

# Povijesne vrijednosti ozona u ratnoj luci Pula

---

**Lazaneo, Mario**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:024382>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-19**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**

**MEDICINSKI FAKULTET**

**DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ**

**SANITARNOG INŽENJERSTVA**

**Mario Lazaneo**

**POVIJESNE VRIJEDNOSTI OZONA U RATNOJ LUCI PULA**

**Diplomski rad**

**Rijeka, 2017. god.**

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
MEDICINSKI FAKULTET  
DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
SANITARNOG INŽENJERSTVA

Mario Lazaneo

POVIJESNE VRIJEDNOSTI OZONA U RATNOJ LUCI PULA

Diplomski rad

Rijeka, 2017. god.

Mentor rada : prof.dr.sc. Ana Alebić-Juretić

Diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ u / na

\_\_\_\_\_ ,

\_\_\_\_\_ pred povjerenstvom u sastavu:

1. Prof.dr.sc. Vladimir Mićović
2. Prof.dr.sc. Branka Blagović
3. Prof.dr.sc. Ana Alebić-Juretić

Rad ima 61 stranica, 19 tablica, 28 grafikona i 31 literaturnih navoda.

Diplomski rad izrađen je u zgradi Nastavnog zavoda za javno zdravstvo, nastavnoj bazi Medicinskog fakulteta u Rijeci.

## **SAŽETAK:**

Zrak je mješavina različitih plinova, među njima je najvažniji kisik. Ozon je alotropska modifikacija kisika i njegova molekula se sastoji od 3 atoma kisika. Ozon dolazi od grčke riječi „ozein“. Prvi koji je identificirao ozon kao različitu kemijsku komponentu je Christian Friedrich Schönbein. Poznata je vertikalna podjela atmosfere prema procesima koji su prisutni u njoj te prema promjeni temperature. Dijeli se na troposferu, stratosferu, mezosferu i termosferu. U stratosferi ozon može nastati reakcijama gdje se prvo uspostavlja ravnoteža a zatim slijedi vertikalna raspodjela. Troposferski ozon čini samo 10 % ukupne količine ozona u vertikalnom stupcu Zemljine atmosfere. Schoenbeinova metoda se osniva na oksidacijskoj sposobnosti ozona. Cilj ovog istraživanja je vidjeti kolika je bila razina ozona u Puli prije nego se počelo sa širim korištenjem parnih strojeva, prije odnosno na početku same industrijske revolucije i dobivene podatke iz tog razdoblja usporediti sa današnjim vrijednostima ozona, koje su rezultat tehnološkog i industrijskog napretka u prošlom stoljeću. Ozon iz zraka će oksidirati kalijev jodid na Schonbeinovom papiru, te tako nastaje elementarni jod. Vrijednost Schonbeinove skale ovisi o relativnoj vlazi te se kod pretvorbe Schonbeinove skale u ppb koristila relativna vlaga izmjerena na istoj meteorološkoj postaji u Puli. Što se tiče vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali za ljetne mjesece, u lipnju je najveća vrijednost ozona izmjerena u 7h a najmanja u 21h. Srednje vrijednosti ozona izmjerene na postaji „Pula Fižela“ u periodu lipanj - kolovoz 2015. su veće od prosječne vrijednosti ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  također izmjerene u Puli ali davne 1878. godine. Najviša vrijednost iz 2015. god. je zabilježena u 21h a najmanja u 7h ujutro za ljetne mjesece. Možemo zaključiti da su koncentracije ozona iz Pule u 2. pol. 19. st. niže od vrijednosti ozona koje su dobivene metodom po Bojkovu uz konstantnu vlagu.

Postoji velika mogućnost za daljnja istraživanja ozona.

**Ključne riječi:** ozon, Schoenbeinova skala, Schoenbeinov papir, Pula, metoda po Bojkovu.

## **SUMMARY:**

Air is a mixture of different gases, the most important one is oxygen. Ozone is an allotropic oxygen modification, its molecule consists of 3 oxygen atoms. Ozone comes from the Greek word "ozein". The first who identified ozone was Christian Friedrich Schönbein. The vertical division of the atmosphere is known by the processes present in it and it contains of ; the troposphere, stratosphere, mesosphere and the thermosphere. In the stratosphere, ozone can be triggered by reactions where the equilibrium is first established, followed by vertical distribution. Tropospheric ozone makes only 10% of the total amount of ozone in the vertical column of Earth's atmosphere. Schoenbein's method is based on the oxidation ability of ozone. The aim of this study is to see the level of ozone in Pula before it began with the widespread use of steam engines, before or at the beginning of the industrial revolution itself and the data obtained from that period to compare with today's ozone values, which are the result of technological and industrial progress in the past century. Ozone from the air will oxidize the potassium iodide on Schonbein's paper, thus creating elemental iodine. The value of the Schonbein scale depends on the relative humidity and in the conversion of the Schonbein scale to ppb. Relative humidity measured at the weather station in Pula was used. As for the ozone values at Schoebein's scale for the summer months, the highest ozone value is measured in 7h and the lowest in 21h in June. The average ozone values measured at "Pula Fižela" station from june till august 2015. are higher than the average ozone value in  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  also measured in Pula but in 1878. The highest value of 2015. is recorded at 21h and the lowest at 7h in the morning for summer months.. We conclude that the ozone concentrations from Pula in the 2nd half of the 19th century are lower than the values of ozone obtained by the Bojkov method with constant moisture. There is a potential for further ozone researches.

**Key words:** ozone, Schoenbein scale, Schoenbein paper, Pula, the Bojkov method.

## SADRŽAJ

SAŽETAK.....	IV
SUMMARY .....	V
1. UVOD .....	1
1.1) Ozon.....	3
1.2.) Povijest otkrića ozona.....	4
1.3. Ozon u atmosferi .....	6
1.3.1. Stratosferski ozon.....	6
1.3.2. Troposferski ozon.....	8
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	10
3. MATERIJAL I METODE.....	11
3.1.) Princip metode .....	11
3.2.) Metoda pripreme Schoenbeinovog papira .....	11
3.3.) Postupak preračuna Schoenbeinove skale u ppb i ug/m <sup>3</sup> .....	12
3.4.) Preračun Schoenbeinove skale u ug/m <sup>3</sup> prema Bojkovu.....	17
4. REZULTATI.....	18
4.1.) Prikaz pretvorenih vrijednosti za tri ljetna mjeseca .....	18
4.2. Ovisnost koncentracije ozona u ug/m <sup>3</sup> o prosječnoj temperaturi.....	25
4.3.) Prosječne vrijednosti ozona za godišnji period prosinac 1877.-studeni 1878. godine ....	27
4.4.) Prikaz pretvorenih prosječnih vrijednosti ozona po Bojkovoj jednadžbi .....	30
4.5.) Prikaz satnih izvornih podataka za vrijednosti ozona u ug/m <sup>3</sup> iz mjerne postaje „Pula Fižela“ .....	33
5. RASPRAVA.....	36
5.1. Dnevni podaci .....	36
5.2. Mjesečne vrijednosti .....	37
5.3. Usporedba s današnjom razinom ozona u Puli.....	38

6. ZAKLJUČAK .....	39
LITERATURA.....	41
DODATAK.....	44



## 1. UVOD:

Zrak je mješavina različitih plinova, no definitivno među njima je najvažniji kisik.

Kisik postoji u mnogo formi, a ona elementarna, bez koje život na Zemlji jednostavno ne bi bio moguć je ozon ( $O_3$ ). Molekule ozona su naime smještene u stratosferi i tamo formiraju ozonski omotač. Takav zaštitni omotač ima sposobnost apsorpiranja štetnih ultraljubičastih zraka koje dolaze sa površine Sunca. Ultraljubičasto zračenje uzrokuje slabost imunološkog sustava, odgovorno je za nastanak brojnih mutacija u molekuli DNA što može dovesti do pojava mrežnice u očnoj leći ili raka kože te ima štetno djelovanje na biljke i životinjski plankton. [1] Dakle, ozonski sloj je omogućio život na Zemlji u sadašnjem obliku. Diljem svijeta su brojni znanstvenici sigurni u činjenicu da je promjena klime rezultat neodgovornih i brojnih štetnih djelatnosti u Zemljinj atmosferi. Takve radnje su također oštetile i ozonski omotač.

Atmosferski ozon je izmjeren na 300 lokacija diljem svijeta u drugoj polovici 19. stoljeća, uglavnom zbog njegovih baktericidnih svojstava u vrijeme velikih razmjera tuberkuloze u svijetu. Za mjerenje je korištena uglavnom tzv. Schonbeinova metoda. Prije toga, mjerenja ozona provedena su u drugoj polovici 19. st. u Mountsourisu, predgrađu Pariza, i smatraju se najpouzdanijima, upravo zato što se ta mjerenja temelje na kvantitativnoj analitičkoj tehnici tj. oksidaciji arsenita u arsenat pomoću ozona u vodenoj otopini. [2]

Iz tog razdoblja poznata su mjerenja koncentracije ozona u Lenderovim jedinicama, na otoku Gozo u Sredozemnom moru. Ona su provedena u periodu od 1883. do 1906. god. dvaput dnevno. [2] Također dvaput dnevno su provedena mjerenja ozona Schoenbeinovom metodom u Zagrebu na zvjezdarnici „Grič“ u razdoblju od 1889. do 1900. godine. [3]

U ovom radu će biti prikazano kolika je bila koncentracija ozona u gradu Puli u ljeto (lipanj-kolovoz) 1878. god. U to je vrijeme Pula bila glavna ratna luka Austro-Ugarske monarhije.

Od 1866. godine u Puli je radio Hidrografski institut kojeg je osnovala austro-ugarska ratna mornarica, koji je imao zvjezdarnicu i vršio meteorološka mjerenja.

On je u svom sastavu imao 5 odjela a to su; zvjezdarnice sa geomagnetskim, astronomskim, plimnim i meteorološkim opservatorijem, zatim mornarička knjižnica, spremište sa meh. radionicom te spremište pomorskih karata i nautičkih priručnika [4]



Slika 1: Glavna zgrada Hidrografskoga zavoda na Monte Zaru u Puli [5]

Pored meteoroloških mjerenja, u Puli su se vršila i mjerenja ozona, pretpostavljamo jer nemamo dodatnog dokaza, Schoenbeinovu metodom, koja su se bitno razlikovala od današnjih metoda mjerenja. To je razdoblje tim više zanimljivo, jer predstavlja početak primjene parnih strojeva i parobroda, odnosno na samom je početku industrijalizacije i korištenje fosilnih goriva za dobivanje energije, odnosno još uvijek se kod nas može smatrati pred-industrijskim razdobljem.

U ovom diplomskom radu izvršena je pretvorba koncentracija troposferskog ozona iz

Schoenbeinova skala u masene koncentracije ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) te su dobivene vrijednosti uspoređene s povijesnim koncentracijama u Zagrebu te s današnjim koncentracijama ozona u gradu Puli.

### **1.1) Ozon:**

Ozon je alotropska modifikacija kisika i njegova molekula se sastoji od 3 atoma kisika.

Tri atoma kisika u ozonu su raspoređeni pod tupim kutem, pri čemu je središnji atom kisika vezan za dva ekvidistantna kisikova atoma. Duljina veze iznosi  $1.278 \text{ \AA}$ . [6] Molekula ozona je dipolna molekula (asimetrična građa), kut u vezi iznosi  $127 \pm 3^\circ$ , ima mogućnost rezonancije između 4 rezonantna stanja. [7] Zbog posjedovanja molekularnog dipola 50 puta je bolje topiv od kisika u vodi.

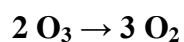
Apsorpcijski pojasi ozona su smješteni u tri spektralna područja. U ultraljubičastom dijelu nalazimo Hartleyev (200-320nm) i Hugginsov pojas (450-700nm). U UV-VIS dijelu spektra je Chappuisov pojas (450-750nm), a u IR dijelu je smješteno bogato područje apsorpcije sa većim brojem linija. Ozon ima također i primjenu u apsorpciji IR dijela spektra gdje sudjeluje u postizanju termičke ravnoteže u atmosferi. [8] Ime «ozon» dolazi od grčke riječi „ozein“ što znači neugodan miris. Radi se o specifičnom mirisu koji se pojavljuje nakon udara groma i za vrijeme grmljavinskih oluja. Taj miris ne potječe od ozona, već od elektrona koji su oslobođeni tijekom brzih kemijskih promjena. [9] Njegova prisutnost u zraku je prvi put zabilježena još davne 1783. godine.

Ozon je pri sobnoj temperaturi plin svijetlo – plave boje. Pri niskim temperaturama se kondenzira u tamnoplavu tekućinu. Temperatura vrelišta iznosi  $119.9^\circ \text{C}$  i u krutom stanju stvara igličaste kristale i molekularni kisik. Jedna od njegovih značajki je postojanje u sva tri agregatna stanja i vrlo je eksplozivan. [10]

U laboratoriju se ozon dobije postupkom elektrolize sumporne kiseline koristeći jaku struju i preko električnog izboja u kisikovoj atmosferi (npr. elektrolučno zavarivanje).

Njegovo djelovanje se očituje u tome da može izbjeljivati boje, vrlo lako reagira sa nezasićenim organskim spojevima i može se koristiti za dobivanje organskih ozonida.

Ozon je veoma snažno oksidacijsko sredstvo, daleko jače od kisika. Nestabilan je kod većih koncentracija, raspada se na dvoatomni kisik (vrijeme poluraspada od oko pola sata kod atmosferskih uvjeta): [11]



Taj se proces može ubrzati povećanjem temperature i tlaka. Iskra može pobuditi brzo izgaranje ozona i to je prisutno kod koncentracija od 10 % te više. [12]

Ozon sudjeluje u reakciji adicije na dvostruku vezu i tako nastaje ozonid. Taj ozonid se reducira sa vodikom ili cinkom i nakon reakcije će na svakom kraju izvorne dvostruke veze nastati ketonska ( $>\text{C}=\text{O}$ ) ili aldehidna (CHO) skupina. To je tzv. reakcija ozonolize. [13]

Ozon može oksidirati sa većinom metala i tako ih dovesti na viši nivo oksidacije. S njim jedino ne mogu reagirati platina, iridij i zlato.

### **1.2.) Povijest otkrića ozona:**

Prvi koji je identificirao ozon kao različitu kemijsku komponentu je Christian Friedrich Schönbein. On je bio profesor kemije na Sveučilištu u Baselu te je bio dominantan u proučavanju ozona sve do svoje smrti 1868. god.



Slika 2: Njemački kemičar Christian Friedrich Schönbein. [14] (<http://impulsmagazin.de/wp-content/uploads/2015/10/Christian-Friedrich-Sch%C3%B6nbein.png>)

U ožujku 1839. godine Schönbein je lokalnoj zajednici „Naturforschung Gesellschaft“ smještenoj u Baselu prijavio da je proces elektrolize vode rezultirao stvaranjem mirisa na pozitivnoj elektrodi, a taj miris je istovjetan onome koji se pojavio na luku između dviju elektroda. Miris je posljedica pojave munje koja se javlja u prisutnosti kisikove atmosfere na zemlji. [15] Schönbein je dobio ćeliju koja je napravljena za rudarsko okno, a bila je financirana od strane pretplatnika iz Basela nakon što je sudjelovao na konferenciji u Manchesteru. Ta ćelija je proizvela puno jaču struju nego oprema koju je on koristio u prijašnjem istraživanju pasivizacije metala.

U svom radu koji je objavljen 1840. godine primijetio je da je miris ozona vrlo sličan mirisu fosfora kada ga se izloži zraku. [15]

Schönbein je izradio metodu tako da dijelovi fosfora budu u kontaktu sa zrakom (ili malom količinom vode) u zatvorenoj posudi na sobnoj temperaturi. Nakon završetka podignuti plin je ispran vodom radi uklanjanja fosforne kiseline te je ustanovljeno da posjeduje karakterističan miris ozona.

Ozon je vrlo brzo prihvaćen od strane kemičara u 19. stoljeću. Njegova pojava je dovela do niza izazova kao što su: razumijevanje kontrasta između svojstva ozona i kisika, proučavanje njegovih kemijskih svojstava i određivanje njegovog sastava. [15]

### **1.3. Ozon u atmosferi:**

Već prije spomenuti Christian Friedrich Schönbein je u svom radu 1840. god. razmatrao mogućnost da je ozon pronađen u atmosferi i predložio testiranje u kojem bi izlagao trake od platine na zraku. [15] Možemo reći da je ozon prvi polutant koji se počeo mjeriti u to doba. Razlikujemo troposferni i stratosferni ozon. Količine stratosfernog i troposfernog ozona su u prirodnoj ravnoteži.

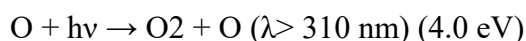
#### **1.3.1. Stratosferski ozon:**

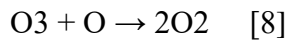
U stratosferi ozon može nastati reakcijama gdje se prvo uspostavlja ravnoteža a zatim slijedi vertikalna raspodjela. 1930. godine britanski znanstvenik Sydney Chapman je pretpostavio da ozon u atmosferi nastaje kontinuirano cikličkim procesom.

Taj ciklički proces zove se Chapmanov mehanizam. Proces nastanka ozona u gornjoj i srednjoj stratosferi započinje fotokemijskom razgradnjom kisika. Najviše ozona se stvara u tropskoj stratosferi zbog toga što Sunčevo zračenje djeluje u njemu najjače.

Prva reakcija je ;  $O_2 + h\nu \rightarrow O + O (\lambda < 242 \text{ nm}) (5.1 \text{ eV})$  [8]

Novonastali atomi kisika u trimolekularnim sudarima čine ozon, a molekula M ima ulogu da odvodi višak energije. Dio ozon će zbog apsorpcije UV zračenja fotodisocirati, dok će se drugi dio raspasti u sudaru sa atomskim kisikom. To vidimo u preostalim reakcijama;





Nastali ozon će apsorbirati zračenje valnih duljina (240-320 nm) pri čemu mogu opet nastati atom te molekula O<sub>2</sub>. [8]

Ozonski sloj pruža se od 15 – 50 km visine, dok je njegova najveća koncentracija smještena između 20 i 25 km. Ozonski omotač je često ugrožen od strane kemijskih spojeva koji sadrže brom i klor. Ozon u višim slojevima atmosfere (iznad 20 km) sprečava djelovanje štetnog ultraljubičastog zračenja koje prodire prema Zemlji.

Oštećenja ozonskog omotača nastaju najviše zbog sljedećih aktivnosti; loš utjecaj globalnog zagrijavanja, ispuštanje različitih kemikalija u atmosferu kao što su brojni klorfluor - ugljikovodici (CFC), između ostalog CFC 11 i 12, dva glavna klorofluorouglikova spoja koja imaju tu moć da unište ozon. [16]

Danas postoji sustavna kontrola svih tvari koje su potencijalno opasne za ozonski omotač.

Naime, 1987. godine potpisan je Montrealski protokol i njime se zapravo ograničava uporaba te proizvodnja tvari koje su štetne za ozonski omotač.

Nedugo nakon donošenja Montrealskog protokola trebalo je provesti njegovu izmjenu radi uvođenja nadzora upotrebe i proizvodnje štetnih tvari koje njime nisu bile obuhvaćene.

Dopune Montrealskog protokola su prihvaćene 1990. god u Londonu te 1992. godine u Kopenhagenu, pri čemu su postojali krajnji rokovi za uklanjanje štetnih tvari. [17] Daljnjom izmjenom Montrealskog protokola omogućeno je 10 godina mirovanja za njegovu primjenu Montrealskog protokola zemljama u razvoju. Osnovao se posebni fond od strane razvijenih zemalja svijeta zbog bržeg transporta tehnologije i mogućnosti pružanja tehničke suradnje.

Cilj je bio da se sam Protokol čim prije implementira u nacionalno zakonodavstvo. [18]

Primjena Montrealskog protokola pokazala se efikasnom, jer već deset godina kasnije uočen je pad kloriranih ugljikovodika u troposferi, no proći će još nekoliko dekada prije nego sav

ispušten CFC odreagira u stratosferi, čime će se prestati stvarati ozonska rupa. Primjena Montrealskog protokola jedna je od rijetkih primjera uspješne intervencije za uklanjanje negativnog djelovanja čovjeka na okoliš.

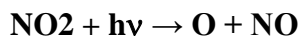
Ukupna količina ozona u atmosferi se može izraziti preko tzv. Dobsonovih jedinica (DU). Ozonski omotač u atmosferi ima prosječnu vrijednost od 300 DU dok mu debljina iznosi negdje oko 3 milimetara. Za usporedbu, ozonske rupe imaju početak pri vrijednosti od 220 Dobsonovih jedinica, odnosno na 2,2 milimetara. [19]

### **1.3.2. Troposferski ozon:**

Troposferski ozon čini samo 10 % ukupne količine ozona u vertikalnom stupcu Zemljine atmosfere, ali je iznimno važan kao sastojak fotokemijskog zagađenja zraka te oksidacijskog udara na bliži površinski sloj. [20]

Nastajanje troposferskog ozona je niz složenih kemijskih reakcija oksidacije čiji su sudionici već prije navedeni dušikovi oksidi te hlapljivi organski spojevi (eng. VOC – volatile organic compounds) kao što su ugljikovodici. [21] Takve reakcije se provode pod utjecajem UV zračenja;  $\text{NO} + \text{HC} + \text{O}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_3$

Slijede reakcije u kojima se dešava interakcija ozona i  $\text{NO}_x$ -a;

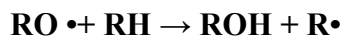
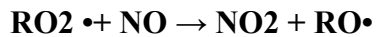
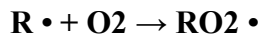
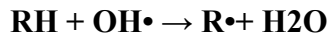


U ovim reakcijama  $h\nu$  je foton čija energija ovisi o frekvenciji ( $\nu$ ) svjetlosti.  $\text{M}$  predstavlja molekulu dušika ili kisika. Ugljikovodici imaju zadaću da pretvore NO u  $\text{NO}_2$ , a u tome nema sudjelovanja molekule ozona što će dovesti do akumulacije samog ozona. Fotokemijski ozon



može biti prouzročen djelovanjem aldehida i peroksiacil nitrata. [22]

Radikali ( $\text{OH}^\bullet$ ) i reaktivni ugljikovodici mogu napraviti pretvorbu iz NO u  $\text{NO}_2$  bez prisustva ozona, stoga se može povećati koncentracija ozona u onečišćenoj atmosferi. Reakcije su;



Glavni sastojak smoga u velikim svjetskim gradovima je troposferski ozon te u nižim slojevima atmosfere djeluje iznimno štetno na ljudsko zdravlje i okoliš. Kada se inhalira troposferski ozon u manjim koncentracijama, on može prouzročiti niz bolesti npr. astmu, upalu pluća te smanjeni kapacitet pluća. Ipak, skupina koja je najosjetljivija na izlaganje ozonu su djeca. Djeca udišu najviše zraka po gramu tjelesne težine i također ljeti kada je najveća koncentracija ozona u zraku oni većinu svog vremena provode na otvorenom. Djeca koja su oboljela od npr. astme su u opasnosti da im se pogorša stanje jer visoke koncentracije ozona mogu dovesti i do intenzivnijih napada. [23] Isto tako troposferski ozon utječe na biljke, tj. na njihovu sposobnost stvaranja hranjivih tvari. Na taj način su biljke slabije, podložne obolijevanju i lako dostupne parazitima. Ozon može reducirati usjeve npr. pšenice, a prizemni ozon napada drveća i tako ugrožava ekosustave. Visoke koncentracije ozona će doprinijeti bržem opadanju lišća koje postaje smeđe. Sama specifičnost djelovanja ozona na biljne stanice nije do kraja poznata i razjašnjena ali treba istaknuti da će ozon uzrokovati slabljenje fizioloških funkcija važnih za rast i razmnožavanje. [24]

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA:**

Cilj ovog istraživanja je bio zapravo vidjeti kolika je bila razina ozona u Puli prije nego se počelo sa širim korištenjem parnih strojeva, dakle prije odnosno na početku same industrijske revolucije i dobivene podatke iz tog razdoblja usporediti sa današnjim vrijednostima ozona, koje su rezultat tehnološkog i industrijskog napretka u prošlom stoljeću.

U tu svrhu uzete su povijesne vrijednosti ozona, odnosno koncentracija ozona u ratnoj luci Pula u periodu od lipnja do kolovoza 1878. godine koje su bile publicirane u Pomorskom zborniku, [25] gdje su se objavljivali mjesečni meteorološki podaci za klimatsku godinu prosinac 1877. – studeni 1878. godine, uključujući i mjerenja ozona vjerojatno pomoću tzv. Schonbeinove metode.

Na osnovu literaturnih podataka, odnosno publicirane baždarne krivulje Schoenbein skale-ppb ozona [26] izvršena je pretvorba vrijednosti Schonbeinove skale, najprije u ppb (parts per billion) a zatim u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Za procjenu razine ozona u periodu od 01.06.1878. pa sve do 31.08.1878. godine korišteni su sljedeći podaci; prosječne, minimalna i maksimalna temperatura zraka, zatim vrijednosti relativne vlažnosti (RH) izmjerene u 7, 14 i 21 h tijekom ta tri ljetna mjeseca kao i njena prosječna vrijednost, vrijednosti ozona po Schonbeinovoj skali za 7, 14 i 21 h, zatim nakon pretvorbe u ppb (parts per billion) vrijednosti ozona u tim jedinicama ali i vrijednosti u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nakon svih preračunatih podataka te obrade i analize istih, možemo zapravo utvrditi jesu li koncentracije ozona bile više ili niže od današnjih vrijednosti te koja je poveznica između tih vrijednosti.

### **3. MATERIJAL I METODE:**

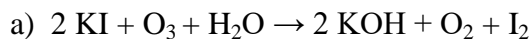
#### **3.1.) Princip metode:**

Schoenbeinova metoda se osniva na oksidacijskoj sposobnosti ozona. Ozon iz zraka će oksidirati kalijev jodid na Schonbeinovom papiru, te će tako nastati elementarni jod.

Zatim će jod reagirati sa škrobom i tako nastaje nijansa ljubičaste boje.

Tako precizna nijansa ljubičaste boje korelira sa količinom ozona koja je prisutna u atmosferi.

Postoje dvije glavne kemijske reakcije koje omogućuju navedenu pojavu;



#### **3.2.) Metoda pripreme Schoenbeinovog papira:**

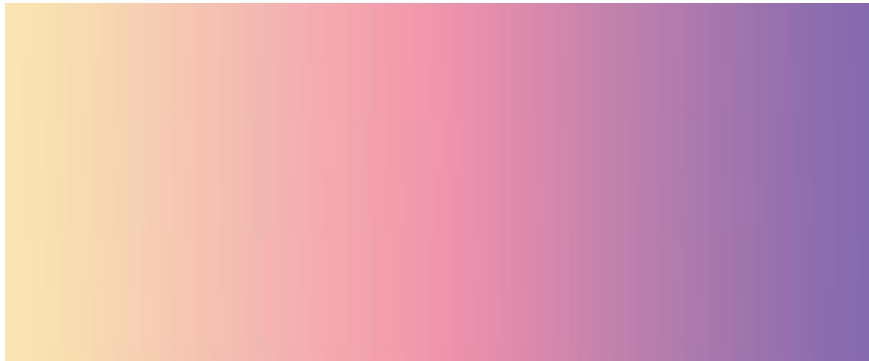
Priređena 5%-tna smjesa škroba i vode zagrijala se i miješala do trenutka nastanka prozirnog gela. Čaša je pomaknuta sa izvora topline te se dodao 1 g kalijevog jodida u smjesu koja se zatim dobro pomiješala. Komad filter papira se stavio na staklenu ploču te se pažljivo nanosila pasta na filter papir. Nakon toga se postupak ponavljao na drugoj strani filter papira te se papir stavio na sušenje. Najbolji način je sušenje na niskoj temperaturi. Trake su se držale u staklenoj ili plastičnoj posudi, te čuvale od svjetla.

Za uzorkovanje ozona, traka filter papira je umočena u destiliranu vodu i obješena na mjestu izvan dohvata sunčevih zraka. Papir se izlagao na zraku oko 8 sati.

Po izlaganju, ukoliko se odmah ne analizira, traka se spremi u hermetički zatvoren spremnik.

Za analizu sadržaja ozona, traka papira se umočila u destiliranu vodu, čime je došlo do

razvijanja boje na papiru. Dobiveno obojenje uspoređuje se sa Schoenbeinovom skalom boja i na taj način se određuje Schoenbeinov broj.



Slika 3: Prikaz Schoenbeinove skale boja ( 0-3; mala ili nikakva promjena, 4-6; boja lavande, 7-10 plava ili ljubičasta) [26]

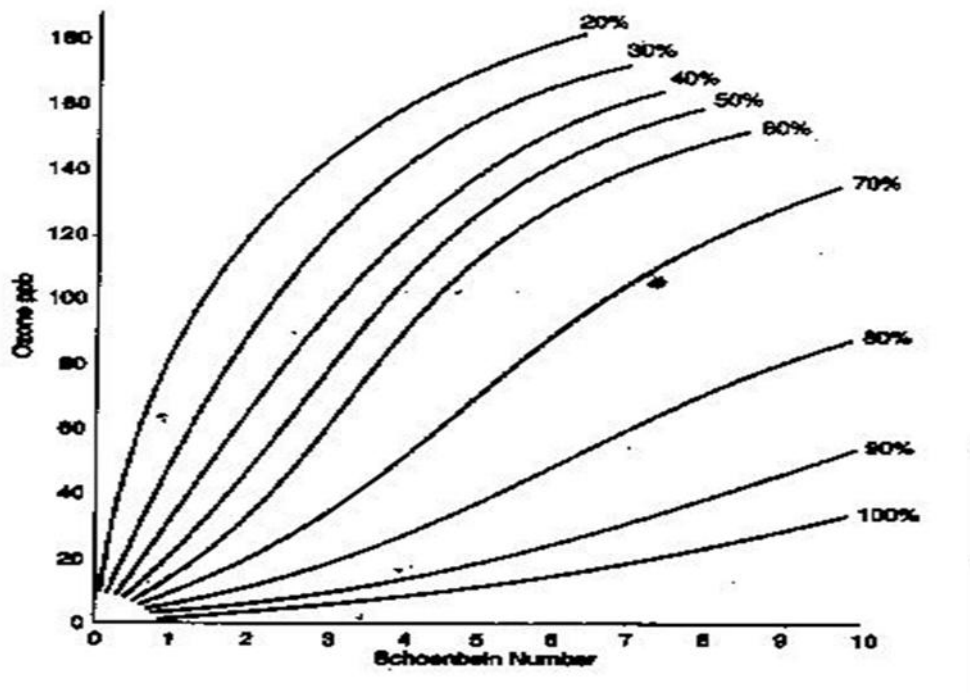
Schoenbeinov broj ovisi i o relativnoj vlažnosti. Visoka vrijednost relativne vlažnosti omogućiti će pojačanu osjetljivost Schonbeinovog papira na ozon, te se tako dobiva viši Schonbeinov broj. Stoga se pri preračunu Schoenbeinova broja u masene (ppb) i/ili težinske ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) koncentracije obavezno uzima u obzir relativna vlažnost zraka.

### **3.3.) Postupak preračuna Schoenbeinove skale u ppb i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ :**

Vrijednost Schonbeinove skale ovisi o relativnoj vlazi te se kod pretvorbe Schonbeinove skale u ppb (parts per bilion) koristila relativna vlaga izmjerena na istoj meteorološkoj postaji u Puli. Postupak preračunavanja je napravljen na sljedeći način.

U literaturi je navedena [26] baždarna krivulja ovisnosti Schoenbeinove skale i koncentracije ozona u ppb (parts per bilion), za određenu relativnu vlažnost (RH). U tom grafu su izražene krivulje za vrijednosti RH od 20 % do 100%. Za svaki od ovih iznosa relativne vlažnosti sam

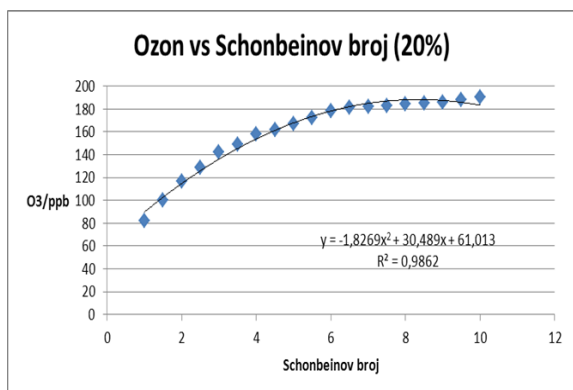
očitao vrijednosti u ppb koje odgovaraju određenim vrijednostima Schoenbeinove skale te tako precrtao baždarnu krivulju i na osnovu dobivenih podataka odredio funkciju koja ju najbolje opisuje.



Slika 4: Prikaz krivulje ovisnosti Schoenbeinovog broja i koncentracija ozona izraženima u ppb (parts per billion). [26]

Nakon određivanja funkcija napravljena su kratka testiranja tih funkcija radi utvrđivanja pouzdanosti pretvorbe Schoenbeinove skale. Jedino je za vrijednost RH za 80% primijećeno da treba koristiti jednadžbu polinoma 3. stupnja, dok je za ostale vrijednosti RH dovoljno koristiti polinom 2. stupnja. Primjer konverzije dan je na Slici 5 za RH 20%, a ostale baždarne krivulje prikazane su u slici 6.

**a) RH = 20%**

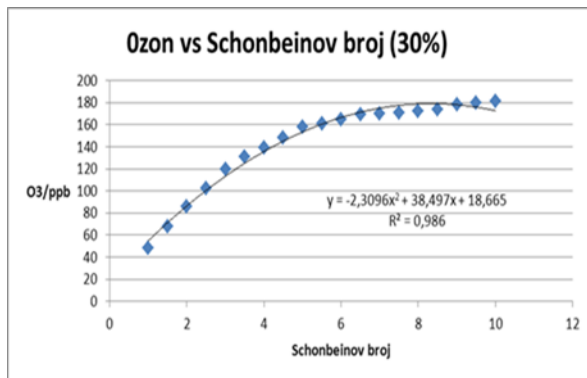


**Primjer testiranja vrijednosti:**

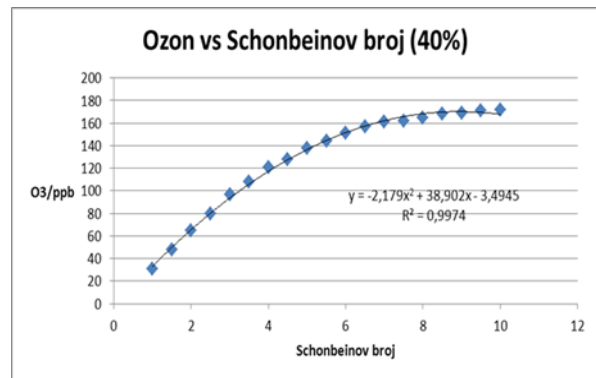
Sch. skala	O3/ppb	očitanje	ug/m3
4,6	162,6	164	314,7
7,2	185,8	185	359,7
2,2	119,2	120	230,8
9,5	185,8	186	359,6

**Slika 5: Prikaz preračuna Schonbeinove skale u ppb i ug/m<sup>3</sup>:**

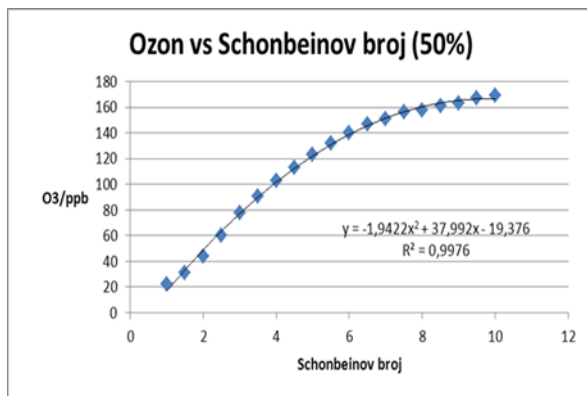
**b) RH = 30 %**



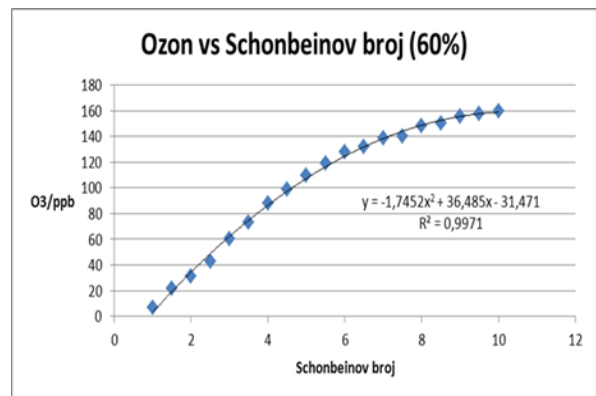
**c) RH = 40 %**



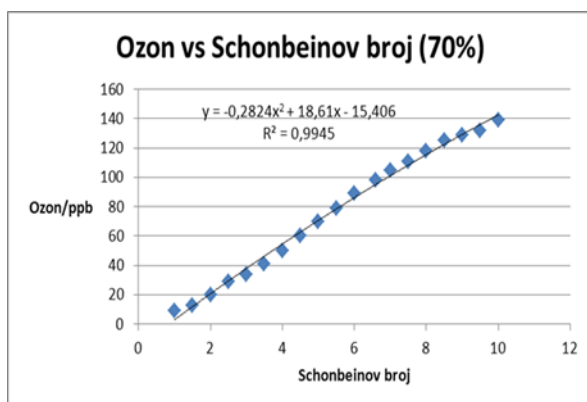
**d) RH = 50 %**



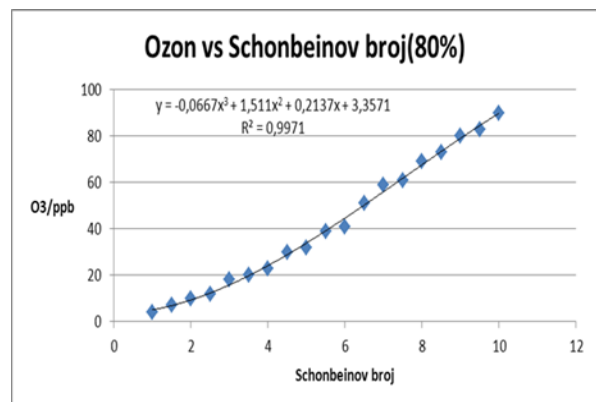
**e) RH = 60 %**



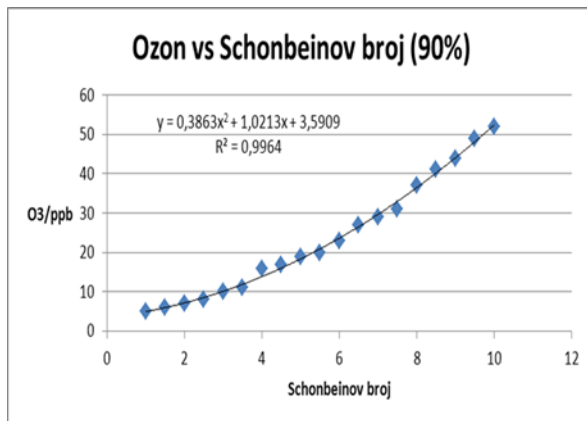
**f) RH = 70 %**



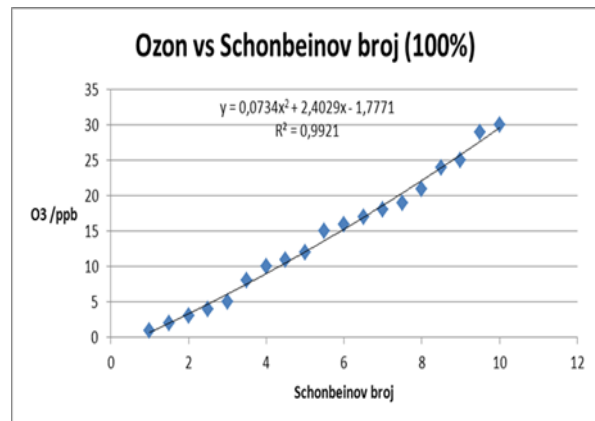
**g) RH = 80 %**



### h) RH = 90 %



### i) RH = 100 %



Slika 6: Baždarne krivulje ovisnosti Schoenbeinove skale vs. ppb ozona

Meteorološki podaci za svaki dan u ova tri mjeseca sadržavale su vrijednosti temperature zraka (prosječna, minimalna, maksimalna), relativne vlažnosti RH (prosječna, minimalna maksimalna) i ozona. Vrijednosti RH i ozona dane su za 7, 14 i 21 h. Nakon toga uslijedila je pretvorba u ppb na način da sam svaku vrijednost RH za 7, 14 i 21 h uvrštavao u jednadžbu koja je odgovarala približnoj vrijednosti RH iz baždarnih krivulja iz grafa ovisnosti Schoenbeinovog broja o koncentraciji ozona. Vrijednosti koje su bile na granici između dva RH-a sam uvrštavao u dvije jednadžbe i nakon toga izračunao njihov prosjek te je taj prosjek bio uvršten u stupce za vrijednost ozona u ppb ( npr. RH za 7h iznosi 75, on je uvršten u jednadžbu za RH 70 % i RH 80 %).

Nakon uvrštavanja u jednadžbu dobio sam rezultate koje sam svrstao u stupce za vrijednosti ozona u ppb-ima također za sva tri sata. Također sam izračunao i njihove srednje vrijednosti. Budući da se radi o pasivnom skupljanju , odnosno o višesatnoj reakciji, tj. taloženju na površinu, dobivene sam vrijednosti podijelio s pretpostavljenim vremenom izlaganja, ppb/h [28]. Do sada nismo našli informacije o točnom vremenu izlaganja Schoenbeinovih traka, no za pretpostaviti je da se podudara s mjerenjem relativne vlažnosti (RH), tim više što su ujutro izmjerene Schoenbeinove vrijednosti bile najviše, odnosno za pretpostaviti je da je i vrijeme



izlaganja bilo najdulje (10h). Pretpostavka je da je traka skinuta upravo tada u 7h ujutro a postavljena u 21h prethodnog dana. Stoga sam vrijednosti Schoenbeinove skale ozona u 7 h ujutro podijelio sa 10h a vrijednosti dobivene u 14 i 21 h dijelio sa 7 h.

I na kraju te vrijednosti u ppb/h sam pretvorio u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  također sa svaki sat posebno te iz njih također odredio srednje vrijednosti.

Isti način pretvorbe je korišten i za konverziju prosječnih vrijednosti ozona svih mjeseci klimatske godine počevši od prosinca 1877. god. pa sve do studenog 1878. godine.

Nakon što sam dobio sve te vrijednosti, rezultati su grafički prikazani radi boljeg prikaza same analize.

### **3.4.) Preračun Schoenbeinove skale u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ prema Bojkovu:**

Nakon što sam dobio srednje vrijednosti ozona po Schoenbeinovoj skali za svaki dan tijekom tri ljetna mjeseca i srednje vrijednosti za ostale mjesece u godini trebalo je te dobivene vrijednosti preračunati u ppb preko tzv. Bojkove jednadžbe. [3] Jednadžba glasi:

$$\underline{(O_3) \text{ (ppb)} = 3.4 + 4.6 \times \text{Sch.}}$$

gdje je  $(O_3)$  (ppb) volumni udio ozona, dok Sch. označava vrijednost ozona na skali 0 -10. [3]

Jednadžba je vrijedila za vrijednosti RH od 78 %, za koju vlažnost je nađena linearna ovisnost Schoenbeinovog broja i ppb ozona, dok za rezultate koji nisu približno jednaki toj vrijednosti pouzdanost upitna [3].

Tako dobiveni rezultati uspoređeni su s prethodno dobivenim uz odgovarajuću vlažnost za Pulu te sa zagrebačkim rezultatima u periodu od 1889. – 1900. godine.

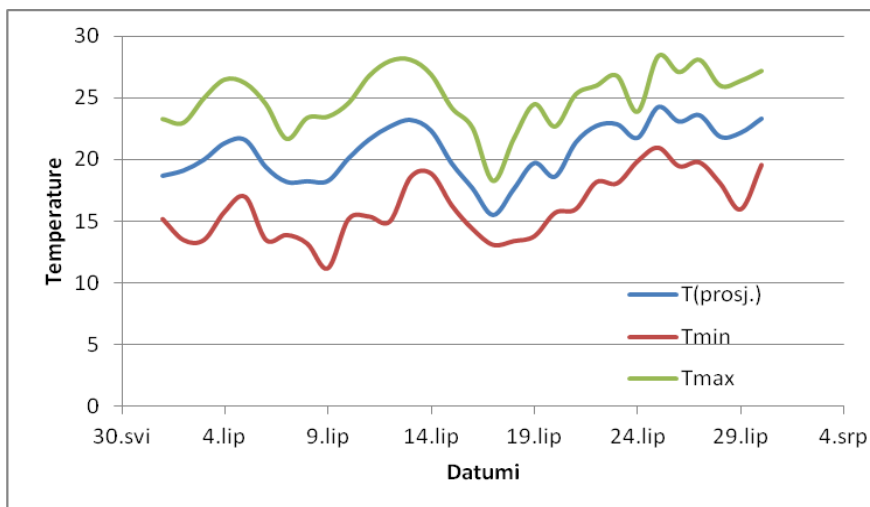
#### **4. REZULTATI:**

Meteorološki parametri korišteni u ovom radu kao i vrijednosti ozona u Schoenbeinovoju skali, te međurezultati dobiveni tijekom rada dani su u obliku tablica u Prilogu., dok je ovdje dan samo grafički prikaz.

##### **4.1.) Prikaz pretvorenih vrijednosti za tri ljetna mjeseca:**

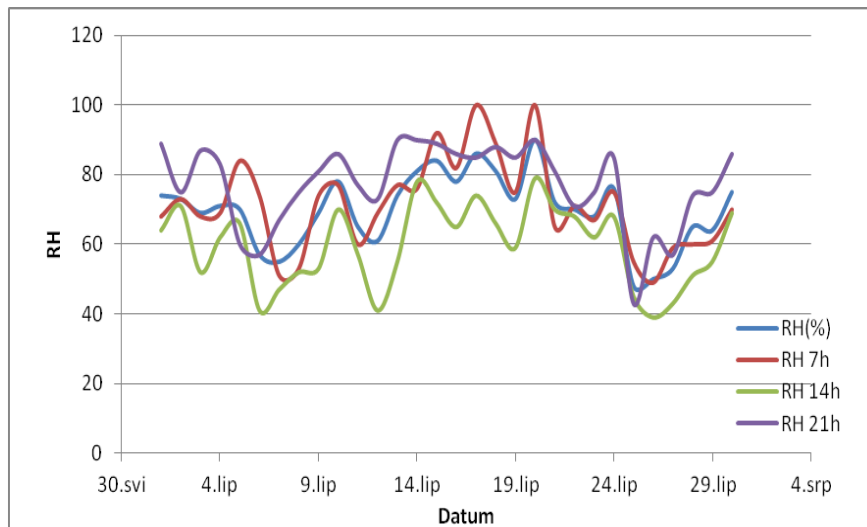
###### **a) Mjesec lipanj 1878. godine:**

Prosječne dnevne temperature u mjesecu lipnju kreću se oko 20 °C, dok su maksimalne dnevne vrijednosti oko 25 °C ( Slika 7).



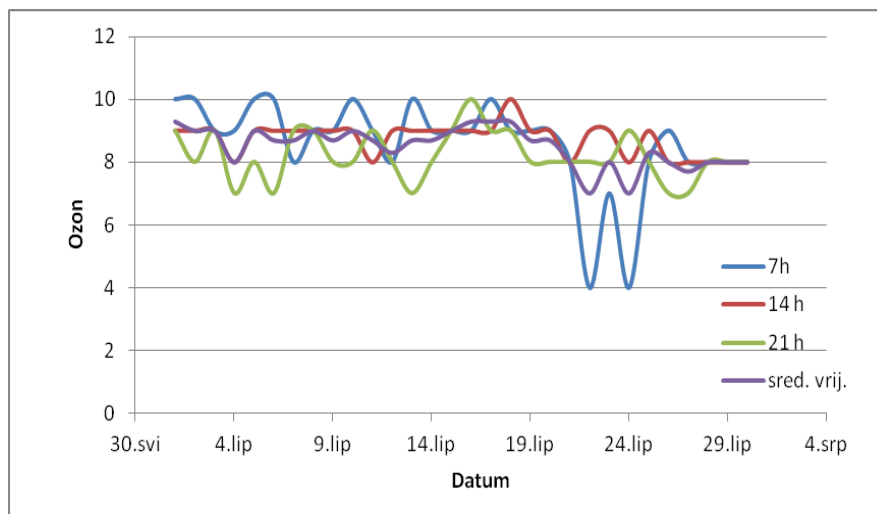
Slika 7: Prikaz prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka izmjerene u lipnju.

Slika 8: Prikaz vrijednosti RH izmjerenih u lipnju.



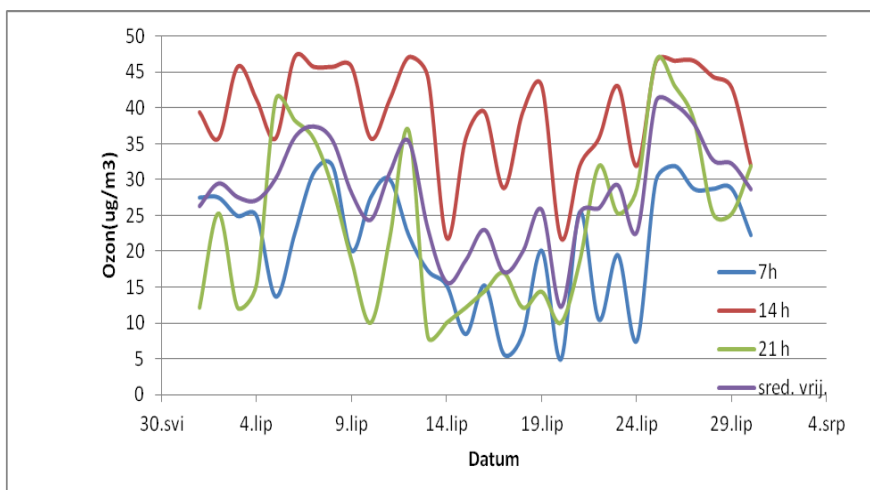
Prosječna relativna vlažnost kreće se od 40-85%, dok je najniža prema očekivanju u 14h

Najviša relativna vlažnost je u 7h. (Slika 8).



Slika 9: Prikaz vrijednosti ozona u Schoenbeinovoј skali izmjerenih u lipnju.

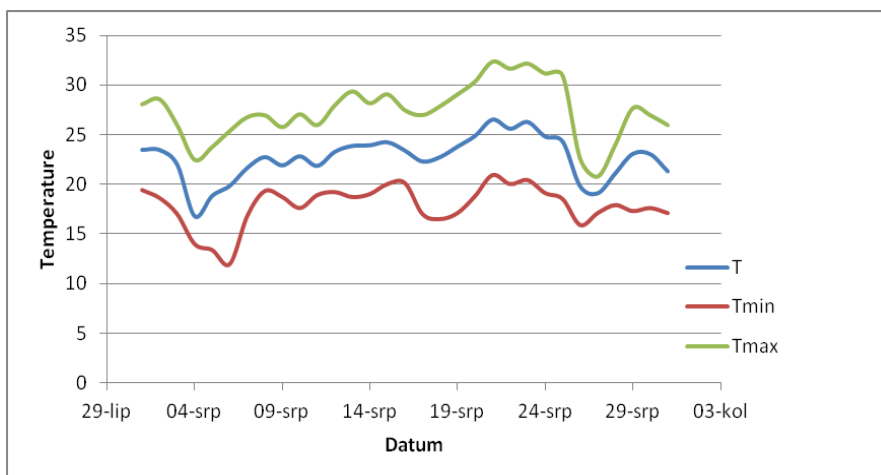
Koncentracija ozona izražena kao Schoenbeinov broj kreće se u uskom rasponu između 8,5 i 10, osim vrijednosti 22. i 24.06 u 7 h kada su pale na 4. Dana 22.06. je zabilježen sjeveroistočni vjetar. Najviše vrijednosti dobivene su u 7 h, budući da je vrijeme uzorkovanja najduže.



Slika 10: Prikaz vrijednosti ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  izmjerenih u lipnju.

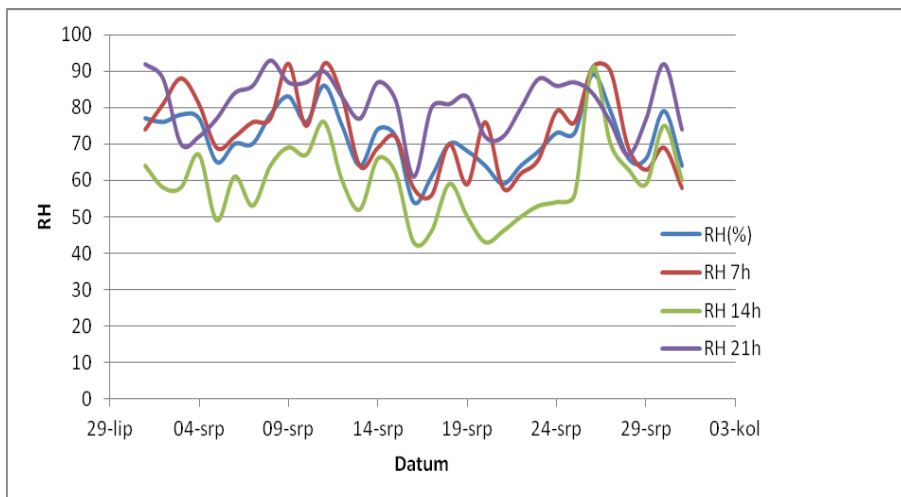
Konačna pretvorba u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , uzimajući u obzir relativnu vlažnost, pokazuje veći raspon vrijednosti ozona: za prosječnu vrijednost od  $15\text{--}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a za vrijednost u 14 h od  $22\text{--}47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Prema očekivanju, najviše koncentracije ozona dobivene su u najtoplijem dijelu dana, u 14 h.

#### **b) Mjesec srpanj 1878. godine:**



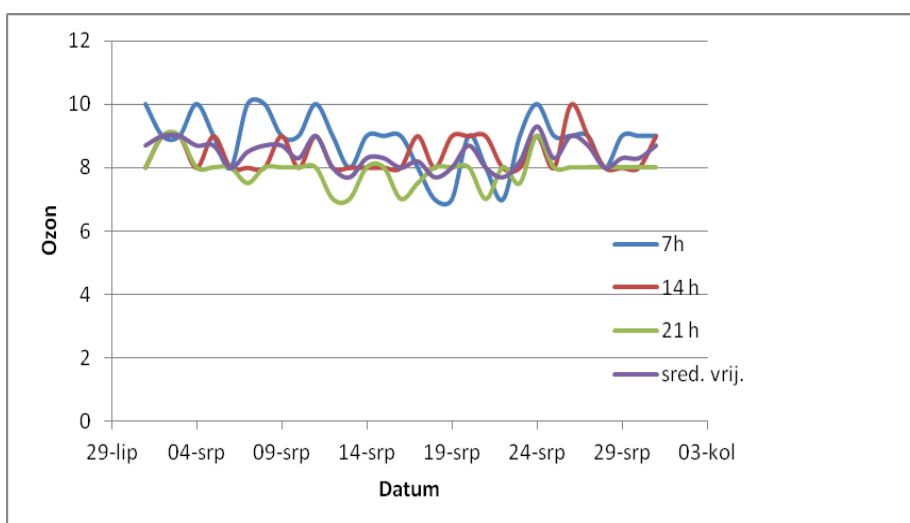
Slika 11: Prikaz prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka izmjerene u srpnju.

Prosječna mjesečna temperatura porasla je u odnosu na prethodni mjesec i iznosi cca  $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , dok je maksimalna porasla na  $32 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Slika 11).



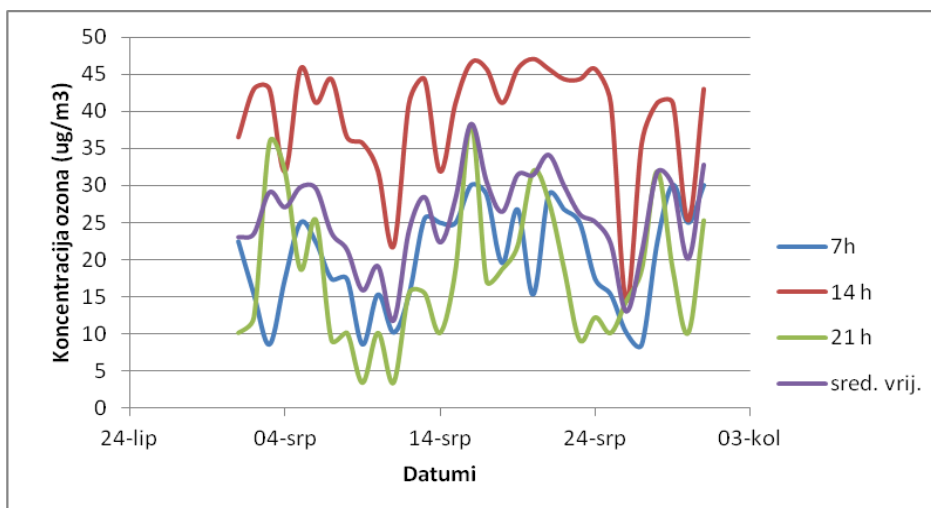
Slika 12: Prikaz vrijednosti RH izmjerenih u srpnju.

Prosječna dnevna relativna vlaga kreće se u rasponu od 55-90%. Najniža vrijednost relativne vlage zabilježena je u 14h a iznosi 43 %. Maksimalna vrijednost relativne vlage je zabilježena u 7h a iznosi 92 %. (Slika 12).



Slika 13: Prikaz vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali izmjerenih u srpnju.

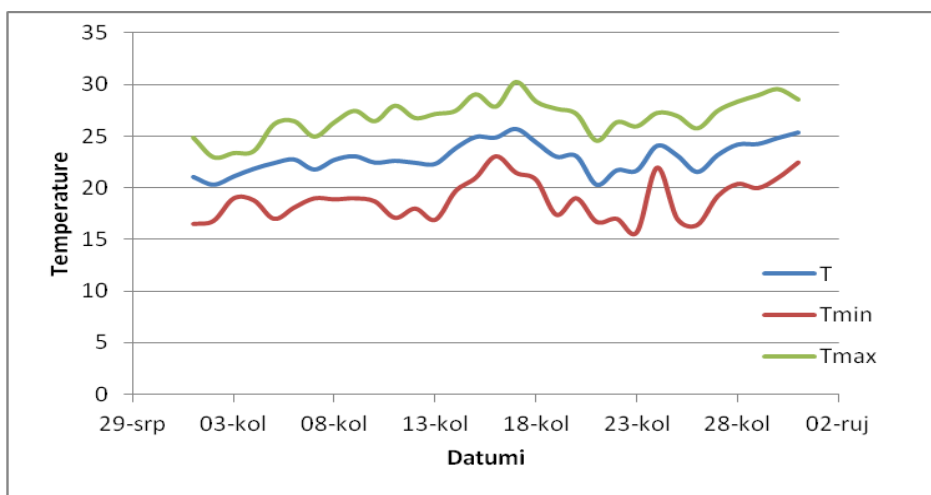
Vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali kreću se u rasponu od 7-10, s maksimalnim vrijednostima u 7h. Minimalne vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali su zabilježene u 21h (Slika 13).



Slika 14: Prikaz vrijednosti ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  izmjerenih u srpnju.

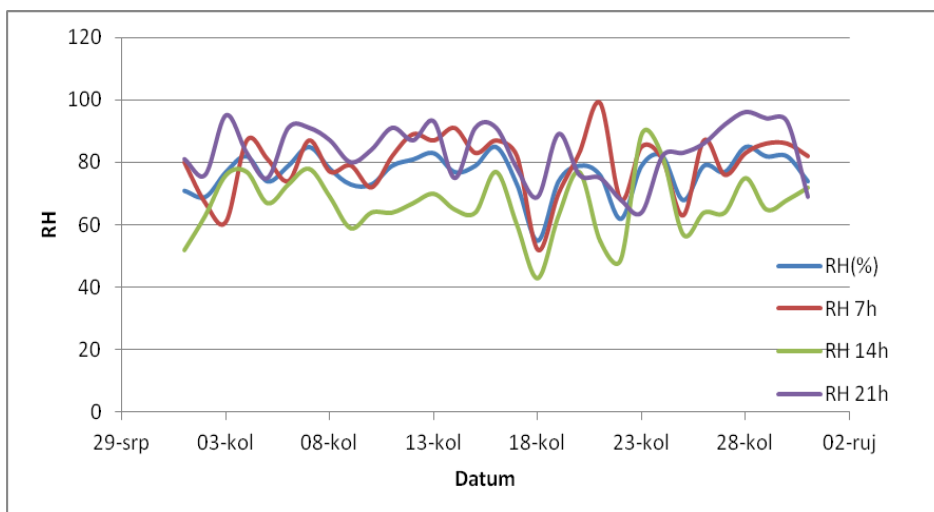
Konačna pretvorba mijenja sliku. Srednje vrijednosti kreću se od  $15\text{-}35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dok su najviše vrijednosti dobivene u 14 h i kreću se od  $15\text{-}47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Prosječne koncentracije u 7 i 21 h su podjednake.

### **c) Mjesec kolovoz 1878. godine:**



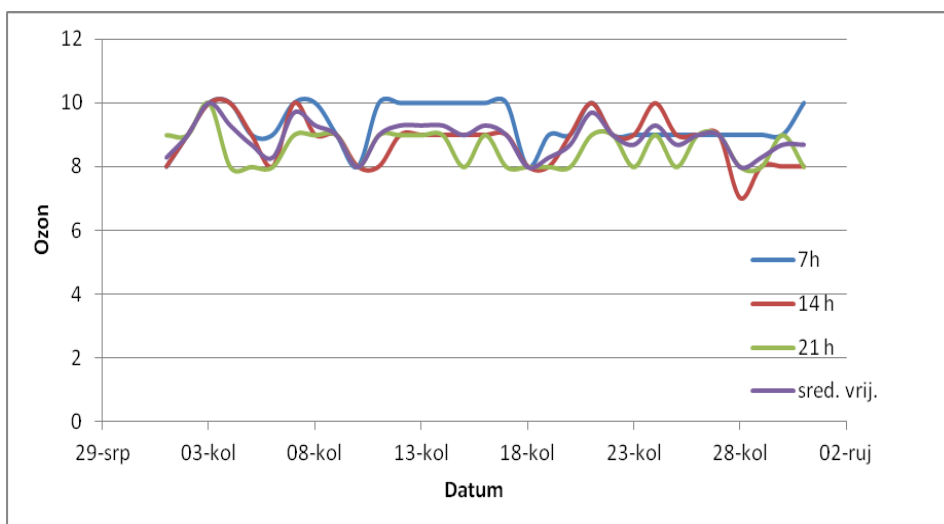
Slika 15: Prikaz prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka izmjerene u kolovozu.

Prosječna dnevna temperatura u kolovozu kreće se od  $20\text{-}26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , dok se maksimalne dnevne vrijednosti kreću od  $25\text{-}30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Slika 15).



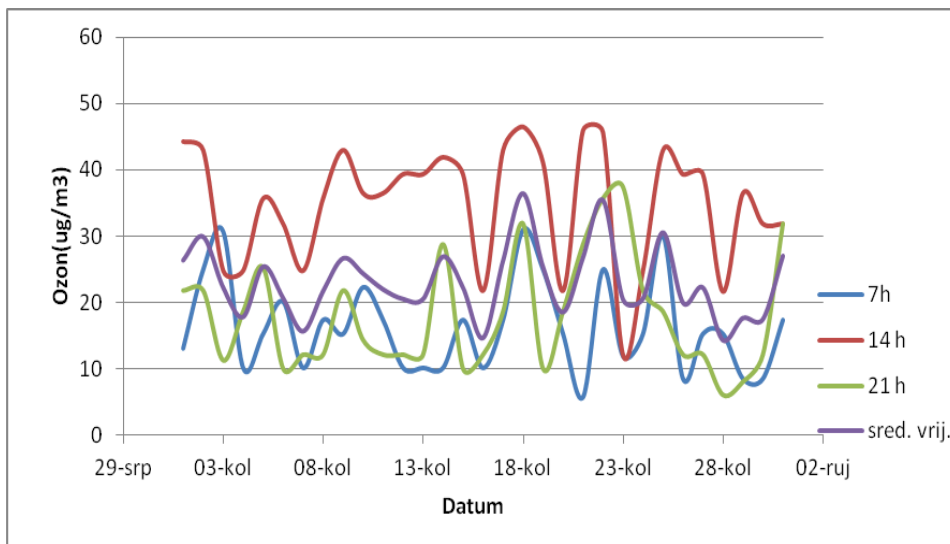
Slika 16: Prikaz vrijednosti RH izmjerenih u kolovozu

Prosječna dnevna RH kreće se od 60-83%. Najniža RH je zabilježena u 14h i iznosi 43 % dok je najviša RH je zabilježena u 7h a iznosi 99 %. (Slika 16)



Slika 17: Prikaz vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali izmjerenih u kolovozu

Srednje vrijednosti ozona iznose od 8-10, u prvoj polovini mjeseca još uvijek je najviša vrijednost dobivena u 7 h , dok je u drugoj polovini najviša vrijednost dobivena u 14 h.



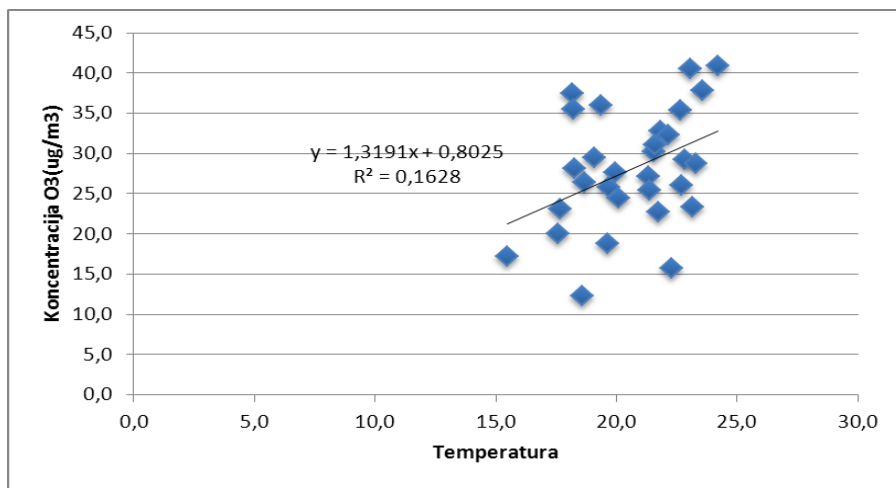
Slika 18: Prikaz vrijednosti ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  izmjerenih u kolovozu.

Preračunate koncentracije ozona u kolovozu kreću se od 15-35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dok je maksimalna vrijednost dobivena u 14 h, u rasponu 15-47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

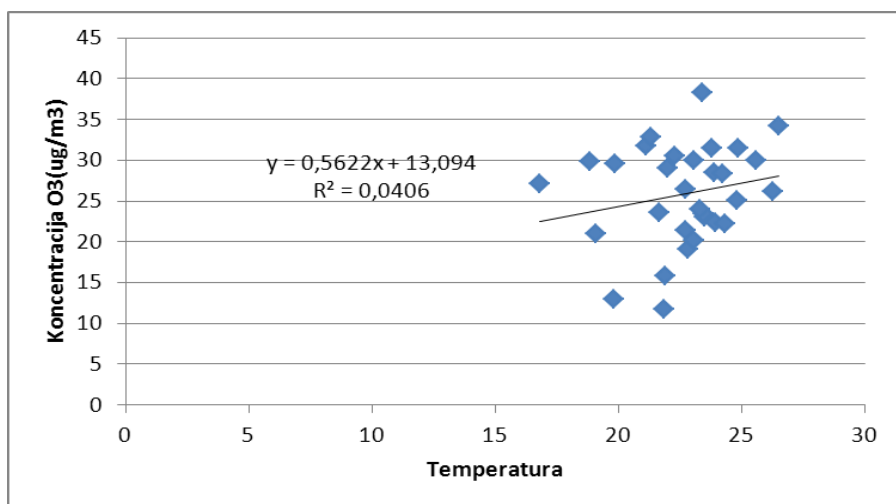


#### **4.2. Ovisnost koncentracije ozona u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o prosječnoj temperaturi:**

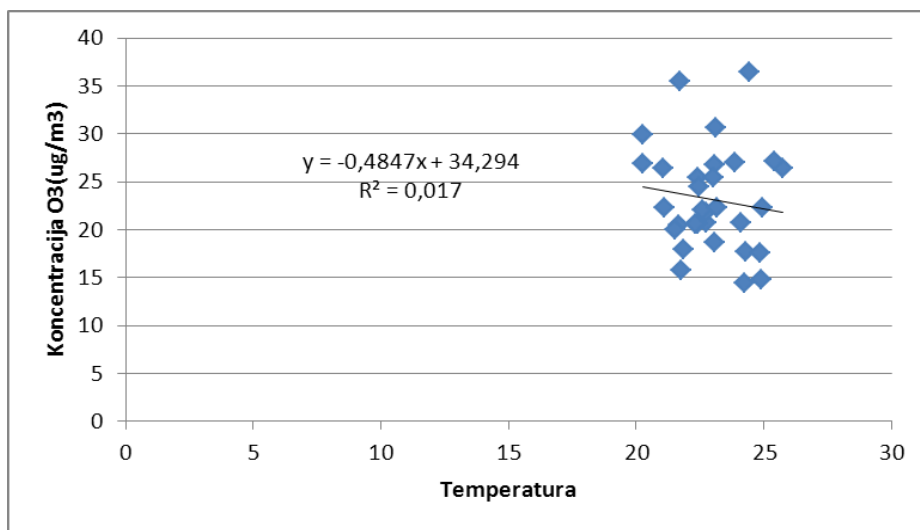
U ovom dijelu se prikazuje ovisnost prosječne temperature iz tri ljetna mjeseca o koncentraciji ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  iz Pule 1878. godine.



Slika 19: Odnos prosječne temperature i prosječne koncentracije ozona za lipanj 1878. god.



Slika 20: Odnos prosječne temperature i prosječne koncentracije ozona za srpanj 1878. god.

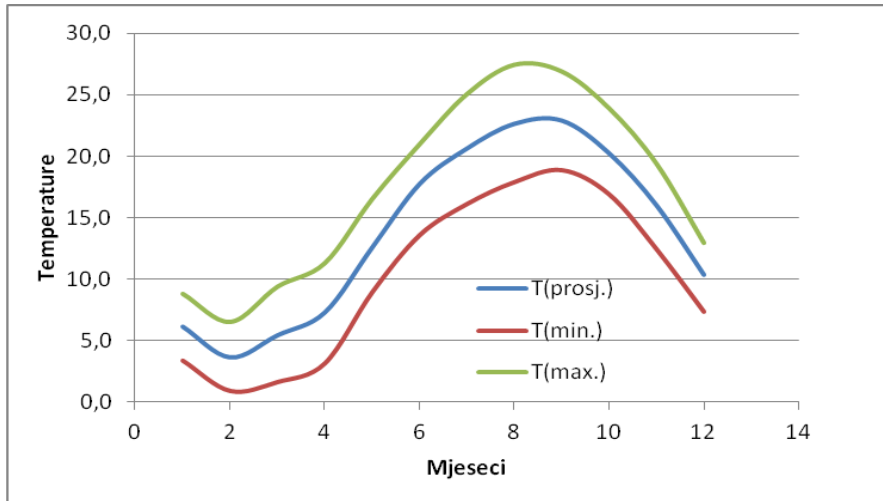


Slika 21: Odnos prosječne temperature i prosječne koncentracije ozona za kolovoz 1878. god.

Uspoređeni su podaci između prosječne temperature i prosječne koncentracije ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za tri ljetna mjeseca. Za lipanj i srpanj su zabilježene vrijednosti korelacije; lipanj(0.4), srpanj(0,2). Ovdje imamo primjer pozitivne korelacije. Primjer negativne korelacije se javlja u kolovozu (-0.1), zbog pada temperature zraka. Budući da nijedna vrijednost ne prelazi 0.50 možemo reći da je slaba povezanost između ova dva parametra.

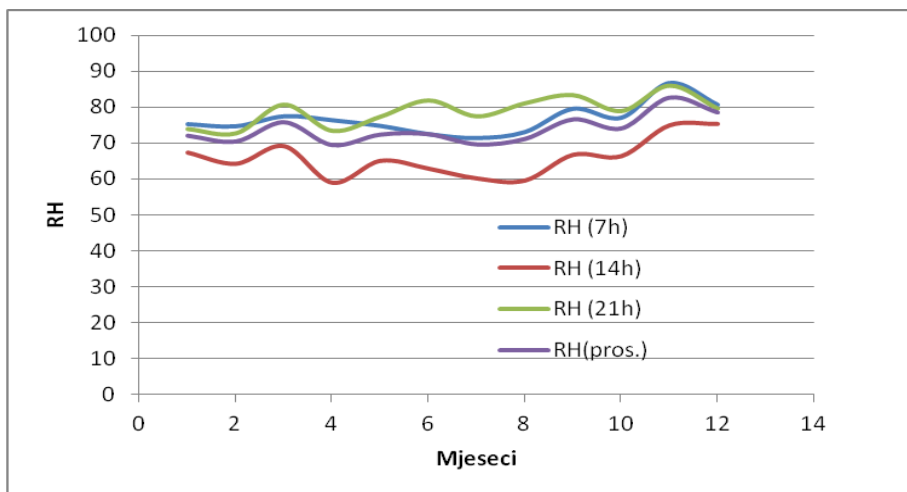
#### **4.3.) Prosječne vrijednosti ozona za godišnji period prosinac 1877.-studeni 1878. godine:**

Iz prosječnih mjesečnih vrijednosti vlage i prosjeka Schoenbeinovih brojeva izračunat je godišnji hod koncentracije ozona u razdoblju prosinac 1877. - studeni 1878.



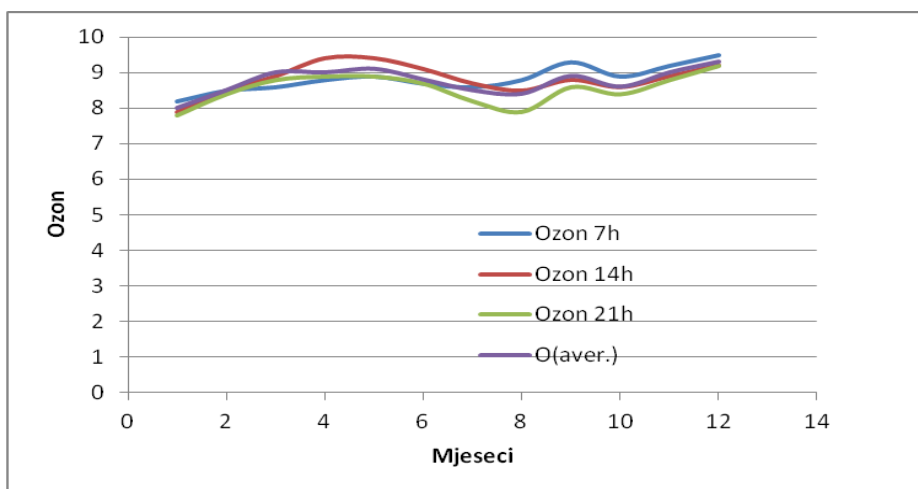
Slika 23: Prikaz prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka po mjesecima za period prosinac 1877.-studeni 1878. godine.

Prosječne dnevne temperature za period prosinac 1877. – studeni 1878. se kreću od 3.7 °C do 22.9 °C. Maksimalna prosječna temperatura je postignuta u kolovozu, a minimum u siječnju 1878. (Slika 23).



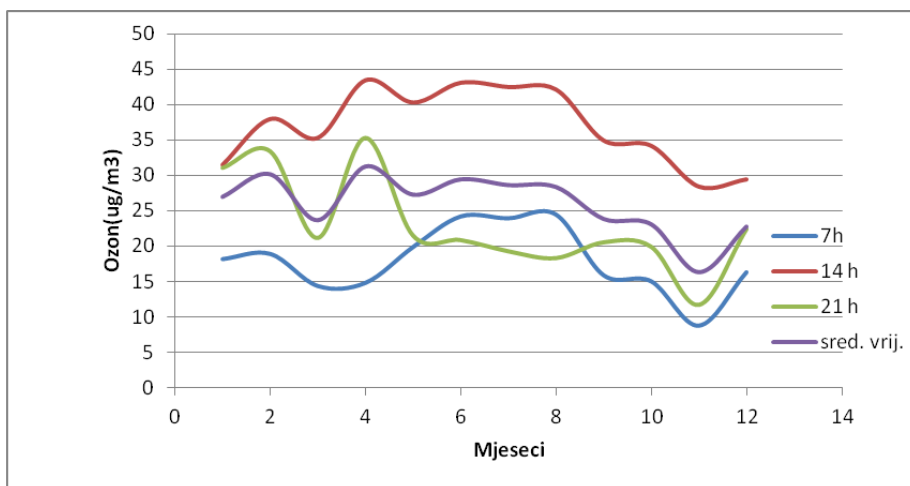
Slika 24: Prikaz vrijednosti RH po mjesecima za period prosinac 1877.-studeni 1878. Godine

Prosječna mjesečna količina vlage za period prosinac 1877. – studeni 1878. se kreće od 69.5 - 82.6 %. Najniža RH je zabilježena u 14h u ožujku, iznosi 58.9 % a najviša RH zabilježena je u 7h u listopadu i iznosi 86.8 %. (Slika 24)



Slika 25: Prikaz vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali po mjesecima za period prosinac 1877.-studeni 1878. Godine.

Prosječna mjesečna koncentracija ozona za period prosinac 1877. – studeni 1878. se kreće u uskom rasponu između 8 i 9.3. Najviše vrijednosti dobivene su u 7h za mjesec studeni, iznose 9.5. Najniže koncentracije su dobivene u 21h u prosincu 1877. a iznose 7.8. (Slika 25)

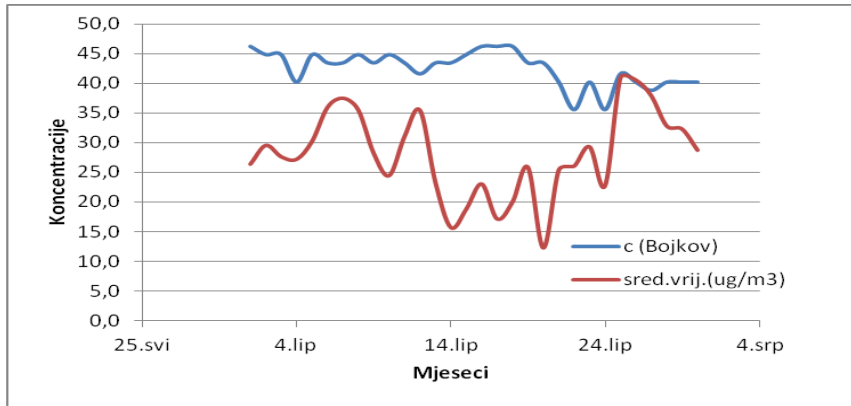


Slika 26: Prikaz vrijednosti ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  po mjesecima za period prosinac 1877.-studeni 1878. Godine

Prosječne mjesečne koncentracije ozona kreću se od 16 do  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . U odnosi na današnje profile, nema izrazitog porasta u ljetnim mjesecima ( lipanj-kolovoz). Zanimljivo je da su najveće prosječne koncentracije ozona dobivene u travnju te veljači 1878, a nakon toga u razdoblju lipanj-kolovoz 1878. Od početka godine vidljiv je blagi trend pada, što je vjerojatno uvjetovano meteorološkom situacijom.

#### **4.4.) Prikaz pretvorenih prosječnih vrijednosti ozona po Bojkovoj jednadžbi:**

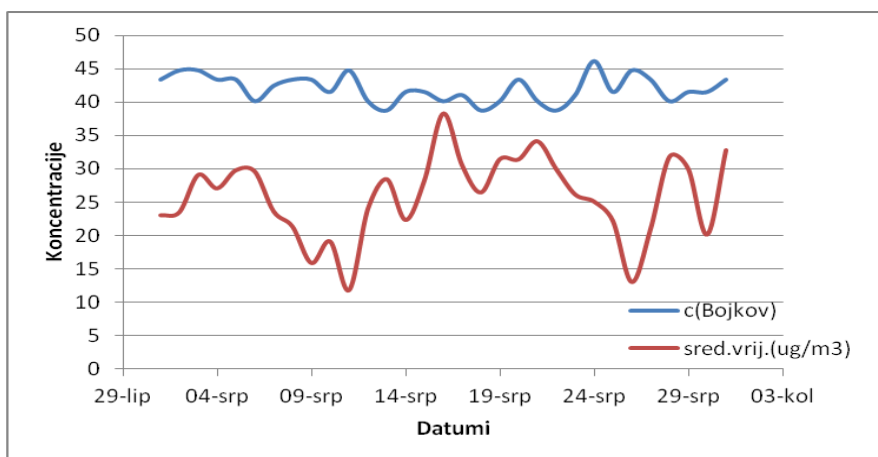
##### **a) Mjesec lipanj:**



Slika 27: Prikaz udjela ozona po Bojkovu i konc. ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) u Puli iz lipnja 1878. god.

Iz slike 27 je vidljivo da preračun koncentracija po Bojkovu [3] daje približno dvostruke vrijednosti od onih koje se dobivaju uzimajući u obzir prave vrijednosti vlage iz meteoroloških podataka. Ovo iznenađuje, jer je prema literaturi [3] postignuta linearna ovisnost samo za 78% RH. Nasuprot tome, kod nas je najbolje slaganje postignuto s relativnom vlagom cca 50%.

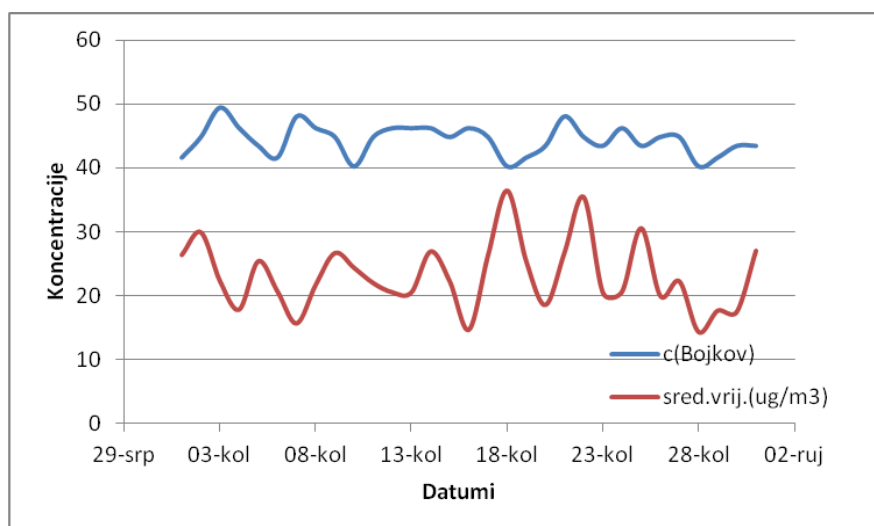
##### **b) Mjesec srpanj:**



Slika 28: Prikaz udjela ozona po Bojkovu i konc. ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) u Puli iz srpnja 1878. god.

Iz slike 28. vidljivo je također da preračun koncentracija po Bojkovu [3] daje približno dvostruke vrijednosti od onih koje se dobivaju uzimajući u obzir prave vrijednosti vlage iz meteoroloških podataka. Po Bojkovu najveća koncentracija ozona je zabilježena 24.07. a najmanje se javljaju 14. 19. i 23.07. U vrijednostima za srpanj najbolje slaganje dobiveno je kod najmanje RH (54%).

### **c) Mjesec kolovoz:**

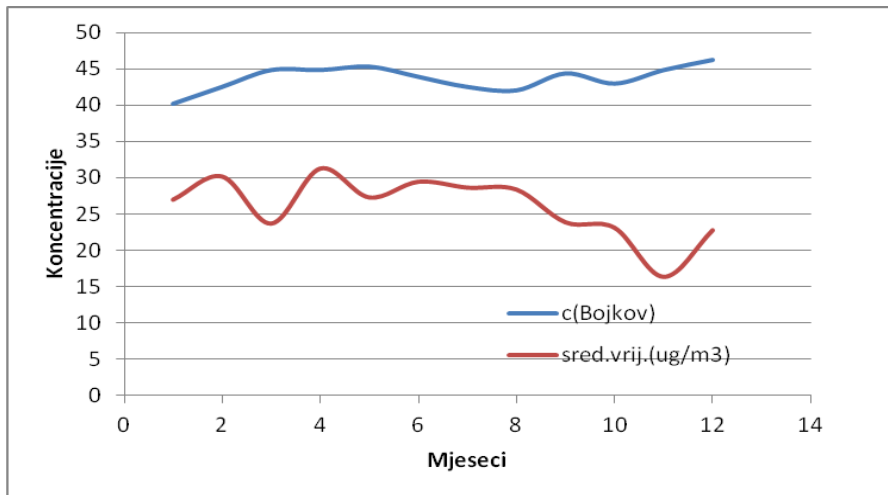


Slika 29: Prikaz udjela ozona po Bojkovu i konc. ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) u Puli iz kolovoza 1878. god.

Iz slike 29. ponovno se vidi da preračun koncentracija po Bojkovu [3] daje približno dvostruke vrijednosti od onih koje se dobivaju uzimajući u obzir prave vrijednosti vlage iz meteoroloških podataka. Po Bojkovu najveća koncentracija ozona je zabilježena 04.08. a najmanje se javljaju 11. 19. i 29.08. U vrijednostima za kolovoz najbolje slaganje dobiveno je kod najmanje RH (55%).

## Godišnji hod mjesečnih koncentracija ozona ( ug/m<sup>3</sup>) izračunatih po Bojkovu [3]

### d) Godišnji period prosinac 1877. - studeni 1878. godine:



Slika 30: Prikaz udjela ozona po Bojkovu i konc. ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) za godišnji period prosinac 1877. - studeni 1878. godine.

Iz slike 30. vidimo da je po Bojkovu je najveća koncentracija ozona je zabilježena u studenom 1878. a najmanja se javlja u srpnju 1878. godine. Trend tako dobivenih mjesečnih vrijednosti je konstantan, dok vrijednosti dobivene preračunom za koje su se koristile izmjerene vrijednosti RH pokazuje lagani pad prema kraju godine.



#### **4.5.) Prikaz satnih izvornih podataka za vrijednosti ozona u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iz mjerne postaje**

##### **„Pula Fižela“:**

##### **Opis mjerne postaje „Pula Fižela“:**

Mjerna postaja „Pula Fižela“ nalazi se na području grada Pule te je ona dio lokalne Mreže koja prati kakvoću zraka u gradu Puli.

Na ovoj postaji se mjere onečišćujuće tvari kao što su  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}_x$  (dušikovi oksidi).

Te tvari se mjere preko automatskog analizatora a mjerna jedinica je  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Za mjerenje ozona se koristi model „Teledyne API 400E UV Photometric  $\text{O}_3$  analyser.“

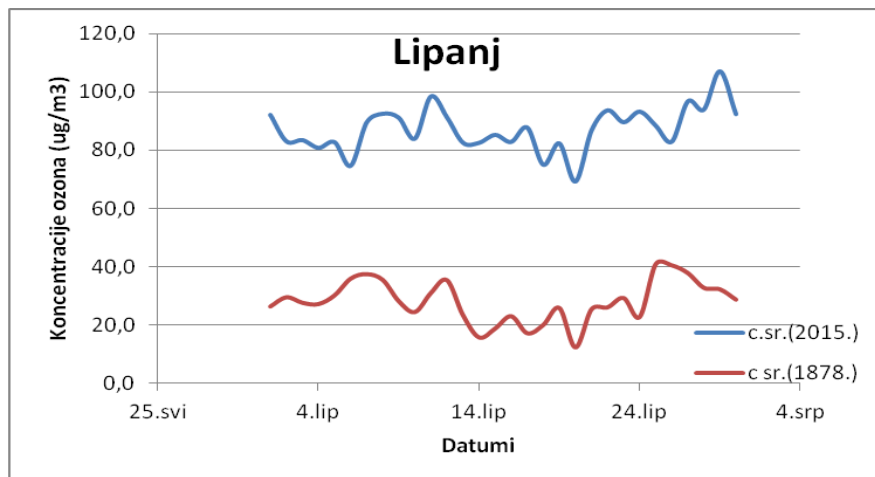
Odgovorna institucija je Zavod za javno zdravstvo Istarske županije. [29]



Slika 31: Mjerna postaja Fižela Pula [30]

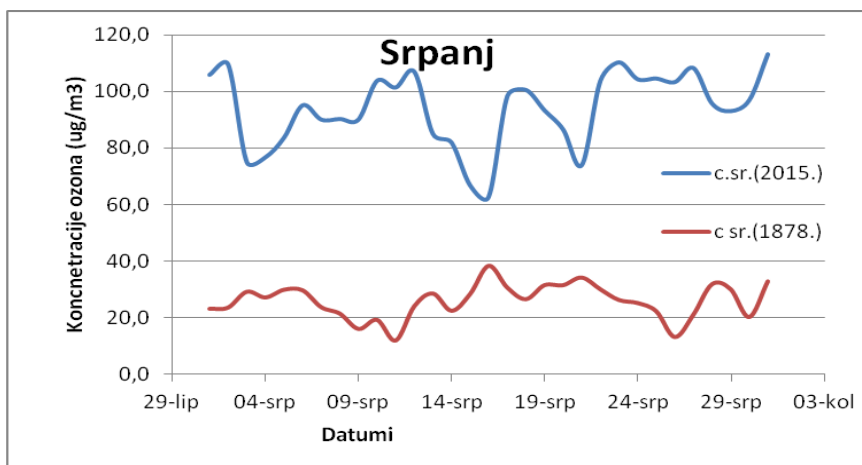
(<http://www.istrazrak.hr/sites/default/files/FIZELA%20STOJA%2002.jpg>)

**Usporedba koncentracija ozona izmjerenih u stanici „Pula Fižela“ iz 2015. s povijesnim vrijednostima iz perioda lipanj-kolovoz 1878.god.**



Slika 32: Prikaz srednjih vrijednosti ozona izmjerenih u stanici „Pula Fižela“ u lipnju 2015. i srednje vrijednosti ozona iz lipnja 1878.god.

Uspoređujući srednje koncentracije ozona iz mjerne postaje „Pula Fižela“ 2015. sa srednjim koncentracijama u Puli iz 1878.godine vidimo da su koncentracije ozona iz 2015. Godine približno 3 puta više od onih iz 2. pol 19. stoljeća. Srednje koncentracije ozona iz 2015. se kreću u rasponu od  $69.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $107.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . S druge strane, srednje koncentracije ozona iz 1878. kreću se u rasponu od  $12.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $40.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

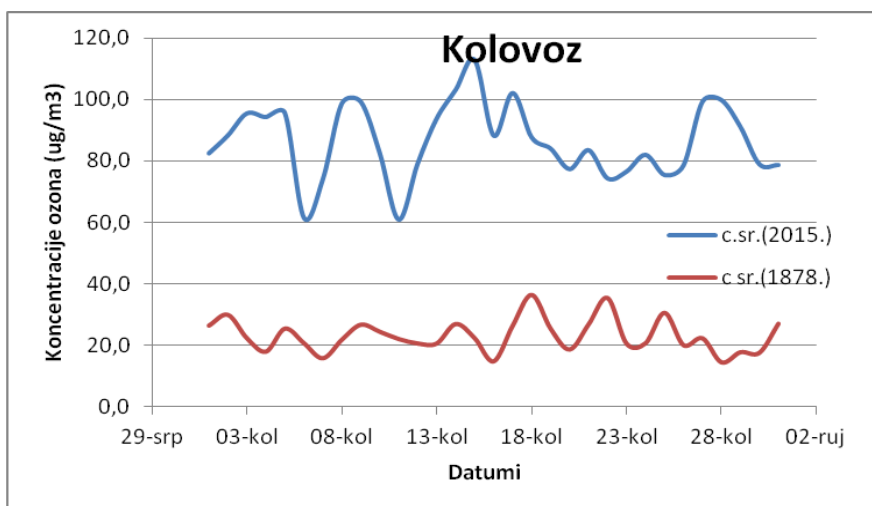


Slika 33: Prikaz koncentracija ozona izmjerenih u stanici „Pula Fižela“ u srpnju 2015. i srednje vrijednosti ozona iz srpnja 1878.god.

U ovom primjeru je slična situacija jer i sa koncentracijama ozona dobivenim u srpnju i kolovozu 2015 koje su višestruko više u odnosu na povijesne vrijednosti.

Srednje koncentracije ozona u srpnju 2015. se kreću u rasponu od  $62.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $113.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje koncentracije ozona iz 1878. kreću se u rasponu od  $11.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $38.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Slika 34: Prikaz koncentracija ozona izmjerenih u stanici „Fižela“ u kolovozu 2015. i srednje vrijednosti ozona iz kolovoza 1878.god.

Srednje dnevne koncentracije ozona iz 2015. se kreću u rasponu od  $61.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $112.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dok je raspon istovjetnih povijesnih vrijednosti od  $14.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $36.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## **5. RASPRAVA:**

Među meteorološkim podacima iz 1878 za ratnu luku Pula, nađeni su i podaci o ozonu. Kako do sada nisu pronađena nikakva dodatna objašnjenja, pretpostavljamo da se radi o vrijednostima izraženim u Schoenbeinovoj skali. Pomoću dostupnih podataka o relativnoj vlazi i baždarne krivulje Schoenbein skala - ppb ozona [28] bilo je moguće izvršiti pretvorbu iz Schoenbeinovog broja u ppb, a odatle u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **5.1. Dnevni podaci:**

Gledajući vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali za ljetne mjesece, u lipnju je najveća vrijednost ozona izmjerena u 7h a najmanja u 21h. Slični rezultati su zabilježeni u srpnju i kolovozu. U kolovozu su vrijednosti ozona izmjerene u 14h na početku prve i druge polovice mjeseca bile skoro jednake onima iz 7h a treba istaknuti da vrijednosti ozona izmjerenih u 21h su kako se bliži kraj svakog mjeseca bile sve niže. Od 11.8-17.8 su vrijednosti ozona u kolovozu bile na maksimumu (10). U lipnju imamo dva minimuma 22. i 24.6 a za 22.06. iako tada nisu zabilježene oborine. Prema tim rezultatima vidi se da su noćne vrijednosti ozona u Schoenbeinovoj skali veće od onih dobivenih po danu, što je u skladu s rezultatima istraživanja sa otoka Gozo [2], koji su izraženi u drugim Lenderovim jedinicama, zbog čega nije moguća njihova transformacija u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Jutarnje vrijednosti ozona izmjerene u 7h su veće od onih izmjerenih u 21h navečer.

Razlog tome je što se radi o pasivnom sakupljanju, i prema dostupnim podacima, uzorak sakupljen u 7 h ujutro je bio izložen 10 h, za razliku od ostalih po 7 h.

Analizirajući vrijednosti ozona pretvorenih u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za ljetne mjesece vidimo da su najviše

vrijednosti ozona zabilježene u 14h tijekom tri ljetna mjeseca. Vrijednosti izmjerene u 7h su najmanje tijekom lipnja i kolovoza, dok u srpnju je minimum zabilježen u 21h.

Prosječne dnevne vrijednosti kreću se od 15-50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Uspoređujući te vrijednosti sa vrijednostima ozona iz Zagreba za period 1889.-1900. vidimo da su tamo povijesne vrijednosti ozona preračunate metodom po Bojkovu u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  uz konstantnu vlagu (78%) približno dva puta više (cca 60-75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) od ovih. [3] Analizirajući prosječnu dnevnu temperaturu sa prosječnom dnevnom koncentracijom ozona za sva 3 ljetna mjeseca vidimo iz slike 19. i 20. za lipanj i srpanj da je koncentracija ozona u pozitivnoj korelaciji sa temperaturom dok se na slici 21. za kolovoz vidi negativna korelacija koncentracije ozona sa temperaturom, zbog trenda smanjenja temperature zraka. Ako se primjeni metoda po Bojkovu za preračun pulskih povijesnih vrijednosti, vidimo da su tako dobivene vrijednosti skoro dvostruko više, odnosno u rangu su dobivenih zagrebačkih. Jedino u lipnju vidimo da od 25.6-28.6 nema velikih razlika između vrijednosti dobivenih dvjema različitim metodama konverzije. Međutim, ovo slaganje nije dobiveno kod približno RH 78%, već kod cca 50-55%, što ukazuje na moguću sistemsku grešku u nekoj od primijenjenih metoda ( ne znamo kojoj). Godišnji prosjeci koncentracija ozona po noći sadrže blagi trend prema nižim vrijednostima posebno na kraju mjerenja.

## **5.2. Mjesečne vrijednosti:**

Što se tiče prosječnih vrijednosti ozona u Schoenbeinovoј skali za godišnji period prosinac 1877.-studeni 1878. godine, iz Tablice 8 u Dodatku vidimo da je najveća prosječna vrijednost ozona izmjerena u studenom 1878. god. Minimum je zabilježen u prosincu 1877. god., odnosno mjesečne vrijednosti Schoenbeinove skale pokazuju lagani trend porasta prema kraju

klimatske godine Gledajući po satima najvišu vrijednost ozona za sve mjesece je izmjerena u 7h. Mjesečne koncentracije ozona konvertirane u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pokazuju drugačiju sliku: maksimum u siječnju 1878. a minimum je zabilježen u listopadu 1878. god. Uspoređujući te podatke sa zagrebačkim vrijednostima, najveću vrijednost ozon je imao ako se gleda po danu u svibnju a minimum je zabilježen u prosincu. Vrijednosti izmjerene na zvjezdarnici Grič u to doba su veće od pulskih za približno dva puta.(30-70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) vrijednosti za godišnji period prosinac 1877.-studeni 1878. godine. [3] Konvertirani podaci iz Pule u razini su godišnjih vrijednosti izmjerenih u Parizu od 1876-1910, koje su se kretale od cca 15-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [31, 3] Metoda iz Pariza tzv. Montsouris metoda smatra se najpouzdanijom. [31]

### **5.3. Usporedba s današnjom razinom ozona u Puli:**

Povijesne koncentracije ozona mogu se usporediti s razinom ozona i na mjernoj postaji „Pula Fižela“ u 2015. godini. U odnosu na povijesne vrijednosti, koncentracije ozona u ljetnom razdoblju lipanj-kolovoz 2015 bile su približno 4 puta ( 80-110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) više od povijesnih ( 20-49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Uzrok tog porasta je industrijalizacija provedena u posljednjih 150 godina. možemo sa sigurnošću govoriti o porastu razine ozona kroz prošla desetljeća, unatoč još uvijek prisutnoj nesigurnosti u pretvorbi povijesnih podataka u današnje vrijednosti.

## **6. ZAKLJUČAK:**

U zadnjih 150 godina bilježimo porast udjela zagađivača u Zemljinoj atmosferi. Pritom dio krivice snosi i čovjek koji svojim aktivnostima značajno pridonosi zagađenju atmosfere i globalnom zatopljenju. Ozon u sloju stratosfere štiti živi svijet od djelovanja štetnih ultraljubičastih zraka. S druge strane pak, troposferski ozon ima štetan učinak i ubrajamo ga među sekundarne polutante koji je opasan za čovjeka, biljni i životinjski svijet.

U njegovom nastajanju sudjeluju dušikovi oksidi i hlapljivi organski spojevi (eng. VOC). U ovom radu najviše pozornosti je usmjereno na određivanje povijesnih koncentracija ozona u ratnoj luci Pula u periodu lipanj – kolovoz 1878. godine, na osnovu dostupnih meteoroloških parametara npr. temperatura i relativna vlažnost (RH). Pritom su napravljene i usporedbe sa podacima iz Zagreba te sa srednjim koncentracijama ozona u Puli u 2015. god. analizom podataka za tu godinu za mjernu postaju „Fižela“.

Nakon provedenih izračuna i konverzije vrijednosti možemo zaključiti :

1. Da su koncentracije ozona iz Pule u 2. polovici 19. stoljeća upola niže od vrijednosti ozona koje su dobivene metodom po Bojkovu na osnovu istih podataka ali i prosječne vlage u Puli, ali i na povijesne vrijednosti dobivene u Zagrebu. Razlike u izmjerenim vrijednostima ozona se mogu pripisati različitim metodama pretvorbe i tehnikama mjerenja ozona te još uvijek prisutnim nepoznanicama u pogledu mjerenja u Puli.

2. Usporedbom mjesečnih vrijednosti-uz prosječnu mjesečnu RH, dobiveni konvertirani podaci iz Pule u razini su godišnjih vrijednosti izmjerenih u Parizu od 1876-1910, koje su se kretale od cca 15-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [31, 3]

Metoda iz Pariza ( tzv. Montsouris) smatra se najpouzdanijom povijesnom metodom, i ova sličnost daje prednost našoj metodi pretvorbe povijesnih rezultata. [31]

3. U odnosu na povijesnu koncentraciju ljeti, današnju razinu ozona u ljetnom periodu je približno 4 puta viša, što je posljedica industrijskog razvoja u zadnjih 150 godina.
4. S obzirom na rasap i malu količinu konvertiranih povijesnih koncentracija ozona, potreban je daljnji rad na evaluaciji povijesnih vrijednosti ozona.



## **LITERATURA:**

- 1.) <http://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori96.htm>
- 2.) Nolle, Michael, et al. "A study of historical surface ozone measurements (1884–1900) on the island of Gozo in the central Mediterranean." *Atmospheric Environment* 39.30 (2005): 5608-5618.
- 3.) Lisac, Inga, and Vanda Grubišić. "An analysis of surface ozone data measured at the end of the 19th century in Zagreb, Yugoslavia." *Atmospheric Environment. Part A. General Topics* 25.2 (1991): 481-486.
- 4.) Kozličić, Mithad, and Tea Duplančić Leder. "Split–centar jadranske hidrografije i pomorske kartografije, Značajne obljetnice istraživanja mora i podmorja, Izložba u Gliptoteci HAZU u Zagrebu, travanj 2003." *Kartografija i geoinformacije* 2.2 (2003): 163-176.
- 5.) Albrecht, Rudolf, Hans-Michael Maitzen, and Anneliese Schnell. "Early asteroid research in Austria." *Planetary and Space Science* 49.8 (2001): 777-779.
- 6.) Greene, Annel K., Zeynep B. Güzel-Seydim, and Atif Can Seydim. "Chemical and physical properties of ozone." *Ozone in food processing* (2012): 19-32.
- 7.) [www.pse.pbf.hr/hrvatski/elementi/o/spojevi.html](http://www.pse.pbf.hr/hrvatski/elementi/o/spojevi.html)
- 8.) Grubišić, Vanda. "Ozon u atmosferi, polarne ozonske rupe i fotosmog." *Geofizika* 7.1 (1990): 95-106.
- 9.) Buković, D., Buković, D., Sadiković, M., Žic, R., Starčević, B., Čatić, J., Buković jr., D. (2015). TEHNOLOGIJA APLIKACIJE OZONA U VITALNIM MEDICINSKIM PODRUČJIMA. *Media, culture and public relations*, 6(1), 79-82.

- 10.) Ortenberg, Fred. "Ozone: space vision." (2002).
- 11.) "Earth Science FAQ: Where can I find information about the ozone hole and ozone depletion?" *Goddard Space Flight Center*, National Aeronautics and Space Administration, 2008.
- 12.) "Explosion properties of highly concentrated ozone gas", 2005., Koike K., Nifuku M., Izumi K., Nakamura S., Fujiwara S., Horiguchi S., journal=Journal of Loss Prevention in the Process Industries
- 13.) [cudapriode.com/portal/bptkzn/10041-ozon-mirisni-kisik](http://cudapriode.com/portal/bptkzn/10041-ozon-mirisni-kisik)
- 14.) <http://impulsmagazin.de/wp-content/uploads/2015/10/Christian-Friedrich-Sch%C3%B6nbein.png>
- 15.) Rubin, Mordecai B. "The history of ozone. The Schönbein period, 1839–1868." *Bull. Hist. Chem* 26.1 (2001): 40-56.
- 16.) [http://www.mzoip.hr/doc/svatko\\_moze\\_uciniti\\_nesto\\_za\\_spas\\_ozonskog\\_omotaca\\_.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/svatko_moze_uciniti_nesto_za_spas_ozonskog_omotaca_.pdf)
- 17.) Milošević-Pujo, Branka, and Nataša Jurjević. "Onečišćenje mora iz zraka emisijom ispušnih plinova." *NAŠE MORE: znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo* 51.5-6 (2004): 178-184.
- 18.) Lončarić-Horvat, *Osnove prava okoliša*, Zagreb, 1998,
- 19.) Generalić, Eni. "Priča o ozonu i ozonskim rupama." *EniG. Periodni sustav elemenata*. KTF-Split, 30 Aug. 2017. Web. 12 Sep. 2017.
- 20.) I. Lagzi, M. Meszaros, G. Gelybo, A. Leeslossy, *Atmospheric chemistry*, Eötvös Loránd University, 2013.

- 21.) [https://www.fkit.unizg.hr/\\_download/repository/Zrak.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/Zrak.pdf)
- 22.) Radić, Romana. *Kvalitativna analiza fotokemijskog zagađenja u urbanim područjima Hrvatske*. Diss. Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Department of Chemistry., 2016.
- 23.) Allen, Jeannie. "Ozone's Effects on Human Health."
- 24.) Ambient ozone and plant health, *plant disease*, vol. **85**, No. 1
- 25.) Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens, Band VI, Jahrgang 1878, Carl Gerold'son , Wien, 1878
- 26.) GROUND LEVEL OZONE TESTING: *The Science Teacher*, December '95
- 27.) Linvill, D.E.W.J. Hooker, and B. Olson, 1885. Ozone in Michigan's environment 1876.-1880. Montbly Weather Review p.108.
- 28.) Nash, David G., and David Leith. "Use of passive diffusion tubes to monitor air pollutants." *Journal of the Air & Waste Management Association* 60.2 (2010): 204-209.
- 29.) <http://www.istrazrak.hr/mjerna-postaja-pula-fizela>
- 30.) <http://www.istrazrak.hr/sites/default/files/FIZELA%20STOJA%2002.jpg>
- 31.) Finlayson-Pitts, Barbara J., and James N. Pitts. "Tropospheric air pollution: ozone, airborne toxics, polycyclic aromatic hydrocarbons, and particles." *Science* 276.5315 (1997): 1045-1051.

**DODATAK:**

**Tablični prikaz vrijednosti korištenih u diplomskom radu**

**a) Temperature i vrijednosti RH za tri ljetna mjeseca:**

**Tablica 1: Prikazi prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka te prosječne**

**relativne vlažnosti, te RH izmjerenih tijekom lipnja u 7, 14 i 21h:**

Datum	T(prosj.)	T(min.)	T(max.)	RH(%)	RH (7h)	RH (14h)	RH (21h)
1.lip	18,7	15,2	23,3	74	68	64	89
2.lip	19,1	13,5	23	73	73	71	75
3.lip	20,0	13,5	25	69	68	52	87
4.lip	21,3	15,8	26,5	71	69	62	83
5.lip	21,6	17	26,2	70	84	66	60
6.lip	19,4	13,5	24,5	57	74	41	57
7.lip	18,2	13,9	21,7	55	51	47	67
8.lip	18,2	13,2	23,4	60	53	52	75
9.lip	18,3	11,2	23,5	69	74	53	81
10.lip	20,1	15,2	24,6	78	77	70	86
11.lip	21,6	15,4	26,8	65	60	57	77
12.lip	22,7	15	28	61	69	41	73
13.lip	23,2	18,6	28,1	74	77	55	90
14.lip	22,3	18,9	26,9	81	76	78	90
15.lip	19,7	16,3	24,2	84	92	72	89
16.lip	17,7	14,4	22,6	78	82	65	86
17.lip	15,5	13,1	18,3	86	100	74	85
18.lip	17,6	13,4	21,7	81	89	66	88
19.lip	19,7	13,8	24,5	73	75	59	85
20.lip	18,6	15,7	22,7	90	100	79	90
21.lip	21,4	16	25,3	72	65	70	81
22.lip	22,7	18,2	26	70	71	68	71
23.lip	22,8	18,1	26,8	68	67	62	75
24.lip	21,7	19,9	23,9	76	75	68	85
25.lip	24,2	21	28,4	48	55	45	43
26.lip	23,1	19,5	27,1	50	49	39	62
27.lip	23,6	19,8	28,1	53	59	43	57
28.lip	21,8	18,1	26	65	60	51	74
29.lip	22,2	16	26,4	64	61	55	75
30.lip	23,3	19,6	27,2	75	70	69	86

**Tablica 2:** Prikazi prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka te prosječne

relativne vlažnosti, te RH izmjerenih tijekom srpnja u 7, 14 i 21h:

Datum	T(prosj.)	T(min.)	T(max.)	RH(%)	RH(7h)	RH(14h)	RH(21h)
01-srp	23,5	19,4	28,1	77	74	64	92
02-srp	23,5	18,6	28,6	76	81	58	88
03-srp	22,0	17	26	78	88	58	70
04-srp	16,8	14	22,5	77	81	67	72
05-srp	18,9	13,4	23,8	65	69	49	77
06-srp	19,9	12	25,4	70	72	61	84
07-srp	21,7	16,8	26,8	70	76	53	86
08-srp	22,7	19,3	27	78	77	64	93
09-srp	21,9	18,7	25,8	83	92	69	87
10-srp	22,8	17,6	27,1	76	75	67	87
11-srp	21,9	18,9	26	86	92	76	90
12-srp	23,3	19,2	28	75	83	60	83
13-srp	23,9	18,7	29,4	64	64	52	77
14-srp	23,9	19	28,2	74	69	66	87
15-srp	24,2	20	29,1	72	72	62	82
16-srp	23,4	20,1	27,5	54	58	43	61
17-srp	22,3	17	27	61	56	46	80
18-srp	22,7	16,5	27,9	70	70	59	81
19-srp	23,8	17,1	29,1	68	59	50	83
20-srp	24,9	18,8	30,4	64	76	43	72
21-srp	26,5	20,9	32,4	59	58	46	72
22-srp	25,6	20	31,7	64	62	50	80
23-srp	26,3	20,4	32,2	68	66	53	88
24-srp	24,8	19,1	31,2	73	79	54	86
25-srp	24,3	18,5	31	73	76	56	87
26-srp	19,8	15,9	22,6	89	91	91	84
27-srp	19,1	17,1	20,8	79	90	70	76
28-srp	21,1	17,9	24	66	69	63	67
29-srp	23,1	17,3	27,7	66	63	59	77
30-srp	23,0	17,6	27	79	69	75	92
31-srp	21,3	17,1	26	64	58	60	74

**Tablica 3:** Prikazi prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka te prosječne

relativne vlažnosti, te RH izmjerenih tijekom kolovoza u 7, 14 i 21h:

Datum	T(prosj.)	T(min.)	T(max.)	RH(%)	RH(7h)	RH(14h)	RH(21h)
01-kol	21,0	16,5	24,9	71	80	52	81
02-kol	20,3	16,8	23	69	67	63	76
03-kol	21,1	19	23,4	77	61	76	95
04-kol	21,8	18,8	23,6	82	87	77	83
05-kol	22,4	17	26,2	74	81	67	75
06-kol	22,8	18,1	26,5	79	74	73	91
07-kol	21,8	19	25	85	87	78	91
08-kol	22,7	18,9	26,4	78	77	69	87
09-kol	23,1	19	27,5	73	79	59	80
10-kol	22,5	18,7	26,5	73	72	64	84
11-kol	22,6	17,1	28	79	82	64	91
12-kol	22,4	18	26,8	81	89	67	87
13-kol	22,3	16,9	27,2	83	87	70	93
14-kol	23,9	19,7	27,5	77	91	65	75
15-kol	25,0	21	29,1	79	83	64	91
16-kol	24,9	23,1	27,9	85	87	77	91
17-kol	25,8	21,5	30,3	73	82	60	78
18-kol	24,4	20,8	28,4	55	52	43	69
19-kol	23,0	17,4	27,7	74	70	63	89
20-kol	23,1	19	27,2	79	83	77	76
21-kol	20,3	16,7	24,6	76	99	55	75
22-kol	21,7	17	26,4	62	68	49	68
23-kol	21,7	15,7	26	79	85	89	64
24-kol	24,1	22	27,3	82	81	82	82
25-kol	23,1	17	27	68	63	57	83
26-kol	21,5	16,4	25,8	79	87	64	86
27-kol	23,2	19,2	27,5	77	76	64	92
28-kol	24,2	20,4	28,4	85	83	75	96
29-kol	24,3	20	29	82	86	65	94
30-kol	24,9	21	29,6	82	86	68	93
31-kol	25,4	22,5	28,6	74	82	72	69

**b) Vrijednosti ozona u Sch. skali i vrijednosti ozona u ppb za tri ljetna mjeseca:**

**Tablica 4:** Prikaz vrijednosti ozona u Sch. skali i vrijednosti ozona u ppb za lipanj:

Ozon - Sch. skala					Ozon (ppb)				
Datum	7h	14 h	21 h	sred.vrij.	Datum	7h	14 h	21 h	sred. vrij.
1.lip	10	9	9	9,3	1.lip	142,5	142,4	44,1	109,6
2.lip	10	9	8	9	2.lip	142,5	129,2	91,5	121,1
3.lip	9	9	9	9	3.lip	129,2	165,2	44,1	112,8
4.lip	9	8	7	8	4.lip	129,2	148,7	56,0	111,3
5.lip	10	9	8	9	5.lip	71,1	129,2	148,7	116,4
6.lip	10	9	7	8,7	6.lip	116,2	170,1	138,4	141,6
7.lip	8	9	9	8,7	7.lip	160,3	165,2	129,2	151,6
8.lip	9	9	9	9	8.lip	165,2	165,2	104,1	144,9
9.lip	9	9	8	8,7	9.lip	104,1	165,2	67,6	112,3
10.lip	10	9	8	9	10.lip	142,5	129,2	36,5	102,7
11.lip	9	8	9	8,7	11.lip	155,5	148,7	79,0	127,8
12.lip	8	9	8	8,3	12.lip	115,4	170,1	133,2	139,6
13.lip	10	9	7	8,7	13.lip	89,9	160,4	29,7	93,3
14.lip	9	9	8	8,7	14.lip	79,0	79,0	36,5	64,8
15.lip	9	9	9	9	15.lip	44,1	129,2	44,1	72,5
16.lip	9	9	10	9,3	16.lip	79,0	142,4	52,4	91,3
17.lip	10	9	9	9,3	17.lip	29,6	104,1	61,5	65,1



**Tablica 5: Prikaz vrijednosti ozona u Sch. skali i vrijednosti ozona u ppb za srpanj:**

Ozon - Sch Skala					Ozon (ppb)				
Datum	7h	14 h	21 h	sred.vrij.	Datum	7h	14 h	21 h	sred. vrij.
01-srp	10	8	8	8,7	01-srp	116,2	132,1	36,5	94,9
02-srp	9	9	9	9	02-srp	79,0	155,5	44,1	92,9
03-srp	9	9	9	9	03-srp	44,1	155,5	129,2	109,6
04-srp	10	8	8	8,7	04-srp	89,9	115,4	115,4	106,9
05-srp	9	9	8	8,7	05-srp	129,2	165,2	67,6	120,7
06-srp	8	8	8	8	06-srp	115,4	148,7	91,5	118,5
07-srp	10	8	7,5	8,5	07-srp	89,9	160,3	33,0	94,4
08-srp	10	8	8	8,7	08-srp	89,9	132,1	36,5	86,1
09-srp	9	9	8	8,7	09-srp	44,1	129,2	12,1	61,8
10-srp	9	8	8	8,3	10-srp	79,0	115,4	36,5	77,0
11-srp	10	9	8	9	11-srp	52,4	79,0	12,1	47,9
12-srp	9	8	7	8	12-srp	79,0	148,7	56,0	94,6
13-srp	8	8	7	7,7	13-srp	132,1	160,3	56,0	116,1
14-srp	9	8	8	8,3	14-srp	129,2	115,4	36,5	93,7
15-srp	9	8	8	8,3	15-srp	129,2	148,7	67,6	115,2
16-srp	9	8	7	8	16-srp	155,5	168,3	138,4	154,1
17-srp	8	9	7,5	8,2	17-srp	148,7	165,2	61,8	125,2
18-srp	7	8	8	7,7	18-srp	101,0	148,7	67,6	105,8
19-srp	7	9	8	8	19-srp	138,4	165,2	79,0	127,6
20-srp	9	9	8	8,7	20-srp	79,0	170,1	115,4	121,5
21-srp	8	9	7	8	21-srp	148,7	165,2	101,0	138,3
22-srp	7	8	8	7,7	22-srp	138,4	160,3	67,6	122,1
23-srp	9	8	7,5	8,2	23-srp	129,2	160,3	33,0	107,5
24-srp	10	9	9	9,3	24-srp	89,9	165,2	44,1	99,7
25-srp	9	8	8	8,3	25-srp	79,0	148,7	36,5	88,1
26-srp	9	10	8	9	26-srp	52,4	52,4	52,0	52,3
27-srp	9	9	8	8,7	27-srp	44,1	129,2	67,6	80,3
28-srp	8	8	8	8	28-srp	115,4	148,7	115,4	126,5
29-srp	9	8	8	8,3	29-srp	155,5	148,7	67,6	124,0
30-srp	9	8	8	8,3	30-srp	129,2	91,5	36,5	85,7
31-srp	9	9	8	8,7	31-srp	155,5	155,5	91,5	134,2

**Tablica 6:** Prikaz vrijednosti ozona u Sch. skali i vrijednosti ozona u ppb za kolovoz:

Ozon - Sch Skala					Ozon (ppb)				
Datum	7h	14 h	21 h	sred.vrij.	Datum	7h	14 h	21 h	sred. vrij.
01-srp	10	8	8	8,7	01-srp	116,2	132,1	36,5	94,9
02-srp	9	9	9	9	02-srp	79,0	155,5	44,1	92,9
03-srp	9	9	9	9	03-srp	44,1	155,5	129,2	109,6
04-srp	10	8	8	8,7	04-srp	89,9	115,4	115,4	106,9
05-srp	9	9	8	8,7	05-srp	129,2	165,2	67,6	120,7
06-srp	8	8	8	8	06-srp	115,4	148,7	91,5	118,5
07-srp	10	8	7,5	8,5	07-srp	89,9	160,3	33,0	94,4
08-srp	10	8	8	8,7	08-srp	89,9	132,1	36,5	86,1
09-srp	9	9	8	8,7	09-srp	44,1	129,2	12,1	61,8
10-srp	9	8	8	8,3	10-srp	79,0	115,4	36,5	77,0
11-srp	10	9	8	9	11-srp	52,4	79,0	12,1	47,9
12-srp	9	8	7	8	12-srp	79,0	148,7	56,0	94,6
13-srp	8	8	7	7,7	13-srp	132,1	160,3	56,0	116,1
14-srp	9	8	8	8,3	14-srp	129,2	115,4	36,5	93,7
15-srp	9	8	8	8,3	15-srp	129,2	148,7	67,6	115,2
16-srp	9	8	7	8	16-srp	155,5	168,3	138,4	154,1
17-srp	8	9	7,5	8,2	17-srp	148,7	165,2	61,8	125,2
18-srp	7	8	8	7,7	18-srp	101,0	148,7	67,6	105,8
19-srp	7	9	8	8	19-srp	138,4	165,2	79,0	127,6
20-srp	9	9	8	8,7	20-srp	79,0	170,1	115,4	121,5
21-srp	8	9	7	8	21-srp	148,7	165,2	101,0	138,3
22-srp	7	8	8	7,7	22-srp	138,4	160,3	67,6	122,1
23-srp	9	8	7,5	8,2	23-srp	129,2	160,3	33,0	107,5
24-srp	10	9	9	9,3	24-srp	89,9	165,2	44,1	99,7
25-srp	9	8	8	8,3	25-srp	79,0	148,7	36,5	88,1
26-srp	9	10	8	9	26-srp	52,4	52,4	52,0	52,3
27-srp	9	9	8	8,7	27-srp	44,1	129,2	67,6	80,3
28-srp	8	8	8	8	28-srp	115,4	148,7	115,4	126,5
29-srp	9	8	8	8,3	29-srp	155,5	148,7	67,6	124,0
30-srp	9	8	8	8,3	30-srp	129,2	91,5	36,5	85,7
31-srp	9	9	8	8,7	31-srp	155,5	155,5	91,5	134,2

c) Vrijednosti ozona u ppb/h i ug/m<sup>3</sup> za tri ljetna mjeseca:

Tablica 7: Prikaz vrijednosti ozona u ppb/h i ug/m<sup>3</sup> za mjesec lipanj:

Ozon(ppb/h)				Ozon (ug/m <sup>3</sup> )				
Datum	7h	14h	21h	Datum	7h	14 h	21 h	sred.vrij.
1.lip	14,2	20,3	6,3	1.lip	27,6	39,4	12,2	26,4
2.lip	14,2	18,5	13,1	2.lip	27,6	35,7	25,3	29,5
3.lip	12,9	23,6	6,3	3.lip	25,0	45,7	12,2	27,6
4.lip	12,9	21,2	8,0	4.lip	25,0	41,1	15,5	27,2
5.lip	7,1	18,5	21,2	5.lip	13,8	35,7	41,1	30,2
6.lip	11,6	24,3	19,8	6.lip	22,5	47,0	38,3	35,9
7.lip	16,0	23,6	18,5	7.lip	31,0	45,7	35,7	37,5
8.lip	16,5	23,6	14,9	8.lip	32,0	45,7	28,8	35,5
9.lip	10,4	23,6	9,7	9.lip	20,2	45,7	18,7	28,2
10.lip	14,2	18,5	5,2	10.lip	27,6	35,7	10,1	24,5
11.lip	15,6	21,2	11,3	11.lip	30,1	41,1	21,8	31,0
12.lip	11,5	24,3	19,0	12.lip	22,3	47,0	36,8	35,4
13.lip	9,0	22,9	4,2	13.lip	17,4	44,3	8,2	23,3
14.lip	7,9	11,3	5,2	14.lip	15,3	21,8	10,1	15,7
15.lip	4,4	18,5	6,3	15.lip	8,5	35,7	12,2	18,8
16.lip	7,9	20,3	7,5	16.lip	15,3	39,4	14,5	23,1
17.lip	3,0	14,9	8,8	17.lip	5,7	28,8	17,0	17,2
18.lip	4,4	20,4	6,3	18.lip	8,5	39,4	12,2	20,0
19.lip	10,4	22,2	7,4	19.lip	20,2	43,0	14,4	25,8
20.lip	2,6	11,3	5,2	20.lip	5,0	21,8	10,1	12,3
21.lip	13,2	16,5	9,7	21.lip	25,6	31,9	18,7	25,4
22.lip	5,5	18,5	16,5	22.lip	10,6	35,7	31,9	26,1
23.lip	10,1	22,2	13,1	23.lip	19,6	43,0	25,3	29,3
24.lip	3,9	16,5	14,9	24.lip	7,6	31,9	28,8	22,8
25.lip	15,4	24,0	24,0	25.lip	29,9	46,4	46,5	40,9
26.lip	16,5	24,0	22,2	26.lip	32,0	46,5	43,0	40,5
27.lip	14,9	24,0	19,8	27.lip	28,8	46,5	38,3	37,9
28.lip	14,9	22,9	13,1	28.lip	28,8	44,3	25,3	32,8
29.lip	14,9	22,1	13,1	29.lip	28,8	42,7	25,3	32,3
30.lip	11,5	16,5	16,5	30.lip	22,3	31,9	31,9	28,7

**b) Tablica 8:** Prikaz vrijednosti ozona u ppb/h i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za mjesec srpanj:

Ozon (ppb/h)				Ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
Datum	7h	14h	21h	Datum	7h	14 h	21 h	sred. vrij.
01-srp	11,6	18,9	5,2	01-srp	22,5	36,5	10,1	23,0
02-srp	7,9	22,2	6,3	02-srp	15,3	43,0	12,2	23,5
03-srp	4,4	22,2	18,5	03-srp	8,5	43,0	35,7	29,1
04-srp	9,0	16,5	16,5	04-srp	17,4	31,9	31,9	27,1
05-srp	12,9	23,6	9,7	05-srp	25,0	45,7	18,7	29,8
06-srp	11,5	21,2	13,1	06-srp	22,3	41,1	25,3	29,6
07-srp	9,0	22,9	4,7	07-srp	17,4	44,3	9,1	23,6
08-srp	9,0	18,9	5,2	08-srp	17,4	36,5	10,1	21,3
09-srp	4,4	18,5	1,7	09-srp	8,5	35,7	3,4	15,9
10-srp	7,9	16,5	5,2	10-srp	15,3	31,9	10,1	19,1
11-srp	5,2	11,3	1,7	11-srp	10,1	21,8	3,4	11,8
12-srp	7,9	21,2	8,0	12-srp	15,3	41,1	15,5	24,0
13-srp	13,2	22,9	8,0	13-srp	25,6	44,3	15,5	28,5
14-srp	12,9	16,5	5,2	14-srp	25,0	31,9	10,1	22,3
15-srp	12,9	21,2	9,7	15-srp	25,0	41,1	18,7	28,3
16-srp	15,6	24,0	19,8	16-srp	30,1	46,5	38,3	38,3
17-srp	14,9	23,6	8,8	17-srp	28,8	45,7	17,1	30,5
18-srp	10,1	21,2	9,7	18-srp	19,6	41,1	18,7	26,5
19-srp	13,8	23,6	11,3	19-srp	26,8	45,7	21,8	31,4
20-srp	7,9	24,3	16,5	20-srp	15,3	47,0	31,9	31,4
21-srp	14,9	23,6	14,4	21-srp	28,8	45,7	27,9	34,1
22-srp	13,8	22,9	9,7	22-srp	26,8	44,3	18,7	29,9
23-srp	12,9	22,9	4,7	23-srp	25,0	44,3	9,1	26,1
24-srp	9,0	23,6	6,3	24-srp	17,4	45,7	12,2	25,1
25-srp	7,9	21,2	5,2	25-srp	15,3	41,1	10,1	22,2
26-srp	5,2	7,5	7,4	26-srp	10,1	14,5	14,4	13,0
27-srp	4,4	18,5	9,7	27-srp	8,5	35,7	18,7	21,0
28-srp	11,5	21,2	16,5	28-srp	22,3	41,1	31,9	31,8
29-srp	15,6	21,2	9,7	29-srp	30,1	41,1	18,7	30,0
30-srp	12,9	13,1	5,2	30-srp	25,0	25,3	10,1	20,1
31-srp	15,6	22,2	13,1	31-srp	30,1	43,0	25,3	32,8

**c) Tablica 9: Prikaz vrijednosti ozona u ppb/h i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za mjesec kolovoz:**

Ozon(ppb/h)				Ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
Datum	7h	14h	21h	Datum	7h	14 h	21 h	sred. vrij.
01-kol	6,8	22,9	11,3	01-kol	13,1	44,3	21,8	26,4
02-kol	12,9	22,2	11,3	02-kol	25,0	43,0	21,8	30,0
03-kol	15,9	12,8	5,9	03-kol	30,7	24,8	11,3	22,3
04-kol	5,2	12,8	9,7	04-kol	10,1	24,8	18,7	17,9
05-kol	7,9	18,5	13,1	05-kol	15,3	35,7	25,3	25,4
06-kol	10,4	16,5	5,2	06-kol	20,2	31,9	10,1	20,7
07-kol	5,2	12,8	6,3	07-kol	10,1	24,8	12,2	15,7
08-kol	9,0	18,5	6,3	08-kol	17,4	35,7	12,2	21,8
09-kol	7,9	22,2	11,3	09-kol	15,3	43,0	21,8	26,7
10-kol	11,5	18,9	7,4	10-kol	22,3	36,5	14,4	24,4
11-kol	9,0	18,9	6,3	11-kol	17,4	36,5	12,2	22,0
12-kol	5,2	20,4	6,3	12-kol	10,1	39,4	12,2	20,6
13-kol	5,2	20,4	6,3	13-kol	10,1	39,4	12,2	20,6
14-kol	5,2	21,7	14,9	14-kol	10,1	41,9	28,8	27,0
15-kol	9,0	20,3	5,2	15-kol	17,4	39,4	10,1	22,3
16-kol	5,2	11,3	6,3	16-kol	10,1	21,8	12,2	14,7
17-kol	9,0	22,2	9,7	17-kol	17,4	43,0	18,7	26,4
18-kol	16,0	24,0	16,5	18-kol	31,0	46,5	31,9	36,5
19-kol	12,9	21,2	5,2	19-kol	25,0	41,1	10,1	25,4
20-kol	7,9	11,3	9,7	20-kol	15,3	21,8	18,7	18,6
21-kol	3,0	23,8	14,9	21-kol	5,7	46,0	28,8	26,8
22-kol	12,9	23,6	18,5	22-kol	25,0	45,7	35,7	35,5
23-kol	6,2	6,3	19,4	23-kol	11,9	12,2	37,5	20,5
24-kol	7,9	12,8	11,3	24-kol	15,3	24,8	21,8	20,7
25-kol	15,6	22,2	9,7	25-kol	30,1	43,0	18,7	30,6
26-kol	4,4	20,3	6,3	26-kol	8,5	39,4	12,2	20,0
27-kol	7,9	20,3	6,3	27-kol	15,3	39,4	12,2	22,3
28-kol	7,9	11,2	3,2	28-kol	15,3	21,7	6,1	14,4
29-kol	4,4	18,9	4,2	29-kol	8,5	36,5	8,1	17,7
30-kol	4,4	16,5	6,3	30-kol	8,5	31,9	12,2	17,5
31-kol	9,0	16,5	16,5	31-kol	17,4	31,9	31,9	27,1

**d) Tablični prikaz pretvorenih vrijednosti za godišnji period prosinac 1877.-studen**

**1878. godine:**

**Temperature i vrijednosti RH za godišnji period prosinac 1877.-studen 1878. godine:**

**Tablica 10:** Prikazi prosječne, minimalne i maksimalne temperature zraka te prosječne relativne vlažnosti, te RH izmjerenih za godišnji period prosinac 1877.-studen 1878. godine:

Mjesec	T(prosj.)	T(min.)	T(max.)	RH(pros.)	RH(7h)	RH(14h)	RH(21h)
12.1877.	6,2	3,3	8,8	72,1	75,3	67,3	73,8
1.1878.	3,7	0,9	6,5	70,5	74,7	64,2	72,6
2.1878.	5,5	1,6	9,4	75,8	77,5	69,1	80,7
3.1878.	7,3	3,1	11,3	69,5	76,4	58,9	73,3
4.1878.	12,6	8,9	16,5	72,4	74,8	65	77,3
5.1878.	17,8	13,6	21,0	72,5	72,5	62,8	81,9
6.1878.	20,7	16,1	25,1	69,7	71,4	60,1	77,4
7.1878.	22,7	17,9	27,4	71,2	73,1	59,5	81,1
8.1878.	22,9	18,9	26,9	76,6	79,6	66,7	83,4
9.1878.	20,3	16,9	23,9	74,1	77,1	66,3	78,9
10.1878.	16,0	12,4	19,4	82,6	86,8	74,9	86,1
11.1878.	10,4	7,3	12,9	78,5	80,7	75,3	79,6

**e) Vrijednosti ozona u Sch. skali i vrijednosti ozona u ppb za godišnji period prosinac**

**1877. - studeni 1878. godine:**

**Tablica 11: Prikaz vrijednosti ozona u Sch. skali i vrijednosti ozona u ppb za godišnji**

**period prosinac 1877. - studeni 1878. godine:**

Ozon-Sch-skala					Ozon (ppb)				
Mjesec	7h	14h	21h	O(prosj.)	Mjesec	7h	14h	21h	sred.vrij.
12.1877.	8,2	7,9	7,8	8	12.1877.	94,1	114,0	112,6	106,9
1.1878.	8,5	8,5	8,4	8,5	1.1878.	97,9	137,5	121,0	118,8
2.1878.	8,6	8,9	8,8	9	2.1878.	74,5	127,9	76,8	93,0
3.1878.	8,8	9,4	8,9	9	3.1878.	76,8	157,3	127,9	120,6
4.1878.	8,9	9,4	8,9	9,1	4.1878.	102,9	145,9	77,9	108,9
5.1878.	8,7	9,1	8,7	8,8	5.1878.	125,1	156,0	75,6	118,9
6.1878.	8,6	8,7	8,2	8,5	6.1878.	123,8	153,9	69,9	115,8
7.1878.	8,8	8,5	7,9	8,4	7.1878.	126,5	152,6	66,4	115,2
8.1878.	9,3	8,8	8,6	8,9	8.1878.	82,4	126,5	74,5	94,4
9.1878.	8,9	8,6	8,4	8,6	9.1878.	77,9	123,8	72,2	91,3
10.1878.	9,2	8,9	8,8	9	10.1878.	45,7	102,9	42,5	63,7
11.1878.	9,5	9,2	9,2	9,3	11.1878.	84,5	106,6	81,2	90,8

**f) Vrijednosti ozona u ppb/h i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za godišnji period prosinac 1877.-studeni 1878.**

**godine:**

**Tablica 12: Prikaz vrijednosti ozona u ppb/h i  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  za godišnji period prosinac 1877.-  
studeni 1878. godine:**

Ozon (ppb/h)				Ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
Mjesec	7h	14h	21h	Mjesec	7h	14 h	21 h	sred.vrij.
12.1877.	9,4	16,3	16,1	12.1877.	18,2	31,5	31,1	26,9
1.1878.	9,8	19,6	17,3	1.1878.	18,9	38,0	33,5	30,1
2.1878.	7,5	18,3	11,0	2.1878.	14,4	35,4	21,2	23,7
3.1878.	7,7	22,5	18,3	3.1878.	14,9	43,5	35,4	31,2
4.1878.	10,3	20,8	11,1	4.1878.	19,9	40,3	21,5	27,3
5.1878.	12,5	22,3	10,8	5.1878.	24,2	43,1	20,9	29,4
6.1878.	12,4	22,0	10,0	6.1878.	24,0	42,5	19,3	28,6
7.1878.	12,6	21,8	9,5	7.1878.	24,5	42,2	18,4	28,3
8.1878.	8,2	18,1	10,6	8.1878.	15,9	35,0	20,6	23,8
9.1878.	7,8	17,7	10,3	9.1878.	15,1	34,2	20,0	23,1
10.1878.	4,6	14,7	6,1	10.1878.	8,8	28,4	11,7	16,3
11.1878.	8,5	15,2	11,6	11.1878.	16,4	29,5	22,5	22,8



**g) Tablični prikaz pretvorenih prosječnih vrijednosti ozona po Bojkovoj jednadžbi:**

**Tablica 13: Prikaz srednjih vrijednosti ozona dobivenih metodom po Bojkovu i srednjih vrijednosti ozona iz 1878. za mjesec lipanj**

Datum	c(Bojkov)	RH(%)	c.sred.vrij.( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1.lip	46,2	74	26,4
2.lip	44,8	73	29,5
3.lip	44,8	69	27,6
4.lip	40,2	71	27,2
5.lip	44,8	70	30,2
6.lip	43,4	57	35,9
7.lip	43,4	55	37,5
8.lip	44,8	60	35,5
9.lip	43,4	69	28,2
10.lip	44,8	78	24,5
11.lip	43,4	65	31,0
12.lip	41,6	61	35,4
13.lip	43,4	74	23,3
14.lip	43,4	81	15,7
15.lip	44,8	84	18,8
16.lip	46,2	78	23,1
17.lip	46,2	86	17,2
18.lip	46,2	81	20,0
19.lip	43,4	73	25,8
20.lip	43,4	90	12,3
21.lip	40,2	72	25,4
22.lip	35,6	70	26,1
23.lip	40,2	68	29,3
24.lip	35,6	76	22,8
25.lip	41,6	48	40,9
26.lip	40,2	50	40,5
27.lip	38,8	53	37,9
28.lip	40,2	65	32,8
29.lip	40,2	64	32,3
30.lip	40,2	75	28,7

**Tablica 14: Prikaz srednjih vrijednosti ozona dobivenih metodom po Bojkovu i srednjih****vrijednosti ozona iz 1878. za mjesec srpanj:**

Datum	c(Bojkov)	RH(%)	c.sred.vrij.( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
01-srp	43,4	77	23,0
02-srp	44,8	76	23,5
03-srp	44,8	78	29,1
04-srp	43,4	77	27,1
05-srp	43,4	65	29,8
06-srp	40,2	70	29,6
07-srp	42,5	70	23,6
08-srp	43,4	78	21,3
09-srp	43,4	83	15,9
10-srp	41,6	76	19,1
11-srp	44,8	86	11,8
12-srp	40,2	75	24,0
13-srp	38,8	64	28,5
14-srp	41,6	74	22,3
15-srp	41,6	72	28,3
16-srp	40,2	54	38,3
17-srp	41,1	61	30,5
18-srp	38,8	70	26,5
19-srp	40,2	68	31,4
20-srp	43,4	64	31,4
21-srp	40,2	59	34,1
22-srp	38,8	64	29,9
23-srp	41,1	68	26,1
24-srp	46,2	73	25,1
25-srp	41,6	73	22,2
26-srp	44,8	89	13,0
27-srp	43,4	79	21,0
28-srp	40,2	66	31,8
29-srp	41,6	66	30,0
30-srp	41,6	79	20,1
31-srp	43,4	64	32,8

**Tablica 15: Prikaz srednjih vrijednosti ozona dobivenih metodom po Bojkovu i srednjih**

**vrijednosti ozona iz 1878. za mjesec kolovoz:**

Datum	c(Bojkov)	RH(%)	c.sred.vrij.( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
01-kol	41,6	71	26,4
02-kol	44,8	69	30,0
03-kol	49,4	77	22,3
04-kol	46,2	82	17,9
05-kol	43,4	74	25,4
06-kol	41,6	79	20,7
07-kol	48,0	85	15,7
08-kol	46,2	78	21,8
09-kol	44,8	73	26,7
10-kol	40,2	73	24,4
11-kol	44,8	79	22,0
12-kol	46,2	81	20,6
13-kol	46,2	83	20,6
14-kol	46,2	77	27,0
15-kol	44,8	79	22,3
16-kol	46,2	85	14,7
17-kol	44,8	73	26,4
18-kol	40,2	55	36,5
19-kol	41,6	74	25,4
20-kol	43,4	79	18,6
21-kol	48,0	76	26,8
22-kol	44,8	62	35,5
23-kol	43,4	79	20,5
24-kol	46,2	82	20,7
25-kol	43,4	68	30,6
26-kol	44,8	79	20,0
27-kol	44,8	77	22,3
28-kol	40,2	85	14,4
29-kol	41,6	82	17,7
30-kol	43,4	82	17,5
31-kol	43,4	74	27,1

**Tablica 16: Prikaz srednjih vrijednosti ozona dobivenih metodom po Bojkovu i srednjih vrijednosti ozona iz 1878. za godišnji period prosinac 1877. - studeni 1878. godine:**

Mjesec	Bojkov	RH(pros.)	c.sred.vrij.( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
12.1877.	40,2	72,1	26,9
1.1878.	42,5	70,5	30,1
2.1878.	44,8	75,8	23,7
3.1878.	44,8	69,5	31,2
4.1878.	45,3	72,4	27,3
5.1878.	43,9	72,5	29,4
6.1878.	42,5	69,7	28,6
7.1878.	42,0	71,2	28,3
8.1878.	44,3	76,6	23,8
9.1878.	43,0	74,1	23,1
10.1878.	44,8	82,6	16,3
11.1878.	46,2	78,5	22,8

**h) Tablični prikaz satnih izvornih podataka za vrijednosti ozona u  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  iz mjerne postaje „FIŽELA“ (Pula):**

**Tablica 17: Prikaz srednje vrijednosti ozona izmjerenih u stanici „Pula Fižela“ u lipnju 2015. i srednje vrijednosti ozona iz lipnja 1878.god.**

Datum	c.sr.Fižela(2015.)	c.sr.(1878.)
1.lip	92,2	26,4
2.lip	83,1	29,5
3.lip	83,5	27,6
4.lip	80,8	27,2
5.lip	82,8	30,2
6.lip	74,7	35,9
7.lip	89,6	37,5
8.lip	92,6	35,5
9.lip	91,2	28,2
10.lip	84,0	24,5
11.lip	98,6	31,0
12.lip	91,4	35,4
13.lip	82,6	23,3
14.lip	82,6	15,7
15.lip	85,3	18,8
16.lip	82,9	23,1
17.lip	87,8	17,2
18.lip	75,0	20,0
19.lip	82,4	25,8
20.lip	69,2	12,3
21.lip	86,8	25,4
22.lip	93,8	26,1
23.lip	89,7	29,3
24.lip	93,3	22,8
25.lip	88,5	40,9
26.lip	83,0	40,5
27.lip	96,9	37,9
28.lip	94,1	32,8
29.lip	107,2	32,3
30.lip	92,5	28,7

**Tablica 18: Prikaz srednjih vrijednosti ozona izmjerenih u stanici „Pula Fižela“ u srpnju 2015. i srednje vrijednosti ozona iz srpnja 1878.god.**

Datum	c.sr.Fižela(2015.)	c.sr.(1878.)
01-srp	106,0	23,0
02-srp	109,6	23,5
03-srp	75,1	29,1
04-srp	76,8	27,1
05-srp	83,8	29,8
06-srp	95,2	29,6
07-srp	90,2	23,6
08-srp	90,4	21,3
09-srp	90,2	15,9
10-srp	103,9	19,1
11-srp	101,5	11,8
12-srp	107,1	24,0
13-srp	85,1	28,5
14-srp	82,1	22,3
15-srp	66,9	28,3
16-srp	62,9	38,3
17-srp	98,5	30,5
18-srp	100,7	26,5
19-srp	93,4	31,4
20-srp	86,7	31,4
21-srp	74,0	34,1
22-srp	103,9	29,9
23-srp	110,4	26,1
24-srp	104,4	25,1
25-srp	104,7	22,2
26-srp	103,4	13,0
27-srp	108,4	21,0
28-srp	95,9	31,8
29-srp	93,2	30,0
30-srp	97,0	20,1
31-srp	113,3	32,8

**Tablica 19: Prikaz srednjih vrijednosti ozona izmjerenih u stanici „Pula Fižela“ u kolovozu 2015. i srednje vrijednosti ozona iz kolovoza 1878.god.**

Datum	c.sr.Fižela(2015.)	c.sr.(1878.)
01-kol	82,4	26,4
02-kol	88,2	30,0
03-kol	95,4	22,3
04-kol	94,2	17,9
05-kol	95,5	25,4
06-kol	61,4	20,7
07-kol	73,9	15,7
08-kol	98,6	21,8
09-kol	99,2	26,7
10-kol	82,4	24,4
11-kol	60,8	22,0
12-kol	79,1	20,6
13-kol	93,8	20,6
14-kol	103,1	27,0
15-kol	112,8	22,3
16-kol	88,1	14,7
17-kol	102,0	26,4
18-kol	87,6	36,5
19-kol	83,9	25,4
20-kol	77,2	18,6
21-kol	83,4	26,8
22-kol	74,2	35,5
23-kol	76,4	20,5
24-kol	81,9	20,7
25-kol	75,3	30,6
26-kol	78,4	20,0
27-kol	99,2	22,3
28-kol	99,7	14,4
29-kol	91,0	17,7
30-kol	78,8	17,5
31-kol	78,6	27,1

## **Životopis**

### **Osobni podaci:**

Ime: Mario

Prezime: Lazaneo

Kvalifikacije: sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) sanitarnog inženjerstva, univ. bacc. sanit. ing.

Student na drugoj godini Diplomskog sveučilišnog studija Sanitarno inženjerstvo na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci.

Datum rođenja: 07.07.1992.

Mjesto rođenja: Rijeka

Adresa stanovanja: Žuknica 50, Kostrena 51221

Broj mobitela: 098 973 3032

E-mail adresa: mario.lazinho772@gmail.com

### **Obrazovanje:**

2015. – Diplomski sveučilišni studij Sanitarno inženjerstvo na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci

2011. – 2015. Preddiplomski sveučilišni studij Sanitarno inženjerstvo na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci



2007. – 2011. Prva riječka hrvatska gimnazija

1999. – 2007. Osnovna škola „Kostrena“

**Nagrade i priznanja:**

Prvo mjesto na školskom natjecanju iz povijesti 2008. 2009. 2011.

Treće mjesto na županijskom natjecanju iz povijesti 2011.

Treće mjesto na školskom natjecanju iz geografije 2011.

Drugo mjesto na županijskom natjecanju iz atletike(štafeta) 2010.

**Posebne vještine:**

Strani jezici: Engleski jezik, Njemački jezik, Španjolski jezik, Portugalski jezik(osnove).

Računalo: Aktivno i svakodnevno korištenje interneta, programa Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel i Microsoft Office PowerPoint

Vozačka dozvola: B kategorija

**Osobni interesi:**

Sportske aktivnosti: rekreativno bavljenje nogometom, košarkom.

Hobi: nogomet, košarka.

Natjecanja: povijest, geografija, atletika.