



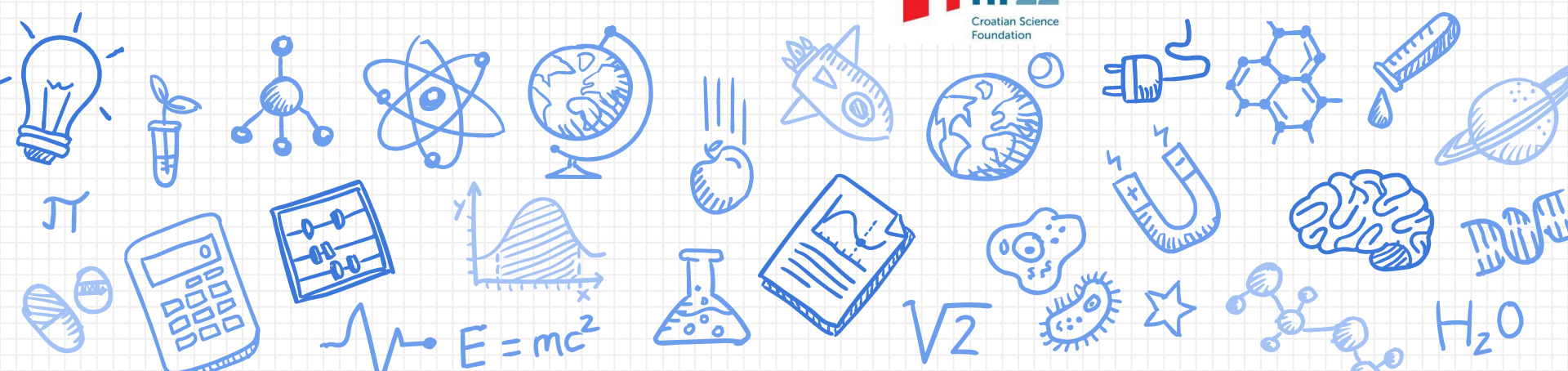
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET  
UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

# Ugradnja mulja/pepela u opeku

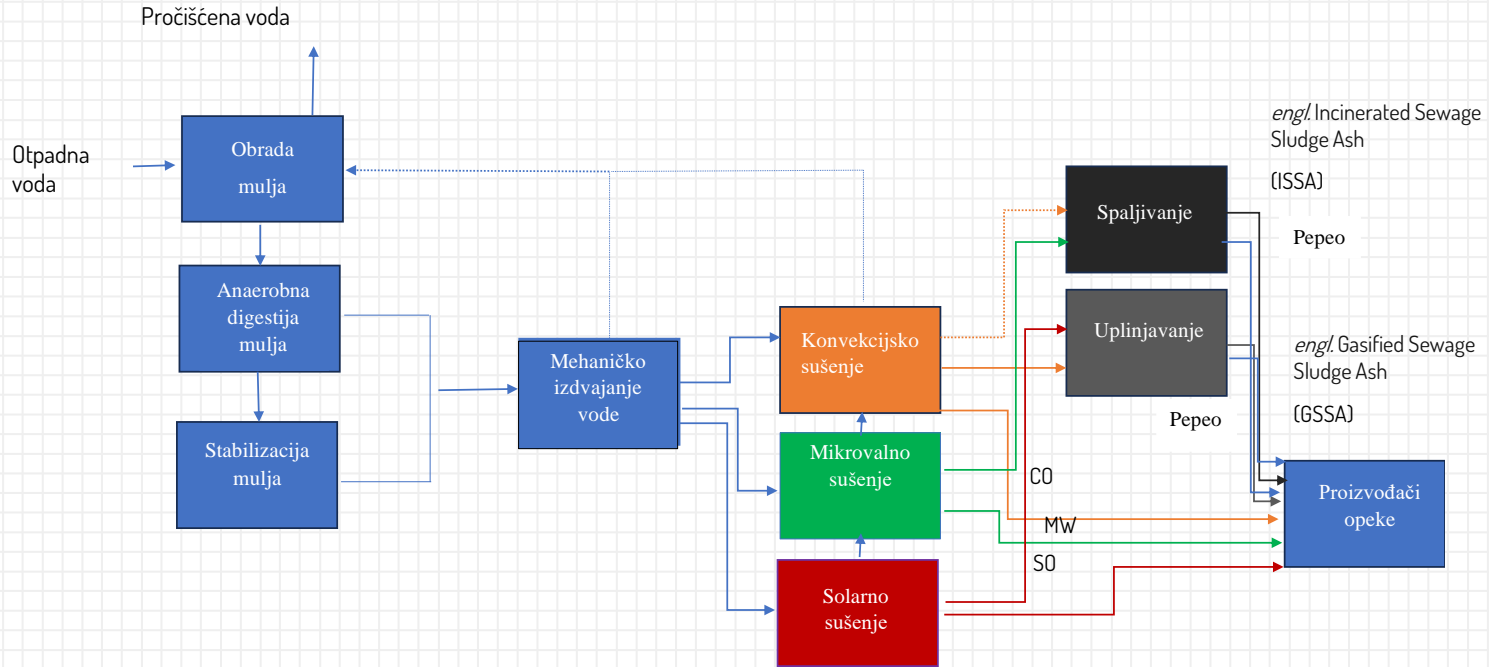
BRAVOBRICK

Andelina Bubalo | Dražen Vouk | Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

8. veljače 2024.



# Različite tehnike obrade mulja i korištenja njegovih derivata u proizvodnji opeke



# PRIPREMA SIROVINA

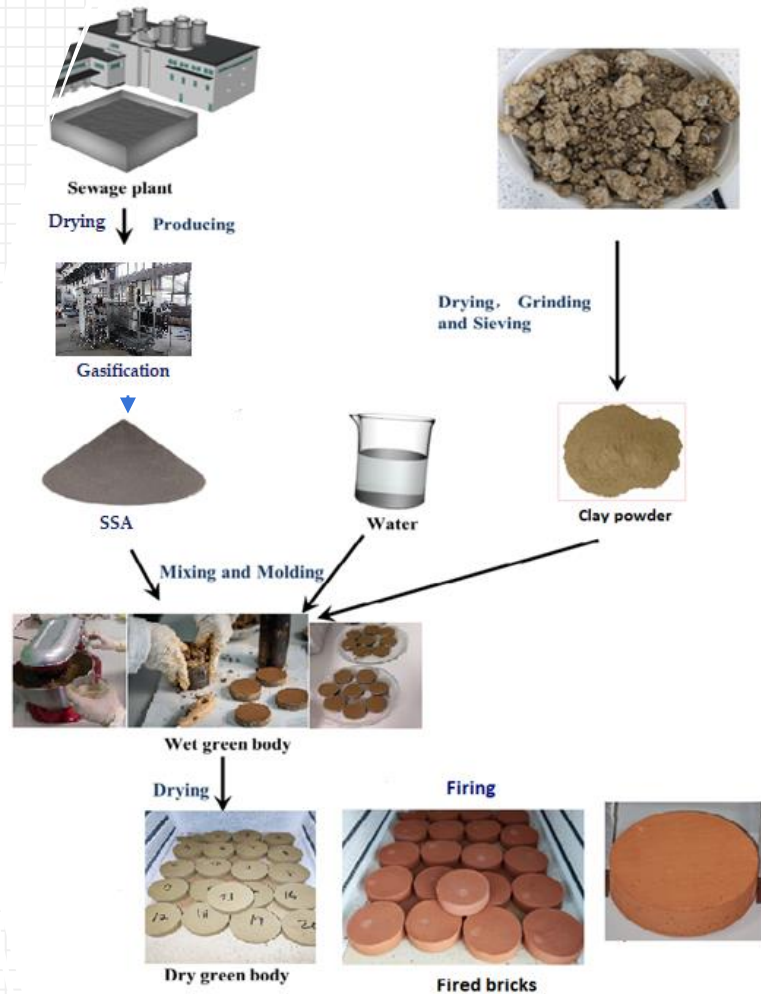
Dimenzije laboratorijskih uzorka opeke:

D= 50 mm

H=14 mm

Sušenje opeke: 105 °C

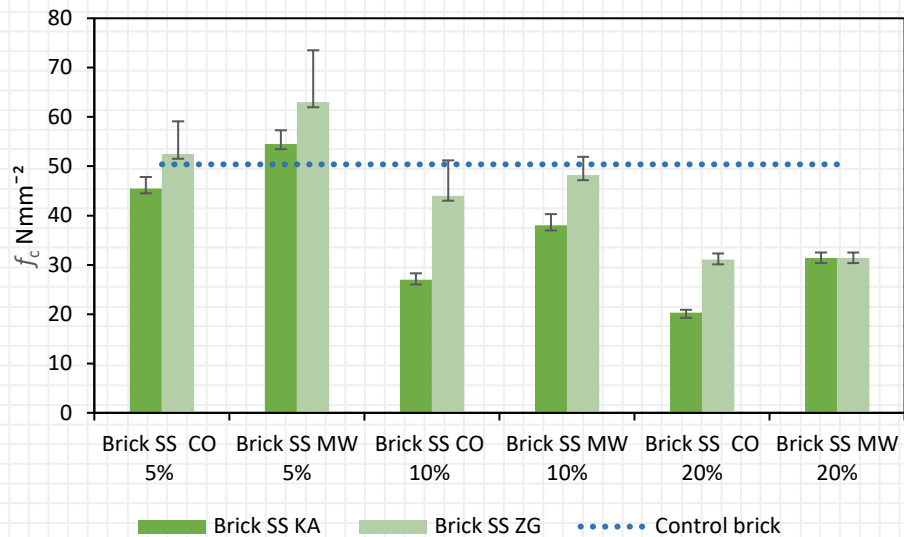
Pečenje opeke: 5 °C/min to 950 °C, t: 3 h



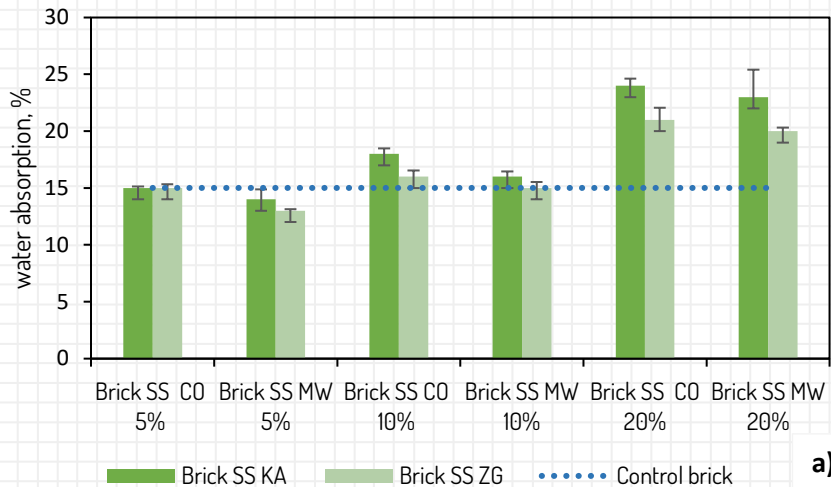
## Laboratorijski uzorci opeke od suhog mulja

- X Mikrovalno osušeni mulj
- X Konvencionalno osušeni mulj
- X Solarno osušeni mulj

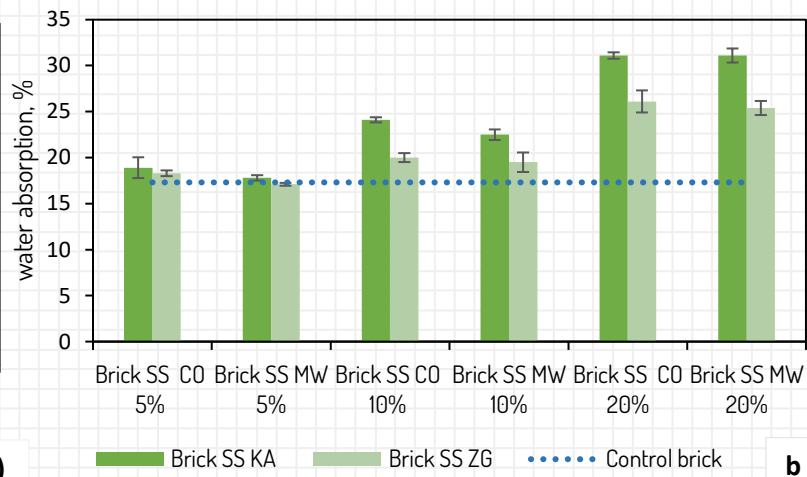
Maseni udio mulja 5, 10 i 20 %



Tlačne čvrstoće opeke od suhog mulja HRN EN 772-1



a)



b)

## Vodupojnosti u hladnoj vodi i vodupojnost kuhanjem

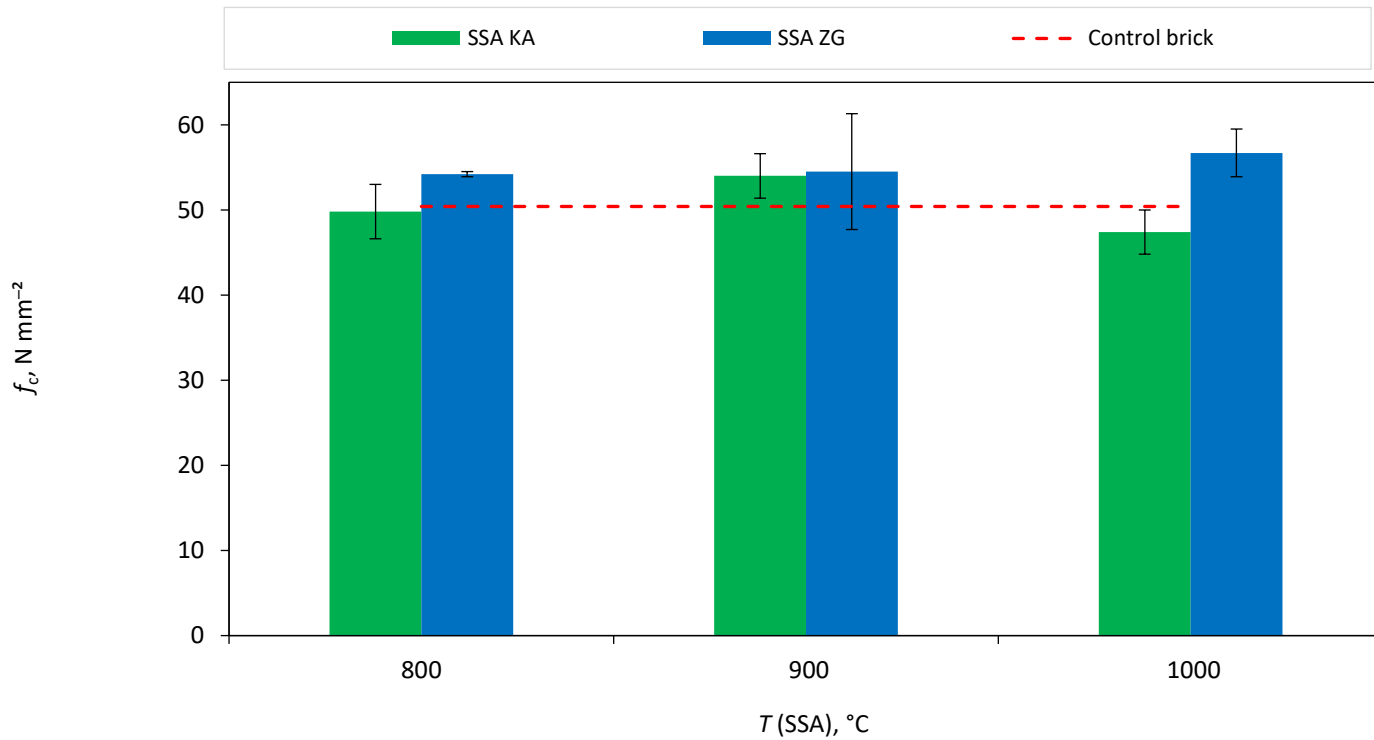
## Laboratorijski uzorci opeke od pepela iz procesa spaljivanja (ISSA)

**X** Pepeo (MW) proizveden na različitim  $T=800, 900$   
i  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$

**X** Pepeo (CO) proizveden na različitim  $T=800, 900$  i  
 $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$

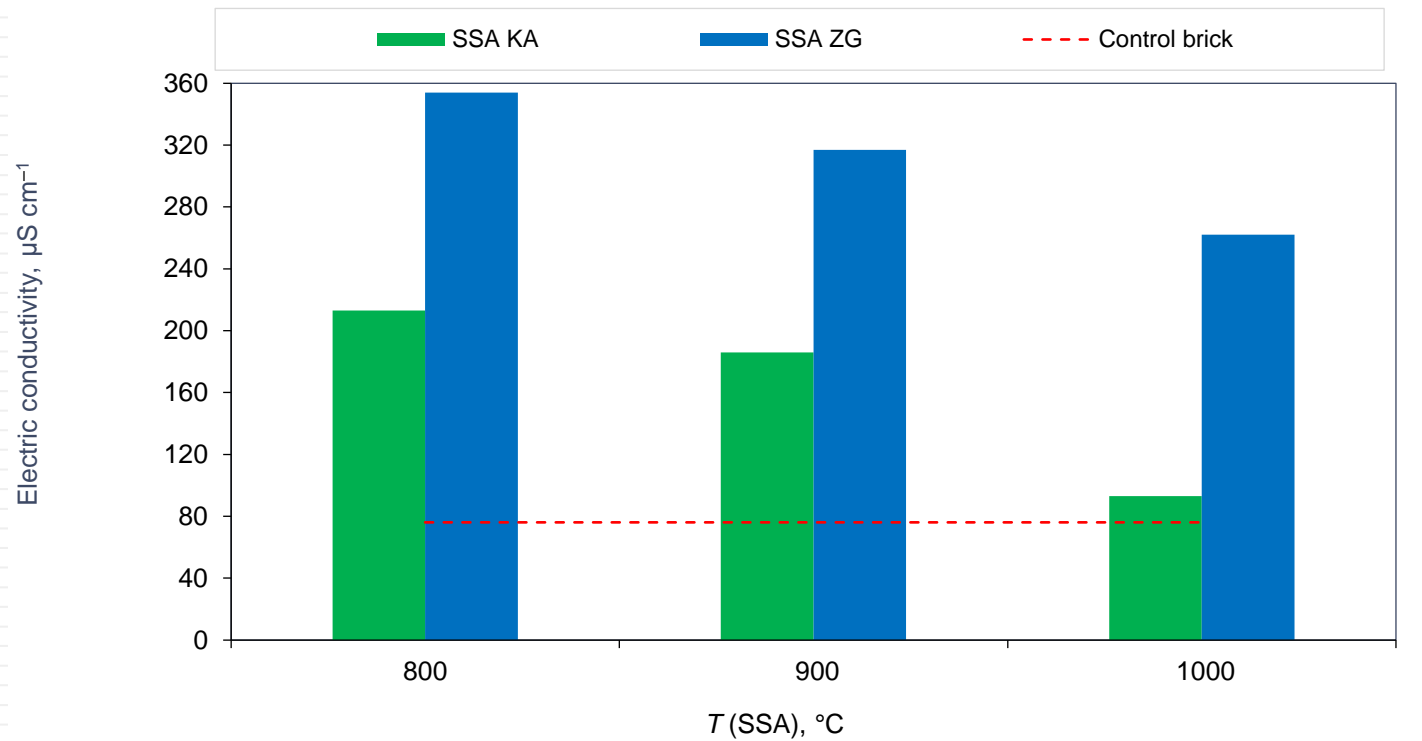
Maseni udio pepela 5, 10 i 20 %

# Tlačná čvrstosť





# Topive soli

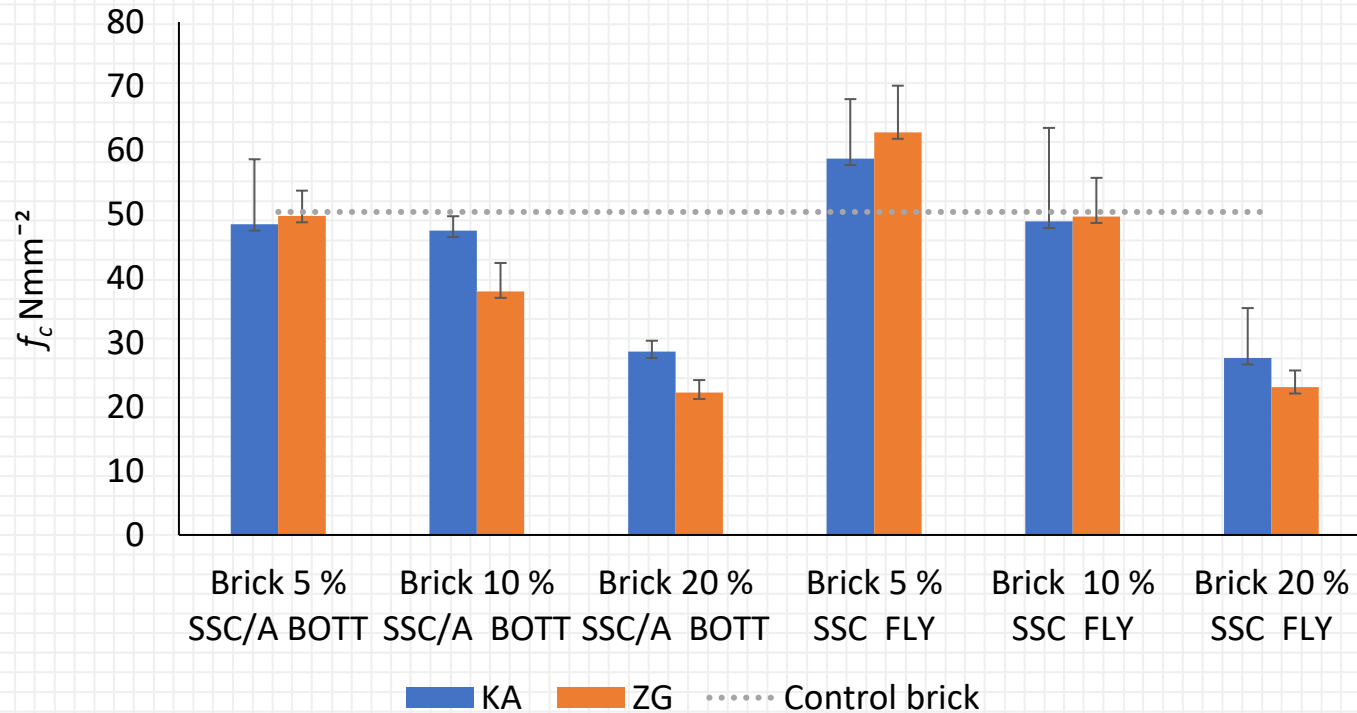


## Laboratorijski uzorci opeke od pepela iz procesa uplinjavanja (GSSA)

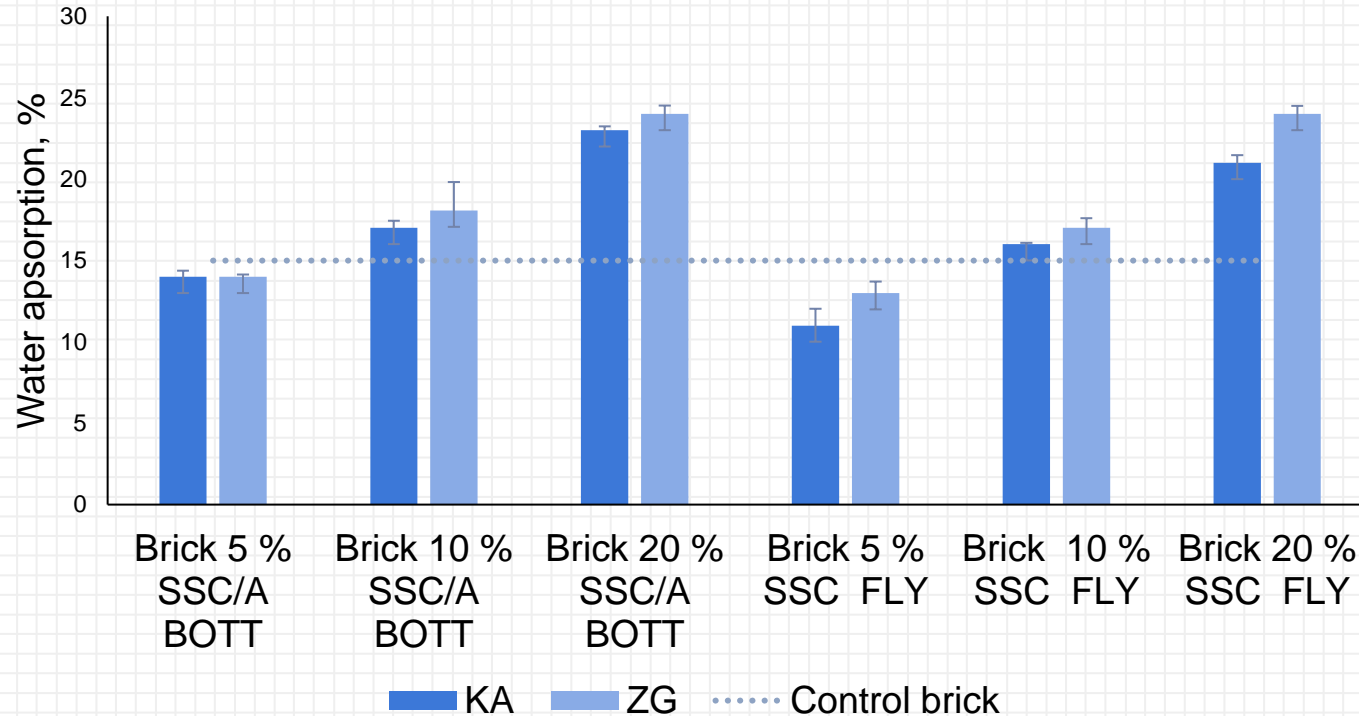
- X Pepeo (CO) proizveden na različitim  $T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$
- X Pepeo (SO) proizveden na različitim  $T = 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$

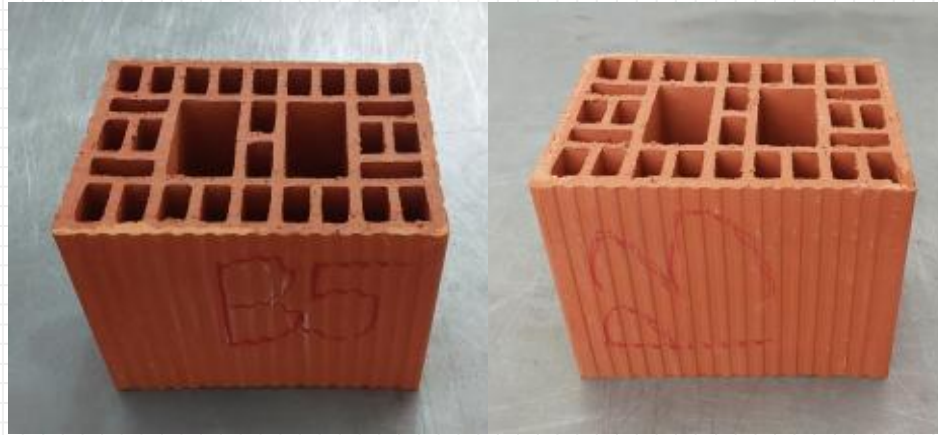
Maseni udio pepela 5, 10 i 20 %

# Tlačna čvrstoća



# Vodoupojnost





MB-20

MASA (kg)	5% GSSA (SO)	5% GSSA (CO)	5% piljevine
<i>sirovi</i>	8.17	8.01	8.01
<i>suhi</i>	6.92	6.76	6.68
<i>pečeni</i>	6.36	6.21	6.11
<b>LOI*</b>	<b>8.1</b>	<b>8.1</b>	<b>8.5</b>

\*Loss Of Ignition (LOI)

# Skupljanje (%)

		MB-20		
	SKUPLJANJE (%)	5% GSSA (SO)	5% GSSA (CO)	5% piljevine
NAKON SUŠENJA	dužina			
	širina	5	5.7	6.1
	visina	5.6	6.4	6
UKUPNO	dužina	5.4	5.6	6
	širina	5	5.6	6
	visina	5.7	6.5	5.9
	sve dimenzije	5.4	5.9	6

# Određivanje tlačne čvrstoće HRN EN 772-1

Tablica 1 Tlačne čvrstoće opeke s 5 % pepela iz procesa uplinjavanja mulja s UPOV-a Karlovac ( $N\ mm^{-2}$ )

	MB-20		
	5% GSSA (SO)	5% GSSA (CO)	5% piljevine
1.	16.5	<b>14.5</b>	<b>11.5</b>
2.	<b>16.6</b>	13.5	12.6
3.	<b>12.3</b>	<b>12.0</b>	12.8
4.	15.3	13.5	12.9
5.	14.1	13.4	<b>16.4</b>
6.	13.8	13.2	14.0
<b>Srednja vrijednost</b>	<b>14.8</b>	<b>13.4</b>	<b>13.4</b>

## Ispitivanje masene aktivnosti radionuklida u uzorcima opeke

<i>Analit</i>	<i>5% GSSA (SO)</i>	<i>5% GSSA (CO)</i>	<i>Uobičajene vrijednosti masene aktivnosti (a) glinene opeke</i>	<i>Maksimalne vrijednosti masene aktivnosti (a) glinene opeke</i>
$^{40}\text{K}$	$698 \pm 75.4$	$685 \pm 74.1$	670	2000
$^{226}\text{Ra}$	$56.4 \pm 6.43$	$55.2 \pm 6.32$	50	200
$^{232}\text{Th}$ ( $^{228}\text{Ra}$ )	$76.1 \pm 9.36$	$79.6 \pm 9.66$	50	200
$^{238}\text{U}$	$59.4 \pm 12.4$	$59.1 \pm 13.4$	-	-



pokazatelj	Opeka s 5 mas % pepela iz procesa uplinjavanja (CO)	Opeka s 5 mas % pepela iz procesa uplinjavanja (SO)	Karakterizacija otpada – izluživanje prema Direktivi 2003/33/EC.		
			Inertno	Netoksično	Toksično
<b>As</b>	0.011	0.012	0.5	2	25
<b>Ba</b>	<0.00035	<0.00035	20	100	300
<b>Cd</b>	0.000115	0.000115	0.04	1	5
<b>Co</b>	0.000307	0.000481	0.06	0.7	5
<b>Cu</b>	<0.0015	<0.0015	2	50	100
<b>Hg</b>	<0.000009	0.000015	0.01	0,2	2
<b>Mo</b>	<0.00003	<0.00003	0.5	10	30
<b>Ni</b>	<0.00007	<0.00007	0.4	10	40
<b>Pb</b>	<0.00005	<0.00005	0.5	10	50
<b>Se</b>	<0.00005	0.000414	0.1	0,5	7
<b>Cl<sup>-</sup></b>	6.8	0.0	800	15000	25000
<b>F<sup>-</sup></b>	0.50	0.57	10	150	500
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	15	16	1000	20000	50000
<b>DOC</b>	3.547	2.160	500	800	1000
<b>TDS</b>	42.9	43.3	4000	60000	100000

MDL – Method Detection Limit; DOC – Dissolved Organic Carbon; TDS – Total Dissolved Solids

# 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".*