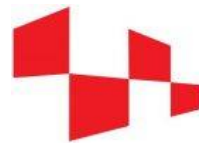


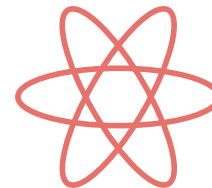
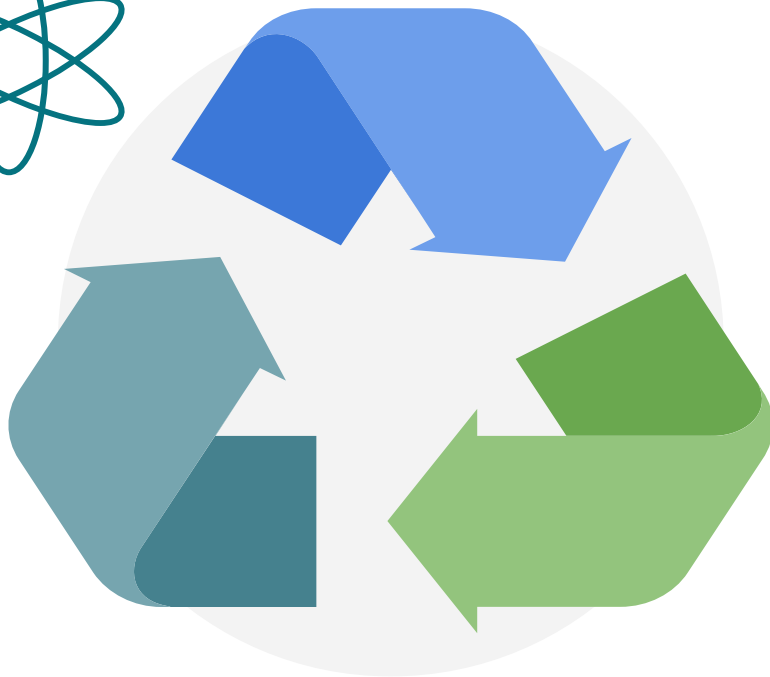
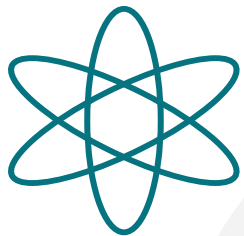


SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

BRAVOBRIK



hrzz
Hrvatska zaklada
za znanost

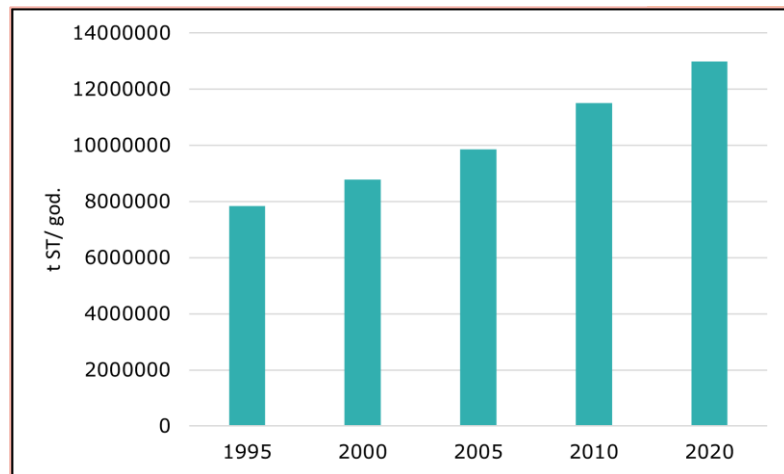


Termička obrada mulja s UPOV-a

Andjelina Bubalo, mag.ing.oecoing.

Zagreb, 13.srpnja, 2022.

Stopa rasta proizvodnje mulja s UPOV-a na razini EU-27

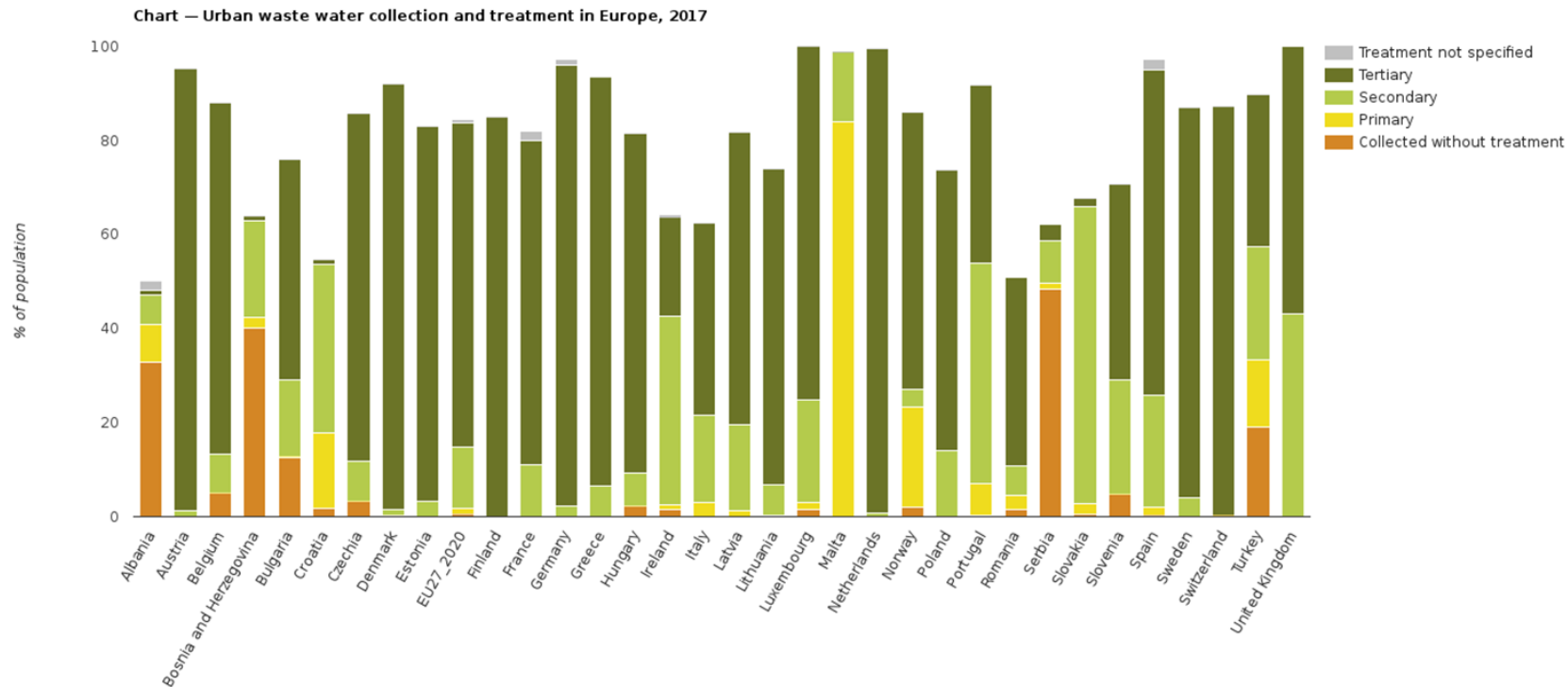


Svjetska populacija bilježi
neprekidan rast

Direktiva Vijeća o pročišćavanju
komunalnih otpadnih voda
97/271/EEZ

Pojedine europske zemlje uvode
znatno strože mjere (GV) od onih
propisanih Direktivom 86/278/EEZ

Skupljanje i pročišćavanje urbanih otpadnih voda u europskim zemljama



Zabrane/ograničenja odlaganja mulja s UPOV-a

Prema Direktivi
1999/31/EZ neprihvatljivo
je odlaganje
„biorazgradivog otpada”

Jedna od bitnih stavki koje
promiče direktiva EU je
kružno gospodarstvo te
napuštanje „end of pipe”
tehnologija



Direktiva EU o mulju s UPOV-a i
njezina moguća revizija predlaže
recikliranje fosfora iz pepela
(nus-proizvoda termičke obrade
mulja), te mogućnost
pooštravanjem trenutnih GV za
pojedine teške metale



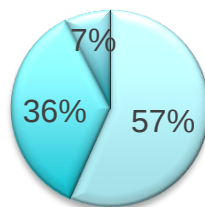
Mulj s UPOV-a je resurs koji može imati različite smjerove za uporabu energije/tvari

Ogrjevna vrijednost mulja s UPOV-a 8.90-22.10 MJ/kg

Mehanički dehidriran mulj

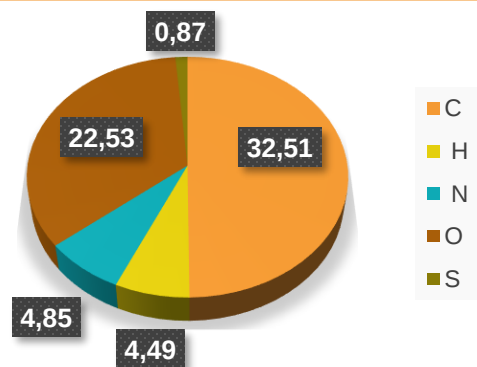
- 50–70% organske tvari,
- 30–50% anorganske tvari
 - 3–4% dušika (N)
 - 0.5–0.25% fosfora (P)
- značajne količine drugih vrijednih nutrijenata

Sastav mulja

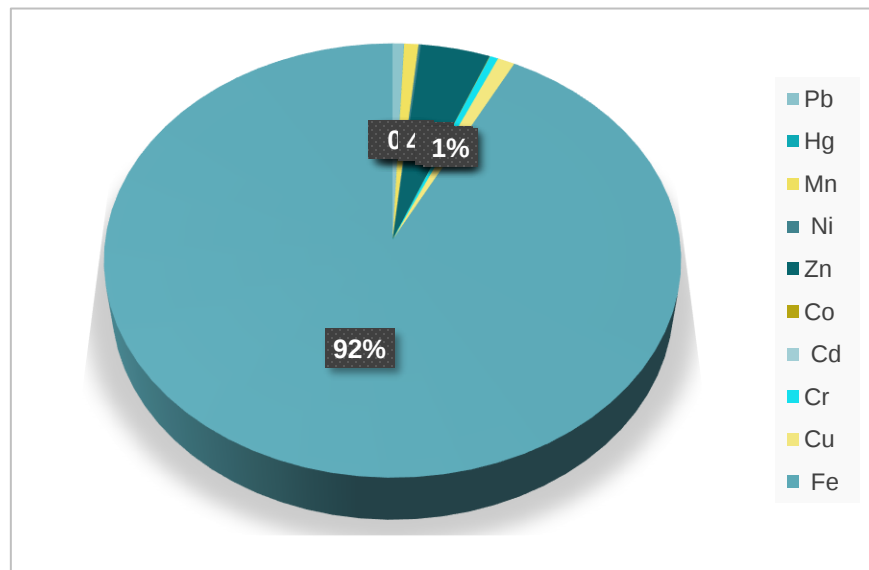


- Udio hlapivih komponenti %
- Udio pepela %
- Udio čađe (Fixed Carbon) %

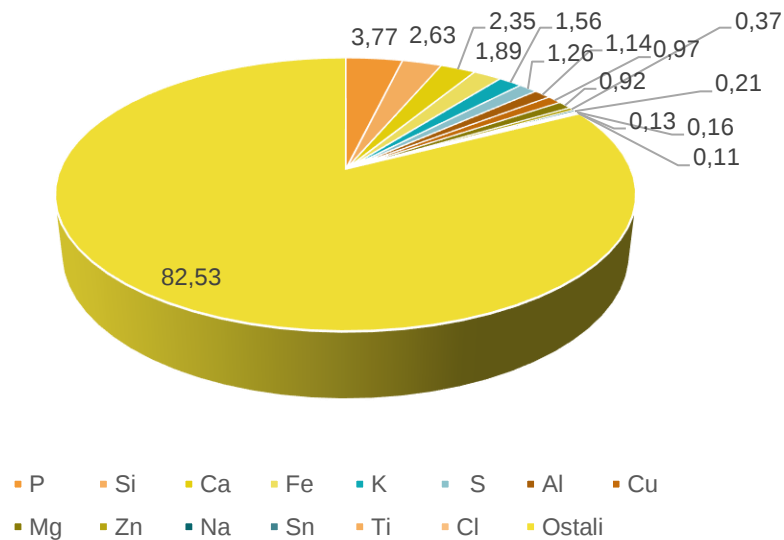
Srednje vrijednosti osnovnih elemenata u mulju (%)



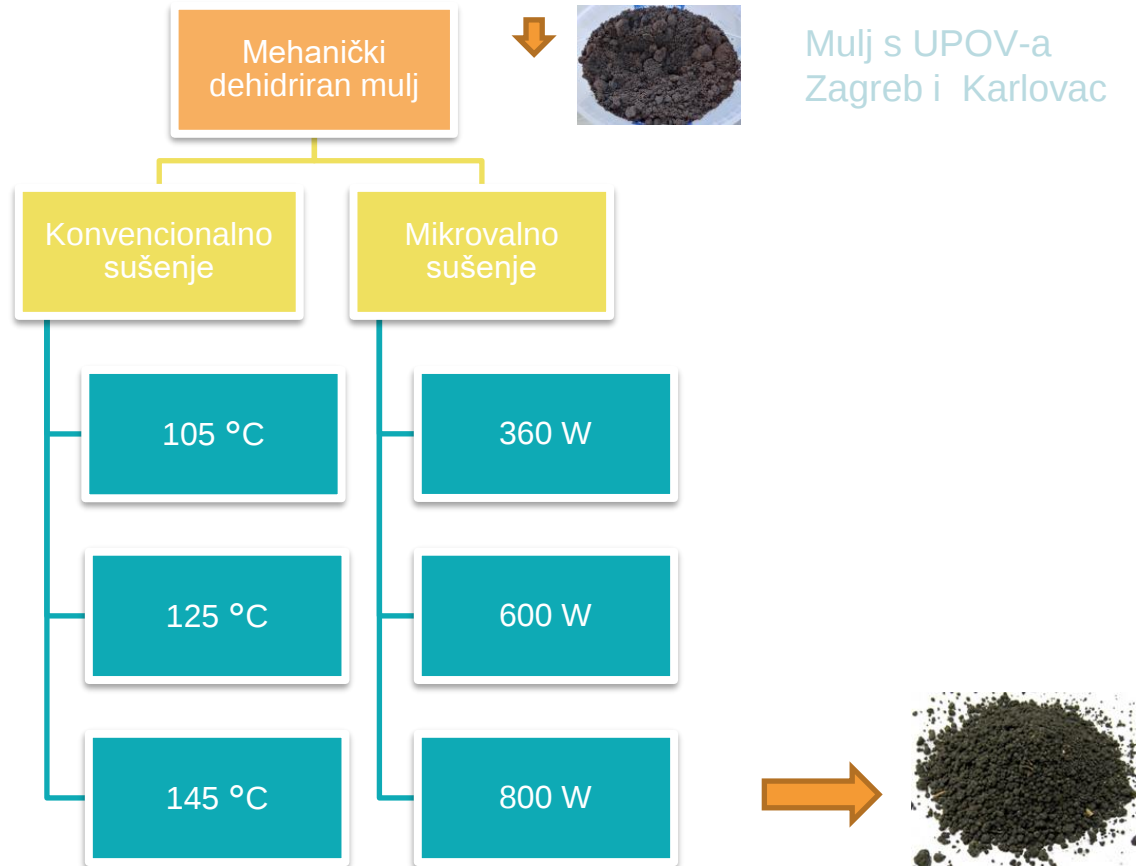
Elementi u tragovima mg/kg (ST)



Elementarna analiza mulja (ST) %



Materijali i metode



Mikrovalno sušenje mulja

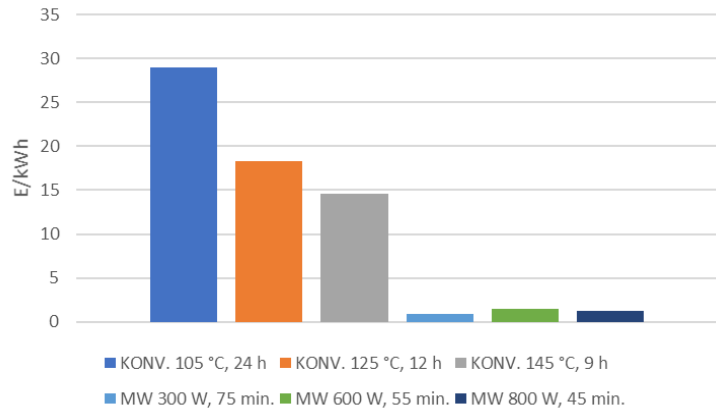


Rezultati

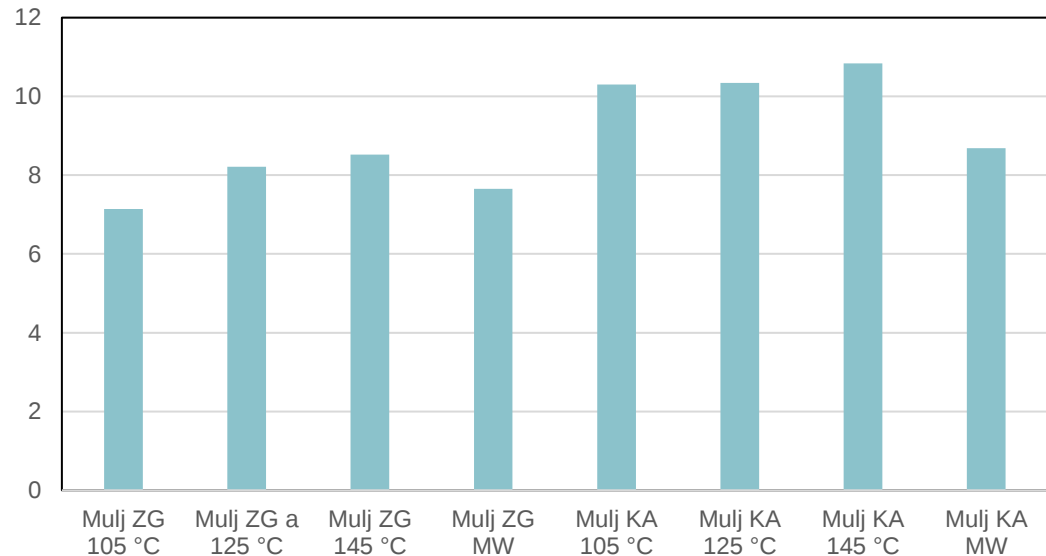
Usporedba ogrjevnih vrijednosti mulja sušenog konvekcijom i mikrovalovima

Usporedba učinkovitosti metoda u vremenu (t) potrošnji energije (E)

Potrošnja energije



Donja ogrjevna vrijednost MJ/kg



Teški metali

	Fe	Zn	Cu	Cr	Sr	Pb	Ni	V	As
	%w	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
		s.t	s.t	s.t.	s.t	s.t	s.t	s.t.	s.t
Mulj ZG KO	2,78	874,5	247	<9.8	176	719,8	39,4	31,1	2,8
Mulj ZG MW	2,73	1077,71	269,13	97,35	194,2	137,13	69,27	55,754	37,75
Mulj KA KO	1,78	1802,3	177	101,5	213	171,5	99,3	69,9	31,2
Mulj KA MW	1,976	1816,05	169,88	151,01	233,69	171,68	115,16	69,84	51,94

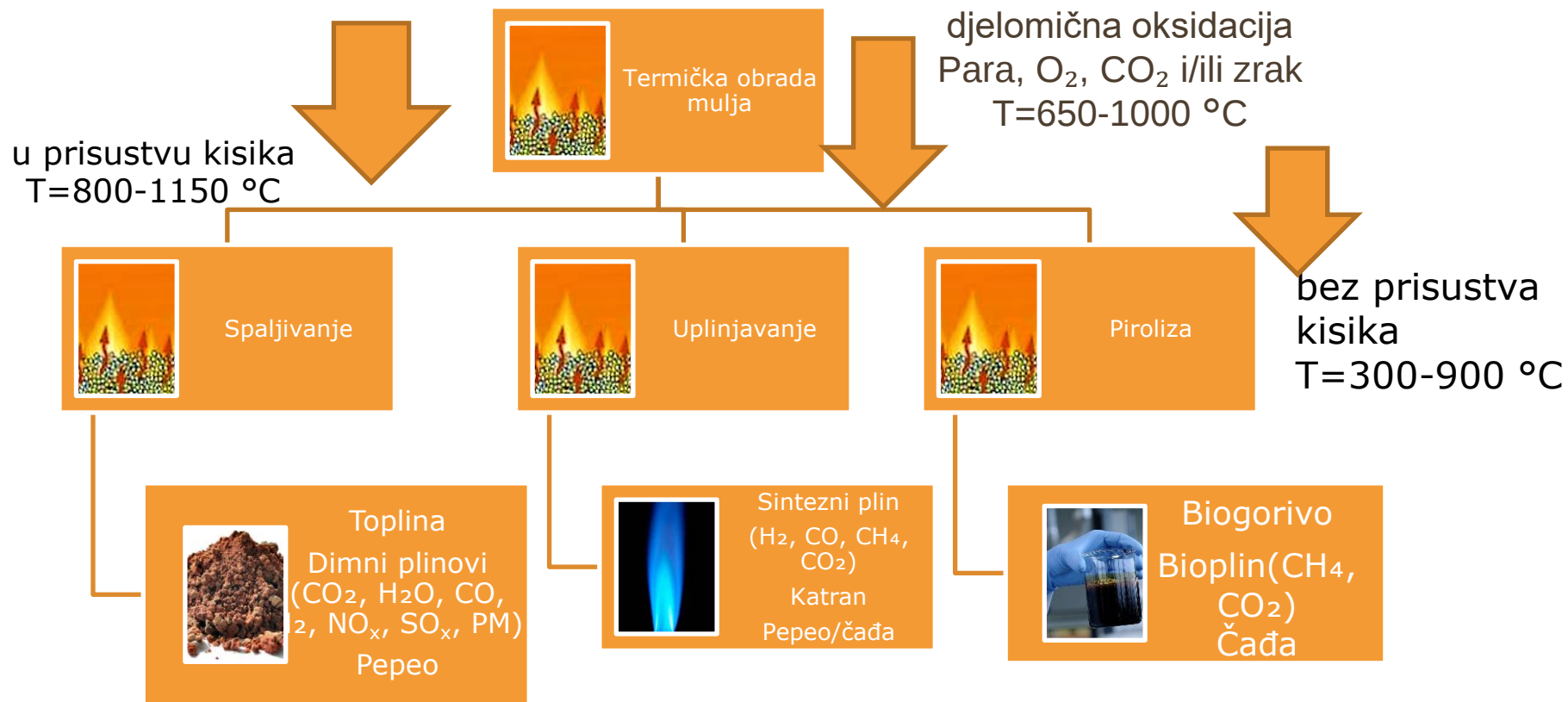
Oksidi

Uzorak	Oksid %								
	K ₂ O	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Ukupno
Mulj ZG KO	1,19	2,43	3,31	12,02	0,95	22,64	5,1	0,54	48,19
Mulj ZG MW	0,64	1,95	3,66	9,96	0,96	17,91	3,03	0,52	38,61
Mulj KA KO	0,69	1,1	2,16	16,7	0,72	15	5,26	0,36	41,98
Mulj KA MW	0,68	2,03	1,89	11,65	0,86	16,99	4,41	0,5	39

Termičke metode obrade mulja



Viši stupnjevi termičke obrade mulja (spaljivanje, uplinjavanje, piroliza)



Spaljivanje mulja u laboratorijskom mjerilu



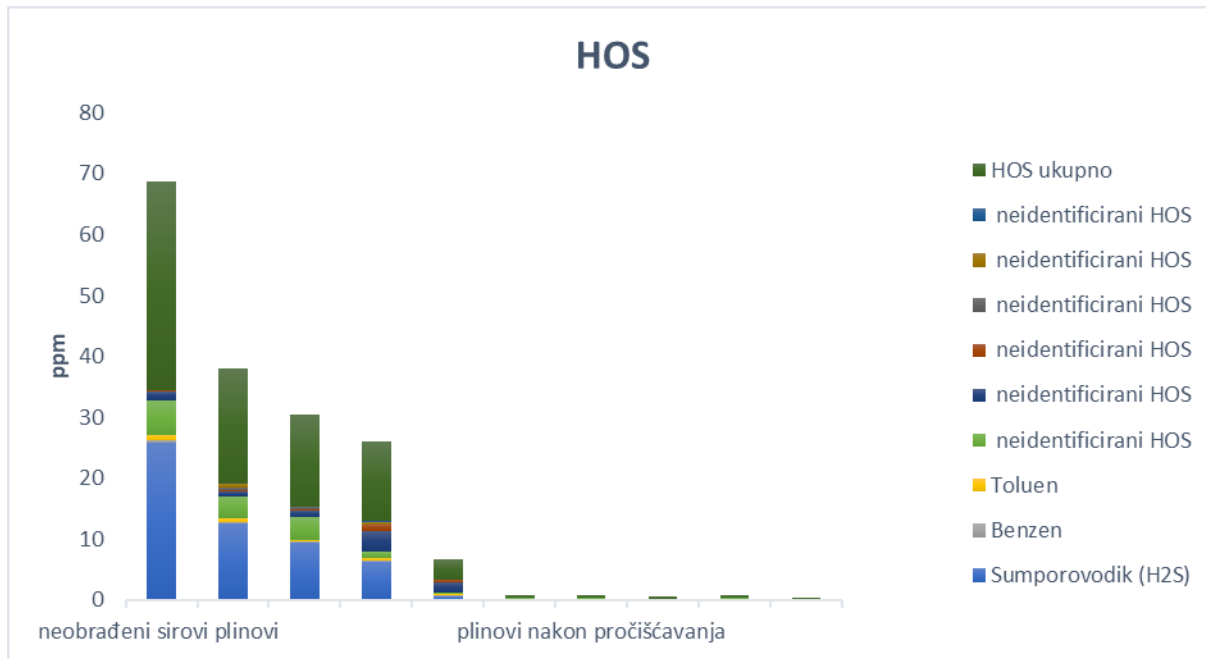


Dräger X-pid® 9000/9500

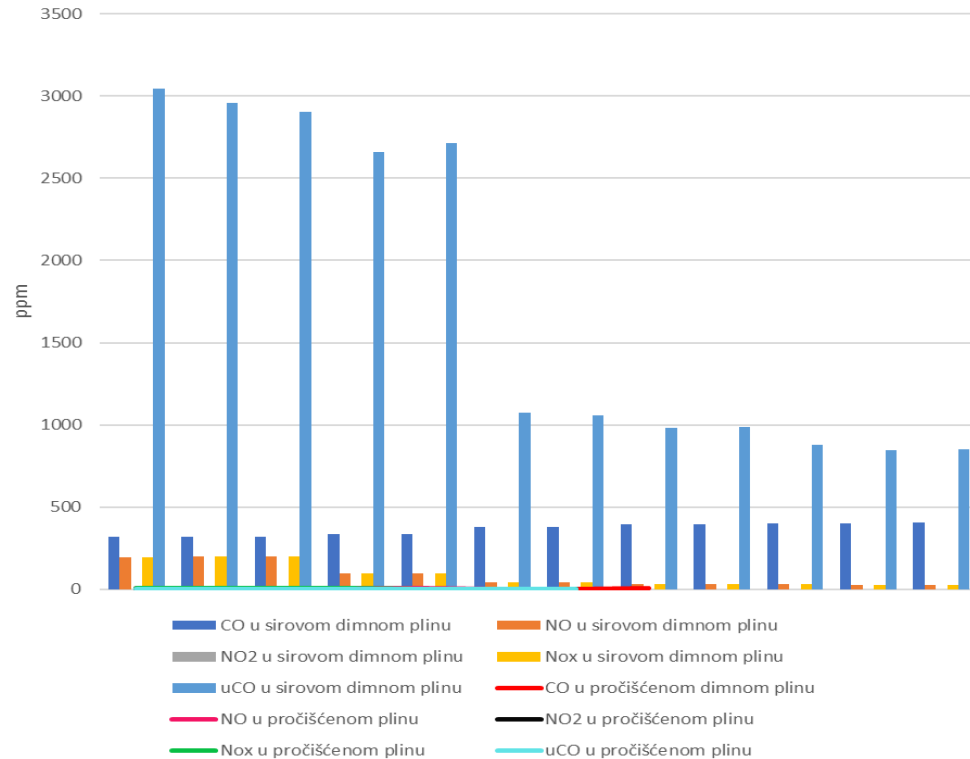


Testo 340

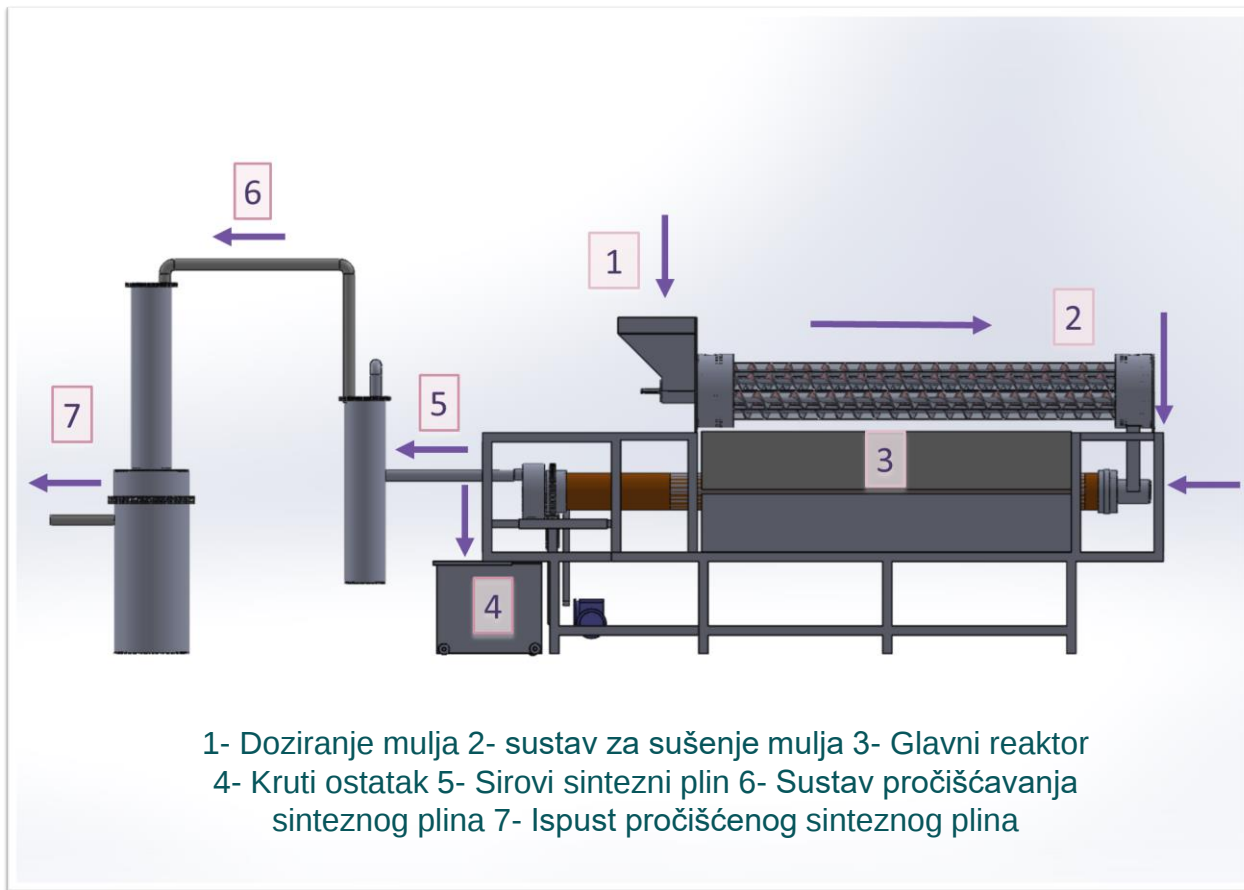
Usporedba onečišćivala u sirovom i pročišćenom dimnom plinu



Dimni plinovi iz procesa spaljivanja mulja



Pilot postrojenje za uplinjavanje mulja (IndeLoop, Dok-Ing)



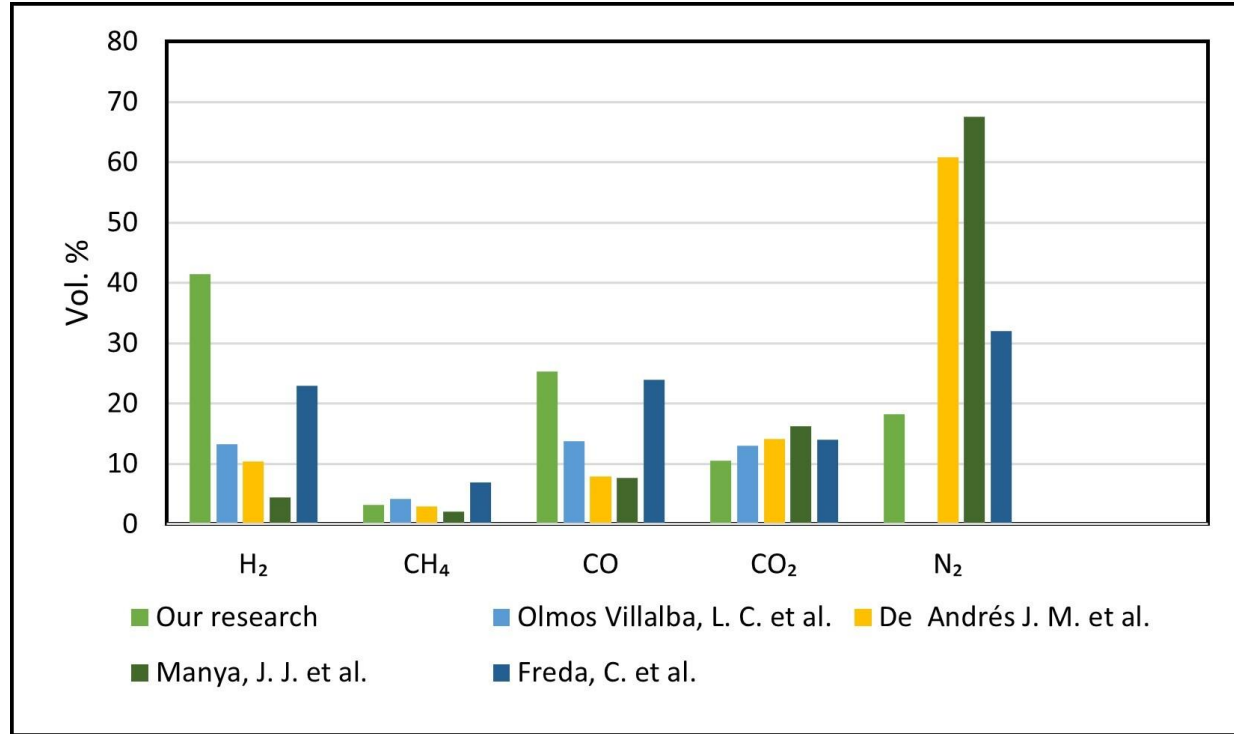


Pilot postrojenje za uplinjavanje (IndeLoop)



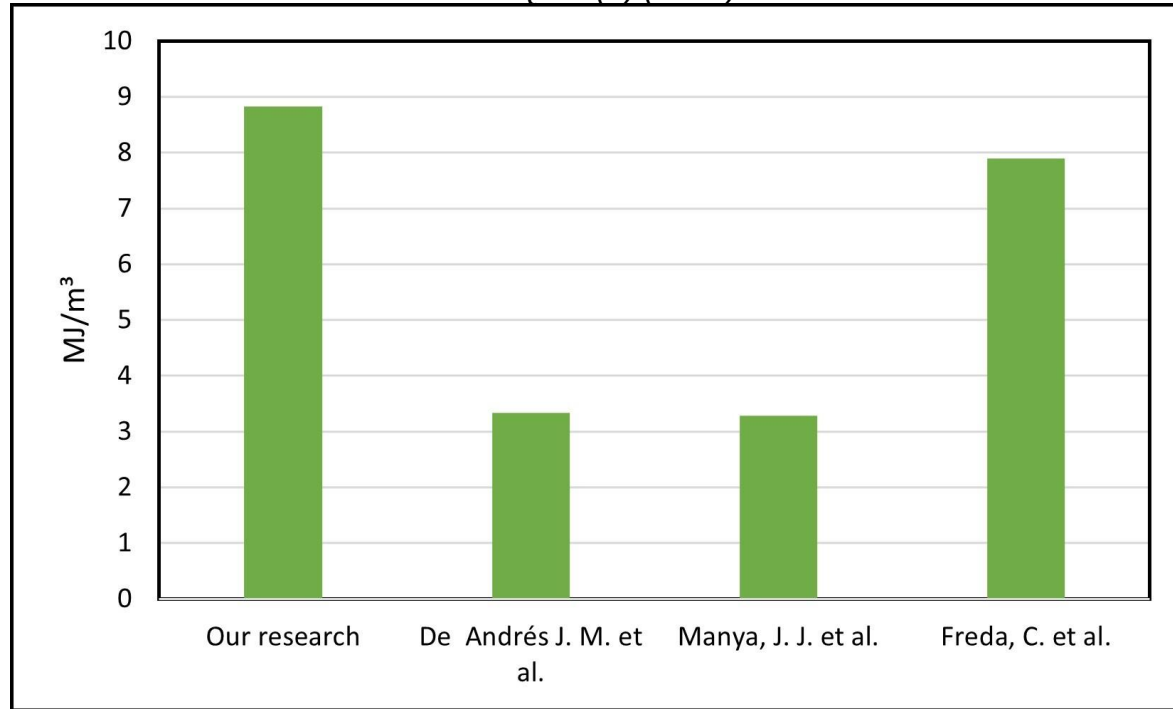
MRU vario luxx -syngas analyzer

Gasification of Sewage Sludge in a Rotary Kiln Reactor – A Case Study with Incorporation of Sewage Sludge Ash in Brick Production
A. Bubalo, D. Vouk, D. Maljković and T. Bolanča,
CABEQ 36 (1) (2022) 1-90



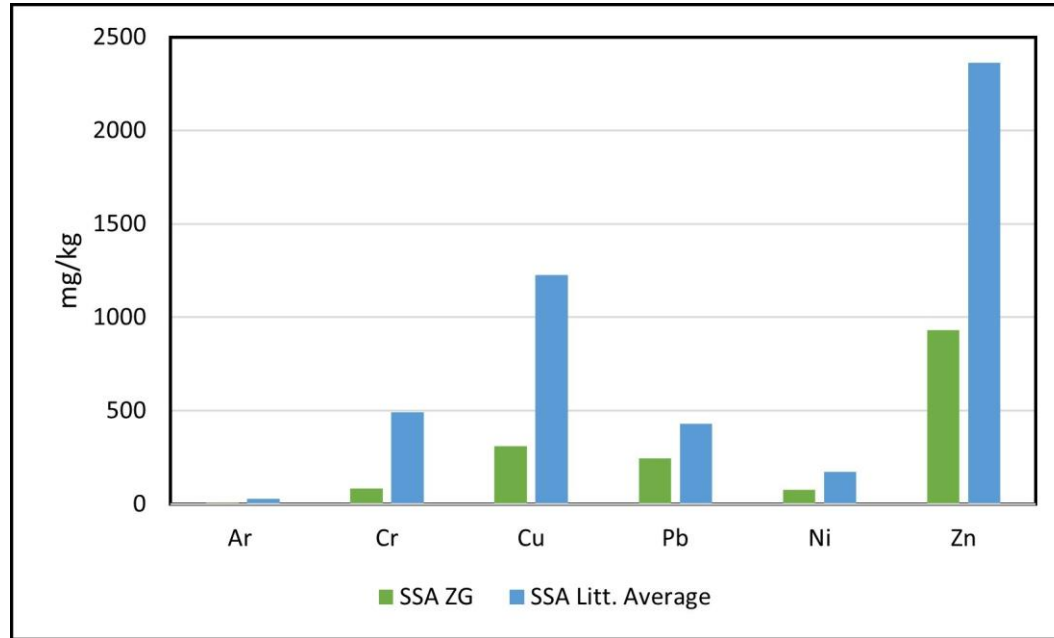
Gasification of Sewage Sludge in a Rotary Kiln Reactor – A Case Study with Incorporation of Sewage Sludge Ash in Brick Production

*A. Bubalo, D. Vouk, D. Maljković and T. Bolanča,
CABEQ 36 (1) (2022) 1-90*



Gasification of Sewage Sludge in a Rotary Kiln Reactor – A Case Study with Incorporation of Sewage Sludge Ash in Brick Production

*A. Bubalo, D. Vouk, D. Maljković and T. Bolanča,
CABEQ 36 (1) (2022) 1-90*



Prednosti termičke obrade mulja nad ostalim metodama

Smanjenje mase i
volumena mulja za 70% i
90%

Smanjenje
ugljičnog otiska
korištenjem zelenih
izvora energije

Smanjenje onečišćenja i
rizika povezanih s
upravljanjem sekundarnim
resursima

Poboljšanje povrata i recikliranja
kritičnih elemenata npr. fosfor (P) te
korištenje pepela kao zamjenske
sirovine građevinskoj industriji
npr. opekarskoj industriji

Zahvala

Ovo istraživanje u potpunosti je financirano od Hrvatske zaklade za znanost projektom “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 (Bravobrick).

