

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Kristijan Bakarić

**Arheometrija prapovijesne keramike Vučedolske kulture s lokaliteta Ervenica i Damića
gradina**

Zagreb, 2011.

Ovaj rad izrađen je u Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine pod vodstvom Doc. dr. sc. Marte Mileusnić i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2010/2011.

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	Vučedolska kultura	2
1.2.	Prapovijesna keramika	3
1.3.	Arheometrija keramike	5
2.	PREDMET ISTRAŽIVANJA	7
2.1.	Geografski položaj lokaliteta	7
2.2.	Opis arheoloških lokaliteta	8
2.2.1.	Ervenica kao dio naselja Vučedolske kulture	8
2.2.2.	Damića gradina kao dio naselja Vučedolske kulture	9
2.3.	Tipologija istraživanih uzoraka	11
2.3.1.	Lokalitet Ervenica (Ulica Matije Gupca br. 14) u Vinkovcima	11
2.3.2.	Lokalitet: Damića gradina u Starim Mikanovcima	15
3.	ARHEOMETRIJA	21
3.1.	Metode analize	21
3.1.1.	<i>Petrografski polarizacijski mikroskop</i>	21
3.1.2.	Rendgenska difrakcija na prahu	21
3.2.	Rezultati	23
3.2.1.	Rezultati mikroskopske analize	21
3.2.1.1.	Lokalitet Ervenica	21
3.2.1.2.	Lokalitet Damića gradina	29
3.2.2.	Rezultati rendgenske analize keramičkih uzoraka	38
4.	DISKUSIJA	39
5.	ZAKLJUČAK	41
6.	ZAHVALE	42
7.	POPIS LITERATURE	43
8.	SAŽETAK (SUMMARY)	45
9.	PRILOZI	47
9.1.	Prilog 1	47
9.2.	Prilog 2	50
9.3.	Prilog 3	51
10.	ŽIVOTOPIS	59

POPIS SLIKA

- Slika 1-1.** Pečenje keramike na otvorenoj vatri („bonfire“). Debljim crnim linijama je prikazano gorivo. Karakteristike ovog načina su kratak ciklus pečenja i niski stupanj iskoristivosti-----4
- Slika 1-2.** Pečenje keramike u zatvorenoj strukturi („kiln“). Debljim crnim linijama je prikazano gorivo. Karakteristike ovog načina su duži ciklus pečenja i visoki stupanj iskoristivosti goriva. -----4
- Slika 2-1.** Karta istraživanih lokaliteta Ervenica (Vinkovci) i Damić gradina (Stari Mikanovci). Istraživani lokaliteti su u legendi označeni kružićem u odgovarajućoj boji. -----7
- Slika 2-2.** Tlocrt i presjek naselja Damić gradine. -----10
- Slika 2-3.** Fotografija lokaliteta Damić gradina. -----10
- Slika 2-4.** A – ulomak keramike N-57; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-57.-----12
- Slika 2-5.** Ulomak keramike N-82. -----12
- Slika 2-6.** A – ulomak keramike N-90; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-90. -----13
- Slika 2-7.** A – ulomak keramike N-113; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-113. -----13
- Slika 2-8.** A – ulomak keramike N-221; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-221. -----14
- Slika 2-9.** A – ulomak keramike N-245; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-245. -----14

Slika 2-10. *A – ulomak keramike N-365; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-365.* -----**15**

Slika 2-11. *A – ulomak keramike N-64; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-64.* -----**15**

Slika 2-12. *A – ulomak keramike N-80; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-80.* -----**16**

Slika 2-13. *A – ulomak keramike N-81; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-81.* -----**16**

Slika 2-14. *A – ulomak keramike N-1656; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1656.* -----**17**

Slika 2-15. *A – ulomak keramike N-1679; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1679.* -----**18**

Slika 2-16. *A – ulomak keramike N-1700; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1700.* -----**18**

Slika 2-17. *A – ulomak keramike N-1976; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1976.* -----**19**

Slika 2-18. *A – ulomak keramike N-1980; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1980.* -----**20**

Slika 2-19. *A i B – ulomak keramike N-1986.* -----**20**

Slika 3-1. *Uzorak N-245. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan narančasti oksidacijski rub koji sadrži fragmente groga. B (ukršeni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan uglati grog oko kojeg se nalazi sustav pukotina. Grog u sebe uklapa crna, zaobljena organska zrna manjih dimenzija. Uočiti crno organsko zrno s vanjske strane groga.* -----**23**

Slika 3-2. *Uzorak N-57. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana vanjska oksidirana stijenka. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano zaobljeno organsko zrno koje je okruženo sa sustavom pukotina. C (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji prikazan je uglati grog koji je svijetlije boje od okolnog crnog matriksa. ---24*

Slika 3-3. *Uzorak N-221. A (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji se uočavaju dva uglata i izdužena zrna groga. -----25*

Slika 3-4. *Uzorak N-365. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana svijetlo-smeđa stijenka s oštrom granicom prema jezgri keramike. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano sitnokristalasto karbonatno agregatno zrno. C (ukriženi nikoli) – Identična mikrofotografija kao i B samo u uvjetima ukriženim nikolima. Zapažaju se interferencijske boje viših redova. -----26*

Slika 3-5. *Uzorak N-113. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano neidentificirano izduženo zrno. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano zaobljeno i sferično organsko zrno s uklopljenim matriksom. Uočiti sustav pukotina koji oko organskog zrna. -----27*

Slika 3-6. *Uzorak N-82. A (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano zaobljeno organsko zrno s uklopljenim matriksom. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan grog koji unutar svojih granica, u donjem desnom dijelu velikog zrna, sadrži dva uglata groga manjih dimenzija koja su starija od groga koji ih uklapa. Uočiti sustav pukotina uokolo velikog zrna groga. C (ukriženi nikoli). Identična mikrofotografija kao i B samo među ukriženim nikolima. -----28*

Slika 3-16. *Uzorak N-90. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska oksidirana stijenka keramike. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji se ističu dva veća fragmenta groga, svijetlije boje od okolnog matriksa te su okružena sustavom pukotina. ----29*

Slika 3-7. *Uzorak N-1656. A (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana vanjska, oksidirana stijenka. B (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji su prikazana dva relativno veća zrna kvarca s tipičnim unduloznim potamnjenjem. C (ukriženi nikoli)- U središtu mikrofotografije zapaža se visoko interferirajući, izduženi muskovit. D (paralelni nikoli)- U središtu mikrofotografije nalazi se crni grog s uklopljenim kvarcom-----30*

Slika 3-8. *Uzorak N-1679. A (ukriženi nikoli) – U središtu mikrofotografije je prikazan odlomak kvarcita. B (ukriženi nikoli) – Lijevu polovicu mikrofotografije okupira dio velikog zrna groga, dok se na desnoj polovici može uočiti nekolicina dobro zaobljenih crnih do crno-crvenih organskih zrna. C (ukriženi nikoli) - U središtu mikrofotografije nalazi se plagioklas s polisintetskim sraslačkim lamelama. -----31*

Slika 3-9. *Uzorak N-1700. A (ukriženi nikoli) – Interferencijske boje vanjskog ruba stijenske su prekrivene s jakom narančasto-crvenom vlastitom bojom. B (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazano crno, dobro zaobljeno organsko zrno. C (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji su prikazana zrna groga koja se od crnog matriksa razlikuju po svijetlijoj boji te uglatim granicama. -----32*

Slika 3-10. *Uzorak N-1976. A (ukriženi nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska, oksidirana stijenka uzorka s uklopljenim crnim, uglatim fragmentom groga koji se nalazi u gornjem, desnom kutu. B (ukriženi nikoli) – U središtu mikrofotografije se nalazi veliko zrno groga s uklopljenim izduženim fragmentom rožnjaka na lijevom rubu groga. C (ukriženi nikoli) – U središtu mikrofotografije se nalazi plagioklas s polisintetskim sraslačkim lamelama. -----33*

Slika 3-11. *Uzorak N-1986. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana unutarnja stijenska keramike. U donjem desnom kutu nalazi se dobro zaobljeno organsko zrno s uklopljenim matriksom. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana vanjska stijenska keramike. -----34*

Slika 3-12. *Uzorak N-1980. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska stijenska keramike, narančaste boje unutar koje, na desnom rubu, možemo zamijetiti uglati grog crne boje. B (paralelni nikoli) – U sredini mikrofotografije nalazi se dobro zaobljeno organsko zrno s uklopljenim matriksom. -----35*

Slika 3-13. *Uzorak N-80. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska,oksidirana stijenka keramike. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano nepotpuno izgorjelo organsko zrno. -----35*

Slika 3-14. *Uzorak N-81. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska oksidirana stijenka keramike. B (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji su prikazana tri veća zrna groga crne do tamnosmeđe boje. -----36*

Slika 3-15. *Uzorak N-64. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji su prikazane mnogobrojne pukotine koje prožimaju cijeli uzorak. B (ukriženi nikoli) –Mikrofotografija istovjetna mikrofotografiji A, ali je promatrana među ukriženim nikolima.Uočiti mnogobrojne uglate fragmente groga. C (ukriženi nikoli) – U donjem, lijevom dijelu mikrofotografije nalazi se fragment rožnjaka, a pokraj njega u gornjem, desnom dijelu crni fragment groga. -----37*

Slika 3-16. *Difraktogram praha ulomka keramike (lab. broj 3824). Legenda: T – tinjčasti mineral; Q – kvarc; Pl – plagioklas; Kfs – K-feldspat.-----38*

POPIS TABLICA

Tablica 1-1. *Analitičke metode u arheometriji. -----6*

1. UVOD

Keramika je kao artefakt, jedan od najobilnije zastupljenih pronalazaka na arheološkim lokalitetima. Budući da se proučavanjem keramike dobivaju vrijedne informacije o drevnim kulturama i o njihovim načinu života, tj. da je keramički materijal najbolji indikator utvrđivanja naseljenosti određenog područja i razdoblja, kao i kontinuiteta naseljavanja, predstavlja vrlo važan alat za arheologa.

Cilj ovog znanstveno-istraživačkog rada je odredba mineralnog sastava, strukture i teksture ulomaka prapovijesne keramike, vučedolske kulture s lokaliteta Ervenica-Vinkovci i Damića gradina-Stari Mikanovci. Iz dobivenih podataka, pokušala se odrediti tehnologija pečenja istraživane keramike. Rješavanje ovakvog tipa problematike bavi se arheometrija, znanstvena disciplina koja primjenjuje različite analitičke tehnike u arheologiji.

1.1. Vučedolska kultura

Vučedolska kultura je kultura nazvana po lokalitetu Vučedolu (u blizini Vukovara), gdje se nalaze ostaci velikog naselja kasnog bakrenog doba. Do svoje kasnoklasične faze bila je uglavnom rasprostranjena u Srijemu, istočnoj Slavoniji. U svojoj kasnoj fazi bila je u svojim regionalnim varijantama rasprostranjena i u Austriji, Mađarskoj, južnoj Slovačkoj i Rumunjskoj. Naselja vučedolske kulture se nalaze uglavnom na prepornim teresama, obično uz rijeke (Vučedol, Vinkovci) i u močvarnom području. Oblik vučedolske kuće je pravokutan s predvorjem i središnjim ognjištem, napravljena s drvenim stupovima, pleterom i premazom od gline. Nije pronađeno mnogo grobova. Pokojnici su pokapani unutar ili ispred kuće s osobnim predmetima. Razvijenost vučedolske metalurgije očitovala se u serijskoj proizvodnji bakrenih sjekira pomoću dvodijelnog kalupa. Vučedolska kultura koristi prvi puta višedjelne kalupe za lijevanje metala. Na lokalitetima vučedolske kulture nađeno je i fino uglančano keramičko posuđe crne boje (lonci, zdjele, šalice), s raznim pravilno organiziranim, urezanim ukrasima ispunjenim bijelom inkrustacijom. Ukrasi su uglavnom pravocrtni, a karakteristični su i ukrasi u obliku koncentričnih krugova. Najpoznatiji primjeri ukrašavanja su Vučedolska golubica i idoli iz Ljubljanskog barja. Vučedolska kultura se dijeli na tri faze, a smatra se da je nastala negdje u slavonsko-srijemskom prostoru na neolitičkoj osnovi pod utjecajem kostolačke kulture. U srednjoj fazi se proširila na Mađarsku, Baranju i rumunjski Banat i SZ Hrvatsku, a u posljednjoj se proširila na sve strane te je došlo do raspada jedinstvene kulturne na manje tipove. Važnu ulogu u životu pripadnika Vučedolske kulture, je imao kult šovanja kovača, poglavito kovača bakra. Njegova kuća je redovito bila smještena u sredini naselja, a vjerovalo se da ima posebne moći, da ima mogućnost utjecaj na prolazak vremena te da može utjecati na godišnja doba. Kultura je prakticirala i ljudske žrtve. U jednoj grobnici pronađena su tijela koja su žrtvovana najvjerojatnije zbog kulturnog prolaska Marsa i Venere kroz Plejade. Pronađena su i tijela koja su na svojim glavama imala blaga udubljenja, za koja se pretpostavlja da su nastala ritualnim izlivanjem tekućeg bakra na glavu žrtve (Durman, 2000).

Vučedolska golubica je najpoznatija keramička posuda s arheoloških iskopina na Vučedolu. Imala je kulturnu namjenu kao kadionica. Tamne je boje, ukrašena bijelom inkrustacijom klepsidra, ogrlica, niz valovitih i cik-cak crta na krilima) u urezanom ukrasu i ornamentu nastalom ubadanjem. Iako je prozvana golubica, arheolozi smatraju da se zapravo radi o ptici jarebici.

1978. u centru Binkovaca na lokalitetu „Vinkovci Hotel“ otkrivena je inkrustrirana keramička zdjela za koju se vjeruje da predstavlja najstariji kalendar. Ovaj vrijedan nalaz nam ukazuje da su pripadnici Vučedolske kulture promatrali nebo, bilježili promjene te na taj način određivali prolaz vremena. U samom Vučedolu živjelo je oko 2000 do 3000 stanovnika, te je bila riječ o jednom od najvažnijih centara toga doba. Ljudi ove kulture su se u Vučedolu bavili stočarstvom, te je u prehrani govedina činila 85%. U Vučedolu su nađeni i ostaci pastrve, koje u Dunavu nije bilo, što znači da su je nabavljali iz drugih krajeva. Vučedolska kultura završava oko 2450. g. pr. Kr. i to je najznačajnija bakrenodobna kultura na našim prostorima.

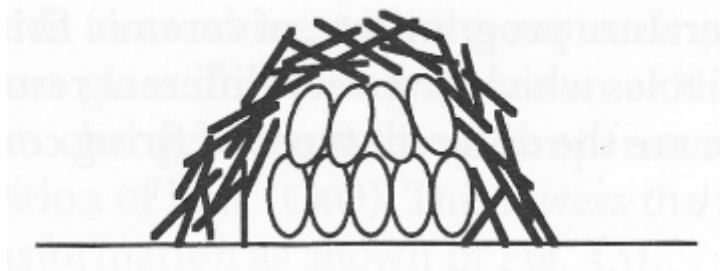
1.2. Prapovijesna keramika

Pod pojmom keramika podrazumijevaju se svi predmeti izrađeni od oblikovanog i pečenog glinovitog materijala. Riječ keramika potječe iz starogrčkog jezika, u kojemu se pod pojmom „keramos“ podrazumijevao svaki predmet izrađen od gline. „Kerameus“ je bio lončar, a „kerameikos“ lončarska četvrt u Ateni (Liefscher i Willert, 1955). Keramika je zapravo prvi sintetički materijal koji su ljudi ikad napravili. Prvi keramički objekti su bile figure religioznog značenja i datiraju 30.000 god. pr.Kr.

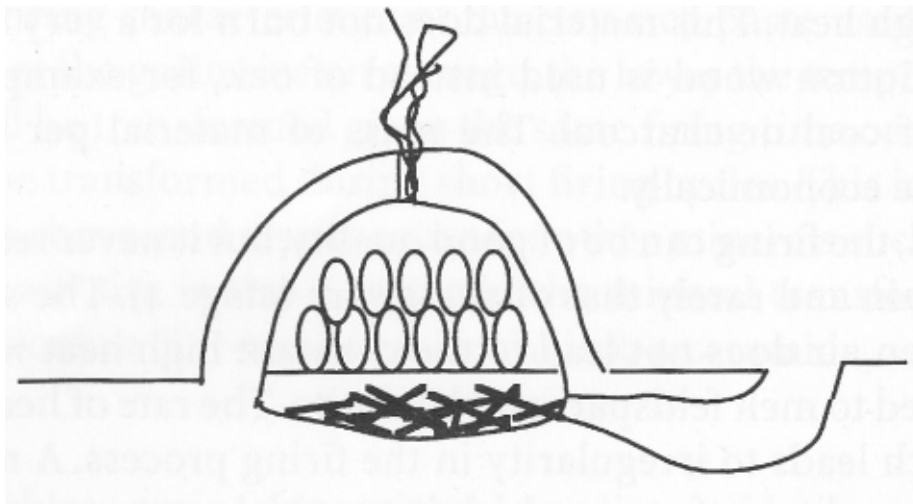
Glavna sirovina u proizvodnji keramike je glina u kojoj su prirodno prisutni ili umjetno dodani različiti neglinoviti (neplastični) materijali (npr. kvarc, feldspati, fragmenti stijena...). Prvi korak u proizvodnji keramike je priprema odgovarajuće smjese i postizanje plastičnog stanja gline. Smjesa za pečenje keramike je zapravo mješavina minerala glina, vode i drugih materijala koji su vrlo značajni pri procesu proizvodnje keramike, a utječu i na kvalitetu finalnog proizvoda. Takvi materijali se u glinama mogu nalaziti prirodno, ali mogu biti i naknadno dodani. U engleskoj terminologiji nazivaju se „*temper material*“. U tu kategoriju spada organska tvar (npr. trava), antropogeni materijali kao što je grog (zdrobljena keramika), različiti minerali koji ne spadaju u grupu minerala glina (kvarc, feldspati...) i fragmenti stijena (granit, kvarcit, vapnenac...). Navedeni materijali će se u daljnjem tekstu spominjati kao primjese. Izbor materijala za izradu prapovijesne keramike je najvećim dijelom bio određen geografskom blizinom sirovine (Gibson i Woods, 1997).

Prilikom proučavanja prapovijesne keramike, vrlo je važno imati na umu da postoji veza između strukture, načina izrade i tipa pečenja. Dva osnovna tipa pečenja keramike su pečenje na otvorenoj vatri (eng. *bonfire*) (Slika 1-1.) i pečenje u zatvorenim pećima (eng. *kiln*) (Slika2-2.). Obično su keramike pečene na otvorenoj vatri grube i izrađene ručno,

modeliranjem, dok su keramike pečene u zatvorenoj peći fine. Najveći problem kod bilo koje vrste pečenja događa se rano, pri temperaturama od oko 100°C. U tom trenutku, voda koja je nakon sušenja zaostala u glini,



Slika 1-1. Pečenje keramike na otvorenoj vatri („bonfire“). Debljim crnim linijama je prikazano gorivo. Karakteristike ovog načina su kratak ciklus pečenja i niski stupanj iskoristivosti goriva.



Slika 1-2. Pečenje keramike u zatvorenoj peći („kiln“). Debljim crnim linijama je prikazano gorivo. Karakteristike ovog načina su duži ciklus pečenja i visoki stupanj iskoristivosti goriva.

pretvara se u paru i pritom ekspandira. Ako para ne može migrirati kroz glinu, tlak se akumulira i u jednom trenutku dolazi do ljuštenja površina posude. U ekstremnim situacijama dolazi i do eksplozije posuda. Nakon što je posuda oblikovana, najprije se suši, tako da voda, koja je bila pomješana s glinom radi postizanja plastičnog stanja, može ispariti. Kako nije moguće u potpunosti ispariti i odstraniti svu vodu, nije ni moguće dobivanje potpuno suhe gline na sobnoj temperaturi. Glina je higroskopna tvar i zbog toga absorbira vlagu iz zraka. Bez obzira koliko dugo trajao period sušenja nepečene posude, dio vlage (3-5 %) uvijek zaostaje. Taj dio se može odstraniti jedino pečenjem (Gibson i Woods, 1997).

Ukratko, pečenje keramike na otvorenoj vatri je brzo i ekonomično. Temperature koje su tipične za takav tip pečenja (650°- 900 °C) su dovoljne da se osigura transformacija

gline u keramiku. Takav prijelaz se odvija na različitim temperaturama za različite tipove minerala glina, ali se generalno uzima da se događa pri temperaturama od oko 550°-600°C.

Najjednostavniji način da se spriječi pucanje keramičkih predmeta tijekom prijelaza vode u paru, je da se u glinu umiješa dovoljno primjesa. Dodatak primjesa služi i za ojačavanje strukture posude dok je u glinovitom stanju. S druge strane taj materijal oslabljuje pečeni proizvod. Zaobljene neglinovite čestice najjače utječu na oslabljenja, jer one ne posjeduju grubu površinu za koju bi se čestice gline mogle „držati“. Često se pogrešno smatra da su lončari dodavali primjese u glinu kako bi smanjili stupanj skupljanja gline prilikom pečenja. U ranim fazama pečenja (do oko 800 °C), glina u određenoj mjeri ekspandira i time dolazi do povećanja poroznosti. Do pravog skupljanja gline dolazi samo u keramici koja je pečena na temperaturama većim od 900° ili 1000 °C. Tako visoke temperature su se rijetko postizane u otvorenom načinu pečenja (Gibson i Woods, 1997).

1.3. Arheometrija keramike

Analiziranje keramike u smislu tipologije je oduvijek bio temelj arheološke interpretacije lokaliteta, regije i perioda. Kao posljedica razvoja znanosti i tehnologije, 1950-tih godina keramika postaje aktualna i u arheometriji. Arheometrija je znanstvena disciplina koja proučava kemijska i fizikalna svojstva arheoloških materijala primjenom znanstvene metodologije i tehnologije. Tri fundamentalna pitanja su temelj arheometrijskih analiza, a ona glase: Gdje?, Kako?, i Kada? (Memmi, 2001). Odgovore na ova pitanja pokušavaju dati analitičke metode koje su prikazane u tablici 1.

Primarni cilj primjene fizikalno-kemijskih metoda fizikalnih znanosti u analizi prapovijesne keramike je doprinos u rekonstrukciji prapovijesnog životnog ciklusa istraživanjem proizvodnje, distribucije i funkcije same keramike. *Rekonstrukcija lončarske tehnologije* obuhvaća niz različitih analiza kao što su: utvrđivanje korištene sirovine; utvrđivanje načina pripreme sirovine te oblikovanja keramike; određivanje načina dekoriranja (premazi, glazure...), utvrđivanje vrste pečenja. *Studija distribucije i provenijencije* pokušava utvrditi, na bazi kemijskog sastava i/ili petrografske analize, da li je keramika lokalne proizvodnje ili je uvezena. Ako je moguće pokušava se odrediti centar proizvodnje i/ili izvorište sirovine. Istraživanje *funkcije keramičkih predmeta* uključuje analizu površine, organskih ostataka koji se nalaze na površini ili koji su apsorbirani u unutrašnjost keramike (Tite, 2008).

Tablica 1-1. Analitičke metode u arheometriji.

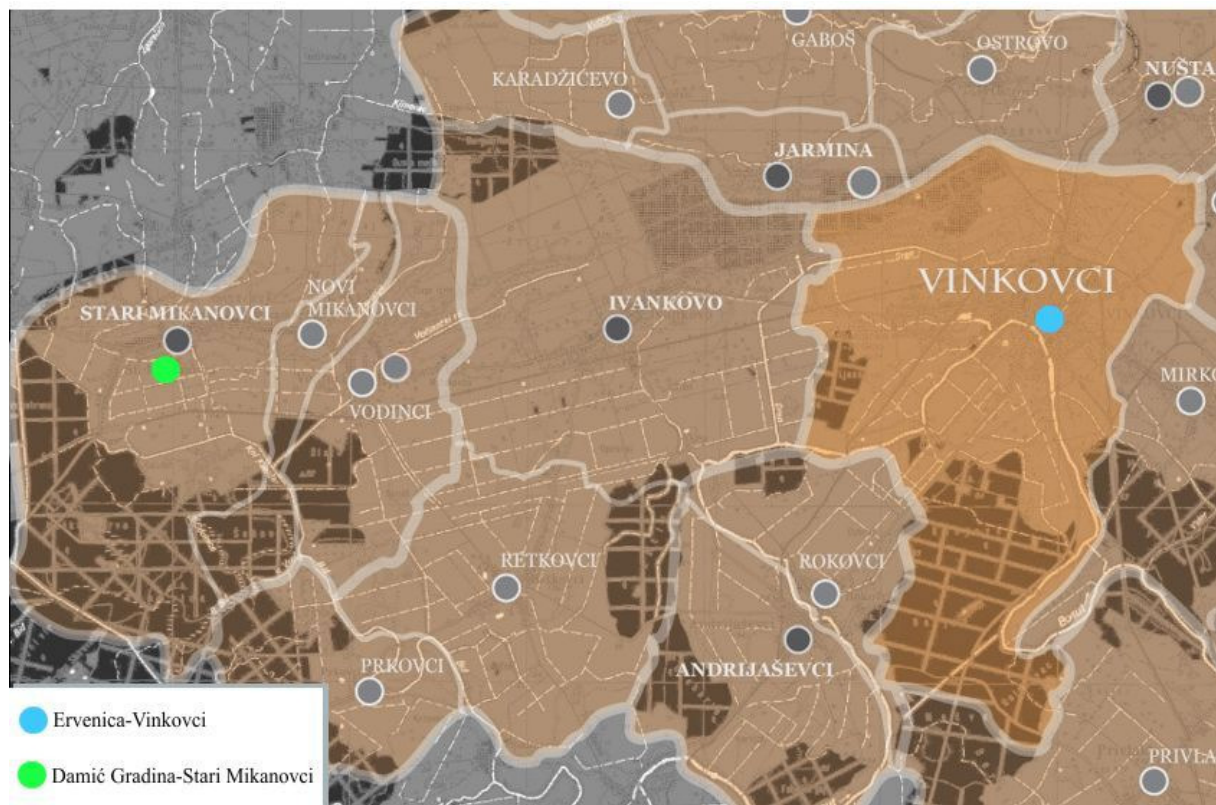
Primjena	Metoda
Određivanje kemijskog sastava	<ol style="list-style-type: none"> 1) Rendgenska fluorescencija - (XRF - X-Ray Fluorescence) 2) Energetska disperzivna spektroskopija (EDS - Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy) 3) Neutronska aktivacijska analiza - (NAA, - Neutron Activation Analysis) 4) Masena spektrometrija s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS - Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) 5) Emisijska spektrometrija s induktivno spregnutom plazmom (ICP-ES) 6) Atomska apsorpcijska spektrometrija (AAS)
Određivanje petrografskih karakteristika	<ol style="list-style-type: none"> 1) Petrografski polarizacijski mikroskop 2) Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM - Scanning Electron Microscope)
Određivanje oksidacijskog stanja željeza i omjer Fe^{2+}/Fe^{3+}	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mössbauer-ova spektroskopija
Određivanje mineralnog sastava	<ol style="list-style-type: none"> 1) Petrografski polarizacijski mikroskop 2) Skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM - Scanning Electron Microscope) 3) Transmisijski elektronski mikroskop (TEM - Transmission Electron Microscope) 4) Elektronska mikrosonda 5) Rendgenska difrakcija (XRD - X-ray diffraction) 6) Vibracijska spektroskopija (infracrvena i Ramanova spektroskopija)
Određivanje apsolutne starosti	<ol style="list-style-type: none"> 1) Datiranje radioaktivnim ugljikom (C-14) 2) Termoluminiscencija 3) ART datiranje (ART - Alpha-Recoil Track dating)

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. Geografski položaj lokaliteta

Vinkovačko područje, zahvaljujući povoljnom geografskom položaju, oduvijek je bilo naseljavano. Grad Vinkovci je jedan od najdulje neprekinuto naseljenih gradova u ovom dijelu Europe. Tragovi naseljavanja se mogu pratiti od mlađeg kamenog doba, tj. neolitika (6500 - 3500 g. pr.Kr.) pa sve do danas.

Jedna od kultura koja će svojim iznimnim arheološkim bogatstvom ostaviti traga na ovom području, svakako je vučedolska kultura. Kao izraziti predstavnik kasnog eneolitika vučedolska kultura zabilježena je na nekoliko lokaliteta na širem vinkovačkom području, a obilježiti će vrijeme ranoklasične i kasnoklasične faze (Dimitrijević, 1966). Lokaliteti vučedolske kulture koji će biti obrađeni u ovom radu su Ervenica (Vinkovci) i Damića gradina (Stari Mikanovci). (Slika 2-1.)



Slika 2-1. Karta arheoloških lokaliteta. Istraživani lokaliteti Ervenica (Vinkovci) i Damića gradina (Stari Mikanovci) su u legendi označeni kružićem u odgovarajućoj boji.

Vinkovci su smješteni u nizinskom dijelu Hrvatske, na sjevernom rubu Bosutske nizine, između Đakovačkog i Vukovarskog prapornog ravnjaka, na mjestu gdje se savski i dunavski sliv međusobno najviše približavaju (Sić, 1975). Rijeka Sava omeđuje južnu granicu istočnohrvatske ravnice, a njezina najveća pritoka je rijeka Bosut koja meandrira vinkovačkim područjem (Bognar, 1994). Direktna povezanost između Posavine (sliva Bosuta) i dravsko-dunavske nizine (sliva Vuke) odvijala se preko potoka Ervenice (Barice). Geološki sastav ovog područja zasigurno je imao veliku ulogu pri odabiru mjesta za podizanje naselja kroz cijelo prapovijesno razdoblje. U sastavu reljefne strukture prevladavaju riječne naplavine (pijesak, šljunak, glina i ilovača), te akumulacije prapora (lesa) i prapornih sedimenata. Upravo su naslage prapora karakteristične u pokrovu jugoistočnog dijela panonske ravnice (Roglić, 1975). Podizanje naselja na prapornim terasama, uz ona gradinskog tipa, jedan je od presudnih i vrlo karakterističnih elemenata stanovanja tijekom trajanja vučedolske kulture. Između dunavsko-dravskog i savskog pritjecajnog prostora zaostala je đakovačko-vinkovačka praporna greda koja je za 10-15 m viša od okolnog tla. Ona se širi na krajnjim dijelovima, osobito prema obroncima Fruške gore, gdje su i naslage najdeblje, čak do 20m (Roglić, 1975). Prostor Bosutske nizine je prošaran močvarama i znatnim dijelom prekriven šumom. Takav šumsko-močvarni pejzaž odrazio se na izolacijsku funkciju, te ograničio život na rubne dijelove ravnjaka. U velikoj mreži tekućica najvažniju ulogu ima Bosut, koji s najvećim pritokom Biđom ima dužinu od 186 km i porječje od 3025 km, što znatno prelazi površinu nizine. Veliko značenje voda odrazilo se na osobine biljnog pokrova i tla, a ekološke prilike utjecale su na razvoj i veliko širenje vlažnih nizinskih šuma hrasta lužnjaka u Bosutoj nizini. Općenito se smatra da se u tom prostoru nalazi najveći areal takvih šuma u Hrvatskoj, a vjerojatno i u Europi (Sić, 1975). Lijeva obala Bosuta čija nadmorska visina iznosi oko 88 m, znatno je viša od desne, te je zahvaljujući tome ujedno i zaštićena od čestih poplava te pogodna za naseljavanje. Upravo će na lijevoj, povišenoj stani obale, nastati i prva prapovijesna naselja.

2.2. Opis arheoloških lokaliteta

2.2.1. Ervenica

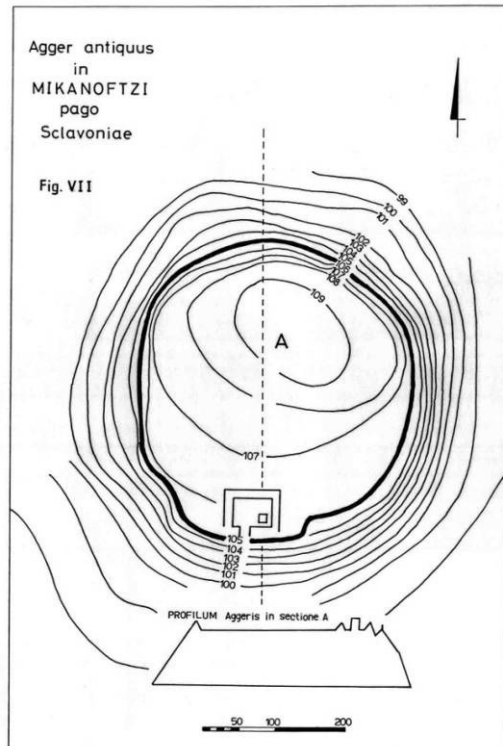
Na Ervenica u Ulici M. Gupca u Vinkovcima provedena su višestruka zaštitna arheološka istraživanja. Prilikom istraživanja pronađeni su ostaci vučedolskog horizonta i tragovi naseljavanja tijekom kasnoklasičnog B-2 stupnja vučedolske kulture. Materijal koji je

korišten u ovom radu je iz Ul. M. Gupca 14, a voditelj istraživanja je bio Gradski muzej Vinkovci, 2007. godine. 2003. godine, pronađena je velika količina keramičkog materijala te ostaci zapečene podnice. Uzevši u obzir pronađeni materijal i prijašnja istraživanja, sve upućuje na zaključak da je istraživani lokalitet nekada bio dio većeg naselja čije se središte nalazilo na tellu „Tržnica“ (Miloglav, 2007).

Naseljavanje na Ervenica prvi put je zabilježio J. Brunšmid koji je naveo da je donji dio ulice Ervenice (danas Ulica Matije Gupca) bio naseljen već u doba neolitika (Brunšmid, 1902). Prvo sondiranje, koje je izveo S. Dimitrijević, otkrilo je starčevačko, sopotsko i keltsko naselje. Nalazi Vučedolske kulture registrirani su tada samo na lokaciji Poljski jarak, koji je služio za odvod bujica i vode s ulice, a nalazi se pri kraju istočnog dijela Ervenice (Dimitrijević, 1966). Na lokalitetu Ervenica kasnije je proveden niz manjih zaštitnih istraživanja. Kontinuitet naseljavanja na Ervenici, odnosno na povišenom dijelu lijeve bosutske obale, može se pratiti tijekom starčevačke, sopotske, kostolačke, vučedolske, keltsko-latenske kulture te razdoblja rimskih Cibala. Rezultati istraživanja već su ranije pokazali da je vučedolska populacija rado iskorištavala već naseljene položaje. Upravo takva situacija je prisutna na Ervenici, ali i na tellu „Tržnica“ (Miloglav, 2007). Jedan od najvažnijih razloga naseljavanja vučedolske, ali i ranijih kultura na navedene lokacije je zasigurno bio prirodno povišeni položaj (lesne grede) (Miloglav, 2007).

2.2.2. Damića gradina

Lokalitet Damića gradina nalazi se u samom centru Starih Mikanovaca, na južnim padinama đakovačko-vinkovačkog prapornog ravnjaka koji se blago spušta prema jugu i prelazi u savsku ravnicu. Lokalitet je dobio ime po nekadašnjim vlasnicima, obitelji Petričević koja je u selu nosila nadimak Damići. Prvi puta ga u literaturi spominje putopisac, grof Marsilije početkom 18. st. (Virč, 1979). On donosi i crtež s tlocrtom i presjekom naselja, te jasno vidljivim ostacima fortifikacijskog sustava koji se sastojao od opkopa i zemljanog bedema, zajedno s položajem kasnosrednjovjekovne obrambene kule na južnom dijelu lokaliteta (Slika 2-2.).



Slika 2-2. Tlocrt i presjek naselja Damića gradine (preuzeto iz: Dizdar, 2001).

Plato je kružnog oblika promjera 117-125 m, dok je u podnožju promjera oko 170m. Gradina se blago spušta prema jugu, relativne visine 8m, dok je visina u sjeveroistočnom dijelu platoa preko 9 m (Slika 2-3.).



Slika 2-3. Fotografija lokaliteta Damića gradina (preuzeto iz arhiva Gradskog muzeja Vinkovci-obilazak terena 2002. godine).

S istočne strane nalazio se potok koji je punio opkop vodom, a vidljiv je i danas sa sjeveroistočne, sjeverne i sjeverozapadne strane. Ulaz je bio s jugoistočne, najpristupačnije strane. Veliko zaštitno istraživanje provedeno je 1980. godine prilikom gradnje temelja za Osnovnu školu (Janošić, 1984). Iskopavanje je pokazalo kontinuitet naseljavanja tijekom

sopotske, vučedolske, bosutske i latenske kulture (Dizdar, 2001). S obzirom da je lokacija za školu bila predviđena na istočnoj polovici lokaliteta, na toj su strani izvršena istraživanja u pet traka širine 4 i 2m. Rezultati su pokazali da je gradina imala zemljani bedem zapečen u dva nivoa i opkop koji je vjerojatno bio povezan s potocićem koji teče s istočne strane (Iskra-Janošić, 1984). Za potrebe Registra arheoloških lokaliteta istočne Slavonije arheolozi Gradskog muzeja Vinkovci obišli su i snimili teren 2002. godine (Gale, 2002). Materijal koji pripada dijelu vučedolskog naselja na Damića gradini trenutno je u fazi obrade, a također pripada kasnoklasičnom stupnju vučedolske kulture.

2.3. Tipologija istraživanih uzoraka

Popis uzoraka s arheološkim i laboratorijskim oznakama nalazi se u prilogu 2.

2.3.1. Lokalitet Ervenica (Ulica Matije Gupca br. 14) u Vinkovcima

UZORAK N - 57: S-1 ; SJ 47/48. (lab. broj 3825)

N- 57 je ulomak (Slika 2-4. A i B) S-profiliranog lonca s dvije tunelaste ručke. Lonac je ukrašen otiskivanjem štapića ispod ruba posude i apliciranom plastičnom trakom s otiskom prsta na prijelazu vrata u rame. Vrat je uglačan, a tijelo posude presvučeno je barbotinom. Debljina stjenke je 9,92 mm. Vanjska boja posude je crvena i crna, a unutrašnja oker i crvena. Pečenje je redukcijско. Vanjska obrada ulomka je gruba (barbotin), unutrašnja je djelomično uglačana.



A



B

Slika 2-4. A – ulomak keramike N-57; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-57.

UZORAK N- 82: S-1; SJ 49/50. (lab. broj 3833)

N- 82 je ulomak posude (Slika 2-5.) presvučen barbotinom. Vjerojatno je dio lonca.



Slika 2-5. Ulomak keramike N-82.

UZORAK N- 90: S-1; SJ 49/50. (lab. broj 3834)

N-90 je ulomak posude (Slika 2-6. A i B) presvučen barbotinom. Vjerojatno je dio lonca. Ukrašen je nizom okruglih uboda na prijelazu vrata u rame posude. Debljina stijenke je 5,92 mm. Unutrašnja i vanjska boja ulomka je siva, a presjek je crne boje. Vanjska obrada površine je gruba (barbotin), dok je unutrašnja glatka.



A



B

Slika 2-6. A – ulomak keramike N-90; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-90.

UZORAK N- 113: S-1; SJ 49/50. (lab. broj 3829)

N-113 je ulomak bikonične zdjele (Slika 2-7. A i B). Ukrašen je tehnikom brazdastog urezivanja i rovašenja ispod ruba te na prijelazu ramena u tijelo posude, motivom vertikalnih linija i klepsidre. Na sebi ima tragove bijele inkrustacije. Debljina stijenke je 6,82 mm. Vanjska i unutrašnja površina su sive boje. Presjek je crne boje što znači da je pečenje bilo redukcijsko. Vanjska površina je djelomično uglačana, a unutrašnja je glatka.



A



B

Slika 2-7. A – ulomak keramike N-113; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-113.

UZORAK N- 221: S-1; SJ 47/48. (lab. broj 3826)

N-221 je ulomak zdjele uvučenog ruba (Slika 2-8. A i B). Debljina stjenke je 8,05 mm. Zdjela je crne boje (unutrašnja, vanjska površina i presjek). Takva boja je posljedica redukcijskog pečenja. Unutrašnja i vanjska površina su uglačane.



A



B

Slika 2-8. A – ulomak keramike N-221; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-221.

UZORAK N- 245: S-1; SJ 47/48. (lab. broj 3824)

N-245 je ulomak lonca koji je presvučen barbotinom na tijelu posude (Slika 2-9. A i B). Ukrašen je nizom okruglih uboda na prijelazu vrata u rame posude. Debljina stjenke je 9,53 mm. Vanjska i unutrašnja boja ulomka je crvena. Presjek je crveno-crno-crvene boje, što ukazuje na redukcijsko pečenje, ali je u konačnoj fazi uspostavljena oksidacijska atmosfera. Vanjska obrada površine je gruba (barbotin), dok je unutrašnja glatka.



A



B

Slika 2-9. A – ulomak keramike N-245; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-245.

UZORAK N- 365: S-1; SJ 47/48. (lab. broj 3827)

N -365 je ulomak kalotaste zdjele s *omphalos* dnom (Slika 2-10. A i B). Debljina stjenke je 8,81 mm. Vanjska i unutrašnja boja ulomka je siva, a presjek je crne boje što ukazuje na redukcijско pečenje. Unutrašnja i vanjska površina ulomka je uglačana.



A



B

Slika 2-10. A – ulomak keramike N-365; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-365.

2.3.2. Lokalitet: Damića gradina u Starim Mikanovcima

UZORAK N- 64: T. III, dubina 1,30m. (lab. broj 3832)

N- 64 je ulomak zdjele uvučenog ruba (Slika 2-11. A i B). Debljina stjenke je 6,60 mm, a polumjer ruba iznosi 17 cm. Vanjska i unutrašnja boja ulomka je siva, a presjek je crni što upućuje na redukcijско pečenje. Ulomak je uglačan s vanjske i unutrašnje strane.



A



B

Slika 2-11. A – ulomak keramike N-64; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-64.

UZORAK N- 80: T. IV, dubina 1,40-1,70m. (lab. broj 3828)

N-80 je ulomak bikonične zdjele (Slika 2-12. A i B). Ukrašen je tehnikom brazdastog urezivanja ispod ruba i na prijelazu ramena u tijelo posude, motivom bodljikave žice. Debljina stjenke je 6,01 mm. Vanjska i unutrašnja boja površine je tamno smeđa. Ulomak je uglačan s vanjske i unutrašnje strane.



A



B

Slika 2-12. A – ulomak keramike N-80; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-80.

UZORAK N- 81: T. IV, dubina 1,40-1,70m. (lab. broj 3831)

N-81 je ulomak posude ravnog dna (Slika 2-13. A i B). Debljina stjenke je 6,05 mm. Vanjska boja je oker, a unutrašnja crna. Presjek je s vanjske strane svijetlo sive, dok je unutra tamno-crne boje. Vanjska obrada površine je gruba (barbotin), a unutrašnja je glatka.



A



B

Slika 2-13. A – ulomak keramike N-81; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-81.

UZORAK N- 1656: T. VI, dubina 1,30m. (lab. broj 3879)

N- 1656 je ulomak ravnog dna od lonca (Slika 2-14. A i B). Debljina stjenke iznosi 11,46 mm. Vanjska i unutrašnja boja ulomka je oker. U presjeku redosljed nijanse boja svijetla-tamna-svijetla što ukazuje na redukcijsko pečenje, ali je u konačnoj fazi uspostavljena oksidacijska atmosfera. Vanjska obrada površine je gruba (barbotin), dok je unutrašnja glatka.



A



B

Slika 2-14. A – ulomak keramike N-1656; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1656.

UZORAK N- 1679: T. XII, dubina 0,65m. (lab. broj 3880)

N-1679 je ulomak profiliranog dna od lonca (Slika 2-15. A i B). Debljina stjenke je 10,77 mm. Vanjska boja ulomka je crvena, unutrašnja je crna. Presjek je s vanjske strane svijetlije boje, dok je unutra crn (redukcijsko pečenje). Vanjska obrada površine je gruba (barbotin), dok je unutrašnja glatka.



A



B

Slika 2-15. A – ulomak keramike N-1679; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1679.

UZORAK N- 1700: T. XII, dubina 1,50-2,20 m. (lab. broj 3881)

N-1700 je ulomak bikonične zdjele (Slika 2-16. A i B). Ukrašena je tehnikom brazdastog urezivanja i rovašenja ispod ruba i na prijelazu ramena u tijelo posude s ostacima bijele inkrustacije. Motivi su: vertikalne linije, klepsidra i motiv visećih trokuta. Debljina stijenke: 7,86 mm. Unutrašnja i vanjska površina su crvene boje. U presjeku se vidi slijed narančasta-crna-narančasta boja, što ukazuje na redukcijsko pečenje, ali je u konačnoj fazi uspostavljena oksidacijska atmosfera. Unutrašnja i vanjska površina su uglačane. Posuda ima jednu perforaciju.



A



B

Slika 2-16. A – ulomak keramike N-1700; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1700.

UZORAK N- 1976: T. XXI, dubina 0,60-1,35 m. (lab. broj 3882)

N- 1976 je ulomak lonca (Slika 2-17. A i B). Ukrašen je nizom okruglih uboda na prijelazu iz vrata u rame posude. Debljina stijenke iznosi 7,89 mm. Vanjska i unutrašnja površina su tamni, kao i presjek što ukazuje na redukcijско pečenje. Vanjska obrada površine je gruba (barbotin), dok je unutrašnja glatka.



A



B

Slika 2-17. A – ulomak keramike N-1976; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1976.

UZORAK N- 1980: T. XXI, dubina 0,60-1,35 m. (lab. broj 3883)

N- 1980 je ulomak S-profilirane zdjele (terine). Ukrašen je izveden tehnikom brazdastog urezivanja na tijelu posude s ostacima bijele inkrustacije. Debljina stijenke je 6,55 mm. Vanjska boja ulomka je oker, unutrašnja siva. Vanjska obrada površine je uglačana dok je unutrašnja djelomično uglačana.



A



B

Slika 2-18. A – ulomak keramike N-1980; B – presjek okomit na stijenku ulomka keramike N-1980.

UZORAK N-1986 - T. VI , dubina 1,00-1,10m. (lab. broj 3884)

N- 1986 je dio duge i uske tunelaste ručke od lonca (Slika 2-19. A i B.) Širina ručke je 59,05mm, a debljina stijenke posude 10,30 mm. Vanjska boja je siva, a unutarnja crvena. Površina ručke je glatka.



A



B

Slika 2-19. A i B – ulomak keramike N-1986.

3. ARHEOMETRIJA

3.1. Metode analize

3.1.1. Petrografski polarizacijski mikroskop

Mineraloško–petrološke karakteristike izrađenih izbrusaka fragmenata keramike promatrane su u linearno polariziranoj svjetlosti pomoću polarizacijskog mikroskopa LEITZ LABORLUX 11 POL. Opažanja su izvršena u ortoskopskim uvjetima sa i bez uključenog analizatora pri povećanju objektiva od 5x do 20x.

Izbrusci su izrađeni tako da se fragment keramike ispilio u oblik pločice. Zatim se pločica polirala korundovim prahom različitih granulacija (od grube frakcije pa prema finijim 120, 240, 400, 600 Mesha – Mesh ljestvica je standardizirani prikaz distribucije dimenzija čestica) do standardne debljine izbruska od 0,02 – 0,03 mm što je pogodna debljina za mikroskopska opažanja. Takav izbrusak se zalijepio na objektno stakalce povrh kojega nakon završnog brušenja dolazi pokrovno stakalce. Za ljepilo se koristi kanadski balzam tvrtke Kemika koji je i unutarnji optički standard.

3.1.2. Rendgenska difrakcija na prahu

Određivanje kristalne strukture i dobivanje niza drugih informacija o kristalnim tvarima postiže se primjenom rendgenske difrakcije kao glavne metode istraživanja kristalnog stanja. Otkriće difrakcije rendgenskih zraka, za koje je Max Laue dobio Nobelovu nagradu, pokazalo je da kristal predstavlja periodičnu trodimenzionalnu difrakcijsku rešetku, tj. potvrdilo je ranije pretpostavke o pravilnoj unutrašnjoj građi kristala, kao i činjenicu da su rendgenske zrake elektromagnetski valovi kojima je valna duljina reda veličine periodičnosti u kristalu. Bragg (1913) zaključuje da se pojava difrakcijskih rendgenskih zraka u kristalu može protumačiti refleksijom zraka na skupovima mrežnih ravnina. Pojava refleksije na nekom skupu mrežnih ravnina (hkl) s međumrežnim razmakom d_{hkl} dogodit će se samo uz onaj kut θ_{hkl} između upadnog snopa zraka i skupa ravnina, za koji je razlika u hodu između zraka reflektiranih s dviju susjednih ravnina jednaka cijelom broju valnih duljina tj. uz uvjet poznat kao Braggov zakon: $2 d_{hkl} \sin \theta_{hkl} = n\lambda$. Rendgenska difrakcijska analiza od tada pa do danas ostaje glavna metoda istraživanja kristalnog stanja. Interferencijski efekti elastično raspršenog zračenja očituju se u određenim smjerovima oštrim maksimumima koji su posljedica difrakcije. Ti difrakcijski maksimumi, registrirani na filmu ili brojaču, su

difrakcijska slika određenog uzorka. Oni ovise u prvom redu o unutrašnjoj simetriji uzorka, a ne o njegovom kemijskom sastavu. Najjednostavniju sliku dat će kubične tvari. Smanjenjem simetrije i povećanjem jedinične ćelije progresivno će rasti i broj maksimuma u nekom uzorku. Svaka kristalna tvar ima svoju karakterističnu difrakcijsku sliku. Razvijeno je niz difrakcijskih metoda za istraživanje pojedinačnih kristala i polikristala.

Pri istraživanju mineralnih sirovina i keramika istražuju se uzorci u kojima se nalazi više minerala. U tom slučaju uzorak predstavlja prah u kojem su statistički orijentirani kristaliti dovoljno sitni da sve orijentacije budu približno jednako zastupljene u snopom obasjanom volumenu, od kojih će neke na difrakcijskim slikama dovesti do pojave nekoliko redova refleksa. Efekt difrakcije rendgenskih zraka na polikristalu (prahu), otkrili su 1916. g. P. Debye i P. Scherrer i nezavisno 1917. g. A. W. Hull (Slovenec, 2001). Kako je uzorak smjesa više različitih kristalnih tvari, svaka tvar daje svoje difrakcijske linije neovisno o ostalim tvarima, pa difrakcijska slika smjese predstavlja superpoziciju slika pojedinih tvari. Difrakcijska slika pojedine tvari uspoređuje se s difrakcijskim slikama smjese tvari. Difrakcijske slike amorfne tvari bitno se razlikuju od difrakcijskih slika kristalne tvari. One se sastoje od ekstremno širokog difuznog maksimuma raspršenog zračenja i međusobno se ne razlikuju za različite tvari, pa se ne mogu upotrijebiti za identificiranje. Zato difrakcijska slika pruža idealnu mogućnost da se kristalna tvar razlikuje od amorfne te da se odredi stupanj kristaliniteta neke tvari koja se nalazi između ta dva ekstrema.

Odlomci prapovijesne keramike vučedolske kulture su za potrebe ovog rada usitnjeni u mlinu s ahatnim prstenovima u prah, u svrhu mineraloških analiza globalnog uzorka. Manji odlomci usitnjeni su ručno u ahatnom tarioniku. Mineralni sastav uzoraka određen je primjenom rendgenske difrakcije na prahu pomoću Phillipsovog difraktometra s $\text{CuK}\alpha$ zračenjem, grafitnim monokromatorom, automatskim divergentnim slitom i 0.1° ulaznim slitom. Napon i jakost struje za generiranje rendgenskih zraka iznosili su: $U = 40 \text{ kV}$ i $I = 20 \text{ mA}$. Snimalo se u području 2 do $70^\circ 2\theta$.

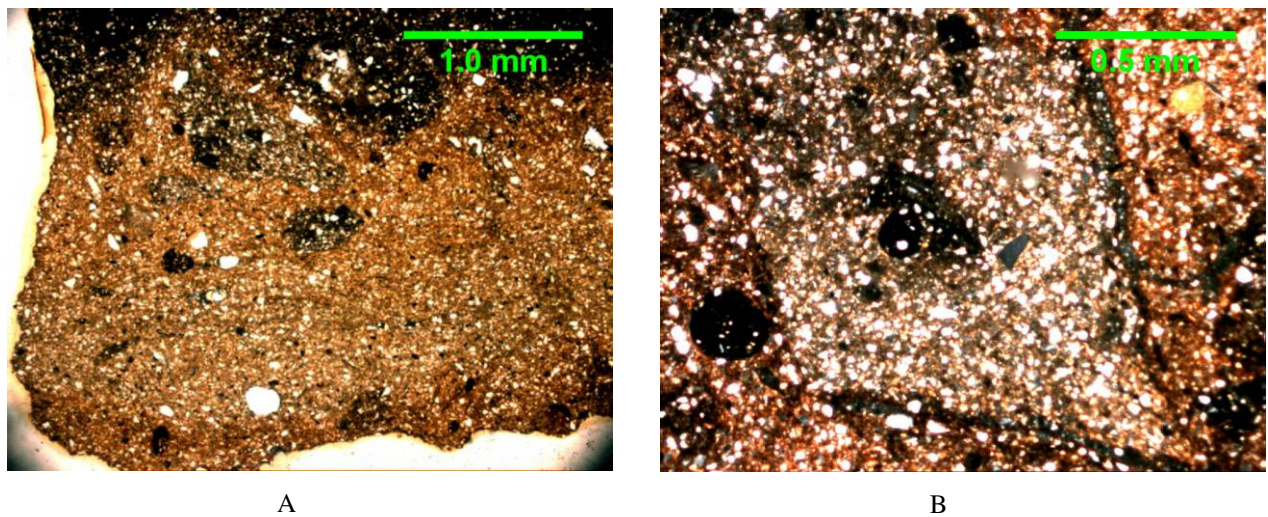
3.2. Rezultati

3.2.1. Rezultati mikroskopske analize

3.2.1.1. Lokalitet Ervenica

Uzorak N-245 (lab. broj 3824).

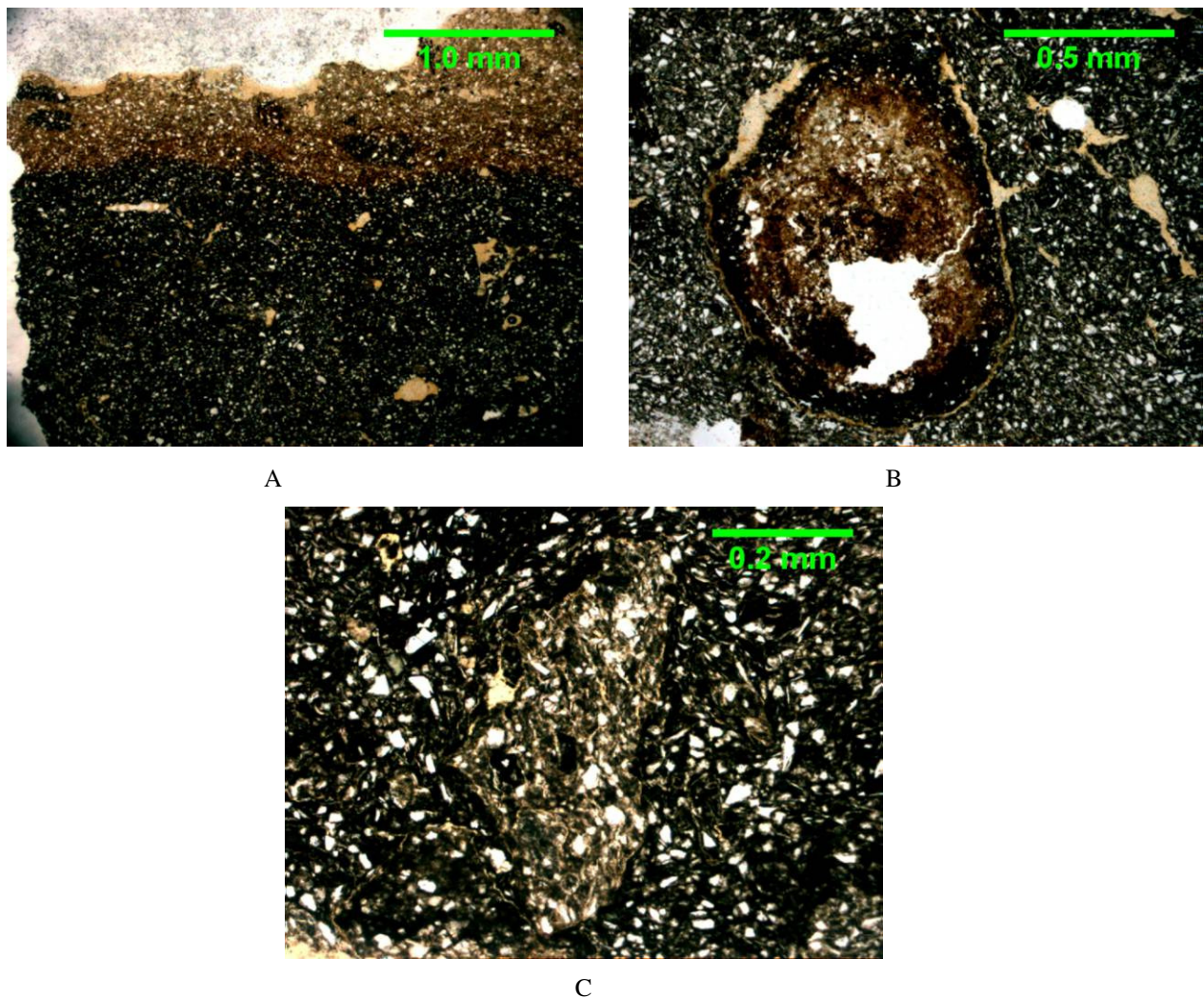
Vanjska i unutarnja stijenka keramike je oksidirana dok je unutrašnji dio neoksidiran. Oksidirani dijelovi su narančaste boje, a neoksidirana jezgra je smeđe do crne boje. Debljina vanjskog, oksidiranog dijela keramike iznosi 1,5-3,25 mm (Slika 3-1. A.) , a unutarnjeg 0,4-1,35 mm. Matriks je sitnozrnati te je karakteriziran sericitom tipičnog listićavog habitusa dimenzija do 0,05 x 0,15) mm i uglatim, loše sortiranim kvarcom dimenzija < 0,05 x 0,05 mm do 0,4 x 0,6 mm. Kao primjesa u preparatu uočava se grog (starije pečena keramika) dimenzija od (0,3 x 0,65 mm do 0,65 x 1,25 mm (Slika 3-1. B.). Grog se čest unutar preparata. Prisutan je i manji broj fragmenata rožnjaka/kvarcita dimenzija do 0,18 x 0,28 mm. Također su prisutna i dobro zaobljena, sferična organska zrna koja uklapaju u sebe materijal matriksa te manji glineni peleti (Slika 3-1. B).



Slika 3-1. Uzorak N-245. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan narančasti oksidacijski rub koji sadrži fragmente groga. B (ukršteni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan uglati grog oko kojeg se nalazi sustav pukotina. Grog u sebe uklapa crna, zaobljena organska zrna manjih dimenzija. Uočiti crno organsko zrno s vanjske strane groga.

Uzorak N-57 (lab. broj 3825).

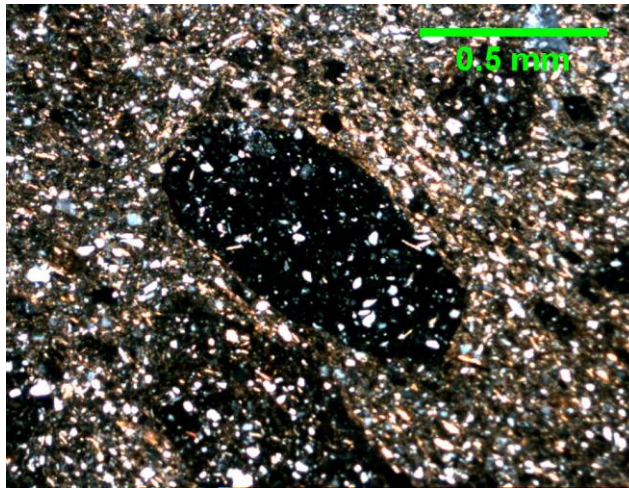
Vanjska stijenka analiziranog uzorka keramike je narančaste boje, tj. oksidirana je, dok je unutrašnjost tamno siva do crna (Slika 3-2. A.). Debljina vanjskog, oksidiranog dijela iznosi 0,55-1,5 mm. Matriks je homogen te obiluje sitnozrnatim uglatim do poluuglatim kvarcem i sericitom/muskovitom. Sporadično se javljaju i sitnokristalasta karbonatna agregatna zrna visokih interferencijskih boja dimenzija od 0,5 x 1,1 mm do 0,15x 0,3 mm. U preparatu se uočava grog dimenzija od 0,8 x 1,85 mm do 0,35 x 0,5 mm (Slika 3-2. C.). Prisutna su i dobro zaobljena organska zrna veličine od 0,75 x 1,5 mm do 0,15 x 0,15 mm (Slika 3-2. B.).



Slika 3-2. Uzorak N-57. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana vanjska oksidirana stijenka. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano zaobljeno organsko zrno koje je okruženo sa sustavom pukotina. C (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan uglati grog koji je svijetlije boje od okolnog crnog matriksa.

Uzorak N-221 (lab. broj 3826).

Matriks je tamno sive do crne boje. Asociran je sa sericitom i loše sortiranim, uglatim kvarcom. U preparatu se često uočava grog dimenzija od 0,75 x 1,25 mm do 0,35 x 0,35 mm (Slika 3-3. A.). U maloj količini je prisutan rožnjak/kvarcit dimenzija od 0,16 x 0,22 mm do 0,08 x 0,12 mm i plagioklas veličine do 0,1 x 0,12 mm. Unutar preparata se nalaze i organska zrna dimenzija 0,1 x 0,1 mm do 0,15 x 0,25 mm.

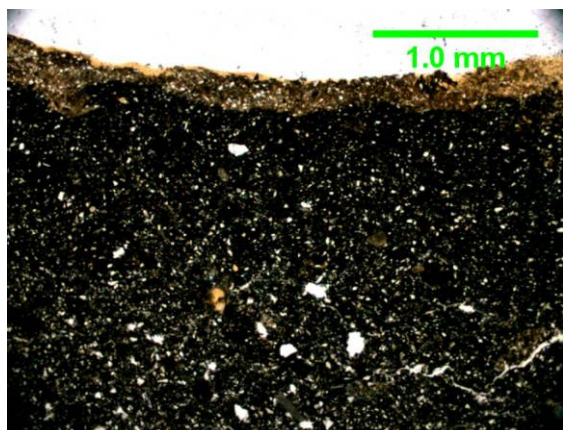


A

Slika 3-3. *Uzorak N-221. A (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji se uočavaju dva uglata i izdužena zrna groga.*

Uzorak N-365 (lab. broj 3827).

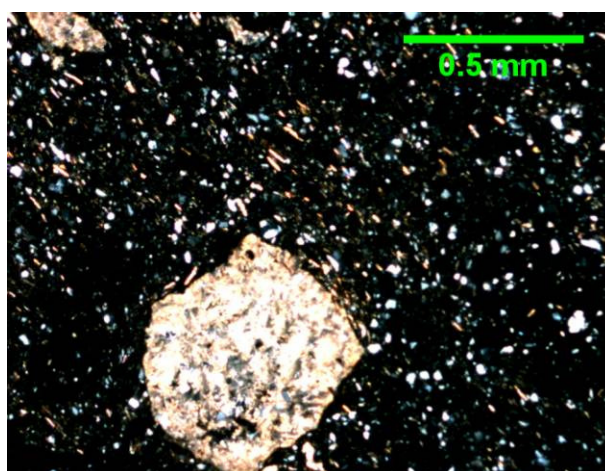
Na unutarnjoj i vanjskoj stijenci keramike uočava se svijetlo smeđi rub dimenzija 0,3-0,65 mm s oštrom granicom prema jezgri koja je tamnosive do crne boje (Slika 3-4. A.). Matriks je bogat loše sortiranim i uglatim kvarcom dimenzija od 0,15 x 0,2 mm do 0,8 x 0,9 mm te sericitom. U podređenom broju prisutan je kvarcit/rožnjak dimenzija od 0,18 x 0,36 mm do 0,06 x 0,08 mm. Unutar preparata uočavaju se sitnokristalasta karbonatna agregatna zrna i grog dimenzija od 0,6 x 1,35 mm do 0,25 x 0,55 mm (Slika 3-4. B i C.).



A



B

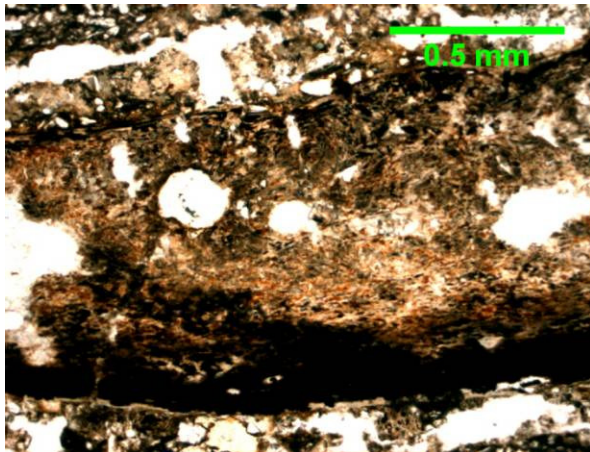


C

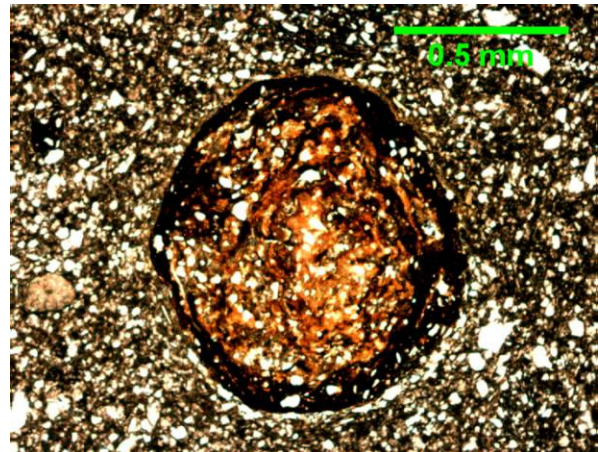
Slika 3-4. Uzorak N-365. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana svijetlo-smeđa stijenka s oštrim granicom prema jezgri keramike. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano sitnokristalasto karbonatno agregatno zrno. C (ukriženi nikoli) – Identična mikrofotografija kao i B samo u uvjetima ukriženim nikolima. Zapažaju se interferencijske boje viših redova.

Uzorak N-113 (lab. broj 3829).

Matriks je na vanjskom rubu preparata smeđe boje. Idući od ruba prema jezgri boja iz smeđe prelazi u tamnosivu do crnu. Matriks obiluje loše sortiranim, uglatim do poluuglatim kvarcom dimenzija od 0,08 x 0,14 mm do 0,02 x 0,04 mm i sericitom. Također se uočavaju sitnokristalasta karbonatna agregatna zrna dimenzija od 0,16 x 0,22 mm do 0,04 x 0,06 mm, kvarcit/rožnjak raspona dimenzija od 0,12 x 0,12 mm do 0,06 x 0,02 mm, plagioklas, grog dimenzija od 0,4 x 0,75 mm do 0,6 x 0,75 mm te zaobljena organska zrna (Slika 3-5. B). Uz rub preparata uočava se izduženo neidentificirano zrno veličine 0,6 x 3,95 mm (Slika 3-5. A.)



A

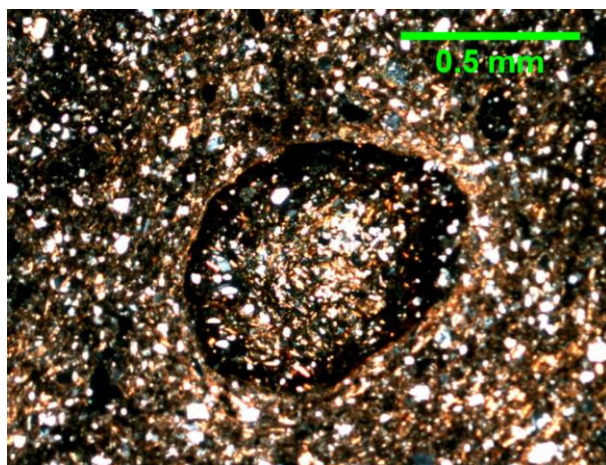


B

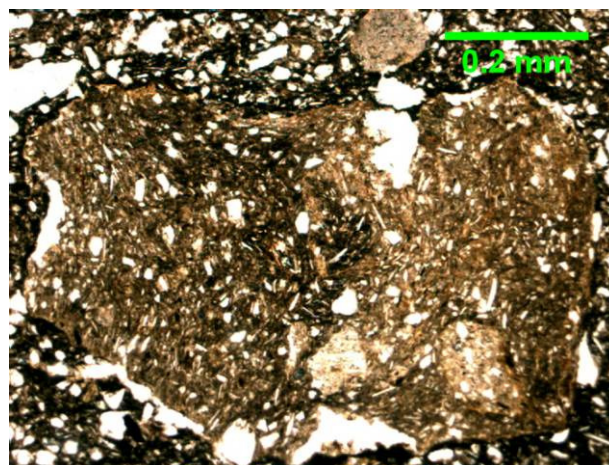
Slika 3-5. *Uzorak N-113. A (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano neidentificirano izduženo zrno. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano zaobljeno i sferično organsko zrno s uklopljenim mariksom. Uočiti sustav pukotina oko organskog zrna.*

Uzorak N-82 (lab. broj 3833).

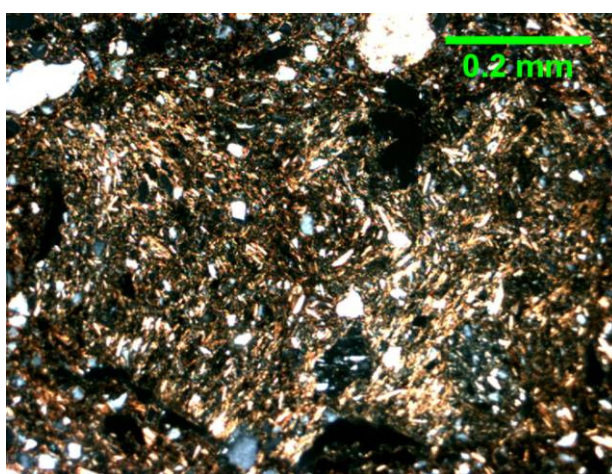
Matriks je tamnosmeđe do crne boje. Asociiran je s loše sortiranim kvarcom i sericitom. U podređenom broju u keramici su prisutni i fragmenti kvarcita/rožnjaka dimenzija od 0,35 x 0,2 mm do 0,2 x 0,15 mm, zatim sitnokristalasto karbonatno agregatno zrno, plagioklas dimenzija od 0,04 x 0,06 mm do 0,08 x 0,1 mm te zaobljena organska zrna (Slika 3-6. A.). Preparat je bogat grogom veličine do 1,05 x 3,1 mm. Pojedina zrna groga sadrže matriks drugačije strukture od okolnog matriksa te sustav pukotina koji ih okružuje. Zanimljivo je za uočiti grog manjih dimenzija uklopljen u većem grogu (Slika 3-6. B i C.).



A



B

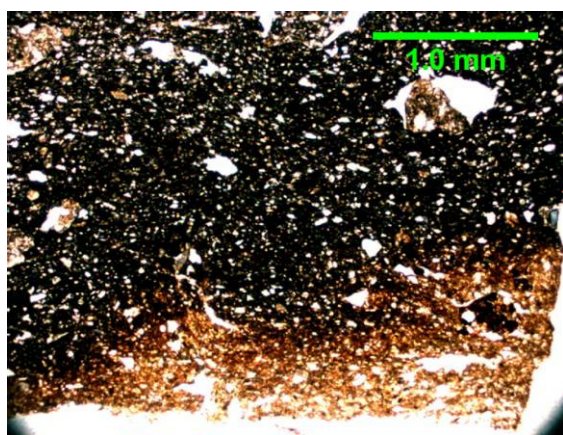


C

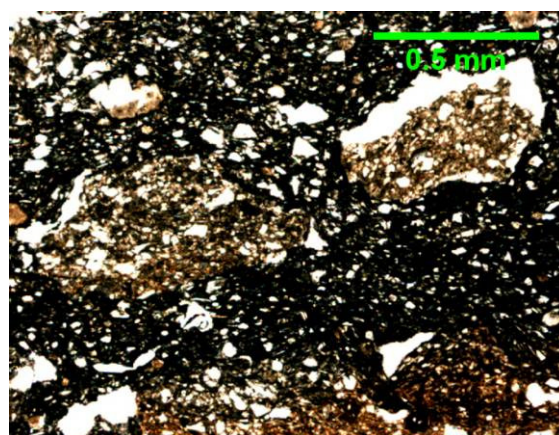
Slika 3-6. *Uzorak N-82. A (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano zaobljeno organsko zrno s uklopljenim matriksom. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazan grog koji unutar svojih granica, u donjem desnom dijelu velikog zrna, sadrži dva uglata groga manjih dimenzija koja su starija od groga koji ih uklapa. Uočiti sustav pukotina uokolo velikog zrna groga. C (ukriženi nikoli). Idenična mikrofotografija kao i B samo među ukriženim nikolima.*

Uzorak N-90 (lab. broj 3834).

Vanjska i unutarnja stijenka keramike su narančaste do smeđe boje, tj. oksidirane su (Slika 3-7. C.). Debljine stijenki ne odgovaraju stvarnim debljinama jer je prilikom izrade preparata došlo do pucanja i otkidanja pojedinih dijelova. Jezgra uzorka je tamnosmeđe do crne boje. Matriks obiluje loše sortiranim, uglatim kvarcom do dimenzija 0,14 x 0,16 mm te sericitom/muskovitom. U podređenom broju prisutan je rožnjak/kvarcit do veličine 0,14 x 0,24 mm. Grog je svijetlije boje od okolnog matriksa, a veličina mu iznosi do maksimalno 0,45 x 1,1 mm (Slika 3-7. C.).



A



B

Slika 3-7. Uzorak N-90. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska oksidirana stijenka keramike. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji se ističu dva veća fragmenta groga, svjetlije boje od okolnog matriksa te su okružena sustavom pukotina.

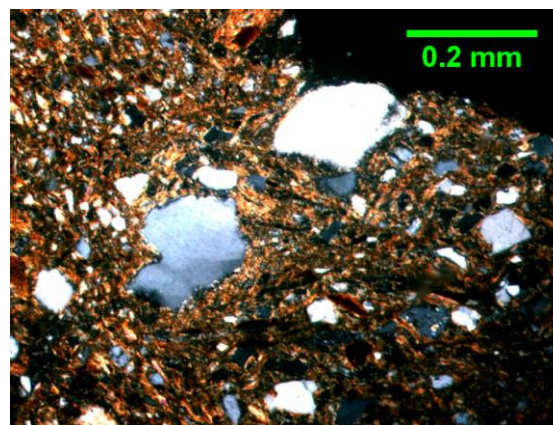
3.2.1.2. Lokalitet Damića gradina

Uzorak N-1656 (lab. broj 3879).

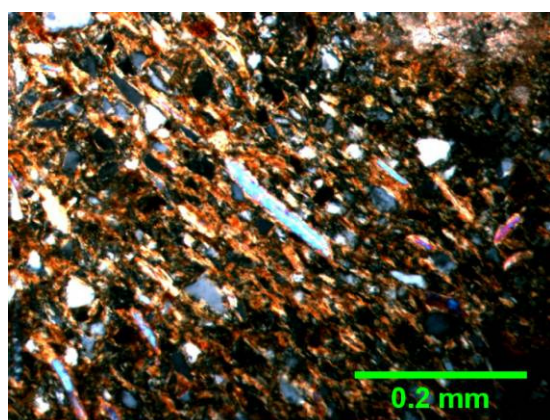
Debljina vanjske oksidirane stijenke analiziranog uzorka iznosi 1,2-2,08 mm (Slika 3-7. A.). Matriks obiluje loše sortiranim, uglatim kvarcom raspona veličine do maksimalno 0,24 x 0,28 mm te loše sortiranim sericitom/muskovitom do maksimalne veličine 0,08 x 0,32 mm (Slika 3-7. C.). Na većim zrnima kvarca može se uočiti undulozno potamnjenje među ukriženim nikolima (Slika 3-7. A i B.). Grog se često javlja unutar preparata. Izrazito je uglat te često sadrži uklopljena veća zrna kvarca u usporedbi s okolnim matriksom (Slika 3-7. D.). Raspon veličine groga iznosi od 0,16 x 0,28 mm do 1,68 x 2,32 mm.



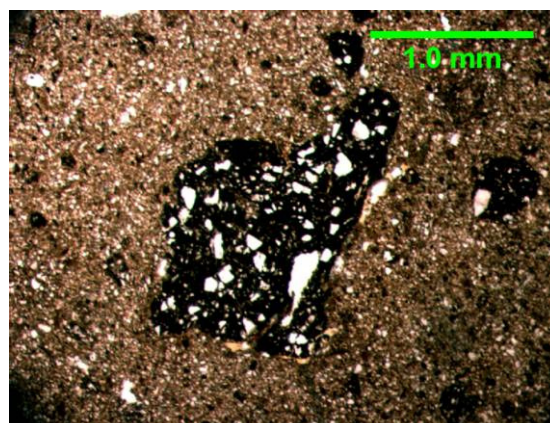
A



B



C

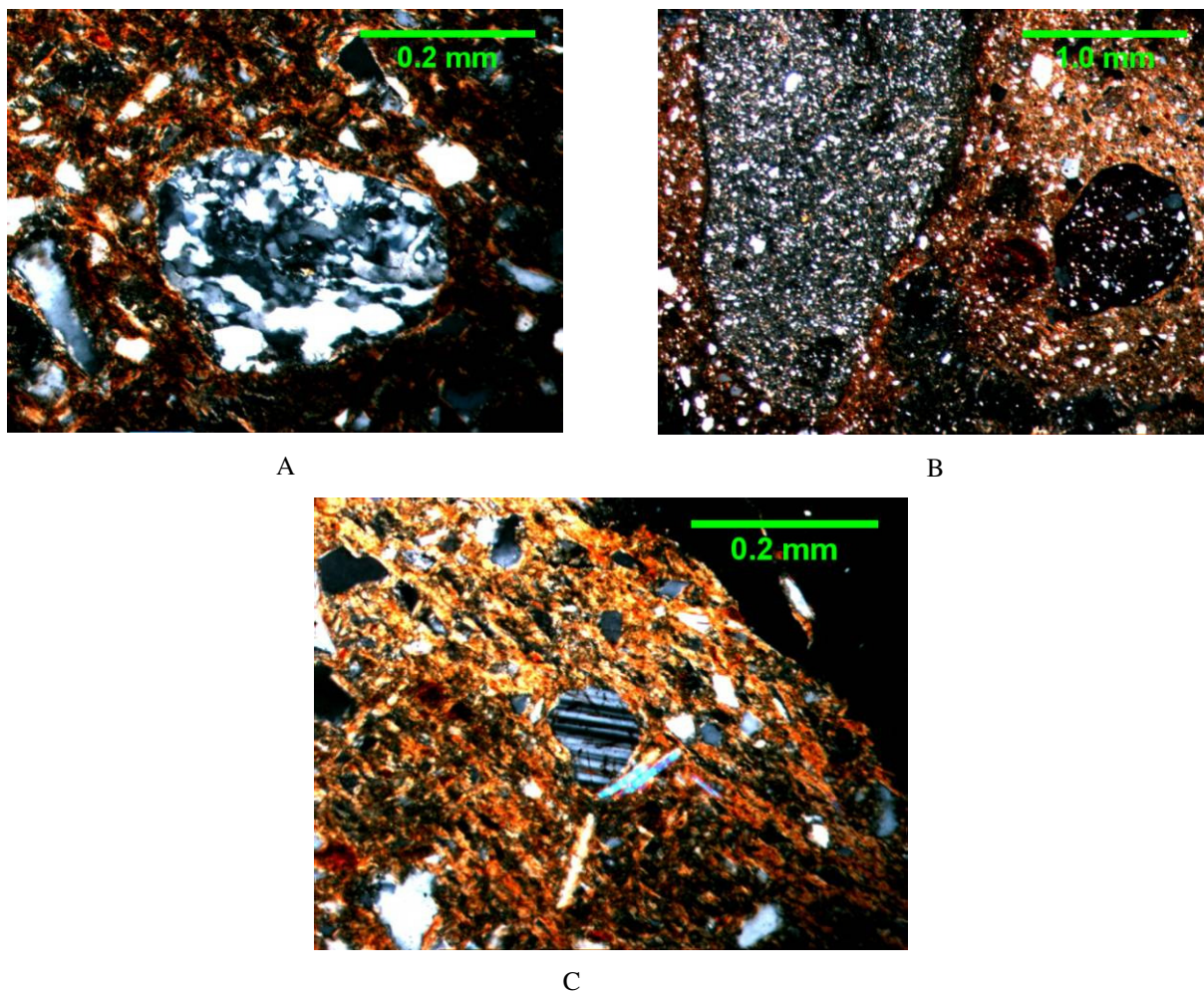


D

Slika 3-7. Uzorak N-1656. A (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana vanjska, oksidirana stijjenka. B (ukriženi nikoli) – Na mikrofotografiji su prikazana dva relativno veća zrna kvarca s tipičnim unduloznim potamnjenjem. C (ukriženi nikoli)- U središtu mikrofotografije zapaža se visoko interferirajući, izduženi muskovit. D (paralelni nikoli)- U središtu mikrofotografije nalazi se crni grog s uklopljenim kvarcom

Uzorak N-1679 (lab. broj 3880).

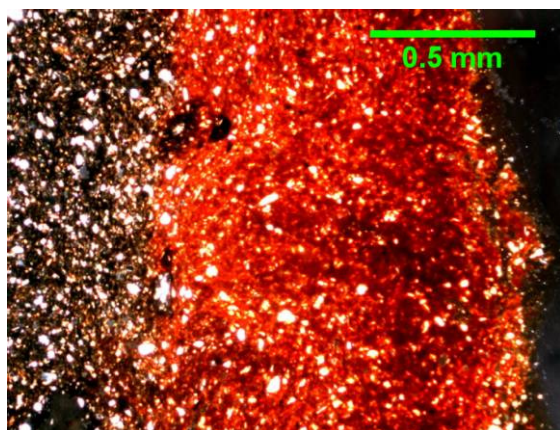
Cjeloviti presjek okarakteriziran je narančasto-smeđom bojom što upućuje na vladanje oksidacijskih uvjeta tijekom cijelokupne faze pečenja keramike. Uzorak je poprilično heterogene strukture. Matriks je bogat uglatim, loše sortiranim kvarcom do maksimalne veličine koja iznosi 0,22 x 0,26 mm, zatim sericitom/muskovitom do maksimalne veličine 0,02 x 0,22 mm. U podređenoj količini prisutan je kvarcit do dimenzija od 0,22 x 0,32 mm (Slika 3-8. A.), pokoje zrno plagioklasa (Slika 3-8. C.). Sporadično se javljaju i dobro zaobljena i sferična organska zrna (Slika 3-8. B.). Grog je širokog raspona dimenzija do maksimalne veličine od 2,4 x 6,56 mm (Slika 3-8. B.).



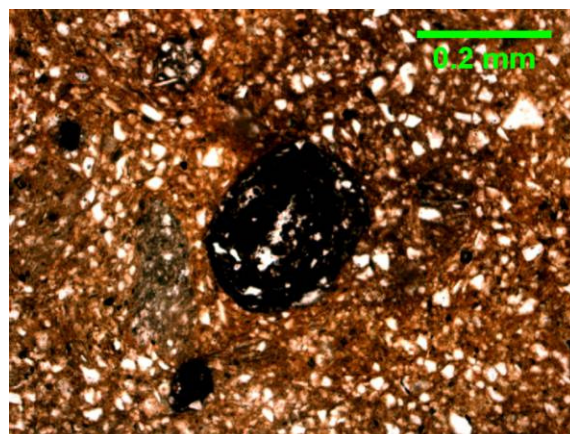
Slika 3-8. Uzorak N-1679. A (ukriženi nikoli) – U središtu mikrofotografije je prikazan odlomak kvarcita. B (ukriženi nikoli) – Lijevu polovicu mikrofotografije okupira dio velikog zrna groga, dok se na desnoj polovici može uočiti nekolicina dobro zaobljenih crnih do crno-crvenih organskih zrna. C (ukriženi nikoli) - U središtu mikrofotografije nalazi se plagioklas s polisintetskim sraslačkim lamelama.

Uzorak N-1700 (lab. broj 3881).

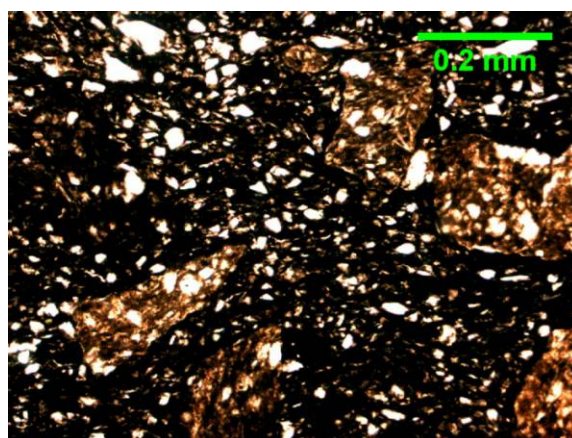
Debljina vanjskog oksidiranog segmenta stijenke iznosi 0,96 - 1,92 mm. Boja mu je izrazito narančasta do crvena (Slika 3-9. A.). Unutrašnjost preparata je crne boje. Matriks obiluje loše sortiranim, uglatim do poluuglatim kvarcom dimenzija do 0,14 x 0,24 mm. U podređenoj količini prisutan je sericit/muskovit, pokoji odlomak kvarcita dimenzija do 0,12 x 0,28 mm te dobro zaobljena organska zrna dimenzija do 0,16 x 0,18 mm (Slika 3-9. B.). Grog je u analiziranoj keramici rijedak , a maksimalna veličina je iznosa 0,68 x 1,08 mm (Slika 3-9. C.).



A



B

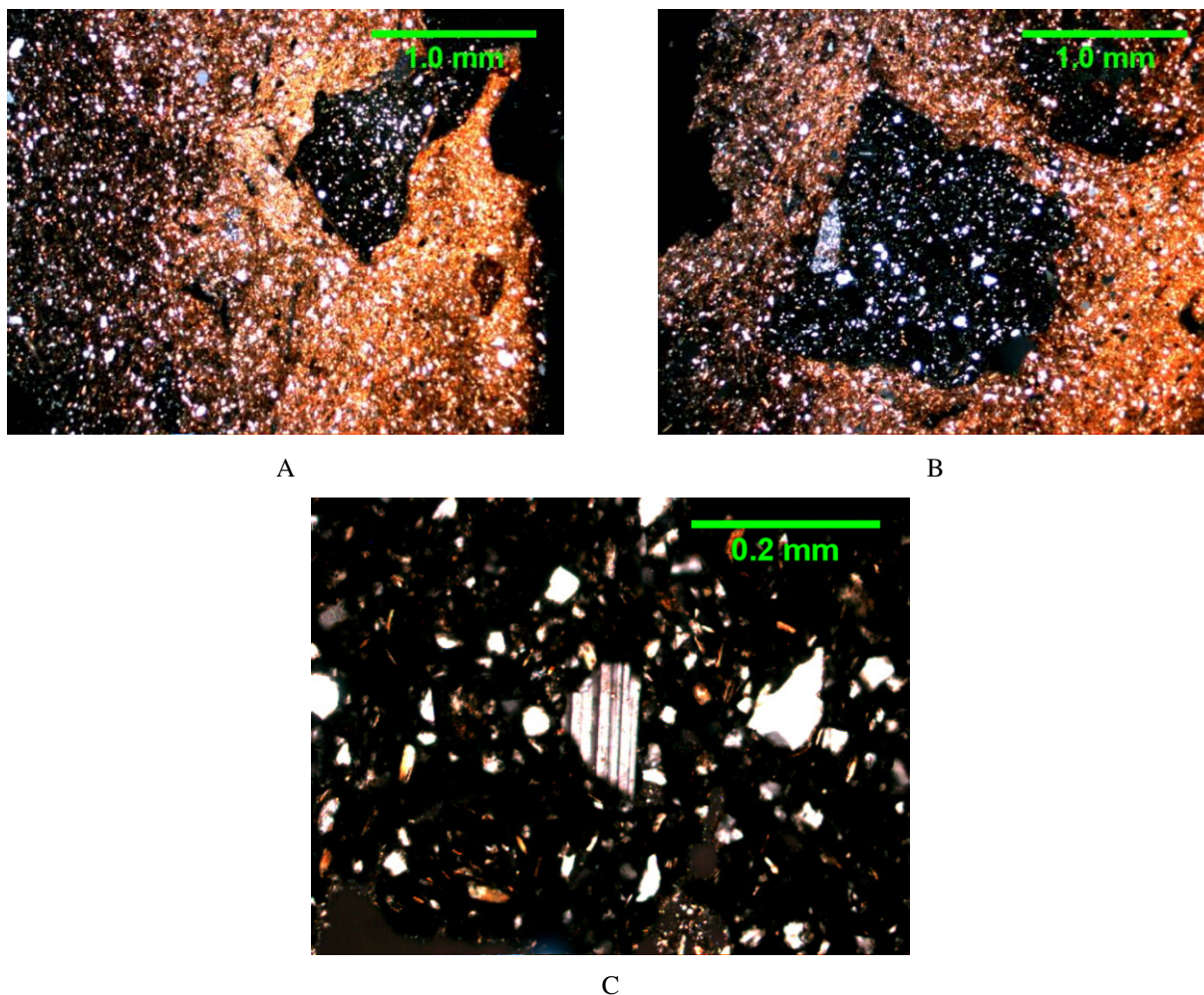


C

Slika 3-9. *Uzorak N-1700. A (ukriženi nikoli) – Interferencijske boje vanjskog ruba stijenke su prekrivene s jakim narančasto-crvenom vlastitom bojom. B (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazano crno, dobro zaobljeno organsko zrno. C (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji su prikazana zrna groga koja se od crnog matriksa razlikuju po svjetlijoj boji te uglatim granicama.*

Uzorak N-1976 (lab. broj 3882).

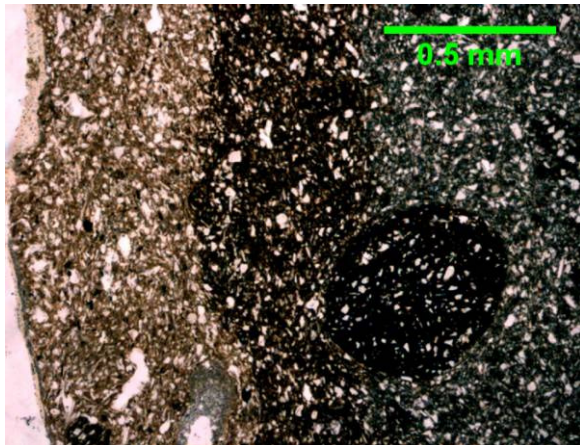
Debljina vanjskog, oksidiranog segmenta stijenke je 2-3,8 mm (Slika 3-10. A.). Unutrašnjost keramike je smeđe do crne boje. Matriks je bogat loše sortiranim, uglatim do poluuglatim kvarcom do maksimalne veličine od 0,18 x 0,24 mm te muskovitom/sericitom. Kvarcit/rožnjak je u preparatu rijedak, a veličina mu varira od 0,1 x 0,1 mm do 0,18 x 0,32 mm. Grog je crne boje s uklopljenim matriksom, a veličina mu je do maksimalno 2,3 x 2,8 mm (Slika 3-10. B.). Organska zrna su rijetka. Dimenzije su im u rasponu od 0,5 x 0,6 do 0,85 x 1,1 mm. Plagioklas se javlja sporadično te posjeduje polisintetske sraslačke lamele (Slika 3-10. C.).



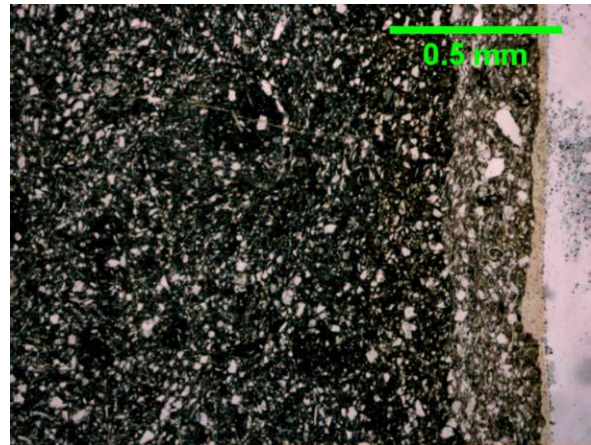
Slika 3-10. *Uzorak N-1976. A (ukriženi nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska, oksidirana stijenka uzorka s uklopljenim crnim, uglatim fragmentom groga koji se nalazi u gornjem, desnom kutu. B (ukriženi nikoli) – U središtu mikrofotografije se nalazi veliko zrno groga s uklopljenim izduženim fragmentom rožnjaka na lijevom rubu groga. C (ukriženi nikoli) – U središtu mikrofotografije se nalazi plagioklas s polisintetskim sraslačkim lamelama.*

Uzorak N-1986 (lab. broj 3884).

Unutarnja stijenka je svijetlo-smeđe boje debljine 0,4 x 0,9 mm. Zatim slijedi sloj smeđe do crvene boje debljine 0,4 x 1,0 mm (Slika 3-11. A.). Nakon toga slijedi jezgra tamnosive do crne boje. Vanjska stijenka analizirane keramike je svijetlo-smeđa (Slika 3-11. B.). Matriks je asociiran s loše sortiranim, poluuglatim do uglatim kvarcom do dimenzija 0,08 x 0,1 mm, sericitom/muskovitom. Grog je rijedak. Sporadnično se u preparatu javljaju organska zrna do maksimalne veličine od 0,68 x 0,84 mm (Slika 3-11 . A.).



A

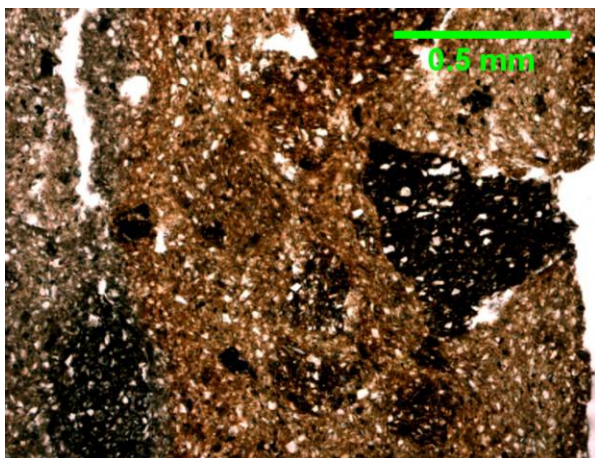


B

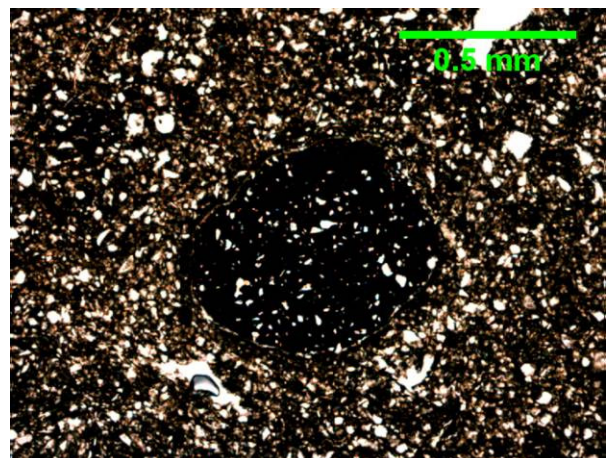
Slika 3-11. *Uzorak N-1986. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana unutarnja stijenka keramike. U donjem desnom kutu nalazi se dobro zaobljeno organsko zrno s uklopljenim matriksom. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazana vanjska stijenka keramike.*

Uzorak N-1980 (lab. broj 3883).

Debljina vanjskog, oksidiranog dijela iznosi 0,8 -1,95 mm (Slika 3-12. A.). Matriks obiluje sericitom i poluuglatim do uglatim kvarcom do maksimalne dimenzije 0,12 x 0,2 mm. U uzorku se može uočiti i pokoje zrno kvarcita do veličine 0,26 x 0,28 mm. Također je prisutan manji broj organskih zrna do veličine 1,15 x 1,35 mm (Slika 3-12. B.) te grog dimenzija od 0,75 x 0,75 mm do 0,55 x 1,26 mm (Slika 3-12. A.).



A

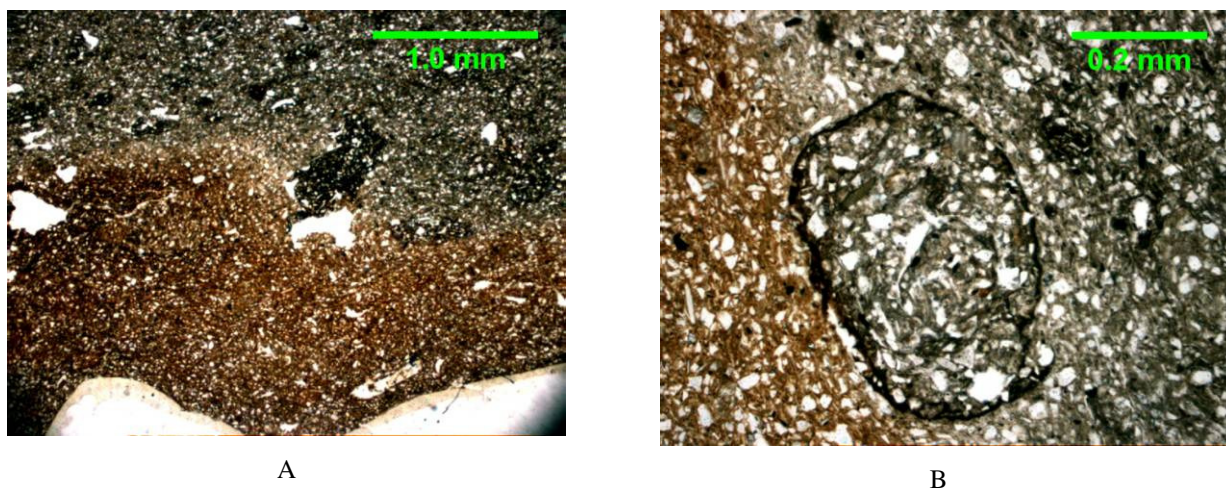


B

Slika 3-12. *Uzorak N-1980. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska stijenka keramike, narančaste boje unutar koje, na desnom rubu, možemo zamijetiti uglati grog crne boje. B (paralelni nikoli) – U sredini mikrofotografije nalazi se dobro zaobljeno organsko zrno s uklopljenim matriksom.*

Uzorak N-80 (lab. broj 3828).

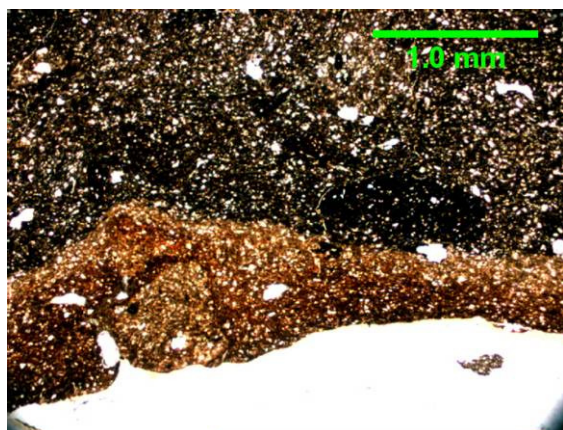
Vanjski oksidirani rub iznosi 0,85-2,05 mm (Slika 3-13. A.), dok je debljina unutarnjeg oksidiranog ruba 0,45-0,75 mm. Matriks je bogat sericitom/muskovitom i poluuglatim do uglatim kvarcom veličine do 0,1 x 0,15 mm. Grog se nalazi u uglatoj formi, različite strukture od okolnog matriksa. Organska zrna su u preparatu rijetka (Slika 3-13. B.).



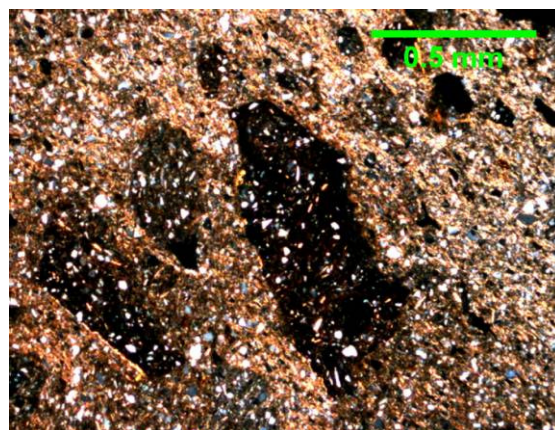
Slika 3-13. *Uzorak N-80. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska,oksidirana stijenka keramike. B (paralelni nikoli) – Na mikrofotografiji je prikazano nepotpuno izgorjelo organsko zrno.*

Uzorak N-81 (lab. broj 3831).

Vanjska oksidirana stijenka narančaste je boje (Slika 3-14. A.). Debljina stijenke iznosi 0,35-1,3 mm. Unutarnja stijenka je gotovo crne boje na jednom dijelu preparata dok je na drugom dijelu narančaste s postupnim prijelazom prema tamnosmeđoj do crnoj jezgri. Unutar matriksa, dominantnu frakciju minerala čine poluuglati do uglati kvarc veličine do 0,15 x 0,4 mm te sericit/muskovit. U podređenom broju prisutna su zrna kvarcita do veličine 0,12 x 0,18 mm, pokoje organsko zrno te mineral plagioklasa. Grog se javlja u više različitih struktura i boja do maksimalne veličine 0,45 x 1,4 mm (Slika 3-14. B.).



A

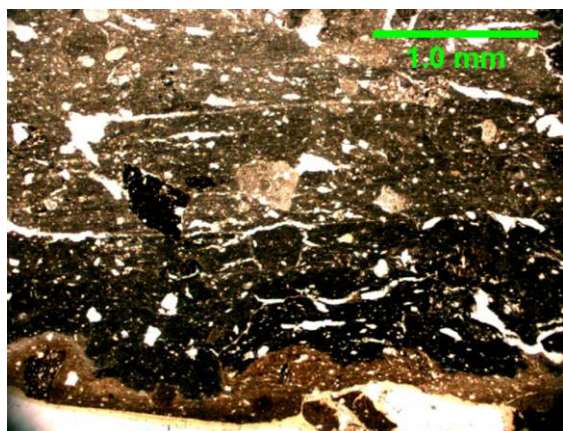


B

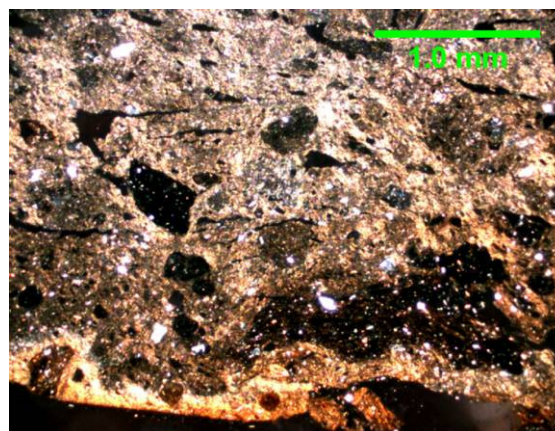
Slika 3-14. *Uzorak N-81. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji je prikazana vanjska oksidirana stijenka keramike. B (ukršteni nikoli) – Na mikrofotografiji su prikazana tri veća zrna groga crne do tamnosmeđe boje.*

Uzorak N-64 (lab. broj 3832).

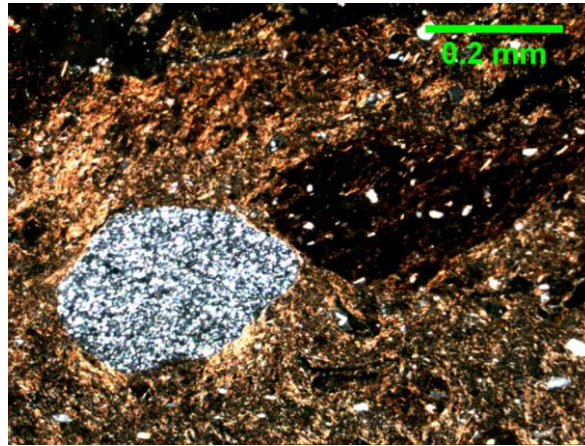
Uzorak se svojom heterogenošću, strukturno i teksturno razlikuje od preostalih uzoraka. Heterogenost se jasno zapaža među ukriženim nikolima. Preparat sadrži mnogobrojne pukotine (Slika 3-15. A i B.). Siromašan je kvarcom i sericitom. Sporadično se javlja pokoje zrno kvarcita šivane strukture, zatim kvarca, K-feldspata dimenzija 0,3 x 0,5 mm te rožnjaka u kojem se jasno uočavaju rekristalizirana zrna kvarca pod kutem od 120 stupnjeva. Rožnjak je dimenzija 0,35 x 0,55 mm (Slika 3-15. C.). Grog se javlja u različitim bojama i strukturama do veličine 0,4 x 0,8 mm. Unutrašnjost uzorka je tamno smeđe do crne boje.



A



B

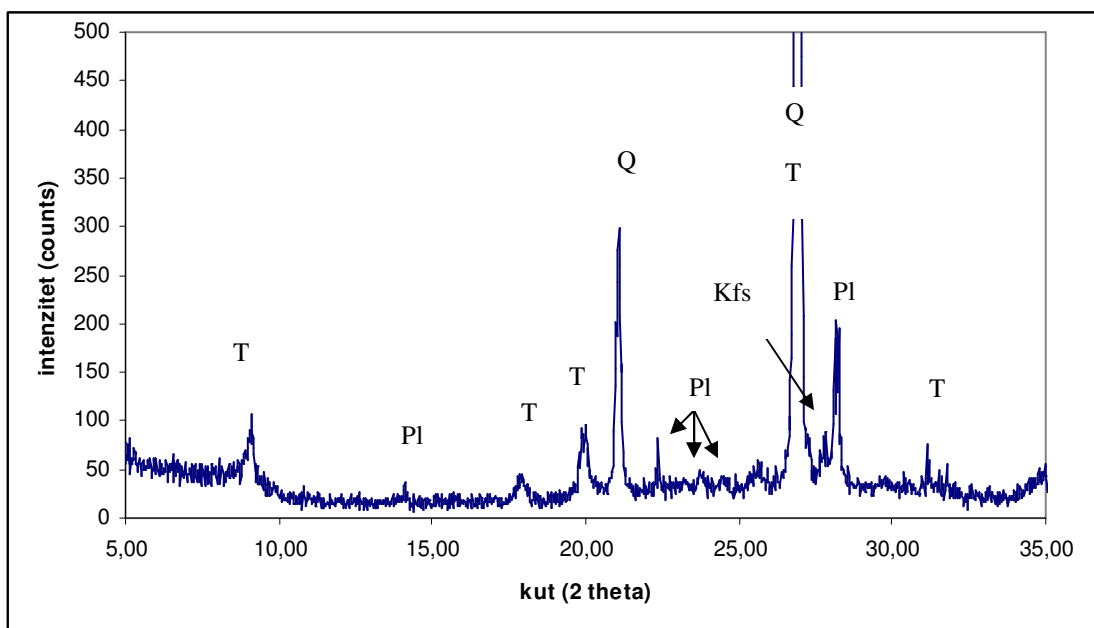


C

Slika 3-15. *Uzorak N-64. A (paralelni nikoli)- Na mikrofotografiji su prikazane mnogobrojne pukotine koje prožimaju cijeli uzorak. B (ukriženi nikoli) –Mikrofotografija istovjetna mikrofotografiji A, ali je promatrana među ukriženim nikolima.Vidljivi su mnogobrojni uglati fragmenti groga. C (ukriženi nikoli) – U donjem, lijevom dijelu mikrofotografije nalazi se fragment rožnjaka, a pokraj njega u gornjem, desnom dijelu crni fragment groga.*

3.2.2. Rezultati rendgenske analize keramičkih uzoraka

Kvalitativni mineralni sastav ulomaka keramike podvrgnutih rendgenskoj difrakcijskoj analizi dobiven je interpretacijom difraktograma uzoraka prikazanih u prilogu 2. Uzorci su istog mineralnog sastava, a razlikuju se uglavnom u udjelu pojedinih mineralnih faza. Sadrže kvarc, tinjčasti mineral, te različite udjele plagioklasa i K-feldspata. Iako su u mikroskopskim preparatima u nekim uzorcima utvrđena mikrokristalasta karbonatna zrna, na temelju difraktograma se ne može potvrditi prisustvo karbonata, iako postoje naznake prisutnosti kalcita. Sumnje u postojanje klinopiroksena na temelju mikroskopske analize nisu potvrđene rendgenskom difrakcijom. Na slici 3-16 prikazan je karakterističan dio difraktograma jednog od uzoraka.



Slika 3-16. Difraktogram praha ulomka keramike (lab. broj 3824). Legenda: T – tinjčasti mineral; Q – kvarc; Pl – plagioklas; Kfs – K-feldspat.

4. DISKUSIJA

Kombinacijom metode petrografskog mikroskopa i rendgenske analize na prahu, određen je mineralni sastav keramike, struktura i tekstura, zastupljenost pojedinih mineralnih faza te je pretpostavljena atmosfera pečenja i prisutstvo primjesa.

Petrografska analiza ulomaka keramike s lokaliteta Ervenica i Damića gradine nije razdvojila uzorke keramike u grupe različitih teksturnih, strukturnih i mineralnih karakteristika jer ulomci s oba lokaliteta ne pokazuju značajne razlike. Dva preparata veličinom zrna i teksturom odudaraju od ostalih uzoraka (lab. br. 3880 - slika 3-8. i 3832 – slika 3-15). Uzorak 3880 sadrži više primjesa relativno većih dimenzija od istih u ostalim uzorcima dok 3832 ima izrazito heterogenu strukturu i teksturu te sadrži brojne pore izdužene paralelno rubu stijenske. Pore izgledom upućuju na sekundarne pore i posljedica su migracije plinova prilikom pečenja keramike (Velde, 1999).

U mikroskopskim izbruscima su uočena zaobljena organska zrna. Unutrašnjost (jezgra) preparata je tamno-smeđe, sive do crne boje dok pojedini uzorci pokazuju svijetlo smeđu do narančasto-crvenu vanjsku i/ili unutrašnju stijenku. Prema Piconu (1973) takve strukture su posljedica pečenja u redukcijskim uvjetima s krajnjim stadijem hlađenja u oksidacijskoj atmosferi. No, zbog starosti keramike ne smije se zanemariti mogućnost promjene boje prilikom oksidacije/trošenja u tlu. Uobičajeno je da pečenje pri visokim temperaturama stvara oksidacijsku atmosferu. Takva atmosfera uzrokuje transformaciju prisutnog reduciranog željeza Fe^{2+} u oksidirano stanje Fe^{3+} . Ako se koristi loše gorivo, može se dogoditi da organska materija ne sagori do kraja i u tom slučaju željezo neće oksidirati. U glinama koje su porijeklom iz tla, jedna od glavnih komponenti je organska materija. Također, glinom bogate sedimentne stijene sadrže prirodno visoki postotak organske tvari. Boja materijala iz takvih izvora je izvorno siva do crna. Pečenjem keramike u oksidacijskoj atmosferi, boja se mijenja u crvenu ili smeđu. Ako je keramika pečena nedovoljno dugo kako bi cijela smjesa oksidirala, vanjski rubovi će biti crveni do smeđi, a unutrašnjost (jezgra) će ostati siva do crna (Velde, 1999). Važno je uzeti u obzir i slučaj kada je samo vanjska stijenska oksidirana, a unutarnja neoksidirana. Takvo stanje se može postići tako da se posuda koja se peče položi otvorom prema dolje. Na taj način unutrašnjost posude prilikom pečenja ostaje neoksidirana jer vrući zrak ne može doprijeti do unutrašnjosti iako je temperatura s unutarnje strane jednaka kao i s vanjske strane (Velde, 1999).

Prema karakterističnim mikrofiziografskim osobinama minerala, u uvjetima paralelnih i ukriženih nikola, determinirani su sljedeći minerali prema zastupljenosti: kvarc,

mineral iz skupine tinjaca, K-feldspat i plagioklas, sporadično i čestice stijene (kvarcit/rožnjak). U svim preparatima je također uočen mineral izometričnog habitusa, visokog reljefa, visokih interferencijskih boja s ponegdje izraženim slabim pleokroizmom. Zbog malih dimenzija nije bilo moguće sa potpunom sigurnošću odrediti mineral. Iz navedenih osobina pretpostavljeno je da se radi o klinopiroksenu. Ukoliko je riječ o klinopiroksenu, potrebno bi bilo utvrditi da li se radi o mineralu koji je bio prirodni konstituent sirovine (lesa) iz koje je izrađivana keramika ili je nastao kao produkt pečenja pri visokim temperaturama. Pored klinopiroksena determinirana su i sitnokristalasta karbonatna agregatna zrna. Njihovo porijeklo se može povezati s termalnom dekompozicijom karbonatnih mikrofosila, njihovom naknadnom transformacijom u CaO te finalnom rekristalizacijom tijekom faze hlađenja (Montana et al., 2008).

Matriks obiluje homogeno raspoređenim, sitnozrnatim subangularnim do angularnim kvarcom te listićavim mineralom iz skupine tinjaca. Uglatost minerala se ne smije jednoznačno uzimati kao dokaz koji upućuje na antropogeni utjecaj dodavanja primjese u sastav keramičke smjese. U ovom slučaju, unimodalna raspodjela kvarca i tinjca unutar matriksa te uglatost kvarca upućuju na to da su minerali prirodna sastavnica sirovine te da je izvorište materijala bilo relativno blizu lokacije s koje je materijal pridobivan za pripremu glinene smjese. U principu, što su zrna dulje transportirana, to su više zaobljena.

Kao umjetno dodana primjesa, u keramici je često prisutan srednje do krupnozrnati grog (zdrobljena, pečena keramika). Boja i struktura mu je različita u ovisnosti o sastavu ranije pečene keramike. Razlika u boji između groga i okolnog matriksa pomaže u njegovoj identifikaciji. Obično je uglat i okružen porama koje su nastale prilikom faze sušenja kao posljedica kontrakcije vlažne i plastične gline oko inertnog groga (Alex et al., 1997). Grog je idealna primjesa jer ima vrlo slične fizikalne osobine termalne ekspanzije i kemijske karakteristike kao i glina. Idealan je za podešavanje plastičnosti keramičke smjese (Velde, 1999). Unutar pojedinih većih fragmenata groga može se uočiti uklopljeni, stariji grog manjih dimenzija (slika 3-6.) što ukazuje na recikliranje materijala (Alex et al., 1997.)

Mineraloška analiza uzoraka keramike je provedena metodom XRD. Ova metoda je najvažnija i najpouzdanija metoda za mineralošku analizu glinovitih materijala koji su osnovna sirovina u izradi keramike. Prednost ove analize je jednoznačna i direktna odredba pojedinih minerala glina, što nije moguće drugim fizikalnim metodama, osobito kada se radi o polifaznim smjesama.

5. ZAKLJUČAK

Kombinacijom metode petrografskog mikroskopa i rendgenske analize na prahu, određen je mineralni sastav keramike, struktura i tekstura, zastupljenost pojedinih mineralnih faza te je pretpostavljena atmosfera pečenja i prisutstvo primjesa. Analizirano je 14 mikroskopskih preparata izrađenih od 7 keramičkih ulomaka iz Ervenice i 20 mikroskopskih preparata izrađenih od 10 keramičkih ulomaka iz Damića gradine te je 17 keramičkih ulomaka smljeveno u ahatnom mlinu u prah za rendgensku difrakciju. Optičkom mikroskopijom i rendgenskom analizom utvrđen je sljedeći mineralni sastav keramike: kvarc, mineral iz skupine tinjaca, K-feldspat i plagioklas te sitnokristalasta karbonatna agregatna zrna i klinopiroksen (?), sporadično i čestice stijene (kvarcit/rožnjak). U preparatima je determiniran i srednje do krupnozrnati grog (zdrobljena, pečena keramika) koji se dodavao u glinenu smjesu radi poboljšavanja njenih svojstava. Unimodalna raspodjela kvarca i tinjaca unutar matriksa te uglatost kvarca upućuju na to da su minerali prirodna sastavnica sirovine te da je izvorište materijala bilo relativno blizu lokacije s koje je materijal pridobivan za pripremu glinene smjese. Analizom mikroskopskih izbrusaka su uočena i zaobljena organska zrna. Unutrašnjost iliti jezgra preparata je tamno-smeđe, sive do crne boje dok pojedini uzorci pokazuju svijetlo smeđu do narančasto-crvenu vanjsku i/ili unutrašnju stijenku. Navedene strukture su nastale kao posljedica pečenja u redukcijским uvjetima s krajnjim stadijem hlađenja u oksidacijskoj atmosferi ili kao posljedica trošenja.

6. ZAHVALE

Zahvaljujem svima koji su na bilo koji način doprinjeli izradi ovog znanstvenog rada. Posebno se zahvaljujem svojoj mentorici Doc. dr. sc. Marti Mileusnić na pruženom znanju, vremenu i brojnim konzultacijama, bez čije pomoći i vodstva izrada ovog rada nebi bila moguća. Htio bi se zahvaliti još i Dr. Branimiru Šegviću koji me je upoznao s tematikom primjene geologije u arheološkim istraživanjima, Ini Miloglav na ustupljenim uzorcima i arheološkim podacima te tehničarima Nadi Čegec, Branki Prši i Mariu Valentu.

7. POPIS LITERATURE

BOGNAR, A. 1994. Na vukovarskoj lesnoj zaravni. Vukovar – vjekovni hrvatski grad na Dunavu, str. 25-48, Zagreb.

BRAGG W.L., 1913. *The Diffraction of Short Electromagnetic Waves by a Crystal*. Proc. Cambridge Phil. Soc., 17, 43-57.

BRUNŠMID, J., 1902. Colonia Aurelia Cibalae. Vijesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku n.s. VI, , str. 117-166, Zagreb.

DIMITRIJEVIĆ, S. 1979. Vučedolska kultura i vučedolski kulturni kompleks. Praistorija jugoslavenskih zemalja III (ur. A. Benac). 267-343, Sarajevo.

DIZDAR, M., 2001. Latenska naselja na vinkovačkom području. *Dissertationes et Monographiae* 3, Zagreb.

DURMAN, A, 2000. Vučedolski Orion i najstariji europski kalendar. Katalog izložbe, Zagreb.

GIBSON M. A., WOODS, A., 1997. *Prehistoric Pottery for the Archaeologist*. Leicester University Press.

ISKRA-JANOŠIĆ, I., 1984. Arheološka istraživanja na području općine Vinkovci. Izdanja Hrvatskog arheološkog društva, 9, str. 143-152, Zagreb.

LIEBSCHER, I., WILLERT, F., 1955. *Technologie der Keramik*. Web Verlag der Kunst.

MEMMI, I., 2001. The archaeometric investigation of ceramics by Isabella Memmi, Lecture for the International School Earth and Planetary Sciences. Workshop on Engineering Mineralogy of Ceramic Materials. Certosa di Pontignano (Siena).

MILOGLAV, I., 2007. Ervenica-dio naselja vučedolske kulture. *Opuscula Archaeologica* 31, str. 27-48. Zagreb.

MONTANA, G., ILIOPOULUS, I., TARDO, V. AND GRECO, C., 2008. Petrographic and Geochemical Characterization of Archaic-Hellenistic Tableware Production at Solunto, Sicily. *Geoarchaeology: an international journal*, vol. 24, no. 1, str. 86-110.

PICON, M., 1973. Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux, Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, Université de Dijon, Dijon.

ROGLIĆ, J. 1975. Prirodna obilježja. *Geografija SR Hrvatske* (ur. Cvitanović, A.), Knjiga 3, Školska knjiga, str. 17-23, Zagreb.

SIĆ, M. 1975. Đakovački kraj i Bosutska nizina. *Geografija SR Hrvatske* (ur. Cvitanović, A.), Knjiga 3, Školska knjiga, str. 162-190, Zagreb.

SLOVENEK, D., 2001. Primjena rendgenske difrakcije na prahu u mineralogiji.- *Mineral*, 1, 2629.

TITE, M., S., 2008. Ceramic production, provenance and use - a review. *Archaeometry*, 50, str. 216-231.

VELDE, V., C. I. DRUC, 1999. *Archaeological Ceramic Materials*. Springer, Berlin – Heidelberg.

VIRC, Z., 1979. Damića gradina u Starim Mikanovcima. *Godišnjak Ogranka Matice Hrvatske Vinkovci*, 8, str. 269-281, Vinkovci.

8. SAŽETAK

KRISTIJAN BAKARIĆ:

Arheometrija prapovijesne keramike Vučedolske kulture s lokaliteta Ervenica i Damića gradina

Keramika je kao artefakt, jedan od najobilnije zastupljenih pronalazaka na arheološkim lokalitetima. Analizom ulomaka keramike prikupljaju se vrijedne informacije o drevnim kulturama i o njihovim načinu života. Cilj ovog znanstveno-istraživačkog rada je odredba mineralnog sastava, strukture i teksture ulomaka prapovijesne keramike, zastupljenost pojedinih faza unutar uzoraka, prisutnost primjesa, atmosfera pečenja te sličnosti i razlike među uzorcima s dvaju istraživanih lokaliteta. Uzorci pripadaju Vučedolskoj kulturi, a pronađeni su u Ervenici (Vinkovci) i Damića gradini (Stari Mikanovci). Znanstvena disciplina koja se primjenjuje u rješavanju ovakvog tipa problematike se naziva arheometrija i ona obuhvaća niz analitičkih metoda. Pri istraživanju je korišten polarizacijski mikroskop i rendgenska analiza na prahu. Izrađeno je 14 mikroskopskih preparata od 7 keramičkih ulomaka iz Ervenice i 20 mikroskopskih preparata od 10 keramičkih ulomaka iz Damića gradine te je 17 keramičkih ulomaka smljeveno u ahatnom mlinu u prah za rendgensku difrakciju. Optičkom mikroskopijom i rendgenskom analizom utvrđen je sljedeći mineralni sastav keramike: kvarc, mineral iz skupine tinjaca, K-feldspat i plagioklas te sitnokristalasta karbonatna agregatna zrna i klinopiroksen (?), sporadično i čestice stijene (kvarcit/rožnjak). U preparatima je determiniran i srednje do krupnozrnati grog (zdrobljena, pečena keramika) koji se dodavao u glinenu smjesu radi poboljšavanja njenih svojstava. U mikroskopskim izbruscima su također uočena zaobljena organska zrna. Unutrašnjost (jezgra) preparata je tamno-smeđe, sive do crne boje dok pojedini uzorci pokazuju svijetlo smeđu do narančasto-crvenu vanjsku i/ili unutrašnju stjenku. Takve strukture mogu nastati pečenjem u redukcijskim uvjetima s krajnjim stadijem hlađenja u oksidacijskoj atmosferi ili kao posljedica trošenja.

Ključne riječi: prapovijesna keramika, arheometrija, polarizacijska mikroskopija, rendgenska difrakcija na prahu, Vučedolska kultura, Ervenica, Damića gradina.

SUMMARY

KRISTIJAN BAKARIĆ:

Ancient ceramics archaeometry of Vučedol culture from Ervenica and Damića gradina

Ceramic as an artifact is one of the most abundant object discovered by archaeological excavations. By analyzing ceramic fragments, very important information about ancient cultures and their way of living can be obtained. Therefore, it is obvious that ceramics are of great significance for arhaeologists. The purpose of this scientific paper is determination of mineralogical composition, texture and structure of ceramic fragments of Vučedol culture from Ervenica (Vinkovci) and Damića gradina (Stari Mikanovci). Scientific discipline which deals with these types of issues is called Archaeometry and it encompasses a great deal of analytical methods. The analytical methods applied in this paper were: optical microscopy and powder X-ray diffraction. 14 thin sections from 7 ceramic fragments (Ervenica) and 20 thin sections from 10 ceramic fragments (Damić gradina) were made. Also, all 17 specimens had been crushed to powder in agate mill for the powder X-ray diffraction. Mineral composition determined by optical microscopy and powder X-ray diffraction is as follows: quartz, mineral from the mica group, K-feldspar, plagioclase, microcrystalline carbonate aggregate grains, clinopyroxene (?), and sporadically - rock fragments (quartzite/chert). Middle to coarse-grained grog (crushed and previously fired ceramics) and organic grains were also determined in thin sections. Grog was intentionally added in ceramic paste to enhance its properties. The core of the most thin sections is dark brown or gray to black while some of the specimens show light brown, orange-red outer and/or inner edge of a thin section. These type of textures are a consequence of firing ceramic in reduction atmosphere with the final stage of cooling oxidation atmosphere or as a result of the weathering.

Key words: prehistoric ceramics, Archaeometry, Vučedol culture, Optical microscopy, Powder X-ray diffraction, Ervenica, Damića gradina.

9. PRILOZI

Prilog 1: TUMAČ ARHEOLOŠKIH POJMOVA

Barbotin je tehnika postizanja reljefnosti površine predmeta na način da se prije pečenja po površini već oblikovanog predmeta prstima razmaže suspenzija gline ili zalijepi glina u plastičnom stanju. Zbog takvog oblikovanja na površini nastaju različiti visoki „grebeni“ ovisno o količini nanosene gline.

Brazdasto urezivanje – kombinacija je tehnike urezivanja i utiskivanja. S tupim vrhom šila urezuju se u polutvrdu površinu kratke linije, a nakon toga se po istoj liniji šilo povlači nazad u kraćim razmacima. Na kraju se na keramici ne vide tragovi urezivanja, nego linije s plitkim ili dubokim otiscima (udubljenjima).

Eneolitik (bakreno doba) je prapovijesno razdoblje između mlađega kamenoga doba i brončanoga doba 4500. pr. Kr. do 2450. pr. Kr. Glavna je oznaka toga doba pojava metalnih predmeta, pretežito bakrenih (rijetko zlatnih ili srebrenih). Pojavljuju se megalitski spomenici u Francuskoj, Španjolskoj i južnoj Italiji, dok u gotovo cijeloj Europi cvjeta kultura geometrijski ornamentirane keramike, često inkrustrirana i u obliku stiliziranih figura (u Hrvatskoj hvarska i vučedolska kultura). U to doba došlo je do promjene u društvenom i gospodarskom ustroju ljudskih zajednica. Grobni prilozi su bogatiji.

Kostolačka kultura: to je kasnoeneolitička kultura datirana oko 3300-2700 g. pr. Kr. Tijekom svog razvoja obuhvatila je veliki prostor Karpatske kotline, dijelove središnjeg Balkana i rumunjsko Podunavlja. Tipično ukrašavanje ove kulture je brazdasto urezivanje i ubadanje. Kostolačka kultura u nekim dijelovima egzistira zajedno s vučedolskom kulturom, a njeno ukrašavanje poslužit će kao osnova za razvoj vučedolskog ornamentalnog stila.

Latenska faza (od 450. pr. Kr. do rimskih osvajanja) je faza karakteristična po pojavi karakterističnog dekorativnog stila poznatog kao keltska umjetnost. Ime je dobila po eponimnom nalazištu La Tène smještenog na obali jezera Neuschatel u Švicarskoj. Obilježava šire područje keltskog prodiranja i naseljavanja, uglavnom prema istoku i jugu (iako su Kelti provalili i u Britaniju). Razvila se u srcu kasnijega keltskog svijeta uz Rajnu i gornju Marnu. Najistaknutiji primjerci keltske umjetnosti su brončane posude i zlatne ogrlice s livenim

zavojitim ukrasima koji su nađeni u kneževskim grobovima u Rheinheimu, Basse-Yutzu i Durheimu.

Neolitik (mlađe kameno doba) je razdoblje u kojem nastaju prve sjedilačke ljudske zajednice s trajnim naseljima i čvrstim nastambama, utemeljene na uzgoju biljaka i domestikaciji životinja. Prije otprilike 10 tisuća godina, početkom holocena za koje je karakteristično zatopljavanje, nastaju povoljniji uvjeti za prelazak čovjeka s lovačkog i skupljačkog načina života na vlastitu proizvodnju hrane. Počinje domestikacije pšenice, ječma, raža, prosoa, pojedinih grahorica i konoplja, a od životinja (uz ranijeg psa) udomaćuju se ovca, koza, svinja, govedo i dr. Već u ranijim pretkeramičkim kulturama podižu se naselja gradskog tipa (npr. Jerihon), poslije i s bogatim keramičkim materijalom (Biblos, Çatal Hüyük i dr.). Grade se zemunice, ali i nadzemne konstrukcije od pletera, sušene opeke i dr. Usavršavaju se oruđa i oružja, javljaju se prvi ukrasni predmeti te plastika posvećena kultu. Prve neolitičke kulture u Hrvatskoj su starčevačka i kultura impresso keramike te danilska, hvarska i velolučka uz obalu i na otocima. Polovicom IV. tisućljeća pr. Kr. dolazi do šire upotrebe metala te završava neolitik, a počinje bakreno doba, ili eneolitik.

Rovašenje – ova tehnika odgovara osnovnim kriterijima tehnike urezivanja. S uskim alatom zareže se površina predmeta, a nakon toga se izdubi odnosno izreže okolna površina motiva. Ta se površina potom izravna, zagladi ili ispuni inkrustacijom. S ovom tehnikom odstranjuje se glinasta masa s predmeta.

Sopotska kultura u literaturi je poznata i pod nazivima slavonsko-srijemska, bapsko-lengyelska, lengyelsko-slavonska i sopotsko-lengyelska. Naziv sopotska dobila je prema lokalitetu Sopot koji se nalazi 3 kilometara jugozapadno od Vinkovaca. Obuhvaća veliko geografsko područje i prisutna je u većem dijelu sjeverne Hrvatske. Pripadnici sopotske populacije mjesto za gradnju kuća birali su na prirodnim uzvišenjima uz obale rijeka, potoka i u močvarama. Mnoga sopotska naselja pokazuju dugotrajniju upotrebu i osobinu telova (Sopot, Komletinci, Retkovci i dr.). Kultura posjeduje keramičko posuđe koje je redukcijski pečeno, keramičke idole te veliki repertoar glačanih kamenih alatki i sjekire s probušenom rupom za nasad drške.

Starčevačka kultura je predstavnik ranog i srednjeg neolitika u Slavoniji, a rasprostire se u sjevernoj Hrvatskoj u međurječju Drave, Dunava i Save sve do Bjelovara na zapadu. Ime je

dobila po selu Starčevo kod Pančeva u Vojvodini (Srbija). Dosadašnja datiranja pomoću radioaktivnog ugljika smještaju starčevačku kulturu u 6. tisućljeće pr. Kr. Naselja starčevačke kulture nalaze se u pravilu uz vodotoke, na povišenim riječnim obalama, kao što je to slučaj u Vinkovcima ili na niskim brežuljcima koji prelaze u doline vodotokova. Istraživanjima je utvrđeno da su starčevačka naselja grupirana u nizu. Otkrivanjem većeg dijela pojedinih starčevačkih naselja, uočene su određene pravilnosti u gradnji i rasporedu objekata u njima: isključivo se podižu jamski objekti - zemunice; stambene i radne jame skupljene su u grupama, a radne jame grupiraju se prema vrstama obrta. U ostacima materijalne kulture najzastupljenije je oksidacijski pečeno keramičko posuđe. U starčevačkoj kulturi česti su predmeti kulturnog obilježja i shematizirane ljudske figurice. Antropomorfnom oblikovanju pripadaju ženski i muški likovi u stavu oranta aplicirani kao niski reljefi na ulomcima masivnih grubih keramičkih posuda. Posebnu vrstu kulturnih predmeta čine žrtvenici na četvrtastom postolju i četiri kratke noge ili trokutasti žrtvenici s trima zoomorfno oblikovanim nogama. Osim cijepanih litičkih proizvoda, najčešće kamene alatke su kalupaste sjekire i klinovi.

Tehnika inkrustiranja ne koristi se samostalno već u kombinaciji s tehnikom brazdastog urezivanja i dubljenja, gdje se u izdubljenju ili urezanu površinu stavlja inkrustacija načinjena od različitih materijala. Bijela inkrustacija dobivala se od smrvljenih školjki ili vapnenačkih stijena, dok su se za smeđu i crvenu boju koristile smjese bogate metalnim oksidima.

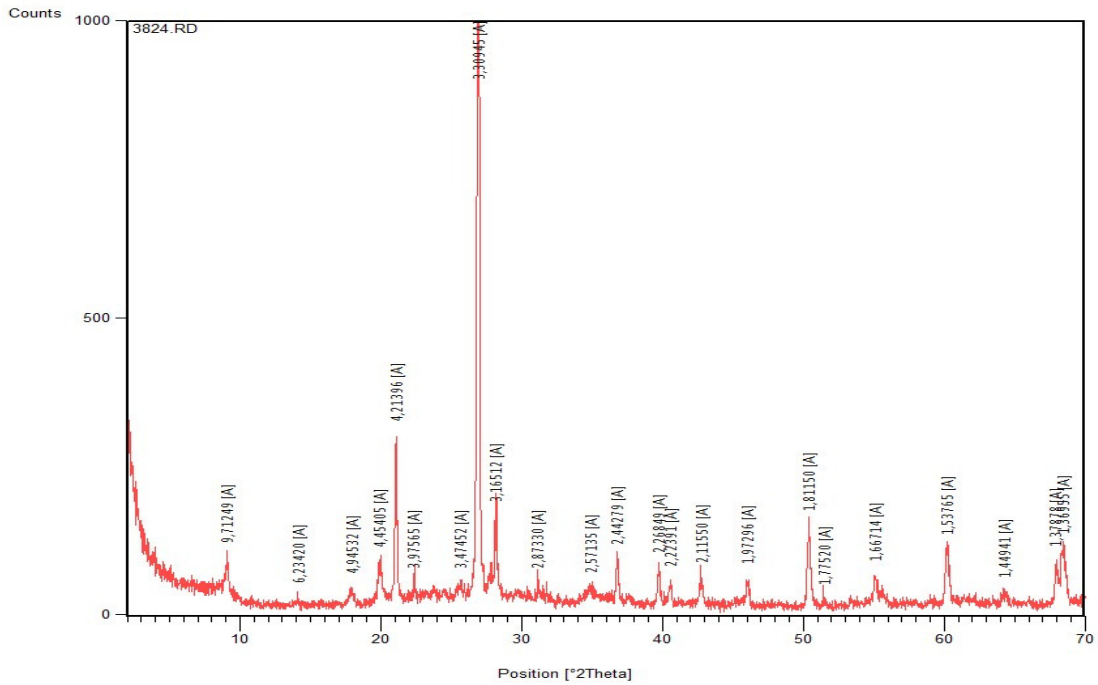
Zaštitna arheološka istraživanja su istraživanja koja su zbog brze izgradnje i modernog urbanizma jedini način evidentiranja i dokumentiranja arheoloških nalazišta koja leže ispod današnjih gradskih ulica, trgova ili koja prethode izgradnji drugih objekata, radi dobivanja iznimno korisnih novih spoznaja o arheološkoj baštini.

**Prilog 2: POPIS ANALIZIRANIH UZORAKA KERAMIKE S ARHEOLOŠKIM I
LABORATORIJSKIM OZNAKAMA**

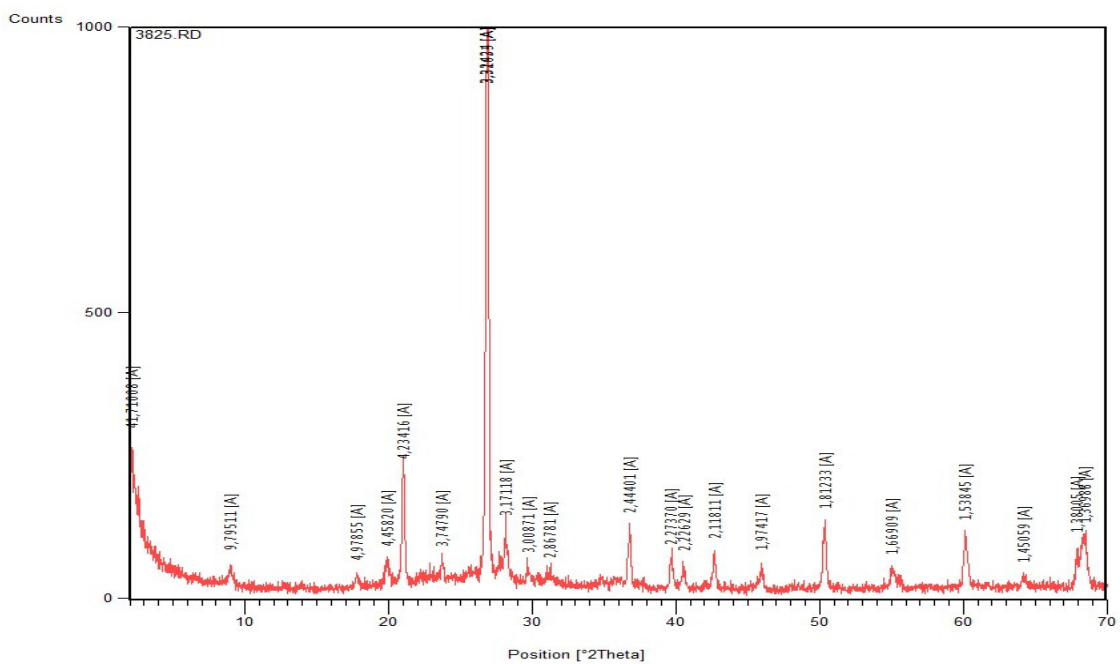
(Legenda: crveno - uzorci s lokaliteta Ervenica, zeleno - uzorci s lokaliteta Damića gradina)

Lab. br.	Oznaka uzorka
3824	N 245
3825	N 57
3826	N 221
3827	N 365
3828	N 80
3829	N 113
3830	N 97
3831	N 81
3832	N 64
3833	N 82
3834	N 90
3879	N 1656
3880	N 1679
3881	N 1700
3882	N 1976
3883	N 1980
3884	N 1986

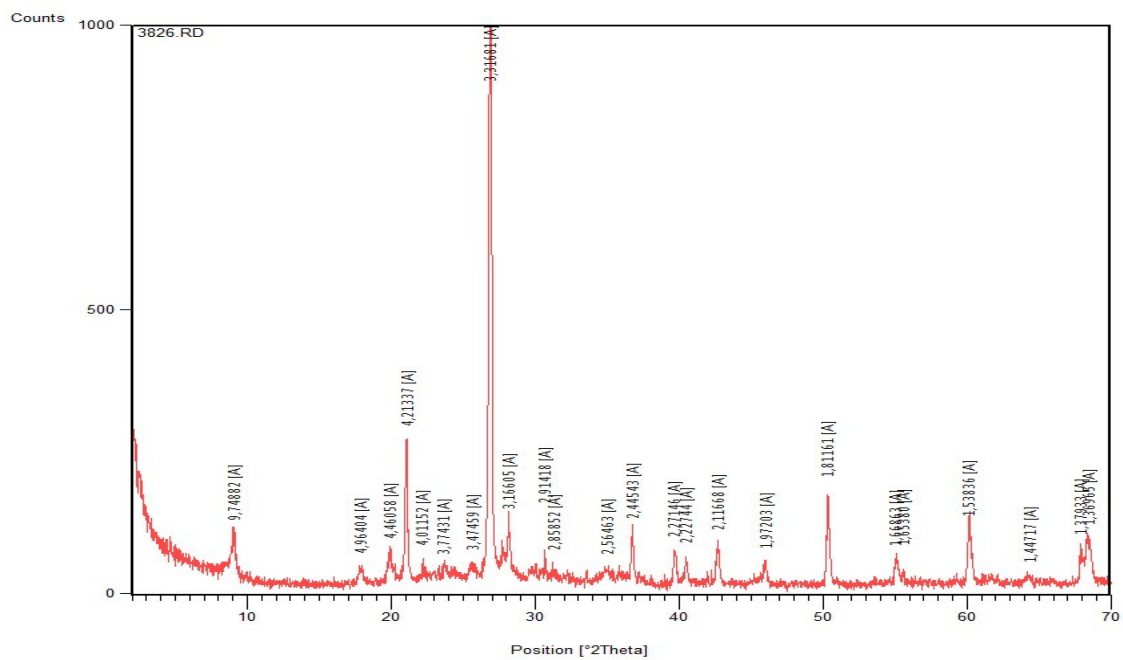
Prilog 3: DIFRAKTOGRAMI ANALIZIRANIH ULOMAKA KERAMIKE



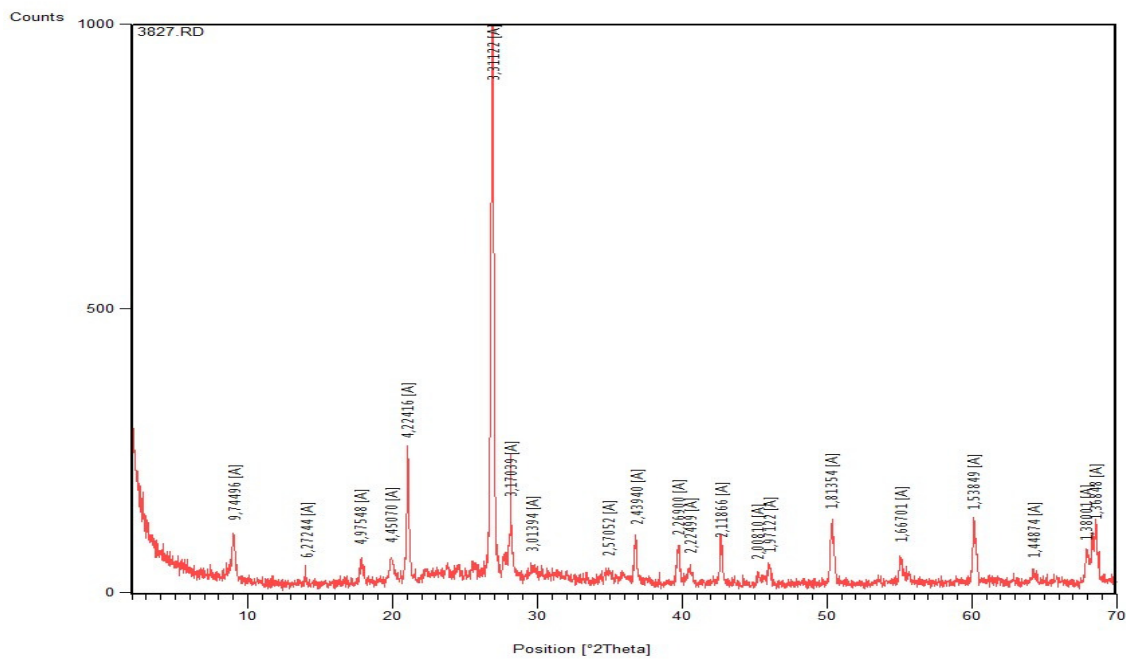
Lab. br. 3824



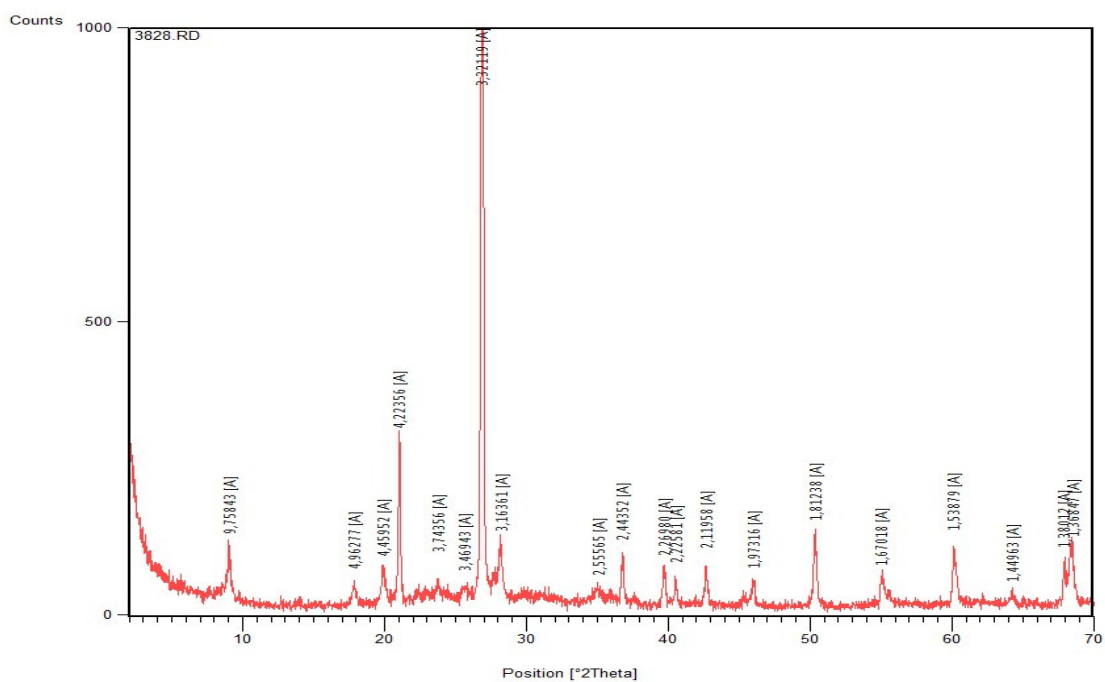
Lab. br. 3825



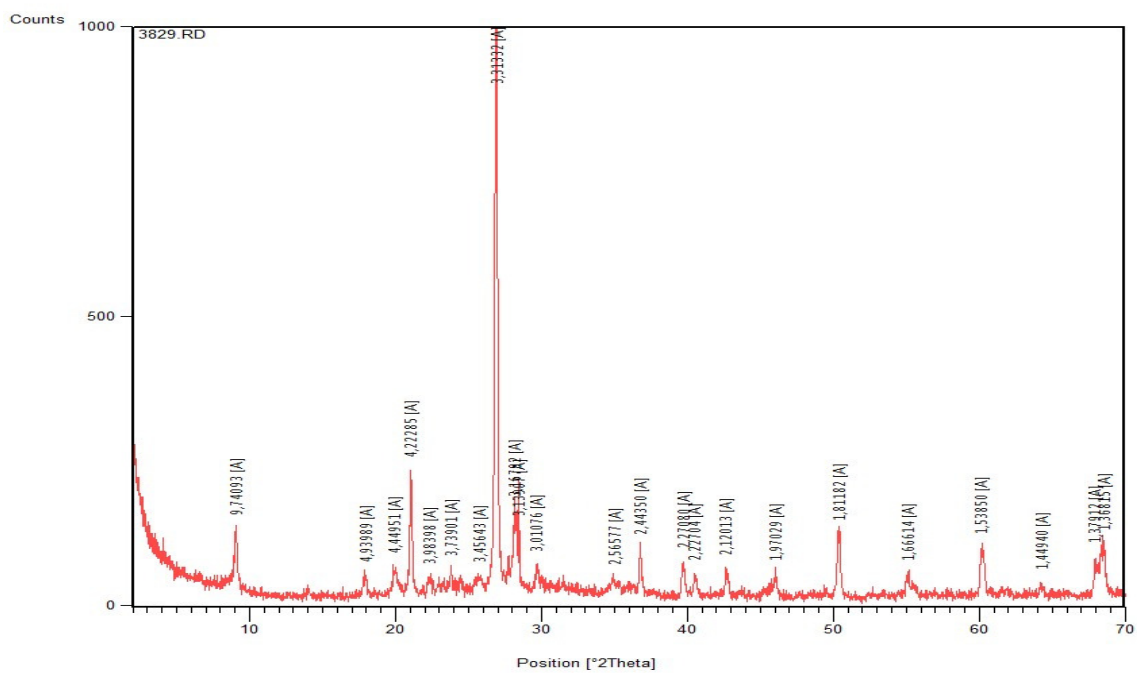
Lab. br. 3826



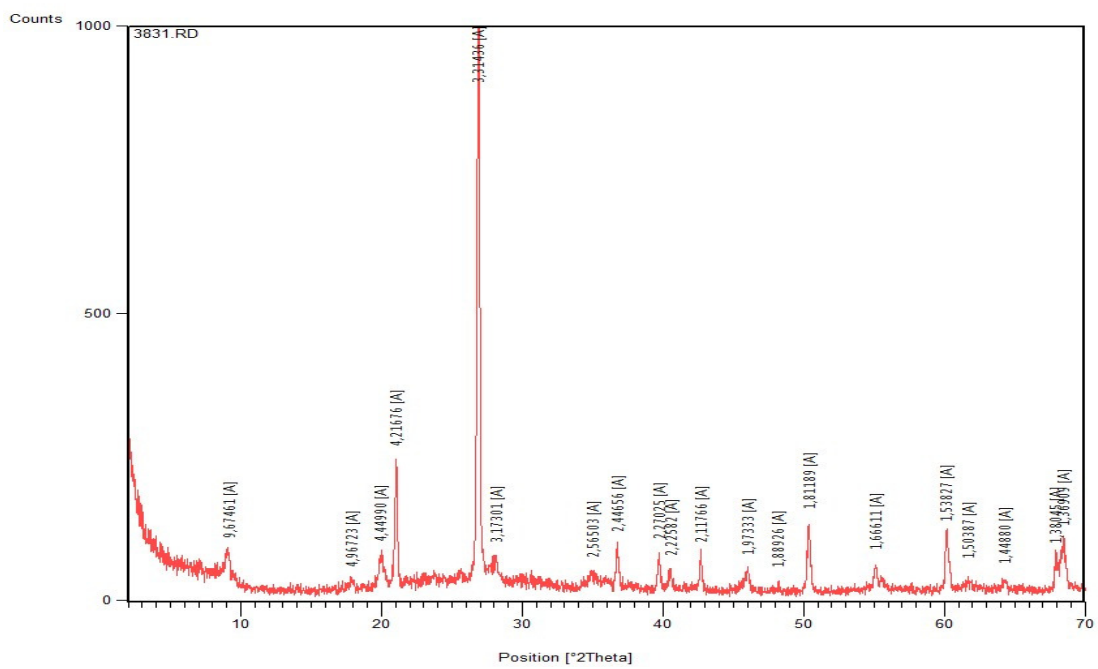
Lab. br. 3827



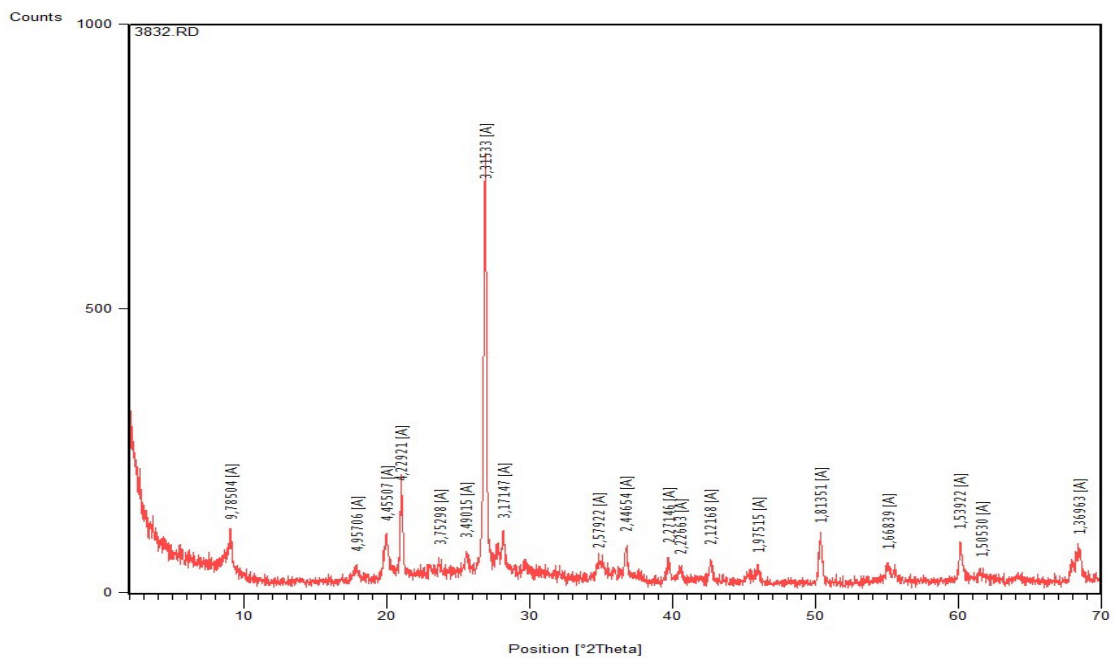
Lab. br. 3828



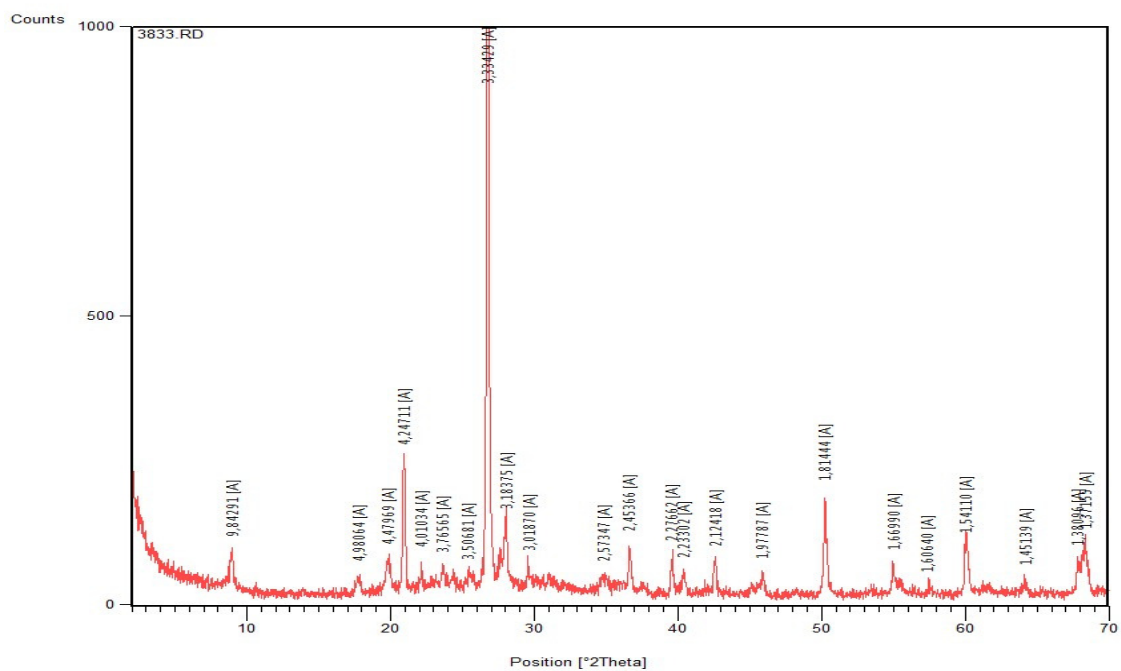
Lab. br. 3829



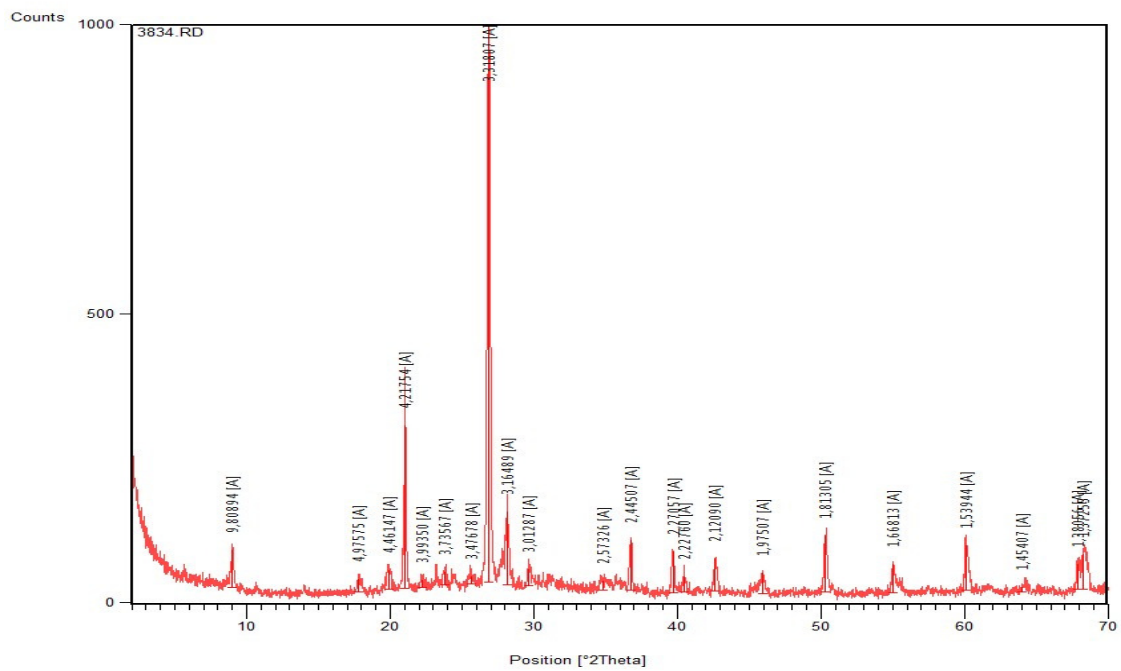
Lab. br. 3831



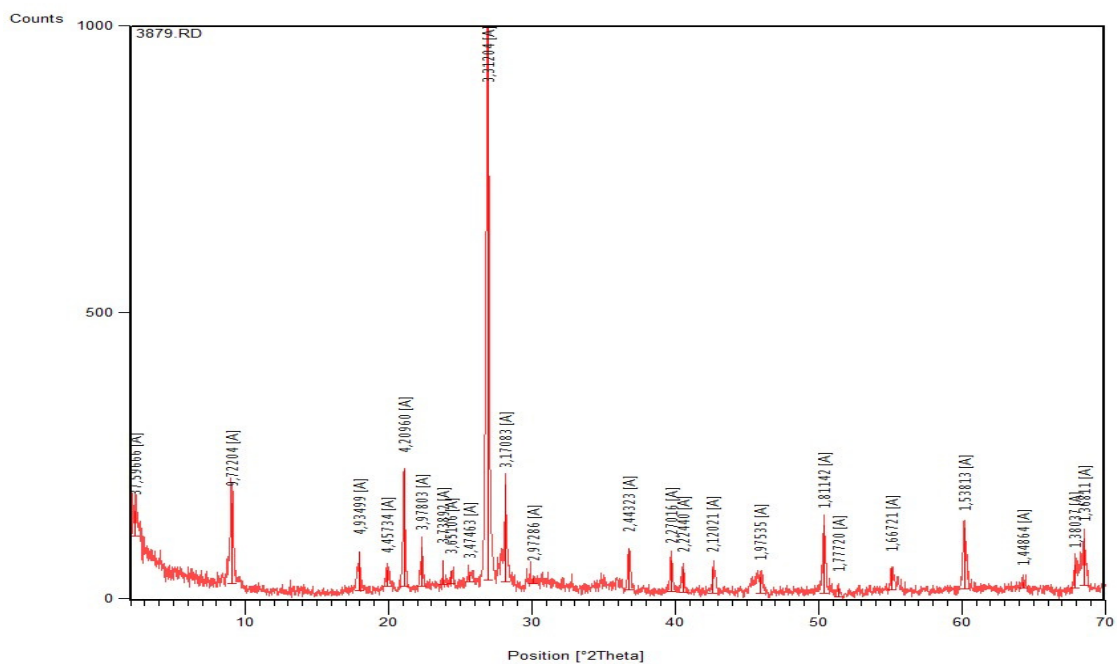
Lab. br. 3832



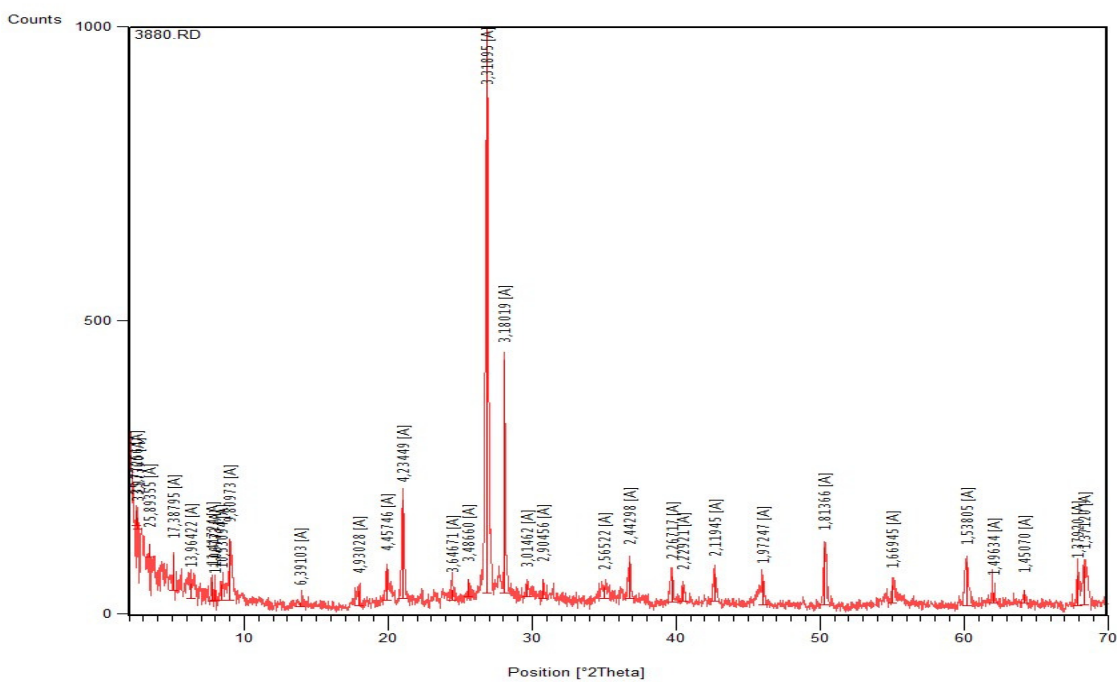
Lab. br. 3833



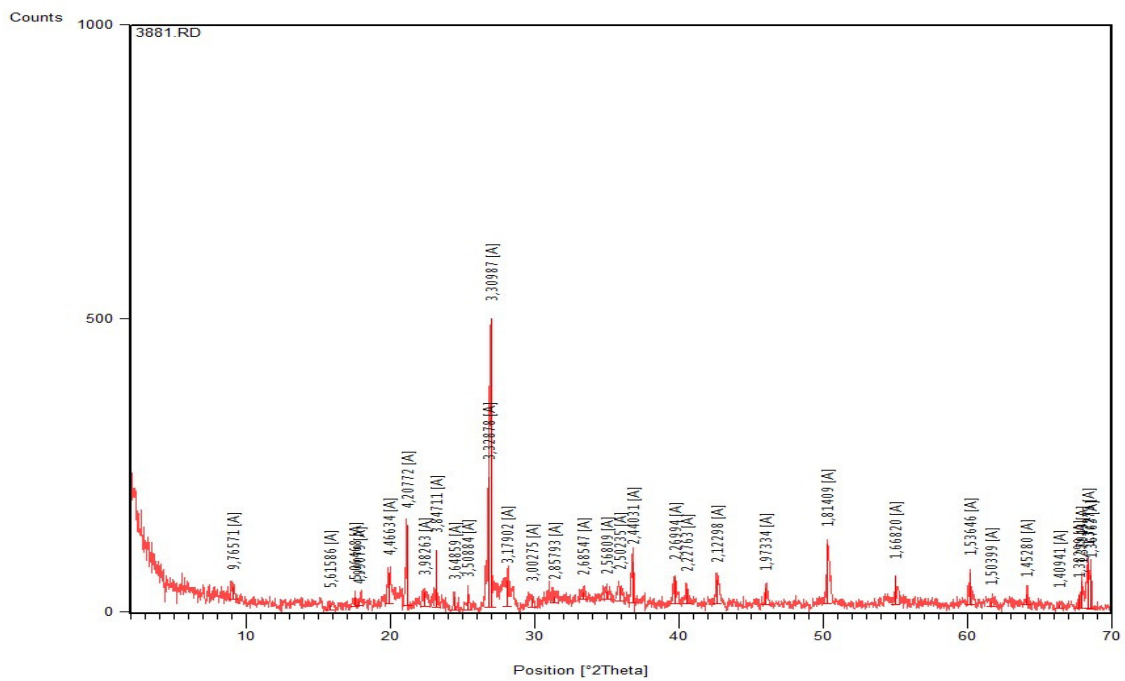
Lab. br. 3834



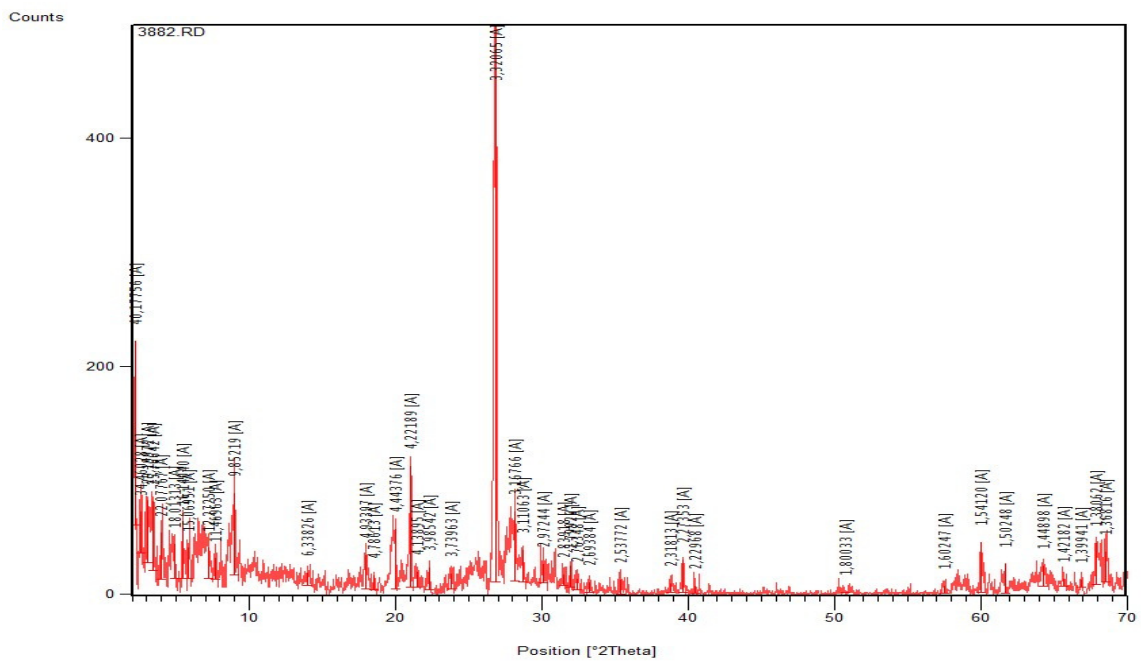
Lab. br. 3879



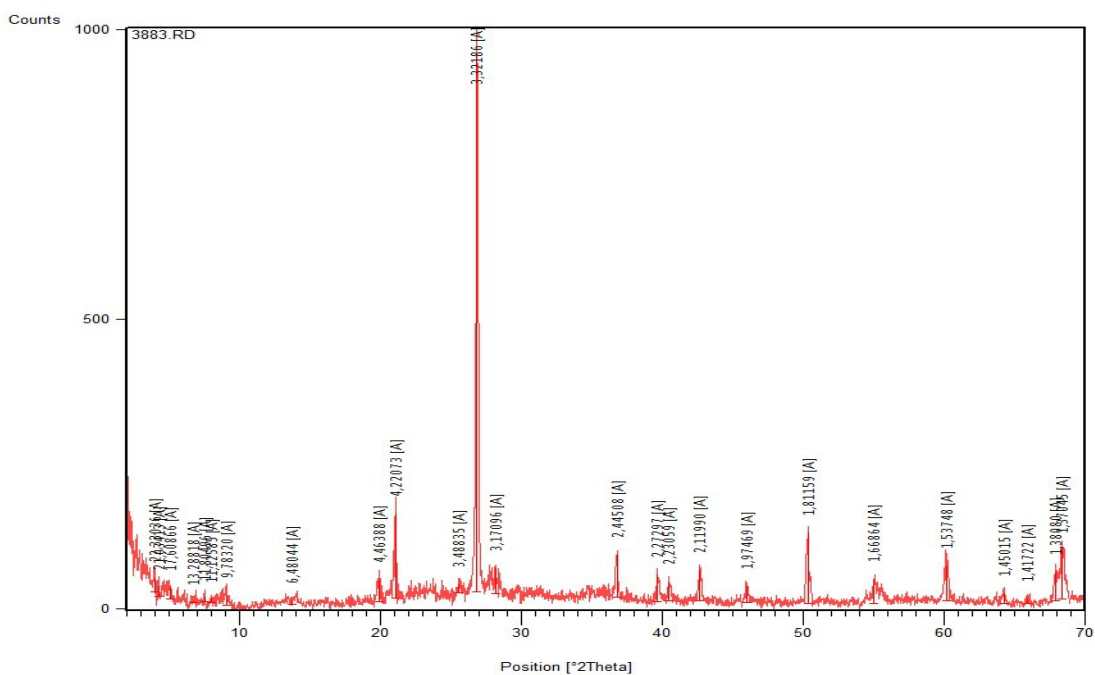
Lab. br. 3880



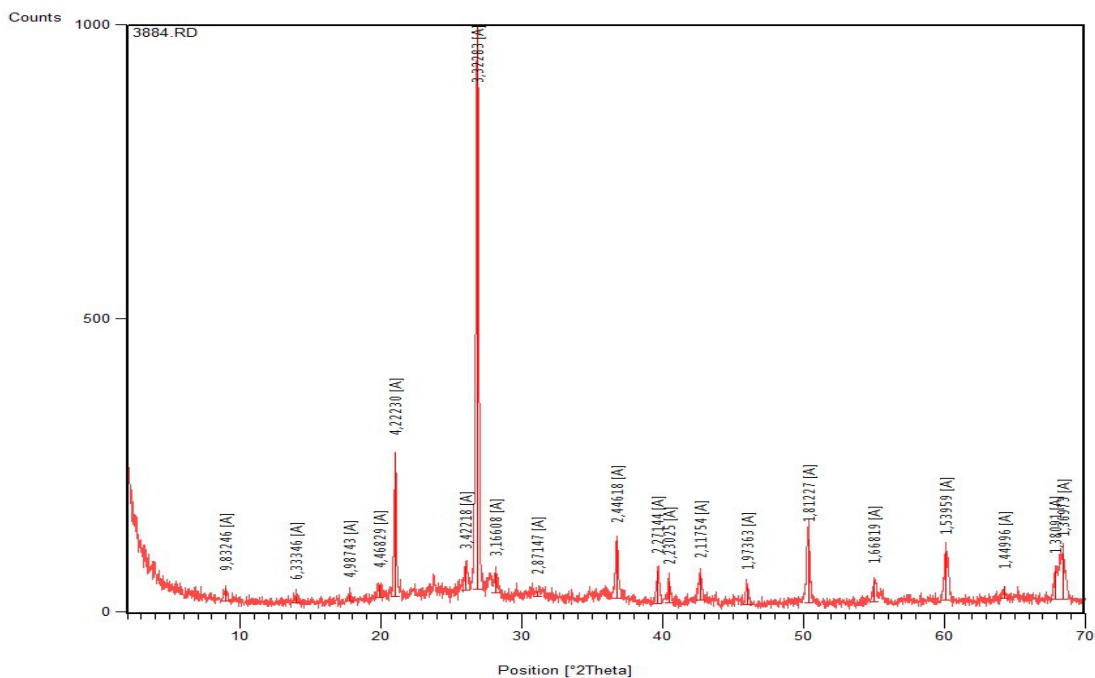
Lab. br. 3881



Lab. br. 3882



Lab. br. 3883



Lab. br. 3884

10. ŽIVOTOPIS

Rođen sam u Zagrebu 9. svibnja 1988. Osnovnu i srednju školu pohađao sam u Kutini. Maturirao sam 2007. na općoj gimnaziji „Tin Ujević“ u Kutini. Akademske godine 2007/08. sam upisao kao redovni student uz potporu ministarstva, sveučilišni preddiplomski studij geološkog inženjerstva na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu u Zagrebu. Obranom završnog rada 23.9.2010. iz područja geokemije i rudnih ležišta, pod naslovom „Geokemijske karakteristike barita i limonita u okolici mjesta Mrzla Vodica (Gorski kotar)“, stekao sam akademski naziv Sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) inženjer geološkog inženjerstva. Završni rad sam izradio pod mentorstvom Doc. dr. sc. Vesnice Garašić te sam ga obranio s izvrsnim uspjehom. Nakon završenog preddiplomskog studija, akademske godine 2010/11. upisao sam diplomski studij, smjer Geologija mineralnih sirovina i geofizička istraživanja. Temeljem prosjeka sveukupno stečenih ocjena tijekom studijskog programa, nalazim se u 10% najboljih studenata na godini na RGN fakultetu. Demonstrator sam na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine matičnog fakulteta iz kolegija „Petrologija magmatita i metamorfita“ i „Optička mineralogija“. Koncem 2009. pod mentorstvom Dr. sc. Branimira Šegvića sudjelovao sam na projektu izrade stručne studije naziva „Petrografska analiza arheoloških artefataka i ulomaka stijena s nalazišta Špičak i Cerine u sjevernoj Hrvatskoj“.