

## RAZVOJ LONČARSKIH PEĆI I TEHNOLOGIJE PEČENJA NA PRAPOVIJESNIM I ANTIČKIM PRIMJERIMA

UDK 903/904.02 (497.5)

Stručni članak

Prapovijesna i antička arheologija

Professional paper

Prehistoric and Roman archaeology

Primljeno:

Received: 1996.12.23.

Zrinka Šimić - Kanaet  
HR - 10000 Zagreb, Hrvatska  
Arheološki zavod  
Filozofskog fakulteta  
I. Lučića 3

*U okviru zadane teme (tehnologija keramike) obrađen je mogući razvoj peći i način pečenja od prvih prapovijesnih do građenih klasičnih peći, zatim rekonstrukcija načina pečenja uz pokuse, te proces izrade keramike od gliništa do samog pečenja. Svrha istraživanja jest pokušaj detaljnijeg određivanja faze pečenja vezane uz tehnološki razvoj peći koji je utjecao na način izrade, količinu i kvalitetu keramike. Tehnike, način rada, prenosili su se na potomstvo tijekom stoljeća. Izrada keramike zapravo je održavanje tradicionalnog rada jer radikalne tehničke inovacije nema. Glina, kao i rad lončara ostao je nepromijenjen do današnjeg doba, tako da možemo sa sigurnošću utvrditi sličnost, te mogućnost komparativnog istraživanja na tom području, jer industrijska, serijska proizvodnja keramike plod je tehnološke evolucije modernog doba.*

### HOMERSKA HIMNA LONČARA<sup>1</sup>

*Ako mi platite za moju pjesmu, lončari,  
Tada dođi, Ateno, i položi ruke nad peć!  
Neka kupe i vrčevi postanu prekrasno crni,  
Neka budu dobro pečeni i neka postignu traženu  
cijenu...*

*Ali ako se pokažete besramnim varalicama,  
Da li da pozvem one što uništavaju peći,  
I Sintripoda i Smaraga i Azbesta i Salakta i  
Omodama koji ovom zanatu nanose mnogo  
nevolja?*

*Nek se zatrpaju tuneli i komore, nek se cijela  
peć uruši dok lončari glasno jadikuju.  
Ko što melju konjski zubi, nek peć smelje u prah  
sve lonce u njoj.*

*A ako se netko nagne da pogleda kroz otvor,  
neka mu lice bude opečeno, tako da nauči  
pošteno poslovati. (Burford, 1972)*

### RAZVOJ PEĆI I NAČINA PEČENJA

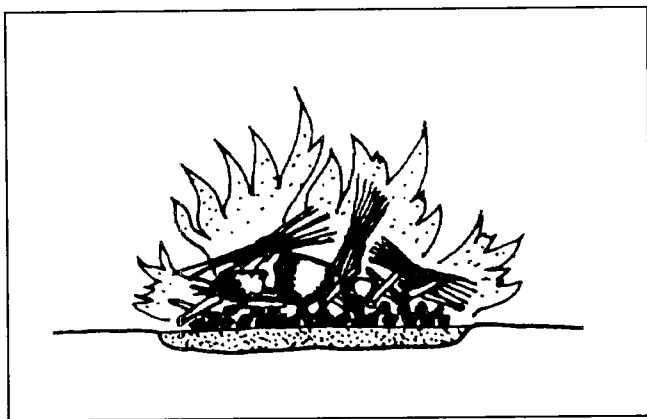
Pečenje je keramički proces kojim glina dobiva željeni oblik i čvrstoću. (Scott 1958: 382; Weiss 1984: 55). Iskustvom, tijekom vremena, način pečenja se mijenjao i usavršavao, a time i kvaliteta i količina ispečene keramike.

Prvi najjednostavniji način pečenja jest pečenje na otvorenom (sl. 1). Dobro osušene glinene posude stavljale bi se na zemlju, a iznad i ispod bi se slagalo gorivo te bi se sve skupa zapalilo. (Drews 1978-1979: 33; Caruso 1979: 264 Dossier de l'Archéologie, 1974, sl. 1-6)

Za keramiku pečenu na taj način možemo reći da je nejednoliko ispečena jer je izložena direktnoj vatri. Zbog dužine pečenja i niske temperature, koja je bila između 450 i 650° C stupnjeva (Cuomo di Caprio 1971-1972: 371) keramika je ostajala porozna, lako lomljiva, jer tek na višim temperaturama dolazi do potpune razgradnje minerala i ugljika u keramici što smanjuje poroznost i lomljivost.

<sup>1</sup> Priča kaže da je Homer prolazio kraj lončara koji su gradili peć, a oni su ga zamolili da pjevanjem otjera duhove od lonaca. Po svoj prilici ova pjesma nastala je između 525. i 350. god.pr. Kr. u Ateni

<sup>2</sup> Sintripod-udarač, Smarag-razbijač, Azbest-neugasiv, Salaki-tresac, Omodam-onaj koji uništava nepečeno



Slika 1.

Prema analogijama uzetim iz etnološke građe, kao i pokusima, pretpostavlja se da je prva keramika pečena na taj način na kućnim ognjištima gdje se spremala i hrana. Nema odvojenog prostora i konstrukcije samo za pečenje keramike. Stoga se rijetko može arheološki dokumentirati.

Uz povećanu potrebu za keramikom i stečeno određeno iskustvo (Klima 1952: 193-197; Litzow 1984: 8-9; Porto 1989: 48, sl. 1, 8; Duhamel 1978-1979: 49-54; Kalmeta 1954: 136-137; Dimitrijević 1978: 82-84; Podborsky 1971: 59-67, T.10, sl.3; Dictionaire 1963: 229-260) stvaraju se uvjeti za tehnička poboljšanja u izradi i pečenju keramike.

Kvaliteta pečenja poboljšana je stavljanjem keramike u istu jamu zajedno s gorivom (sl. 2), koje se sastojalo od šiblja, trave i drva u za tu svrhu iskopanu jamu. (Crisan 1967: 111-118, sl.1-3; Caruso 1979: 264-270, sl.299; Drews 1978-1979: 34, sl. 4) Ukopavanjem u zemlju zatvoren je dio za pečenje. Na taj način duže se zadržavala toplina, a postizala se temperatura nešto viša od 700° C stupnjeva. Ciklus je pečenja završavao sagorijevanjem goriva i postupnim hlađenjem.

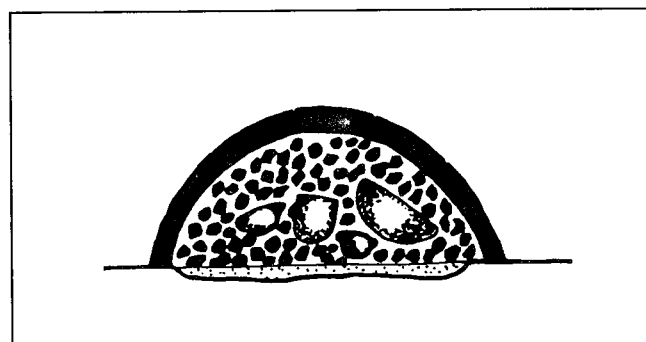
Iako je ovaj način pečenja ekonomičniji, jer je potrošnja goriva manja nego kod pečenja na otvorenom, još ne možemo govoriti o bitnom tehnološkom napretku. Proces pečenja je skraćen, a višom temperaturom poboljšana je kvaliteta pečenja.



Slika 2.

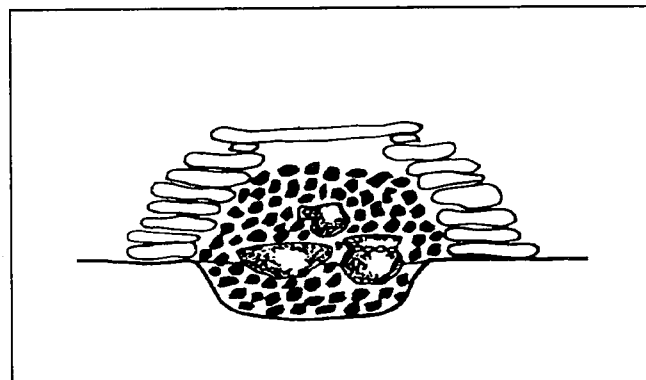
Dalji razvoj išao bi prema tzv. zatvorenom pečenju (sl. 3). Na zemlju, u tinjajući drveni ugljen stavile bi se glinene posude. (Caruso 1979: 264, sl. 3; Duhamel 1978-1979, 52, sl. 4) Nakon postizanja temperature dovoljno visoke za pečenje, glinene posude bi se zajedno s gorivom pokrile zemljom. Na taj način improvizirana je neka vrsta kupole koja će postati sastavnim dijelom klasične peći. U ovom slučaju ona je čitava rušena (nema stalnu konstrukciju kao kod građenih peći) nakon svakog pečenja, te ponovo obnavljana za sljedeće pečenje. Pomak je učinjen zatvaranjem prostora za pečenje. Pečenje je još uvijek oksidacijsko i redukcijsko i ne može se bitno utjecati na kvalitetu keramike jer nisu moguće intervencije tijekom pečenja.

Problem je bio u pucanju glinenih posuda koje su se morale prije ovakvog pečenja zagrijati, jer ako bi se direktno stavljale u tinjajući ugljen brzo bi pukle. Zatvaranjem prostora za pečenje, uz postizanje dovoljno visoke temperature, duže bi se zadržavala jednolika temperatura pa bi se keramika postupno pekla i polaganije hladila, a ujedno se štedjelo i na gorivu.



Slika 3.

Sljedeća faza bila bi kombinacija stavljanja glinenih posuda u iskopanu jamu u zemlji s gradnjom nadzemne konstrukcije od kamena ili gline (sl. 4). Peć bi se zatvarala kamenom pločom. (Caruso 1979: 264, sl.2; Drews 1978-1979, 34, sl. 5; Hofmann 1982, 110-118, sl. 9, 10)



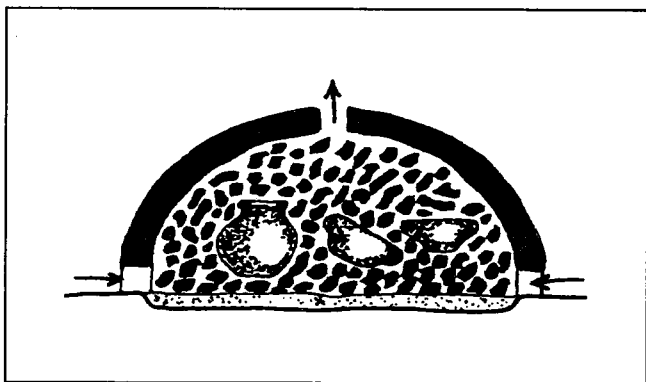
Slika 4.

Za ovu kombinaciju možemo reći da se lako gradi, a može se rabiti više puta. Na taj način postaje stalna, dobiva se mjesto kojim će se koristiti samo za pečenje keramike (za razliku od kućnog ognjišta).

Keramika se stavljala i vadila kroz otvor na vrhu, koji je služio i za cirkulaciju zraka. Polukružni oblik preuzet će građena kupola kod građenih peći.

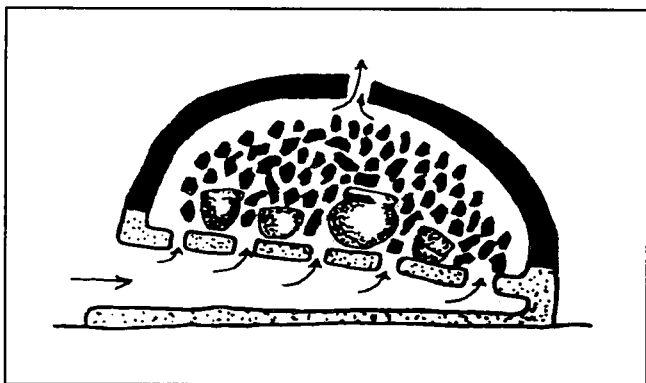
Pečenje je redukcijsko i oksidacijsko, keramika je i dalje pomiješana s gorivom. Ciklus pečenja ne može se ni produžiti ni prekinuti, a završava izgaranjem goriva, te postupnim hlađenjem.

Daljnje poboljšanje u konstrukciji peći, jer se još uvijek ne može govoriti o klasičnoj peći, sastojalo se u izgradnji kupole s otvorima za cirkulaciju zraka. Otvori su se nalazili i sa strane pri zemlji kao i na vrhu kupole (sl. 5). Cirkulacija zraka omogućila je maksimalnu iskorištenost goriva, ali je keramika još uvijek pomiješana s gorivom. (Caruso 1979: 264, sl.5)



Slika 5.

Veliki napredak u pečenje postignut je odvajanjem podnice od zemlje (sl. 6), građenjem rešetke na koju su se stavljale glinene posude, ali i gorivo. Cirkulacija zraka išla je preko rešetke u kupolu na čijem se vrhu nalazio otvor. (Duhamel 1978-1979, 52, sl.4)



Slika 6.

Okvirno možemo reći da ovakva konstrukcija predstavlja prototip klasične peći. Još se uvijek ne može

utjecati na duljinu pečenja jer ono završava izgaranjem goriva koje se nalazi u odvojenom prostoru za pečenje. Pretpostavlja se da je dio konstrukcije, podnica i rešetka stalan, dok se kupola gradi i ruši da bi se stavilo gorivo i glinene posude za pečenje.

Na ovom stupnju razvoja stvoreni su uvjeti za gradnju klasične jednodijelne peći.

Pod pojmom klasične jednodijelne peći podrazumijevamo sljedeću, većim dijelom stalnu, konstrukciju koja se sastoji od: građene podnice, zidova - stijenki koji završavaju kupolom i nadsvođenog kanala - preturnija.

Pečenje se kao i sagorijevanje odvijalo u zatvorenom prostoru, a cirkulacija zraka gradnjom otvora na kupoli i vratima omogućila je oksidacijsko i redukcijsko pečenje.

Zatvaranjem prostora za pečenje toplina se dulje zadržavala, postignuta je viša temperatura, a trošilo se i manje goriva. Keramika više nije izložena direktnoj vatri, a proces se pečenja mogao kontrolirati. Sve je to utjecalo na povećanje kvalitete keramike.

Kao primjer poslužila mi je jednodijelna peć iz Vinkovaca (sl. 7), otkopana tijekom zaštitnih arheoloških iskopavanja na lokaciji Vinkovci-Hotel 1977/78. godinu<sup>3</sup>.

Peć je pravokutnog oblika, zaobljenih krajeva. Dužina joj iznosi 1.95 m, a širina varira (0.80, kod otvora za loženje, središnji se dio širi do 0.85 i završava sužavajući se do 0.70 m). Čitava peć građena je od ilovače, bez armature. Vanjska visina zidova peći je 0.50 m, dok je unutarnja nešto manja i zbog uzdignutog poda iznosi 0.35 m. Vanjska strana zidova je vertikalna, unutarnja se trapezoidno sužava prema vrhu. Debljina zidova varira od 10-12 cm. Sačuvan je plitki svod u širini od 40 cm samo u prednjem dijelu preko konstrukcije ložišta, koja je njegov otvor sužavala na 0.45 m širine i 0.24 m visine.

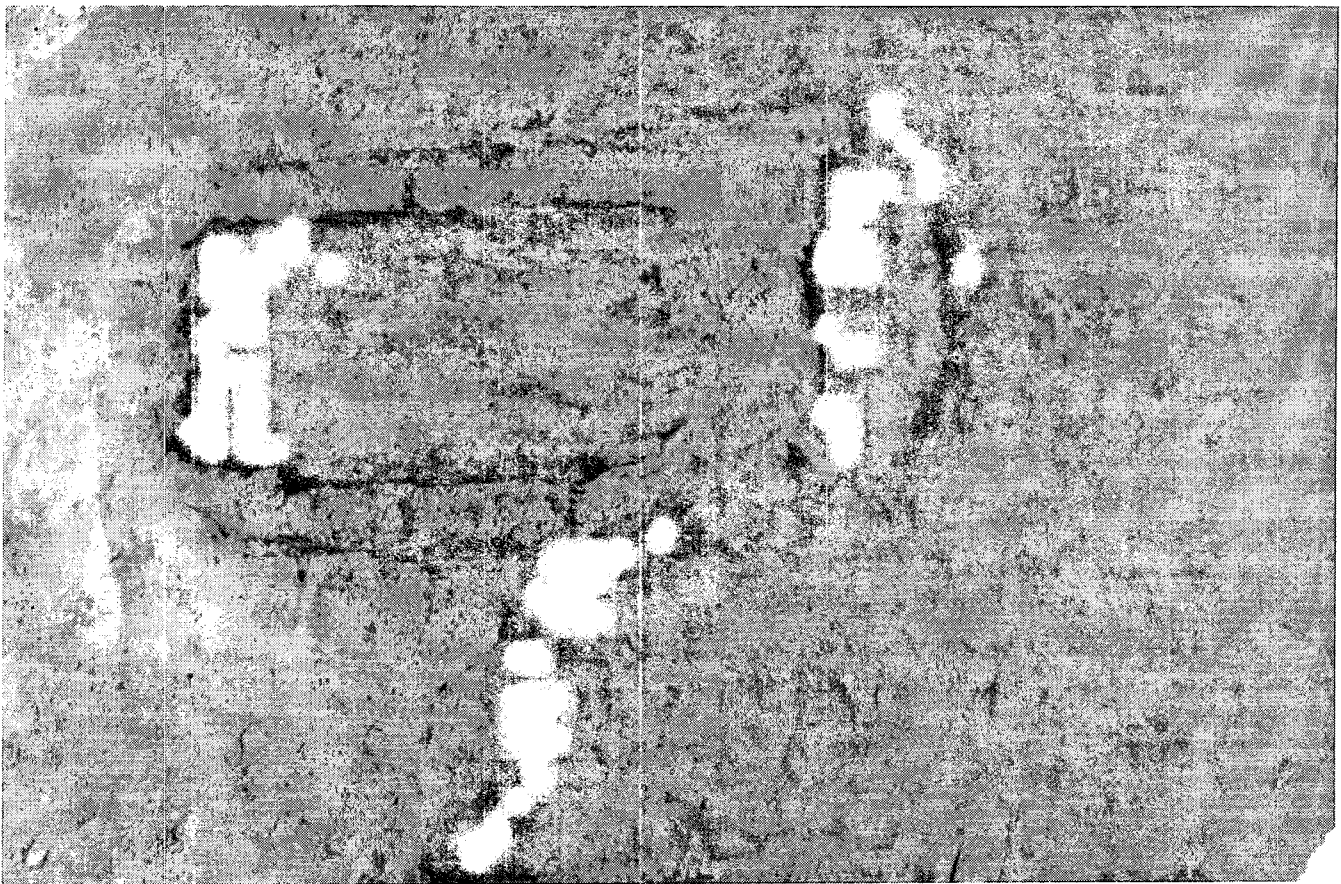
Stražnji je dio peći ukopan u zdravicu, dok je ispred ložišnog otvora zdravica snižena za 0,2 m.

Izgradnjom jednodijelnih peći završen je, u tehnološkom smislu, razvoj načina pečenja u jednom pravcu. One će u ovom obliku ostati nepromijenjene, kao standardni tip.

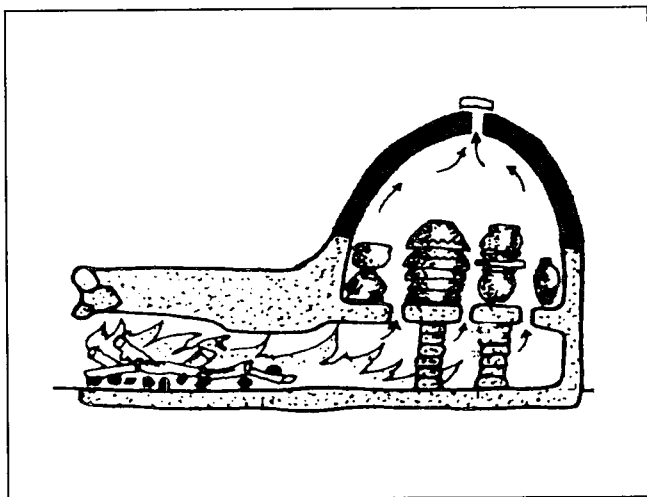
S druge strane dolazi do razvoja novog tipa i pojave dvodijelnih vertikalnih peći (sl. 8). One će djelomično zadržati konstrukciju jednodijelnih peći, ali sa značajnom novom kvalitetom - odvojenim prostorima za sagorijevanje i loženje. Naime uveden je novi konstrukcijski element - rešetka, koji odvaja prostor u kojem se nalazi gorivo - vatrište od prostora za pečenje, što pridonosi kvaliteti pečenja.

Za držanje rešetke izgrađeni su različiti sustavi potpornih pregrada, stupova, stubova, konzola i sl. u vatrištu peći. (vidi pod "Dvodijelne vertikalne peći") Sva sljedeća poboljšanja nisu bitno utjecala na kvalitetu pečenja, pa se može reći da je ugradnjom rešetke razvoj ove vrste peći tehnološki završen.

<sup>3</sup> Podaci iz dokumentacije iskopavanja koje su vodili S.Dimitrijević i A.Durman



Slika 7. Lončarska peć, Vinkovci - Hotel

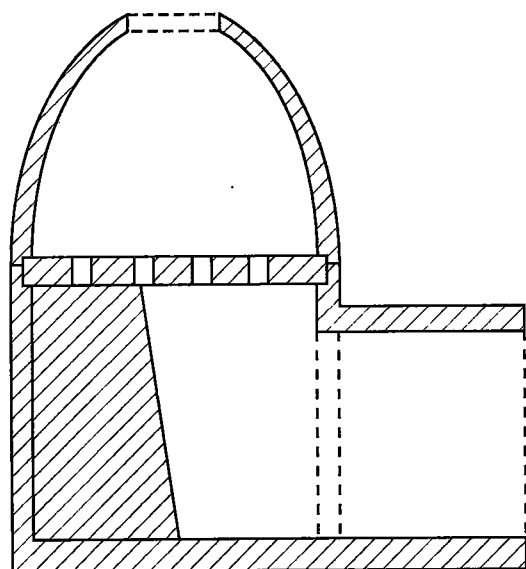


Slika 8.

Prema raspodjeli topline i načinu sagorijevanja možemo izdvojiti dvije vrste peći (slika 9 i 10). (Cuomo di Caprio 1971-1972, 372, T1-2, 3; Scott 1958: 392, sl. 239, 240)

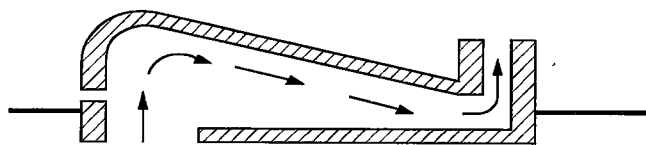
- A) vertikalnu
- B) horizontalnu

Zajednički obima pećima jest način loženja i gorivo koje se upotrebljava za pečenje keramike. Obično se rabe drva ili drveni ugljen. Proces pečenja započinje



Slika 9. Presjek vertikalne peći

laganim loženjem, sagorijevanjem manje količine drva, koje s vremenom postaje intenzivnije kako bi se postigla dovoljno visoka temperatura za kvalitetno pečenje keramike. Na kraju slijedi postupno hlađenje jer kod naglog hlađenja došlo bi do pucanja keramike.



Slika 10. Presjek horizontalne peći

U obje peći keramika nije izložena direktnoj vatri. Osnovna razlika je u cirkulaciji zraka, odnosno unutrašnjoj konstrukciji peći. Kod vertikalne, koja ima rešetku, topli zrak kruži iz prefurnija preko rešetke u prostor za pečenje prema otvoru na kupoli, dok kod horizontalne peći, koja nema rešetku nego pregradu između prostora za sagorijevanje i prostora za pečenje, topli zrak prelazi preko pregrade u prostor za pečenje prema dimnjaku. Dimnjak je posebno građen i proporcionalan je u odnosu na veličinu peći. (Weiss 1984: 220-222)

Na našem području, prema meni raspoloživim podacima, nije nađena niti jedna horizontalna peć.

Vertikalne peći su prema istraživanjima dominantne u Europi, dok su se horizontalne upotrebljavale na dalekom istoku.

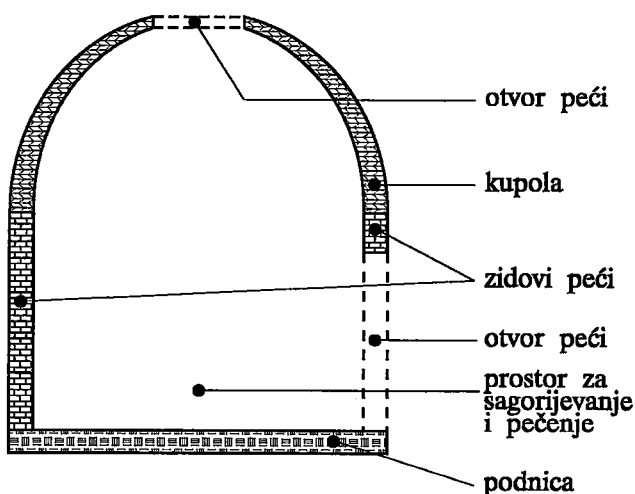
## DIJELOVI PEĆI

Prema konstrukciji možemo izdvojiti dva tipa peći: jednodijelne i dvodijelne (sl. 11, 12).

Jednodijelne vertikalne peći sastoje se od:

- podnice
- prostora za sagorijevanje i pečenje, te
- zidova koji završavaju
- kupolom.

Neke peći mogu ispred otvora za loženje imati nadsvođeni kanal (prefurnij).

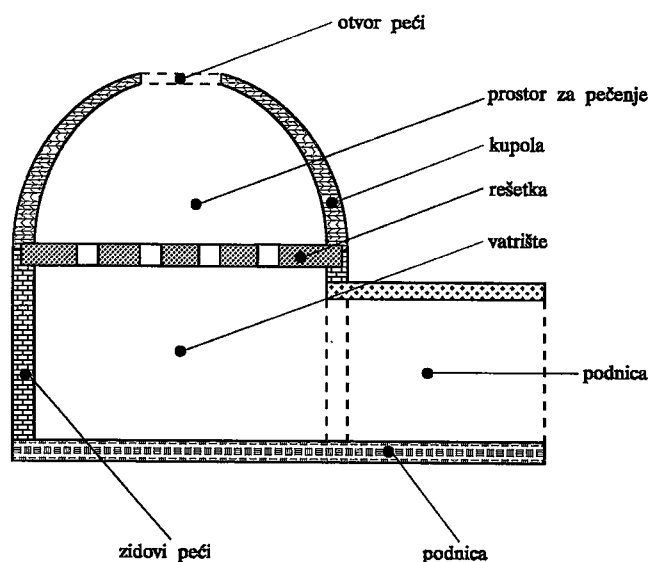


Slika 11. Dijelovi jednodijelne peći

Konstrukciju dvodijelnih peći čine:

- podnica
- nadsvođeni kanal => prefurnij
- prostor za sagorijevanje => donji dio peći - vatrište
- prostor za pečenje => gornji dio peći
- rešetka => pregradna ploča koja dijeli prostor za sagorijevanje od prostora za pečenje
- zidovi => stijenke peći
- kupola.

Jednodijelne peći razlikuju se od dvodijelnih u prostoru za sagorijevanje i pečenje. Kod jednodijelnih peći taj prostor čini jednu cjelinu, dok je kod dvodijelnih odvojen rešetkom. Razlika je u cirkulaciji zraka odnosno raspodjeli topline.



Slika 12. Dijelovi jednodijelne peći

## Praefurnium<sup>4</sup>

Prefurnij - nadsvođeni prostor (kanal) nalazi se odmah ispred peći, obično u sredini. (Cuomo di Caprio 1971-1972 : 86-389; 1978-1979, 23) Može biti različite dužine i širine. Primjer peći iz Gundulićeve ulice br. 9 u Vinkovcima pokazuje da je dužina prefurnija kod peći br 1 iznosila je 1 m, a kod peći br 2, koja je bila veća, 0,80 m. (Šaranović-Svetek 1981: 17-18; Vikić-Belančić 1967: 83) Nije uočena nikakva pravilnost u izgradnji prefurnija, jedino možemo reći da je njegova dužina ovisila o dužini drva kako bi se maksimalno iskoristila toplina. Kod nekih peći strane su mu proširene zbog lakšeg loženja. Povezan je s prostorom za sagorijevanje. Građen je od zemlje, ostataka keramike ili kod velikih

<sup>4</sup> Praefurnium-latinski naziv koji se upotrebljava kao opći termin za prostor ispred peći; vrijedi i za peći koje su prethodile rimskodobnima. Prefurnio, apertura, canale, bocca del forno, corridoio di accesso

peći za pečenje opeke, ako su imale građen prefurnij, od tegula ili cigle. Može biti ukopan u zdravicu u visini prostora za sagorijevanje pa nije potrebna nikakva dodatna konstrukcija. Zbog toga je često i jedini pokazatelj za postojanje peći jer se teže uništava, a obično se nalazi uz veću količinu pepela.

Ovaj prostor je važan jer u njemu počinje proces pečenja keramike. Kroz kanal ulazi hladan zrak, koji se sagori jevanjem goriva zagrijava, struji prema prostoru za sagorijevanje, zatim prelazi preko rešetke u prostor za pečenje, te kroz otvor na kupoli izlazi van. Ovakvim strujanjem toplog zraka postiže se ravnomjerna raspodjela temperature u peći. Visina temperature ovisi o načinu loženja, količini i vrsti goriva. Prefurnij zapravo produžuje početno zagrijavanje u prostoru za sagorijevanje te na taj način utječe na kvalitetu pečenja keramike koja u tom slučaju nije izložena direktnom plamenu i brzom zagrijavanju.

Kad se postigla dovoljno visoka temperatura za pečenje otvor prefurnija (Fabre 1935: 106, sl.8) bi se zatvorio glinom ili ostacima keramike kako bi se spriječio ulazak hladnog zraka u peć. Ulaz, kao i otvor na kupol zatvarao bi se kod redukcijskog pečenja.

Ispred prefurnija obično je iskopana jama za izbacivanje pepela (Hoffiller 1915-1919: 189), a i okolni je prostor pripremljen za loženje peći.

### Zidovi peći

Peć zatvaraju zidovi - stijenke od gline ili opeke. Počinju se graditi od vatrišta - podnice ili od rešetke, ako je peć donjim dijelom ukopana u zemlju, a završavaju kupolom. (Cuomo di Caprio 1971-1972: 399-401; 1978-1979, 23; Sultov 1969: 12-16, sl.6) Mogu biti nedovršeni tj. izgrađeni do određene visine kako bi se keramika mogla stavljati u peć te se prigodom svakog pečenja zajedno s kupolom dovršavaju. (Petre 1968: 147-157, sl.6). Rijetko su sačuvani u cijelosti, jer se zbog konstrukcije i materijala, te visoke temperature lako uništavaju.

Kod jednostavnih peći zidovi se pojačavaju debljim slojem gline koja se skida nakon pečenja ili ostacima keramike i opeke zbog uštede topline (dugo zadržavaju toplinu).

Debljina stijenki ovisi o veličini i konstrukciji peći, a iznosi od 10 do 25 cm. U donjem su dijelu stijenke nešto deblje prema kupoli stanjuju se. U visini prostora za pečenje nalazi se, kod pojedinih peći otvor (neka vrsta vrata) kroz koji se stavljala i vadila keramika. Kod ovakvih peći zidovi su bili stabilni, a kupola je imala mali otvor na vrhu za cirkulaciju zraka te nije rušena nakon pečenja. Otvor na zidu peći obično se nalazio nasuprot prefurnija. Nakon početnog zagrijavanja i izlaska dima, zatvarao bi se, čime se struja zraka usmjeravala k

otvoru na kupoli. (Benoit 1950: 128; 1956, 225-227, sl.14; Cupry 1959: 382, sl.9; Mingazzini 1954)<sup>5</sup>

### Kupola

Kupola (Cuomo di Caprio 1971-1972: 401-404; 1978-1979: 23) je sastavni dio gornjeg dijela peći. Njezina osnovna funkcija jest zadržavanje topline zatvaranjem prostora za pečenje.

Izgrađena je od zapečene zemlje, opeke ili se improvizirala od ostataka keramike (Arslan 1965: 45-52) ili kamena (Hofman 1982: 108, sl.9-15) koji su pokriveni zemljom.

Lončari su iskustvom došli do zaključka da je zbog kvalitete procesa pečenja potrebna stabilna, dobro građena kupola, bez obzira kakvog je oblika i od čega je izgrađena peć.

Tijekom iskopavanja rijetko se nalazi cijela kupola, većinom je zbog konstrukcije uništena. Mogla je imati veći ili manji otvor na vrhu. Otvor je služio kao neka vrsta dimnjaka pomoću kojeg se regulirala cirkulacija zraka. (Dimitrijević 1979: 156) Kod redukcijskog su se pečenja otvor na kupoli kao i otvor prefurnija zatvarali.

Kod manjih peći, gdje to konstrukcija dopušta, kupola je građena pomoću šiblja. U rub podnice zabole bi se šibe, upletanjem tanjih šiba dobio bi se kostur koji bi se oblijepio ilovačom (Bjorn 1978-1979: 10-11),. Kod nalaza peći često su jedini pokazatelj o konstrukciji kupole veći ili manji komadi zapečene gline u kojoj su vidljivi ostaci grančica od kojih je kupola bila izgrađena. Tako možemo sa sigurnošću govoriti o jednom od načina gradnje kupole peći.

Za građenu kupolu možemo reći da je tehnološki doraden dio peći, jer kod pečenja na otvorenom i kod improviziranih peći nisu građene kupole. Njihovu funkciju zamijenila je zasuta zemlja ili gorivo koje je ujedno izgaralo tijekom vremena potrebnog za pečenje keramike.

Pretpostavlja se da se kupola pećima koje nisu imale drugog otvora (u zidu peći) kod svakog pečenja obnavljala jednim dijelom, ili se otvor, koji je u ovom slučaju bio dovoljno velik, zatvarao keramikom ostavljajući dimnjak za cirkulaciju zraka. To se moglo vidjeti kod lončara u Vinkovcima prije rata.

U Engleskoj (Hartley 1961: 1-3; Mayes 1961: 4-18) su izvršeni pokusi s gradnjom kupole. Napravljena je peć bez kupole u kojoj se počela peći keramika na otvorenom. Kada je keramika poprimila određenu čvrstoću pokriven je prostor za pečenje ulomcima keramike na koju se stavila zemlja. Rezultat je bio pozitivan, keramika se ispekla redukcijski, postala je crna, kvaliteta je bila zadovoljavajuća što dokazuje i postojanje improvizirane kupole barem tijekom jednog dijela procesa pečenja.

<sup>5</sup> Mingazzini 1954: 25-32; U ovom članku iznijet je prikaz peći za područje Italije. Obradeno je i poglavlje o otvorima na peći koji su služili kao tehnološki dodatak za pečenje samo pojedine vrste keramike, npr. za dobivanje tamnih prevlaka otvaranjem vrata tijekom pečenja.

## Prostor za pečenje

Prostor za pečenje (camera di cotura, camera superiore, oven) nalazi se kod peći s rešetkom iznad prostora za sagorijevanje - vatrišta, te je zapravo gornji dio peći. (Cuomo di Caprio 1972-1972: 395-399, 1978-1979: 23; Vikić-Belančić 1967: 77) Omeđen je stijenkama peći, kupolom te rešetkom na koju se stavlja keramika. Posude se slažu otvorom prema dolje jedna na drugu do vrha kupole, ostavlja se samo međuprostor za cirkulaciju zraka.

Kod jednodijelnih peći stijenke i kupola zatvaraju prostor za pečenje i sagorijevanje koje se odvija u istom prostoru. Keramika se stavlja na podnicu peći, slaže se kao i kod dvodijelnih do vrha kupole.

Razlika između jednodijelne i dvodijelne peći jest u odvojenom prostoru za pečenje, u rešetki na koju se stavljaju posude. Kod dvodijelnih peći keramika nije izložena direktnoj vatri, te je jednoliko pečena, dok je kod jednodijelnih jedan dio posuda uvijek izložen direktnom plamenu pa je kvaliteta nešto lošija.

Proces pečenja započinje prodorom toplog zraka iz pre furnija u prostor za pečenje. U prvoj fazi lagano se zagrijava peć i prostor za pečenje, zatim se pojačanim loženjem temperatura povećava do temperature dovoljne za pečenje nakon čega slijedi postupno hlađenje.

## Rešetka

Horizontalna, šupljikava, glinena pregrada kroz koju struji zrak - rešetka (Piano forato, griglia, opus suspensum, pavimento perforato) razdvaja donji dio peći - vatrište od gornjeg dijela - prostora za pečenje. Rešetka (Cuomo di Caprio 1971-1972: 392-395; 1978-1979: 23; Vikić-Belančić 1967: 82-83; Todorović 1974: 49; Jovanović 1988, 70) je zapravo podnica odjeljka za pečenje na koju se stavlja keramika. Kostur rešetke građen je od letvica koje se oslanjaju na unutrašnji rub peći i na potporni stup ili prezid. Na mjestu gdje se oslanja kostur rešetke, stijenke peći su zadebljane ili udubljene ako je zid peći deblji. Letvice bi se oblijepile (premazale) glinom, ostavili bi se otvori za strujanje zraka. Postupnim sušenjem i pečenjem čitava konstrukcija bi se zapekla, postala bi čvrsta i kompaktna poput zidova peći.

Rešetka se više puta obnavljala premazivanjem smjesom gline i pijeska, jer je zbog direktnog dodira s vatrom bila izložena visokim temperaturama i brže se uništavala od ostalih dijelova peći.

Promjer rešetke ovisi o veličini peći, a debljina varira od 10 do 40 cm. Središnji dio koji se oslanja na prezid ili potporni stup kao i rub rešetke nešto su deblji.

Kako bi se poboljšao proces pečenja (postigla jednolična i ravnomjerna cirkulacija zraka) kroz otvore na rešetki provlačile su se cjevčice ili bi se pojedini otvori zatvarali glinenim čepovima. Primjer upotrebe čepova vidi se na peći iz Gomolave (Veselinović 1957: 30) gdje je rešetka nekoliko puta obnavljana, premazivana novim slojevima gline i pijeska ispod kojih su se našli

začepljeni otvori, koje je keramičar zatvarao čepovima kako bi usmjerio struju zraka u određeni dio peći. Nešto je primitivniji način stavljanje ulomaka keramike na otvore.

Otvori na rešetki mogu biti različito raspoređeni, bez određenog pravila. Često puta su postavljeni u redovima ili koncentričnim krugovima. U prosjeku su promjera 4-12 cm (Šaranović-Svetek 1981: 17).

Konstrukcija rešetke morala je biti čvrsta, kompaktna, jer je izložena visokim temperaturama i opterećena keramikom. Zbog čvrste konstrukcije dobro je sačuvana kod većine nalaza peći.

Rešetka je sastavni dio vertikalne dvodijelne peći bez obzira na oblik peći (kružni, ovalni, pravokutni, kvadratni).

Gradnjom rešetke i različitih sustava za cirkulaciju zraka u vatrištu završava tehnološki razvoj peći.

Na našem području, prema analizi objavljenih peći, prvi put se dvodijelne vertikalne peći upotrebljavaju za pečenje latenske, (Hoffiller 1919: 103, 104; Dimitrijević 1969: 106-108, sl.21, 22b) a zatim i rimske keramike.

Kronološki razvoj izvan našeg područja možemo pratiti prema nalazima peći nešto ranije. Npr. peć iz Hlinskog kod Lipnika, (Pavelčik 1983: 361-371, sl.3) čija je pripadnost datirana prema keramici nađenoj u njoj određenoj badenskoj kulturi; keramika iz peći u Glavanesti Vechi datirana u Cucuteni B fazu. (Comsa 1976: 23-33, sl.2), E. Comsa povezuje izgled keramike s novom tehnologijom pečenja u dvodijelnim vertikalnim pećima

## Vatrište

Vatrište je prostor u kojem sagorijeva gorivo, struji topli zrak i gdje se kod jednodijelnih peći peče keramika. Taj je dio peći obično ukopan u zdravicu (Barkoczi 1956: 63, T.XVII, Petrović 1987 21, sl.10, Comsa 1976 24, sl.1.) ili se koriste prirodne podloge (zemlja, kamen) na kojima se gradi podnica od gline. Može biti pojačana opekama, (Veselinović 1957: 27-30) kamenom ili keramikom. Kamena se podloga stavlja i kao neka vrsta drenaže na vlažnim zemljištima.

Za vatrište možemo reći da je kompaktni dio peći, teže se uništava i sačuvano je u najvećem broju nalaza peći.

Tlocrt vatrišta ovisi o obliku peći, ono može biti okruglo, ovalno, pravokutno ili kvadratno.

Zbog stalne izloženosti visokim temperaturama podnica se morala često obnavljati premazivanjem novim slojevima gline pa debljina sačuvanih podnica iznosi 5-20 cm. Deblja podnica (više puta obnovljena - više slojeva) ukazuje na dulje korištenje peći.

Dvodijelne peći nemaju građenu podnicu u vatrištu jer se keramika peče u gornjem dijelu peći - na rešetki. Vatrište se proširuje u nadsvođeni kanal prefurnij, kroz koji se stavlja gorivo u peć. Ukopano je u zdravicu kao i kod jednodijelnih peći do razine rešetke tako da je rešetka na razinu zemlje.



Kod dvodijelnih su peći u vatrištu izgrađeni različiti potporni stupovi, prezidi za držanje rešetke i regulaciju struje zraka.

Na temelju većeg broja istraženih i objavljenih peći za područje Italije, N. Cuomo di Caprio podijelila je dvodijelne peći prema izgledu vatrišta. (Cuomo di Caprio 1971-1972: 404-442, 1978-1979: 24-31) Veću cjelinu s detaljnijim analizama za područje današnje Francuske obradio je P. Duhamel. (Duhamel 1978-1979: 63-74)

Oba se autora slažu da je podjela prema izgledu vatrišta moguća i da je njegova konstrukcija utjecala na proces pečenja, a time i na kvalitetu keramike.

Nalazi peći zbog konstrukcije i materijala iz kojih su izrađene, izloženosti visokim temperaturama, rušenju i obnavljanju, često su skromni i nepotpuni za daljnje analize.

Peći su dosta dugo bile zapostavljene i od samih istraživača tako da se tek u novije vrijeme sustavno obrađuju i podaci o njihovoj konstrukciji i povezuju s analizama materijala i tehnologije.

Rezultati istraživanja, npr. za područje Italije, (Cuomo di Caprio 1971-1972: 371-464) Francuske (Duhamel 1978-1979: 49-75) i Čehoslovačke (Princ, Stružny 1977: 164-186, Peškar 1988: 106-169) gdje je broj istraženih peći dovoljan za analize, stvorili su mogućnost izdvajanja različitih tipova dvodijelnih vertikalnih peći prema konstrukciji prostora za sagorijevanje - vatrišta.

Određivanje podjele moguće je zbog većeg broja sačuvanih donjih dijelova peći, čija je konstrukcija stabilna, kompaktna, teže se uništava i u velikom broju nalaza jedini je pokazatelj o postojanju peći. Utjecaj na mogućnost podjele svakako je imao i veći broj izgrađenih dvodijelnih peći.

U postojeću podjelu uvrstila sam, prema raspoloživim podacima i peći s našeg područja.

### Dvodijelne vertikalne peći

Dvodijelne vertikalne peći dijele se prema vanjskom izgledu u dvije osnovne grupe:

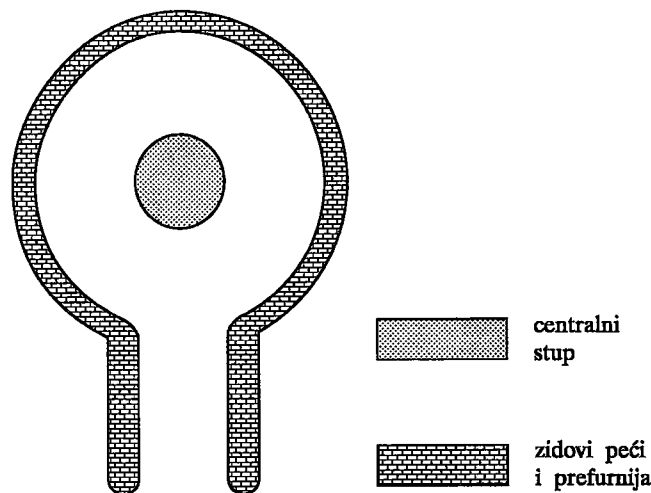
- I) peći kružnog ili eliptičnog oblika
  - II) peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika
- Na temelju analiza konstrukcije većeg broja peći uočene su razlike u izgledu donjeg dijela, prostora za sagorijevanje - vatrišta te je napravljena sljedeća podjela:
- I/a) peći kružnog (eliptičnog) oblika vatrišta sa centralnim stupom
  - I/b) peći kružnog (eliptičnog) oblika vatrišta s radijalno postavljenim prezidima ili s centralnim zidom, rebrom
  - I/c) peći kružnog (eliptičnog) oblika vatrišta s nadsvođenim lukovima
  - I/d) peći kružnog (eliptičnog) oblika vatrišta sa centralnim hodnikom

Općenito za tehnička poboljšanja u konstrukciji peći možemo reći da su nastala postupno, iskustvom keramičara koji su usavršavali pojedine dijelove peći s jednim ciljem da nađu najjednostavniji, kvalitetan, ekonomičan, brz način pečenja. Povećana potražnja, trgovina, specijalizacija pojedinih peći potiče izgradnju savršenijih konstrukcija, ali se paralelno mogu naći zajedno oba tipa peći, tako da ne možemo uvijek kronološki pratiti pojavu i nestanak određenog tipa.

#### I/a) Vatrište sa centralnim stupom

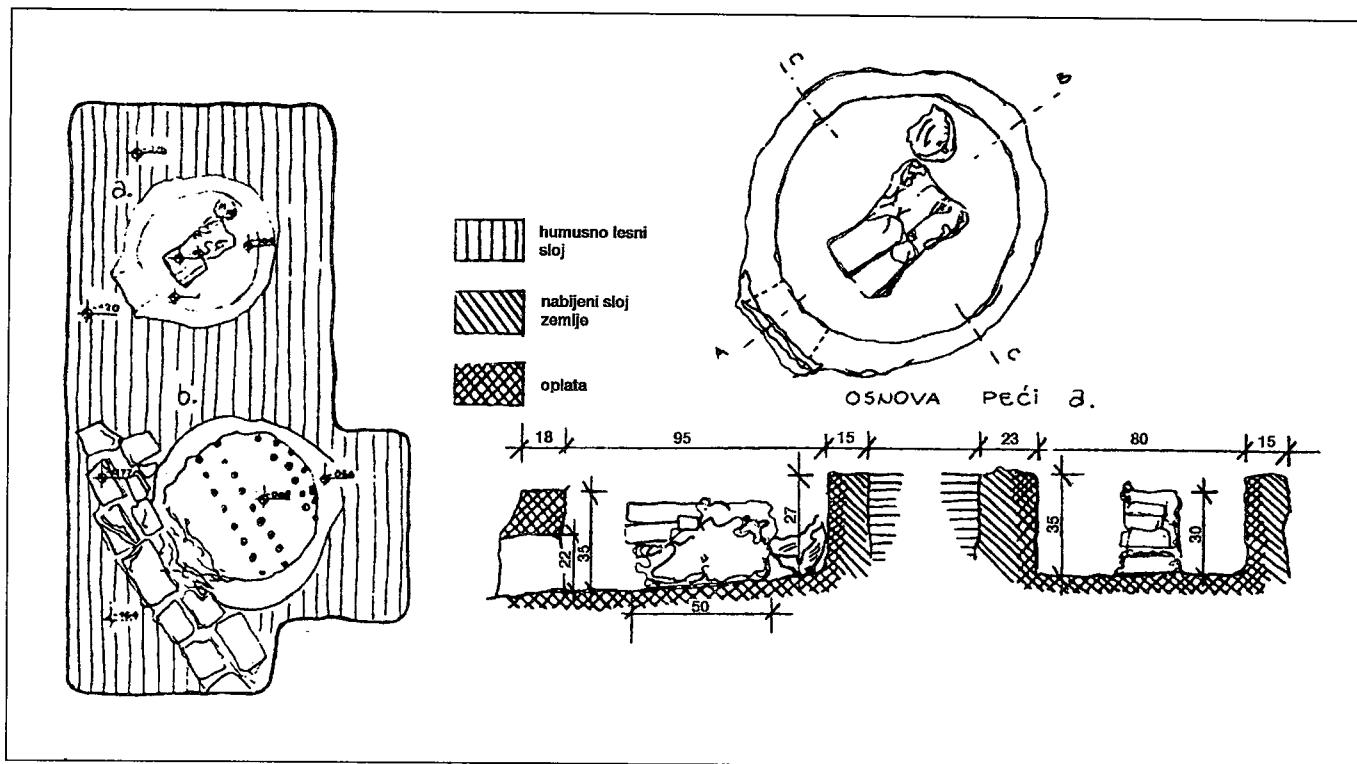
U središnjem prostoru za sagorijevanje - vatrištu (Cuomo di Caprio 1971-1972: 410-414, sl.7) kod ovog tipa peći izgrađen je stup - potporanj na koji se oslanja rešetka (sl. 13). Njegova je osnovna funkcija držanje rešetke i pravilno usmjeravanje toplog zraka prema prostoru za pečenje. Može biti građen od gline, (Borisova 1958: 151, sl.9) kamena (Petre 1968: 147-157, sl.6; Bichir 1989 40, 45 ; Dzonova 1966: 41, sl.3; Sultov 1969: 12-24, sl.2) ili opeke. (Kobilina 1966: 172, sl.4; Dimitrijević 1969, 106, sl.21). Kada se koristi prirodna podloga ukopan je u zdravicu. Debljina stupa ovisi o veličini peći, a prosječno iznosi 25 - 35cm. Presjek stupa u pravilu je okruglog ili pravokutnog oblika, (Webster 1960: 214, sl.2) ali se izgleda češće upotrebljava kružni oblik zbog bolje cirkulacije zraka. Glineni potporanj koristio se kod manjih peći jer ne može držati tešku rešetku ni veću količinu keramike. Kod većih peći gradio se kameni ili potporanj od opeke. (Gesell 1988: 290-291, sl.5; Katona Győr 1984: 72.73, sl.4-6, 8-11)

Struja zraka potrebnog za sagorijevanje i pečenje kreće se iz prefurnija oko potpornog stupa prema prostoru za pečenje.



Slika 13. Tip vatrišta s centralnim stupom (tlocrt)





Slika 14. Lončarska peć br. 1, Progarski vinogradi (Dimitrijević D.: (1969), *OZ XII*, 107, sl. 21)

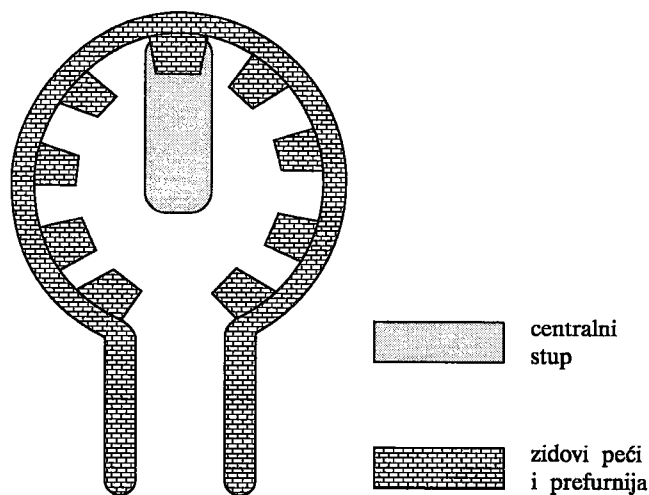
**I /b) Vatrište s radijalno postavljanim prezidima ili sa centralnim zidom, rebrom**

U prostoru za sagorijevanje kod ovog tipa peći uz stijenke - zidove radijalno su postavljene pregrade (Cuomo di Caprio 1971-1972: 14-417, T.VII; 1978-1979: 24, sl.1 I/b ; Swan 1971: 45-49, sl.1-2; Szonyi 1981: 117-118, sl.3 ; Fraser 1969: 4-8, sl.7-10; Museteanu 1985: 147-153, sl.1) koje drže rešetku dok je središnji prostor slobodan (sl. 15). Pregrade su izrađene od ostataka opeke, kamena ili gline. Mogu biti pravokutna ili polukružna presjeka i različite debljine. Izgleda da su se koristile kod manjih peći za pečenje laganih predmeta jer ovakva konstrukcija nije mogla držati veću, a ni težu

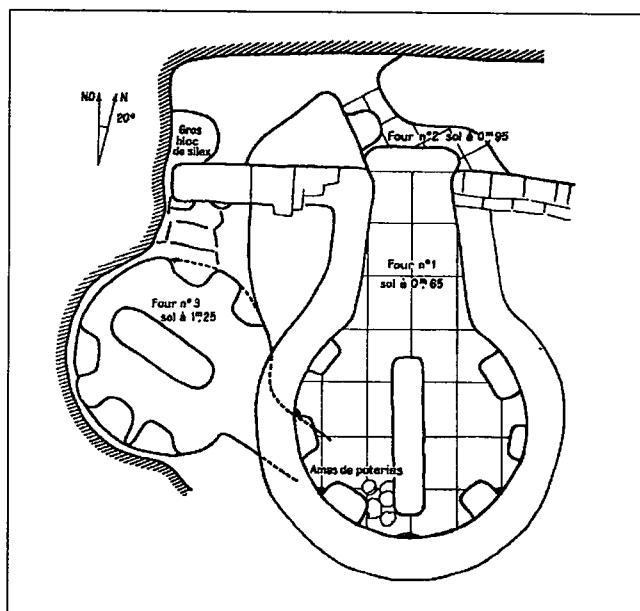
rešetku s keramikom. Kad bi se koristila konstrukcija s radijalno postavljenim prezidima za veće peći bila bi kombinirana sa centralnim stupom ili prezidom kao što se može vidjeti na primjeru peći iz Loir-et-Cler i Policora.

U Loir-et-Cler (Gaule 1963: 157-165, sl.5) nađene su peći koje u prostoru za sagorijevanje imaju centralni prezid, ali i radijalno postavljene pravokutne prezide (istake) uz rub peći. Centralna pregrada je nešto kraća od standardnih prezida (sl. 16).

U Policoru su nađene dvije peći: manja sa centralnim stupom u vatrištu i veća s radijalno postavljenim prezidima.



Slika 15. Tip vatrišta s radijalno postavljenim prezidima ili s centralnim zidom



Slika 16. Loir-et-Cler

Prefurniji ovih peći međusobno su smješteni pod pravim kutom. Ovaj kompleks povezanih peći, jedna sa centralnim stupom, a druga s radijalno postavljenim prezidima, omogućuje istovremeno pečenje u obje peći uz racionalno korištenje prostora i topline.

U ovaj tip peći mogla bi se djelomično uvrstiti rimska peć iz Orheiul Bistritei-a datirana u drugo stoljeće n.e. (Protase 1964, 559, sl.1-2) Građena je od gline i kamena (zidovi) s poprečnim rebrom - prezidom od opeke. Ona je po materijalu kao i tipu složena jer prema prezidu mogla bi se tipološki uvrstiti u tip I/b, a prema lučnim prezidima u tip I/d.

#### Vatrište s jednim centralnim zidom ili rebrom

Funkciju radijalno postavljenih pregrada preuzeo je jedan centralni prezid (rebro ili jezik). Nalazi se u sredini vatrišta i dijeli ga na dva podjednaka dijela. Jedini je oslonac za držanje rešetke i keramike koja se peče u peći. (Pastor 1961: 83-103, sl.4, 6; Janšak 1955: 195-204, sl.7, 8; Barkocsi 1956: 63, TXVII; Comsa 1976: 25, sl.2; Petrović 1978: 33, T XIV, sl.5; 1980: 21, TX, sl.1; Muller-Karpe 1988: 7-11, pl.5; Veselinović 1957: 29)

Rebro-prezid proteže se čitavom dužinom prostora za sagorijevanje, kod nekih peći gotovo do prefurnija. Prema pregledu objavljenih peći za pečenje keramike tip vatrišta sa centralnim rebrom, zastupljen je na našem području u velikom postotku, te se može reći da je to standardni tip, dok u Italiji nije pronađena niti jedna peć ovoga tipa. Zbog konstrukcije i mjesta gdje se nalazi može biti ukopan u zemlju (zdravicu), teže se uništava pa je u velikom broju nalaza peći dobro sačuvan, a ponekad je i jedini pokazatelj o postojanju peći.

Tipu peći I/b sa centralnim prezidom u prostoru za sagorijevanje mogu se pribrojiti peći iz Gundulićeve ulice br.9 u Vinkovcima, iskopane tijekom zaštitnih arheoloških radova 1966.godine. (Šaranović-Svetek 1981: 17-18, sl.4)

Iskopane su dvije vertikalne dvodijelne peći koje su pripadale većem radioničkom centru.

#### Peć broj 1

Peć broj 1 kružnog je oblika, donjim dijelom ukopana u zdravicu. Zidovi peći debljine u prosjeku 8 cm postupno su se sužavali prema vrhu, a završavali su kupolom koja nije u cijelosti sačuvana. Promjer peći s vanjskim zidom iznosio je oko 1.40 m, visina 1.30 m, a promjer rešetke 1.20 m. Rešetka dijeli unutrašnji prostor peći na dva dijela. Gornji prostor za pečenje i donji prostor za sagorijevanje.

Rešetku kružnog oblika, debljine 14 cm, izgrađenu od svijetložute pečene zemlje drži prezid koji se nalazio u sredini vatrišta, te ga je ujedno dijelio na dva podjednaka dijela. Napravljen je od zemlje koja se pečenjem zapekla. Probušen je kružnim otvorima raspoređenim u cik-cak liniji tako da je topli zrak

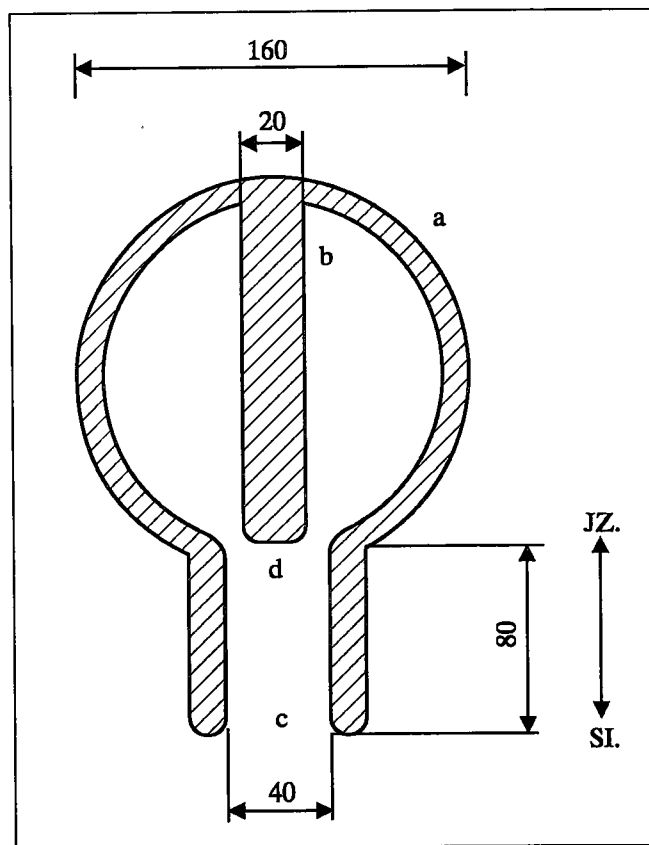
mogao i kroz prezid ulaziti u prostor za pečenje. Za ovaj tehnički detalj mogu reći da je izuzetak jer u raspoloživim podacima nisam naišla ni na jednu peć s ovakvom konstrukcijom prezida.

Ispred vatrišta nalazio se prefurnij dužine 1 m, koji je završavao zajedničkim ložištem.

Peć broj 1. iz Vinkovaca datirana je u 1. i 2. st.n.e.

#### Peć broj 2

Peć broj 2 istog je tipa kao i prva peć jedino je bila većih dimenzija. (Šaranović-Svetek 1981: 18, sl.3-5) Visina je iznosila 2.20, promjer 1.60, a dužina nadsvodenog kanala 0.80 m. Debljina zidova u prosjeku je bila 12 cm. (Slika 17)



Slika 17. Horizontalni presjek peći br. 2

Donji je dio peći bio ukopan u zdravicu, izgrađen je od gline kao i kod peći br. 1. Zanimljiv je odnos nadsvodenih kanala koji su se nalazili na međusobnoj udaljenosti 3.30 m, orijentirani prema zajedničkom ložištu, odnosno prostoru koji je koristila radionica za obavljanje svih popratnih zajedničkih poslova.

Peć br. 2 datirana je, kao i peć br. 1 keramikom koja se nalazila u prostoru za pečenje i oko peći u 1. i 2. st.n.e. Izgleda da je peć bila u upotrebi u trenutku razaranja do kojega je došlo naglo, odnosno nije bilo vremena da se keramika izvadi iz peći. Čitav prostor radionica premješten je na drugo mjesto jer prema ostalim nalazima (vertikalnoj stratigrafiji) ovaj dio terena

je poravnat i izgrađeni su novi objekti koji su izmijenili namjenu čitavog prostora.

Od starijih nalaza ostao nam je sačuvan opis standardne peći, tipa I/b iz Vinkovaca V. Hoffillera (Hoffiller 1915-1919: 187, sl.103) koji zbog opisa mjesta nalaza i načina izrade donosim u cijelosti.

..... Peć se nalazila spram kuće br. 6 ulice "Krnjaš" (Miroslavljevići) naslonjena uz kosinu bosutskoga bajera. Prikazuje tip rimske lončarske peći iz kasnijeg vremena u ne sasvim primitivnoj izvedbi. Sazidana je uglavnom od ilovače, te ima sasvim okrugao tlocrt s promjerom od nekih 130 cm. Kao što je to bilo kod svih lončarskih peći, tako je i ova horizontalnom položenom pločom razdijeljena u dva prostora: u donji, gdje je gorila vatra i u gornji, gdje su se naslagale posude, koje su se imale paliti.

Majstor si je najprije pripremio teren, na kojem je sazidao svoju peć, na taj način, da ga je nabojem izravnao i onda opekama istaracao. Na tom je taracu onda svoju peć tako rekuć modelirao slobodnom rukom. Donji je dio peći načinio sasvim iz blata. Načinio je najprije okolni zid u debljini od 14-15cm, a onda je sredinom obzidanoga prostora povukao još jedan nešto deblji zid, na kojem je ležala ploča, koja je rastavljala gornji prostor od donjnjega. Ova je rastavna ploča gore ravno blatom izmazana te providena luknjama, kroz koje je toplina imala ulaziti iz donjnjeg prostora u gornji. Te se luknje na fotografiji ne vide, jer je peć fotografirana

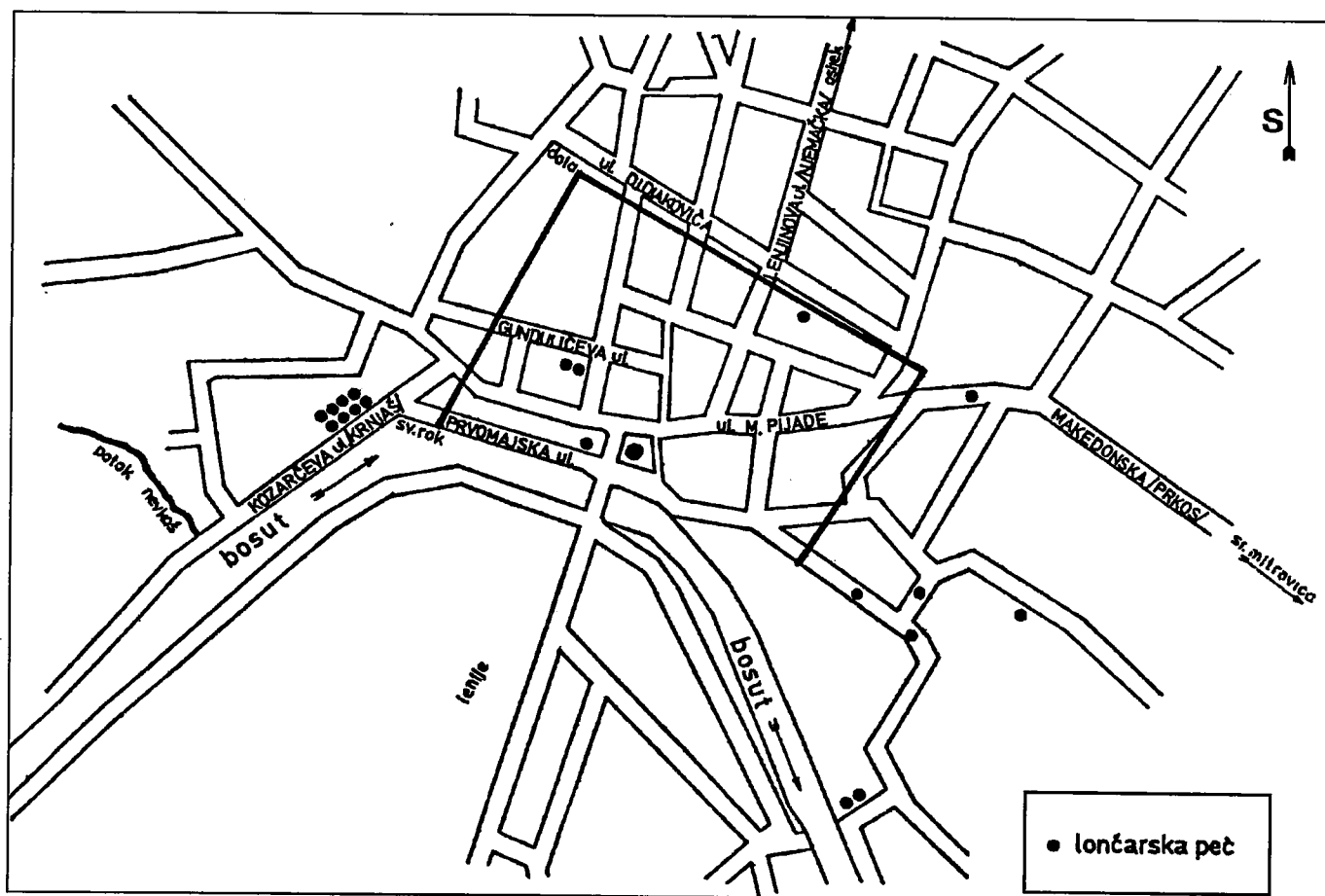
s mjesta, koje je ležalo niže od razine peći. Gornji je dio peći nekada također bio načinjen od zemlje, ali ima ostataka, po kojima se vidi, da je iznutra bio obložen crijepom (sigurno tzv. tegulae mammatae) i onda izmazan. Od tog gornjeg zida ostao je samo neznatan rub, dok je drugo već davno porušeno. Nekad je u donji prostor peći vodio uži kanal kroz koji se je peć ložila.. ....

Nalaz peći iz Gundulićeve ulice pružio je osim tehničkih podataka o izgledu peći i načinu pečenja korisne informacije o građevinskim fazama, razvoju naselja- grada. Dugu tradiciju u proizvodnji keramike potvrđuje velik broj iskopanih peći u Vinkovcima

Najstarija peć potječe s lokacije Vinkovci-Hotel iz starčevačkog sloja, iskopana tijekom zaštitnih arheoloških iskopavanja 1977/78. god. Najveći je broj peći iz rimskog horizonta zbog opasnosti od požara. Smještene su prema standardima za gradnju radioničkih četvrti izvan naselja, uz glavne prometnice, te u blizini vode, ako je to bilo moguće. Takav raspored lončarskih radionica i pojedinih nalaza peći možemo pratiti u Vinkovcima. (Virč 1976: 92-94, pl.1)

Prve peći otkopane su gotovo na samoj obali Bosuta 1903 g. (Hoffiller (1915-1919: 186) u Kozarčevoj ulici. Ukupno je iskopano 8 peći za koje možemo reći da su pripadale lončarskoj radionici. Loše su dokumentirane tako da ih ne možemo tipološki odrediti. Datirane su nalazima keramike u 3/4. stoljeće.

Druga lončarska djelatnost odvijala se (vidi pl. 1)



Plan 1. Topografski prikaz lončarskih peći iz Vinkovaca prema objavljenim nalazima i dokumentaciji iz arheoloških iskopavanja.

u drugom dijelu grada, sjeveroistočnom i jugoistočnom, izvan gradskog bedema. Peći su pojedinačno ili po dvije u nizu raspoređene uz glavne ceste koje su vodile iz grada, kao i uz nekropolu. Nijedna od ovih peći nije detaljno dokumentirana tako da nam ne pružaju mnogo podataka o izgledu nego o samoj lokaciji.

Na temelju topografske karte napravljene prema objavljenim nalazima peći (starim i novim) možemo govoriti o tri faze razvoja lončarstva u Vinkovcima i o dvije faze razvoja rimskog naselja-grada.

Prva lončarska djelatnost sigurno je bila na lokaciji Vinkovci-Hotel uz obalu Bosuta, gdje je iskopana peć koja se pripisuje starčevačkom sloju.

Drugu fazu lončarske djelatnosti možemo pratiti prema nalazima peći iz Gundulićeve i Prvomajske ulice koje su se našle na periferiji starijeg naselja (datirane su keramikom u 1. i 2. st.n.e.). Širenjem naselja one su ušle u zonu naselja tako da su bile uništene, teren pripremljen za stambenu izgradnju, a nove peći sagrađene izvan novog naselja.

Treća faza bila bi gradnja peći izvan gradskih bedema u 3. i 4. stoljeću. U ovoj fazi sigurno je postojala lončarska radionica u jugozapadnom dijelu grada (izvan bedema), gdje je pronađeno u nizu osam peći.

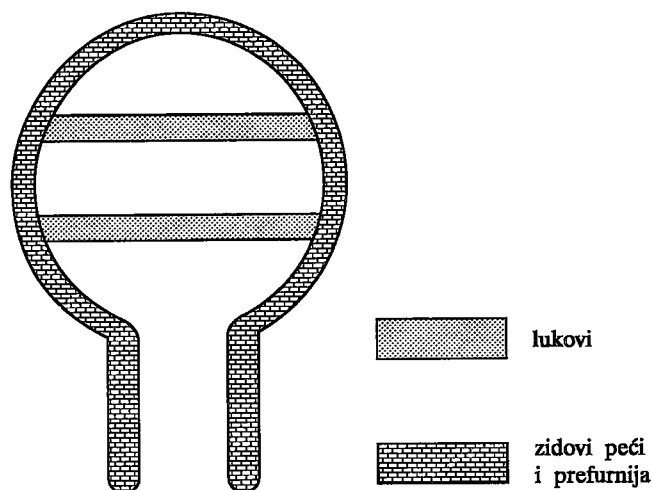
Za peći u istočnom dijelu grada koje su pronađene pojedinačno ili u paru uz cestu mogu reći da nisu tvorile tipičnu lončarsku četvrt nego pojedinačnu proizvodnju keramike.

#### I/c) Vatrište nadsvođeno lukovima

Novost koja izdvaja ovaj tip peći jest lučno nadsvođeno vatrište. (Cuomo di Caprio 1971-1972: 418-421, TVIII) Rešetku umjesto stupa, rebra ili prezida drži konstrukcija od 2 luka (može ih biti i više). Na taj način oslobođen je čitav prostor vatrišta za sagorijevanje goriva. Toplina je maksimalno iskorištena jer se direktno preko rešetke širi u prostor za pečenje. Za gorivo se koriste dugačka drva koja se mogu nesmetano staviti sve do ruba peći. Time je postignuta viša temperatura u prostoru za pečenje s manjom količinom goriva. Lukovi su postavljeni poprečno u odnosu na prefurnij. Izgrađeni su od opeke koja je i sama zadržavala toplinu, a i otpornija je na promjenu temperature. Sličan sustav koristio se u termalnim građevinama kod gradnje sustava za zagrijavanje. (Schleyer 1909: 42-45)

Takvu konstrukciju možemo pratiti na primjeru peći iz Morgantina. (Sjoquist 1960: 130, sl.20, pl.27) Vatrište i ložište ukopani su u zemlju. Na polovici zidova vatrišta ugrađeni su lukovi. Rešetka se gradi u visini zdravice iznad koje se diže kupola. Toplina je kod ove peći maksimalno iskorištena ukopavanjem dijela peći u zemlju kao i sustavom za protok toplog zraka.

Za ove peći možemo reći da su tehnički doručene i sigurno su služile za pečenje najkvalitetnije keramike, te možemo pretpostavljati da su kronološki posljednje u nizu tipološki različitih peći.



Slika 18. Tip vatrišta nadsvođenog lukovima

U tip peći s lučno nadsvođenim vatrištem možemo uvrstiti i lončarsku peć br. 2 iz Progarskog vinograda. (Dimitrijević 1969: 108, sl.22a)

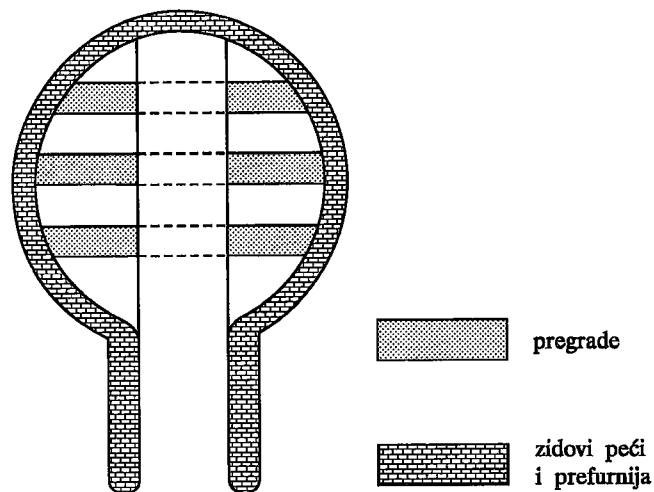
#### I/d) Vatrište sa centralnim hodnikom

Bočne strane vatrišta kod ovih peći ispunjene su nizom hodnika postavljenih poprečno u odnosu na ložište, dok je središnji dio ostavljen prazan. (Cuomo di Caprio 1971-1972: 421, T.IX) Rešetku drže pravokutne pregrade koje završavaju lukom nad središnjim prostorom. U pravilnim su razmacima postavljene na podnicu vatrišta. Izgrađene su kao i podnica od opeke tako da i one same zadržavaju toplinu.

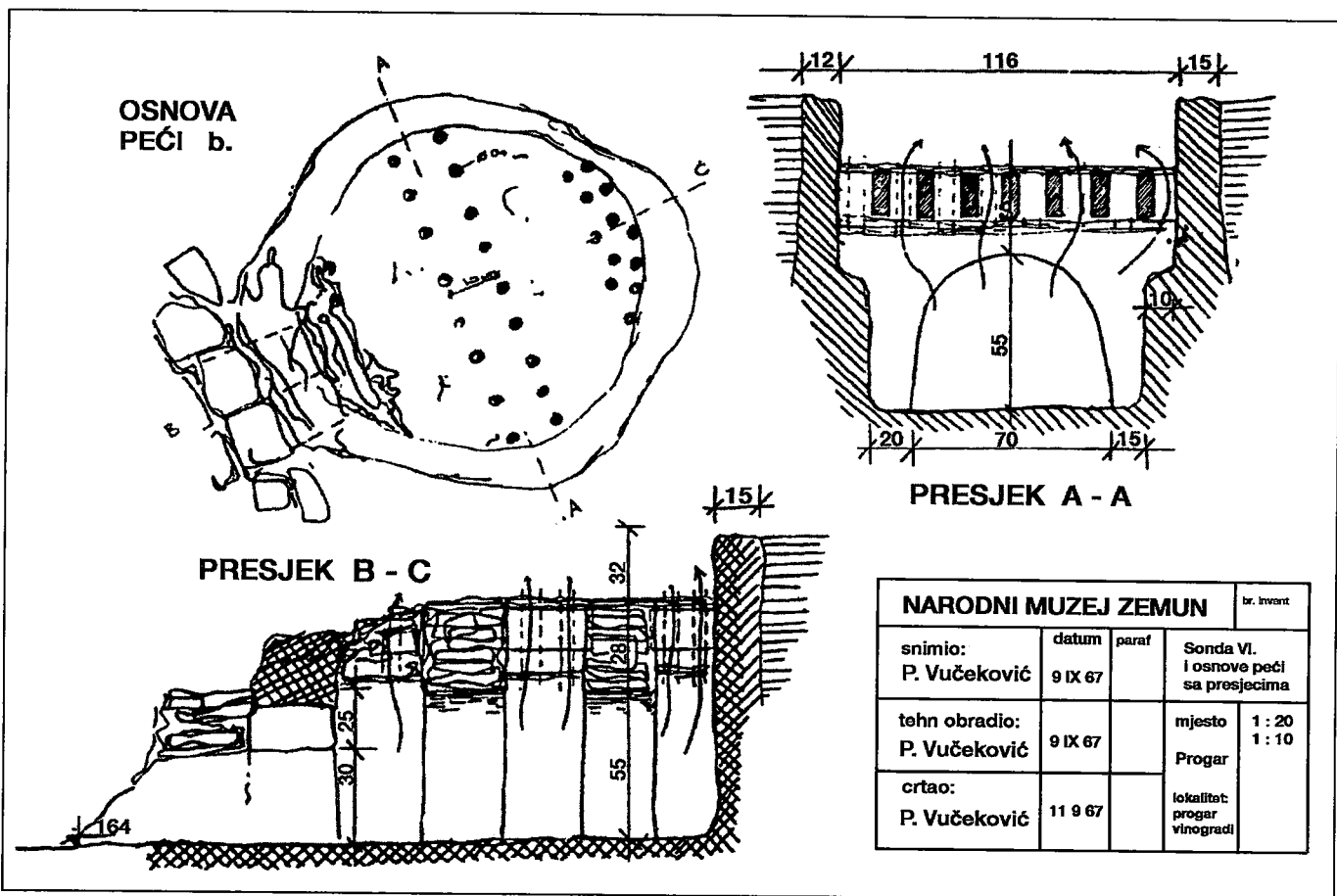
Cirkulacija zraka u ovom slučaju širi se ravnomjerno iz centralnog dijela hodnika prema bočnim stranama (sl. 21).

Tehničko je poboljšanje postignuto dužim zadržavanjem konstantne temperature u vatrištu izgradnjom sustava poprečnih prezida.

Za loženje se koristila ista količina goriva kao i kod peći drugog tipa. Razlika je jedino u načinu



Slika 19. Tip vatrišta s centralnim hodnikom



Slika 20. Lončarska peć br. 2, Progarski vinogradi (D. Dimitrijević: OZ XII, sl. 22a)

loženja. Izgradnjom sustava za protok toplog zraka preko bočnih hodnika, jedan dio toplog zraka nije odlazio direktno u prostor za pečenje, nego se zadržavao u poprečnim hodnicima, zagrijavao prostor i konstrukciju, nakon čega se širio preko rešetke u prostor za pečenje. Na taj način keramika se postupno zagrijavala i pekla. Samo početno loženje moralo je biti nešto intenzivnije zbog zagrijavanja konstrukcije i međuprostora. Kad se postigla dovoljno visoka temperatura intezitet loženja postpno se smanjivao dok je temperatura ostajala još neko vrijeme dovoljno visoka za pečenje, nakon čega je slijedilo postupno hlađenje koje nije završavalo samo prestankom loženja nego i hlađenjem čitavog sustava za cirkulaciju zraka.

Ovaj tip peći neki autori (Fabre 1935: 103-106, sl.6) pripisuju tzv. pećima za pečenje terra sigillata keramike. Međutim, prema nalazima ostalih vrsta keramike (Benoit 1950: 129) u pećima ovog tipa ne možemo sa sigurnošću tvrditi da se koristila samo za pečenje sigilate. Sigurno je da se pomoću ovakva sustava cirkulacije zraka mogla postići zavidna kvaliteta u pečenju keramike.

#### Dvodijelne vertikalne peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika

Prema izgledu vatrišta napravljena je sljedeća podjela za peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika:

- II/a) peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika vatrišta sa centralnim prezidom
- II/b) peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika vatrišta sa centralnim hodnikom
- II/c) peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika vatrišta s dvostrukim hodnikom
- II/d) peći pravokutnog, kvadratnog ili trapezoidnog oblika vatrišta s dva paralelna hodnika i prefurnija

#### II/a) Vatrište s centralnim prezidom

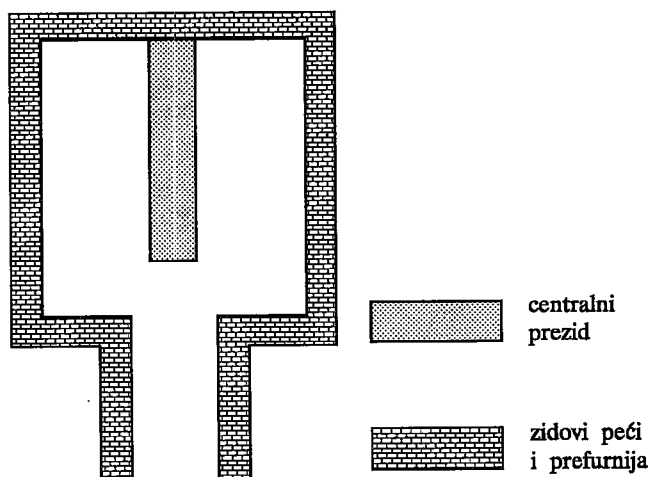
Ovaj tip peći (Cuomo di Caprio 1971-1972: 426-429; TX ; Muller-Karpe 1988: 7, T.63, sl.1-5, pl.5-6; Šimek 1986: 89, sl.2) odgovarao bi po konstrukciji tipu vatrišta okruglih peći sa centralnim rebrom, prezidom.

Rešetka je naslonjena na prezid (potporanj) koji se nalazio u sredini vatrišta peći. Dijeli ga na dva podjednaka dijela. Nešto je kraći od dužine peći. Građen je od gline ili opeke. Može biti ukopan u zemlju (zdravicu), ako se koristi prirodna podloga za konstrukciju donjeg dijela peći.

Peći ovog tipa manjih su dimenzija npr. peć iz Orvieta (Cuomo di Caprio 1971-1972: 427, sl.II/b) 1.60 x 1.60 m, sl. II/b. Ako su većih dimenzija kao peć iz Bratislave 2.40 x 2.40 m centralni prezid produžen je do prefurnija. (Janšak 1953: 605-609; 631, 1.261 i 262; 1955: 195-221, sl.3-5) Peći manjih dimenzija nemaju

veliki kapacitet, a ni sama rešetka ne može podnijeti veće težine.

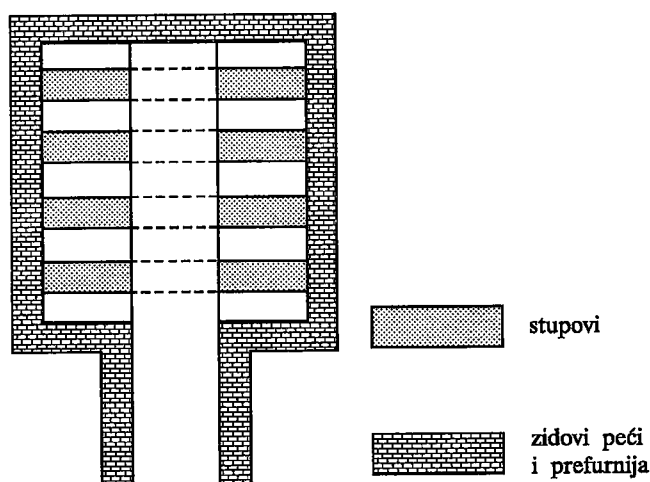
C. Fabri pretpostavlja da su ovakve peći služile samo za pečenje biskvita<sup>6</sup> ako su se našle u kombinaciji s peći tipa I/d. Međutim, ima primjera samostalne upotrebe peći ovog tipa. Možda su prethodile tipu kvadratnih peći s jednim centralnim hodnikom (tip II/b).



Slika 21. Tip vatrišta s centralnim prezidom

### II/b Vatrište sa centralnim hodnikom

Novost koja ovaj tip peći izdvaja od ostalih jest lučno nadstvođeno vatrište u centralnom dijelu peći. (Cuomo di Caprio 1971-1972: 429-435, TXI) Oslobođen je središnji prostor-hodnik po čitavoj dužini peći za cirkulaciju toplog zraka, koji se u ovom slučaju iz centralnog dijela širi na bočne strane. Prema unutrašnjoj konstrukciji odgovarao bi tipu I/d.



Slika 22. Tip vatrišta s centralnim hodnikom

Rešetka se oslanja na poprečne prezide (središnji dio je prazan), a otvori na rešetki nalaze se u razmacima između prezida.

Podnica između prezida, koji su građeni kao i veći dio peći od opeke ili crijepa, može biti ravna ili kosa. Ako je uzdignuta prema vanjskim zidovima tada zatvara "mrtvi prostor" koji se teže zagrijava. Na taj način povećao se termički kapacitet (sva toplina se racionalno koristi).

Općenito možemo reći za peći sa centralnim hodnikom i poprečnim prezidima da predstavljaju dobar sustav raspodjele toplog zraka kao i stabilnu konstrukciju cijele peći. (Stefan 1957: 1-4, 339-346, sl.1; Zdravkovski, Šurbanoska 1983: 114-116, TVII)

Veličina peći varira od 3-4 m. Rešetka može držati veće težine, tako da su ove peći služile za pečenje keramike, a i za pečenje opeke i crijepa. (Šubić 1968: 455-472; Maseria 1982-1983: 361-373, sl.4)

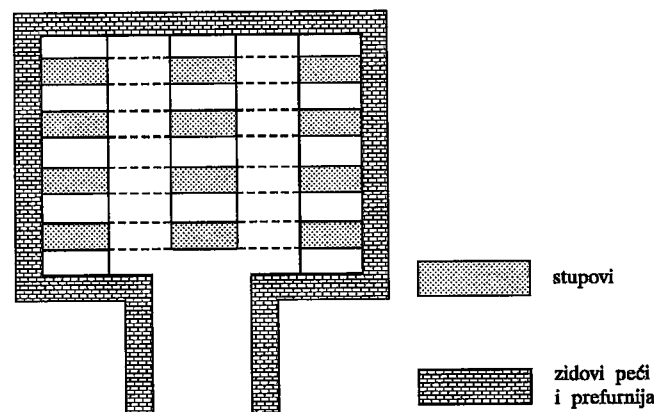
Peći iz Ptujskog grada mogu se pripisati ovom tipu peći.

### II/c Vatrište s dvostrukim hodnikom

Ovaj tip peći po osnovnoj konstrukciji sličan je tipu II/b. Većih je dimenzija i umjesto jednog centralnog hodnika da bi se proširio prostor za sagorijevanje, a time povećao i termički kapacitet, izgrađena su dva hodnika. Odvojena su nizom stupova po sredini vatrišta. (Cuomo di Caprio 1971-1972: 435-438, TXIII)

Rešetka je oslonjena na niz potpornih stupova koji se nalaze uz rub peći, kao i u središnjem dijelu vatrišta. Potporni stupovi pravokutnog oblika međusobno su povezani lučnom konstrukcijom građenom od opeke. Opeka može podnijeti pojačana i duga zagrijavanja, a i veće težine koje se stavljaju na rešetku.

Na vatrište se nadovezuje nadstvođeni kanal-prefurnij smješten okomito na os peći.



Slika 23. Tip vatrišta s dvostrukim hodnikom

<sup>6</sup> Termin biskvit upotrebljavaju današnji lončari za keramiku pečenu na nižim temperaturama

Prema nalazima u peći, a i zbog konstrukcije može se zaključiti da je ovaj tip peći služio za pečenje opeke (Fournier 1959, 369, sl.8-9) ili keramike većih dimenzija. npr. u peći 4x4m moglo se ispeći oko 1600 opeka.

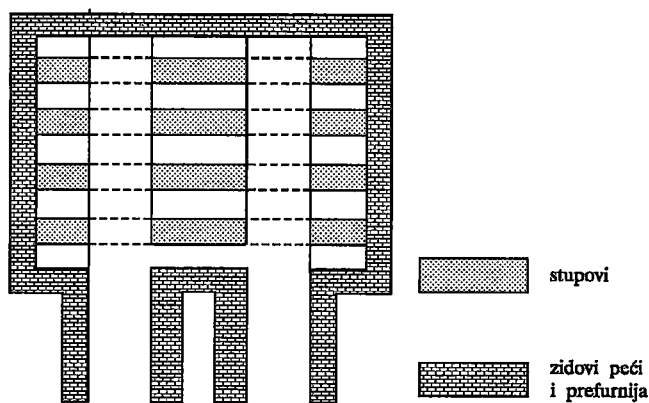
## II/d Vatrište s dva paralelna hodnika i prefurnija

Peći ovog tipa predstavljaju najrazvijeniji tip peći prema konstrukciji kao i iskorištenosti prostora i topline. Obično su velikih dimenzija, služile su za pečenje opeke i keramičkih građevinskih elemenata, kao i keramike većih dimenzija. Prema Katonu (Caton : *De re rustica*, cap.XXXVIII, 1) ovakav tip peći koristio se i za pečenje vapna.

Imale su dva prefurnija kao i dva nadsvođena kanala s izvrsnim sustavom za provođenje toplog zraka u sve dijelove peći. (Cuomo di Caprio 1971-1972, 438-442, T.XIV) Oba paralelna prefurnija služila su za istovremeno pojačano loženje, jer se zbog većih dimenzija peći i veće količine materijala moralo dovesti više topline kako bi se postigla potrebna temperatura. (Francisicis 1957: n.1926; Riccioni 1965: N.4885)

Podaci o nalazima prvih peći su skromni, iako je keramika kvalitetno rađena. Za peći iz neolitičkog i eneolitičkog razdoblja možemo reći da su se nalazile unutar naselja, ponekad u zemunicama, kućama ili okolo njih. (Petrović 1978, 13, T.I, 1; Rašajski 1952: 115, sl.6; Petrović 1987: 21, sl.10; Podborsky 1971 59-67, sl.3, TX; Georgiev1966: 10-16, sl.1-4; Pavelčik 1983: 361-371, sl.3; Makkay 1978: 12-13, sl.3, Minichreiter 1992: 32-35) Nema tipičnih radionica, specijaliziranih za određenu vrstu keramike. Jednodijelne su, vertikalnog tipa. Građene su u dva osnovna oblika: kružnom (ovalnom) i pravokutnom (kvadratnom), u najvećem broju od gline sa sustavom za cirkulaciju zraka u kojem je moguće oksidacijsko i redukcijsko pečenje keramike.

Npr. peći iz Postoloprtya, (Soutsy 1955: 8-11, sl.3) Kamenina, (Hrala-Moucha 1953, 305-308) Ariusda, (Comsa 1976: 24-34, sl.1) Vinkovaca, Brezovljana. (Dimitrijević 1975, 82, sl.5)



Slika 24. Tip vatrišta s dva paralelna hodnika i prefurnija

U tehnološko razvojnom smislu, ove peći predstavljaju veliki napredak od pečenja na otvorenom u ognjištu, ili jami, jer daljnji je razvoj samo usavršavanje ovog tipa peći.

Prema pregledu istraženih peći krajem eneolitika (Duhamel 1978-1979: 55-59; Pavelčik 1983, 365; Petrović 1984: 32, sl.27) i početkom brončanog doba počele su se graditi dvodijelne peći. Po konstrukciji složenijeg su tipa od jednodijelnih. Upotrebom dvodijelnih vertikalnih peći način pečenja je pojednostavljen, sigurniji je, povećane su dimenzije peći gradnjom različitih sustava za držanje rešetke. S istom količinom goriva moglo se ispeći veći broj posuda zbog racionalne iskorištenosti topline.

Odvajanjem prostora za sagorijevanje od prostora za pečenje, gradnjom rešetke, te različitih sustava za cirkulaciju zraka peći se "specijaliziraju" za pečenje pojedine vrste keramike. Istodobno egzistiraju i jednodijelne. Ne možemo sa sigurnošću govoriti u kronološkom smislu o nestanku i pojavi jednog ili drugog tipa.

Prema istraživanjima P. Duhamela (Duhamel 1978-1979, 55-64) broj dvodijelnih peći naglo je porastao u srednjoj i kasnoj bronci. Početkom halštata opada da bi se ponovo javile u latenu i sve do srednjeg vijeka standardan su tip lončarskih peći.<sup>7</sup>

Razvojem metalurgije dolazi do promjena u socijalno-ekonomskim odnosima među grupama koje su odigrale bitnu ulogu u tehnološkom razvoju obrta-tehnike. Lokalna se proizvodnja širi, razvija se trgovina, stvaraju se radionički centri koji će doći do izražaja u latensko i rimsko, (Petrović 1984: 45, sl.42, 43, XVII, XVIII; Filip 1956: 318-319, sl.97; Balint 1932: 54-87; Brukner, Dautova-Ruševljanin, Milošević 1987, 27-33; Dautova - Ruševljanin 1986: 90, sl.

Na našem području peći su građene u dva osnovna oblika: kružnom i pravokutnom. (Marić 1951: 121, sl.24-28; Janošić 1977: 69; Smodič 1958-1959, 39; Nađ 1960: 128, sl.4; Tasić 1958.1959, 229, sl.2-3; Jevremov 1978: 61, T.XXXI-XXXII; Petrović 1978, 13, T.I, 1; Vikić-Belančić 1967, 111-112; Pinterović 1978: , 124, sl.1, TLXXIV; Brukner, Dautova-Ruševljan, Milošević 1987, 33, T.XI-1, 2, 4, pl.2; Raunig -Galić 1965, 148-149; Mitova-Dzonova 1959, 78-80; Bilow 1975, 234-238). Kružnog oblika su peći za pečenje keramike i drugih predmeta od gline, te mogu biti većih ili manjih dimenzija, ovisno o namjeni. Pravokutne, ako su bile većih dimenzija služile su za pečenje opeke, raznih građevinskih elemenata, dok su manje korištene kao i okrugle za posude i sitne predmete (npr. svjetiljke). Prema pregledu istraženih peći pravokutne se upotrebljavaju u manjem broju, a kronološki slijede nakon kružne (Vikić-Belančić 1967: 112-113; 1970, 30-33, T.I; II, III).

Materijal iz kojeg su građene u onih najjednostavnijih je glina i opeka, a mogu biti i kombinirano građene od

<sup>7</sup> P. Duhamel je na temelju većeg broja istraženih peći za područje Francuske došao do gore navedenih zaključaka. Mi za naše područje nemamo dovoljan broj obrađenih peći tako da možemo samo pretpostaviti sličnu pojavu ili upotrebu peći.



gline, opeke i kamena. Peći za pečenje opeke obično su građene samo od opeke povezane slojem žbuke ili zemlje. (Jevremov 1978: 63, T.XXXI, 4; Jurkić 1979, 116, sl.2, TLXXIV; Radimsky 1896: 109-112; Šimek 1986: 89, sl.2; Milošević 1986, 115)

Kod nas je mali broj peći objavljen s potpunom dokumentacijom tako da nisu zastupljeni svi tipovi, a možda ih nije ni bilo, jer se kvalitetna keramika uvozila, te se peći nisu usavršavale za proizvodnju određenog tipa keramike. Radile su se imitacije za domaće potrebe, vjerojatno u standardnim pećima. Lončarske radionice, osim većih središta (Vinkovci, Sremska Mitrovica, Osijek, Ptuj) nisu imale dugu tradiciju, kao ni mogućnost razvoja koja je sigurno utjecala na kvalitetu i način proizvodnje keramike.

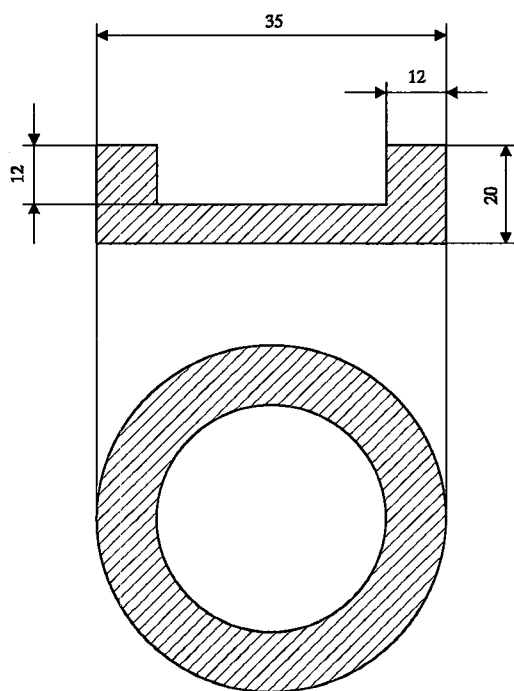
## REKONSTRUKCIJA PEČENJA KERAMIKE U OGNJIŠTU, JEDNODIJELNOJ I DVIJELNOJ PEĆI (POKUSI IZVEDENI U GALGOVU 1989. GODINE)

### Pečenje keramike u ognjištu

#### *Priprema i izbor mjesta*

Za pečenje keramike na otvorenom u ognjištu izabrano je mjesto zaštićeno od vjetrova zbog postizanja više temperature kao i manje potrošnje goriva.

Odstranjivanjem trave i ravnanjem zemlje, izvršene su pripreme za gradnju podnice ognjišta u kojem će se peći keramika.



Slika 25. Nacrtno ognjišta

### *Izgradnja ognjišta*

Glina za gradnju ognjišta iskopana je u neposrednoj blizini uz vodu, tako da je mogla biti lako i brzo pripremljena za upotrebu. Prvo je očišćena od krupnih komada kamena i trave, a zatim dobro promiješana.

Prirodna boja gline na ovom gliništu je žuto-smeđa, uz slabije nijanse crvene boje od željeznog oksida. Iz razgovora s mještanima utvrđeno je da su iz istog gliništa vadili glinu za gradnju krušnih peći.

Na pripremljenom mjestu gradnja podnice promjera 70 cm, započeta je sлагanjem kamenih oblutaka u krug. Za podlogu je upotrijebljen kamen jer duže zadržava toplinu u samom ognjištu, a služi i kao neka vrsta drenaže. Na ovako složenu podlogu nanosila se dobro izmiješana glina debljine 8-12 cm. Zatim se čitava površina izravnala i ugladila. Vanjski je rub pojačan, zadebljan, kako bi se toplina što duže zadržala unutar ognjišta.

Ovako izgrađena podnica sušila se nekoliko dana. Prije samog pečenja keramike u više navrata ložila se lagana vatra u sredini ognjišta. Na taj način površina podnice se zapekla, odnosno čitava se konstrukcija učvrstila.

### *Pečenje*

Osušene glinene posude stavljene su u sredinu ognjišta. Pečenje je započelo laganim loženjem. Prvo se zapalila manja koločina drva pomiješana s osušenom travom kako bi se vatra postupno razgorjela, da ne bi došlo do pucanja glinenih posuda uslijed naglog porasta temperature.

Temperatura pečenja mjerena je pirometrom postavljenim uz unutrašnji rub ognjišta.

Početna je faza pečenja važna jer o njoj ovisi kvaliteta pečenja. Potrebno je lagano isušivanje da bi se izbjeglo pucanje glinenih posuda naglim porastom temperature. Naime u glinenim posudama, sušenim na zraku, ima dovoljno vode koja može izazvati nastanak pukotina na stijenci posude. Lagano isušivanje trajalo je jedan sat (vidi T I i Graf 1), nakon kojeg je temperatura dosegla 350° C. Pri toj temperaturi sva voda u glinenim posudama isušena, tako da je moglo započeti pojačano loženje, dodavanjem veće količine drva. Razgorjevanjem goriva u kratkom vremenskom razmaku dolazi do naglog porasta temperature s 350 na 450° C. Nakon deset minuta, kada se vatra razgorjela, temperatura je porasla daljnjih 150° C. Nakon sat i pol loženja postignuta je maksimalna temperatura od 700° C. Prema ovom pokusu, uz određenu količinu drva, oko 30 kg, nije se mogla postići viša temperatura. Potpunim izgaranjem goriva temperatura između 700 i 650° C održala se relativno kratko, 15 minuta, nakon čega je slijedilo brzo hlađenje.

Tijekom jednog sata temperatura se spustila sa 700° C na 50° C. Time je pečenje u ognjištu završeno. Keramika je ostala još neko vrijeme u ognjištu da se potpuno ohladi.

Za pečenje u ognjištu na otvorenom prostoru može se reći da je to jednostavan način kojim se može ispeći keramika. Keramika je nejednoliko ispečena. Od svijetlo smeđe-narančaste do crne boje, ovisno o mjestu na kojem se nalazila u ognjištu. Oni dijelovi posuda koji su bili izloženi direktnom dodiru plamena svijetlije su boje, od narančaste do crvene, dok su dijelovi koji su bili uz podnicu, te uz rub ognjišta, na mjestima gdje nije bilo dovoljnog pristupa zraka, crne boje.

Pokusom je utvrđeno da sve posude propuštaju vodu. Čitav proces pečenja trajao je tri sata (vidi T. I i Graf. 1). Zagrijavanje (isušivanje) glinenih posuda i ognjišta trajalo je jedan sat, zatim se temperatura naglo povećala u kratkom vremenskom razdoblju, nakon čega je slijedilo brzo hlađenje. Maksimalna temperatura zadržala se dok nije izgorjelo sve gorivo. Izgaranje je bilo naglo i to zbog otvorenog prostora, odnosno neprestanog dodira plamena s kisikom. Iz istog je razloga došlo i do brzog hlađenja keramike i ognjišta.

### Pečenje keramike u jednodijelnoj peći

#### Izgradnja jednodijelne peći

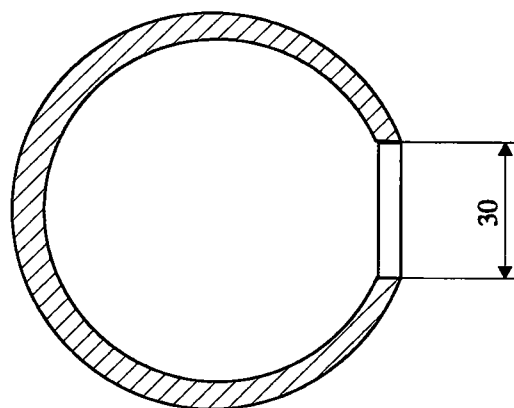
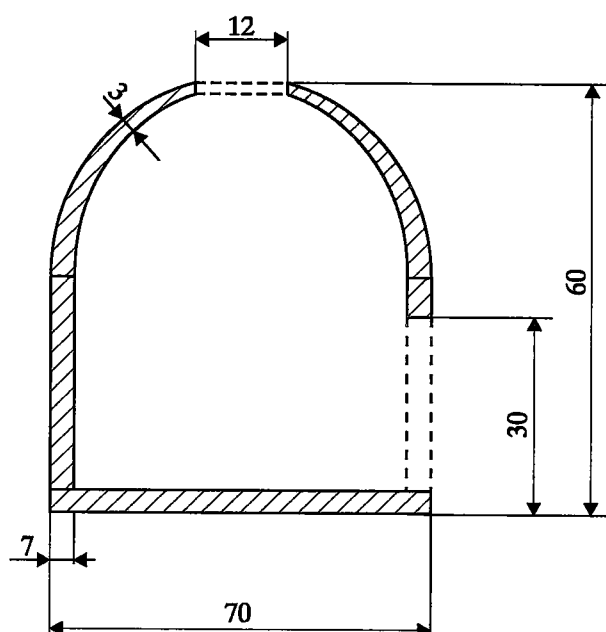
Jednodijelna peć izgrađena je u blizini mjesta koje se koristilo za pečenje keramike u ognjištu, zbog povoljnog položaja kao i jednostavne pripreme za gradnju.

Primijenjen je isti postupak gradnje podnice kao i za ognjište. Na očišćenu površinu složeni su kameni obluci u krug promjera 70 cm, te nanešen sloj gline debljine 10 cm. Rubni dio podnice zadebljan je zbog konstrukcije kupole. Izravnana i izgladana podnica sušila se nekoliko sati. U rub tako pripremljene podnice zabodene su po cijelom obodu, osim na mjestu otvora peći, vrbove šibe u razmaku od desetak centimetara. Oblik kupole postignut je vezanjem vrhova šiba u svežanj te je peć dobila osnovni oblik. Zbog ojačanja konstrukcije među zabodene šibe upleteno je vrbovo pruće, a potom s vanjske i unutrašnje strane oblijepljeno glinom. Radilo se postupno, prvo su se isplele šibe u visini 20 cm, a zatim su oblijepljene glinom. Na vrhu kupole ostavljen je otvor za cirkulaciju zraka promjera 20 cm. Postupnim zidanjem izgrađene su stijenke peći, debljine 3 cm na vrhu, a 7 cm pri dnu. Nakon završetka zidanja premazana je i uglađena cijela vanjska površina peći razrijeđenom glinom.

Zbog nejednolikog sušenja, odnosno velike razlike između dnevne i noćne temperature došlo je do pucanja stijenki peći. Vanjska površina peći morala se ponovo premazati i zagladiti glinom, te pokriti travom da bi se postupno sušila. Nakon tjedan dana jednolikog sušenja moglo je započeti pečenje keramike.

#### Pečenje keramike u jednodijelnoj peći

Izgrađena peć morala se prije prvog pečenja keramike još neko vrijeme isušiti laganim loženjem manje količine drva. Na taj način su se zapekle stijenke peći kao i podnica. Oko jedan sat trajao je period isušivanja peći.



Slika 26. Nacrtna jednodijelne peći

Time je čitava konstrukcija postala čvrsta, a svako sljedeće pečenje smanjilo bi dužinu početnog zagrijavanja, kao i ukupnu količinu potrebnog goriva za pečenje keramike.

Za ovo pokusno pečenje priređeno je 30 kg bukovog drva. Temperatura je mjerena pirometrom postavljenim uz unutrašnji rub peći.

U deset sati (vidi T. I) počelo je pečenje glinenih posuda. U središnji dio peći stavljena je manja količina drva, a glinene posude osušene na zraku složene su uz unutrašnji rub peći i u blizini otvora. Vatra se polako razgorijevala tako da je temperatura postupno rasla. Kada je postigla 300° C glinene posude premještene su u sredinu peći, a drva uz rub i na otvor peći. U vremenu od jednog sata voda iz stijenki posuda se isušila, tako da nije došlo do pucanja posuda naglom promjenom (porastom) temperature. Zapravo sve proizvode od gline možemo proglasiti keramikom nakon pečenja na temperaturi između 300 i 400° C, jer se tada prema izvršenim analizama glina ne može više vratiti u prirodno stanje.

Budući da više nije postojala opasnost od pucanja keramike nadodala se veća količina drva u peć. Temperatura se u razmaku od 30 min povisila daljnjih 300° C. Došlo je do potpunog razgorijevanja i sagorijevanja drva koje je izazvalo naglo povišenje temperature na 600° C. Stavljanjem u peć posljednje količine goriva (ostatak od pripremljene količine goriva od 30 kg), u vremenu od pola sata temperatura se povisila na 850° C. To je ujedno bila maksimalna temperatura (T. I, Graf 1). Da bi se što duže zadržala visoka temperatura zatvoreni su otvori peći u trajanju od 10 minuta. Zbog zatvorenog prostora pečenja hlađenje peći kao i keramike trajalo je nešto duže nego u ognjištu (T.I, Graf 1).

#### Rezultati pečenja keramike u jednodijelnoj peći

Glinene posude za pokusno pečenje bile su izrađene od petrinjske gline, pogodne za modeliranje, masne i bez primjesa. U sirovom stanju ta je glina žuto- smeđe boje.

Sve posude izrađene su rukom, tehnikom spirarnih valjušaka. Prije samog pečenja najprije su se sušile nekoliko dana na zraku, a onda u peći laganim zagrijavanjem, loženjem manje količine drva.

Keramika je pečena oksidacijski gotovo čitavo vrijeme. Zatvoranjem otvora na kupoli i otvora peći na 10 minuta, pečena je pod redukcijskim uvjetima.

Keramika je u tim uvjetima potamnila, međutim, ponovnim otvaranjem otvora i nadodavanjem goriva, zbog pada temperature keramika je ponovno poprimala svijetlu boju oksidacijskog pečenja.

Boja pečene keramike varira od oker žute do tamnih smeđe-sivih tonova. Za svu keramiku pečenu u jednodijelnoj peći, prema opisanom pokusu, moguće je reći da je nejednoliko ispečena. Dijelovi posuda koji su bili izloženi direktnoj vatri svjetlije su boje (oker), dok su dijelovi izloženi povremenom dodiru plamena i dima tamno- smeđe do crne boje.

Keramika poprima tamnu, sivu ili crnu boju, redukcijskim pečenjem koje u ovom slučaju nije ostavilo vidljivog traga na samoj površini, kao ni u presjeku, jer je redukcija kratko trajala. Zapravo nije došlo do unutrašnje promjene u strukturi gline. Ponovnim otvaranjem peći keramika je kratko zadržala (nekoliko minuta) tamnu boju, a zatim je poprimala prijašnji izgled oker-smeđe boje.

Zbog visoke temperature od 850° C u trajanju od pola sata keramika je dobro pečena, a izglađena površina je sjajna. Keramika ispečena u jednodijelnoj peći odgovarala bi kvalitetom kriterijima današnjih lončara, npr. lončar Nikola Pešić iz Vinkovaca kaže da kvalitetno ispečena keramika mora imati zvonki zvuk. Propusna je pa tekućina nakon nekog vremena iscure kroz stijenke posude.

Samo pečenje keramike trajalo je duže nego pečenje u ognjištu. Postignuta je viša temperatura s istom količinom goriva, te je na taj način poboljšana kvaliteta pečenja (T. I, Graf 1).

#### Pečenje keramike u dvodijelnoj peći

##### Izgradnja dvodijelne peći

Nakon stečenog određenog iskustva gradnjom ognjišta i jednodijelne peći započelo se s izgradnjom dvodijelne peći. Izabrano je povoljno mjesto uz jednodijelnu peć.

Glina za gradnju peći vadila se iz gliništa koje se nalazilo u neposrednoj blizini.

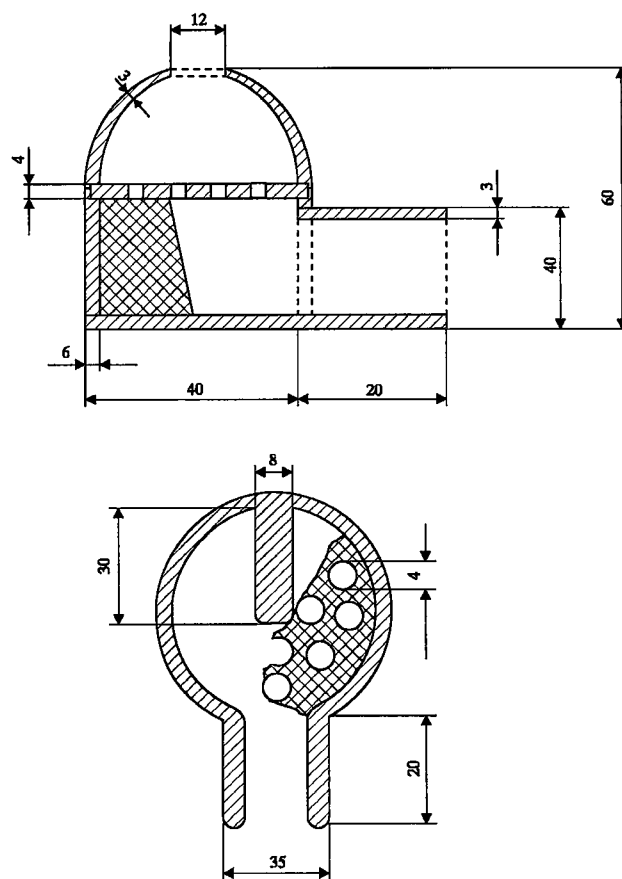
Nakon izvršenih pokusnih pečenja u ognjištu i jednodijelnoj peći pokazalo se da je način gradnje podnice dobar te je korišten isti postupak i za gradnju podnice dvodijelne peći.

Na izravnanu i očišćenu zemlju složeni su kameni obluci u krug promjera 60 cm, što ujedno odgovara veličini peći, na koji se nanosila izmiješana glina debljine 15 cm. Podnica je nešto deblja jer mora držati težu i višu konstrukciju rešetke i kupole.

Središnji dio, prezid, u dužini 30 cm, kao i rub podnice su zadebljani, tako da je u početnoj fazi njena debljina bila 17 cm.

Prednji dio ostavljen je u razini podnice na 15 cm, jer je tu trebalo načiniti nadsvođeni kanal.

Podnica se neko vrijeme sušila kako bi se mogle ubosti šibe za gradnju donjeg dijela peći-prostora za sagorijevanje, koji će rešetka dijeliti od gornjeg prostora za pečenje.



Slika 27. Nacrtna dvodijelne peći

Osnovni oblik peći napravljen je od vrbovih šiba. Prvo su šibe u razmaku od 10 cm zabodene u rub podnice. Ostavljen je prazan prostor za otvor, odnosno konstrukciju nadsvođenog kanala. Zatim su šibe povezane na vrhu u svežanj.

Isti postupak primijenjen je za gradnju nadsvođenog kanala kao i središnjeg prezida. Nadsvođeni kanal izgrađen je stavljanjem šiba u polukrug na glinenu podlogu, koja je zapravo produžetak podnice.

Donji dio peći građen je postupno, prvo do visine rešetke.

U međuvremenu kada su se šibe u podnici učvrstile (zadržale oblik) odrezan je gornji dio (svežanj) u visini peći, kako bi se lakše mogle zidati stijenke.

U osnovni kostur upleteno je tanje šiblje tako da se dobila mreža koja se oblijeplila glinom s vanjske i unutrašnje strane.

Na taj način sazidane su stijenke peći debljine 7 cm. Stijenke donjeg dijela nešto su deblje jer moraju držati konstrukciju gornjeg dijela peći. Stanjuju se prema otvoru (vrhu kupole) na debljinu od 3 cm, u središnjem dijelu u visini rešetke stijenke su zadebljane na mjestu u koje će se uglati rešetka.

Središnji prezid u vatrištu izgrađen je prepletanjem šiba visine 25 cm. Oblijepljene su glinom, te ostavljene neko vrijeme da se suše jer na njega se stavlja rešetka.

Rešetka je napravljena pletenjem šiba u mrežu, koja se položila na prezid i pojačanja stijenki peći. Mreža je oblijepljena glinom, površina dobro ugađena, te napravljeni otvori promjera 4 cm, koji će služiti za cirkulaciju zraka.

Debljina rešetke u središnjem dijelu iznosila je 4 cm dok je rubni dio s donje strane nešto deblji.

Izgradnjom rešetke te oblijepljivanjem glinom nadsvođenog kanala završena je gradnja donjeg dijela peći.

Ovako izgrađena konstrukcija ostavljena je neko vrijeme da se suši kako bi mogla podnijeti nova opterećenja gornje konstrukcije peći.

Gornji dio peći - kupol izgrađena je na isti način kao i kupola jednodijelne peći: isprepletanjem šiba napravio se kostur kupole koji se postupno premazao glinom s vanjske i unutrašnje strane, do vrha peći. Ostavljen je otvor promjera 12 cm za cirkulaciju zraka i stavljanje keramike na rešetku. Današnji lončari ostavljaju otvor sa strana peći jer je veću količinu keramike lakše stavljati u peć. Nije ostavljen otvor sa strane jer je peć manjih dimenzija pa se keramika mogla jednostavno stavljati kroz otvor za cirkulaciju zraka

Nakon sedmodnevnog sušenja moglo se početi s prvim loženjem i pečenjem keramike u dvodijelnoj peći.

#### *Pečenje keramike u dvodijelnoj peći*

Peć se mogla koristiti tek nakon prirodnog sušenja gline, te laganog loženja, odnosno postupnog zagrijavanja čitave peći.

Peć se sušila loženjem manje količine drva u vatrištu. Na taj način postupno su se zapogle stijenke peći kao i rešetka.

Za pečenje se pripremilo bukova oko drva 40 kg, nešto više nego za pečenje u jednodijelnoj peći i ognjištu zbog složenije konstrukcije te isušivanja čitave peći.

Temperatura pečenja mjerila se pirometrom koji je stavljen u središte peći na rešetku.

Posude su se stavljale u peć kroz otvor na kupoli, po čitavoj rešetki.

S pečenjem glinenih posuda počelo se u 16 sati (T. I, Graf 1), stavljanjem manje količine drva u vatrište. Drva su polagano gorjela tako da je temperatura postepeno rasla. Nakon jednog sata dosegla je samo 200° C. Ovako lagan rast temperature pogodan je za početnu fazu pečenja jer je u glinenim posudama sušenim na zraku, prirodnim putem, u stijenkama ostalo dovoljno vode koja bi mogla izazvati pucanje naglim porastom temperature.

Nakon jednog sata laganog loženja u vatrište se stavila veća količina drva. Temperatura je i dalje postupno rasla.

Bilo je potrebno dva sata loženja da se dostigne minimum za pečenje keramike od 400° C. Ponovno se nadodalo gorivo. Potrebno je duže početno zagrijavanje i izgaranje veće količine goriva za brži rast temperature. U razmaku od jednog sata temperatura je od 400° C porasla na 820° C, što je bila i maksimalna temperatura.

Budući da je potrošena sva količina drva ostavljeno je da sve gorivo potpuno izgori, time je završeno pečenje keramike.

Temperatura između 800 i 700° C zadržala se oko jedan sat. Zatim je slijedilo postupno hlađenje u trajanju od 3 sata. Visoka temperatura zbog zatvorenog prostora, polaganog loženja i dugog izgaranja zadržala se prema mjerenim vrijednostima u odnosu na ognjište i jednodijelnu peć najduže, oko jedan sat. Stoga je i sam proces hlađenja duže trajao, što se odrazilo i na kvalitetu pečene keramike. (T.I. Graf 1)

#### *Rezultati pečenja keramike u dvodijelnoj peći*

Keramika u dvodijelnoj peći pečena je pod oksidacijskim uvjetima. Sam proces pečenja tekao je postupno s dugim početnim zagrijavanjem i niskom temperaturom (200° C), tako da nije došlo do pucanja niti jedne posude, a ni stijenke peći u kojoj se prvi put pekla keramika. Rezultati mjerenja temperature pokazali su da za kvalitetno pečenje mora postojati period dugog sušenja, postupnog povećavanja temperature, duži period pečenja na višoj temperaturi od 700° C, zatim lagano hlađenje (T. I, Graf 1).

Sva keramika jednoliko je ispečena, bez mrlja, narančasto-smeđe je boje. U odnosu na keramiku pečenu u jednodijelnoj peći i ognjištu nešto je svijetlije boje. Boje se mogu uspoređivati jer su posude napravljene od gline s istog gliništa.

Posude su porozne, ali su zvonkog zvuka, oznaka koju današnji lončari upotrebljavaju za kvalitetno ispečenu keramiku.

Dijelovi posuda koji su polirani imaju visoki sjaj.

Mrlje mogu nastati i na keramici pečenoj u dvodijelnoj peći ako u glini ima primjesa željeznog oksida koji ostavlja trag kad temperatura dostigne oko 900<sup>o</sup> C.

### Analiza rezultata pečenja

Na temelju pokusnog pečenja u ognjištu, jednodijelnoj i dvodijelnoj peći pretpostavljenom tehnikom gradnje peći moguće je zaključiti da se keramiku može ispeći na sva tri načina.

Razlike postoje u dužini i kvaliteti pečenja, izgledu nakon pečenja, maksimalno postignutoj temperaturi, te količini potrebnog goriva.(T: I, graf)

OGNJIŠTE		JEDNODIJELNA PEĆ		DVIODIJELNA PEĆ	
vrijeme h	temperatura C	vrijeme h	temperatura C	vrijeme h	temperatura C
10,00		10,00		16,00	
10,45		11,00	300	17,05	200
11,05	350	11,10	350	17,30	210
11,10	450	11,15	400	17,50	300
11,15	550	11,20	500	18,30	350
11,20	600	11,25	550	18,40	400
11,25	*** 700 ***	11,30	600	18,50	500
11,30	650	11,40	650	19,00	600
11,40	*** 700 ***	11,55	750	19,05	650
11,55	650	12,00	800	19,15	750
12,00	600	12,05	*** 850 ***	19,30	800
12,05	500	12,30	*** 850 ***	19,35	*** 820 ***
12,15	400	12,40	800	19,50	800
12,30	300	13,00	750	20,00	800
13,00		14,00		20,30	700
		15,00		20,50	600
				23,00	

Legenda: \*\*\* maksimalna temperatura

Tabela : Temperatura pri pokusnim pečenjima

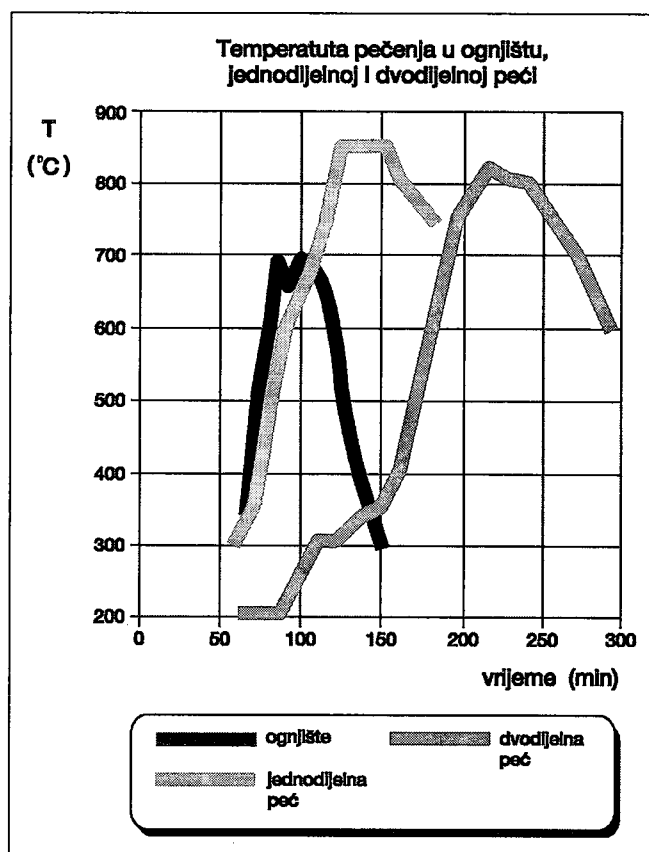
Uvjeti pečenja bili su približno identični. U sva tri slučaja korištena je ista tehnika gradnje, sušenja i loženja, kao i materijal.

Temperatura pečenja mjerila se pirometrom, postavljenim na mjesta koja nisu izložena direktnom plamenu. Bilježila se promjena temperature i vrijeme pečenja (T. II, Graf 1).

Dobivene vrijednosti upućuju na to da postoji razlika u dužini pečenja keramike, odnosno da dužina pečenja ovisi o vrsti peći.

Proces pečenja najkraće je trajao u ognjištu, 3 sata, zatim u jednodijelnoj peći 4 sata, a u dvodijelnoj je bilo potrebno čak 7 sati. Razlike postoje i unutar ciklusa pečenja u dužini isušivanja, rastu temperature, maksimalnoj temperaturi, kao i dužini hlađenja.

Početna faza pečenja do 350<sup>o</sup> C, što je ujedno i najniža temperatura pečenja bila je najkraća u ognjištu, sat i pet minuta, u jednodijelnoj peći neznatno duže, sat i deset minuta, dok je u dvodijelnoj, zbog zagrijavanja čitave konstrukcije peći, bilo potrebno dva i pol sata. U



Graf 1

istom vremenu skoro je završen čitav proces pečenja u ognjištu. Temperatura u ognjištu naglo se penje do maksimalne, 700° C iza koje slijedi brzo hlađenje.

U jednodijelnoj peći početno je zagrijavanje nešto sporije kao i vrijeme za postizanje maksimalne temperature od 850° C. Visoka temperatura održala se skoro pola sata zbog zatvorenog prostora pečenja, a i samo hlađenje u odnosu na ognjište duže je trajalo.

U dvodijelnoj peći čitav ciklus pečenja trajao je znatno duže, gotovo koliko je ukupno vrijeme pečenja u ognjištu i jednodijelnoj peći. Pečenje je bilo postupno s dugim periodom zagrijavanja peći i keramike, laganim rastom temperature do maksimalne od 820° C, te zadržavanje temperature između 700 i 800° C u trajanju od jednog sata iza kojeg je slijedilo postupno hlađenje.

Ovako dug i jednoličan proces pečenja odrazio se i u kvaliteti ispečene keramike, u odnosu na pečenje u ognjištu i jednodijelnoj peći.

Vidljivo je da je pečenje sigurnije u građenoj konstrukciji peći nego u ognjištu. Iako su se primjenjivali isti postupci za svaku fazu pečenja u sva tri slučaja, veća pažnja posvećena je razmještaju i temperaturi kod pečenja u ognjištu.

Sva keramika bez obzira gdje je pečena, propusna je, a nejednoliko je ispečena u ognjištu i jednodijelnoj peći. Najkvalitetnije je ispečena, prema ovim pokusnim pečenjima, u dvodijelnoj peći. Jednolike je, nešto svjetlije boje od keramike pečene u ognjištu i jednodijelnoj peći.

Za pokusna pečenja korišteni su rezultati dosadašnjih istraživanja, te način izrade i pečenja keramike današnjih lončara. Ova pokusna pečenja početak su utvrđivanja tehnike rada i načina pečenja, a samo veći broj pokusa potvrdit će ili odbaciti dobivene rezultate.

## POPIS KRATICA

A.P.A.	- Acta Praehistorica et Archaeologica, Berlin	Fasti Arch.	- Fasti Archaeologici, Roma
AFLF	- Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia Università degli Studi di Perugia, Perugia	Folia Arch.	- Folia Archaeologica, Budapest
AION Arch St Ant	- Annali di Sezione di Archeologia e storia antica, Istituto Universitario Orientale Napoli, Archeologia e storia antica, Napoli	GEMB	- Glasnik Etnološkog muzeja u Beogradu, Beograd
AI	- Archaeologia Iugoslavica, Beograd	GZM	- Glasnik Zemaljskog muzeja, Sarajevo
AJA	- American Journal of Archaeology, New York	JAS	- Journal of Archaeological Science, London
AP	- Arheološki pregled, Beograd	JFA	- Journal of Field Archaeology, Boston
AR	- Archeologické rozhledy, Praha	JPME	- A Janus Pannonius Múzeum Evkönyne, Pecs
AV	- Arheološki vestnik, Ljubljana	JZ	- Jadranski zbornik, Pula
Bull. of Inst.	- Bulletin of the Institute of Archaeology of the University of London, London	MAL	- Monumenti Antichi Lincei, Roma
Comm.Arche.	- Communicationes Archeologicae Hungariae, Budapest	OZ	- Osječki zbornik, Osijek
		PA	- Památky Archeologické, Praha
		Revue Arch.	- Revue Archéologique, Paris
		RVM	- Rad vojvođanskih muzeja, Novi Sad
		SA	- Slovenska archeologia, Bratislava

SCIV(A)	- Studii și cercetări de istorie veche și arheologie, Bucuresti	SPFFBU	- Sbornik praci filosofické fakulty brněnské university, Brno
SNMVP	- Sbornik Narodnaho muzea v Praze, Praha	VAMZ	- Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu, Zagreb
Sovet.Arch.	- Sovetskaja arheologija, Moskva	VHAD	- Vjesnik Hrvatskog arheološkog društva, Zagreb

## POPIS LITERATURE

- Arslan 1965 E.Arslan, Osservazioni sull'impiego e la diffusione della volte sottili in tubi fittili, Boll. d'Arte, 1965, 45-52
- Bajalović - Hadži-Pešić 1981 M.Bajalović - Hadži-Pešić, *Keramika u srednjovekovnoj Srbiji*, Monografije 8, Beograd 1981
- Balfet 1980 H.Balfet, A propos du métier de l'argile: exemple de dialogue entre ethnologie et archéologie, Actes du Colloque International No. 580 - C.N.R.S. Paris, 1980, 71-83
- Bareš-Lička-Rüžičkova 1981 M.Bareš - M.Lička - M.Rüžičkova, K tehnologiji neolitické keramiky I, SNMVP, XXXV 3-4, 1981, 137-227
- Bareš-Lička-Rüžičkova 1982 M.Bareš - M.Lička - M. Rüžičkova, K tehnologiji neolitické keramiky II, SNMVP, XXXVI 3-4, 1982, 121-240
- Barkóczy 1956 L.Barkóczy, Czászárkori kelta edényéget telep Bicsérdén, Folia Arch. VIII, 1956, 63-80, TXVII
- Barrelet 1980 M.T.Barrelet, A propos du métier de l'argile: exemple de dialogue entre archéologie et ethnologie, Actes du Colloque International No. 580 - C.N.R.S. Paris, 1980, 55-58
- Beaudry-Kenoyer-Wright 1987 P.M.Beaudry - J. M.Kenoyer - R.P.Wright, Traditional Potters of India, Expedition 3, 1987, 55-63
- Benoit 1950 F.Benoit, Tourves Muscapéu, Gallia VIII, 1950, 128
- Benoit 1956 F.Benoit, Tourves Muscapéu, Gallia XIV, 1956, 225-227, sl.14
- Bichir 1989 G.Bichir, Cuptoare de ars ceramică și tigle la Stolniceni-Buridava, SCIV(A) 40-1, 1989, 45-56
- Billow 1975 G.Billow, *Technologie der Keramikherstellung, Di Römer an Rhein und Donau*, Berlin 1975
- Bimson 1978-1979 M.A.Bimson, Note on the Use of Colour Change on Refiring as an Indication of the Original Firing Temperature of Terra Sigillata, A.P.A 9/10, 1978-1979, 5
- Bjørn 1978-1979 A.Bjørn, Rekonstruktion einfacher Töpferöfen und Brennversuche, A.P.A 9/10, 1978-1979, 7-11
- Bojčić - Bulat 1985 Z.Bojčić - M.Bulat, Mursa-Donji grad, rimska kolonija, A P 24, 1985, 89, T. XLIV, sl. 1, 2
- Borisova 1958 V.Borisova, Goncharnie masterskie Chersonesa, Sovet.Arch 4, 1958, 151, sl.9
- Bruin-Korthoven-Steen-Houtman-Duin 1976 Bruin - M.Korthoven - P. J. M. Steen - Houtman A. J. V. D. - Duin J. P. W., The use at trace element concentrations in the identification of objects, Archaeometry 18, 1976
- Brukner-Jovanović-Tasić 1974, B.Brukner - B.Jovanović - N.Tasić, *Praistorija Vojvodine*, Novi Sad 1974
- Brukner B- Petrović 1977 B.Brukner - J.Petrović, Gomolava, Hrtkovci - višeslojno nalazište, AP 19, 1977, 26, T. XII, 6
- Brukner 1967 B.Brukner, Gomolava-Hrtkovci - praistorijsko višeslojno naselja, AP 45, 1967, T. XVIII, 3
- Brukner O-Dautova-Ruševljan V-Milošević 1987 O.Brukner - V.Dautova-Ruševljan - P.Milošević, *Počeci romanizacije u jugoistočnom delu provincije Panonije*, Novi Sad 1987
- Bryant 1978-1979 Bryant G. F., Romano-British experimental kiln firings at Barton-on-Humber, England, 1968-1975, A.P.A 9/10, 1978-979, 13-22
- Burford 1972 A.Burford, *Craftsmen in Greek and Roman society*, London 1972
- Buschendorf-Otto 1960 G.Buschendorf-Otto, *Es geschah vor Jahrtausenden...*, Berlin 1960
- Caruso 1979 N.Caruso, *Ceramica viva*, Manuale pratico delle tecniche di lavorazione antiche e moderne, dell' Oriente e dell' Occidente, Milano, 1979, 264
- Caton : Caton, *De re rustica*, cap. XXXVIII, 1
- Childe 1958 G.Childe, *The Dawn of European Civilization*, New York 1958
- Coles 1973 J. Coles, *Archeologia sperimentale*, Milano 1973
- Comsa 1976 E.Comsa, Caracteristicile și însemnătatea cuptoarelor de ars oale din aria culturii Cucuteni-Ariuşd, SCIV (A), 27-1, 1976, 23-33, sl.1.3
- Cornwall 1958 Cornwall I. W., *Soils for the Archeologist*, London 1958
- Crisan 1967 J.H.Crisan, Apulum VI, 1967, 111-118, sl.1-3,
- Coupry 1959 J.Coupry, Semens, Château de Gravelines, 1959, Gallia XVII, 382, sl.9
- Cumberpatch-Pawlikowski 1988 Cumberpatch C. G. - M.Pawlikowski, Preliminary results of mineralogical analysis of Late La Tené painted pottery from Czechoslovakia, AR XL 2, 1988, 184-193, 237-240, pl. I-IV
- Cuomo 1978-1979 N.Cuomo di Caprio, Updraught pottery kilns and tile kilns in Italy in pre-Roman and Roman times, A P.A 9/10, 1978-1979, 23-31
- Cuomo 1971-1972 N.Cuomo di Caprio, Proposta di classificazione delle fornaci per ceramica e laterizi nell' area italiana dalla preistoria a tutta l'epoca romana, Sibirium 11, 1971-1972, 371-464



- Dautova-Ruševljan 1980 V.Dautova-Ruševljan, Vranja, Hrtkovci, AP 21, 1980, 111
- Dautova-Ruševljan 1987 V.Dautova-Ruševljan, Hrtkovci, Gomolava, keramička peć sa lokaliteta Vranj, AP 1986, 90, sl. 1
- Deriu A- Buchner G- Ridgway 1986 A.Deriu - G.Buchner - D.Ridgway, Provenance and firing techniques of geometric pottery from Pithekoussai: a Mössbauer investigation, *Annali VIII A.I.O.N. ArchStAnt*1986, 99-117
- Dimitrijević 1967 D.Dimitrijević, Progar, SO Zemun, lokalitet "Progarski vinogradi", AP 9, 1967, 94-97
- Dimitrijević 1968 D.Dimitrijević, Progar, Zemun, lokalitet "Progarski vinogradi", AP 10, 1968, 143, T. XLVIII
- Dimitrijević 1969 D.Dimitrijević, Istraživanje rimskog Limesa u istočnom Sremu s posebnim osvrtom na pitanje komunikacija, *OZ XII*, 1969, 81-121, sl.21, 22b
- Dimitrijević 1978 S.Dimitrijević, Neolit u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, *Arheološka istraživanja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj*, Izdanja HAD-a; svezak 2, 1978, 82-84
- Dimitrijević 1979 S.Dimitrijević na, *Arheološka topografija i izbor arheoloških nalaza s Vinkovačkog tla, Corolla Memoriae Iosepho Brunšmid Dicata*, Izdanja HAD-a; svezak 4, 1979, 133-200
- Dossier de l'Archéologie Dijon 1974, sl. 1-6
- Drews 1978-1979 G.Drews, Entwicklung der Keramik-Brennöfen, *A.P.A 9/10*, 1978-1979, 33-49
- Duhamel 1978-1979 P.Duhamel, Morphologie et évolution des fours céramiques en Europe Occidentale - protohistoire, monde celtique et Gaule romaine, *A.P.A 9/10*, 1978-1979, 49-76
- Dular 1982 J.Dular, *Halštatska keramika v Sloveniji*, Ljubljana 1982
- Dzonova 1966 D. Dzonova, Four à céramique et à briques de Novae, *Arheologia* 8, 1966, 41, sl.3
- Fabre 1935 C.Fabre, Les industries céramiques de Lezoux, *Revue Arch.* V, 1935, 103-106, sl.8
- Farnsworth 1970 M. Farnsworth, Corinthian pottery: technical studies, *AJA* 74, 1970,
- Fournier 1959 P.F. Fournier, Saint-Exupéry/Chassaque, Four de briqueterie, *Gallia XVIII*, 1959, 369
- Franciscis De 1957 A.Franciscis De, Scavi e scoperte, *Fasti Arch.* X, 1926
- Franken 1978-1979 H.J. Franken, The Analysis of Ancient Methods of Potmaking, *A.P.A 9/10*, 1978-1979, 77-78
- Fraser 1969 Fraser H., Kilns and Kiln Firing for the Craft Potter, London 1969
- Frédéric 1967 L. Frédéric, *Manuale pratico di archeologia*, Milano 1967
- Georgiev 1966 G. I.Georgiev, Fouilles du tell de Dipsis près du vill. Ezéro en 1964 et 1965, *Arheologia* 3, 1966, 10-16
- Georgiev 1974 G.I.Georgiev, Stratigrafija i periodizacija na neolita i halkolita v dneshnite bulgarskie zemli, *Arheologia XVI-4*, 1974, 1-18
- Gesell-Day-Coulson 1988 Gesell G. C. - Day L. P. - Coulson W. D. E., Excavations at Kavousi, Crete, *Hesperia* 4, 1988, 279-301
- Gosden 1987 C.Gosden, The production and exchange of La Téné a wheel turned pottery in Bohemia, *AR XXXIX* 3, 1987, 290-316
- Greene 1981 J.P.Greene, Experimental Archaeology in England, *Archaeology* 6, 1981, 24-31, London
- Han Van Khan 1979 Han Van Khan, Technologie de la céramique du Chalcolithique de la Bulgarie du Nord-Est: matières premières et façonnage, *Arheologia* 4, 1979, 11-22
- Hartley 1961 B.R. Hartley, The firing of kilns of Romano-British type: archaeological notes, *Archaeometry* 4, 1961, 1-3
- Heimann 1978-1979 R.B.Heimann, Mineralogische Vorgänge beim Brennen von Keramik und Achäothermometrie, *A.P.A 10*, 1978-1979, 79-102
- Hodges 1962 H.W.M. Hodges, Thin Sections of Prehistoric Pottery: An Empirical Study, *Bull. of Inst.* 3, 1962, 58-69
- Hoffiller 1915-1919 V.Hoffiller, Spomenici rimskog lončarskog obrta u Vinkovcima, *Vjesnik HAD N.S. XIV*, 1915-1919, 189, sl.103, 104
- Hofmann 1982 A.Hofmann, *Ton: finden - formen - brennen*, Köln, 1982, 108, sl.9-15, 110-118, sl.9, 10,
- Janošić 1977 I.I.Janošić, Cibalae - Vinkovci, zaštitno iskopavanje 1976-1977, AP 19, 1977, 69, T. XLI, sl. 1
- Janšák 1953 Š.Janšák, Nález hrnčarskej pece z pozdného laténu v Bratislave, *AR V*, 1953, 605-609
- Janšák 1955 Š.Janšák, Hrnčarska dielna z neskorého laténu v Bratislave, *SA III*, 1955, 195-222
- Jevremov 1978 B.Jevremov, Ptuj-antički Poetovij, AP 20, 1978, 59, T. XXXI, 1
- Jovanović 1988 B.Jovanović, M.Jovanović, *Naselje mladeg gvozdenog doba, Novi Sad - Beograd*, 1988, 70, sl. 23-25
- Gomolava, B.Jovanović, Gomolava, Iskopavanje 1965-1966, *RVM 14*, 1965-1966, 124
- Jurkić 1979 V.Jurkić, Nalaz i konzervacija rimske opekarske peći u Červaru kraj Poreča, *JZ XI*, 1979, 116
- Jurkić 1980 V.Jurkić, Červar, Poreč, AP 21, 1980, 116, T. LXXIV, 2, TLXXV, 3
- Kalmeta 1954 A.Kalmeta, O seljačkom lončarstvu u zapadnoj i srednjoj Bosni, *GZMS- Istorija i Etnografija IX*, 1954, 127-168
- Katona Györ 1984 Z.Katona Györ, Római kori edényégető kemencék Pésc belvárosában, *JPME XXVIII*, 1984, 61-82
- Klima 1952 B.Klima, Druhý sídelní objekt a paleolitická keramická pec v D. Vestonicích, *AR IV*, 1952, 193-197
- Kobylyna 1966 M.M. Kobylyna, Keramicheskoe proizvodstvo Fanagorii v IV veku, *Sovet. Arch.* 3, 1966, 172-187
- Korda 1960 J.Korda, *Tragom prošlosti Vinkovaca*, Vinkovci, 1960, 47-59
- Kovarnik 1987 J.Kovarnik, Metodologické zvláštnosti experimentu v archeologii, *SPFFBU E32*, 109-119
- Kovarnik 1982 J.Kovarnik J., K výrobní technologii neolitické keramiky, *SPFFBU E27*, 1982, 103-116
- Kuzsinszky 1932 B.Kuzsinsky, A gázgyári romai fazekastelep Aquincumban, *Budapest Régiségei XI*, 1932
- Le Brun 1980 A.Le Brun, Les "écuelles grossières": état de la question, *Actes du Colloque International No. 580 - C.N.R.S. Paris*, 1980, 59-70

- Libšer I- Vilert 1981 I.Libšer-F.Vilert, *Tehnologija keramike*, Beograd 1981  
 Litzow 1984 K.Litzow, *Keramische Technik*, Munchen, 1984, 8-9,  
 London 1981 G.London, *Dung-tempered Clay*, JFA 2, 1981, 189-195  
 Ludikovskiy 1960 K.Ludikovskiy, *K tehnologii nakruhu vyršbené pravéke keramiki*, AR 12, 1960, 66-79  
 Makkay 1978 J.Makkay, *Excavations at Bicske; I. The Early Neolithic - The Earliest Linear Band Ceramic*, Alba Regia XVI, 1978, 12-17  
 Malina 1980 J.Malina, *Metody experimentu v archeologii*, Praha, 1980  
 Manojlović 1968 M.Manojlović, *Beška, Brest-antička nekropola*, AP 10, 1968, 147, T. LI, 3  
 Marić 1951 R.Marić, *Iskopavanje na Orašju*, Starinar II, 1951, 121-122  
 Masseria 1982-1983 C.Masseria, *La fornace romana di Valfabbrica*, *Annali della Facoltà di Lettere e Filosofia Università degli Studi di Perugia* vol. XX; nuova serie VI - Studi classici, 1982-1983, 361-375  
 Fr.Matson, *Ceramics and man*, London 1966  
 Matson 1966 P.Matson, *The firing of a pottery kiln of Romano-British type at Boston*, *Archaeometry* 4, 1961, 4-18  
 Mayers 1961 P.Mayers, *The firing of a pottery kiln of Romano-British type at Boston*, *Archaeometry* 4, 1961, 4-18  
 Miljačenkova 1984 S.A. Miljačenkova, *Bieloruskoje narodnoje goncharstvo*, Minsk 1984  
 Milošević 1961 P.Milošević, *Sirmium, Sremska Mitrovica - naselja*, AP 3, 1961, 85  
 Milošević 1986 Sremska Mitrovica, *Sirmium-istočna nekropola*, AP 25, 1986, 116, sl. 2, 3  
 Mingazzini 1954 P.Mingazzini, *Velia, Atti e Memorie Soc. Magna Grecia*, 1954, 25-32  
 Mitova-Dzonova 1959 D.Mitova-Dzonova, *Pesch za keramični proizvodnja ot Novo Selo Vidinsko*, *Arheologia* I/1-2, 1959, 79-80  
 Muller-Karpe 1988 A.Muller-Karpe, *Hethitische Töpferei der Oberstadt von Hattuša*, 7-11, pl.3, *Marburger Studien zur Vor-und Frühgeschichte* 10, 1988, Marburg/Lahn  
 Muxeteanu 1985 C.Muxeteanu, *Ateliers céramiques de Durostorum, Dacia* 1-2, 1985, 147-151  
 Nađ 1960 Š.Nađ, *Zaštitno iskopavanje na Gomolavi kod Hrtkovaca*, RVM 9, 1960, 112-129  
 Pastor 1961 J.Pastor, *Sidliskový výskum v Blažiciach*, *Študijné Zvesti Ausav* 6, 1961, 83-105  
 Pavelčík 1983 J.Pavelčík, *Eneolitické hrnčárska pec z hlinska u Lipniku nad Bečvou*, AR XXXV, 1983, 361-371, sl.3  
 Peacock 1970 D.S.Peacock, *The scientific analysis of ancient ceramics: a rew.*, *World Archaeology* 1  
 Perišić 1981 S.Perišić, *Kombinat "Sport", Karaburma, Beograd-latenska pec*, AP 22, 1981, 57, T.XLV, sl.1, 3, 4  
 Peškar 1988 I.Peškar, *Hrnčárske pece z doby rimské na Morave*, PA LXXIX, 1988, 106-169  
 Petre 1968 G.I.Petre, *Cuptor de olar cu vase dacice și romane la Buridava*, SCIV (A), 1968, 19-1, sl.6, 147-158  
 Petrović 1978 J.Petrović, *Golokut, Vizić, Fruška Gora - praiistorijsko neolitsko naselje*, AP 20, 1978, 13, T. I, 1  
 Petrović 1978 J.Petrović, *Gomolava, Hrtkovci - višeslojno nalazište*, AP 20, 1978, 33, T. XIV, 5  
 Petrović 1980 J.Petrović, *Gomolava, Hrtkovci - višeslojno nalazište*, AP 21, 1980, 21, T. X, 1  
 Petrović 1982 J.Petrović, *Gomolava, Hrtkovci - višeslojno nalazište*, AP 23, 1982, 18, T. II, 2  
 Petrović 1984 J.Petrović, *Gomolava, arheološko nalazište*, Novi Sad 1984  
 Petrović 1987 J.Petrović, *Zemunica u naselju starčevačke kulture na Golokutu*, RVM 30, 1987, 13-28, sl.10,  
 Petru 1977 P.Petru, *Die römerzeitliche keramische Produktion in Jugoslawien*, AV XXVII, 1977, 224-232, sl. 1  
 Pinterović 1978 D.Pinterović, *Mursa i njeno područje u antičko doba*, Osijek 1978  
 Pleiner 1952 R.Pleiner, *Problém druhotného zpracování vytaveného železa v pravěku*, AR IV, 1952, 511-519  
 Podborsky 1971 V.Podborsky, *Hlinena pec na sídlišti s linární keramikou v Tešetichch*, SPFFBU E16, 1971, 59-66, T10, sl.3  
 Porto 1989 Lo Porto F. G., *L'insediamento Neolitico di Serra d'Alto nel Materano*, *Monumenti Antichi a cura dell'Accademia Nazionale dei Lincei-Serie Monografica* vol. 3, 1989, 48, sl.8, 1  
 Princ- Skružny 1977 M.Princ-L. Skružny, *Laténske hrnčárska pec v Brčekolech*, PA LXVIII, 1977, 164-192  
 Protase D- Danila 1964 D.Protase - S.Danila, *Un cuptor roman de ars cărămizi la Orheiul Bistritei*, *Apulum* V, 1964, 557-561  
 Radimsky 1896 V.Radimsky, *Ostaci rimske ciglane i ciglarske peći u Sarajevu*, GZMS VIII, 1896, 109-112  
 Rašajski 1952 R.Rašajski, *Preistorijsko naselje na Matejskom Brodu N. Bečej*, RVM 1, 1952, 104-116  
 Raunig-Galić 1965 Štrbinci, *Đakovo-antičko nalazište*, AP 7, 1965, 148-149  
 Riccioni 1965 G.Riccioni, *Poggio Berni, Fasti Arch.* XVII, N. 4885, 1965  
 Rihovskiy 1957 J.Rihovskiy, *Nalez pece z Otaslavich u Prostejova*, AR IX, 1957, 416-419  
 Scott 1958 L.Scott, *Pottery, A history of technology*, 1958, vol.I, Oxford, 376-412, 392, sl.239, 240  
 Shepard 1968 A.Shepard, *Ceramics for archeologist*, Washington, 1968  
 Sjoquist 1960 E.Sjoquist, *Excavations at Morgatina 1959*, Rep. IV, A.J.A. 64, 1960, 130  
 Smodič 1958-1959 A.Smodič, *Dve rimski keramični peći iz Ptuja*, AV IX-X/1, 1958-1959, 39-45  
 Soudsky 1955 B. Soudsky, *Vyzkum neolitického sídliště v Postoloprtech*, AR VII, 1955, 5-11  
 Stefan 1957 G.Stefan, *Un cuptor roman de ars tigele, descoperit la Garvan*, SSCIV(A) 1-4, 1959, 339-346  
 Sultov 1969 B.Sultov, *Un centre de production de céramique nouvellement découvert par le village Hotnica de l'époque romaine et vieux-bulgare*, *Arheologia* XI-4, 1969, 12-24, sl.2  
 Swan 1971 V.G.Swan, *The structure of Romano-British Newforest pottery kilns*, *Antiquity* 177, 1971, 45-48  
 Szilagyí 1956 J.Szilagyí, *Aquincum*, Budapest 1956  
 Szonyi 1981 T.E.Szonyi, *Musellai ásátások*, *Comm. Arche. Hungariae*, 1981, 87-120  
 Šaranović-Svetek 1980 V.Šaranović-Svetek, *Panonska lončarska radionica u Cibalama*, *Starinar* XXXI, 1980, 19-22, sl.3-5  
 Šaranović-Svetek 1981 V.Šaranović-Svetek, *Ranocarska lončarska radionica u Cibalama*, *Starinar* XXXI, 1981, 17-31

- Šimek 1987 M.Šimek, Hrastovsko/Vučje grlo, AP 1986, 89, sl. 2
- Šubić 1968 Z.Šubić, Kompleks rimskih opekarskih peći v Ptuj, AV XIX, 1968, 455-472
- Tasić 1958-1959 N.Tasić, Praistorisko naselje kod Dobanovaca i prilog proučavanju badenske grupe u Vojvodini, Starinar IX-X, 227-241
- Thomphson 1958 F.H.Thomphson, A Romano-British Pottery Kiln at North Hykeham, Linkonshire, The Antiquaries Journal 1-2, 1958, 15-51
- Todorović 1974 J.Todorović, *Skordisci*, Novi Sad - Beograd 1974, 49
- Vertet 1978-1979 H.Vertet, Les fours de potiers gallo-romains du Centre de la Gaule, A.PA 9/10, 1978-1979, 145-157
- Veselinović 1957 R.L.Veselinović, Keltske i starosrpske lončarske peći na Gomolavi kod Hrtkovaca u Sremu, RVM 6, 1957, 27-31, sl. 2-6
- Vikić-Belančić 1967 B. Vikić-Belančić, *Rimska od I do keramička proizvodnja na području Save i Drave od I -IV st. s osobitim obzirom na proizvodnju glinenih svjetiljki*, Zagreb, 1967, 77-83
- Vikić-Belančić 1970 B.Vikić-Belančić, Beitrag zur Problematik der keramischen Werkstätten in Südpannonien in der römischen Kaizerzeit, AI XI, 1970, 29-44
- Virc 1976 Z.Virc, Urbane faze razvitka Cibala, Materijali XV, 1976, 92-94
- Webster 1960 G.Webster, A Romano-British Pottery Kiln at Rookery Lane, Lincoln, The Antiquaries Journal 3-41960, , 214-220
- Weiss 1984 G.Weiss, *Keramik Lexikon*, Berlin \* Frankfurt/Main \* Wien, 1984, 220-222
- Wilson 1978 A.L.Wilson, Elemental Analysis of Pottery in the Study of its Provenance: A Review, Journal of Archaeological Science 5, 1978, 219-236
- Zdravkovski-Šurbanoska 1983 D.Zdravkovski - M.Šurbanoska, Izveštaj od I, zaštitnoto iskopavanje na HA "Mavrovica" vo s. Nemanjici - Svetnikolsko, Zbornik-Skopje, 111-133

*SUMMARY*

DEVELOPMENT OF KILNS AND FIRING TECHNOLOGY OF PREHISTORIC AND EARLY ROMAN POTTERY

This article discusses the entire process of the production of pottery from the technological standpoint. This includes the various possible developments of kilns and manners of firing pottery from the first simple prehistoric kilns to the complex classical ones, in addition to first-hand reconstructions of firing methods, as well as the process of producing pottery, from utilizing clay sources to the very act of firing the formed product.

This research has attempted to determine more exactly the phases of firing related to the technological development of kilns, which had extensive influence on the manner of production, the quantity, and the quality of pottery.

The techniques involved in such work were passed down through generations for centuries. The production of pottery in fact represents a retention of traditions, as there were no radical technical innovations. The clay itself, as well as the basic work of a potter, has remained unchanged to the present, so that it is possible to establish with certainty an understandable similarity, and this also offers possibilities of comparative research in this field, as industrial mass-production of pottery has only resulted from the technological evolution of the modern age.

A summary follows of the results of the pottery firing analysis.

On the basis of test firing in a hearth, and in single-part and two-part kilns, with the hypothesized techniques of construction and firing, it has been concluded that pottery could be fired in all three manners, but that significant differences exist in the length and quality of firing, the appearance after firing, the maximum achieved temperature, and the quantity of fuel required (Table 1, Fig. 1).

The firing conditions were close to identical, i.e. in all three cases the same technique of construction, drying, and heating was used, as was true of the material.

The firing process was quickest in the hearth (3 hours), followed by the single-part kiln (4 hours), while it took longer in the two-part kiln (7 hours). Differences also existed in the firing cycle itself, such as in the length of drying, the increase in temperature, the maximum temperature, and the length of cooling.

The first phase of firing to 350° C, which was also the lowest firing temperature, was shortest in a hearth (1 hour and 5 minutes), and was insignificantly longer in the single-part kiln (1 hour and 10 minutes), while in the two-part kiln, which requires heating the entire kiln construction, a longer time was needed (2 hours and 30 minutes). This same amount of time was almost sufficient for the entire process of firing in the hearth to be concluded. The hearth temperature very quickly reached a maximum temperature of 700° C, followed by a swift cooling process.

Achieving the desired temperature is somewhat slower in a single-part kiln, and more time is required to reach the maximum temperature of 850° C. A high temperature was retained for almost half an hour because of the closed kiln design, and the cooling process took longer in comparison to the hearth firing.

The entire firing process took longer in the two-part kiln, almost as much as the total time required for firing in the hearth and the single-part kiln. The firing was gradual, involving lengthy periods of heating the kiln and the pottery, with a slow rise in temperature to the maximum (+ 820° C), and a retention of temperatures between 700 and 800° C for at least an hour, followed by a gradual cooling. Such a lengthy and uniform process of firing was reflected in the quality of the pottery in comparison to that produced in hearths and single-part kilns.

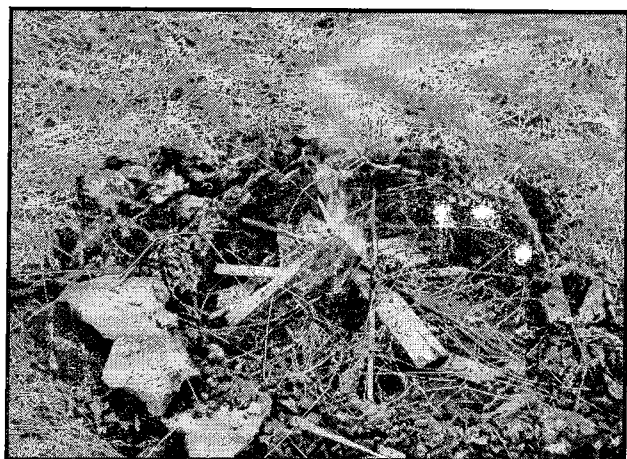
It is apparent that firing is more secure in a deliberately built structure than in a hearth. Although the same processes were utilized for each phase of firing in all three cases, greater attention was paid to position and temperature in the hearth firing experiment.

All the pottery, regardless of the firing process, is porous, and was unequally fired in the hearth and single-part kiln. These experimental firings have shown that the highest quality pottery resulted from two-part kilns. It has a uniform and somewhat paler color than the pottery fired in the hearth and the single-part kiln.

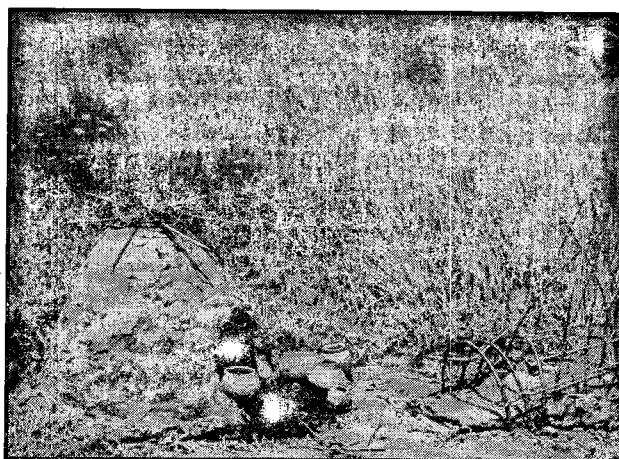
These preliminary analyses into the firing methods represent a first step in establishing the manner in which this pottery was produced and fired, but only a greater number of experiments can confirm or reject the premises presented here.

Translated by B. Smith-Demo

T. 1



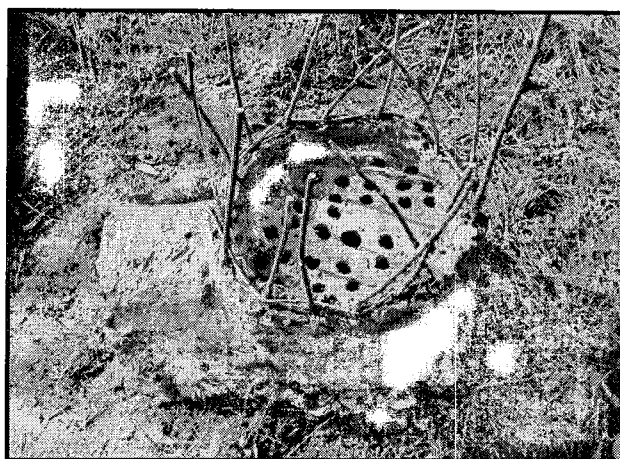
Slika 1



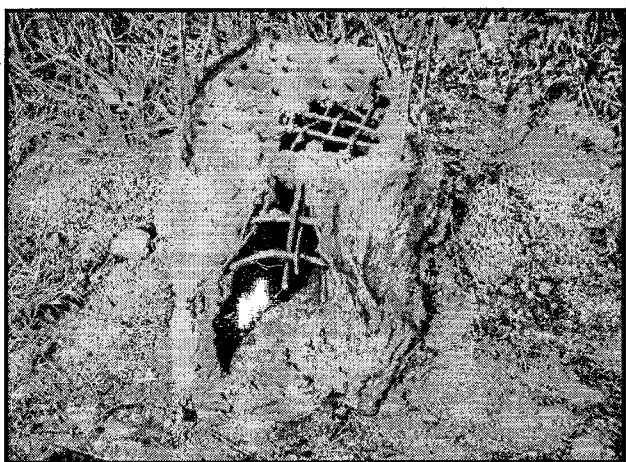
Slika 2



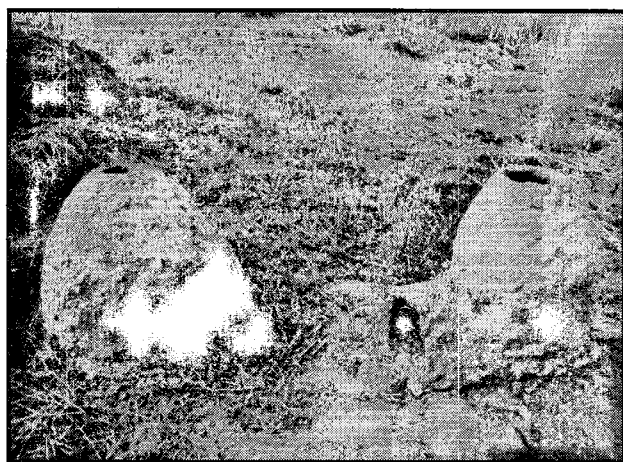
Slika 3



Slika 4



Slika 5



Slika 6

