

Pročišćavanje zauljenih otpadnih voda

mag. appl. chem. Morana Drušković

BRAVOBRIK 

HRZZ "IP2019-04-1169 "

Zauljene otpadne vode

- Spoj otpadne vode i ulja u određenom omjeru
- Porastom industrijske proizvodnje povećavaju se količine na globalnoj razini
- Povišene vrijednosti parametara:
 - Kemijske potrošnje kisika (KPK)
 - Ukupnog organskog ugljika (UOT)
 - Ukupnih ugljikovodika (mineralnih ulja)
 - Mutnoća
 - Neugodan miris



Tablica 1. Fizikalno-kemijski pokazatelji zauljene otpadne vode i zakonska regulativa.

Pokazatelj	Jedinica	Zauljena otpadna voda	Površinske vode (PO)	Sustav javne odvodnje (SJO)
Temperatura	°C	15	30	40
pH-vrijednost		7,4	6,5 - 9,0	6,5 - 9,5
Suspendirana tvar	mg/l	85	30	-
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	mg/l	1433	125	700
Teško hlapljive lipofilne tvari (ukupna ulja i masti)	mg/l	17,8	20	100
Ukupni ugljikovodici (mineralna ulja)	mg/l	129,17	10	30
Adsorbilni organski halogeni (AOX)	mg/l	1,71	0,5	0,5
Aluminij (Al)	mg/l	13783 ng/l	3	-
Antimon (Sb)	mg/l	105,2 ng/l	0,5	-
Arsen (As)	mg/l	537,0 ng/l	0,1	0,1
Bakar (Cu)	mg/l	539,8 ng/l	0,3	0,5
Barij (Ba)	mg/l	778,4 ng/l	3	5
Bor (B)	mg/l	62174 ng/l	3	10
Cink (Zn)	mg/l	62174 ng/l	0,5	2
Kadmij (Cd)	mg/l	11,68 ng/l	0,05	0,1
Kobalt (Co)	mg/l	133,2 ng/l	1	1
Kositar (Sn)	mg/l	526,5 ng/l	0,5	2
Ukupni krom (Cr)	mg/l	838,1 ng/l	0,5	0,5
Krom (VI) (Cr)	mg/l		0,1	0,1
Mangan (Mn)	mg/l	1350 ng/l	2	4
Nikal (Ni)	mg/l	< 0,1 ng/l	0,5	0,5
Olovo (Pb)	mg/l	583,3 ng/l	0,5	0,5
Selen (Se)	mg/l	289,3 ng/l	0,02	0,1
Vanadij (V)	mg/l	100,3 ng/l	0,05	0,1
Željezo (Fe)	mg/l	77269 ng/l	2	10
Živa (Hg)	mg/l	< 0,1 ng/l	0,01	0,01

Novi hibridni pristup pročišćavanju



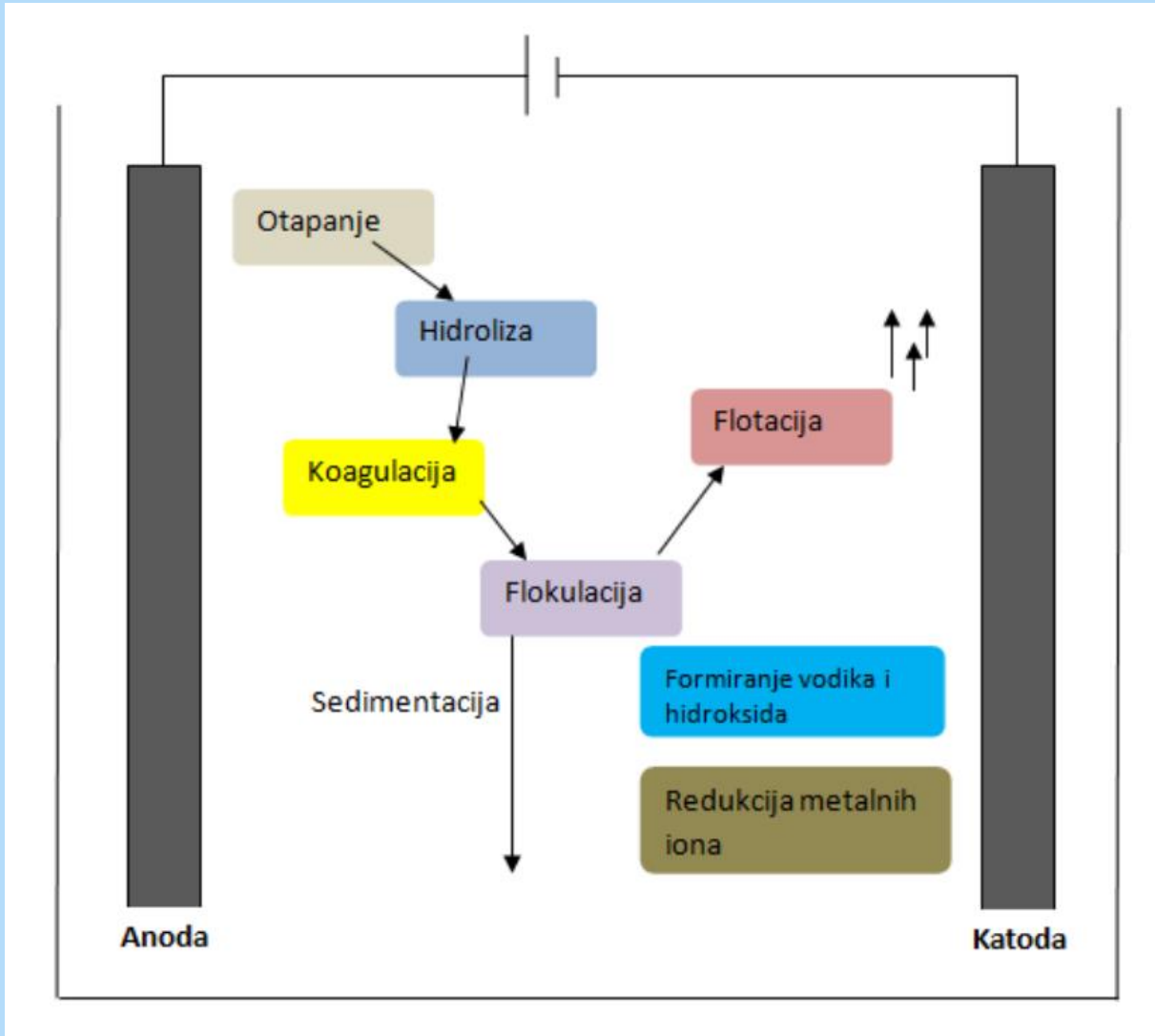
**ELEKTROKEMIJSKI
PROCESI**

Elektrokoagulacija

**NAPREDNI
OKSIDACIJSKI
PROCESI**

Elektro-Fenton
proces

ELEKTROKEMIJSKI PROCESI



ELEKTROKOAGULACIJA (EK)

- Elektrode: Nehrđajući čelik (SS)
Željezne (Fe)
Aluminijske (Al)
- 3 uzastopna koraka u procesu elektrokoagulacije:
 1. Kompresija difuznog dvosloja pomoću iona nastalih oksidacijom žrtvovane anode
 2. Neutralizacija naboja
 3. Formiranje flokula
- Karakteristične reakcije:
ANODA: $M_{(s)} \rightarrow M^{n+}_{(aq)} + ne^{-}$
KATODA: $nH_2O_{(l)} + ne^{-} \rightarrow \frac{n}{2}H_{2(aq)} + nOH^{-}$
U otopini: $M^{n+} + nH_2O \rightarrow M(OH)_{n(s)} + nH^{+}_{(aq)}$

Napredni oksidacijski procesi (NOP)

Elektrokemijski napredni oksidacijski procesi (ENOP) – ELEKTRO-FENTON PROCES

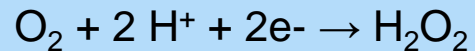


Neizravno katalitičko stvaranje $\cdot\text{OH}$ radikala

- Nastajanje $\cdot\text{OH}$ radikala (Fentonova reakcija)



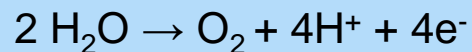
- Nastajanje vodikovog peroksida redukcijom otopljenog kisika ($\text{pH} \approx 3$)



- Nastajanje Fe^{2+} redukcijom Fe^{3+}



- Oksidacija kisika na anodi



- Elektrokatalitička regeneracija Fe^{2+} iona u Fe^{3+}



Cilj istraživanja

1. Ispitati utjecaj različitih procesnih parametara na učinkovitost procesa pročišćavanja zauljenih otpadnih voda
2. Pročistiti zauljene otpadne vode do kakvoće koja će omogućiti njihovu primjenu kao tehnološke vode u procesu proizvodnje opekarskih proizvoda

Materijali

- Zauljena otpadna voda:
 - Separatori ulja i masti



- Otpadna voda iz skrubera (pročišćavanje plinova u postupku termičke obrade muljeva s UPOV-a)



Pročiščavanje zauljenih odpadnih voda



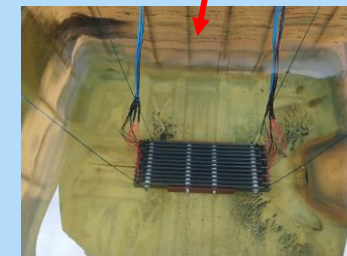
Laboratorijski testovi pročiščavanja (10-30 L)



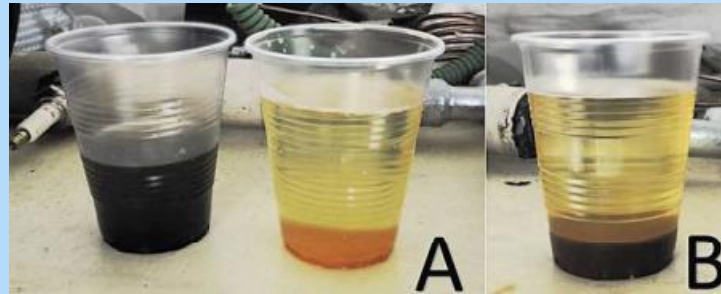
SS/Fe/Al



Pilot postrojenje (80 L, 250 L, 1000 L)



Rezultati



Rezultati



Ispitivanje	Institucija
Kemijska potrošnja kisika (KPK)	GF, HR vode
Sadržaj elemenata	FKIT
Temperatura	GF
Električna vodljivost	GF
Otopljeni kisik	GF
Ukupne otopljene tvari (UOT)	GF
pH	GF
Suspendirana tvar	Croatiakontrola
Teškohlapljive lipofilne tvari (ukupna ulja i masti)	Croatiakontrola
Mineralna ulja (ukupni ugljikovodici)	GF
Ukupni organski ugljik (UOC)	FKIT
Adsorbilni organski halogeni (AOX)	Croatiakontrola



Multimetar-Hanna HI98194



Shimadzu Nexis GC-2030

Elektrode



Elektrode od
nehrđajućeg čelika



Fe elektrode

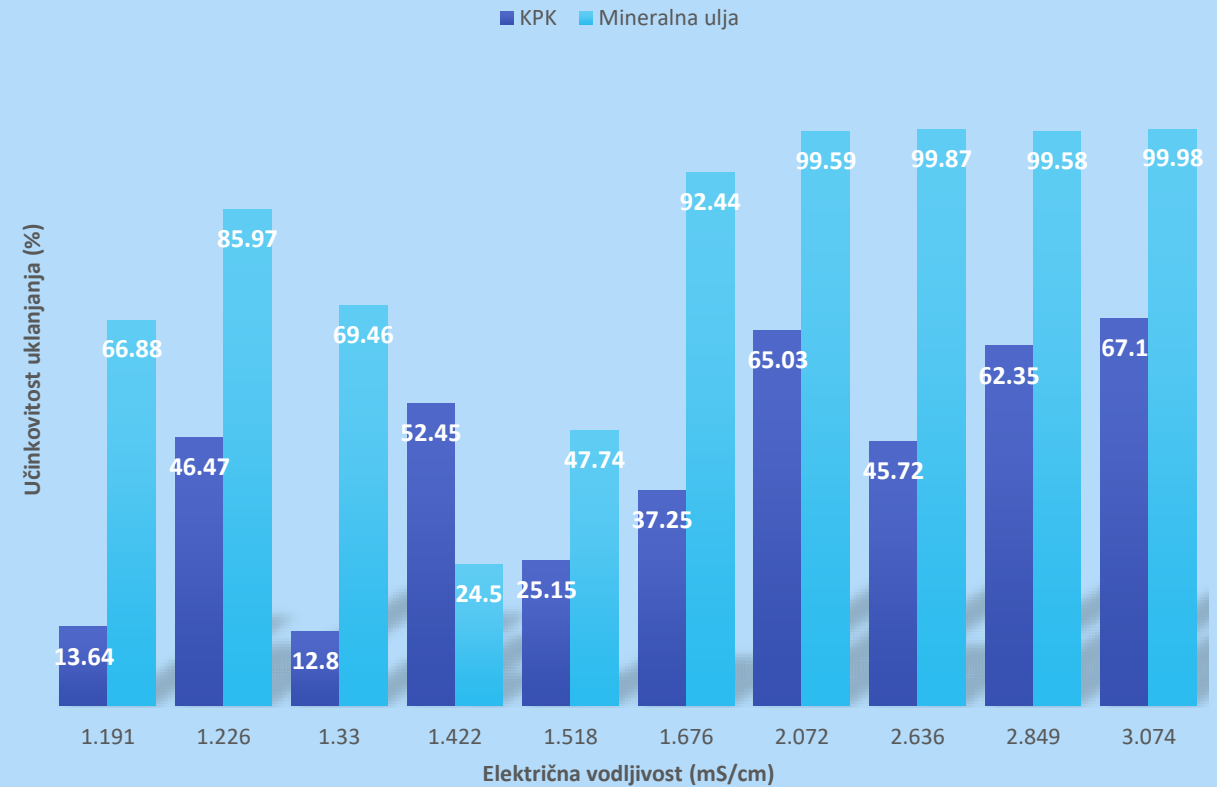
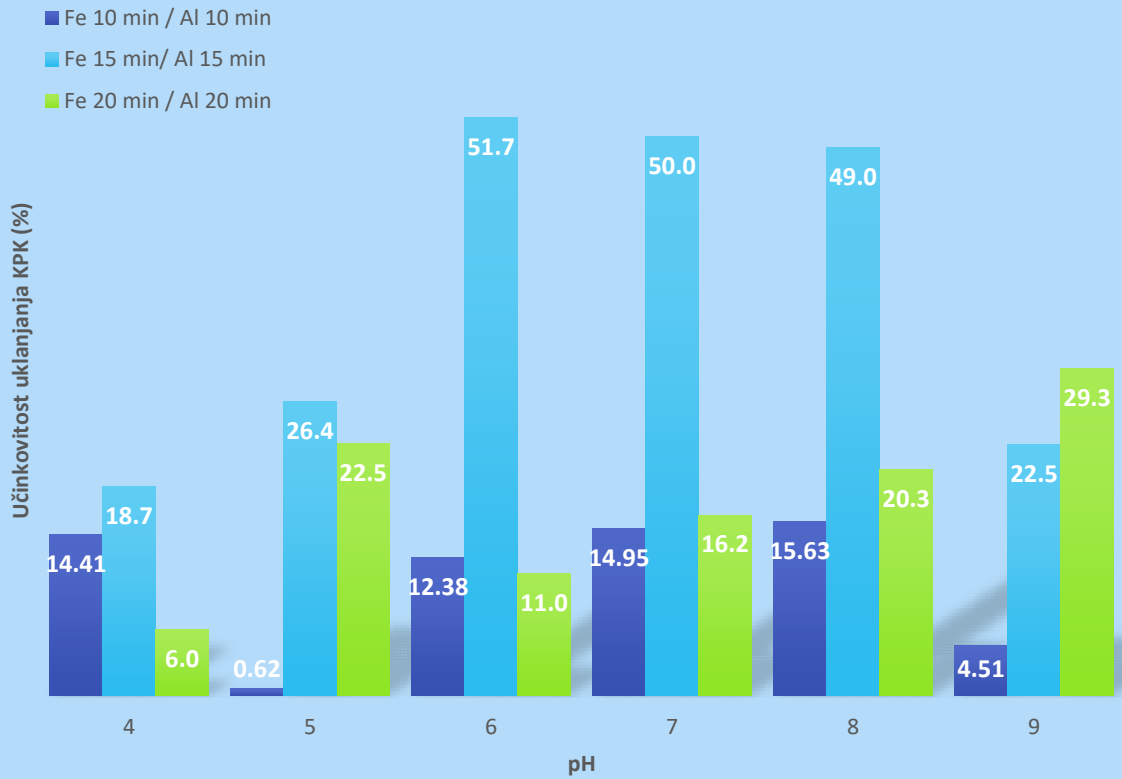


Al elektrode

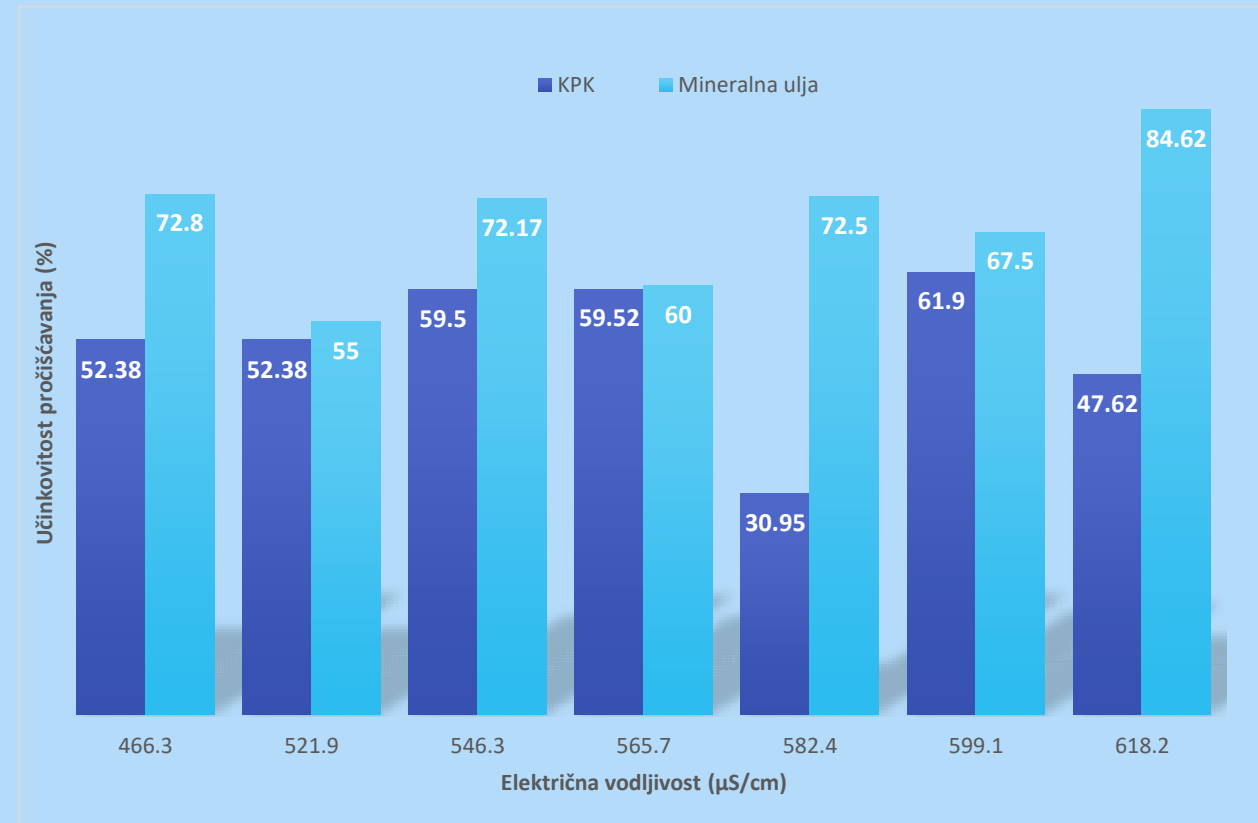
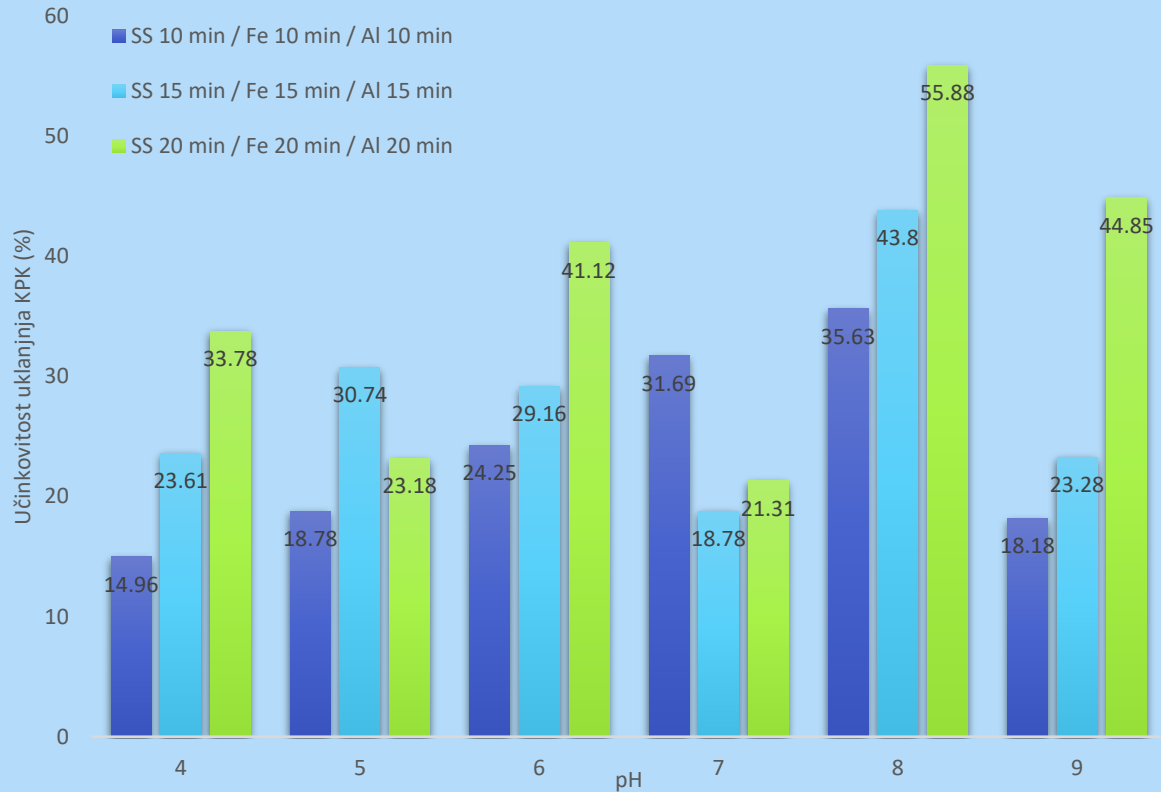


Čišćenje elektroda

Elektrokoagulacija



Hibridni proces - Kombinacija elektrokoagulacije i elektro-fenton procesa



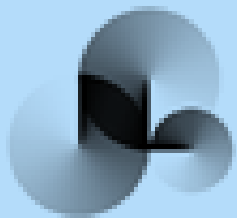
Zaključak

- Istraživanja pokazuju učinkovitost uklanjanja mineralnih ulja procesom elektrokoagulacije oko 99%
- Optimalna pH-vrijednost za postizanje najvećih učinkovitosti pročišćavanja zauljenih voda korištenjem elektrokoagulacije je od 6-8
- Hibridnim procesom, kombinacija elektrokoagulacije i elektro-Fenton procesa, postignute su učinkovitosti uklanjanja KPK veće od 80% uz znatno manje električne vodljivosti
- Optimalna pH-vrijednost za postizanje najvećih učinkovitosti pročišćavanja zauljenih voda korištenjem hibridnog postupka je oko 8
- U danjem istraživanju potrebno provesti seriju pokusa pri većim vrijednostima električne vodljivosti kako bi se postigne bolje učinkovitosti uz što kraća vremena trajanja reakcija

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".



INDELOOP



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET**



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije



FKIT MCMXIX



HRZZ
Hrvatska zaklada
za znanost