

**USPOREDBA GRAVIMETRIJSKE I
β-ATENUACIJSKE METODE MJERENJA
MASENIH KONCENTRACIJA PM₁₀ FRAKCIJE
LEBDEĆIH ČESTICA NA MJERNOJ POSTAJI
ZAGREB 1**

S.Davila, K. Šega, I. Bešlić

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, HRVATSKA

UVOD

- Mjerna postaja Zagreb 1 Državne mreže za praćenje kvalitete zraka smještena u centru grada Zagreba
- Blizu križanja visoke gustoće prometa



- Nastavak na rad: “Korekcijski faktori rezultata određivanje masene koncentracije lebdećih čestica uporabom β -atenuacijske metode na području grada Zagreba”; *Ivan Bešlić, Krešimir Šega, Jasenka Nećak i Marijo Bilić; Zbornik radova Petog znanstveno-stručnog skupa "Zaštita zraka '07"; Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, 2007. 131-136*
- Od 2005. godine - određivane dnevne vrijednosti masenih koncentracija lebdećih čestica aerodinamičnog promjera manjeg od $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}):
 - Gravimetrijskom metodom (kvarcni filtri)
 - β -atenuacijskom metodom

Gravimetrijska metoda

- Referentna metoda za određivanje masenih koncentracija lebdećih čestica
- Opisana normom HRN EN 12341 za frakciju PM₁₀
- Norma HRN EN 12341 opisuje:
 1. Normative
 - I. Referentne uređaje:
 - » LVS-PM10 (2,3 m³/h)
 - » HVS-PM10 (68 m³/h) -
 - » WRAC-PM10 (1966 m³/h)
 - II. Vaganje:
 - » Kondicioniranje i vaganje filtara/uzoraka (48h) ✓
 - » Temperatura prostorije: 20°C +/- 1°C ✓
 - » Vlažnost zraka u prostoriji: 50% +/-5% ✓
 - » Vaga rezolucije 10⁻⁵ g (10μg) ✓

2. Sirovi podaci

I. Zahtjeve prihvatljivosti mjernih rezultata

II. Područje prihvatljivosti:

- $0 \leq C \leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3 (\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3)$
- $C > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3 (\pm 10 \%)$
- $R^2 \geq 0,95$

III. Ne zahtijeva se određivanje outliera

- “Suspended particulate matter below 10 μm : Evaluation of the designated CEN field test procedure to demonstrate equivalence of sampling methods for the thoracic fraction of suspended particulate matter (SPM) with a reference sampling method for the thoracic fraction of SPM”, CEN/TC 264/Working Group, 1996 → *preporučuju uporabu outlier testova*
- Uvjet: broj podataka koji se izbace ne smije biti veći od 5%

IV. Definirana je primjena normalne regresije

V. Koristili smo ortogonalnu regresiju

- RIVM (Orthogonal regression and equivalence test utility)

3. Norma nije primjenjiva za određivanje ekvivalencije automatskih uređaja

Oprema

- HVS Digital DH-80
- Dnevni uzorak zraka 720 m³ (PM₁₀) -> 30m³/h
- Whatman QM/A, $\Phi = 150$ mm
- Vaga Mettler Toledo AX205 (10⁻⁵ g)



β -atenuacijska metoda

- Vrlo raširena unutar zemalja Europske unije
- Jednostavna i automatizirana
- Omogućuje očitavanje trenutne masene koncentracije
- Nije referentna metoda
- Za svako mjerno mjesto, za svaku frakciju lebdećih čestica, za cijelu godinu i sezone potrebno je odrediti njenu ekvivalentnost s referentnom metodom

Oprema

- ESM Andersen FH-62 IR
- Satne vrijednosti masenih koncentracija
- Protok $1\text{m}^3/\text{h}$



- Razdoblje praćenja: 2007. – 2010.

Tablica 1. Srednje godišnje vrijednosti masenih koncentracija frakcije lebdećih čestica PM₁₀ (GV = 40 μg m⁻³)

Godina	Gravimetrija (μg m ⁻³)	β – atenuacija (μg m ⁻³)
2007.	32	33
2008.	35	34
2009.	33	29
2010.	32	27

Tablica 2. Broj prekoračenja dnevne granične vrijednosti masene koncentracije PM₁₀ u godini (50 μg m⁻³)

Godina	Gravimetrija	β – atenuacija
2007.	55	44
2008.	68	59
2009.	46	36
2010.	62	33

Godina	Sezona	Gravimetrija	β – atenuacija
2007.	Proljeće	1	2
	Ljeto	1	2
	Jesen	22	21
	Zima	31	19
2008.	Proljeće	1	1
	Ljeto	1	2
	Jesen	24	18
	Zima	42	38
2009.	Proljeće	2	2
	Ljeto	0	0
	Jesen	17	11
	Zima	27	23
2010.	Proljeće	3	0
	Ljeto	0	0
	Jesen	18	10
	Zima	41	23

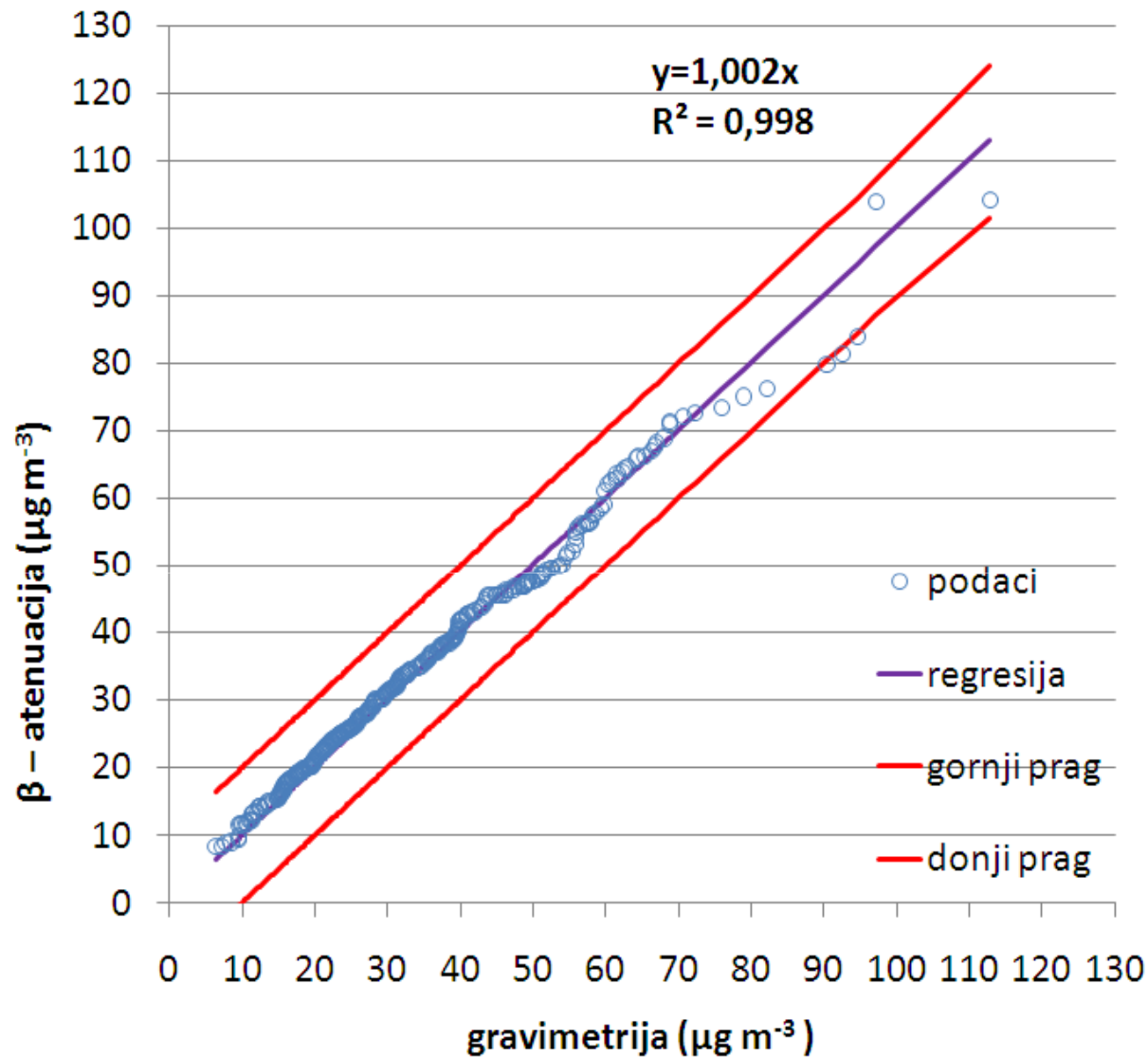
Tablica 3. Broj prekoračenja dnevne granične vrijednosti masene koncentracije PM₁₀ po sezoni (50 $\mu\text{g m}^{-3}$)

Tablica 4. Sezonski i godišnji korekcijski faktori za masene koncentracije PM₁₀ dobivene β-atenuacijskom metodom.

KF – korekcijski faktor, N – broj uzoraka

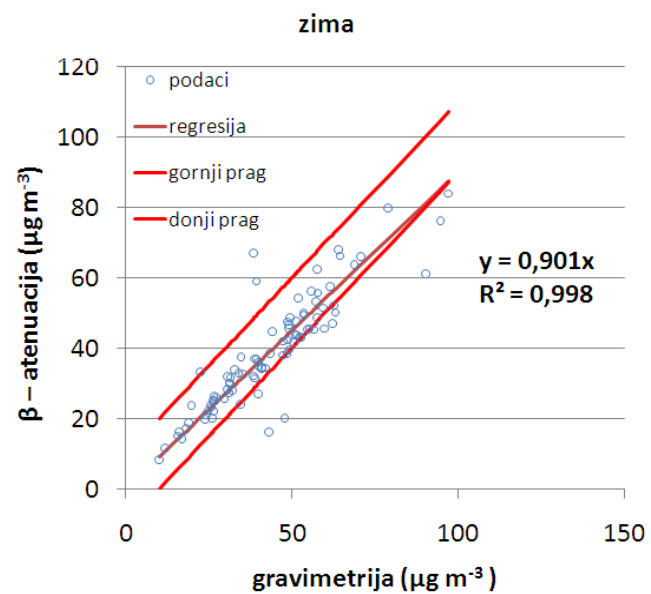
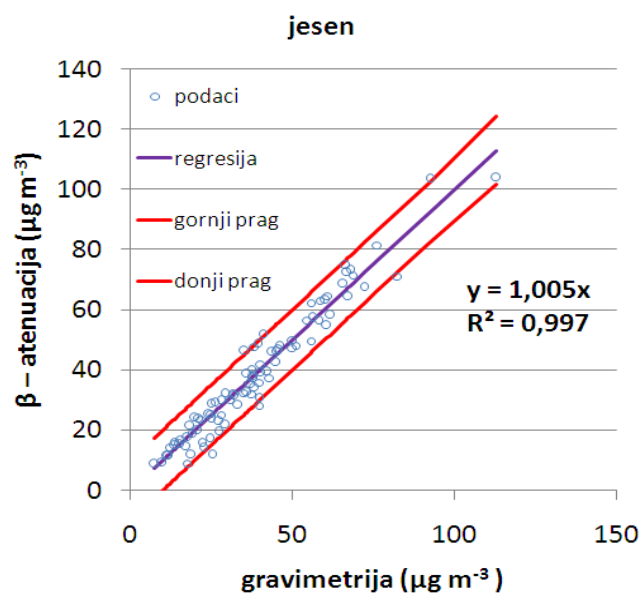
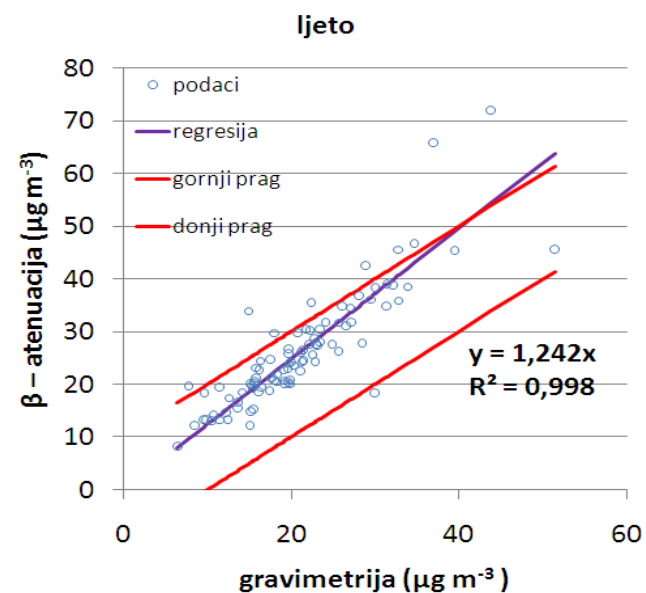
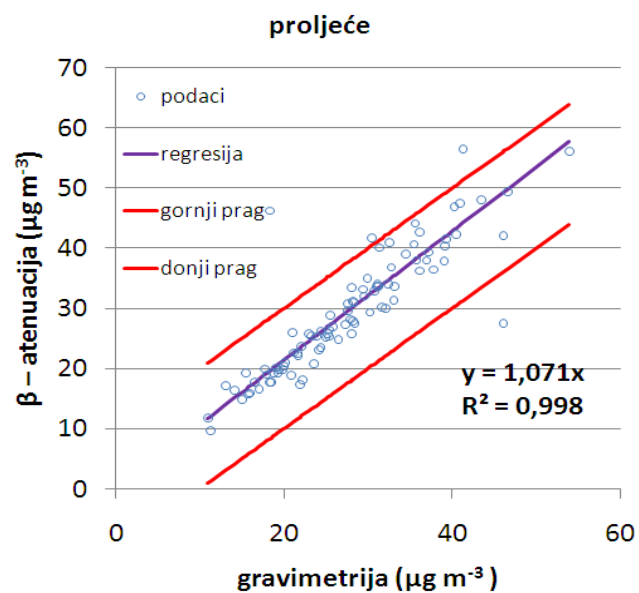
Sezona	2005.		2006.		2007.		2008.		2009.		2010.	
	KF	N	KF	N	KF	N	KF	N	KF	N	KF	N
Proljeće	1,051	69	1,062	73	0,933	92	1,001	92	1,101	92	1,113	92
Ljeto	0,989	92	0,826	53	0,805	92	0,862	93	1,087	90	1,032	93
Jesen	1,123	67	1,014	86	0,995	88	1,092	83	1,162	85	1,211	86
Zima	1,209	84	1,139	88	1,109	90	1,071	90	1,131	88	1,299	88
Godina	1,090	312	1,029	300	0,998	362	1,051	358	1,128	355	1,227	359

2007.



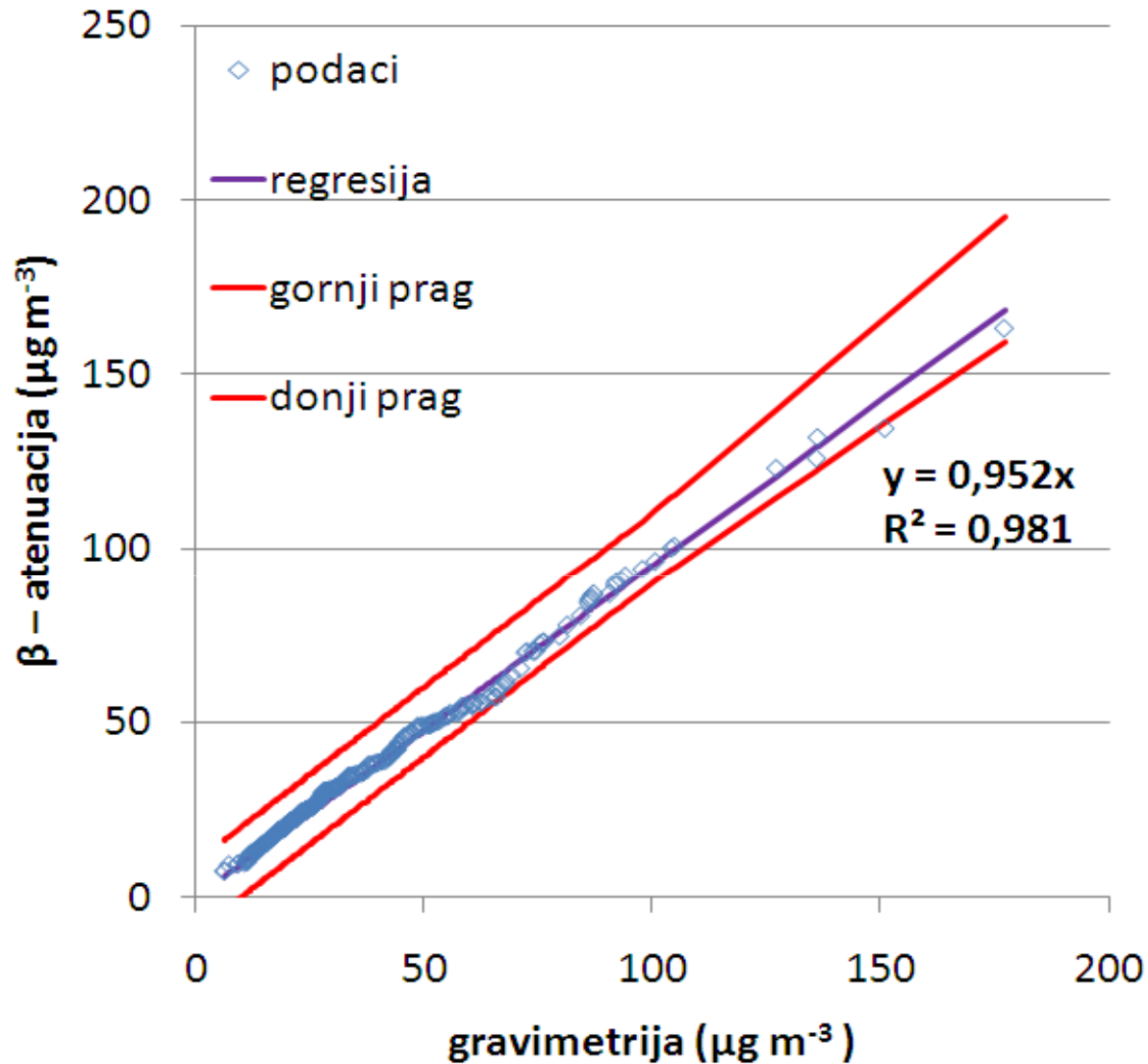
- Grubb test
- 0,55% parova je izbačeno

Slika 1. Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β-atenuacijskom metodom za godinu 2007.



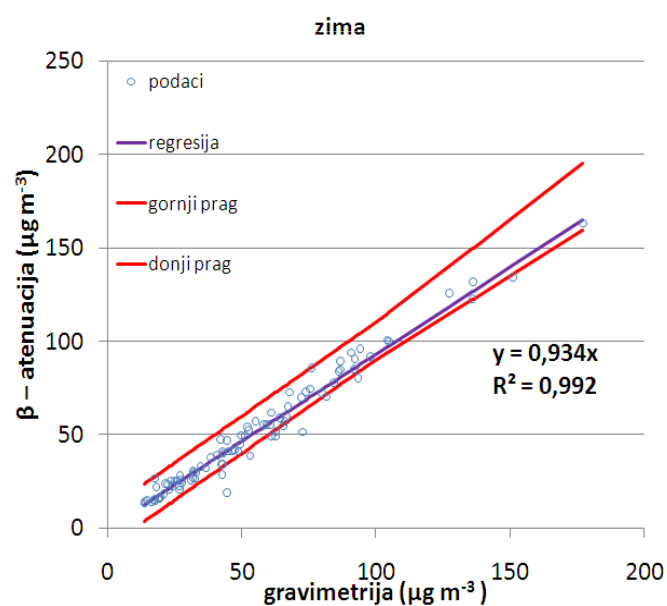
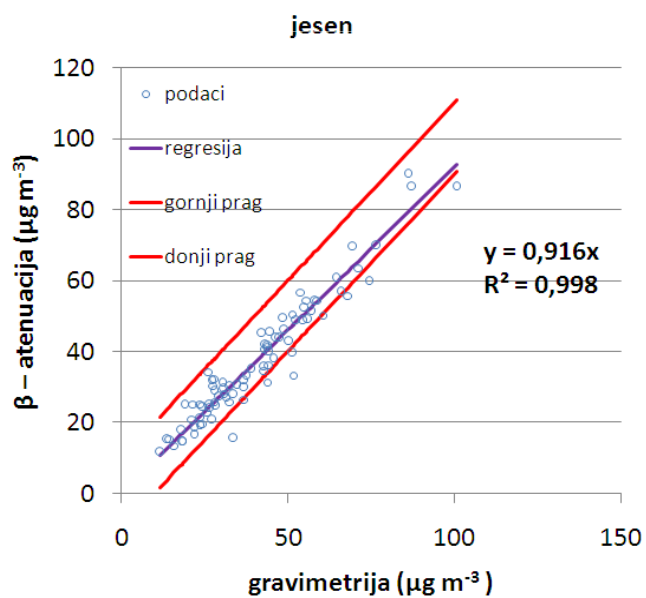
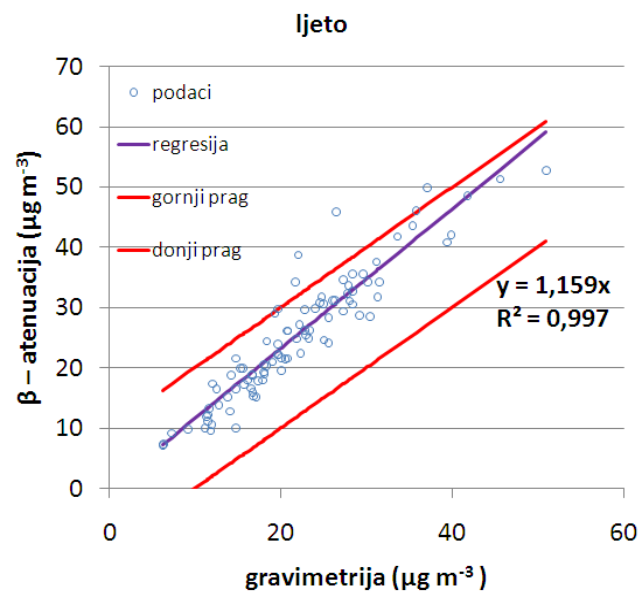
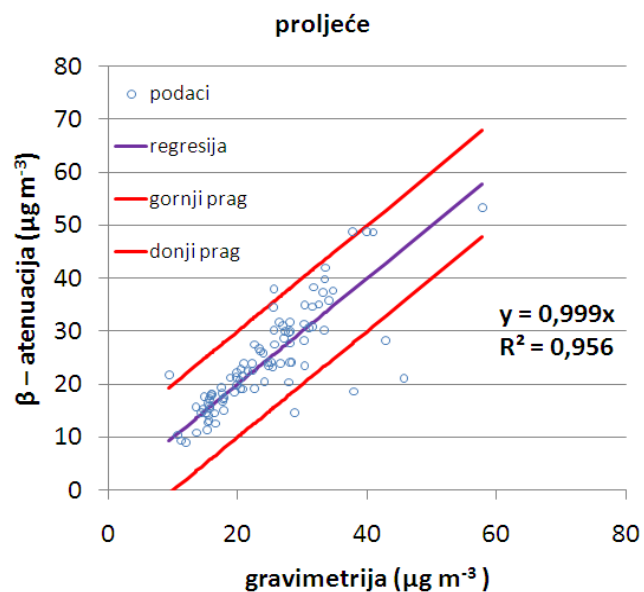
Slika 2: Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β -atenuacijskom metodom po sezonama za godinu 2007.

2008.



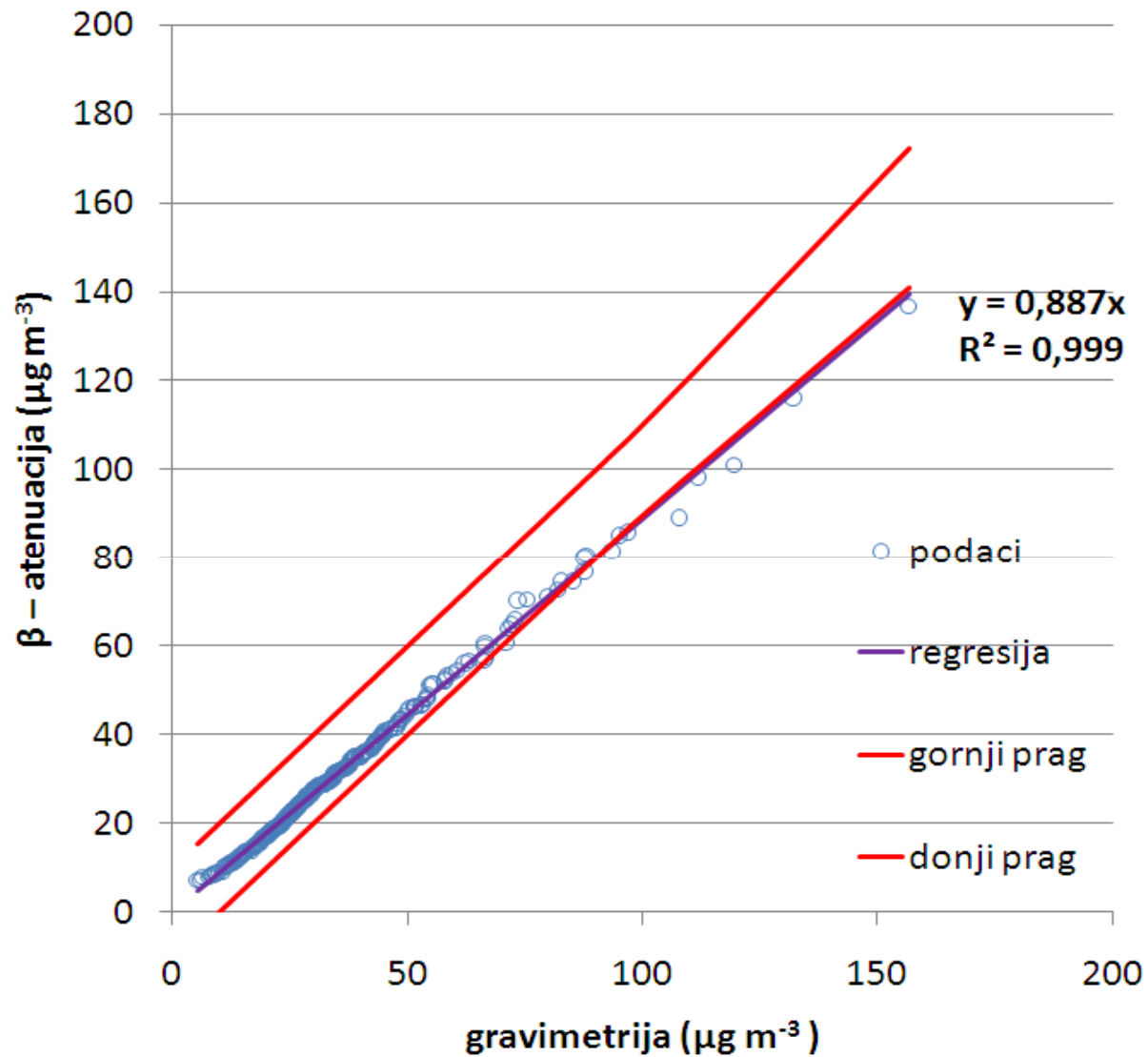
- Grubb test
- 0,83% parova je izbačeno

Slika 3. Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β-atenuacijskom metodom za godinu 2008.



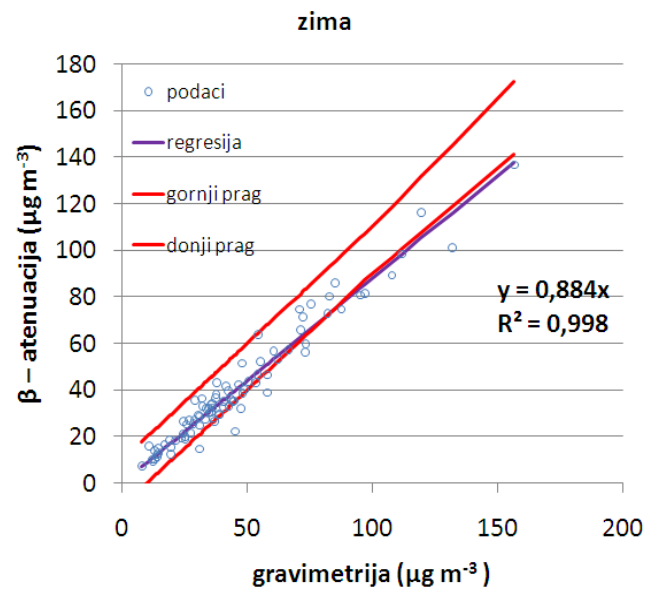
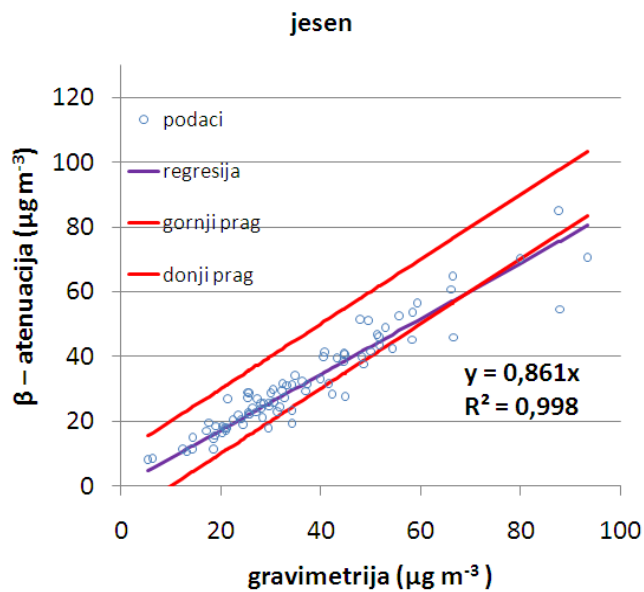
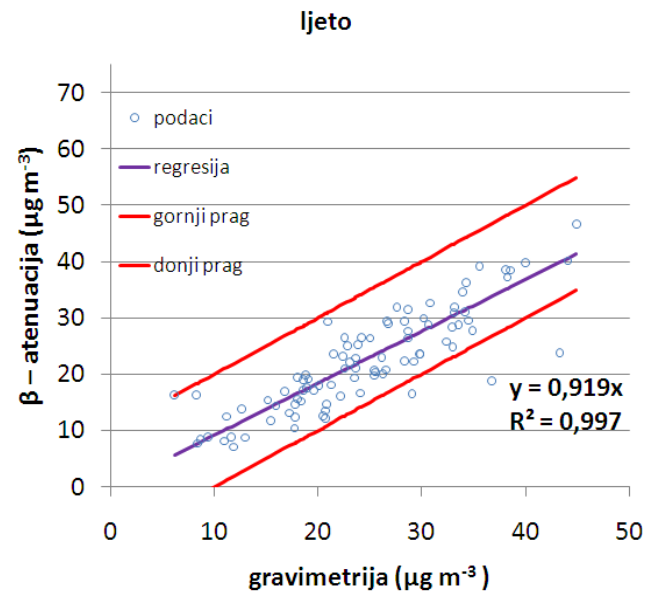
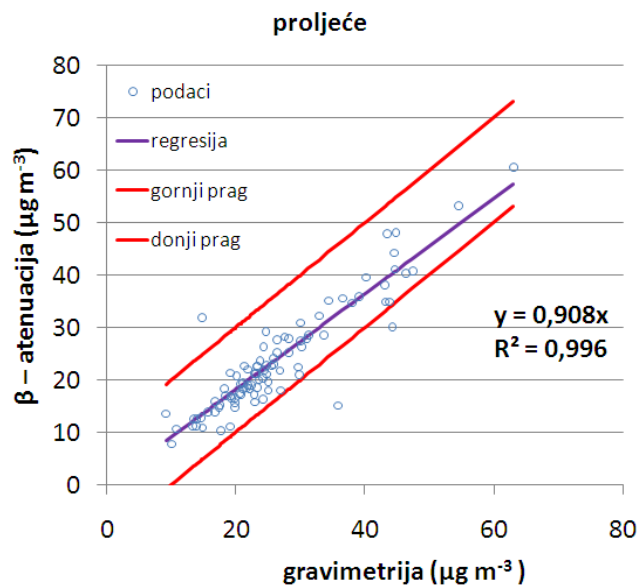
Slika 4: Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β -atenuacijskom metodom po sezonama za godinu 2008.

2009.



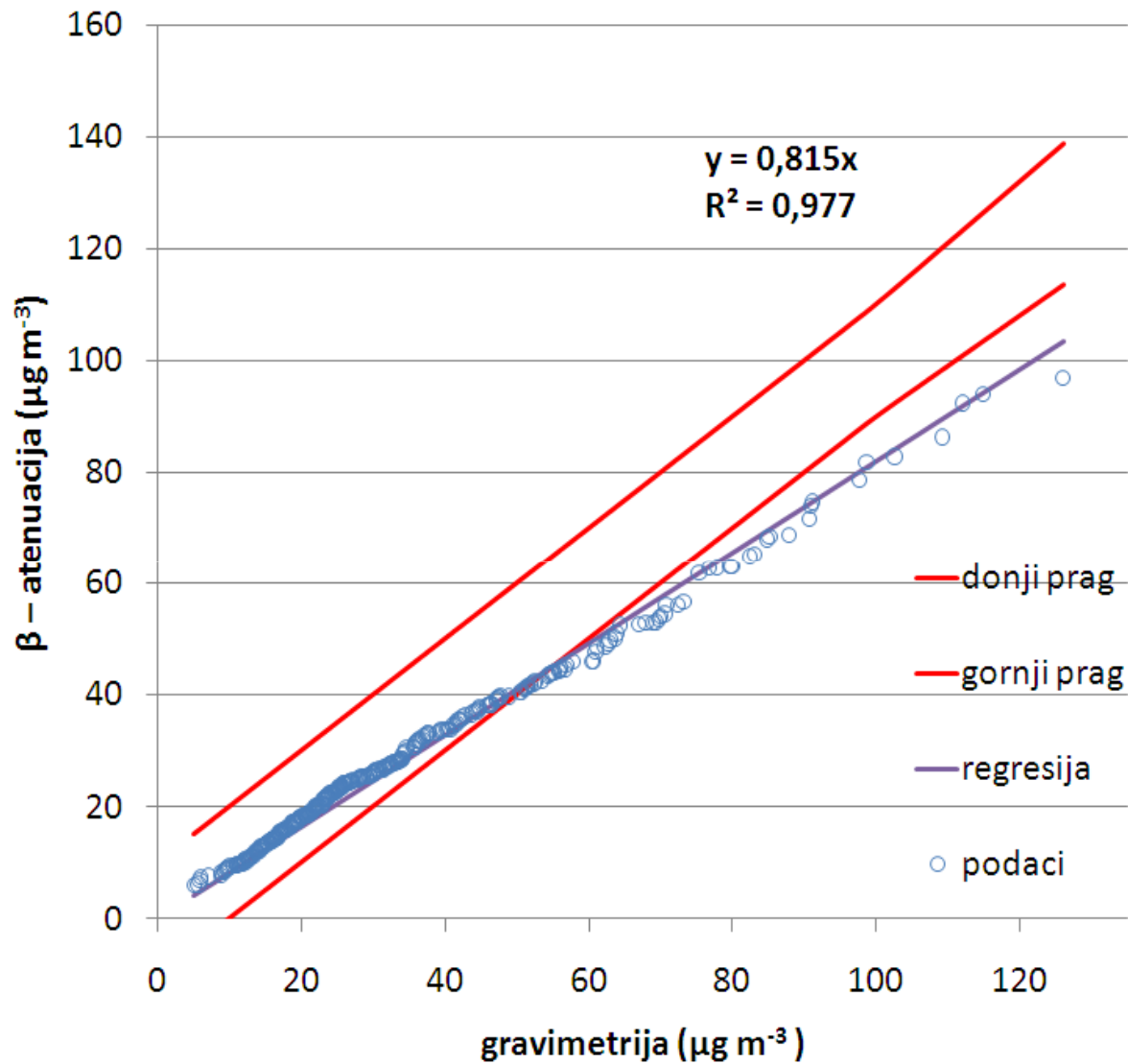
- Grubb test
- 1,39% parova je izbačeno

Slika 5. Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β-atenuacijskom metodom za godinu 2009.



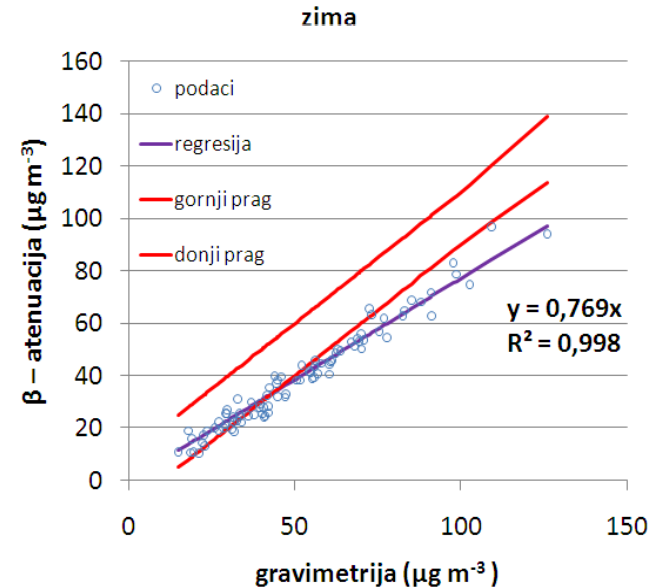
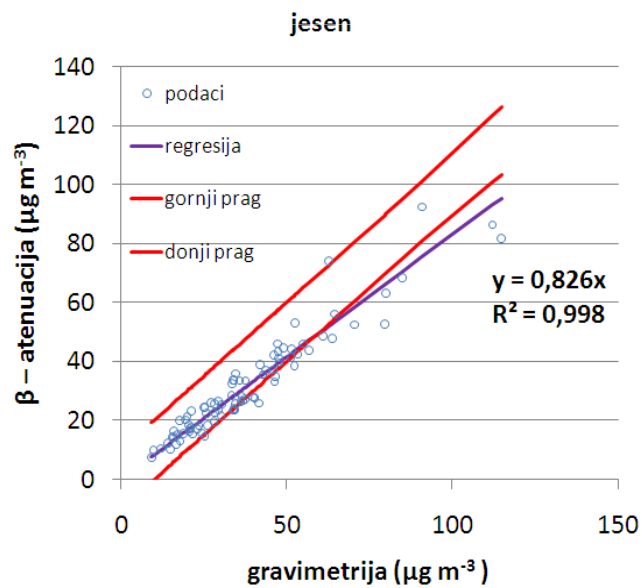
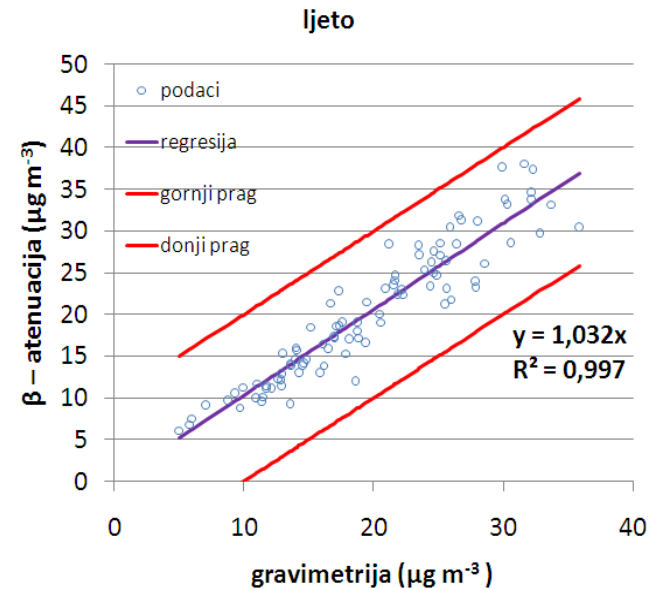
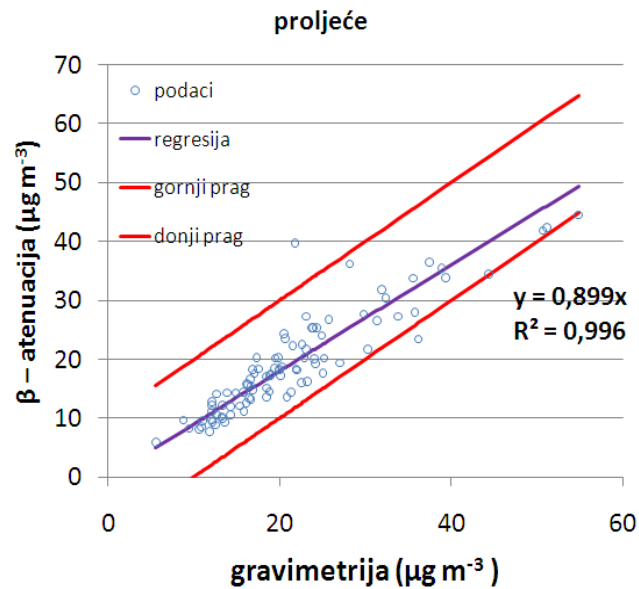
Slika 6: Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β -atenuacijskom metodom po sezonama za godinu 2009.

2010.



- Grubb test
- 1,10% parova je izbačeno

Slika 7. Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β -atenuacijskom metodom za godinu 2010.



Slika 8: Korelacija između koncentracija određenih gravimetrijskom metodom i β -atenuacijskom metodom po sezonama za godinu 2010.

Zaključci

– 2007. i 2008.

- Zadovoljavajući R^2
- Zadovoljavajući koeficijent smjera -> godišnji korekcijski faktor blizu 1

– 2009. i 2010.

- Zadovoljavajući R^2
- Nizak koeficijent smjera -> godišnji korekcijski faktor veći od 1
- Velik broj uzoraka izlazi van donjeg praga tolerancija

- Ortogonalna linearna regresija po sezonama pokazuje najbolja slaganja rezultata u proljeće
- Najveća odstupanja zabilježena u zimskom razdoblju
- Broj dana u godini s prekoračenom dnevnom graničnom vrijednosti od $50 \mu\text{g m}^{-3}$ je u pravilu uvijek veći za gravimetrijsku nego za β -atenuacijsku metodu
- Rezultati istraživanja ukazuju na nužnost određivanja ekvivalencije ne-referentnih metoda i određivanja korekcijskih faktora po sezonama za svako mjerno mjesto
- Da li je promjena ekvivalentnosti povezana s održavanjem uređaja u 2009. i 2010. godini?
- Sljedeći korak: podatke korigirati (korekcijski faktor), napraviti ekvivalenciju korigiranih podataka

HVALA NA PAŽNJI !