

A dynamic background image showing a splash of clear blue water against a white background. The water is captured in mid-air, with numerous droplets and ripples, creating a sense of movement and freshness. The lighting is bright, highlighting the texture of the water.

**O<sub>3</sub>ON**

Dezinfekcija vode korišćenjem ozona

# SADRŽAJ

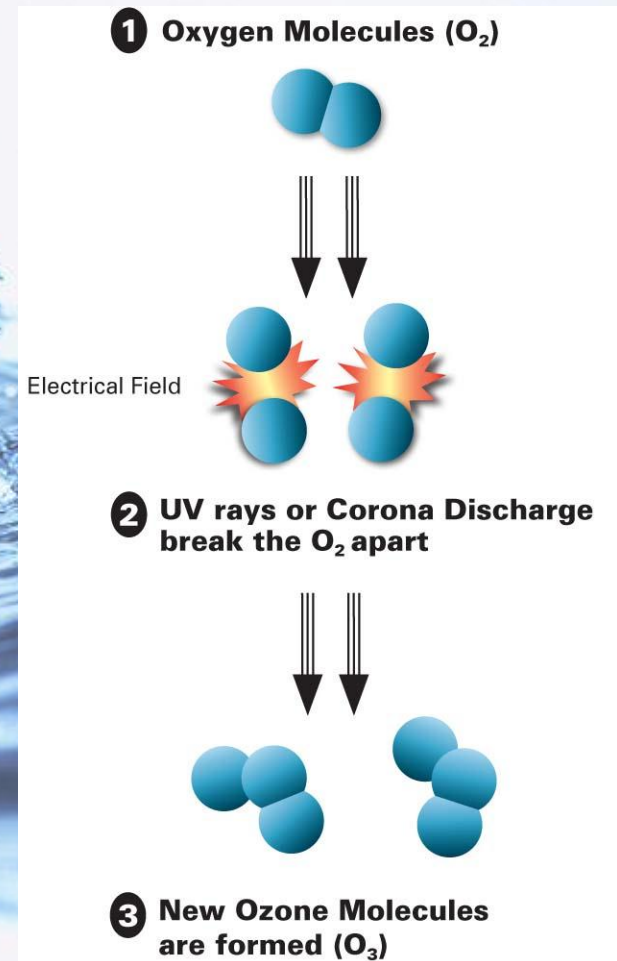
- Ozon kao jedinjenje
- Ozon kao dezinfekciono sredstvo
- Postupak prečišćavanja vode ozonom
- Vrste postrojenja za ozonizaciju
- Mane korišćenja ozona
  
- Zaključak

# STA JE O<sub>3</sub>ON?

- Ozon O<sub>3</sub> je gasovito jedinjenje sačinjeno od 3 atoma kiseonika, za razliku od molekulskog kiseonika O<sub>2</sub> tako da se radi o alotropskoj modifikaciji kiseonika.
- $O_2 + O \longrightarrow O_3$
- Jako nestabilno jedinjenje, treći atom kiseonika se lako odvaja od preostala dva, pa je izuzetno reaktivan.
- Predstavlja gas plavičaste boje, neprijatnog mirisa.
- Posедуje veliku oksidacionu moć, otrovan je za žive organizme, pa i za ljude čak i pri jako malim koncentracijama.

# STA JE O<sub>3</sub>ON?

- Klasifikujemo O<sub>3</sub> na „dobar“ i „loš“ ozon:
  - „dobar“ ozon se nalazi u podsloju stratosfere koji se naziva ozonosfera i nastaje pod dejstvom UV zračenja;
  - „loš“ ozon nastaje dodirom dvoatomskog molekula kiseonika i izvora električnog pražnjenja (udar groma, neizolovan izvor el. Struje, itd). Izuzetno je toksičan za živi svet a za čoveka pri koncentraciji već od 50ppm nakon 30-60min.

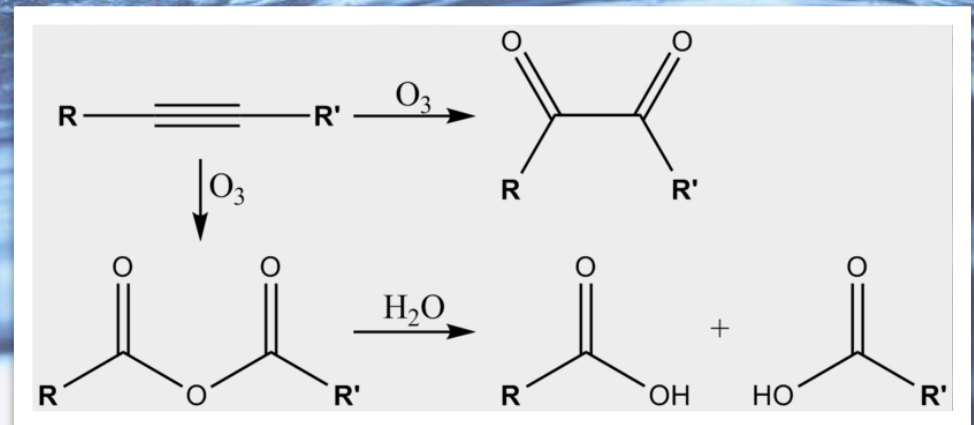
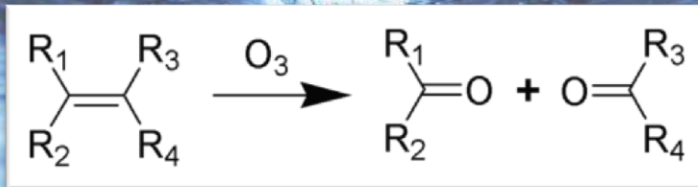


# DEZINFEKCIJA O<sub>3</sub>ONOM

- Prvo postrojenje za prečišćavanje vode ozonom je sagrađeno 1906. god u Nici.
- Prednosti ozona u odnosu na ostala sredstva, na prvom mestu hlor i hlor dioksid:
  - Ima širi spektar dejstva i deluje u većem rasponu pH vrednosti;
  - Reaguje znatno brže;
  - Može relativno lako biti proizveden na mestu prečišćavanja;
  - Efikasan je protiv bakterija i virusa;
  - Uklanja mutnoću jer se oksidacijom talože suspendovane cestice;
  - Gotovo da nema nusprodukata niti rezidualnih tragova nakon korišćenja, AKO U VODI NISU PRISUTNI BROMIDI!

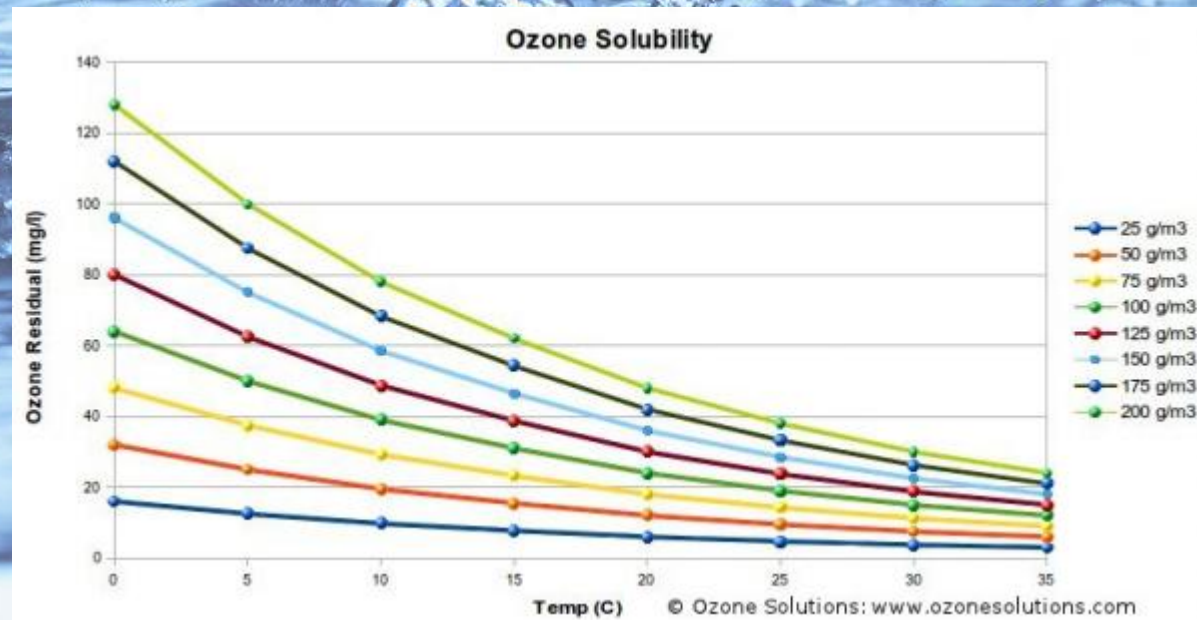
# DEZINFEKCIJA O<sub>3</sub>ONOM

- Bromidi reaguju sa ozonom gradeći kancerogene BROMATE!
- Postoje tri načina na koja ozon reaguje sa štetnim materijama u vodi:
  1. Direktnom oksidacijom, tj direktnom predajom atoma kiseonika;
  2. Indirektnom oksidacijom, formiranjem slobodnih radikala u vidu OH<sup>-</sup> jona, koji služe kao oksidaciono sredstvo;
  3. Ozonolizom, razbijajući dvostruke veze kod alkena i alkina.



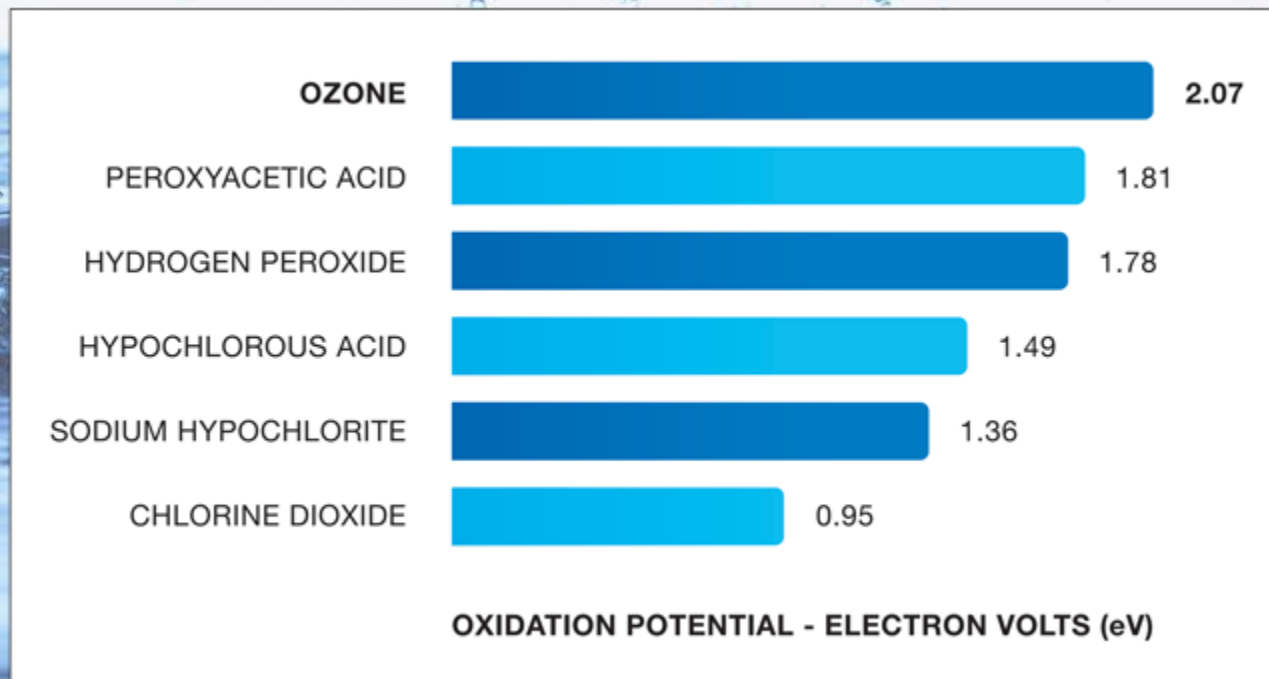
# POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA

- Veoma je nestabilan, pa je ozon najbolje proizvoditi na mestu korišćenja (in situ). Vreme raspada ozona je kratko, nekoliko sekundi ili minuta, a zavisi od temperature (opada sa porastom  $t^{\circ}$ ), pH vrednosti (opada sa porastom pH) i koncentracije jedinjenja sa kojima on u vodi reaguje.



# POSTUPCI PREČIŠĆAVANJA

- Jako je oksidaciono sredstvo, ima veliku tendenciju otpuštanja jednog atoma kiseonika i formiranja stabilnog molekula  $O_2$ .





# VRSTE POSTROJENJA

- U opštem slučaju, postoji nekoliko stadijuma u prečišćavanju vode ozonom:
  - Produkcija, koja se može izvesti fotokatalitičkim, katalitičkim, radiohemijskim i drugim metodama, mada se najčešće radi o metodi koronarnog pražnjenja pri naponima do 20kV naizmjenične struje;
  - Ubacivanje ozona u rezervoar sa vodom, difuzijom, injektiranjem, statičkim mikserima, itd;
  - Uklanjanje preostalog ozona u izlaznom gasu.



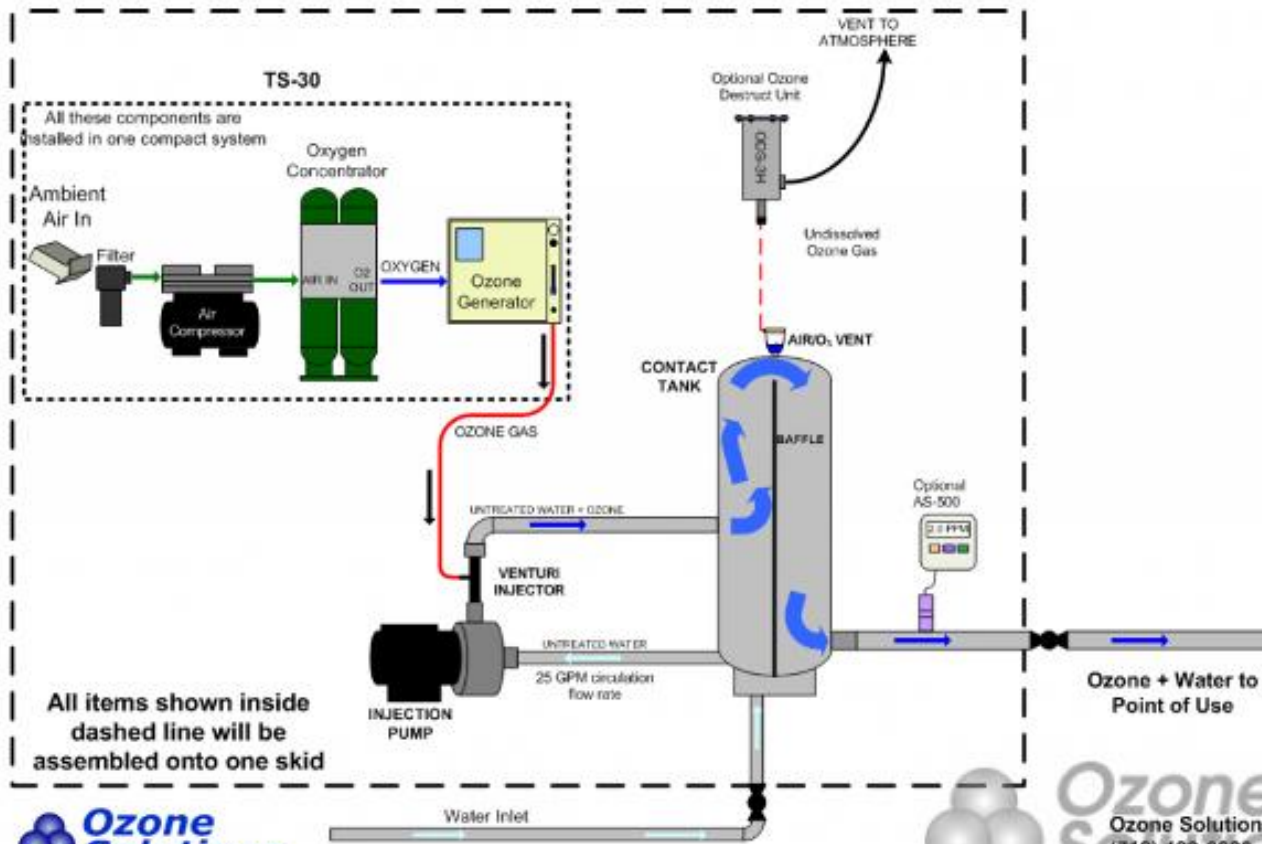
O3 TECHNOLOGIES CO., LTD.

# VRSTE POSTROJENJA

## Ozone System Diagram

Electrical Connections  
not shown

NOT TO SCALE



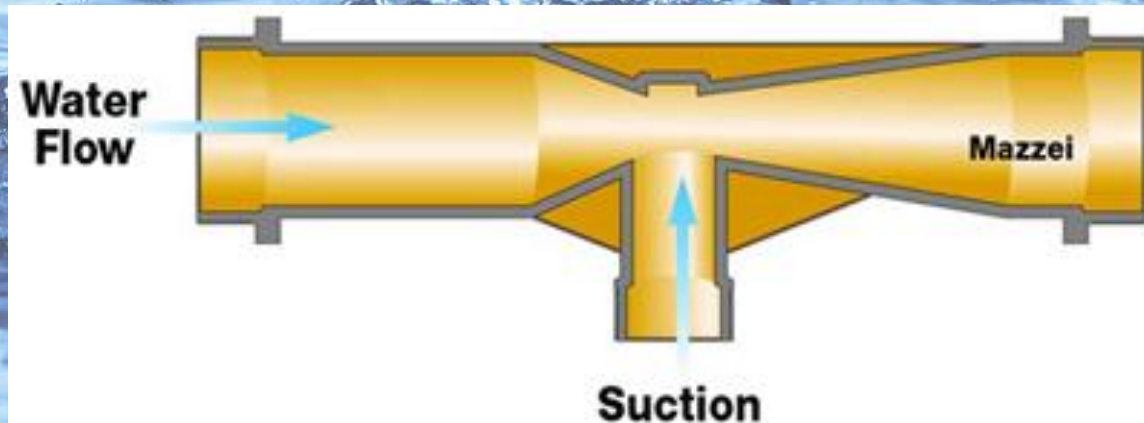
# VRSTE POSTROJENJA

- Načini ubacivanja ozona u vodu:
  1. Difuzija: najstariji, najčešće primenjivani i najjeftiniji metod, koristi se difuzor mehurića na dnu rezervoara, tako da se mehurići ispunjeni ozonom penju kroz vodu. Najnepouzdanija je metoda jer velike količine ozona ostaju zarobljene u mehurima i „isplivaju“ na površinu bez reakcije;



# VRSTE POSTROJENJA

- Načini ubacivanja ozona u vodu:
  1. Injektiranje u Venturijevu cev: koristeći suženje Venturijeve cevi, moguće je injektirati velike količine gasa u vodu. Danas se najčešće primenjuje upravo ovaj slučaj.



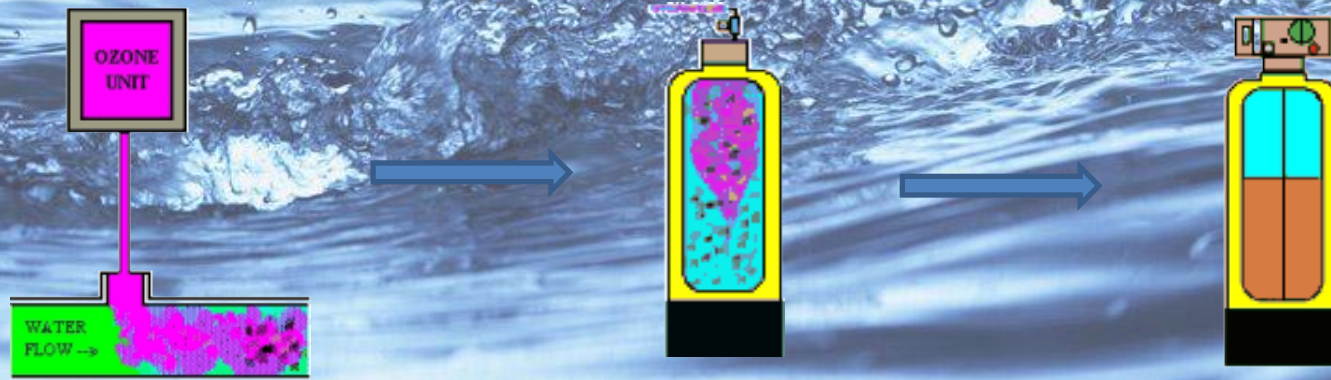
# VRSTE POSTROJENJA

- Načini ubacivanja ozona u vodu:
  1. Statički mikseri: u kombinaciji sa injektiranjem ozona u cev kojom teče voda. Uloga miksera je da razbije mehurove ozona na manje mehurice, na taj način dozvoljavajući većoj količini gasa da stupi u reakciju.



# VRSTE POSTROJENJA

- Nakon ubacivanja ozona u vodenu masu koja mora biti izolovana, a samim tim i pod pritiskom, visak kiseonika koji ostaje kad produkt raspada ozona, kao i preostali ozon se moraju odvesti posebnim cevima u procesu aeracije. Nakon toga moguće je izvršiti filtraciju.



# VRSTE POSTROJENJA

- Reakcije ozona:
  - Sa gvožđem: joni dvovalentnog gvožđa  $\text{Fe}^{2+}$  koji su rastvorljivi u vodi, oksidacijom prelaze u trovalentno gvožđe  $\text{Fe}^{3+}$ , koje nije rastvorljivo i taloži se, a kasnije izdvaja u procesu filtracije;
  - Sa sumporom: hidrogen sulfid  $\text{H}_2\text{S}$ , koji poseduje izražen miris, reaguje sa  $\text{O}_3$ , čime se izdvaja elementarni sumpor  $\text{S}$ , koji se može filtrirati;
  - Sa manganom: reakcija mangana je analogna reakciji gvožđa;
  - Sa bakterijama, virusima i protozoama: ozon oksiduje organske materije u ćelijskim membranama bakterija i protozoa, tako da dolazi do cepanja njihovim membrana o trenutnog raspadanja organizma. Kod virusa cepa RNK lance čime ih neutrališe.

# MANE O<sub>3</sub>ONA

- Izuzetno veliki početni troškovi, velika potrošnja energije;
- Proizvodnja se mora izvesti na licu mesta;
- Jako korozivan i toksičan, zahteva posebne materijale i kontrolu procesa i rukovanja;
- Može doći do pojave nusprodukata u vidu aldehida i ketona, toksičnih jedinjenja, a u slučaju prisustva bromida u početnom uzorku formiraju se bromati koji poseduju koncerogena svojstva;
- Ne poseduje germicidni niti dezinfekcioni rezidual;
- Slabije se rastvara u vodi od hlor-dioksida, potrebni su posebni načini injektiranja.



# ZAKLUČAK



# ZAKLJUČAK

- U svetu postoji težnja da se agresivni hemijski tretmani vode za piće (hlor-dioksid, hloramin, i dr) zamene procesima koji imaju minimalne količine štetnih hemijskih reziduala i nusprodukata. U tu svrhu, korišćenje ozona je doživelo razvoj od 80-ih godina prošlog veka i trenutno u svetu funkcioniše preko 2000 postrojenja koja za prečišćavanje koriste ozon. Praktično jedina velika mana koju poseduje je nedostatak germicidnih svojstava, tako da se, na trenutnom stupnju razvoja tehnologije prečišćavanja voda, primat daje procesima na bazi hlora, mada nema sumnje da će se u budućnosti ravnoteža pomeriti na stranu ozona.

A dynamic background image showing a splash of clear blue water against a white background. The water is captured in mid-air, with numerous droplets and ripples, creating a sense of movement and freshness. The lighting is bright, highlighting the clarity and texture of the water.

**O<sub>3</sub>ON**

Hvala na pažnji!