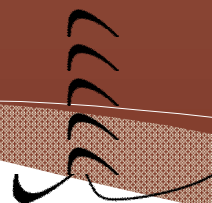


Az aeroszol részecskék tulajdonságai háttérlevegőben extrém légszennyezettség esetén

Molnár Ágnes, Bécsi Zsuzsanna, Molnár-Benkő Diána

MTA-PE Levegőkémiai Kutatócsoport



Bevezetés

- * Extrém légszennyezés hatása és következménye: főként városokban
- * Háttérlevegőben?
- * A levegő minősége - időjárás alakulása.
- * Epizódok főként anticiklonális, stabil légkörülményekben.



Ezek az epizódok nem korlátozódnak csupán a városi környezetre!

Célkitűzés

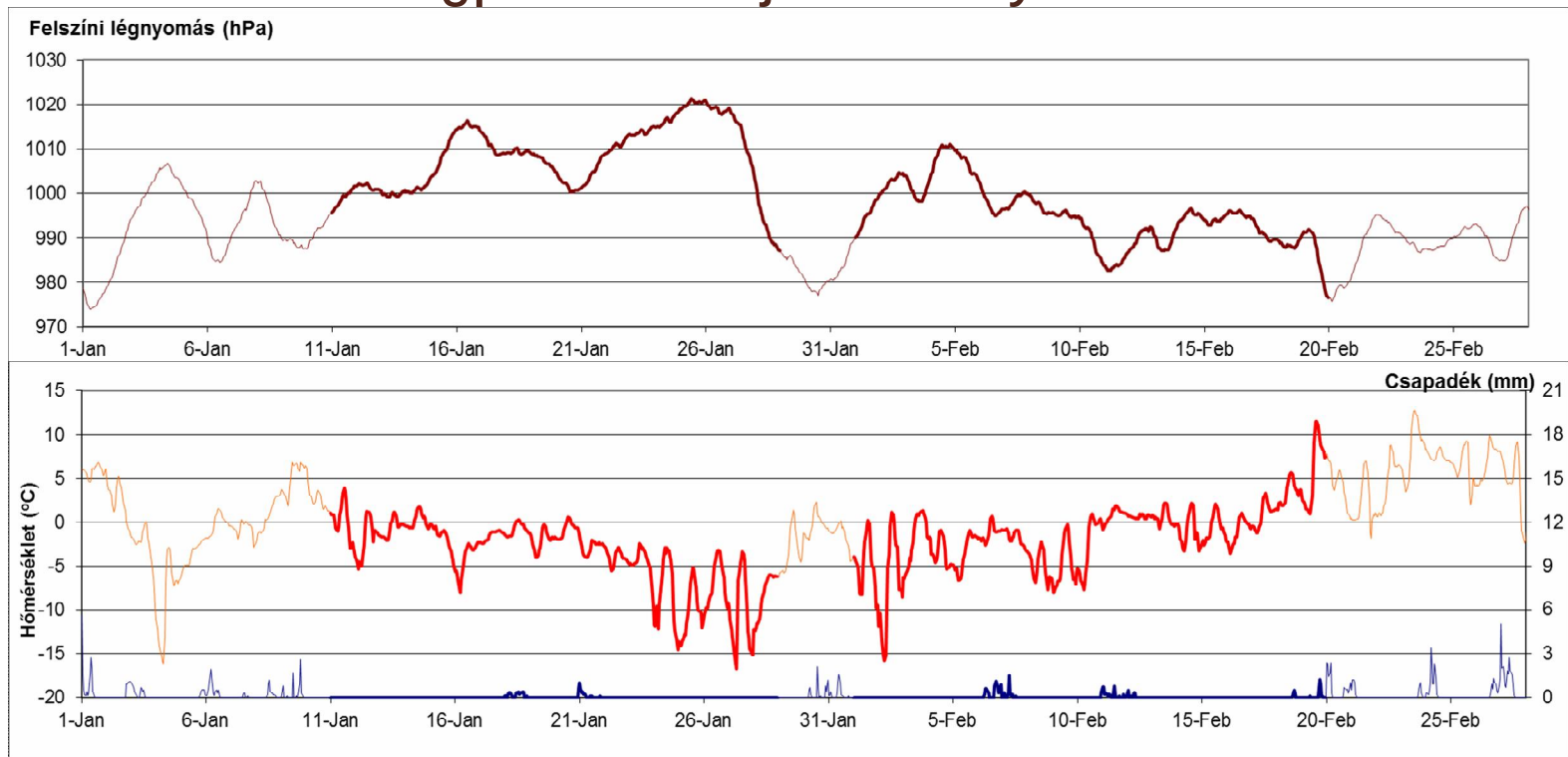
- * Különféle aeroszol paraméterek változása *háttérlevegőben* egy *extrém légszennyezettségi epizód* során.
 - * Összehasonlítás az epizódot megelőző és követő időszakokkal
- * Vizsgáltuk:
 - * a részecskék keletkezési folyamatát
 - * nagyság szerinti eloszlását
 - * extenzív és intenzív optikai paramétereit
 - * Szórási együtthatók (teljes és visszaszórás, 450nm, 550nm, 700nm)
 - * Elnyelési együttható (550nm)
 - * Egyszeres szórási albedó
 - * Félgömbi visszaszórt hányad
 - * Aszimmetria paraméter
 - * Ångström-kitevő (szórási együtthatókra)

Mintavételi eszközök és módszerek

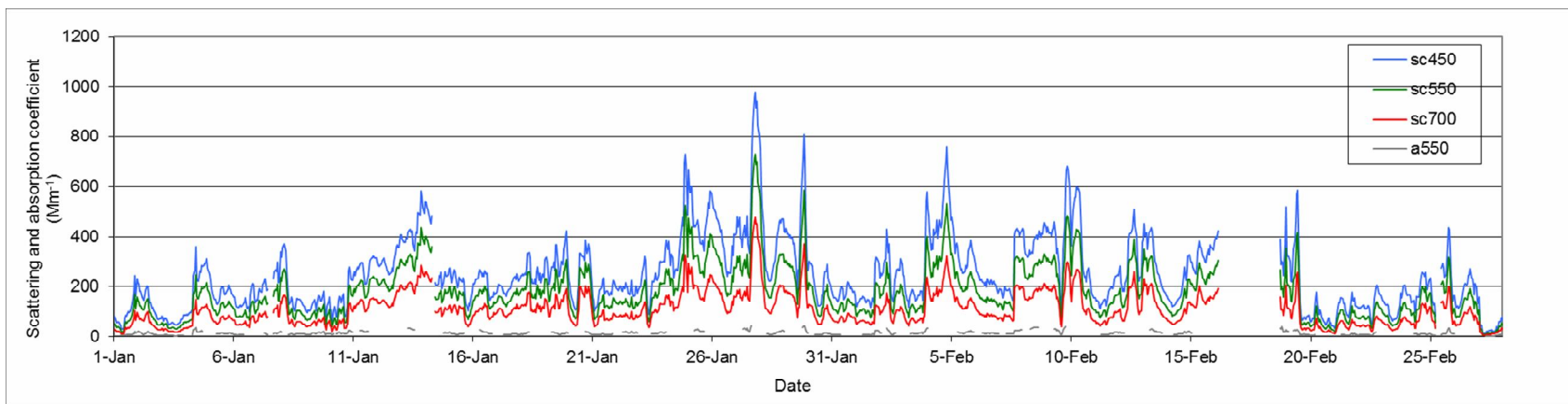
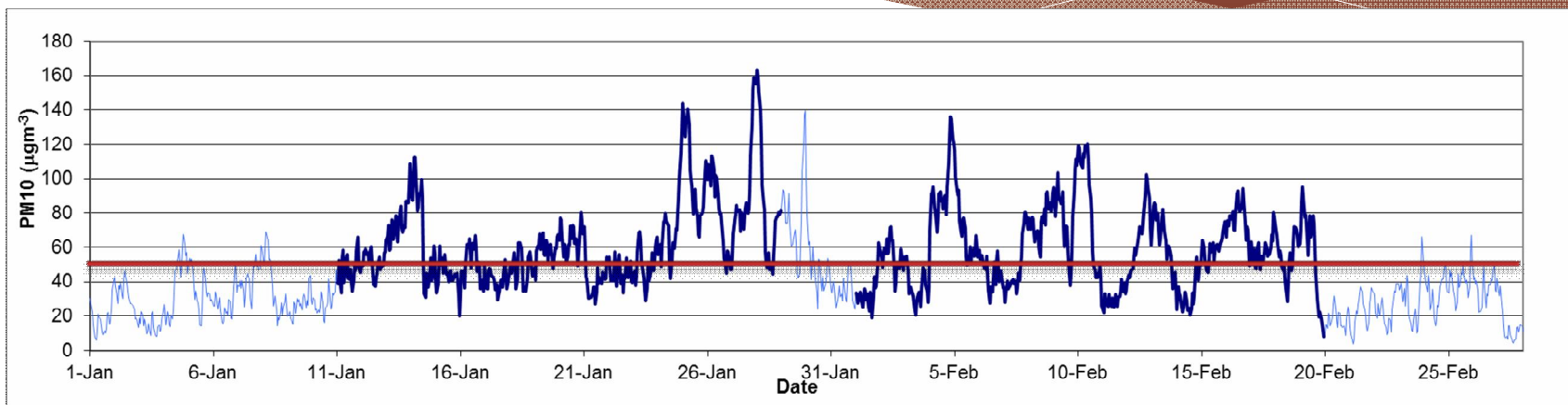
- * K-pusztá
- * A részecskék számkoncentrációjának méret szerinti eloszlása:
 - * DMPS,
 - * 3-800 nm nagyságtartomány,
 - * 5-10 perces időbeli felbontás
- * Teljes és visszaszórási együttható: integráló nefelométer (TSI 3565), három hullámhossz (450, 550 és 700nm)
- * Elnyelési együttható: PSAP (Particle Soot Absorption Photometer), 550nm.
- * A meteorológiai és a PM10 koncentráció adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat biztosította.

Kiválasztott epizód-helyzet

- * 2010 januárja és februárja
- * Elhúzódnó ún. hidegpárnás időjárási helyzet

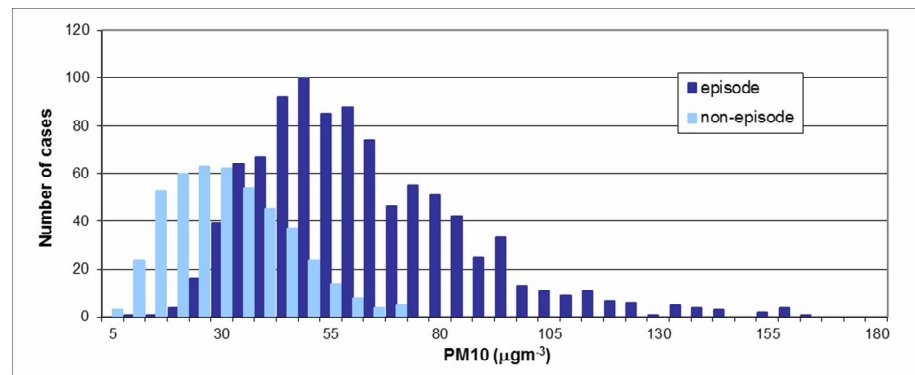


PM10, a szórási és elnyelési együtthatók időbeli változása



PM10

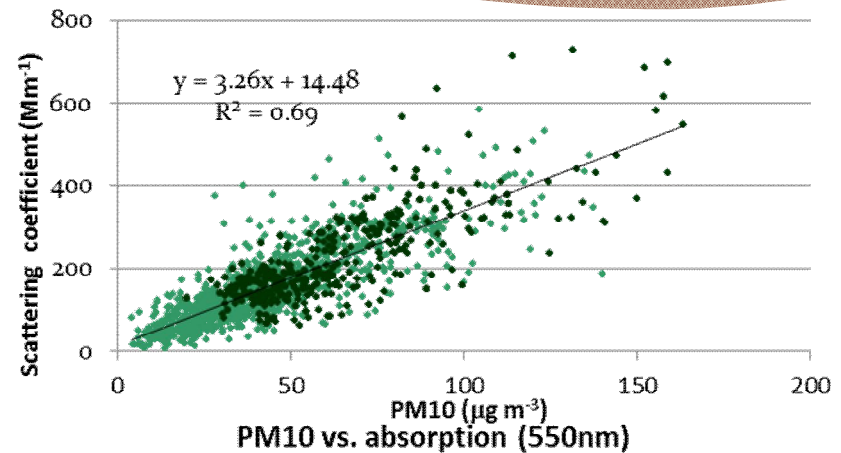
- * 24-órás egészségügyi határérték $50 \mu\text{g m}^{-3}$.
 - * Az epizód alatt $60.5 \mu\text{g m}^{-3}$, 20%
 - * epizódon kívül $32.0 \mu\text{g m}^{-3}$.
- * A PM10 lognormál eloszlású
 - * Epizódban az eloszlás eltolódott, időnként elérte/meghaladta a $100 \mu\text{g m}^{-3}$.
- * Füstfáklyákra jellemző nagy PM10 értékek



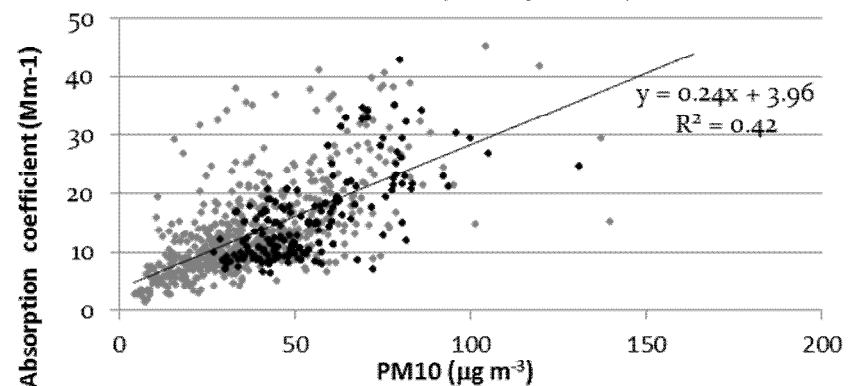
Extenzív optikai paraméterek

- * Direkt kapcsolat a PM10 (számkoncentráció) és a szórási/elnyelési együtthatók között. → Extenzív
- * Szórási együtthatók: téli > nyári,
 - * az epizódon kívüli értékek hasonlóak Mészáros et al. (1998) (111 Mm^{-1} vs. 93 Mm^{-1} , $\lambda=550 \text{ nm}$)
- * Tömeg szórási együttható $3,3 \text{ m}^2/\text{g}$ (550nm)
 - * Epizódban és kívül nem tér el.
 - * Más helyeken mért értékekhez hasonló
- * Tömeg elnyelési együttható: $0,24 \text{ m}^2/\text{g}$

PM10 vs. total scattering (550nm)

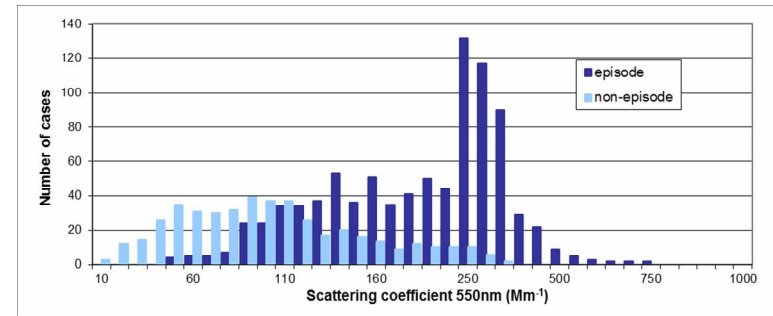


PM10 vs. absorption (550nm)



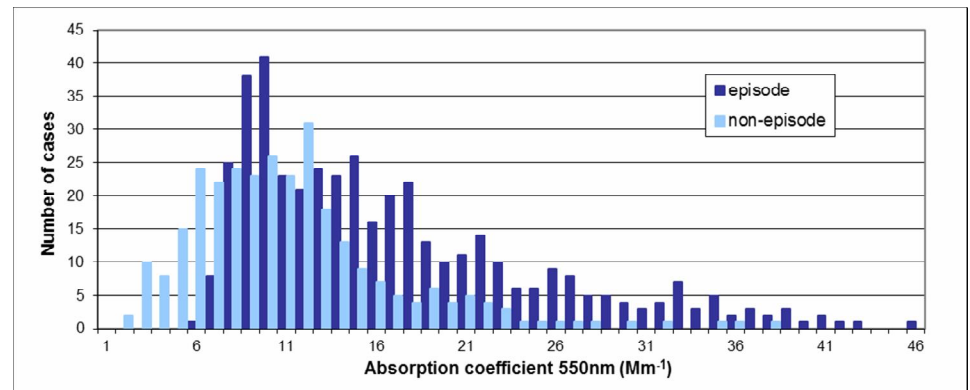
Teljes szórási együttható

- * Epizód: Teljes szórás kb. kétszerese az epizódon kívülinek
 - * Megközelítették 1000 Mm^{-1} , 800 Mm^{-1} és 500 Mm^{-1} –t (450nm, 550nm és 700 nm – en)
 - * Kínai nagyvárosok közelében, erdőtűz füstfáklyájában
- * Gyakorisági eloszlás: epizódban az eloszlás más:
 - * Epizódon kívül: egymódusú, maximum: 100 Mm^{-1} -nél ($\lambda=550\text{nm}$)
 - * Epizódban: maximum eltolódott (200 Mm^{-1}), megjelent egy második jelentős csúcs is ($>300 \text{ Mm}^{-1}$).



Elnyelési együttható

- * Sokkal nagyobb, mint a tiszta háttérlevegőben, de kisebb, mint a nagyvárosok levegőjében mért
- * Epizód: elnyelési együtthatók is nagyobbak voltak
- * Kb. 50%-os növekedés az epizódon kívülihez képest (16.1 és 11.0 Mm^{-1})
- * A különbség (epizód/epizódon kívül) kisebb, mint a teljes szórásnál
- * Ok: nincs közvetlen forrás (mint a nagyvárosok esetében)
- * Gyakorisági eloszlás is erre utal.



Újrészecske keletkezés (NPF)

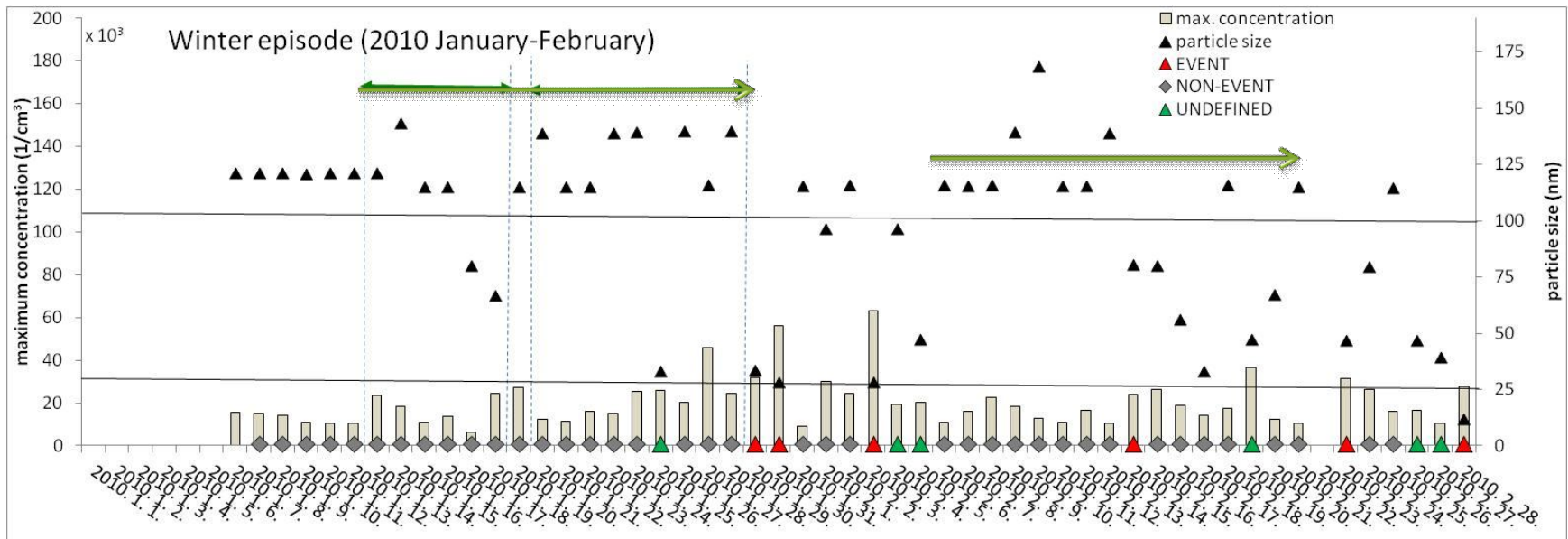
- * Átlagos számkoncentráció: $12\ 610\ \text{cm}^{-3}$.
- * A teljes időszakban osztályozott: 51 nap, 6 NPF, 39 nem-esemény, 6 nem-meghatározott nap
- * A nagyság szerinti eloszlás a modális átmérővel jellemezhető :

$$d_n = \frac{\sum_5^{25} d_i \cdot C_i}{\sum_5^{25} C_i}, \quad d_A = \frac{\sum_{25}^{100} d_i \cdot C_i}{\sum_{25}^{100} C_i}, \quad d_a = \frac{\sum_{100}^{800} d_i \cdot C_i}{\sum_{100}^{800} C_i}$$

- * Tél: általában inaktív időszak
 - * Kedvezőtlen légköri körülmények
 - * Prekurzor vegyületek (főleg szerves) emissziója kicsi
- * Epizód alatt volt a legkisebb gyakorisága az újrészecske keletkezésnek (0,054 esemény/nap)
- * Eseményen kívül: ennek háromszorosa volt (0,182 esemény/nap).

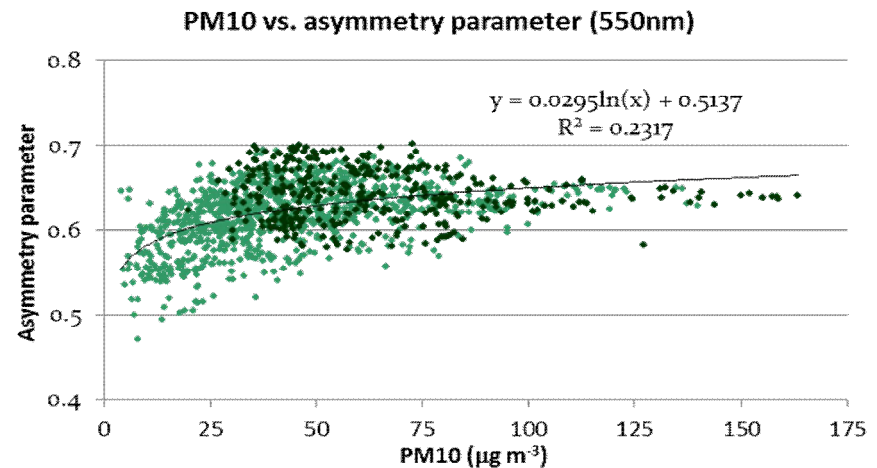
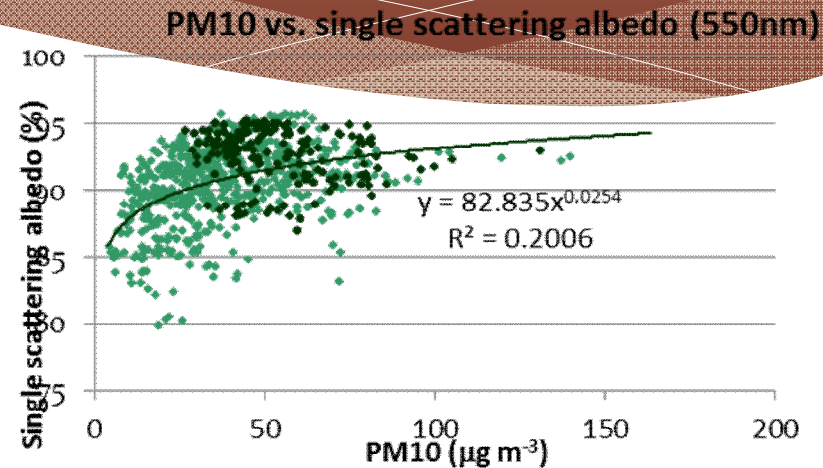
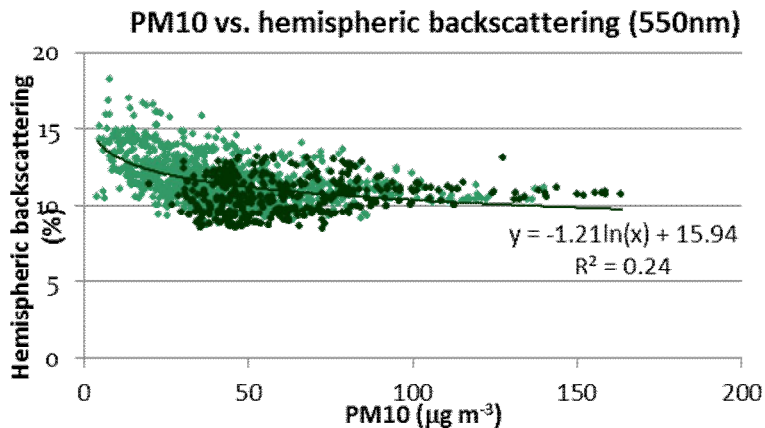
Méreteloszlás

- * Maximum koncentráció általában az akkumulációs tartományban.
- * Az Aitken és a nukleációs módus részaránya nagyon kicsi.
- * Öregedett aeroszol
- * Ellentétben nagyvárosi mérésekkel (Reno, Nevada, 2010 január, hasonló epizód):
 - * Erős inverziós helyzet: a PM10 növekedését a frissen kibocsátott részecskék okozták (Gyawali et al., 2012).



Intenzív optikai paraméterek

- * Intenzív paraméterek: PM10 – től függ, a kapcsolat nem lineáris.



Intenzív optikai paraméterek

- * Félgömbi visszaszórási hányad:

- * Részecskék fényszórása 7-90° térszögben és a teljes szórás aránya
- * Függ a részecskék méretétől
- * Minél nagyobb a részecske, annál jelentősebb az előreszórás
- * Nem azonos a „fölfelé”, világűr felé szórt sugárzással, csak akkor, ha a zenitszög nulla
- * Ténylegesen az aeroszol éghajlati hatásának megítélésében játszik fontos szerepet

$$b_1 = \frac{\sigma_{\text{bsc},1}}{\sigma_{\text{sc},1}}$$

- * Egyszeres szórási albedó: az aeroszol részecskék sugárzási kényszerének „előjelét” mutatja

- * Kritikus egyszeres szórási albedó: függ a felszíni albedótól és a világűr felé szórt hányadtól

$$\omega_0 = \frac{\sigma_{\text{sc}}}{\sigma_{\text{sc}} + \sigma_a}$$

Intenzív optikai paraméterek

- * Aszimmetria paraméter: a világűr felé visszaszórt sugárzást a szórási szögfüggvény határozza meg. Modellekben ezt gyakran parametrizálják.
 - * -1 és +1 közötti: -1: teljes visszaszórás, +1: teljes előreszórás,
 - * Modellekben ált. 0,7 értéket feltételeznek
 - * 10%-os csökkenés: sugárzási kényszerben -19% TOA, -13% felszín
 - * A visszaszórt hányad alapján empirikus közelítéssel becsültük (Andrews et al., 2011)

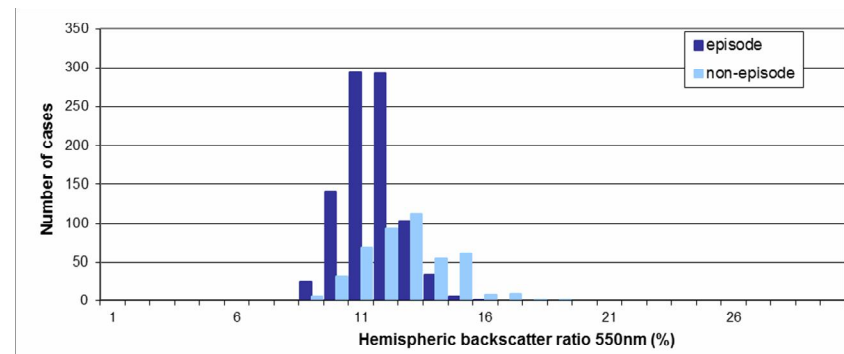
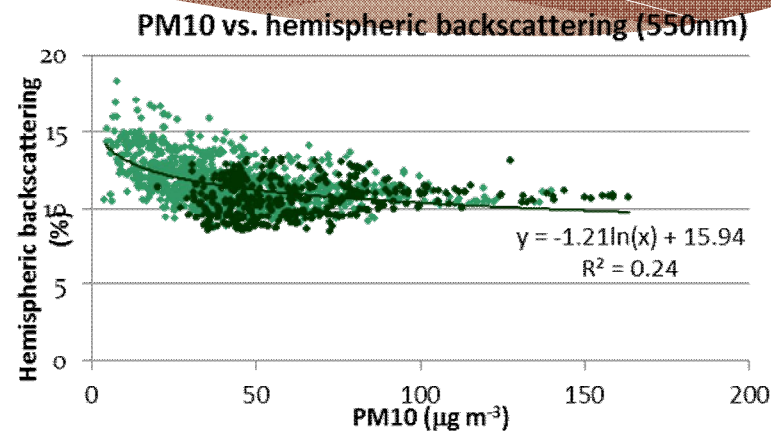
$$g = -7.1439 \cdot b^3 + 7.4644 \cdot b^2 - 3.9636 \cdot b + 0.9893$$

- * Ångström-kitevő: a szórasi együttható hullámhosszfüggését adja meg.
 - * Finom részecskék dominanciája: ≥ 2 , kisebb értékeknél durva tartomány jelentősége nő (450-700nm)

$$\alpha_{sc}(\lambda_1/\lambda_2) = -\frac{\log(\sigma_{sc,\lambda_1}/\sigma_{sc,\lambda_2})}{\log(\lambda_1/\lambda_2)}$$

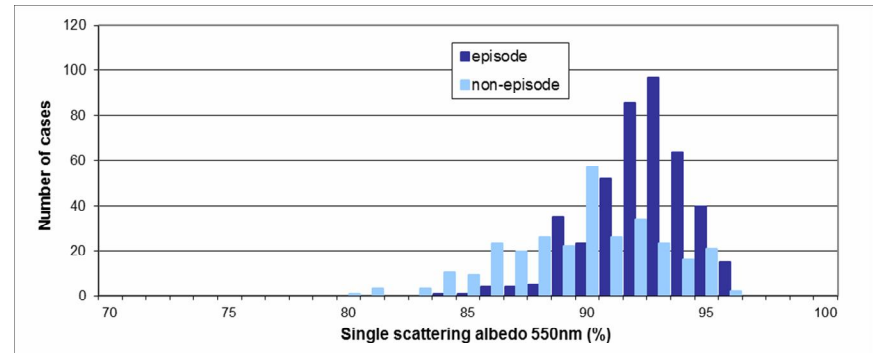
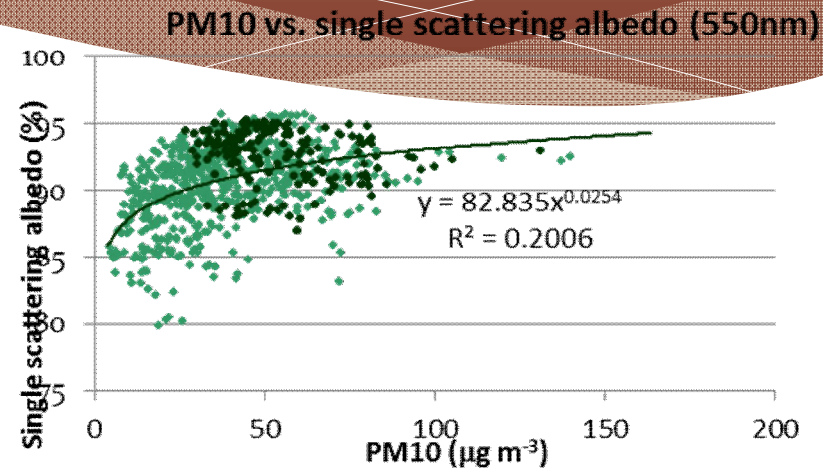
Félgömbi visszaszórási hányad

- * Átlag : 0.102, 0.114 és 0.154 (450nm, 550nm és 700nm)
- * Kisebbek, mint az epizódon kívüli értékek: 8%, 9% and 10% -os csökkenés (450nm, 550nm and 700nm)
- * Gyakorisági eloszlás (550nm):
 - * Epizód: maximum 10-11%
 - * Epizódon kívül: 13%.



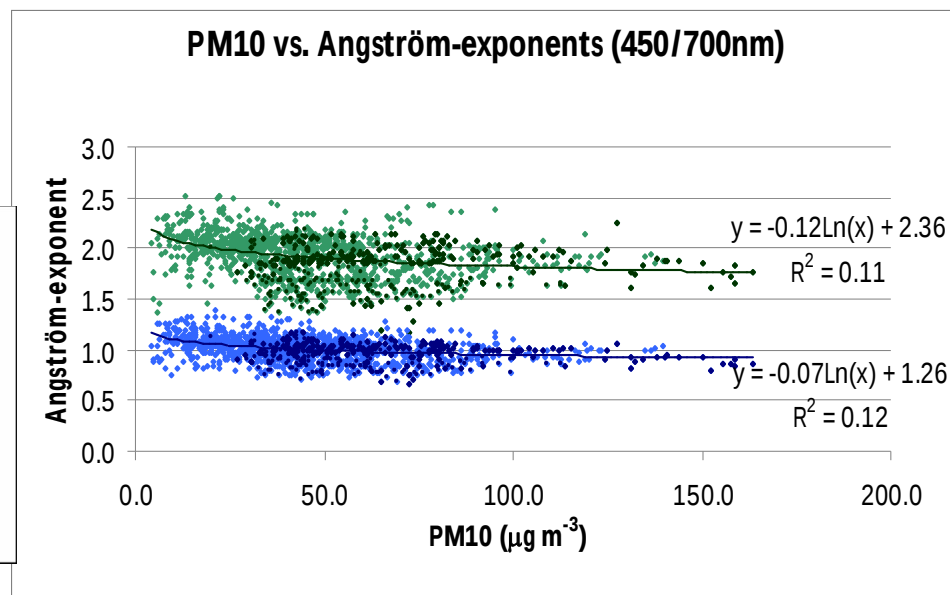
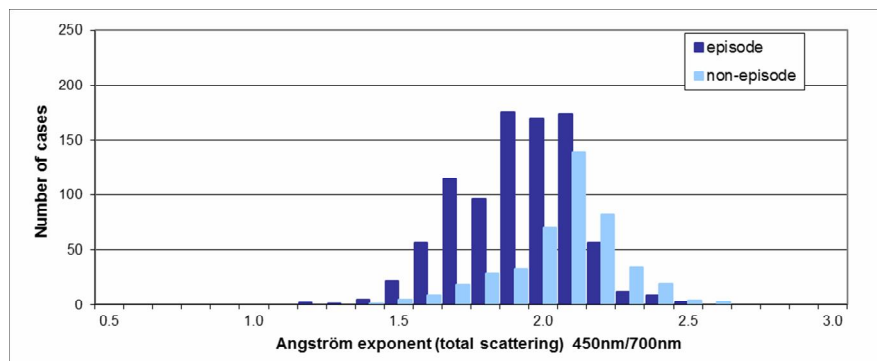
Egyszeres szórási albedó

- * Epizód: 2%-os növekedés (91,7% és 89,7%)
- * A növekedés oka: szórás jobban nőtt, mint az elnyelés.



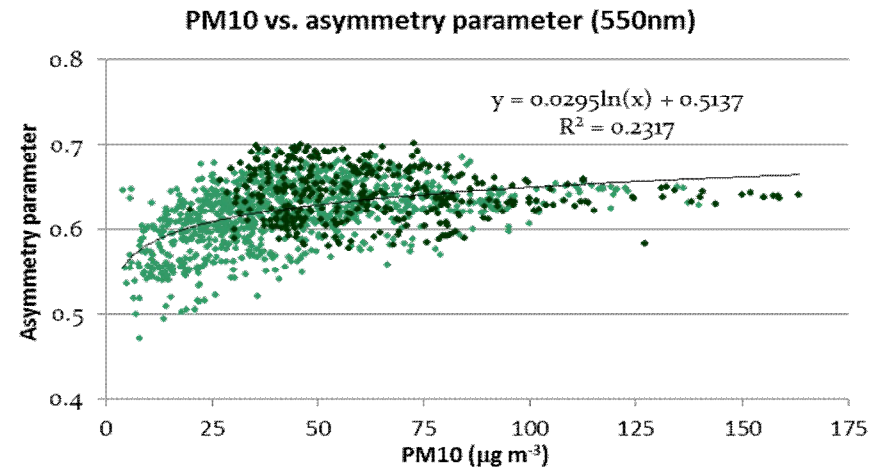
Ångström-kitevő (szórás, 450/700nm)

- * Teljes szórás
 - * Mindig nagy érték: finom frakciójú aeroszol (1,92)
 - * Epizód: értéke csökkent az epizódon kívülihez képest (1.86 és 2.01)
 - * Modális átmérő növekedése
- * Visszaszórt sugárzás: átlagosan 1.01 (450/700nm) → nincs hullámhossz-függés
 - * Epizód: értéke csökkent



Aszimmetria paraméter

- * Értéke nőtt az epizódban
- * Epizód: 0,64, epizódon kívül 0,61 (550nm)
- * Ez 9 és 13%-kal kisebb, mint a modellekben használt értékek
- * Nagyobb PM10 – nagyobb aszimmetria paraméter



Eredmények összefoglalása

		January-February, 2010		
		Total	Wintertime episode	Non-episode
New particle formation	NPF episode/day	0.118	0.054	0.182
	Undefined episode/day	0.118	0.108	0.091
PM10	μgm^{-3}	49.9 $\pm$ 26.2	60.5 $\pm$ 24.5	32.0 $\pm$ 18.0
Total scattering (Mm^{-1})	450nm	246.8 $\pm$ 141.9	301.7 $\pm$ 137.1	159.4 $\pm$ 99.3
	550nm	175.2 $\pm$ 103.7	215.6 $\pm$ 100.2	110.9 $\pm$ 71.8
	700nm	108.2 $\pm$ 66.3	134.1 $\pm$ 64.4	67.2 $\pm$ 45.1
Absorption coeff. (Mm^{-1})	550nm	14.1 $\pm$ 7.8	16.7 $\pm$ 7.9	11.0 $\pm$ 6.6
Single scattering albedo	550nm	90.8 $\pm$ 2.8	91.7 $\pm$ 2.1	89.7 $\pm$ 3.2
Hemispheric backscatter fraction (%)	450nm	10.2 $\pm$ 1.0	9.9 $\pm$ 0.8	10.7 $\pm$ 1.2
	550nm	11.4 $\pm$ 1.5	11.0 $\pm$ 1.1	12.1 $\pm$ 1.6
	700nm	15.4 $\pm$ 2.0	14.7 $\pm$ 1.6	16.3 $\pm$ 2.2
Asymmetry parameter	450nm	0.66 $\pm$ 0.03	0.66 $\pm$ 0.02	0.64 $\pm$ 0.03
	550nm	0.62 $\pm$ 0.04	0.64 $\pm$ 0.03	0.61 $\pm$ 0.04
	700nm	0.53 $\pm$ 0.04	0.55 $\pm$ 0.04	0.51 $\pm$ 0.05
Ångström (total scattering)	450/700	1.92 $\pm$ 0.21	1.86 $\pm$ 0.20	2.01 $\pm$ 0.18
Ångström (back-scattering)	450/700	1.01 $\pm$ 0.12	0.98 $\pm$ 0.11	1.06 $\pm$ 0.11

Összefoglalás, tanulság

- * Nagy PM10 koncentráció
- * Nagy szórási és elnyelési együtthatók
- * Ångström-kitevők értékei

K-pusztán a téli epizód
regionális
légszennyeződés
következménye

- * Regionalitás szerepe igen jelentős lehet!

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a **TÁMOP**-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 azonosítójú projekt (A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.); valamint az EUCAARI és az EUSAAR támogatásáért. „The research leading to these results has received funding from the European Union Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° [262254], [ACTRIS].

Köszönet illeti az Országos Meteorológiai Szolgálatot a meteorológiai és a PM10 koncentráció adatok biztosításáért.

