



# PRIMJENA ULTRAZVUKA U PROČIŠĆAVANJU ZAULJENIH OTPADNIH VODA

dr. sc. Hana Posavčić (GF, Zagreb)

# ULTRAZVUK

- zvučni val koji nastaje pri visokim frekvencijama (>20 kHz).
- Izvor vibracije koja generira valove - **UZ pretvarači**.
- Tehnološki postupak se temelji na **UZ kavitaciji**.



Sl. 1 Učinak kavitacije

# ULTRAZVUK

- Implozijom mjehurića naglo se oslobađa velika količina energije pri čemu se stvaraju zone ekstremnog tlaka i temperature, a mjehurići vode se razlažu na **atom vodika** i **hidroksilne radikale** ( $\cdot\text{OH}$ ).
- Radikali **oksidiraju ili reduciraju** organske i anorganske molekule koje se nalaze u otpadnoj vodi.
- **Piroliza** - pri visokim temperaturama; zagađivači se razgrađuju na jednostavnije ekološki prihvatljive spojeve.

# ULTRAZVUK



# ULTRAZVUK

## Operativni parametri:



- Direktno utječu na generiranje kavitacije

# ULTRAZVUK

## Karakteristike medija:

- Viskoznost
- Tlak
- Temperatura
- Izvor onečišćenja
- Otopljeni plinovi

# ULTRAZVUK

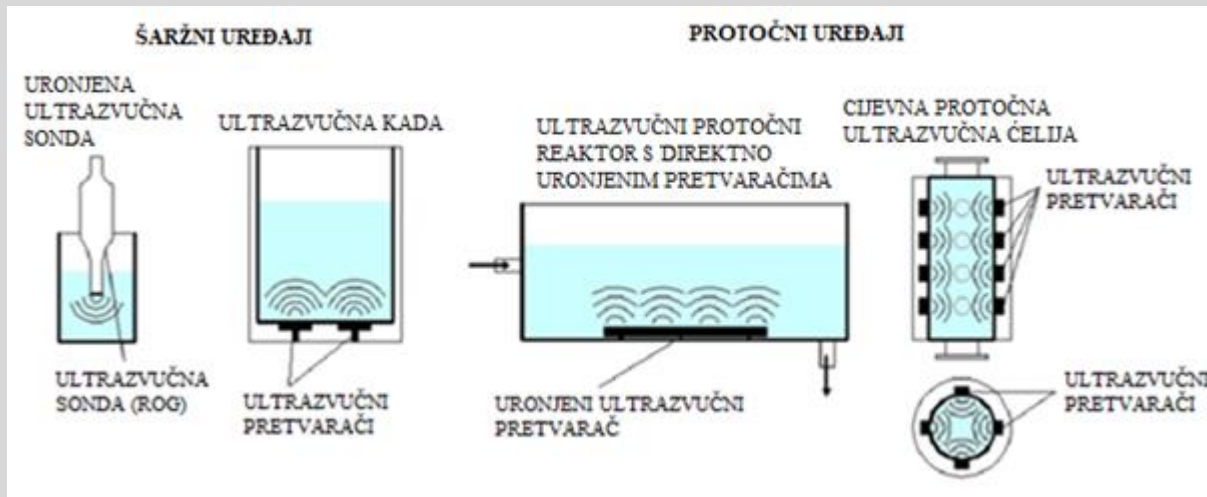
## Geometrijske karakteristike:

- Ovisi o primjeni

### Primjena ultrazvuka:

Direktna sonifikacija

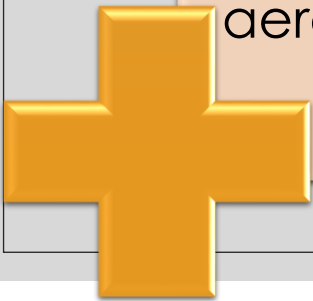
Indirektna sonifikacija



Sl. 2 Ultrazvučni sustavi

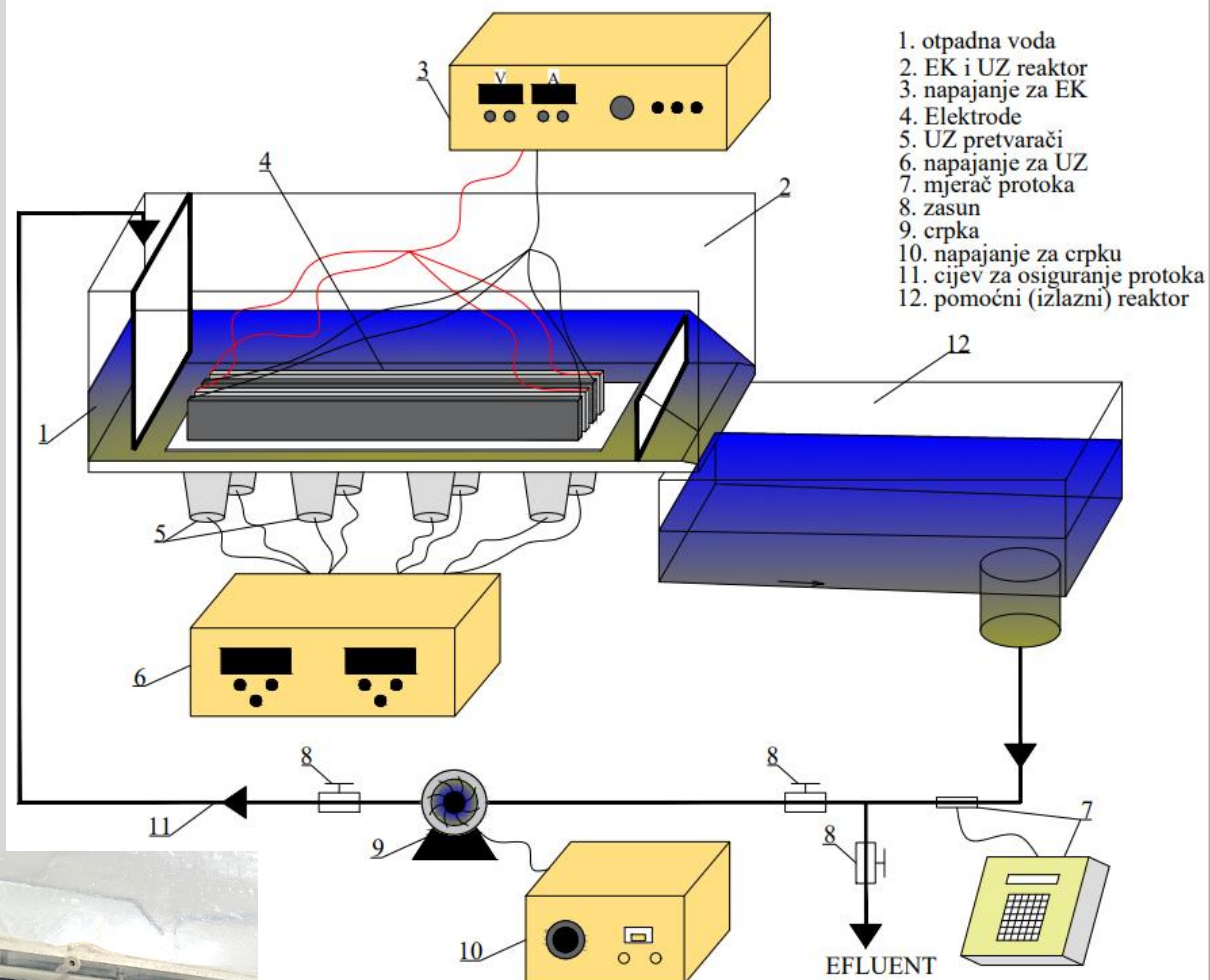
# ULTRAZVUK

- Može se koristiti ukoliko u vodi ima krutina.
- Onečišćenja se razlažu na vodu, ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) i anorganske ione te rijetko nastaju nusprodukti.
- Oprema je jednostavna za korištenje.
- Dokazano učinkovit u kombinaciji s aerobnim i anaerobnim tretmanima.
- Degradacija je nekoliko puta brža od prirodne aerobne oksidacije.
- Nema dovoljno istraživanja provedenih na velikim komercijalnim uređajima jer se intenzivna kavitacija odvija uz samu sondu ili pretvarač.
- Pojave mrtvih zona.
- Erozija uronjenih sondi i pretvarača – redovita zamjena.
- Troškovi tretmana su visoki.





# ISPITIVANJA



Sl. 4 Položaj UZ pretvarača s donje strane reaktora

Sl. 3 Shema uređaja

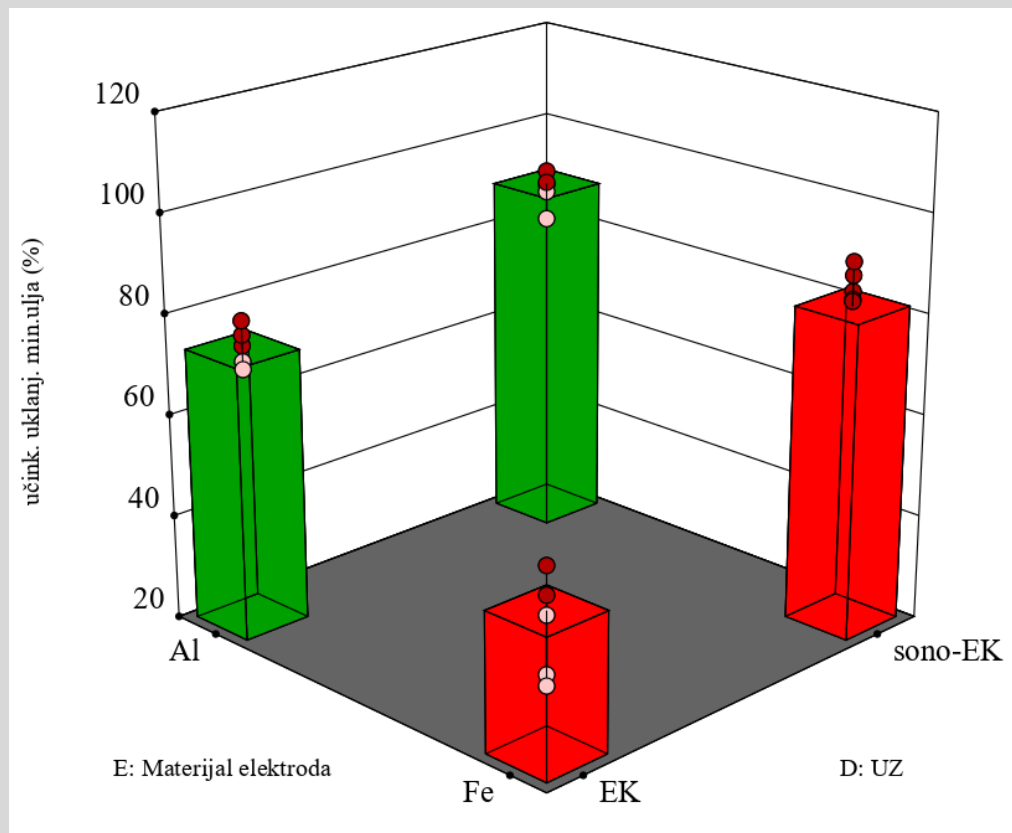
# ISPITIVANJA

Tabl. 1. Parametri

Numerički parametri [mjerna jedinica]		Razine		
		Niska	Srednja	Visoka
A	Broj ciklusa, N [1]	3	11.5	20
B	Gustoća struje, J [A/m <sup>2</sup> ]	20	70.385	120.77
C	Protok, Q [L/s]	0.1	0.425	0.75
Kategorički parametri		1	2	
D	Metoda	<b>EK</b>	<b>Sono-EK</b>	
E	Materijal elektroda	Fe	Al	

**68 eksperimenata**

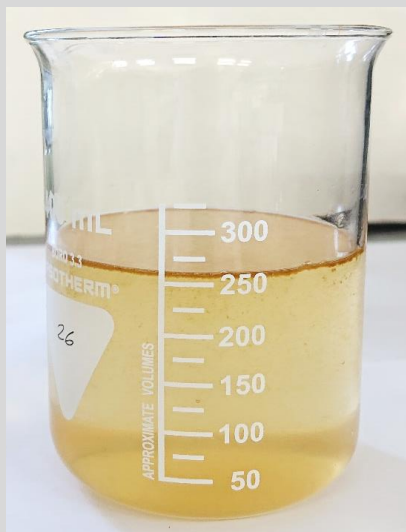
# REZULTATI



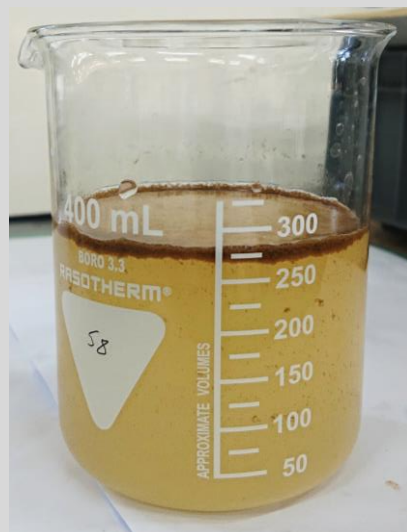
Sl. 5 Utjecaj UZ na uklanjanje mineralnih ulja uz korištenje željeznih (crveno) i aluminijskih (zeleno) elektroda ( $Q=0.435$  L/s,  $J=70.385$  A/m<sup>2</sup>,  $N=11.5$ )

# REZULTATI

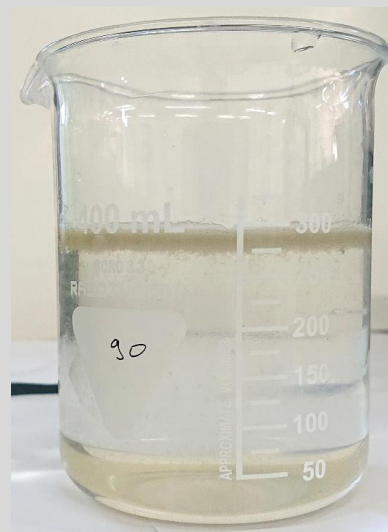
a) EK (Fe)



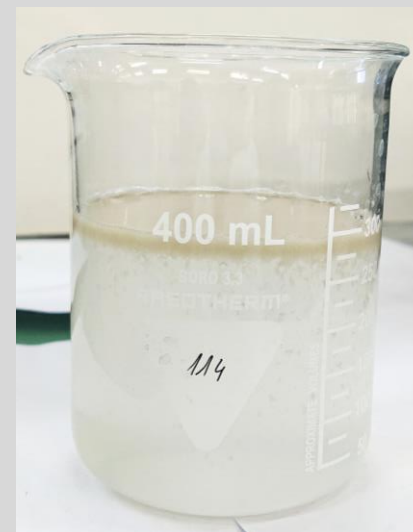
b) sono-EK (Fe)



c) EK (Al)



d) sono-EK (Al)



Sl. 6 Uzorci pročišćene vode nakon tretmana

# REZULTATI



Sl. 7 UZ homogenizatori

## Primjena UZ sondi:

- Veća učinkovitost za **20 %** u odnosu na UZ pretvarače zbog povećanja intenziteta UZ (s  $5,1 \text{ kW/m}^2$  na  $9,3 \text{ kW/m}^2$ ).



**BRAVOBRIEK**

*HVALA NA PAŽNJI!*

*Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost u okviru projekta "IP-2019-04-1169 – Zbrinjavanje pročišćenih zauljenih otpadnih voda i mulja s UPOV-a u opekarskoj industriji – proizvodnja novog opekarskog proizvoda u okviru kružne ekonomije".*