

# Tempora mutantur, a aerosoli?

**Sara Gorički, Anita Duran, Tin Kuzmanović, Josip Kleščić, Karlo Ložnjak, Philip Carek**

Mentori: Jelka Škoton, Marinela Labaš, Ira Beck  
Škola za medicinske sestre Vrapče, Zagreb

## 1. Istraživačka pitanja/ Hipoteze

Aerosoli su krute ili tekuće čestice raspršene u atmosferi. Veličinom su manje od 10  $\mu\text{m}$ .

Prirodne aerosole čine vulkanski i morski dim, prašina, vodene kapljice, sitni kristali, čestice tla, pelud i spore. Takvi aerosoli ujedno su i većih dimenzija ( $<10 \mu\text{m}$ ) od umjetnih aerosola koje čine produkti obrade tla, prometa i izgaranja fosilnih goriva ( $<2,5 \mu\text{m}$ ).

U kontaktu sa sunčevim zrakama aerosoli imaju bitnu, ali nedovoljno istraženu, ulogu u kvaliteti zraka. Neki od njih su opasni po ljudsko zdravlje i često uzrokuju respiratorne probleme.

Prilikom mjerenja aerosola računa se optička debljina aerosola (AOT) odnosno koliko je Sunčeve svjetlosti raspršeno tj. upijeno u česticama suspendiranim u zraku. AOT je optička debljina atmosfere, odnosno volumen zraka kroz koji prolazi sunčeva svjetlost. Na putu od Sunca do mjernog instrumenta sunčeve zrake se apsorbiraju i raspršuju na česticama koje nazivamo aerosoli. Što je veća vrijednost AOT-a to je propusnost atmosfere manja. Vrijednost AOT kreće se u rasponu od 0 do 5 gdje vrijednost 0 označava 100%, a vrijednost 5 označava 0,7% propusnosti zračenja.

Ukoliko nema oblaka, tada su apsorpcija i raspršivanje Sunčevog zračenja uzrokovani samo atmosferom i aerosolima.

Zanima nas mijenja li se sastav aerosola unutar jednog dana odnosno mijenjaju li se veličine raspršenih čestica. Obzirom da se tijekom dana mijenjaju klimatski elementi – temperatura, vlažnost i tlak zraka očekujemo i promjenu vrijednosti AOT-a.

Također ćemo usporediti nekoliko mjerenja u zimskom periodu s mjerenjima u proljeće kako bismo ustvrdili mijenja li se sastav aerosola sezonski. Pretpostavljamo da će proljetni AOT biti veći od zimskog zbog veće količine aerosola prirodnog podrijetla.

Usporedit ćemo vrijednosti AOT-a sa smjerom vjetra kako bismo vidjeli ima li veze dolaze li čestice sa strane Medvednice ili s gradske strane te mijenja li im se veličina. Očekujemo da će sa strane Medvednice dolaziti prirodni aerosoli (AOT Red), a iz grada umjetni (AOT Green).

Također nas zanima ovisi li količina aerosola o geografskom položaju mjerne postaje stoga ćemo u suradnji s francuskom partner školom Lycée de la Mer usporediti rezultate mjerenja. Obzirom da se njihova postaja nalazi uz morsku obalu očekujemo da će sastav aerosola biti drugačiji, odnosno da će njihovi rezultati mjerenja ukazivati na povećanu prisutnost prirodnih aerosola, dok za naša mjerenja očekujemo da će ukazivati na povećanu prisutnost aerosola uzrokovanih izgaranjem fosilnih goriva.

Također, obzirom da su tlak i temperatura klimatski elementi važni za vrijednost AOT, pokušat ćemo pronaći vezu između njih. Očekujemo da su vrijednosti proporcionalne.

## 2. Metode istraživanja

Na lokaciji Škole Vrapče, prema GLOBE protokolu, fotometrom smo mjerili količinu aerosola u zraku. Fotometar bilježi voltažu za valnu duljinu zelene svjetlosti (505 nm) i crvene svjetlosti (625 nm) temeljem kojih smo iz GLOBE baze podataka dobili vrijednosti AOT (optičku debljinu aerosola). Prema GLOBE protokolu uz voltažu za valnu duljinu zelene i crvene svjetlosti zabilježili smo i boju neba, čistoću neba, količinu naoblake, tip oblaka i tlak zraka.

Aerosole smo mjerili samo za sunčanih dana od 1.1.2014. do 18.3.2016. godine.

Istovremeno, pomoću automatske stanice Davis, mjerili smo temperaturu zraka, tlak zraka i smjer vjetra.

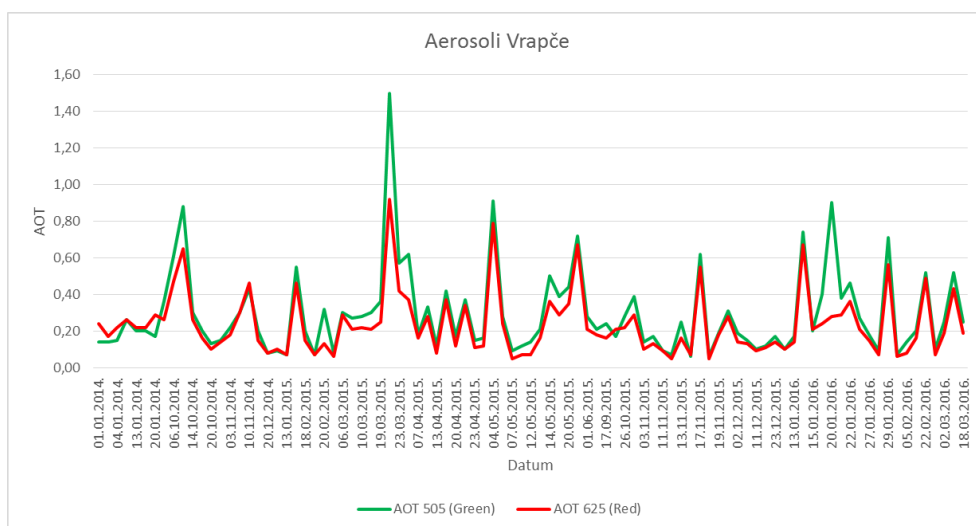
Podatke o dnevnim vrijednostima AOT-a škole iz Francuske (Lycée de la Mer, 44.4211°N, 1.0682°W) i škole iz Norveške (Vagsbygd, 58.1257 °N, 7.956 °E) preuzeli smo iz GLOBE baze.

Podatke smo obradili, usporedili i analizirali Microsoft Excel programom.

### 3. Prikaz podataka

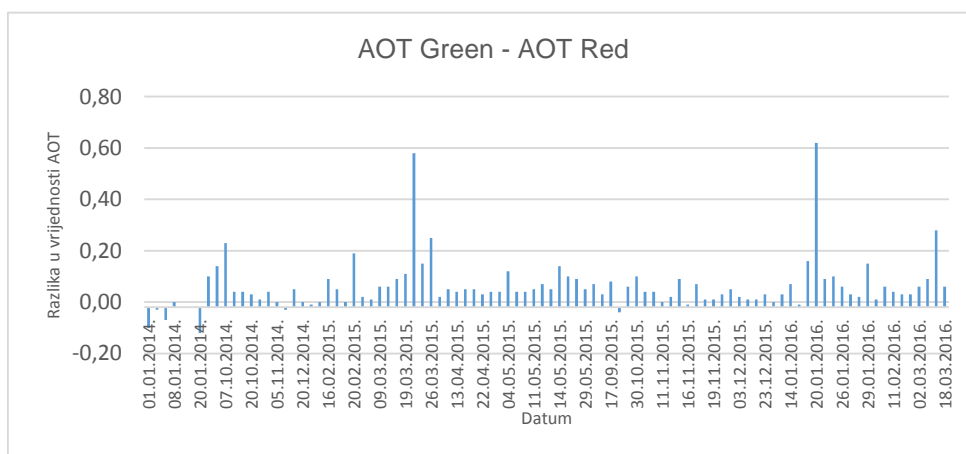
Istraživačko razdoblje trajalo je od 1.1.2014. do 18.3.2016. godine. U tom vremenu prikupili smo 94 vrijednosti AOT-a.

Vrijednosti smo prikazali grafički. (Slika 1.) Također smo izračunali razliku u izmjerenim vrijednostima AOT Green i AOT Red. (Slika 2.)



Slika 1. Prikaz izmjerenih AOT vrijednosti na postaji Škole Vrapče

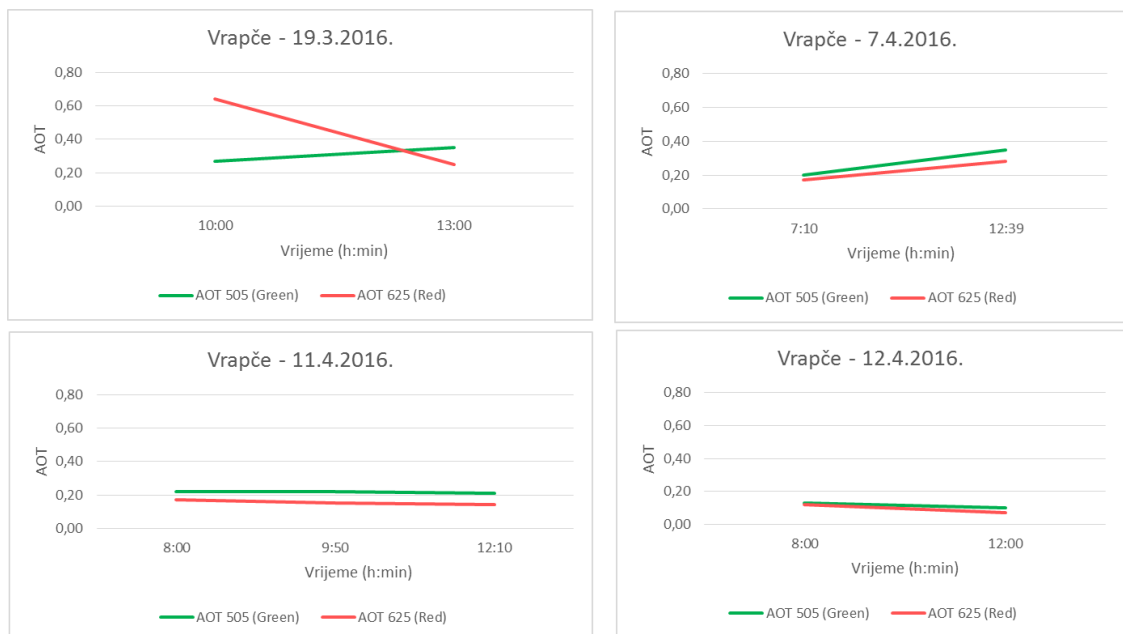
Iz grafičkog prikaza je vidljivo da je uglavnom tijekom cijelog istraživačkog razdoblja vrijednost AOT Green bila veća od AOT Red.



Slika 2. Grafički prikaz razlike u izmjerenim vrijednostima AOT Green i AOT Red tijekom istraživačkog razdoblja.

Tijekom cijelog istraživačkog razdoblja vrijednost AOT Green je 76 puta bila veća od AOT Red, 11 puta je bila manja, a 7 puta su vrijednosti bile jednake (Slika 2.). Iz toga možemo zaključiti kako su tijekom istraživačkog razdoblja zabilježene veće količine umjetnih nego prirodnih aerosola.

Četiri dana, tijekom istraživačkog perioda, količina aerosola mjerena je više od jednom. Rezultati mjerenja prikazani su grafički. (Slika 3.)



Slika 3. Grafički prikaz višekratnog mjerenja aerosola na postaji Vrapče za datume 19.3.2016., 7.4.2016., 11.4.2016 i 12.4.2016.

Iz grafičkog prikaza je vidljivo da se sastav aerosola tijekom dana mijenja, ali trend promjene nije pravilan.

Obzirom na mali broj višekratnog mjerenja unutar istog dana na postaji Vrapče, za usporedbu dnevnih promjena u sastavu aerosola poslužili smo se podacima norveške škole iz mjesta Vagsbygd. , 58.1257 °N, 7.956 °E. Podatke smo prikazali grafički (Slika 4.).



Slika 4. Grafički prikaz višekratnog mjerenja aerosola na postaji Vagsbygd za datume 13., 16., 17., 30. i 31.3. te za 11.4.2016.

Iz grafičkog prikaza je vidljivo da se sastav aerosola tijekom dana mijenja, ali da trend promijene nije pravilan kao i na postaji Vrapče.

Također je vidljivo (Slike 2. i 3.) da su vrijednosti AOT-a za obje valne duljine cijelo vrijeme veće na postaji Vrapče nego na postaji Vagsbygd. Pretpostavljamo da je razlog tome taj što se škola Vrapče nalazi u većem urbanom i industrijaliziranom području.

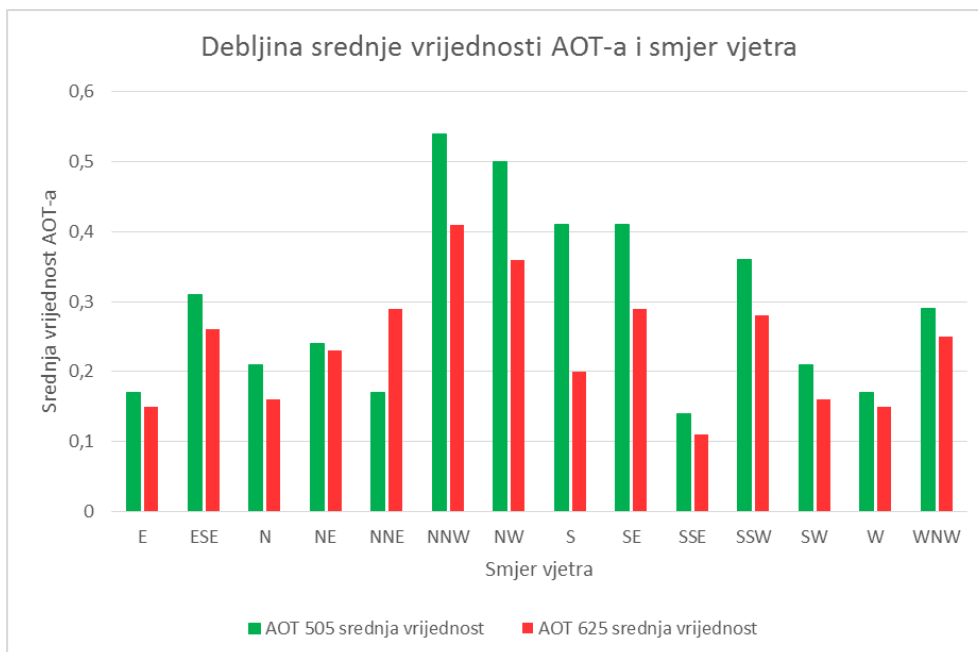
Na temelju 23 mjerenja u proljeće, od 20.3.- 3.6.2015. i 22 mjerenja u zimi, od 22.12.2015. - 18.3.2016. izračunali smo srednje vrijednosti za AOT Green i AOT Red. Srednje vrijednosti za proljeće i zimu smo računali jer smo očekivali povećane vrijednosti aerosola u proljeće zbog veće koncentracije aerosola prirodnog podrijetla i jer smo pretpostavljali da su vrijednosti aerosola proporcionalne temperaturi koja je u proljeće očekivano viša. (Tablica 1.)

Tablica 1. Srednje vrijednosti AOT Green i Red u proljeće (20.3.-3.6.2015.) i zimi (22.12.2015.-18.3.2016.) na postaji Vrapče.

	<b>AOT Green (srednja vrijednost)</b>	<b>AOT Red (srednja vrijednost)</b>
<b>Proljeće 2015.</b>	0,39	0,29
<b>Zima 2015./2016.</b>	0,32	0,24

Iz tablice je vidljivo da su srednje AOT vrijednosti veće u proljeće nego zimi, odnosno srednja vrijednost AOT Green je u proljeće veća za 0,07, a AOT Red za 0,05.

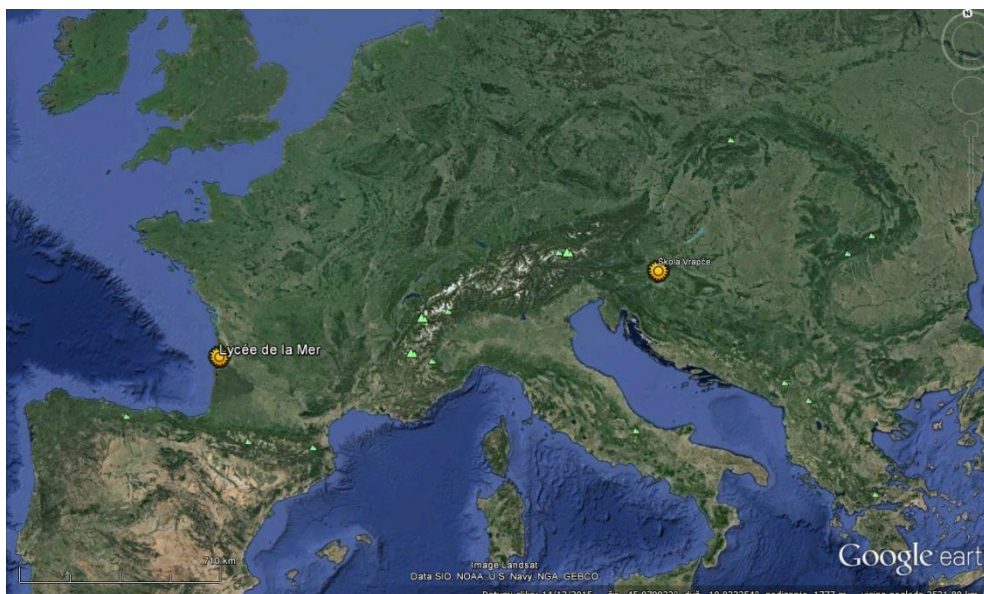
Podatke o AOT vrijednostima razvrstali smo prema smjeru vjetrova i međusobno usporedili srednje vrijednosti (Slika 5.).



Slika 5. Usporedba srednjih vrijednosti AOT-a prema smjeru vjetra na postaji Vrapče za razdoblje od 1.1.2014. do 18.3.2016.

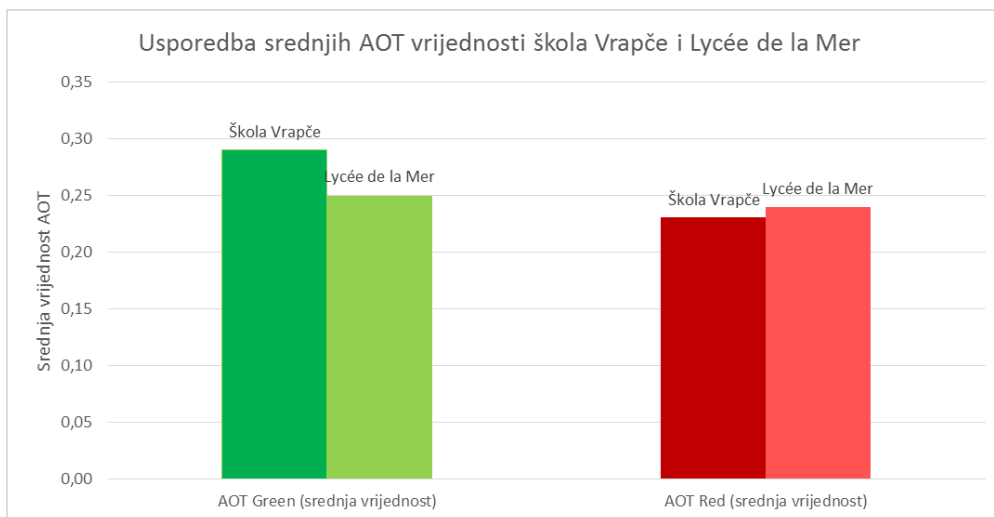
Iz grafičkog prikaza vidljivo je da je AOT Red veći od AOT Green jedino kad je smjer vjetra NNE (vjetar koji do postaje Vrapče dolazi sa strane Medvednice). Najviše vrijednosti AOT Green (umjetni aerosoli) dolaze iz smjerova NNW, NW i S što odgovara vjetru koji prema postaji Vrapče dolazi s gradske strane.

Usporedili smo srednje vrijednosti aerosola na dvije različite GLOBE postaje, Škola za medicinske sestre Vrapče 45.8169°N, 15.5942°E i škola Lycée de la Mer 44.4211°N, 1.0682°W, od 6.2.2015. do 12.1.2016. (Slike 6. i 7.).



Slika 6. Geografski smještaj Škole Vrapče 45.8169°N, 15.5942°E i Lycée de la Mer 44.4211°N, 1.0682°W

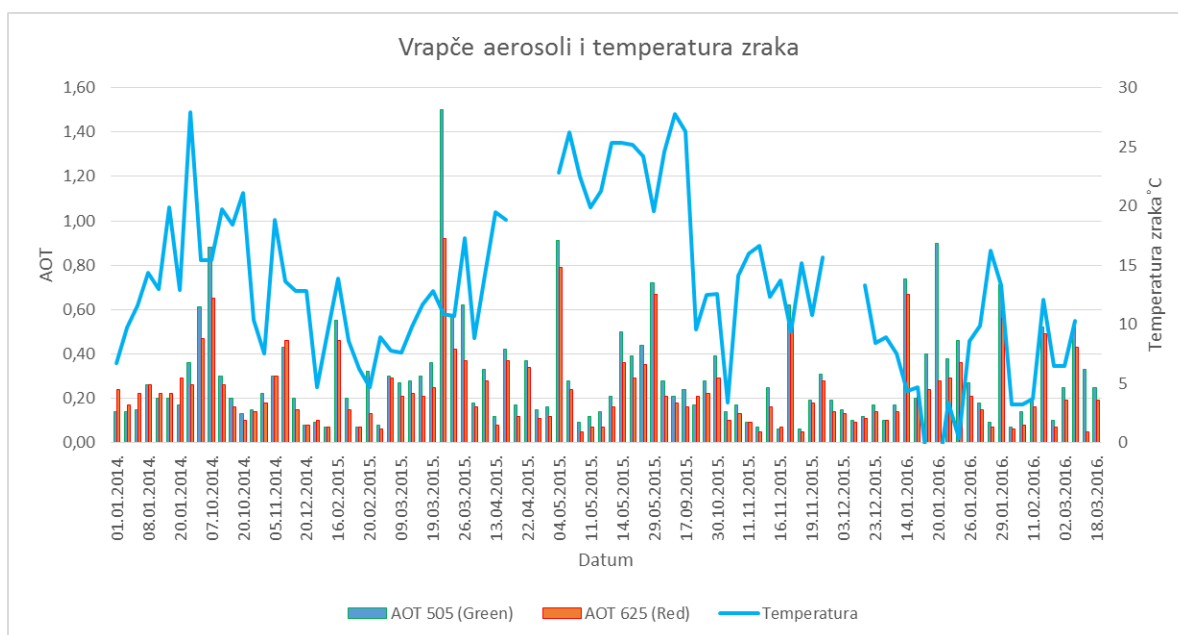
Iz Slike 6. je vidljivo da je geografski smještaj škole Lycée de la Mer na samoj obali Atlantskog oceana dok se škola Vrapče nalazi u kontinentalnom području.



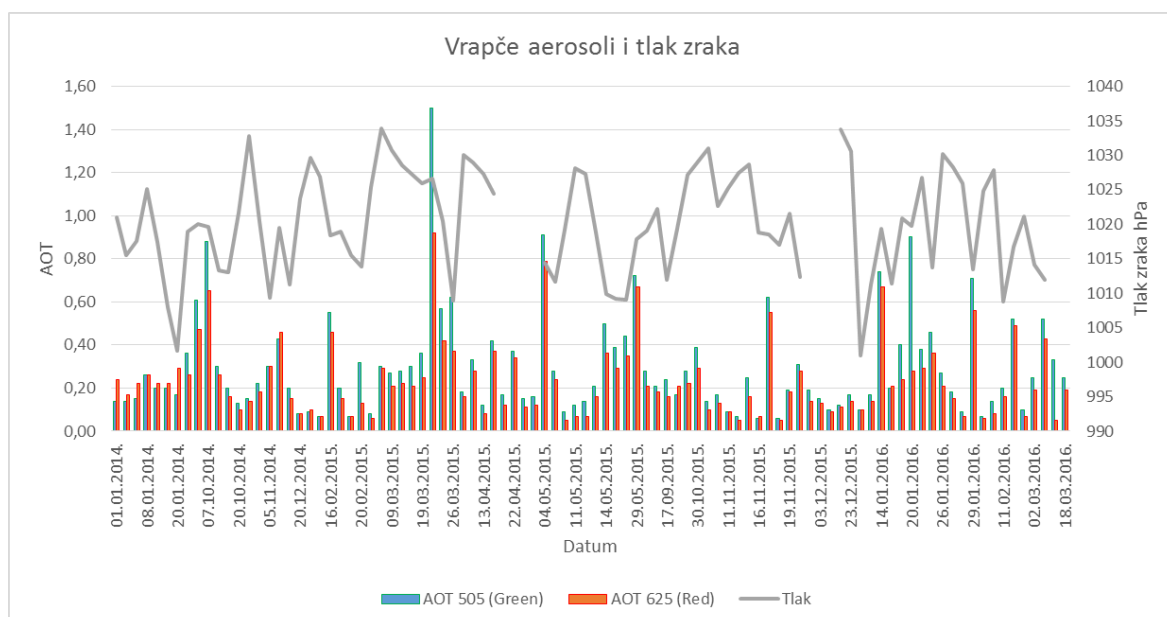
Slika 7. Usporedba srednjih AOT vrijednosti škola Vrapče i Lycée de la Mer

Iz grafičkog prikaza je vidljivo da su kap i prema očekivanjima na postaji Vrapče veće vrijednosti AOT Green (umjetni aerosoli) dok su na postaji škole Lycée de la Mer veće vrijednosti AOT Red (prirodni aerosoli).

Usporedili smo izmjerene vrijednosti AOT-a s temperaturom i tlakom zraka (Slike 8. i 9.).



Slika 8. Usporedba vrijednosti AOT i temperature zraka na postaji Vrapče u periodu od 1.1.2014. do 18.3.2016.



Slika 9. Usporedba vrijednosti AOT i tlaka zraka na postaji Vrapče u periodu od 1.1.2014. do 18.3.2016.

Iz grafičkih prikaza usporedbe izmjerenih vrijednosti AOT-a s temperaturom i tlakom zraka nije vidljiva korelacija.

#### 4. Zaključci

Prema podacima iz Tablice 1. vidljivo je da su naše izmjerene srednje vrijednosti proljetnog AOT-a veće od srednjih vrijednosti zimskog AOT-a što bi značilo da se vrijednost aerosola mijenja sezonski. Razlog tome mogla bi biti promjena u temperaturi i većoj količini aerosola prirodnog podrijetla (pelud i prašina).

Iz grafičkih prikaza višekratnog mjerenja količine aerosola unutar istog dana možemo zaključiti da se količine aerosola mijenjaju, kako na postaji Vrapče tako i na postaji Vagsbygd. Trend promijene ni u jednom slučaju nije pravilan, dakle ne može se povezati s dobom dana.

Iz usporedbe podataka AOT-a i smjera vjetera vidljivo je da je vrijednost AOT Red (prirodni aerosoli) veća jedino kada vjeter puše iz smjera NNE što je smjer vjetera koji do postaje Vrapče puše preko cijelog područja Medvednice.

Uspoređujući srednje vrijednosti AOT-a na postaji škole Vrapče i škole Lycée de la Mer vidljivo je da su srednje vrijednosti AOT Green (umjetni aerosoli) veće na postaji Vrapče dok su vrijednosti AOT Red (prirodni aerosoli) veće na postaji Lycée de la Mer kako smo i očekivali, obzirom da se njihova postaja nalazi blizu Atlantskog oceana pa je veća količina aerosola prirodnog podrijetla.

Iz usporedbe vrijednosti AOT-a s temperaturom i tlakom zraka nismo dobili očekivanu proporcionalnost, a razlog tome je možda mali broj mjerenja i prekid u kontinuitetu zbog ovisnosti o sunčanim danima.

#### 5. Izvori / literatura

<http://globe.pomsk.hr/prirucnik/CroAtmosAerosols.pdf>

<http://www.aerosols.eas.gatech.edu/EAS%20Graduate%20Lab/Class%20Notes%20Aerosols%20and%20Size%20Distrn.pdf>

<http://www.globe.gov/documents/348614/e9acb7a-5e1f-444a-bdd3-acff62b50759>

<http://iszz.azo.hr/iskzl/podatakexp.htm>