

M. Bećić

# OMC 2007

VIII Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji  
Banja Vrujci, 17-20. oktobar 2007.

## ORGANIZATORI

- Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije,  
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju
- Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
- Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Skoplju
- Elektroprivreda Srbije
- Elektroprivreda Republike Srpske
- Elektroprivreda Republike Crne Gore
- Centre for Solid Fuels Technology and Applications - Athens
- Tekon sistemi

## U ORGANIZACIJI UČESTVUJU

- Ministarstvo rudarstva i energetike Republike Srbije
- Ministarstvo nauke Republike Srbije
- Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

622(082)

**МЕЂУНАРОДНА конференција о површинској експлоатацији  
(8 ; 2007 ; Бања Врујци)**

[Zbornik radova] = [Proceedings] /

VIII Međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji - OMC 2007,  
Banja Vrujci, 17-20. oktobar 2007. = VIII International Opencast Mining  
Conference - OMC 2007, Vrujci Spa, 17-20 October 2007 ;  
organizatori Savez inženjera rudarstva i geologije Srbije,  
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju . . .[et al.] = organizers  
Society of Mining and Geology Engineers of Serbia,  
Yugoslav Opencast Mining Committee, Belgrade . . .[et al.] ;  
[urednik, editor Vladimir Pavlović] - Beograd :  
Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju = Yugoslav  
Opencast Mining Committee : Rudarsko-geološki fakultet,  
2007 (Lazarevac : "Janko Stajčić"). - 355  
str.: ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž  
200. - Napomena uz tekst. - Bibliografija  
uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-7353-157-2

1. Павловић, Владимир 2. Савез инжењера рударства и геологије Србије.  
Југословенски комитет за површинску експлоатацију (Београд)

а) Рударство - Зборници  
COBISS.SR-ID 144060172



## PRIMENA GLINACA U PROIZVODNJI OPEKARSKIH PROIZVODA THE APPLICATION OF CHALES IN THE BRICK MAKING PLANTS

*Radojević Z.<sup>1</sup>, Vasić R.<sup>2</sup>, Vasić M.<sup>3</sup>, Arsenović M.<sup>4</sup>*

### Apstrakt

U ovom radu su prikazani rezultati laboratorijskih-tehnoloških ispitivanja glinaca kao jedne od netipičnih sirovina za proizvodnju opekarskih proizvoda. Kompoziti glinca sa lokaliteta Pološko polje u kombinaciji sa plastičnim glinama koristiće se u pogonima IGM SLOGA iz Novog Pazara za proizvodnju kavalitetnih opekarskih proizvoda. Glinci sa lokaliteta Gradina kod Spuža predstavljaju sirovinsku bazu za novu fabriku čija se gradnja očekuje uskoro. U radu je ukazano na sličnosti i razlike u tehnološkim karakteristikama istog tipa sirovine sa različitih lokaliteta.

Tehnološka istraživanja obuhvataju karakterizaciju sirovina (hemijsku, mineralošku i granulometrijsku analizu) i keramičko-tehnološka ispitivanja.

**Ključne reči:** opekarski proizvodi, opekarske sirovine, glinci

### Abstract

In order to ascertain the possibility for application chales as a raw material for the brick clay production, laboratory testings were performed which results are presented in this paper. The composites made of chales originated from Pološko Polje-Novi Pazar and plastic clay will be used for the production of hollow blocks in brick making plants in Novi Pazar. Chales Gradina near Spuž will be used as a raw material for the new brick making plant, which erect is expected soon. In this work we printed out similarities and differences of the physical, chemical and mechanical characteristic of two same types raw materials originated from distinguished localities.

<sup>1</sup> Dr Zagorka Radojević, Institut za ispitivanje materijala a.d., Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd

<sup>2</sup> Dr Radomir Vasić, Institut za ispitivanje materijala a.d., Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd

<sup>3</sup> Miloš Vasić, Institut za ispitivanje materijala a.d., Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd

<sup>4</sup> Milica Arsenović, Institut za ispitivanje materijala a.d., Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd

The experimental work includes grain, chemical and mineralogical analyses and other relevant ceramics characterization of the raw materials.

**Key words:** brick products, raw materials, chales

## UVOD

Trendovi razvoja u ciglarskoj industriji usmereni su u pravcu dostizanja visokog kvaliteta proizvoda uz što niže troškove proizvodnje i u pravcu valorizacije sekundarnih sirovina. Zahtevi u pogledu kvaliteta finalnog proizvoda uslovljavaju i odgovarajući kvalitet sirovina, što je u suprotnosti sa uobičajenom praksom, korišćenja lokalnih i sekundarnih sirovina, glina nižeg kvaliteta. Ovaj problem se može rešavati, određenim intervencijama u pojedinim fazama procesa proizvodnje, što podrazumeva detaljno proučavanje svojstava i ocenu kvaliteta sirovine po svim relevantnim tehnološkim parametrima [1].

Kao jedna od ne tipičnih opekarskih sirovina laporoviti glinci su našli primenu u proizvodnji opekarskih proizvoda u pogonima IGM Sloga-Novi Pazar. Laporoviti glinci sa ležišta Tepe predstavljaju danas osnovnu sirovinu u sva tri pogona: Standard, Mladost i Budućnost. Opredeljujući se za glinac kao osnovnu sirovinu IGM Sloga je morala prilagoditi tehnološki proces osnovnoj sirovini, odnosno obezbediti prethodno drobljenje glinca u nestandardnim drobilicama koje ne spadaju u klasične mašine za preradu gline. Na polju primarne prerade glinaca, oni su najdalje otišli kod nas u Srbiji, a 1997. godine je pušten u rad i nov savremen pogon za preradu glinca [2,3].

Obzirom da je IGM Sloga veliki proizvođač opekarskih proizvoda, to je i potrošnja sirovina u njenim fabrikama dosta velika. Detaljna geološka istraživanja opekarske sirovine na lokalitetu Pološko polje pokazala su zastupljenost površinske deluvijalne gline a dublje su glinci i glinoviti laporci. U laboratoriji za građevinsku keramiku Instituta IMS, urađena su kompletna tehnološka ispitivanja u cilju valorizacije istraženih količina, dokazivanja kvaliteta i upotrebljivosti te sirovine za proizvodnju opekarskih proizvoda.

U laboratoriji za građevinsku keramiku IMS izvršena su i detaljna istraživanja sirovine (gline i glinci) sa lokaliteta Gradina kod Spuža, kao osnovne sirovine za novu fabriku opekarskih proizvoda. Ovu fabriku planira da izgradi firma KIPS iz Podgorice. Stručnjaci IMS pored definisanja kvaliteta i podobnosti sirovine definisali su i osnovne parametre procesa za buduću fabriku opekarskih proizvoda.

## PRIMENJENE EKSPERIMENTALNE METODE

U eksperimentalnom radu korišćene su standardne eksperimentalne metode kao što su: hemijska, mineraloška, granulometrijska i termijska analiza. Urađene su silikatna hemijska analiza, sadržaj rastvornih soli, granulometrijska analiza, Ro analiza, DTA i TG analiza i dilatometrijska analiza [4].

Oblikovanje uzoraka u laboratorijskim uslovima podrazumevao je postupak indentičan onom u procesu proizvodnje. Svaka faza procesa je strogo kontrolisana. Svojstva sirovinskih kompozita posle prerade i homogenizacije, kao i ponašanje sirovine u procesu oblikovanja, sušenja i pečenja su pažljivo praćeni i izučavani.



## EKSPERIMENTALNI REZULTATI

### Rezultati ispitivanja sirovine sa lokaliteta Pološko polje

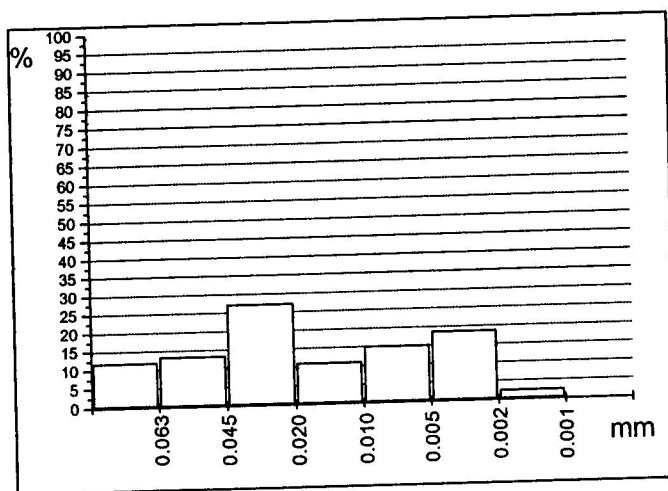
Potencijalna opekarska sirovina sa lokaliteta Pološko polje kod Novog Pazara je neujednačenog sastava i javlja se u obliku čistih, najčešće žutih, žuto-mrkih, sivih i sivo-plavih glina do vezanih sedimentata. Glinci spadaju u vezane sedimente, dok su glinoviti laporci, finozrni peščari često dosta transformisani. Konstatovana je i pojava jedrih partija koje se nalaze obično u dubljim delovima istražnih bušotina. Karakteristika čistijih partija gline je da su dobre plastičnosti. One obično i ne sadrže karbonate ili ih sadrže u vema maloj količini. Laporoviti glinci takodje sadrže u sebi fino spraseni karbonat. Sadržaj karbonata raste od površinskih ka dubljim slojevima što je u saglasnosti sa opisanom prirodom materijala. Zapažena je i mestimična pojava krečnjačkih konkrecija i kalcita. Glinci su manje plastičnosti u odnosu na gline [5].

#### Karakterizacija sirovine sa lokaliteta Pološko polje

Rezultati hemijske analize reprezentativnog kompozitnog uzorka sa lokaliteta Pološko polje kod Novog Pazara dati su u Tabeli 1., a histogram frakcija sirovine Pološko polje na Slici 1.

Tabela 1. Hemijska analiza sirovine Pološko polje

Oksidi	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
Maseni %	51,06	0,36	19,48	6,76	0,09	2,70	5,73	1,45
Oksidi	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Organ.mater.	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O na 110°C	H <sub>2</sub> O na 1000°C	Σ	
Maseni %	2,52	3,93	0,55	0,06	1,52	4,20	100,41	



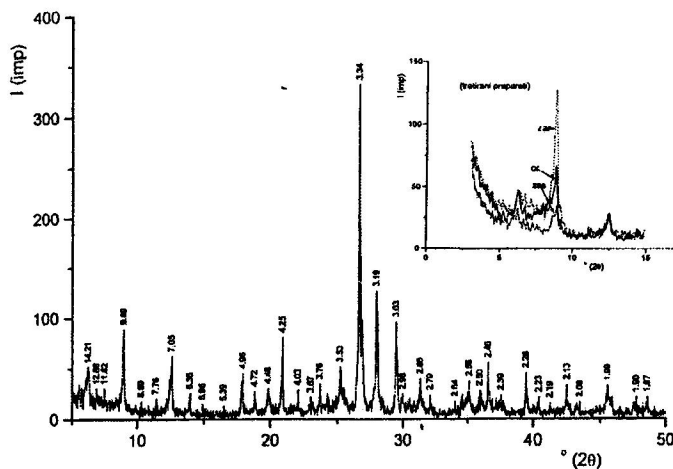
Slika 1. Granulometrijski sastav sirovine Pološko polje

Hemijskom analizom je utvrđen visok sadržaj Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (19,48%) i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (6,76%). Sadržaj CaCO<sub>3</sub> je 7,8%. Sadržaj lako rastvornih soli je mali i prati osnovni hemizam.

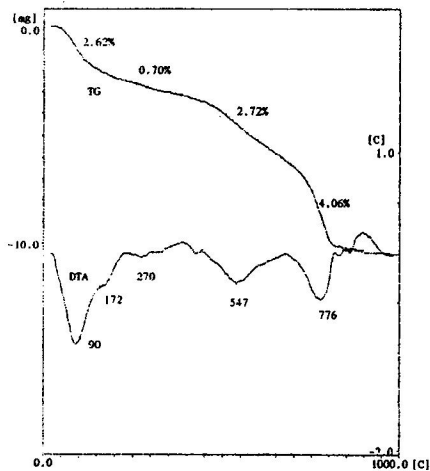
Rezultati granulometrijske analize ukazuju da se radi o sedimentima sa sadržajem alevritske komponente od 58%, glinovite frakcije od 21% i peskovite frakcije od 21%. Histogram frakcija za sirovinu Pološko polje dat je na Slici 1.

Mineraloškom analizom je utvrđeno prisustvo: kvarca, feldspata, karbonata i slojevitih silikata.

Od slojevitih minerala prisutan je ilit, hlorit i vermikulit. Rendgenski difraktogram sirovine Pološko polje kao i orjentisanog uzorka sirovine dati su na Slici 2. DTA i TG analiza pokazale su da su prisutni i hidroksid gvožđa, organska materija i verovatno muskovit i sericit (Slika 3.).



Slika 2. Rendgenski difraktogram sirovine Pološko polje



Slika 3. DTA i TG dijagram sirovine Pološko polje

Dilatometrijska analiza ukazuje na blago skupljanje sirovine pri zagrevanju do  $170^{\circ}\text{C}$ . Pri daljem zagrevanju uzorak ne menja dimenzije do  $340^{\circ}\text{C}$  a zatim dolazi do širenja, najpre postupno a zatim sve intenzivnije do  $640^{\circ}\text{C}$ . U intervalu do  $770^{\circ}\text{C}$  nema promena dimenzija, a zatim nastupa skupljanje. Intenzivno skupljanje uzorka počinje na  $840^{\circ}\text{C}$ . Kriva hlađenja uzorka tj. promene dimenzija u fazi transformacije kvarca ukazuju na sadržaj kvarca od 21%.

### Keramičko-tehološka ispitivanja sirovine sa lokaliteta Pološko polje

Nakon odgovarajuće meljave, vlaženja i umešavanja sirovina se lako oblikuje. Indeks plastičnosti po Pfefferkornu je 29,3. Sirovina se na osnovu indeksa plastičnosti razvrstava u grupu dobro plastičnih sirovina. Skupljanje pri sušenju nije visoko i iznosi 4,90%. Sirovina spada u slabo osetljivu sirovinu pri sušenju, sa kritičnom tačkom od 6,68% gubitka vode. Mehaničke karakteristike suvih probnih tela su zadovoljavajuće.

Tabela 2. Rezultati keramičko-teholoških ispitivanja uzoraka od sirovine Pološko polje

Svojstva sirovine posle prerade i homogenizacije		
Sadržaj karbonata (%)		7,8
Ostatak na situ (%)		6,06
Svojstva i ponašanje sirovine u procesu oblikovanja		
Količina vode za plastičnu obradu (%)		22,23
Plastičnost po Pfefferkornu	Indeks plastičnosti	29,3
	Kriterijum plastičnosti	dobro plastična
	$h_0/h$	1,38
	ctg ugla	0,49
Ponašanje sirovine u procesu sušenja i karakteristike suvih uzoraka		
Skupljanje pri sušenju (%)		4,90
Bigot kriva	Skupljanje kod $K_1$ (%)	3,71
	Gubitak vode kod $K_1$ (%)	6,68
	Osetljivost u sušenju	slabo osetljiva
Zapreminska masa, $\text{Mg/m}^3$		1,95
Pritisna čvrstoća osušenih uzoraka (MPa)	kocka	7,70
	šuplji blok	4,07

Probna tela su pečena na tri temperature: 900, 960 i 1000°C. Mehaničke karakteristike pečenih uzoraka su zadovoljavajuće. Pritisna čvrstoća merena na punim probnim kockama kreće se u intervalu od 51,27 do 72,58 MPa. Pritisna čvrstoća merena za šuplji blok sa vertikalnim šupljinama kreće se u intervalu od 25,60 do 30,11MPa. Upijanje vode pečenih uzoraka je u intervalu 16,73 - 17,26%. Zapaža se blago smanjenje upijanja vode sa povećanjem temperature pečenja. Boja pečenih uzoraka je svetlo crvena. Zapažaju se slabe karbonatne skrame i retke kokice kreča.

Tabela 3. Rezultati keramičko-tehnoloških ispitivanja pečenih proizvoda od sirovine Pološko polje

Svojstva i ponašanje sirovine u procesu pečenja							
Temperatura pečenja	Gubitak mase	Skuplj. pri pečenju	Ukupno skuplj.	Upijanje vode	Pritisna čvrstoća (MPa)		Zaprem. masa
(°C)	(%)	(%)	(%)	(%)	koc.	šb.	g/cm <sup>3</sup>
900	8,54	0,09	5,00	17,20	51,27	25,60	1,77
960	8,58	-0,10	4,89	16,81	70,41	29,53	1,77
1000	8,69	0,04	4,96	16,73	72,58	30,11	1,77

### Rezultati ispitivanja sirovine sa lokaliteta Gradina

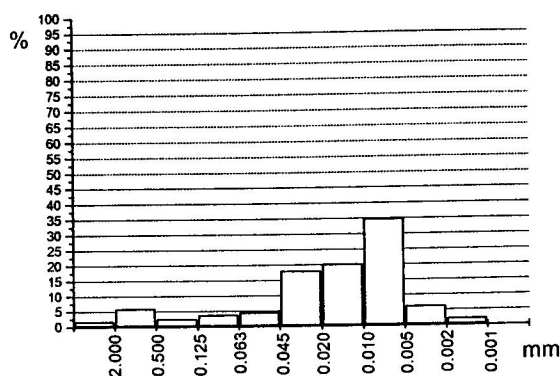
Rezultati ispitivanja opekarske sirovine sa lokaliteta Gradina kod Spuža ukazuju da se radi o sirovini heterogenog sastava, od vrlo plastičnih glina, rastresitih do tvrdih glinaca (laporaca), uz pojavu i tvrdog kompaktnog peščara. Površinski sloj čine plastične gline dok drugi sloj čine glinci. Kako je predviđena selektivna eksploatacija ova dva osnovna tipa sirovine, u ovom radu biće izložene karakteristike reprezentativnog uzorka glinca sa lokaliteta Gradina [6].

### Karakterizacija sirovine sa lokaliteta Gradina

Hemijska analiza reprezentativnog uzorka laporovitog glinca sa lokaliteta Gradina dat je u Tabeli 4.

Tabela 4. Hemijska analiza sirovine (glinac) Gradina

Oksidi	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
Maseni %	50,83	0,15	19,21	6,98	0,09	4,28	6,28	0,99
Oksidi	K <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	Organ.mater.	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O na 110°C	H <sub>2</sub> O na 1000°C	Σ	
Maseni %	2,30	3,28	1,38	1,30	2,05	1,27	100,29	

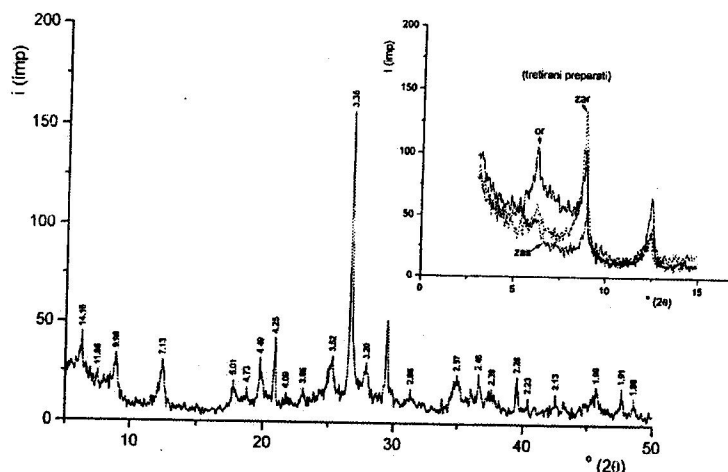


Slika 4. Granulometrijski sastav sirovine (glinac) Gradina

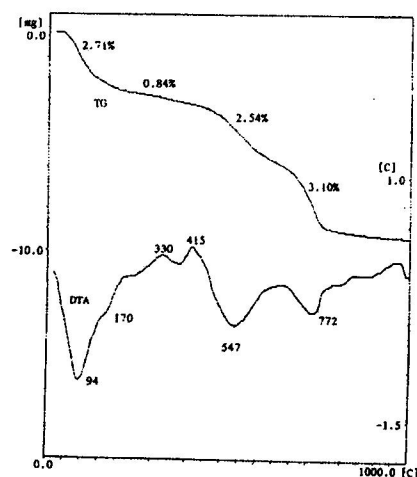
Hemijskom analizom je utvrđen visok sadržaj Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (19,21%) i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (6,98%). Sadržaj CaCO<sub>3</sub> je 7,2%. Karbonat se u sirovini pojavljuje u različitim oblicima: kao fino spraseni, kalцит u vidu kristalnih zrna i u obliku krečnjačkih konkcija. Sadržaj u vodi rastvornih soli nije visok. Pored HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> jona prisutni su i sulfati (0,3323%). Rezultati granulometrijske analize ukazuju da se radi o sedimentu alevritskog tipa sa niskim sadržajem glinovite frakcije od 8,5% i sadržajem peskovite frakcije od 17% (Slika 4.).

Rengenska analize ukazuju na prisustvo dobro iskristalisanih minerala i slabo iskristalisanih mineralnih vrsta (Slika 5.).

Zastupljeni su sledeći minerali: kvarc, kalcit i malo feldspata iz grupe plagioklasa. Od slojevitih minerala prisutni su ilit, hlorit i smektit. Oblik difrakcionih krivi na Ro difraktogramima u karakterističnom području za smektite ukazuje na raznolik stepen hidratacije. DTA i TGA analizom (Slika 6.) potvrđeno je prisustvo oksida/hidroksida Fe, znatnije prisustvo organske materije i prisustvo pirita.



Slika 5. Rendgenski difraktogram sirovine (glinac) Gradina



Slika 6. DTA i TG dijagram sirovine (glinac) Gradina

Dilatometrijska analiza ukazuje da intenzivno skupljanje sirovine počinje još na 830°C što ukazuje na lako topive sirovine. Izgled krive hlađenja u fazi transformacije kvarca ukazuju na sadržaj kvarca od 20%.

### Keramičko-tehološka ispitivanja sirovine sa lokaliteta Gradina

Nakon odgovarajuće meljave, vlaženja i umešavanja sirovina se lako oblikuje. Indeks plastičnosti po Pfefferkornu je 31,6 i sirovina pripada visoko plastičnoj sirovini.

Tabela 5. Rezultati keramičko-tehnoloških ispitivanja od sirovine Gradina

Svojstva sirovine posle prerade i homogenizacije		
Sadržaj karbonata (%)		7,2
Ostatak na situ (%)		10,4
Svojstva i ponašanje sirovine u procesu oblikovanja		
Količina vode za plastičnu obradu (%)		20,95
Plastičnost po Pfefferkornu	Indeks plastičnosti	31,6
	Kriterijum plastičnosti	visoko plastična
	h <sub>0</sub> /h	1,29
	ctg ugla	0,54
Ponašanje sirovine u procesu sušenja i karakteristike suvih uzoraka		
Skupljanje pri sušenju (%)		6,06
Bigot kriva	Skupljanje kod K <sub>t</sub> (%)	3,44
	Gubitak vode kod K <sub>t</sub> (%)	7,40
	Osetljivost u sušenju	osetljiva
Zapreminska masa, Mg/m <sup>3</sup>		2,03
Pritisna čvrstoća osušenih uzoraka (MPa)	kocka	12,70
	šuplji blok	6,56



Skupljanje pri sušenju u laboratorijskim uslovima 6,06%. Sirovina spada u osetljivu pri sušenju, sa kritičnom tačkom od 7,40% gubitka vode. Mehaničke karakteristike suvih probnih tela su visoke.

Probna tela su pečena na tri temperature pečenja: 870, 900 i 930<sup>0</sup>C. Mehaničke karakteristike pečenih uzoraka su visoke. Pritisna čvrstoća merena na punim probnim kockama kreće se u intervalu od 77,84 do 105,98 MPa. Pritisna čvrstoća merena za šuplji blok sa vertikalnim šupljinama kreće se u intervalu od 39,41 do 42,04 MPa. Upijanje vode pečenih uzoraka je u intervalu 13,01-13,40%. Zapaža se blago smanjenje upijanja vode sa povećanjem temperature pečenja. Boja pečenih uzoraka je svetlo crvena. Zapaža se i isvetavanje u obliku blagih belih skrama i retke kokice kreča.

Tabela 6. Rezultati keramičko-tehnoloških ispitivanja pečenih proizvoda od sirovine Gradina

Svojstva i ponašanje sirovine u procesu pečenja							
Temperatura pečenja	Gubitak mase	Skuplj. pri pečenju	Ukupno skupljanje	Upijanje vode	Pritisna čvrstoća (MPa)		Zaprem. masa
(°C)	(%)	(%)	(%)	(%)	koc.	šb.	g/cm <sup>3</sup>
870	7,71	0,12	6,20	13,40	77,84	39,41	1,91
900	7,75	0,14	6,23	13,21	98,57	41,47	1,93
930	7,79	0,18	6,26	13,01	105,98	42,04	1,95

## DISKUSIJA REZULTATA

Rezultati istraživanja ukazuju da se radi o sličnim materijalima sa različitim lokaliteta odnosno o vezanim sedimentima, glincima. Ovi materijali imaju visoku tvrdoću, te je pre njihovog umešavanja sa glinenom komponentom potrebno izvršiti prethodno drobljenje glinca. Obe sirovine su sličnog hemijskog sastava, sa visokim sadržajem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i sa promenljivim sadržajem karbonata. Karbonat se javlja u sirovinama uglavnom u fino sprasenom obliku. Na osnovu granulometrijskog sastava obe sirovine se mogu razvrstati u sirovine alevritskog tipa. Učešće glinovitih frakcija je veće kod sirovine Pološko polje. Razlike u mineraloškom pogledu uzrokovane su različitim sastavom slojevitih minerala. Ginovita komponenta sirovine Pološko polje sastoji se od ilita, hlorita i vermikulita, a glinovita komponenta sirovine Gradina sastoji se od ilita i smektita. Razlike u mineraloškom sastavu sirovina uslovljavaju i razlike u keramičko-tehnološkim osobinama. Sirovina Gradina je veće plastičnosti i osetljivija je pri sušenju. Ova sirovina se peče na, za oko 100<sup>0</sup>C, nižim temperaturama. Pečeni uzorci imaju više mehaničke karakteristike. Sirovina Pološko polje je nešto niže plastičnosti. Kod nje je konstatovano malo skupljanje pri sušenju i mala osetljivost pri sušenju. Pečeni uzorci imaju nešto niže mehaničke karakteristike.

## ZAKLJUČAK

Rezultati obavljenih istraživanja ukazuju na razlike u mineraloškom sastavu, kao i na razlike u fizičko mehaničkim karakteristikama pečenih proizvoda. Posle prethodno obavljenog drobljenja i usitnjavanja glinca, u tehnološkom procesu proizvodnje opekarskih proizvoda mogu se ostvariti brojne uštede, kao što su: oblikovanje pri nižoj vlažnosti kopolzita od uobičajene, kraće vreme sušenja, brzo pečenje ili pečenje na nižim temperaturama i dr.

### **Napomena**

Sredstva za pripremu i publikovanje ovog rada, obezbeđena su delimično iz sredstava projekta: *Razvoj i proizvodnja novih materijala za primenu u metalurgiji, gradjevinarstvu i mašinogradnji, MHT.2.06.00.51.B* a obezbeđena od strane Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije.

### **Literatura**

1. Radojević Z., Kovačević V., (2002), *The Influence The Raw Material Grinding Fineness On The Brick Industry Products Quality*, Key Engineering Materials Vols. 206/213 pp. 1764-1770
2. Uljkanović. E., Nokić. Š., Kučević. S., (1998), *Centralna prerada glinca*, KoMSEKO 98, Zbornik radova, Kanjiža
3. Nićiforović P. i saradnici, (1988), *Elaborat o rezervama i kvalitetu opekarskih sirovina ležišta Pološko polje kod Novog Pazara*, Institut IMS, Beograd
4. Norbert.B., (1995), *Qualitative estimate of known parametrik brick raw materials for the manufacture of heavy clay products in the countries of eastern and south-eastern Europe*, Ziegelindustrie International, 10
5. Radojević Z. i saradnici, (2004), *Izveštaj o rezultatima laboratorijskih ispitivanja uzoraka opekarske sirovine sa lokaliteta Pološko polje kod Novog Pazara*, Institut IMS, Beograd
6. Radojević Z. i saradnici, (2003), *Izveštaj o rezultatima laboratorijskih ispitivanja uzoraka opekarske sirovine sa lokaliteta Gradina kod Spuža*, Institut IMS, Beograd