

Črni ogljik, povzročitelj podnebnih sprememb – lokalne, regionalne in globalne meritve

Griša Močnik^{1,2}, M. Lenarčič³

¹ Aerosol d.o.o., Slovenia ² Jožef Stefan Institute, Slovenia ³ Aerovizija d.o.o.

grisa.mocnik@aerosol.si grisa.mocnik@ijs.si



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD
SOCIALNI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

Zahvala sodelavkam in sodelavcem!

L. Drinovec¹, P. Vidmar¹, I. Ježek¹, G. Razoršek¹, T. Dobovičnik¹, I. Iskra¹,
M. Lenarčič², G. Schauer³,
J. Turšič⁴, G. Muri⁴, T. Bolte⁴,
M. Kistler⁵, E. Cetintas⁵, H. Bauer^{5†}, A. Kasper Giebl⁵,
A.D.A. Hansen⁶, A. Gregorič⁸, L. Ferrero⁹,
J.-E. Petit^{10,11}, J. Sciare¹⁰, O. Favez¹¹,
P. Zotter¹², R. Wolf¹², A.S.H. Prévôt¹²,
T. Müller¹³, A. Widensohler¹³,
E. Coz¹⁴, M. Rupakheti¹⁵
I.J. Arnold¹⁶, R.K. Chakrabarty¹⁶, H. Moosmüller¹⁶,
M. Remškar¹⁷, J. Vaupotič¹⁷



Aerosolizirani črni ogljik

- Kaj je črni ogljik?
- Zakaj je pomemben?
- Kako ga merimo?
- Globalne, regionalne in lokalne meritve in relevanca
- Onesnaženost zraka!
- Kateri viri?
- Podnebne spremembe!



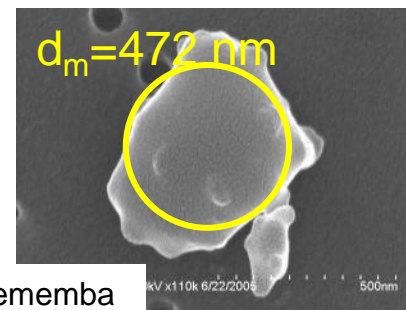
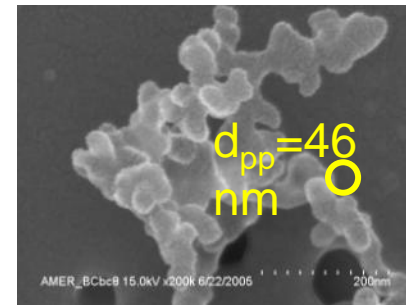
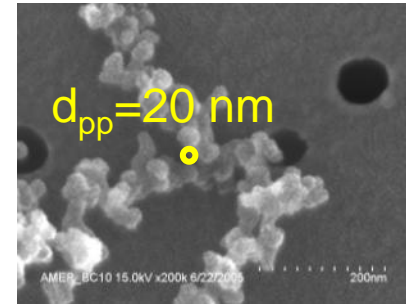
Aerosoliziran črni ogljik

- ČO (BC) je produkt **nepopolnega izgorevanja**
- BC ni preprosto povezan z emisijami CO₂
- BC emisij ni mogoče predvidevati:

moramo jih meriti

- delci BC particles različnih virov lahko imajo različne lastnosti in te povzročijo različne pojave v atmosferi:

(premog/dizel/biomasa, Evropa/Azija/ZDA)



Sprememba
merila!

Črni ogljik je regionalno onesnaževalo

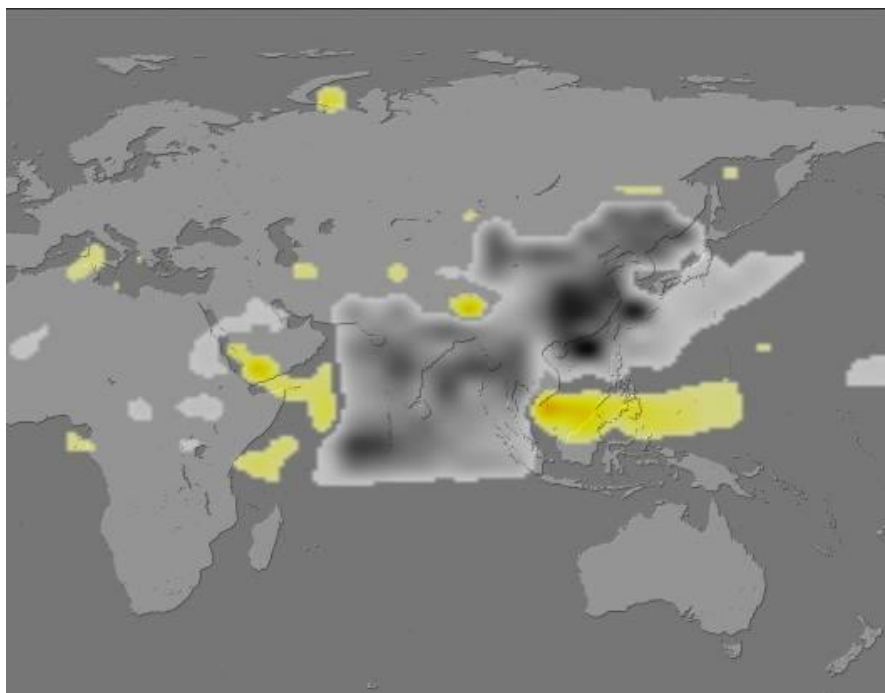


Črni ogljik in podnebne spremembe

Total BC forcing:
direct + indirect

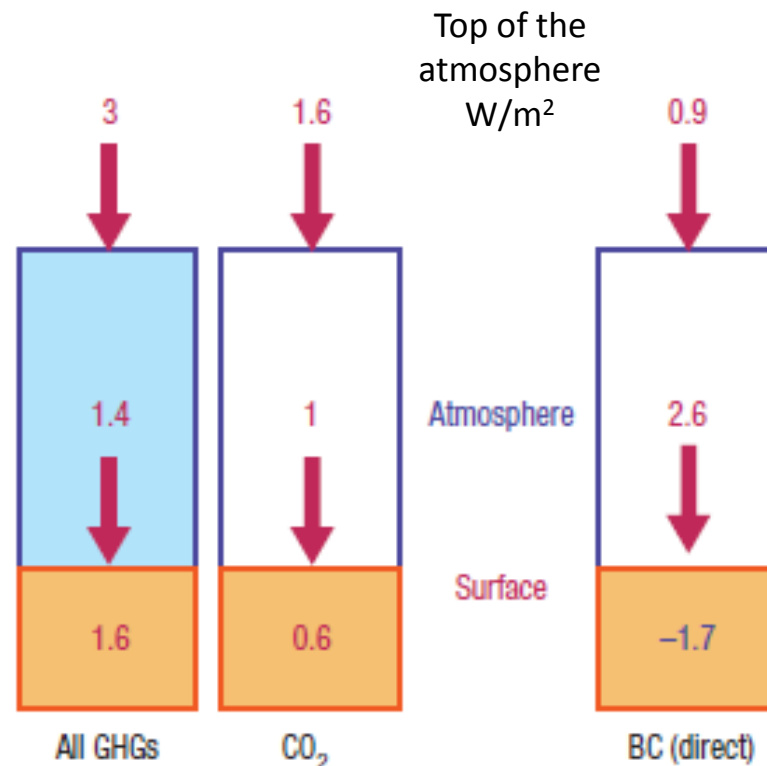
1,1 W/m²

(Bond et al 2013)



S. Menon, J. Hansen et al. *Science* (2002) 2250

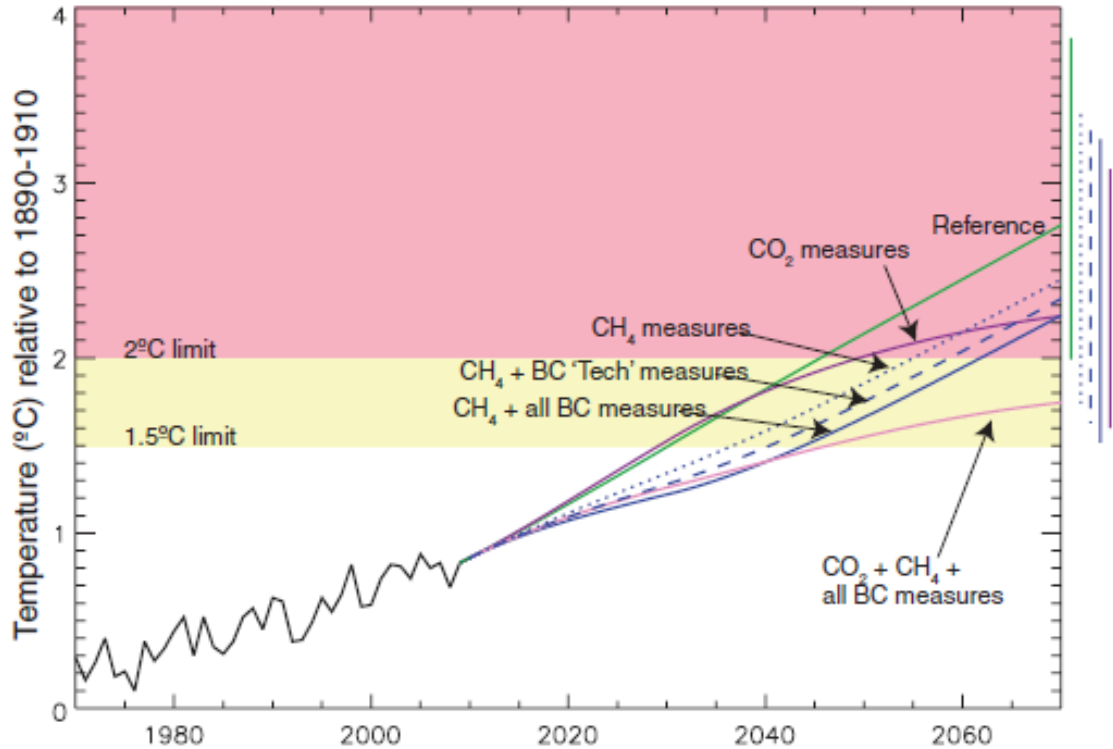
Haze over Asia: up to 40% of sunlight absorbed. Crop yields reduced ; local rainfall changed.



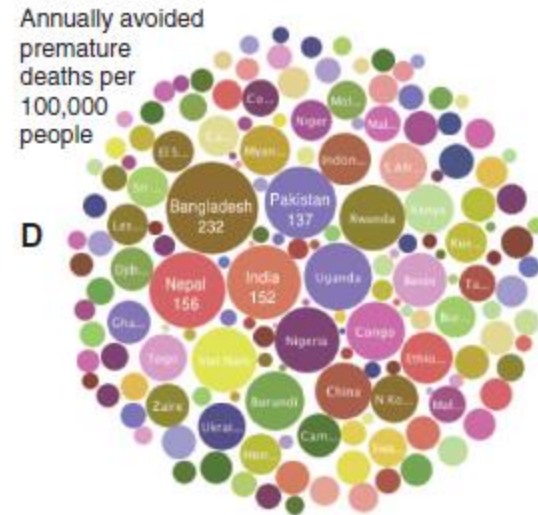
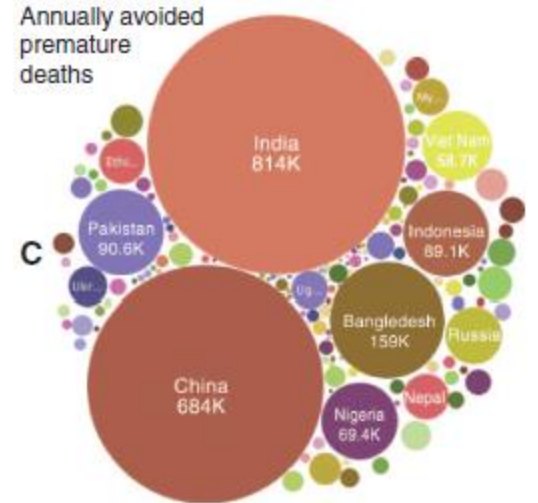
V. Ramanathan, G. Charnichael, *Nature Geosci* (2008) 221

BC forcing is almost 1/3 of the total TOA GHG forcing!
Heat redistribution → weather

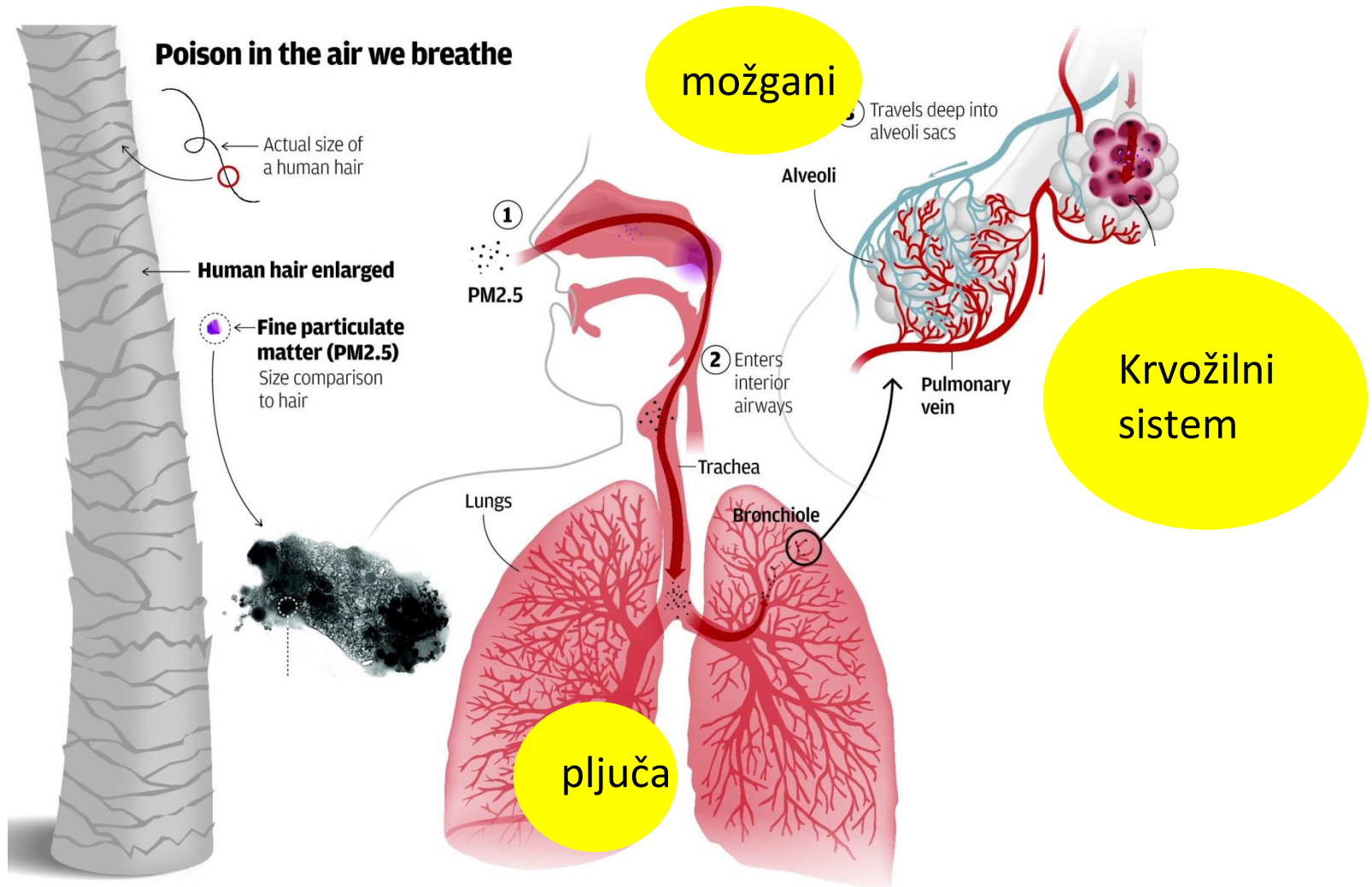
Podnebje in zdravje!



Drew Shindell, *et al.*
Simultaneously Mitigating Near-Term Climate Change and Improving Human Health and Food Security
Science 335, 183 (2012);



Vpliv na zdravje



Sources:EPA, Environmental Protection Department, Greenpeace.

SCMP Graphic: Adolfo Arranz

Črni ogljik: prostorska heterogenost in učinki

- Izpusti BC se **razlikujejo za velikostne rede**
- **Emisijske faktorje** je potrebno meriti
- **Zunanje koncentracije** so zelo **heterogene**
- **Lokalni učinki**: zdravje
- **Regionalni učinki**: transport onesnaževal
- **Globalni učinki** : podnebje

Meritve so potrebne na vseh ravneh – **lokalni, regionalni in globalni**:

- izmerimo **stanje okolja**
- **validiramo** modele in z njim napovemo izboljšanje
- implementiramo **ukrepe**
- izmerimo **učinkovitost** ukrepov

Metoda

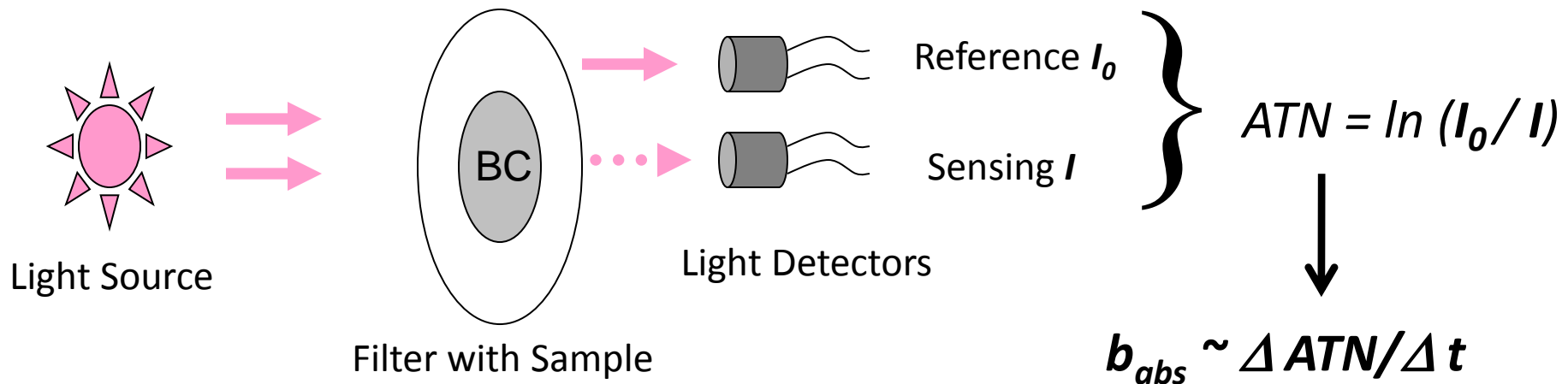
Optično merjenje in analiza: prednosti

Časovna resolucija – kemijska analiza: 1 dan!

Optične metode – minute, sekunde!

- Takojšnja, visoka občutljivost
- Nedestruktivna
- Majhna
- Dodatna dimenzija – *čas*
- Dodatna dimenzija – *valovna dolžina*

Inštrument: Aethalometer™



- Vzorči kontinuirno.
- **Optična atenuacija** \sim sprememba ATN, absorpcija.
- Absorpcijo merimo kontinuirno : $\lambda = 370$ do 950 nm.
- **Optično absorpcijo** spremenimo v **koncentracijo BC**:

$$BC(t) = b(t) / \sigma$$

- Real-time: **minutna** resolucija

Aethalometer AE33

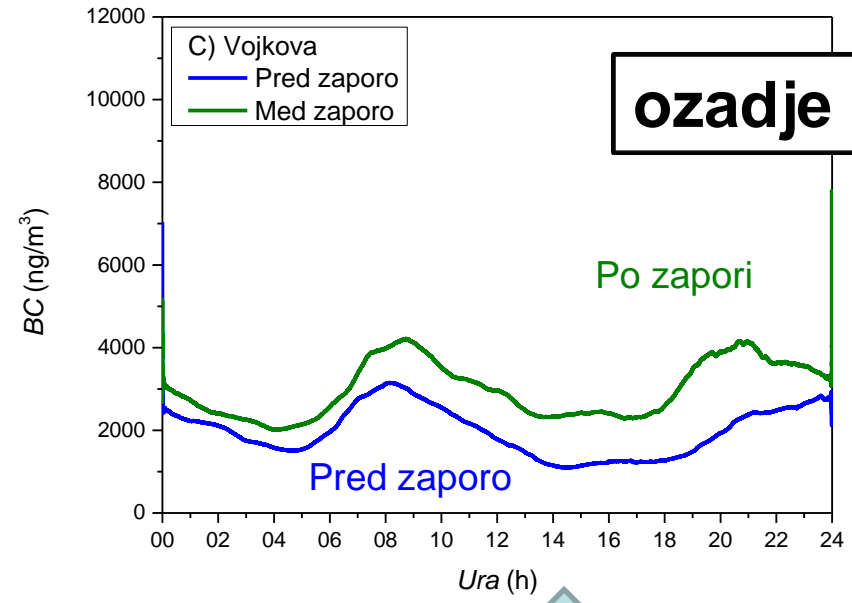
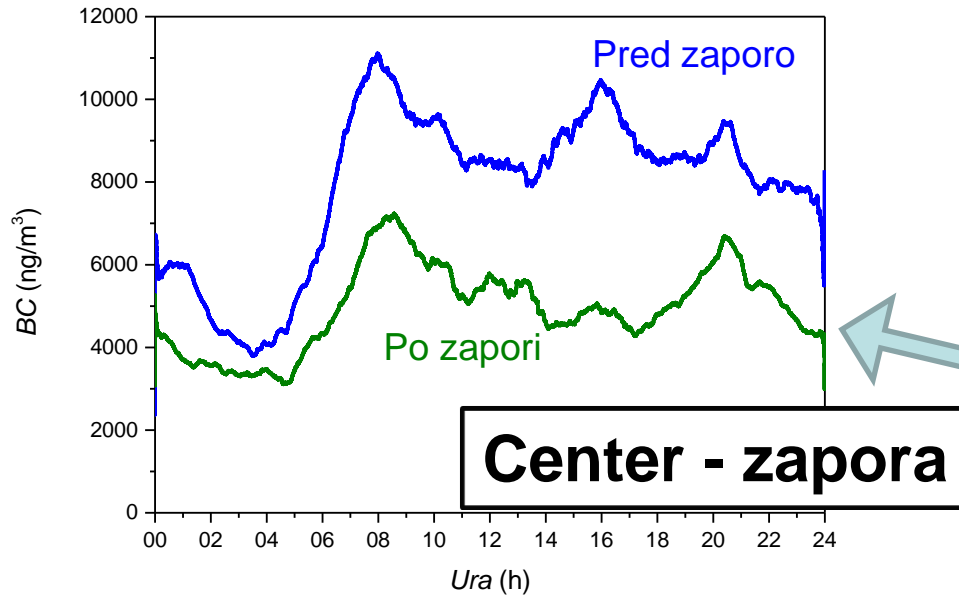
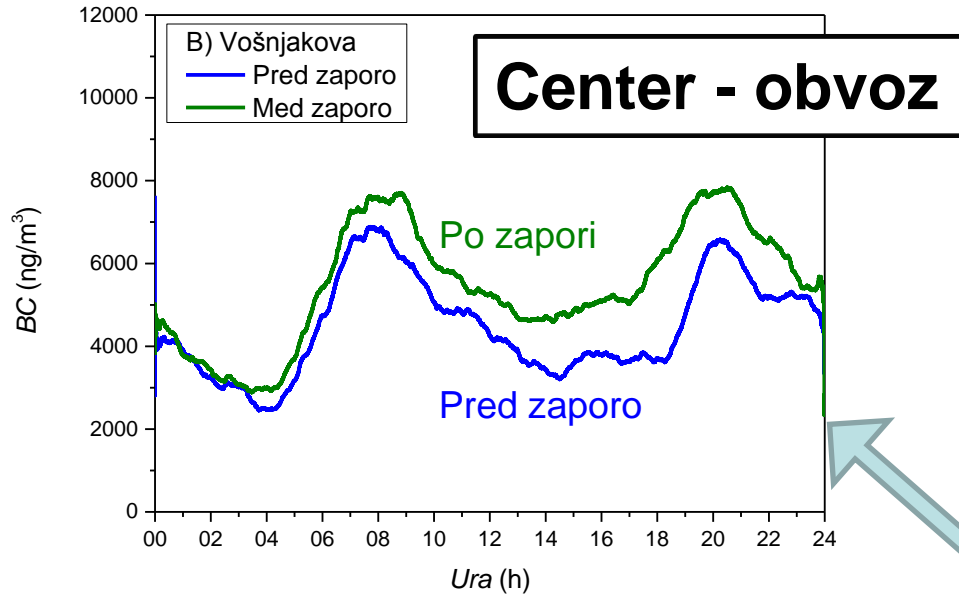


Lokalne meritve

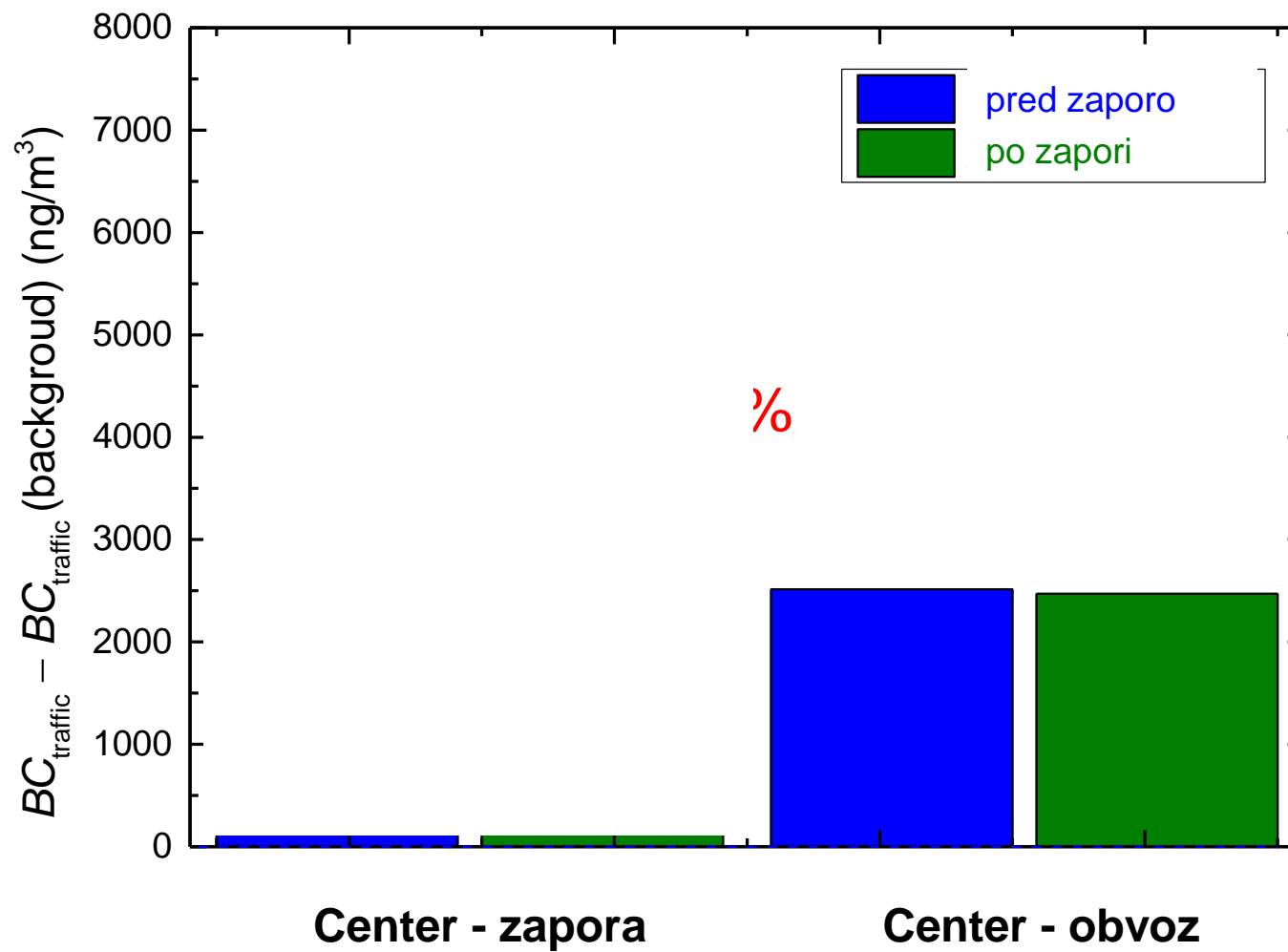
Lokalno onesnaženje zraka – promet



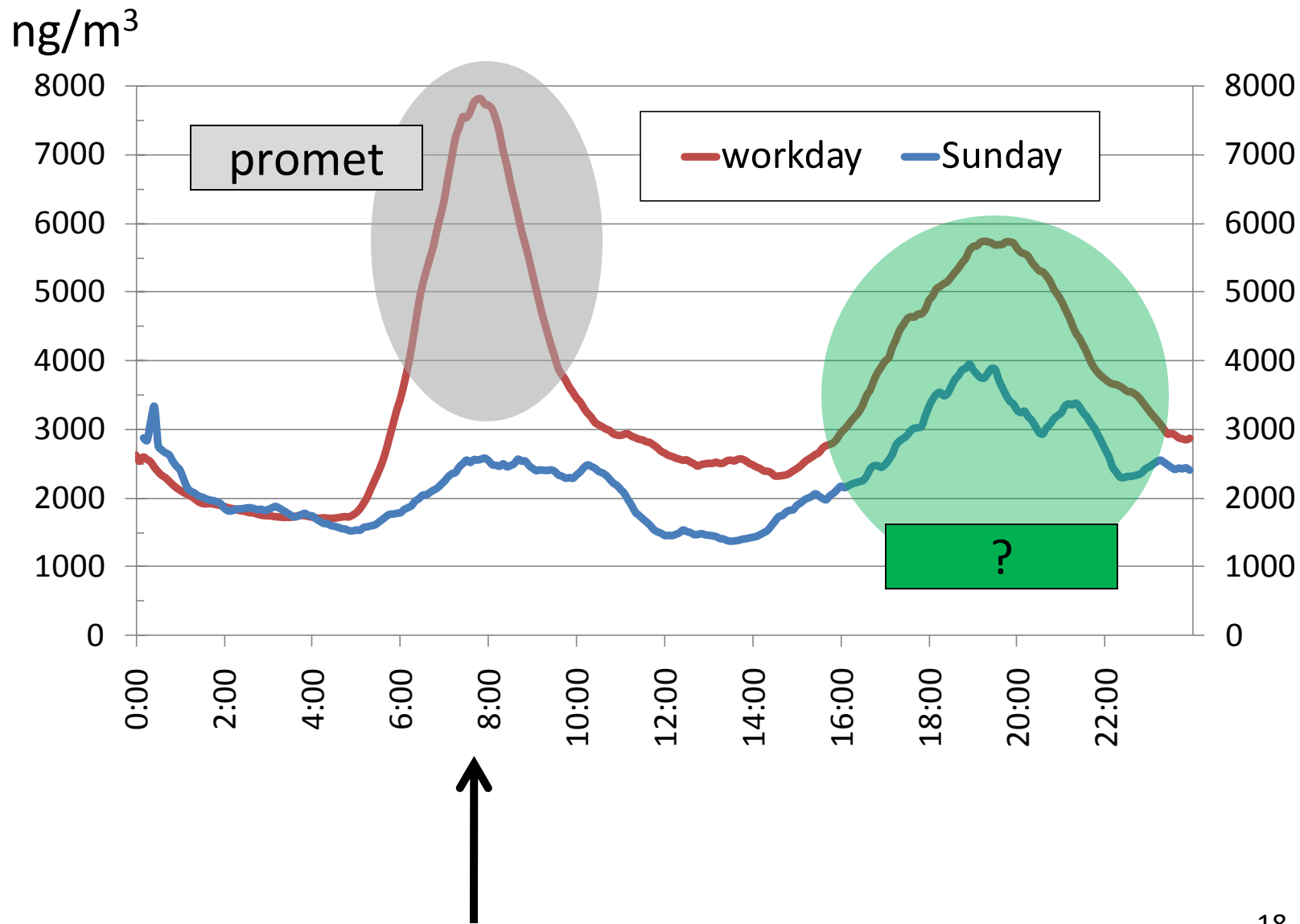
Ljubljana (avgust – oktober 2013)



Ljubljana (BC_{traffic} center – ozadje)



BC v Novi Gorici – spremembe čez dan



Biomasa je globalno pomemben vir

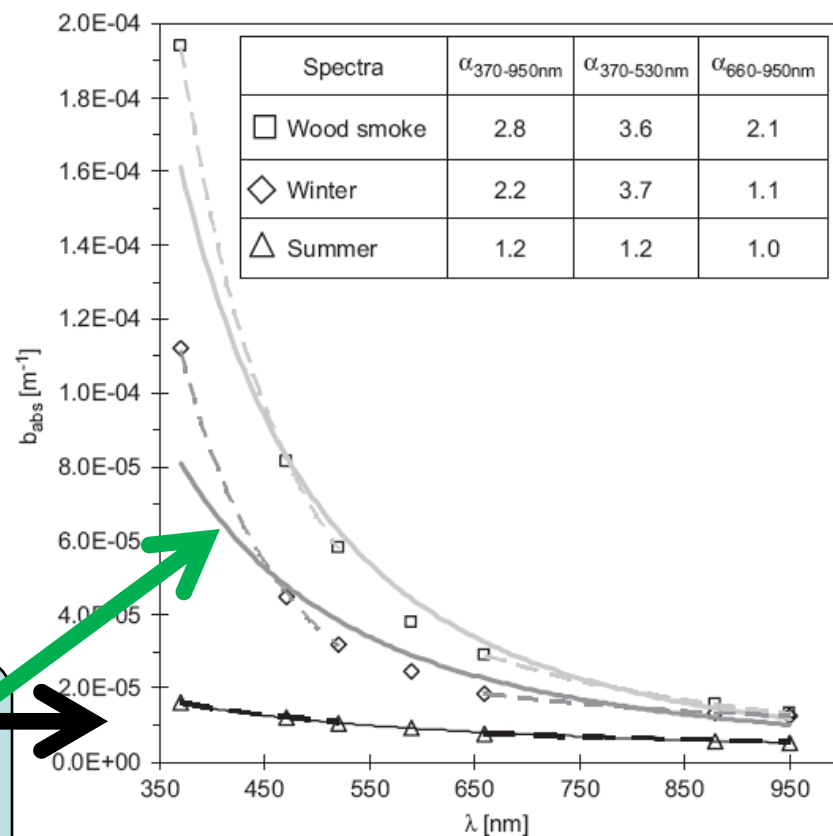


Lesni dim vs. diesel - 7λ

- Merimo pri več valovnih dolžinah z Aethalometrom
- Absorpcijski koeficient - b_{abs}
- Za čisti BC: $b_{abs} \sim 1/\lambda$
- **Angstromov exponent:**
 $b_{abs} \sim 1/\lambda^\alpha$

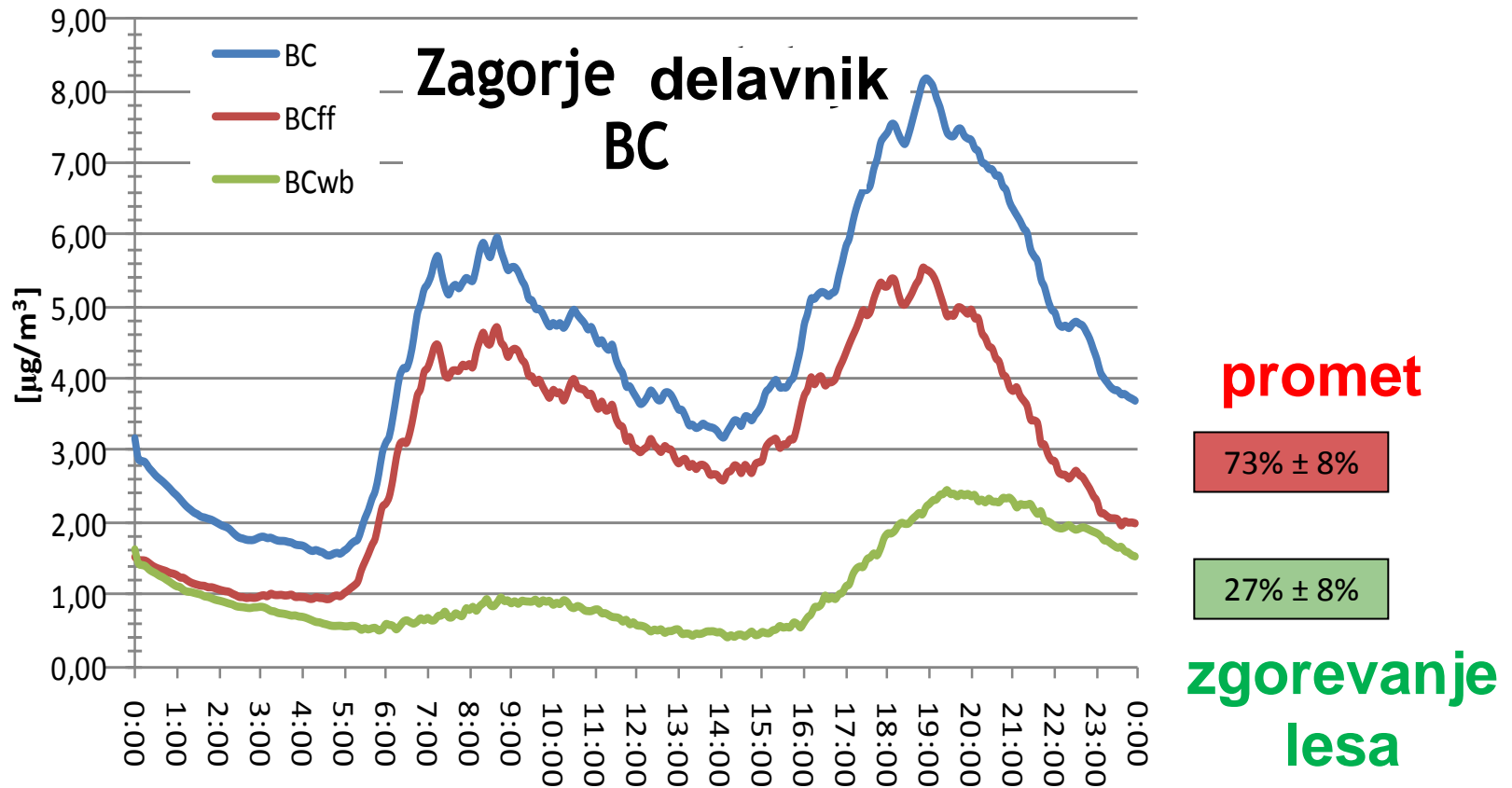
diezel: $\alpha \approx 1$


lesni dim: $\alpha \approx 2$ in več



J. Sandradewi et al., A study of wood burning and traffic aerosols in an Alpine valley using a multi-wavelength Aethalometer, Atmospheric Environment (2008) 101–112

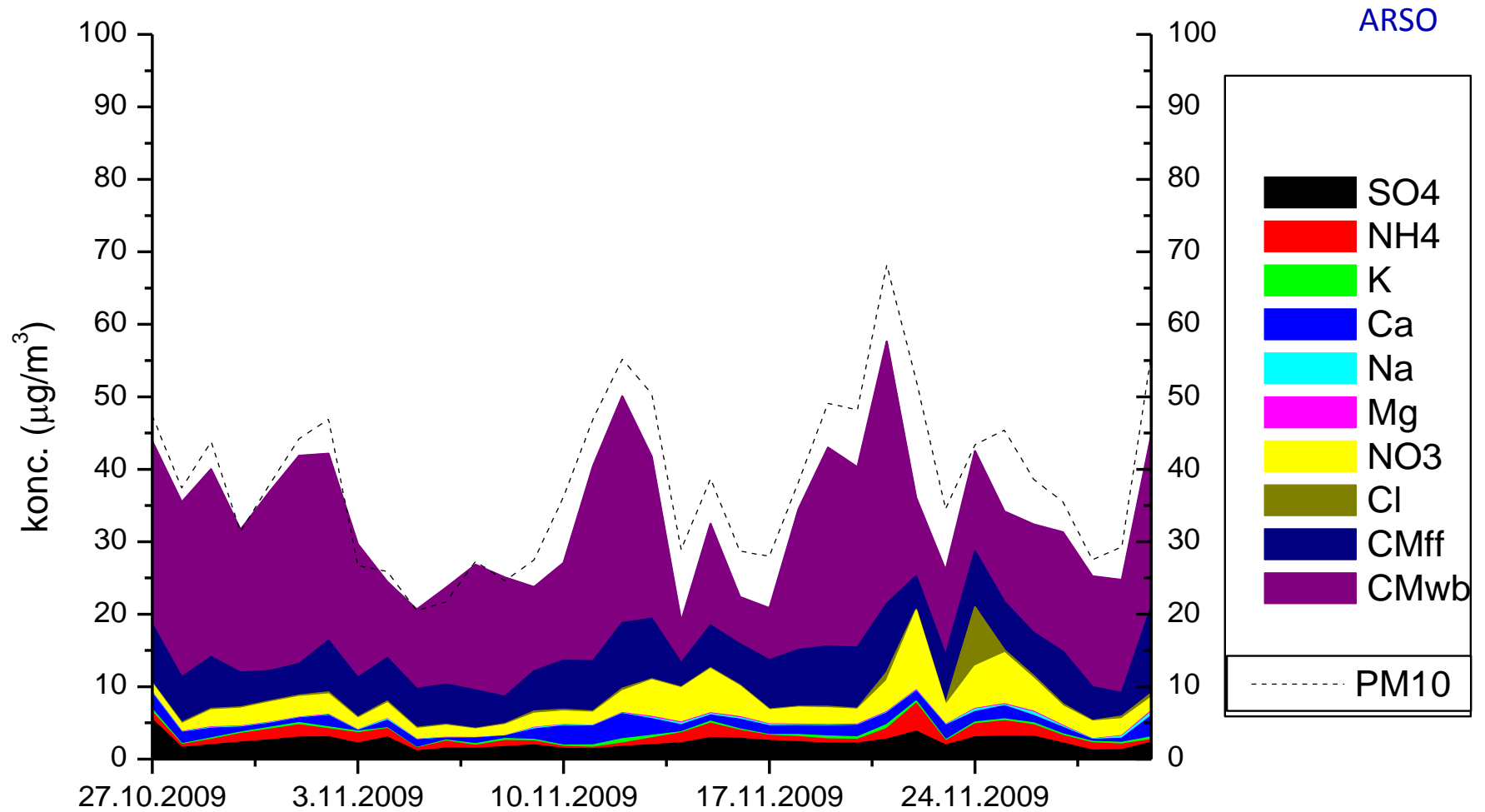
Določanje virov: katere vire omejevati?



HOME	OPERATION	DATA	ABOUT
BC		4536	ng/m ³
BIOMASS BURNING		7.6	%
REPORTED FLOW (AMCA)		5.0	LPM
TIMEBASE		60	s
TAPE ADV. LEFT		152	
STATUS			0
18 Oct 2015 15:07:06			
AE33-S02-00138			



Koncentracije PM10 Zagorje



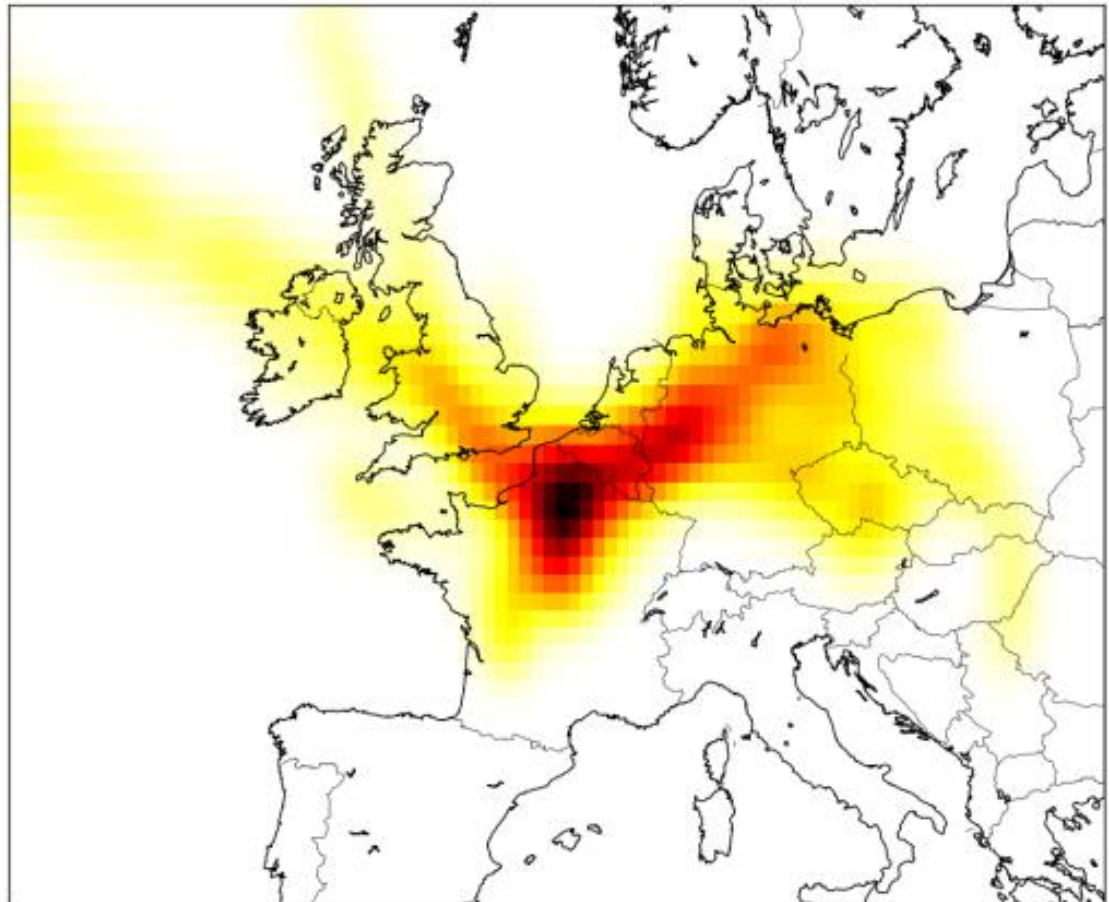
Regionalne meritve

Analiza trajektorij

Analiza trajektorij: Potential Source Contribution Function (PSCF)

- verjetnost, da je zrak, prišel iz lokacije in je povzročil koncentracije na merilnem mestu
- Trajektorije: 72 h – HYSPLIT v4.9
- Začetek: 500 m AGL

analiza PSCF: **BC**
Paris zima 2013

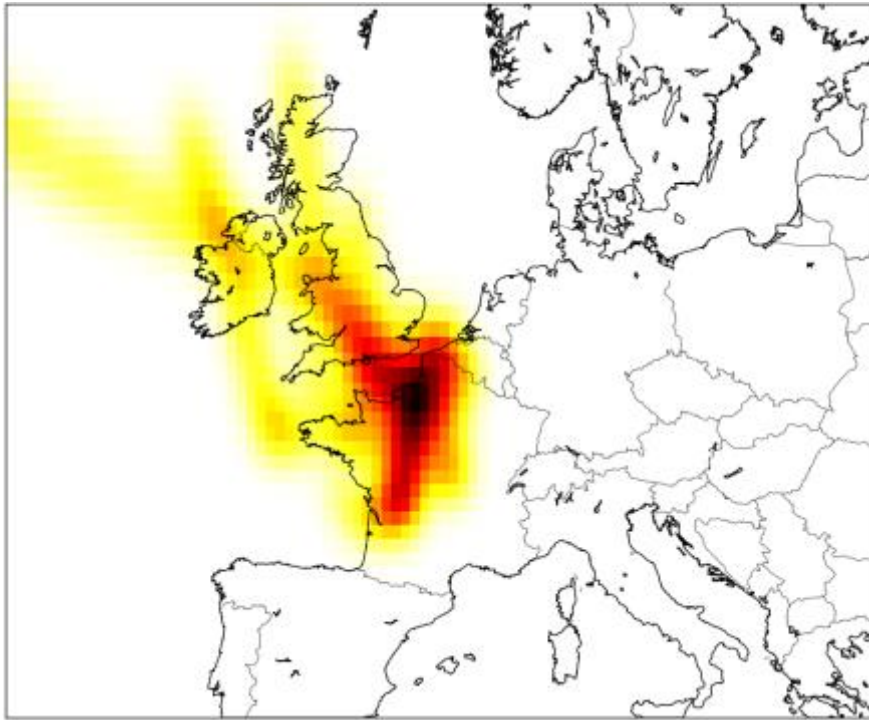


Kje so viri?

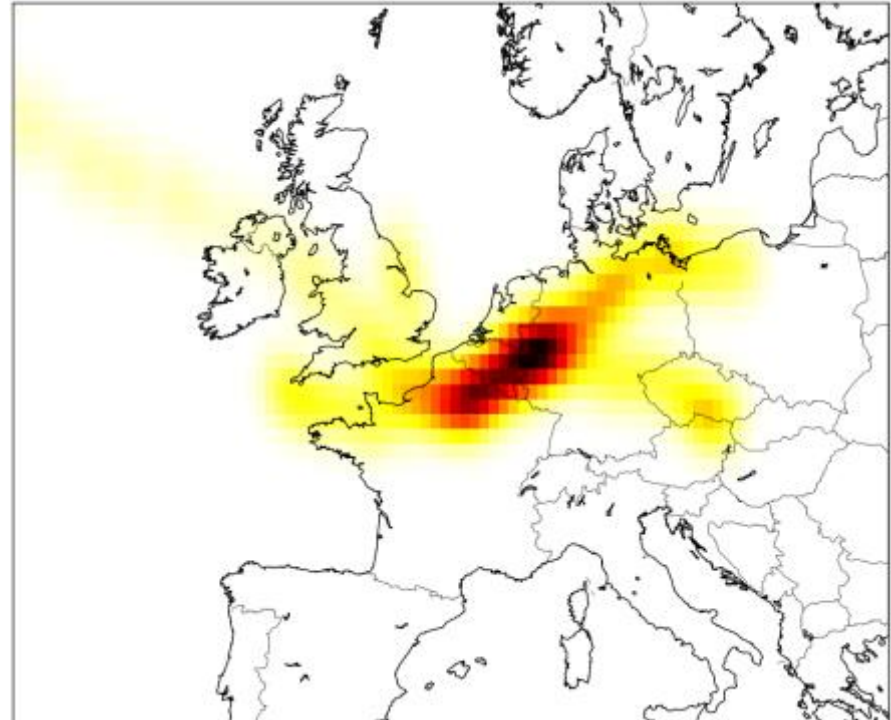
- *Angstromov eksponent α* – Aethalometer AE33
- *PSCF*

Pariz – zima 2013

$\alpha < 1.3$ emisije **prometa**



$\alpha > 1.3$ zgorevanje **biomase**



Globalne meritve

Letalo in vzorčenje: meritve na 3 km in pri 200 km/h



Letalo in vzorčenje: meritve na 3 km in pri 200 km/h





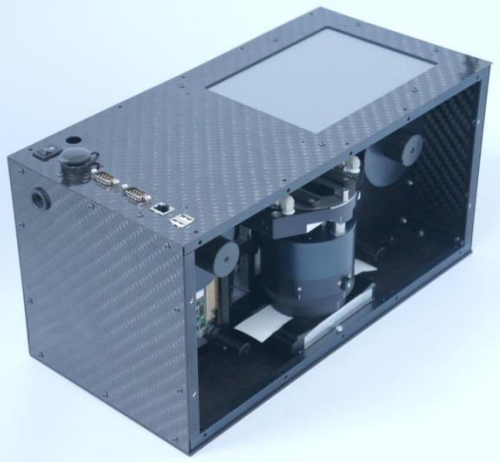


Različni viri:
točkovni in
porazdeljeni

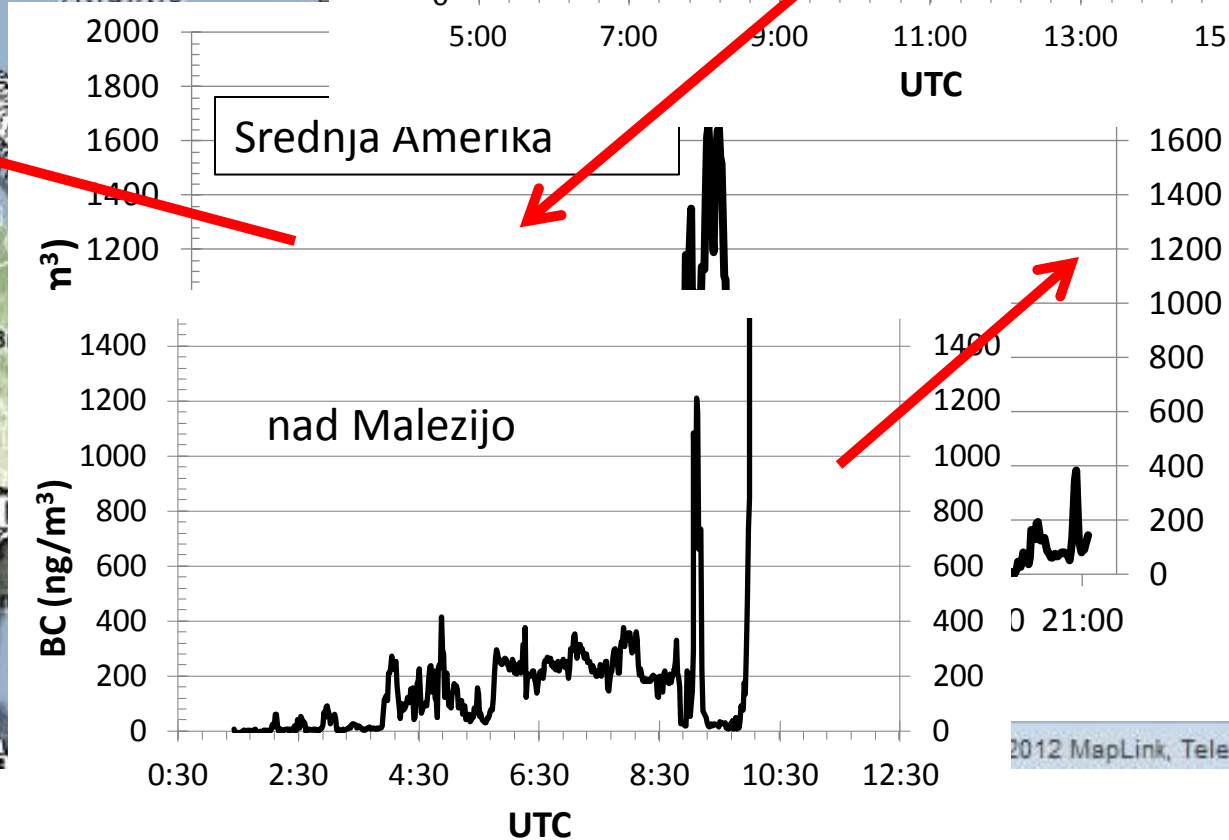
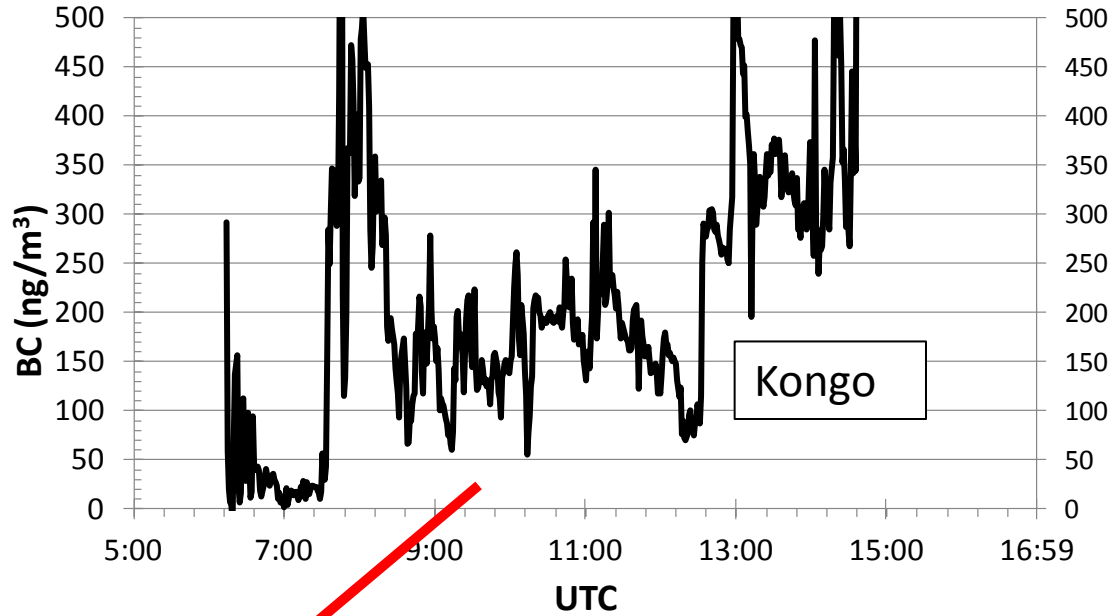
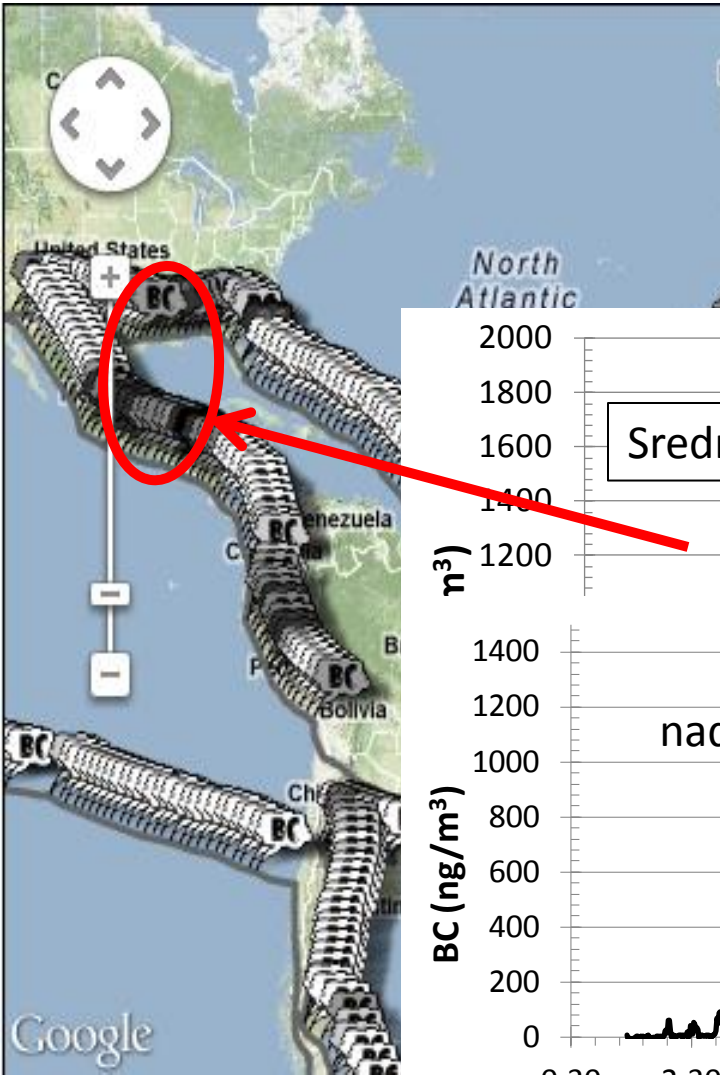




Black carbon
layers @ 3 km



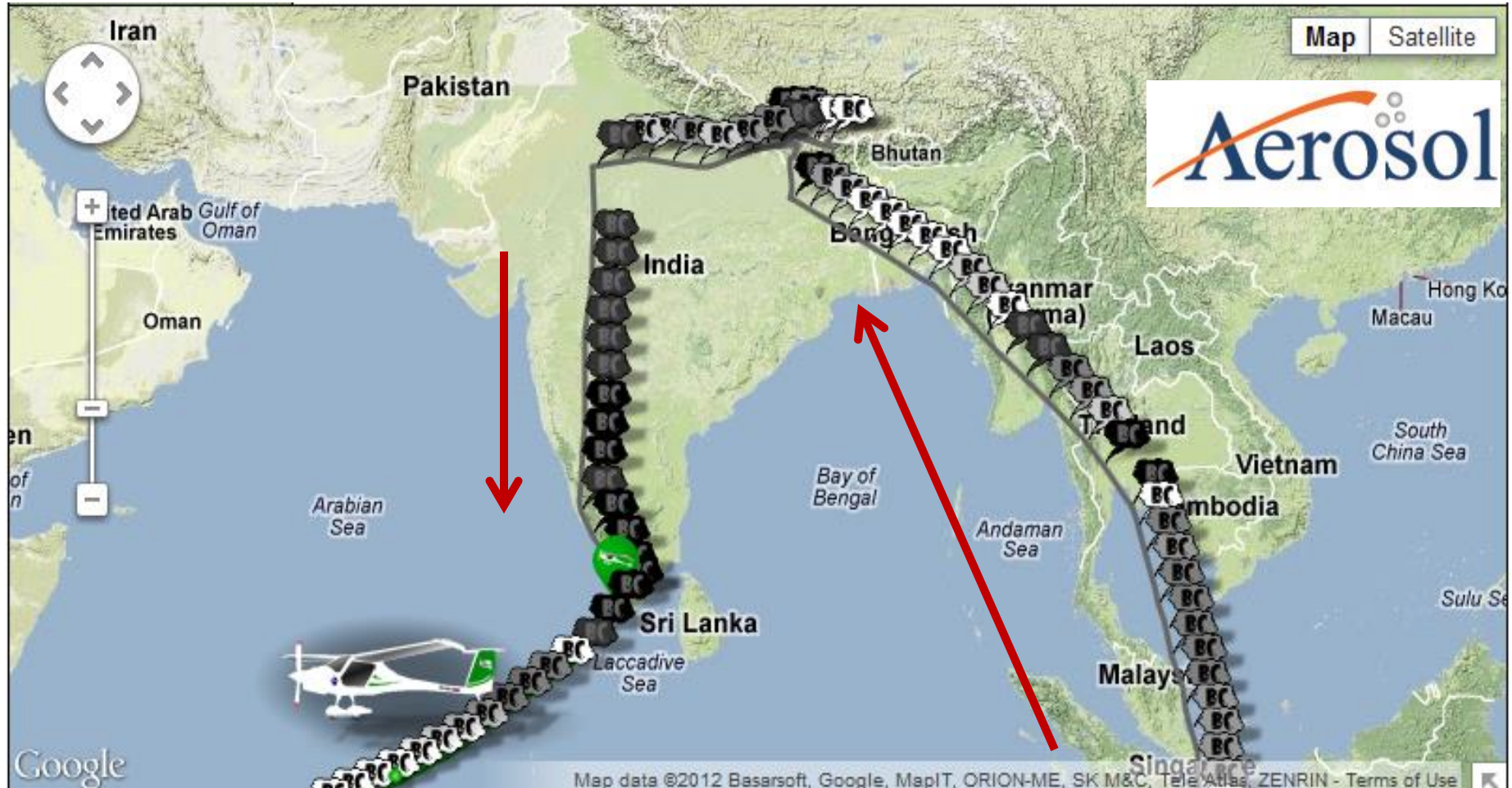
Rezultati 2012



Rezultati 2016

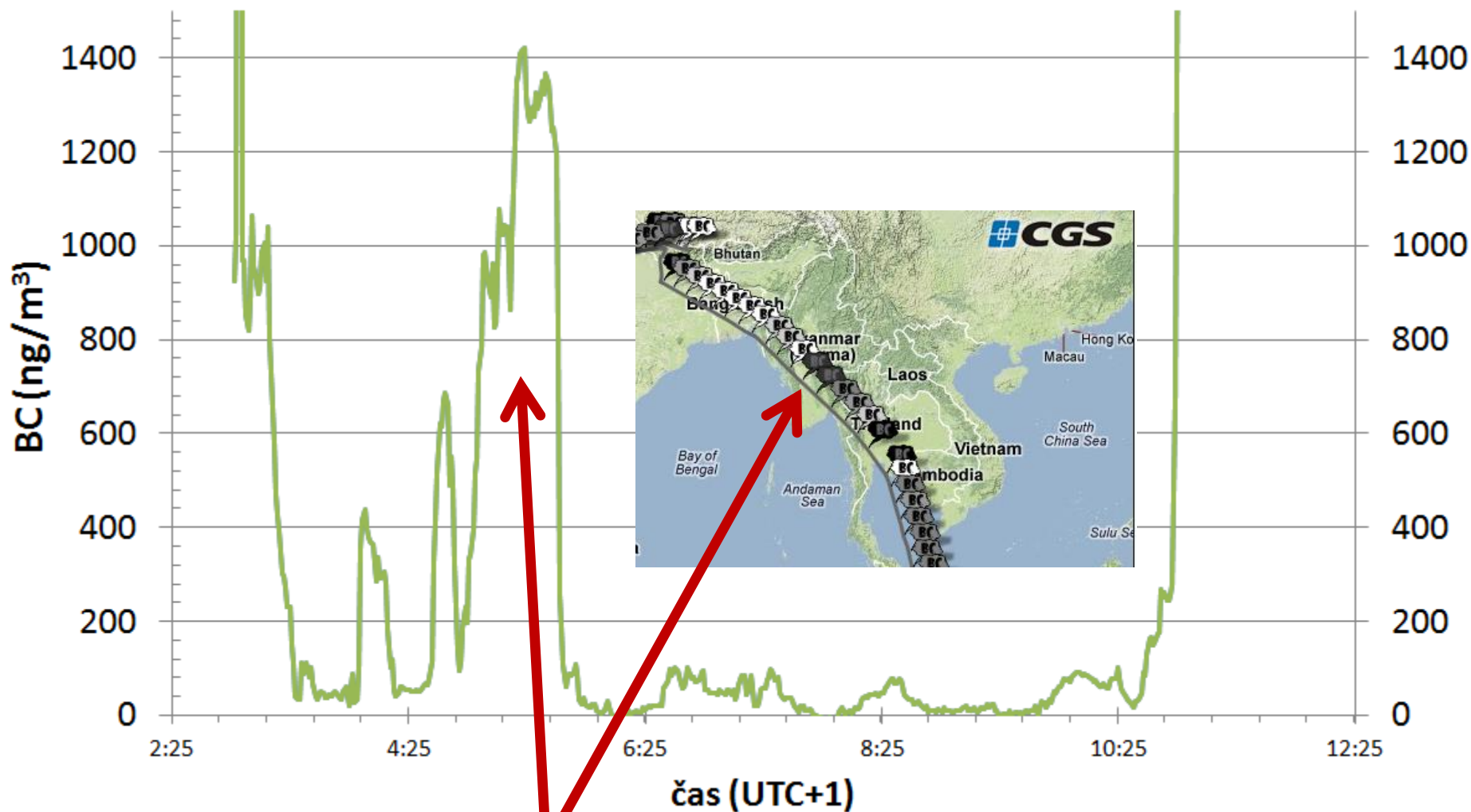


Primer: Azija



Vzlet: Tajska

Pristanek: Indija



Povečane koncentracije črnega ogljika



www.worldgreenflight.com

PEZ

Amptal Fokker
ECONYL
Ljubljana

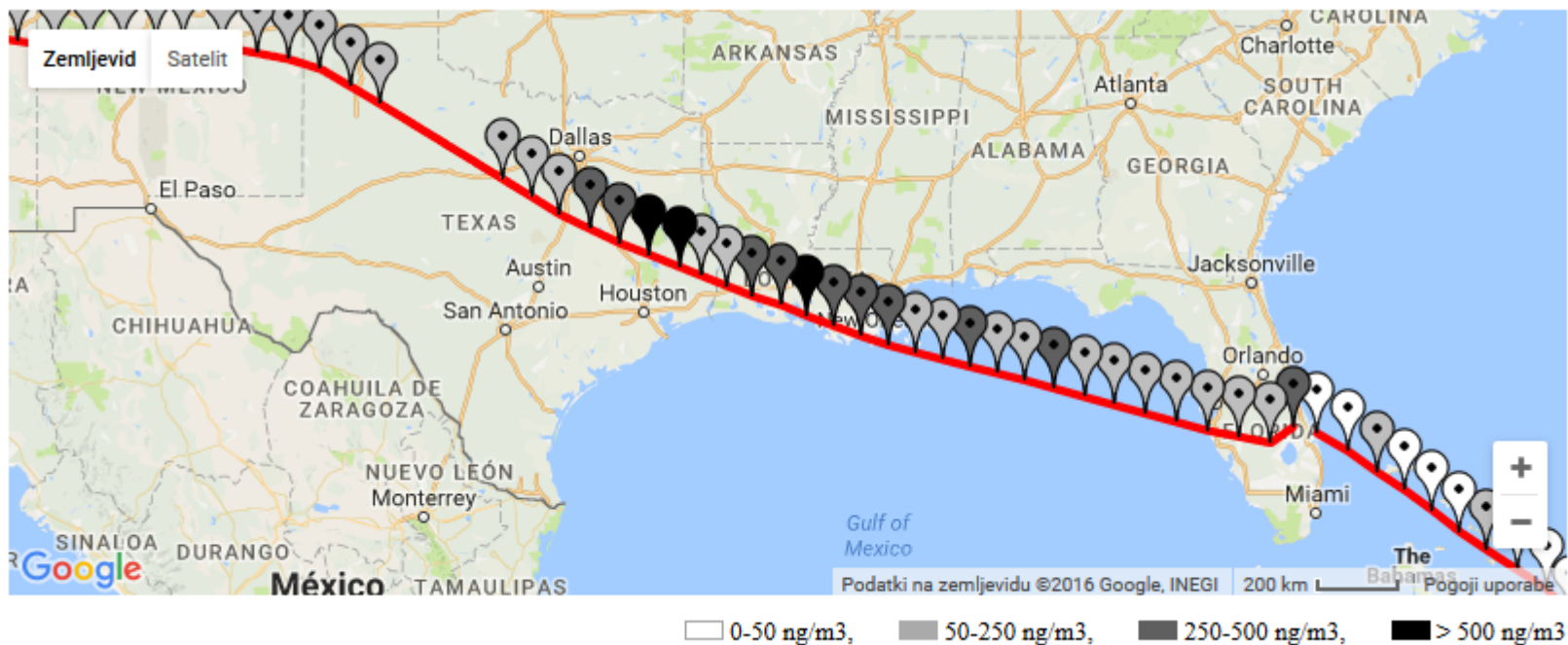
Aerodrom Ljubljana

BECKER
AVIONICS

VIR

mt-propell

Industrija v razvitem svetu



Industrijski viri – črpanje in predelava nafte, so v razvitem svetu še vedno pomemben **regionalen vir črnega ogljika**.

Sklepi

- Lokalni, regionalni in globalni učinki – pomembnost BC
- **Lokalni** učinki – onesnaženje zraka in zdravje
- **Regionalni** učinki – transport onesnaževal
- **Globalni** učinki – podnebje
- **Meritve** so potrebne za vse tipe učinkov
- Primeri

Hvala!
Vprašanja?

grisa.mocnik@aerosol.si
grisa.mocnik@ijs.si

BC in CM – dve strani istega kovanca

Črni ogljik

BC

primaren, viri



Ogljični aerosoli

CM

Primarni in sekundarni, prispevajo k PM2.5

