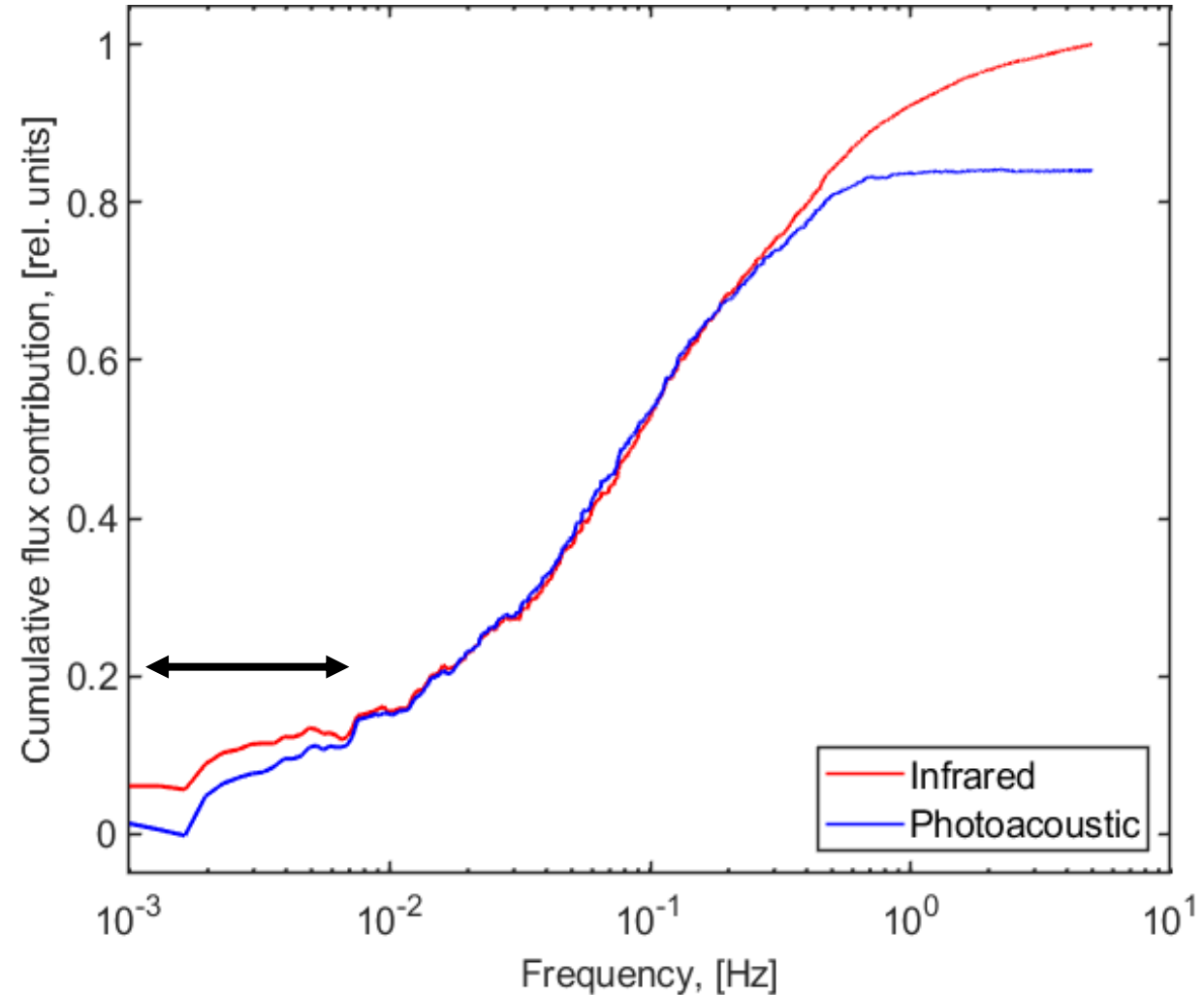
A teljes fluxushoz való hozzájárulás a frekvencia függvényében

Változó csillapítás



Amit még nem értünk el:

Egy univerzális empirikus átviteli függvény,
amely leírja a nagyfrekvenciás csillapító hatást



A PA rendszer válaszüveje

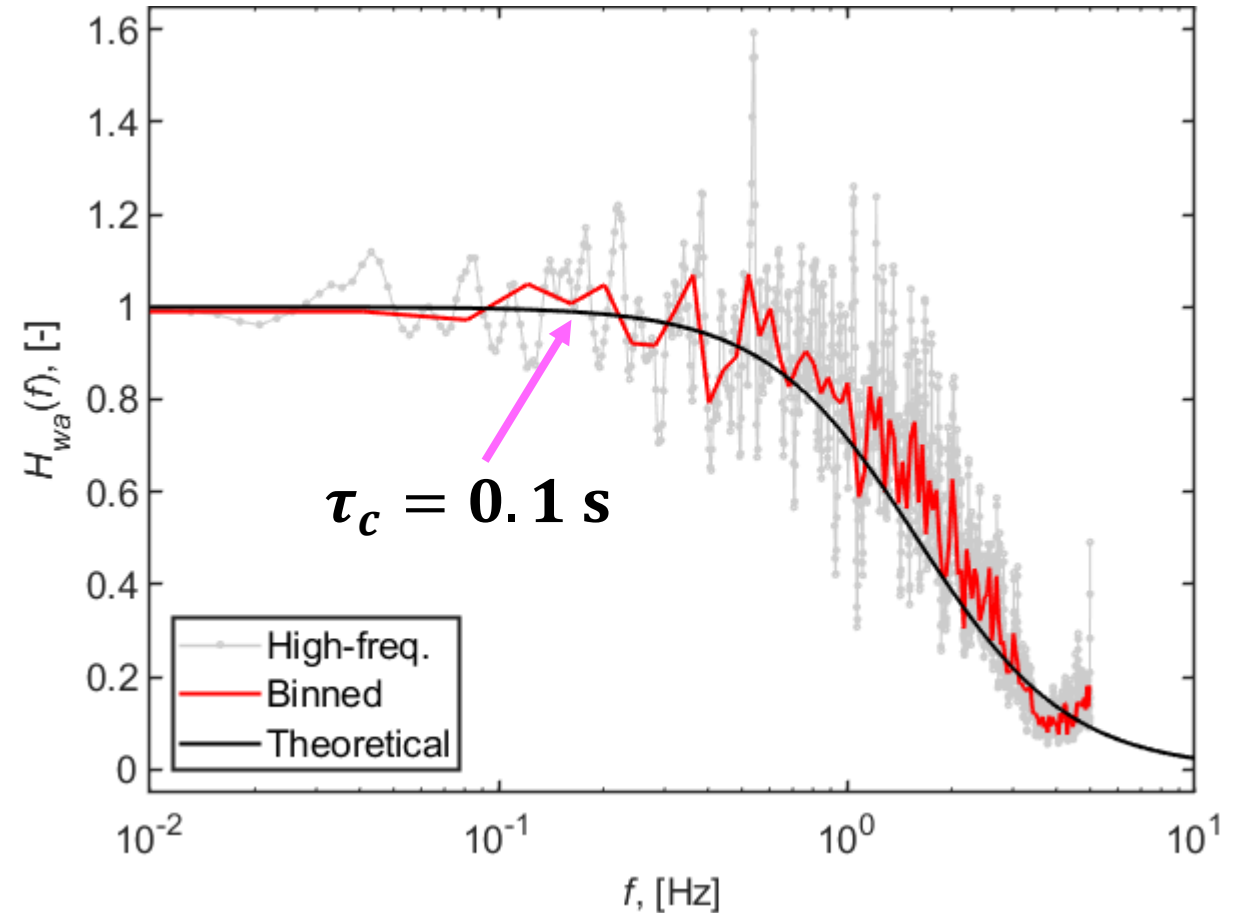
Empirikus átviteli függvény:
(a csillapított (PA) és a csillapítatlan (IR)
keresztspektrumok aránya)

$$H_{wa}(f) \equiv \frac{CO_{PA}(f)}{CO_{IR}(f)}$$

Egy első rendű műszer átviteli függvénye:

$$H_{wa}(f) = \frac{1}{1 + (2\pi\tau_c f)^2}$$

τ_c - a műszer karakterisztikus
időállandója



Következtetések

- Megbízható vízgőzfluxusok (párolgás)
- Ígéretes válaszüidő
- A nyitott PA kamra EC technikával használható fluxusmérésre
- Magas frekvenciáknál tapasztalt veszteség a fluxusban
 - Empirikus függvényekkel korrigálható, amihez $C_{o_{WT}}(f)$ használható
 - Oka lehet a műszerek közti távolság

Következő lépések

- Az időnként előforduló alacsony frekvenciás veszteség okának felderítése
- A műszer irányultság (szélirány) hatásának meghatározása
- Nagyobb szélesség- és hőmérséklettartományon történő tesztelés
- A mintázás időbeli felbontásának növelése
 - az adatgyűjtés elektronikai fejlesztése

Köszönjük a figyelmet!

További kérdés esetén:

Bozóki Zoltán – tanszékvezető és kutatócsoport-vezető:
zbozoki@physx.u-szeged.hu

Torma Péter:

torma.peter@emk.bme.hu