

# SEZONSKE VARIJACIJE MASENIH KONCENTRACIJA UGLJIKA U ZRAKU ZAGREBA

R. Godec, K. Šega, I. Bešlić i S. Davila

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb,  
HRVATSKA

# Sadržaj

- Uvod
- Ciljevi istraživanja
- Materijali i metode
- Rezultati i diskusija
- Zaključci

# Uvod

- ugljik predstavlja sastavni dio lebdećih čestica (LČ) u atmosferi
- najčešći oblici: - elementni (EC)
  - organski (OC)
  - karbonatni (CC) ugljik
- više od 70 različitih vrsta izvora onečišćenja zraka
- EC potječe iz primarnih izvora onečišćenja
- OC potječe iz primarnih i sekundarnih izvora onečišćenja

# ELEMENTNI UGLJIK (EC)

- vidljiva komponenta LČ u zraku
- inertan, nehlapljiv, netopljiv u otapalima
- EC - čađa, crni ugljik (BC) ili ugljik koji apsorbira svjetlost (LAC)
- istražuje se zbog mogućih štetnih učinaka po zdravlje ljudi i na okoliš
- atmosferski EC dolazi iz prirodnih i antropogenih izvora
- nastaje nepotpunim izgaranjem fosilnih i biljnih goriva, biomasa, u industrijskim procesima, šumskim požarima, nalazi se i u praporu, pijesku, fosilnim ostacima i jezgrama leda

# ORGANSKI UGLJIK (OC)

- OC samo je jedna od frakcija organske tvari
- organska tvar u atmosferi je složena i sadržava stotine organskih spojeva
- OC potječe iz primarnih i sekundarnih izvora
- primarni izvor OC: - prirodni (emisije biljnih spora i peludi, šumski požari, vulkanske erupcije)  
- antropogeni (izgaranje fosilnih goriva i biomasa, mehanički procesi)
- sekundarni OC nastaje pretvorbom plinovitih onečišćujućih čestica organskih tvari u zraku

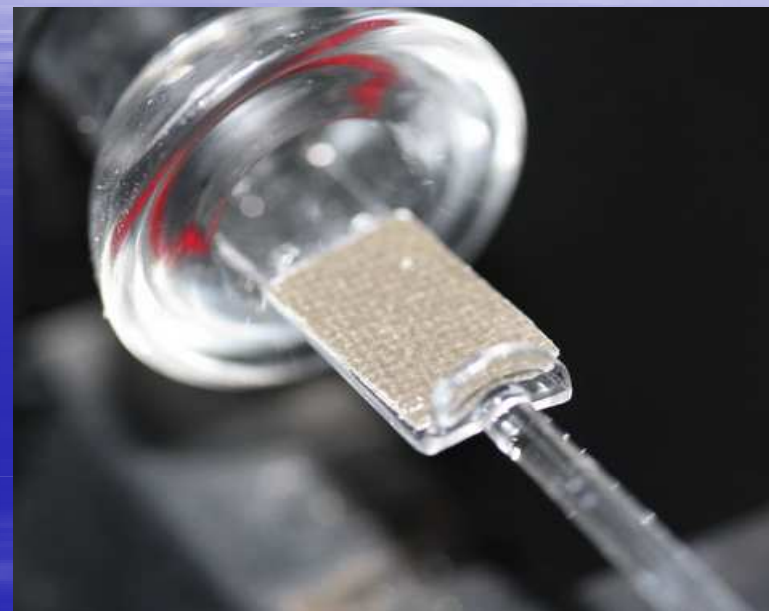
# Ciljevi istraživanja

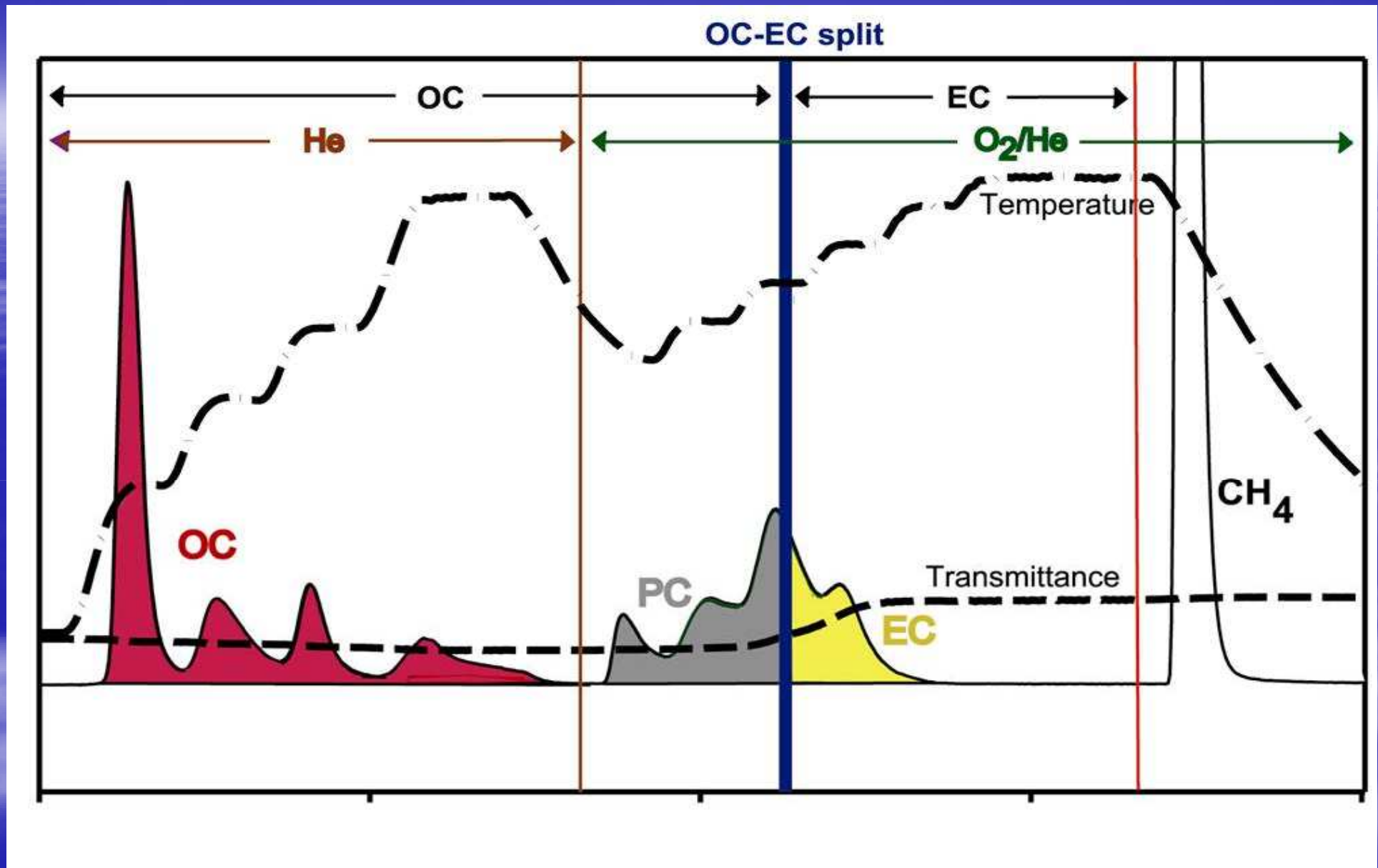
- odrediti sezonske varijacije masenih koncentracija ugljika u  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  i  $PM_1$  frakcijama lebdećih čestica u zraku grada Zagreba

# Materijali i metode

- uzorci su skupljani na filtre od kvarcnih vlakana (Pallflex Tissuequartz 2500QAT-UP, Pall Life Science)
- filtri od kvarcnih vlakana žareni 3h na 900 °C u peći Dermitem LAB 9 po unaprijed unesenom temperaturnom programu
- skupljanje uzoraka u sjevernom djelu grada
- umjerena gustoća prometa
- 50 m<sup>3</sup> zraka (47 mm)
- 7 dana u tjednu
- masene koncentracije LČ određivane su gravimetrijski sukladno normama HRN EN 12341 i HRN EN 14907
- prije sakupljanja uzorci su kondicionirani tijekom 48 h na  $(20 \pm 1)$  °C i  $(50 \pm 5)$  % RH, zatim vagani, ponovno kondicionirani pod istim uvjetima i nakon 24 h ponovno vagani
- ista procedura kondicioniranja i vaganja provedena je i s filterima koji sadrže uzorak
- korištena je mikrovaga Mettler TOLEDO MX5 rezolucije 1 µg

# Analiza uzoraka:





“Run” uzorka

# Rezultati i diskusija

	Statistički parametri	PM <sub>10</sub>	EC	OC	TC	OC/EC
1.mj. 2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	49,8	1,4	14,0	15,4	10,3
	STD	18,9	0,6	5,8	6,1	3,6
	$\gamma_{\min}$	15,9	0,7	4,1	5,0	3,4
	$\gamma_{\max}$	100,9	2,6	30,5	33,2	17,0
	medijan	44,4	1,3	12,3	13,6	10,5
4.mj.2010.	N	30	30	30	30	30
	$\gamma$	23,6	0,8	5,5	6,3	7,7
	STD	9,8	0,3	1,8	2,0	3,1
	$\gamma_{\min}$	6,7	0,2	2,4	2,6	3,7
	$\gamma_{\max}$	46,6	1,5	9,8	10,9	15,4
	medijan	22,6	0,7	5,3	6,1	7,2
7.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	20,1	0,6	5,2	5,8	8,6
	STD	8,3	0,2	1,9	2,0	2,6
	$\gamma_{\min}$	1,5	0,2	1,6	1,9	3,5
	$\gamma_{\max}$	35,1	0,9	8,3	9,1	14,8
	medijan	20,0	0,7	5,5	6,0	8,2
10.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	30,3	1,1	8,8	9,9	8,6
	STD	9,5	0,5	2,9	3,2	2,6
	$\gamma_{\min}$	10,2	0,4	2,6	3,0	4,4
	$\gamma_{\max}$	46,7	2,2	14,8	16,4	13,5
	medijan	30,5	1,0	9,0	10,0	8,6

Masene koncentracije ugljika ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji u Zagrebu.

*N* – broj uzoraka

*$\gamma$*  – srednja vrijednost

*STD* – standardna devijacija

*$\gamma_{\min}$*  – minimalna vrijednost

*$\gamma_{\max}$*  – maksimalna vrijednost

*EC* – elementni ugljik

*OC* – organski ugljik

*TC* – ukupni ugljik

*OC/EC* – omjer masenih koncentracija organskog i elementnog ugljika

	Statistički parametri	PM <sub>2,5</sub>	EC	OC	TC	OC/EC
1.mj. 2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	46,1	1,5	13,5	15,0	9,9
	STD	17,7	0,6	5,6	5,9	4,2
	$\gamma_{\min}$	12,9	0,6	3,9	4,7	3,7
	$\gamma_{\max}$	92,0	2,8	29,8	32,2	20,1
	medijan	42,2	1,4	12,1	13,2	10,1
4.mj.2010.	N	30	30	30	30	30
	$\gamma$	17,5	0,7	5,0	5,6	8,5
	STD	8,1	0,3	1,8	1,9	3,5
	$\gamma_{\min}$	2,6	0,2	2,1	2,6	3,3
	$\gamma_{\max}$	38,1	1,1	9,0	9,8	15,5
	medijan	15,8	0,6	4,6	5,3	7,8
7.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	13,7	0,5	4,1	4,7	8,4
	STD	6,1	0,2	1,8	1,9	3,2
	$\gamma_{\min}$	3,3	0,2	1,1	1,4	2,8
	$\gamma_{\max}$	26,2	0,9	7,3	7,9	16,2
	medijan	12,7	0,5	4,2	4,7	8,2
10.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	24,7	0,9	7,7	8,6	8,2
	STD	8,5	0,3	2,8	3,1	1,8
	$\gamma_{\min}$	6,3	0,4	2,6	3,0	4,8
	$\gamma_{\max}$	38,9	1,6	13,0	14,4	11,8
	medijan	23,8	0,9	7,3	8,3	8,5

Masne koncentracije ugljika ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) u PM<sub>2,5</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji u Zagrebu.

*N* – broj uzoraka

*$\gamma$*  – srednja vrijednost

*STD* – standardna devijacija

*$\gamma_{\min}$*  – minimalna vrijednost

*$\gamma_{\max}$*  – maksimalna vrijednost

*EC* – elementni ugljik

*OC* – organski ugljik

*TC* – ukupni ugljik

*OC/EC* – omjer masenih koncentracija organskog i elementnog ugljika

	Statistički parametri	PM <sub>1</sub>	EC	OC	TC	OC/EC
1.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	37,7	1,4	11,2	12,7	8,8
	STD	14,7	0,6	4,9	5,2	3,8
	$\gamma_{\min}$	12,1	0,6	3,6	4,4	3,3
	$\gamma_{\max}$	77,4	2,6	27,7	30,3	18,9
	medijan	35,6	1,3	10,1	11,2	9,1
4.mj.2010.	N	30	30	30	30	30
	$\gamma$	14,3	0,6	4,4	5,0	7,9
	STD	5,9	0,2	1,5	1,6	3,1
	$\gamma_{\min}$	6,0	0,2	1,9	2,3	2,9
	$\gamma_{\max}$	28,1	1,2	7,9	8,5	14,6
	medijan	13,3	0,6	4,3	4,7	7,6
7.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	11,5	0,5	3,6	4,0	8,5
	STD	5,1	0,2	1,5	1,6	5,1
	$\gamma_{\min}$	1,5	0,1	0,8	1,0	2,8
	$\gamma_{\max}$	21,9	0,9	6,2	6,7	29,9
	medijan	11,1	0,5	4,0	4,5	8,2
10.mj.2010.	N	31	31	31	31	31
	$\gamma$	19,0	0,9	6,0	7,0	6,8
	STD	6,3	0,3	2,1	2,3	1,8
	$\gamma_{\min}$	4,3	0,3	1,9	2,3	3,0
	$\gamma_{\max}$	30,8	1,5	10,2	11,6	10,5
	medijan	18,7	0,9	5,8	6,8	7,0

Masne koncentracije ugljika ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) u PM<sub>1</sub> frakciji lebdećih čestica na mjernoj postaji u Zagrebu.

*N* – broj uzoraka

*$\gamma$*  – srednja vrijednost

*STD* – standardna devijacija

*$\gamma_{\min}$*  – minimalna vrijednost

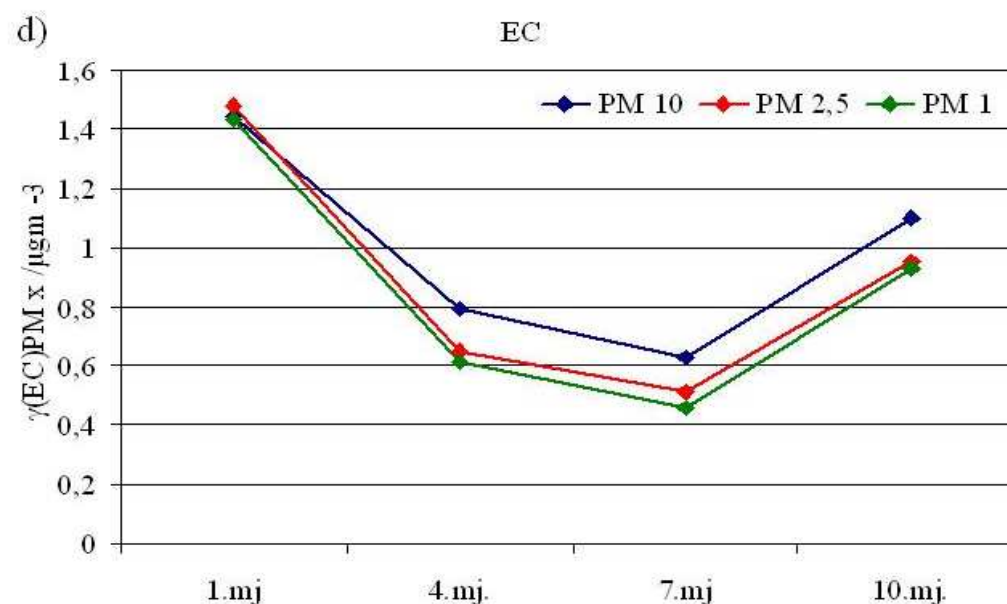
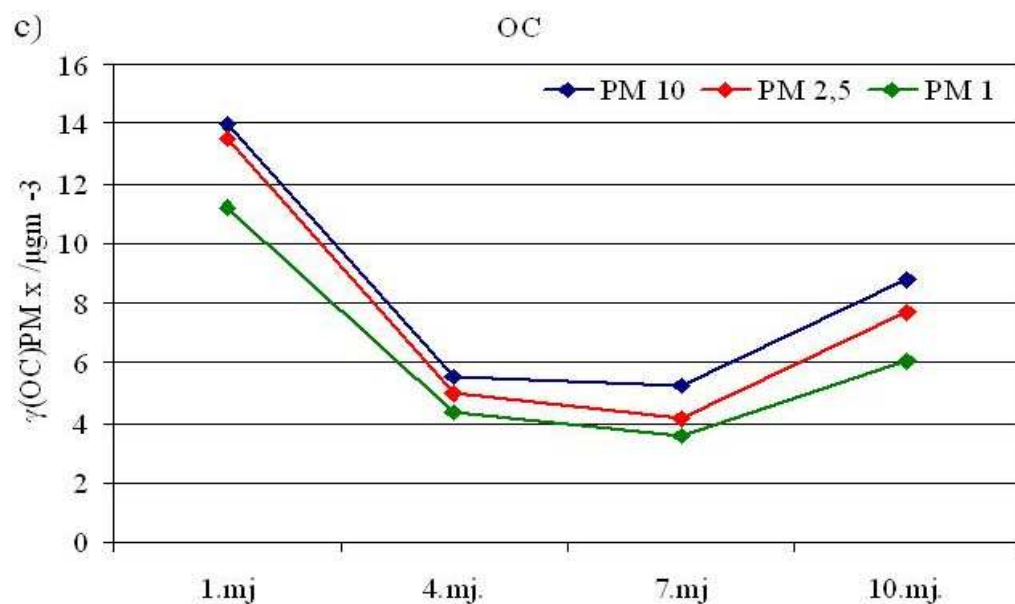
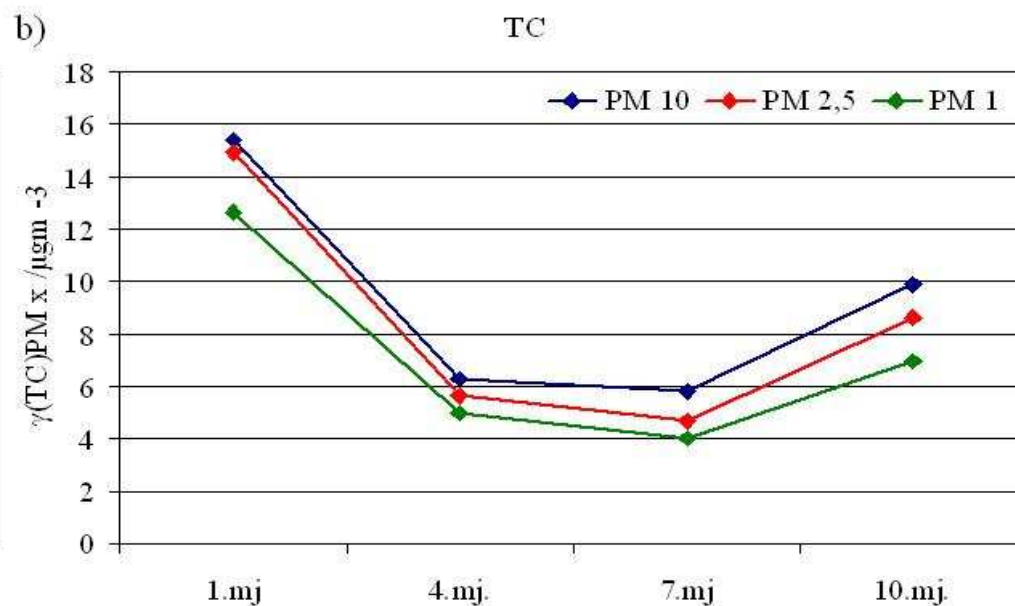
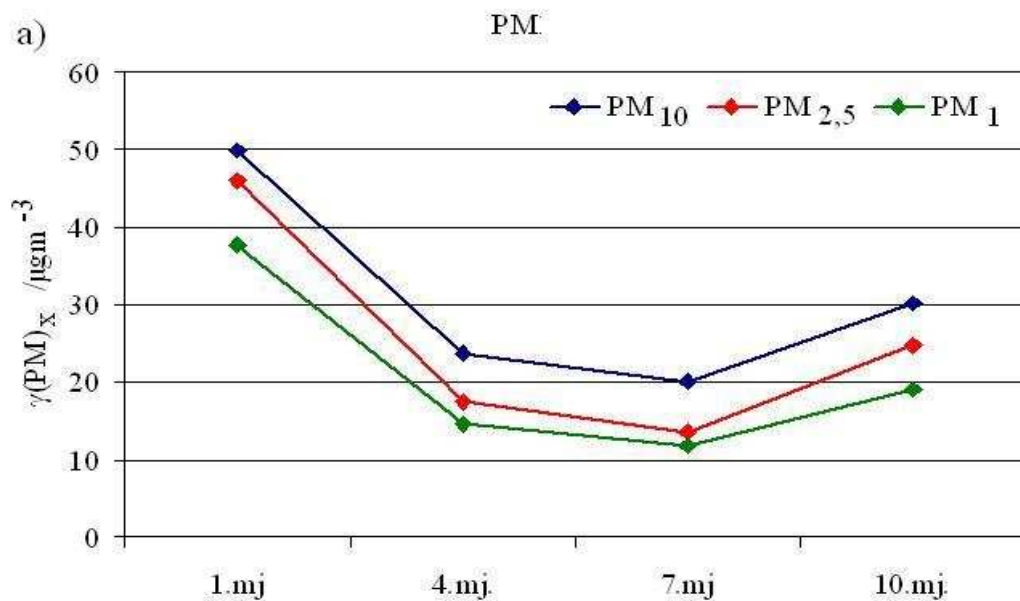
*$\gamma_{\max}$*  – maksimalna vrijednost

*EC* – elementni ugljik

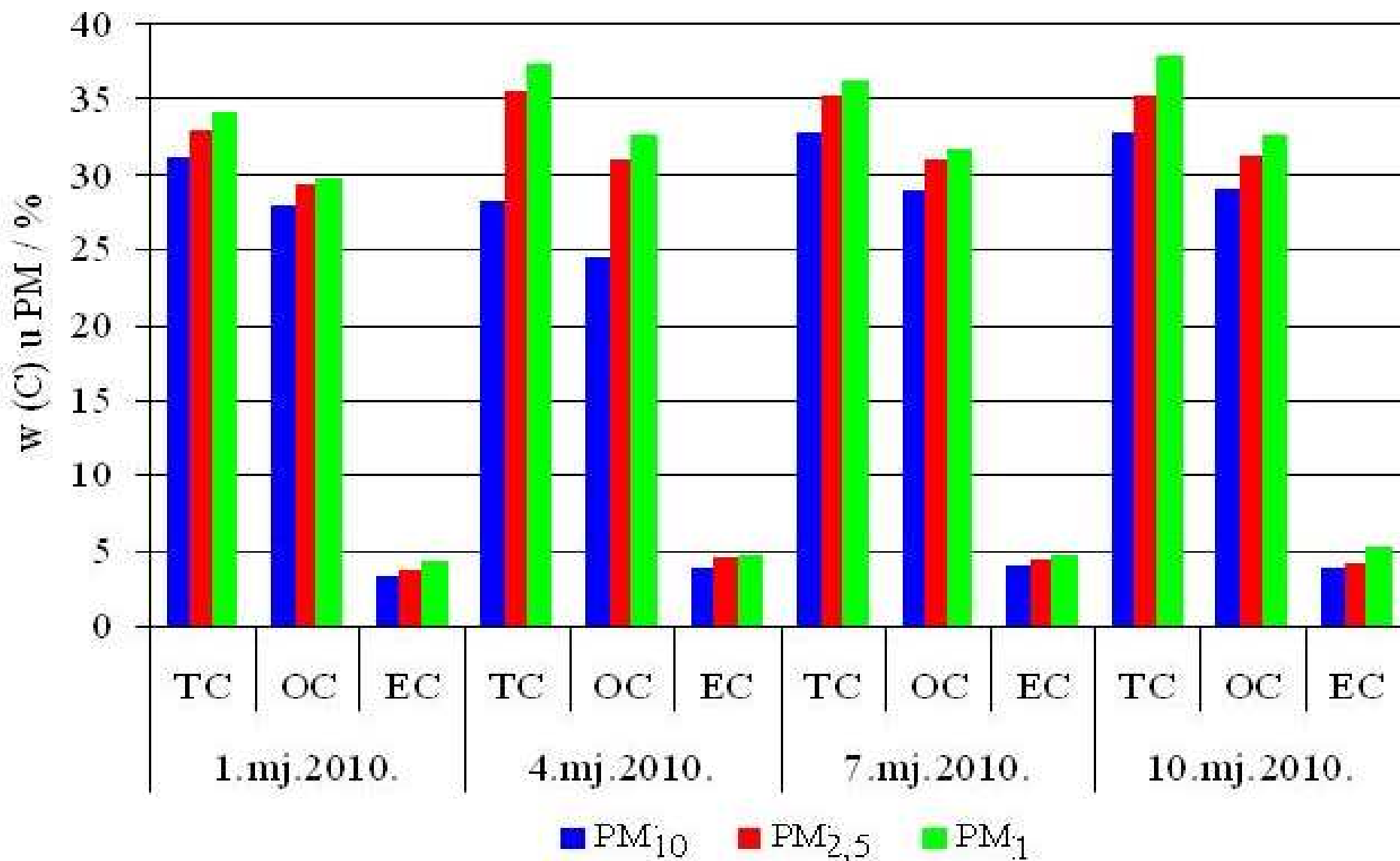
*OC* – organski ugljik

*TC* – ukupni ugljik

*OC/EC* – omjer masenih koncentracija organskog i elementnog ugljika

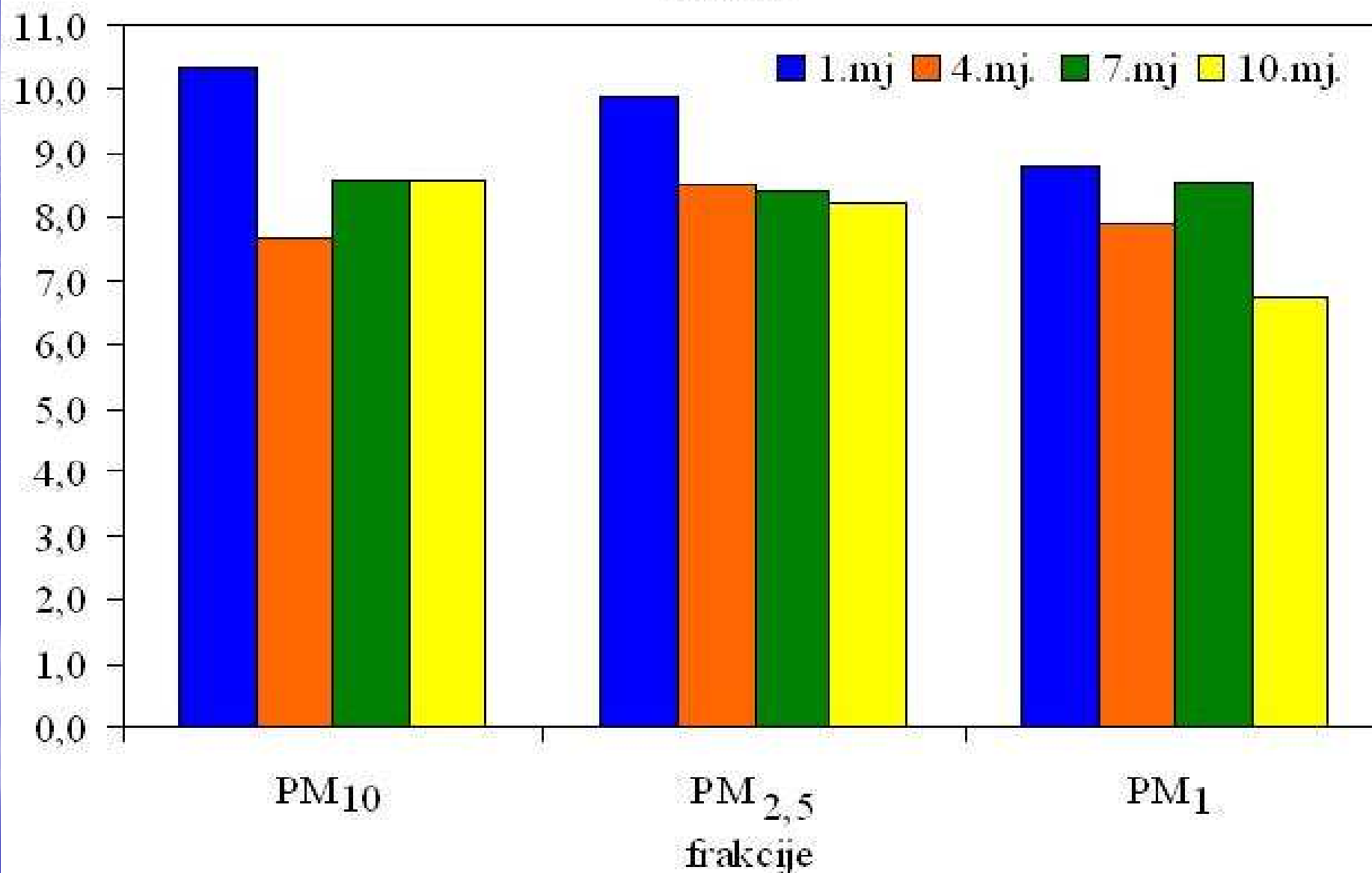


Kretanje srednjih mjesečnih vrijednosti masenih koncentracija a) PM, b) TC, c) OC i d) EC u PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>1</sub> frakcijama lebdećih čestica na mjernoj postaji u Zagrebu.



Maseni udjeli ugljika u PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>1</sub> frakcijama lebdećih čestica tijekom sezona u Zagrebu.

## OC/EC



Kretanje srednjih mjesečnih vrijednosti omjera masenih koncentracija OC/EC u PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>1</sub> frakcijama lebdećih čestica na mjernoj postaji u Zagrebu

# Zaključci

- najniže razine masenih koncentracija  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_1$  i OC, EC i TC u njima zabilježene su tijekom ljetne sezone, više tijekom proljeća i jeseni, te najviše zimi
- ustanovljeno je postojanje statistički značajnih varijacija masenih koncentracija EC i OC u  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  i  $PM_1$  frakcijama između sezona
- iz masenih udjela OC i EC u  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  i  $PM_1$  frakcijama vidljivo je da se ugljik nalazi u najsitnijoj mjerenoj frakciji ( $PM_1$ ).
- najviši maseni udjeli OC u  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  i  $PM_1$  zabilježeni su u jesen, te opadaju tijekom ljeta i zime, a najniži su zabilježeni u proljeće
- omjeri masenih koncentracija OC/EC tijekom sve četiri sezone mjerenja kretali su se u rasponu od 3,1 do 17,0 za  $PM_{10}$  frakciju, od 2,8 do 20,1 za  $PM_{2,5}$  frakciju te od 2,8 do 18,9 za  $PM_1$  frakciju lebdećih čestica.