

Patološka biomineralizacija kod ljudi - primjer bubrežnih kamenaca

Alibegović, Ivona

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:480828>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Ivona Alibegović

**PATOLOŠKA BIOMINERALIZACIJA KOD
LJUDI – PRIMJER BUBREŽNIH KAMENACA**

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentori:
Prof. dr. sc. Jasenka Sremac
Prof. dr. sc. Vladimir Bermanec

Zagreb, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

PATOLOŠKA BIOMINERALIZACIJA KOD LJUDI – PRIMJER BUBREŽNIH KAMENACA

Ivona Alibegović

Rad je izrađen: Prirodoslovno – matematički fakultet, Geološki odsjek, Horvatovac 102a

Sažetak:

Iz dobivenih 50 uzoraka bubrežnih kamenaca, od Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josip Juraj Strossmayer, radila se analiza morfologije pomoću stereo – mikroskopa. Ciljano su se proučavali oblik, tekstura, boja te sjaj bubrežnih kamenaca. Dobiveni rezultati pokazuju da se u najvećem broju radi o kamencima smeđe boje, zaobljenog oblika, grube teksture te zemljanog sjaja. Vanjski izgled bubrežnih kamenaca nam izrazito malo može reći o njihovom mineralnom sastavu te kako bi se dobio cjelokupni uvid u njihovu građu, mineralogiju i način postanka, potrebno je proširiti istraživanja na veliki broj primjeraka. Ovaj rad predstavlja uvod za sva daljnja istraživanja potrebna za razumijevanje bubrežnih kamenaca koja će pomoći pri njihovom liječenju.

Ključne riječi: bubrežni kamenci, stereo – mikroskop, morfologija

Rad sadrži: 125+IX stranica, 166 slika, 1 tablica, 27 literaturnih navoda i 1 tabla

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentori: prof. dr. sc. Jasenka Sremac, prof. dr. sc. Vladimir Bermanec

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

prof. dr. sc. Aleksandar Mezga

prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Datum završnog ispita: 14. rujna, 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

PATHOLOGICAL BIOMINERALIZATION IN HUMANS – AN EXAMPLE OF KIDNEY STONES

Ivona Alibegović

Thesis completed in: Faculty of Science, Department of Geology, Horvatovac 102a

Abstract:

From the obtained 50 samples of kidney stones from the Faculty of Medicine, Josip Juraj Strossmayer University, morphology analysis was performed using a stereo microscope. The shape, texture, color and luster of kidney stones were studied in a targeted manner. The obtained results show that most of them are brown stones, rounded in shape, rough in texture and earthy in luster. The external appearance of kidney stones can tell us very little about their mineral composition, and in order to gain an overall insight into their structure, mineralogy and method of origin, it is necessary to expand the research to a large number of specimens. This paper provides an introduction to all further research needed to understand kidney stones that will help in their treatment.

Keywords: kidney stones, stereo – microscope, morphology

Seminar contains: 125+IX pages, 166 figures, 1 tables, 27 references and 1 plates

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geological Library, Department of Geology, Faculty of Science

Supervisor: prof. dr. sc. Jasenka Sremac, prof. dr. sc. Vladimir Bermanec

Reviewers: prof. dr. sc. Jasenka Sremac

prof. dr. sc. Aleksandar Mezga

prof. dr. sc. Nenad Tomašić

Date of the final exam: September 14, 2021.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. ANATOMIJA BUBREGA	2
3. FAZE FORMIRANJA BUBREŽNIH KAMENACA	4
3.1 Nukleacija	4
3.2 Kristalizacija	5
3.3 Rast kristala	6
3.4 Agregacija kristala	6
4. TIPOVI BUBREŽNIH KAMENACA	7
5. MINERALI BUBREŽNIH KAMENACA	9
5.1 Whewellit	9
5.2 Weddellit	12
5.3 Grupa apatita	15
5.4 Brushit	18
5.5 Monetit	20
5.6 Whitlockit	22
5.7 Uricit	24
5.8 Struvit	26
6. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	29
7. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	31
8. REZULTATI	32
Uzorak broj 1	32
Uzorak broj 2	34
Uzorak broj 3	36
Uzorak broj 4	37
Uzorak broj 5	39
Uzorak broj 6	41
Uzorak broj 7	43
Uzorak broj 8	45
Uzorak broj 9	47
Uzorak broj 10	49
Uzorak broj 11	51

Uzorak broj 12	53
Uzorak broj 13	55
Uzorak broj 14	57
Uzorak broj 15	58
Uzorak broj 16	60
Uzorak broj 17	61
Uzorak broj 18	63
Uzorak broj 19	65
Uzorak broj 20	66
Uzorak broj 21	68
Uzorak broj 22	69
Uzorak broj 23	71
Uzorak broj 24	72
Uzorak broj 25	74
Uzorak broj 26	76
Uzorak broj 27	78
Uzorak broj 28	80
Uzorak broj 29	81
Uzorak broj 30	83
Uzorak broj 31	85
Uzorak broj 32	87
Uzorak broj 33	89
Uzorak broj 34	90
Uzorak broj 35	91
Uzorak broj 36	93
Uzorak broj 37	95
Uzorak broj 38	96
Uzorak broj 39	98
Uzorak broj 40	100
Uzorak broj 41	101
Uzorak broj 42	103
Uzorak broj 43	104
Uzorak broj 44	106
Uzorak broj 45	107
Uzorak broj 46	108

Uzorak broj 47	110
Uzorak broj 48	111
Uzorak broj 49	112
Uzorak broj 50	113
9. RASPRAVA	115
10. ZAKLJUČAK	122
11. POPIS LITERATURE	123
12. TABLE.....	VII

1. UVOD

Bubrežni kamenac je kristalna nakupina koja se formira u bubregu, kristalizacijom iz mokraće. Nakupine mogu biti monofazne ili polifazne. U mokraći se nalaze tvari – promotori i inhibitori. Promotri povećavaju mogućnost nastanka kamenaca, a inhibitori smanjuju tu mogućnost. Kada je koncentracija promotora velika, a inhibitora mala, doći će do prezasićenja mokraće te će tada započeti kristalizacija bubrežnih kamenaca (Gibson, 1974; Njegovec, 2015).

U medicini postoje dva stručna naziva za pojavu bubrežnih kamenaca. Prvi naziv je urolitijaza što predstavlja zajednički naziv za pojavu kamenaca u mokraćnom sustavu. Drugi naziv je nefrolitijaza te predstavlja pojavu kamenaca u bubregu.

Točna i pouzdana analiza kemijskog sastava bubrežnih kamenaca s definiranjem kristalnih komponenti koje se nalaze u sastavu kamenaca preduvjet je za djelotvorno medicinsko praćenje osoba koje u organizmu stvaraju bubrežne kamence.

Cilj ovog rada je dokumentirati i opisati dobivene bubrežne kamence. Također pokušati će se dati uvid u bubrežne kamence s medicinske, geološke i biološke strane na temelju dobivenih podataka te će se ta tri gledišta pokušati ovim radom ujediniti u jednu cjelinu.

2. ANATOMIJA BUBREGA

Bubreg je parni, žljezdani organ kod kralježnjaka koji iz krvi izlučuje mokraću. Kod čovjeka, bubrezi se nalaze s obje strane kralježnice u trbušnoj šupljini točnije, iza potrbušnice. Dimenzije jednog bubrega su obično $12 \times 5 \times 2,5$ cm te mase oko 150g. Oblikom su najbližnji zrnju graha. Bubrezi su međusobno jedan prema drugom okrenuti konkavnom stranom (Stojisavljević, 2013).

Na bubregu opisujemo prednju i stražnju površinu, medijalni i lateralni rub te gornji i donji pol. Na površini bubrega je vezivna čahura (*capsula fibrosa*), a oko nje se nalazi masno tkivo (Stojisavljević, 2013). Vezivna čahura održava toplinu bubrega stalnom i učvršćuje ga u stalnom položaju. Na gornjem polu svakoga bubrega leži nadbubrežna žlijezda. Bubreg je još građen od kore i moždine. Moždinu (*medulu*) oblikuju tvorbe nalik piramidama koje su načinjene od bubrežnih kanalića (Stojisavljević, 2013). One su međusobno odvojene izdancima bubrežne kore. Njihovi vrškovi (*papile*) obavijeni su bubrežnim vrčevima (*calices renales*) i usmjereni su koncentrično te se slijevaju u bubrežnu nakapnicu (*pelvis renalis*) (Stojisavljević, 2013). Bubrežna nakapnica prelazi u mokraćovod.

Kora bubrega je zrnata izgleda zbog velikog broja bubrežnih tjelešaca. Bubrežna tjelešca su mjehurići veziva sa svitkom krvnih kapilara koje su obavijene epitelom (Bowmanovom čahuricom). Od njih se dalje nastavlja sustav kanalića koji se udružuju u izvodne kanale i izljevaju u bubrežne vrčeve. Ta bubrežna tjelešca i njihovi pripadni kanalići tvore osnovnu funkcijsku jedinicu bubrega, nefron. Svaki bubreg sadrži oko 1,2 milijuna nefrona.

Kroz bubreg protječe oko 1,2 L/min krvi, koja se ondje filtrira. Veći dio izlučene vode, zajedno s tvarima potrebnima organizmu: glukozom, aminokiselinama, elektrolitima, ponovno se apsorbira, a manji dio se zajedno s otpadnim tvarima skuplja u bubrežnoj čašici i kao mokraćna odlazi u mokraćovod.

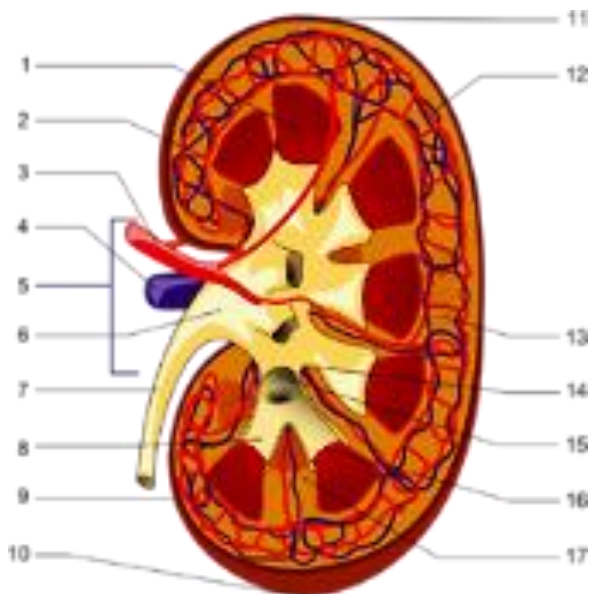
Glavne funkcije bubrega su održavanje acidobazične ravnoteže, čišćenje krvi od metaboličkih otpadnih tvari, održavanje stalnog volumena krvi i koncentracije elektrolita utjecajem na promet vode i soli, regulacija arterijskoga krvnog tlaka i lučenje nekih hormona.

Radom bubrega također nadziru hormoni. Ti hormoni su antidiuretski hormon (ADH) i aldosteron. Ako tjelesna tekućina postane hipertonična, hipofiza izlučuje antidiuretički

hormon – ADH. ADH se filtrira u čahuri nefrona, te stijenke nefrona postaju propusnije-reapsorpcija vode se povećava. U suprotnome slučaju, ako dođe do hipotoničnosti, ADH se prestaje lučiti, i voda se u većim količinama izlučuje. Aldosteron potiče zadržavanja vode i natrija u tijelu, te smanjuje koncentraciju kalija u tijelu. Vežanje potiče reapsorpciju natrijevih iona, aktiviranjem većeg broja Na/K pumpi na bazolateralnoj strani stanice i povećanjem broja kanala za natrij na apikalnoj strani stanice. Učinak toga je povećanje reapsorpcije natrija i vode u krvotok, te pojačno lučenje kalija u urin.

Ako je jedan od bubrega oštećen ili uklonjen, drugi može preuzeti njegovu funkciju. Pri teško oštećenoj funkciji oba bubrega, bolesnik se može održati na životu hemodijalizom. Hemodijaliza je metoda odstranjivanja otpadnih tvari iz krvi, kao što su kalij i urea, ali i viška vode. Hemodijaliza je jedna od tri terapije za zamjenu funkcije bubrega. Druge dvije su transplantacija bubrega i peritonejska dijaliza

Bubrezi su usko povezani s drugim vitalnim organima kao što su srce, pluća ili jetra, a njihova dobra "komunikacija" održava zdravu ravnotežu krvnog volumena, elektrolita i dinamike cijelog organizma.



Slika 1 Dijelovi bubrega: 1 -piramida , 2 – interloburalna arterija, 3 – bubrežna arterija, 4 - bubrežna vena, 5 – hylum, 6 – bubrežna nakapnica, 7 – mokraćovod, 8 – bubrežna čašica, 9 – čahura bubrega, 10 – donja kapsula, 11 – gornja kapsula, 12 – interloburalna vena, 13 – nefron, 14 – mala bubrežna čašica, 15 – velika bubrežna čašica, 16 – papile, 17 – Bertinijeva kolumna, slika od Jaworski.

3. FAZE FORMIRANJA BUBREŽNIH KAMENACA

Nedavna otkrića sugeriraju da mehanizmi i faktori koji reguliraju fiziološku i patološku mineralizaciju mogu biti identični, stoga razumijevanje mehanizama mineralizacije koji se odvijaju u zdravim uvjetima može dati bolji uvid u mineralizaciju tijekom nefrolitijaze. Bubrežni kamenci su lako izlječivi, no prevencija ili liječenje nefrolitijaze moguće je samo identificiranjem mehanizama koji djeluju prije stvaranja kamenaca (Chhiber i sur., 2014).

Najprihvaćenija teorija o mehanizmu stvaranja bubrežnih kamenaca dijeli se u četiri koraka (Zimprich, 2015). To su: nukleacija, kristalizacija, rast i agregacija kristala. Prezasićenost urina je glavni faktor koji dovodi do stvaranja bubrežnih kamenaca.

3.1 Nukleacija

Nukleacija je proces nastanka prve jezgre (nukleusa) nove faze. Primarna nukleacija javlja se u odsutnosti kristala dok se sekundarna nukleacija javlja u prisutnosti postojećih kristala.

Primarna nukleacija može biti homogena ili heterogena. Kod homogene nukleacije nisu prisutne strane čestice dok kod heterogene nukleacije jesu. Homogena nukleacija je kada se centar nove faze pojavi unutar postojeće faze, tj. u točki koja je sa svih strana okružena postojećom fazom. Heterogena nukleacija je proces u kojemu nukleacijski centar nastaje na granici postojeće faze s nekom drugom fazom. U praksi je primarna nukleacija uglavnom heterogena (Vidalin, 2006). Kako bi se pokrenula homogena nukleacija, potrebna je veća prezasićenost otopine nego što je potrebno za heterogenu nukleaciju (Shafiee, 2010; Zimprich, 2015).

Nakon što nastane prvi centar nukleacije, nova, stabilnija faza iz tog centra se širi (raste) na račun postojeće faze u svim smjerovima u prostoru sve do trenutka kada sav uzorak prijeđe u novu fazu. Pritom se oslobađa toplina koja odgovara entalpiji faznog prijelaza.

Dva su tipa sekundarne nukleacije: nukleacija smicanjem i kontaktna nukleacija. Nukleacija smicanjem javlja se kao rezultat smicanja fluida na rastućim kristalnim plohama, a do kontaktne nukleacije dolazi zbog sudaranja kristala jednih sa drugima (Vidalin, 2006).

U kristalizaciji otopina mora biti prezasićena da bi došlo do formiranja kristala. Da bi nukleacija započela, prezasićenje mora biti iznad određene vrijednosti. Kada je prezasićenje postiglo dovoljno veliku vrijednost započeti će nukleacija. U tom trenutku kristali počinju rasti, a prezasićenje se smanjuje. Ako je prezasićenje previsoko stupanj nukleacije je prevelik što rezultira stvaranjem amorfnih precipitata (Vidalin, 2006).

Nukleacija u pravilu započinje kada je otopina zasićena, u skladu s konstantom produkta topljivosti. Konstanta produkta topljivosti (K_{sp} ili K_{pt}) je umnožak ravnotežnih koncentracija iona taloga podignutih na potenciju svog stehiometrijskog faktora u ravnotežnoj jednadžbi. Brzina nukleacije uglavnom ovisi o stupnju prezasićenja otapala. Na brzinu nukleacije utječu: nečistoće, pH, viskoznost, stanje protočnosti, temperatura otopine.

3.2 Kristalizacija

Kristalizacija je toplinski separacijski proces u kojem se čvrsta faza izdvaja iz tekuće, plinovite ili druge čvrste faze. U prirodi, do kristalizacije može doći na različite načine kao što su: iz vodenih i drugih otopina pri običnoj temperaturi, iz vrućih otopina, hidrotermi, iz silikatnih talina, iz magme. Iz plinovitog stanja, iz čvrstoga stanja te iz gustih agregata. Da bi došlo do kristalizacije potrebno je da kemijski potencijal čvrste faze bude manji od kemijskog potencijala te iste tvari u otopljenom stanju. Ako su potencijali jednaki, sustav je u ravnoteži tj. dosegnuta je točka zasićenja.

Da bi počela kristalizacija sustav mora doći u stanje prezasićenja. To se može postići hlađenjem otopine, isparavanjem otapala te vakuum kristalizacijom. Cijeli proces kristalizacije ovisi o fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari, o sredini u kojoj kristal raste te o primjesama i temperaturi. Ako ima dovoljno prostora za kristalizaciju te ako se ona odvija polagano, razvit će se jedinični kristal tj. monokristal. No, ako nema tih uvjeta za nesmetano odvijanje kristalizacije, razvit će se kristalni agregat. Kristalni agregati su nakupine sitnih kristala koje, kao cjelina, nemaju pravilan oblik. Tako, na primjer, već prema uvjetima tvari mogu kristalizirati u obliku iglica (viskeri), razgranati se poput biljke (dendriti) ili rasti u obliku tankih slojeva. Bez obzira na oblik, unutarnja građa svakog pojedinog kristalnog tijela zadržati će isti prostorni poredak osnovnih čestica kao i u idealnom jediničnom kristalu. Prirodne tvari, minerali, najčešće rastu u obliku agregata, a rjeđe kao pravilni jedinični kristali.

Kristalizacija je prva faza stvaranja kamenaca. Bubrežni kamenci nastaju kristalizacijom sastojaka iz urina.

3.3 Rast kristala

Ako za kristalizaciju ima dovoljno prostora i ako ona teče polagano, bez primjesa koje bi mogle otežavati rast kristala, oblikovat će se jedinični kristal (monokristal) kao pravilno geometrijsko tijelo. Ako nema uvjeta za nesmetanu kristalizaciju, mjesto jediničnih kristala razvit će se kristalni agregati, nakupine sitnih kristala koje kao cjelina nemaju pravilan oblik.

Rast kristala je proces koji dolazi poslije nukleacije u kojem se ioni u otopini vežu na površinu postojećih kristala. Rast kristala se određuje veličinom i simetrijom jedinične ćelije, fizikalnim svojstvima materijala, razini prezasićenosti te pH vrijednosti. Jedan od preduvjeta za formiranje čestica su defekti koji mogu nastati u kristalnoj strukturi (Basavaraj i sur., 2007).

Za rast kristala bitna je mogućnost nastanka epitaksije (Lonsdale, 1968; Zimprich, 2015). Na taj način, nukleacijom mogu nastati kristali jedne faze, a na njima nastaviti, epitaksijalno, rast kristala druge faze. Kristal osnovice utječe pri tome na kristalizaciju paralelnog kristala.

3.4 Agregacija kristala

Proces koji se odvija dovoljno brzo i omogućuje nastajanje dovoljno velikih čestica u nekoliko sekundi je agregacija. Ako te čestice narastu dovoljno velike, postoji mogućnost da zaglave u bubrežnim tubulima. Tamo bi služile kao jezgra gdje bi i dalje rasli kristali i tako formirali kamence. Također, određeni kristali se mogu prilijepiti na stijenke bubrega ili na mokraćne puteve te se i na taj način kamenci mogu i dalje razvijati. Agregacija čestica određena je je balansom sila. Neke od njih imaju agregacijske efekte, a neke disagregacijske (Basavaraj i sur., 2007; Zimprich, 2015).

Smatra se da je agregacija kristala važniji faktor od nukleacije i rasta kristala kod formiranja kamenaca jer agregacija nastupa za samo nekoliko sekundi (Basavaraj i sur., 2007).

4. TIPOVI BUBREŽNIH KAMENACA

Postoji nekoliko različitih tipova bubrežnih kamenaca. Njihova podjela ovisi o sastavu i tipu kristala. To su: kalcijски kamenci, kamenci mokraćne kiseline, kamenci građeni od struvita te cistinski kamenci.

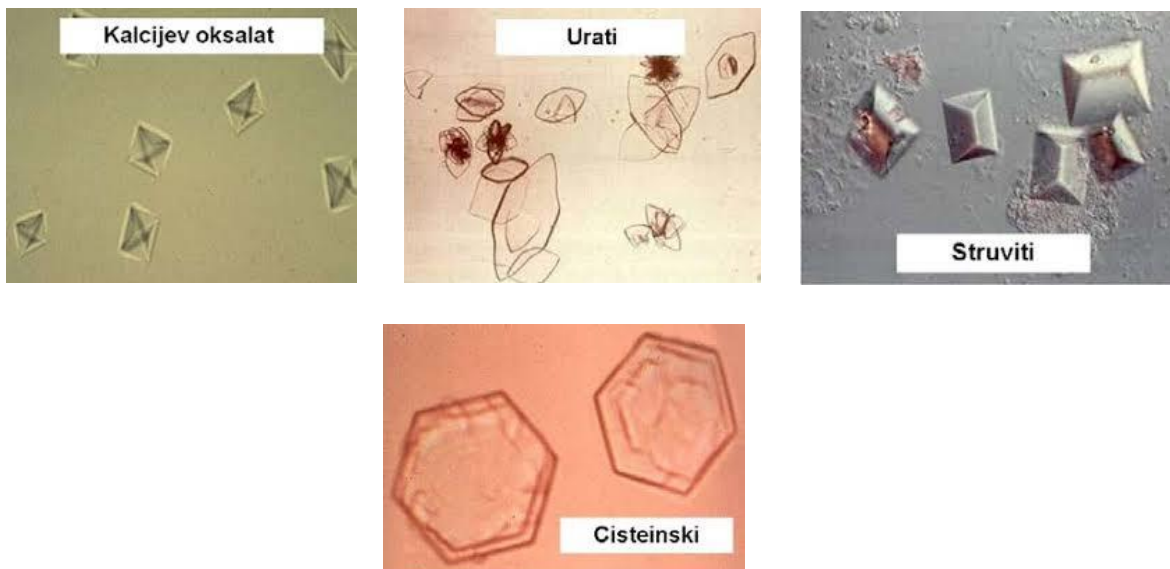
Najčešća vrsta bubrežnih kamenaca su kalcijevi kamenci te na njih opada čak 80% do 90% (Zimprich, 2015). Kalcijски kamenci uglavnom dolaze u obliku mješavine kalcijevih oksalata i kalcijevih fosfata. Oko 80% kamenaca se sastoji od kalcijevog oksalata, a nešto malo se sastoji od varijabilnih količina kalcijevog fosfata. Kalcijски oksalati se u prirodi nalaze vrlo rijetko. Češće ih se može pronaći u ljudskim i životinjskim organizmima, a tamo svojom kristalizacijom stvaraju velike probleme unutar organizma. Još ih se može naći u biljnim tkivima, sedimentnim stijenama, no ljudski organizam ih sadrži još u zubima, kostima, mliječnim žlijezdama, urinarnim traktom i sl. (Kratkova i sur., 2007). Kalcijevi oksalati kristaliziraju u tri različite forme. To su: monoklinski monohidrat, tetragonski dihidrat i triklinski trihidrat. Za ovu temu bubrežnih kamenaca bitne su forme monoklinski monohidrat te tetragonski dihidrat jer se samo te dvije forme javljaju u urinarnom traktu. Kalcij oksalat monohidrat naziva se mineral whewellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) te je to stabilan termodinamički oblik kalcijeva oksalata. Kalcij oksalat dihidrat naziva se mineral weddellit ($\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot (2.5-x)\text{H}_2\text{O}$). On je puno nestabilniji te često zna preći u kalcij oksalat monohidrat, odnosno dolazi do pseudomorfoze whewellita po weddellitu. Kalcij fosfatni kamenci su minerali iz grupe apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$), brushit ($\text{Ca}(\text{HPO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), monetit ($\text{Ca}(\text{HPO}_4)$) i whitlockit ($\text{Ca}_9(\text{MgFe})(\text{PO}_4)_6\text{PO}_3\text{OH}$). Kod većine ljudi s kalcijevim kamencima nastaje stanje zvano hiperkalcijurija, kod kojega se u mokraću izlučuje višak kalcija. Visoka razina oksalata u mokraći, koja doprinosi stvaranju kalcijevih kamenaca, može nastati zbog pretjeranog uzimanja hrane bogate oksalatima, poput rabarbare, špinata, kakaa, oraha, papra i čaja ili uslijed određenih crijevnih poremećaja. Promjena u načinu prehrane može pomoći, a osnovni se poremećaj liječi. Rijetko, kalcijevi kamenci nastaju zbog nekog drugog poremećaja, poput hiperparatireoze, sarkoidoze, trovanja D vitaminom, bubrežne tubularne acidoze ili raka. U tim slučajevima liječi se osnovna bolest.

Kamenac mokraćne kiseline nastaje kada je urin previše kiseo ($\text{pH} < 5,5$). Tada mokraćna kiselina može tvoriti kamenac sama ili s kalcijem. Čak 10% kamenaca otpada na

kamenice mokraćne kiseline. Kamenci mokraćne kiseline se stvaraju kristaliziranjem nedisocirane mokraćne kiseline. Mokraćna kiselina kristalizira kao uricit ($C_5H_4N_4O_3$), uricit dihidrat ($C_5H_4N_4O_3 \cdot 2H_2O$) ili kao mješavina tih modifikacija. Kamenci se mogu sastojati isključivo iz kristala mokraćne kiseline ili, češće, ti kristali predstavljaju jezgru na kojoj se stvaraju Ca kamenci ili miješani kamenci iz Ca soli i mokraćne kiseline. Hiperurikozurija, izlučivanje mokraćne kiseline >4 mmol/dan (>750 mg/dan) u žena i >5 mmol/dan (>800 mg/dan) u muškaraca, skoro je uvijek posljedica pretjeranog unosa purina (životinjsko i riblje meso).

Kamenci koji ne sadrže kalcij su struvitni ($NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) kamenci građeni od magnezij-amonij-fosfata. Takvi kamenci smatraju se inficiranim stranim tijelima. Struvitni kamenci čine oko 10% kamenaca i javljaju se češće u žena. Struvitni kamenci su posljedica mokraćnih infekcija i to najčešće kad se kao uzročnici nađu bakterije roda *Proteus*, *Pseudomonas* i *Klebsiella* koje sadrže ureazu, specifični enzim koji razgrađuje ureu. U takvim slučajevima dolazi do alkalizacije urina i stvaranja kristala struvita. Strana tijela ili neurogeni mjehur su stanja koja povećavaju vjerojatnost urinarne infekcije te posljedično stvaranja struvitnih kamenaca.

Cistinski kamenci su posljedica poremećaja transporta aminokiseline cistina ($C_6H_{12}N_2O_4S_2$) u bubrežnim tubulima. U takvim slučajevima dolazi do pretjeranog izlučivanja cistina mokraćom te stvaranja cistinskih kamenaca. Cistinska litijaza u prosjeku čini 1% do 2% slučajeva urolitijaze.



Slika 2 Mikroskopske snimke bubrežnih kamenaca različitog kemijskog sastava (Šafranko, 2016)

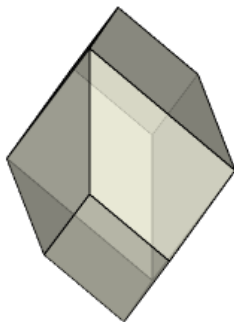
5. MINERALI BUBREŽNIH KAMENACA

5.1 Whewellit

Whewellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) je dobio ime u čast Williama Whewella, prirodoslovca i znanstvenika, profesora moralne filozofije i izumitelja sustava kristalografskog indeksiranja.

Whewellit kristalizira u monoklinskom sustavu, klase $2/m$. On je rijedak niskotemperaturni hidrotermalni mineral u karbonatno-sulfidnim žilama. Javlja se još u geodama, a često ga se može naći u blizini ugljena i okolnim stijenama s organskim materijalom. Može ga se naći u živim biljnim stanicama ili u ljudskom mokraćnom sustavu kao mikroskopski kristal. Opisan je još kao i produkt gljivične aktivnosti.

Ima staklast sjaj. Proziran je i bezbojan te može imati bijelo, žuto ili smeđe obojenje. Tvrdooće je $2\frac{1}{2}$ do 3 po Moshovoj skali. Ima vrlo dobru kalavost po $\{\bar{1}01\}$, nesavršenu po $\{010\}$ i nejasnu po $\{110\}$. Školjkastog je loma. Izmjerena gustoća mu je 2,21 do 2,23 g/cm^3 , a izračunata iznosi 2,22 g/cm^3 . Kristali su jednaki, kratko prizmatični po $[001]$ formi, obično iskrivljeni s plohama koje su nepravilno razvijene. Najčešće pokazuju forme $\{001\}$, $\{011\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{\bar{1}32\}$, $\{\bar{1}01\}$. Sraslaci su vrlo česti po $\{\bar{1}01\}$ kao odvojenom dodirnom ravninom, sa ili bez upadnih kutova, čime se dobije oblik srca ili prizmatičan i pseudo-ortorompski izgled.



Slika 3 Paralelnoperspektivni crtež kristala whewellita sa razvijenim formama $\{110\}$, $\{011\}$ i $\{-101\}$ (Schmid, 1871)

Optički je dvoosan pozitivan. Mjereni kut između optičkih osi mu iznosi 80° do 84° , a izračunati iznosi 84° . ima nizak reljef te se ne pojavljuje disperzija.

Još jedna važna karakteristika whewellita je da je topiv u kiselinama, a neotopljiv u vodi.

Whewellit u urinarnom traktu dolazi u obliku grozdastih, sferičnih i zrakastih agregata (Gibson, 1974; Horvatić 2015). Uglavnom su smješteni na bubrežnoj papili, malo izbočini unutar bubrega. Tada kamenac u većini slučajeva sadrži jezgru koja uključuje minerale poput brushita, whitlockita te minerale iz grupe apatita. Ako se kamenac ne formira na bubrežnoj papili imati će centralnu apatitsku jezgru. Ta dva tipa kamenca se formiraju koncentrično ili radijalno oko centralne jezgre (Horvatić, 2015).



Slika 4 Whewellit (rudnik ugljena Bilina, Češka), slika Kruszewski preuzeta sa www.mindat.org (Pristupljeno: 19.7.2021)



Slika 5 Bezbojni kristali whewellita prekriveni iglicama dawsanita (dolina Hunter, Australija), slika Mylius preuzeta sa www.mindat.org (Pristupljeno: 19.7.2021)

5.2 Weddellit

Weddellit ($\text{Ca}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot (2.5-x)\text{H}_2\text{O}$) je dobio ime po tipskom lokalitetu, moru Weddell na Antarktici.

Weddellit kristalizira u tetragonskom sustavu, klase 4/m. Često se može naći u tresetu i u vapnenim jezerskim sedimentima. Nastaje reakcijom kalcita sa oksalnom kiselinom koju izlučuju lišajevi. Također je poznat kao sastavni dio ljudskog mokraćnog kamena. Može se proizvoditi gljivicama, koje su simbionti u lišajevima, i kao takvog ga možemo naći u tlu i lišću. Neki od organizama koji ga proizvode su *Acarospora rugulosa*, *Geastrum spp.* i *Lecidea lactea*. Sadrži zeolitsku vodu (Mills i sur., 2016). Može se pojaviti u koraljnim grebenima. Isto tako, čišćenje bilo kojeg uzorka oksalnom kiselinom dovest će do kristalizacije whewellita ili weddellita ako su na uzorku prisutne topive vrste sa Ca.

Ima staklast sjaj. Proziran je i bezbojan te može imati bijelo, žućkasto-smeđe do smeđe obojenje. Tvrdoće je 4 po Moshovoj skali. Kalavost nema. Poluškoljkastog je loma. Izmjerena gustoća mu je $1,94 \text{ g/cm}^3$, a izračunata gustoća iznosi $1,962 \text{ g/cm}^3$. Kristali su obično pojedinačni. Dolaze u kombinaciji formi $\{011\}$, $\{010\}$ i $\{001\}$. Također izduženi su po osi b. Mogu imati jedan ili više sraslaca.



Slika 6 Paralelnoperspektivni crtež kristala weddellita (Tazzoli, Domeneghetti, 1980)

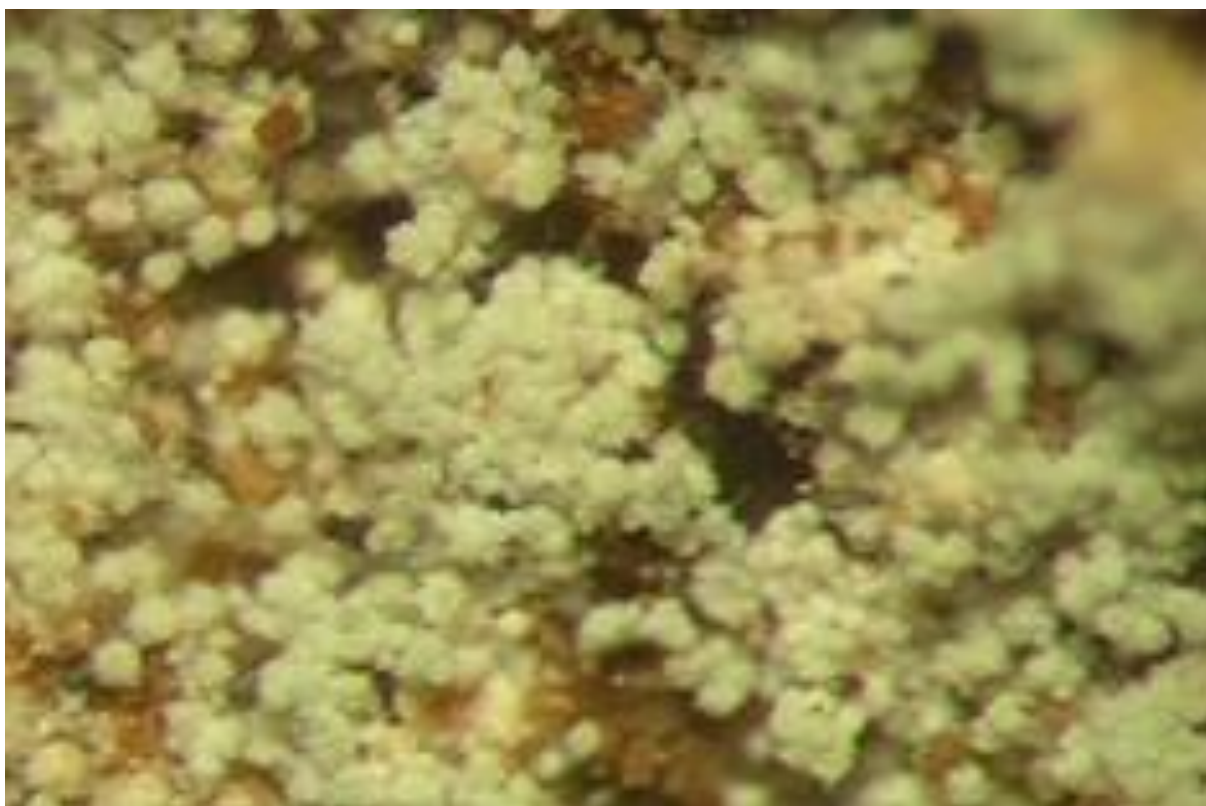
Optički je jednoosan pozitivan. Ima nizak reljef.

Ako ga se izloži na sunce, dehidrira u whewellit. Također je netopljiv u vodi.

Weddellit se u urinarnom traktu javlja u obliku tetragonskih dipiramidalnih kristala i agregata formiranih oko jednog kristala (Gibson, 1974; Horvatić 2015). U urinarnom traktu, vodena okolina uzrokuje stabilnost weddellita. Zanimljiva činjenica jest da weddellitni kamenci držani na suhom mjestu ne pokazuju dehidraciju u whewellit čak ni nakon 5 godina (Horvatić, 2015).



Slika 7 Weddellit (rudnik Buca della Vena, Italija), slika Osterhammer preuzeta sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)



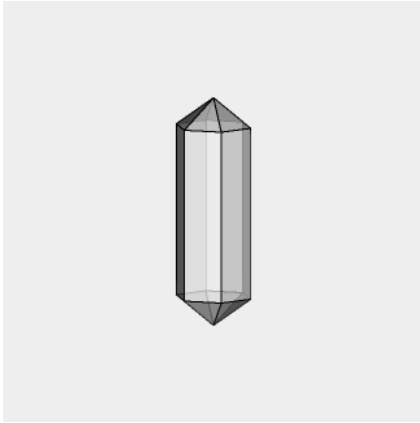
Slika 8 Weddellit (rudnik Buca della Vena, Italija), slika loismmin preuzeta sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)

5.3 Grupa apatita

Grupa apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,Cl,OH})$) je dobila ime po generičkom imenu apatit koji je prvi uveo njemački mineralog Abraham Gottlob Werner 1786. Potječe od grčkog $\alpha\pi\alpha\tau\acute{\alpha}\omega$ (apatao) što znači „zavarati”. Riječ "apatit" se uobičajeno koristila kao generičko ime za članove grupe koji se analitičkim metodama nisu diferencirali u posebne vrste. Grupi apatita pripadaju brojni minerali, no minerali poput fluorapatita, hidroksilapatita, klorapatita i karbonat-apatita su važan dio ljudskog organizma. Oni izgrađuju kosti i zube. Fluorapatit daje tvrdoću zubnoj caklini, zato se kod ljudi zubi fluoriziraju. U bubrežnim kamencima javljaju se kao dva člana, hidroksilapatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ i karbonat-apatit kod kojeg skupina CO_3OH zamjenjuje fosfatnu skupinu (Gibson, 1974; Horvatić, 2015).

Hidroksilapatit kristalizira u heksagonskom sustavu, klase 6/m. Obilan je u sedimentnim fosfatnim slojevima. Može ga se naći u kasnoj fazi mineralizacije fosfata u granitnim pegmatitima. Hidroksilapatit je vrlo važan biomineral. Karbonizirani hidroksilapatit s nedostatkom kalcija glavni je mineral od kojeg se sastoje zubna caklina i dentin. Do 50 vol.% i 70% težine ljudske kosti je modificirani oblik hidroksilapatita. Poznat je još pod nazivom koštani mineral.

Staklastog do masnog je sjaja. Proziran je i idealno bijele boje. Zbog nečistoća može biti i sive, žute, zelene, ljubičaste, crvene ili smeđe boje. Tvrdoće je 5 po Moshovoj skali. Ima nejasnu kalavost po $\{0001\}$ i po $\{1010\}$. Lom mu je školjkast do poluškoljkast. Izmjerena gustoća mu je 3,10 do 3,21 g/cm^3 , a izračunata gustoća iznosi 3,16 g/cm^3 . Kristali su kratki do dugi heksagonsko prizmatiski po $[0001]$, s dominantnim $\{10\bar{1}0\}$ i $\{10\bar{1}1\}$ formama. Kristali su vrlo su oštri, a završeci su često zaobljeni. Masivan je, grubo zrnat do kompaktn.



Slika 9 Paralelnoperspektivni crtež kristala hidroksilapatita (Hughes, Cameron, 1989)

Optički je jednoosan negativan. Ima umjereni reljef i topiv je u HCl ili u HNO₃.

Do stvaranja hidroksilapatita u organizmu dolazi pri neutralnoj pH vrijednosti i niskim koncentracijama magnezija u organizmu. Može se pojaviti kao komponenta u mješovitim kamencima, ali tada će doći samo u asocijacijama s ostalim mineralima koji tvore kamence. Tada najčešće kristalizira u obliku sferula. Te sferule popunjavaju pukotine na površini te mogu i u unutrašnjosti kamenca. Pojavljuju se pojedinačno ili kao aglomerat. U većini slučajeva imaju centralnu šupljinu. Kamenci koji tako nastaju mogu se ili ne potpuno razviti. Ako se uspije razviti u potpunosti, kamenac će imati centralnu šupljinu koja će biti vidljiva tek kada se sferula razbije. Ako se kamenac ne razvije u potpunosti, centralna šupljina će biti vidljiva i bez razbijanja sferule (Horvatić, 2015).



Slika 10 Hidroksilapatit (Minas Gerais, Brazil), slika *Photographic Guide to Mineral Species* preuzeto www.mindat.org (Pristupljeno: 19.7.2021)



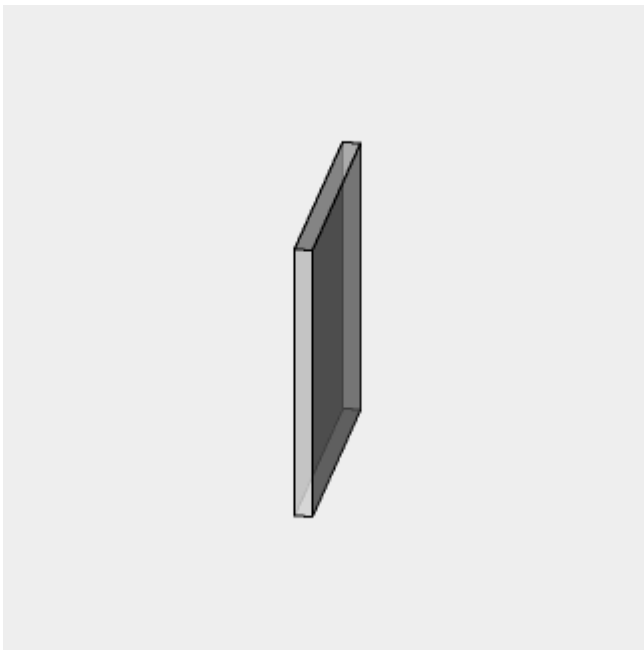
Slika 11 Hidroksilapatit (rudnik Virneberg, Njemačka), slika loparit, preuzeta sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)

5.4 Brushit

Brushit ($\text{Ca}(\text{HPO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) je dobio ime u čast američkog mineraloga Georgea Jarvisa Brusha, profesora sa Sveučilišta Yale.

Brushit kristalizira u monoklinskom sustavu, klase m. Nalazi se unutar bioloških i sedimentnih naslaga fosfata. Stvara korice na starim kostima i kriptama. Može nastati tijekom otjecanja vode s jako plodnih polja. Izostrukturna je sa gipsom. Pod određenim uvjetima, poput smanjene vlažnosti, povećane temperature, dehidracijom prelazi u monetit (Giurgiu, Tamas, 2013).

Ima zemljast do biseran sjaj. Proziran je i bezbojan, a može biti i svijetložute boje. Tvrdooće je $2\frac{1}{2}$ po Moshovoj skali. Ima savršenu kalavost po $\{010\}$ i po $\{001\}$. Izmjerena gustoća mu iznosi 2,30 do 2,33 g/cm^3 , a izračunata gustoća iznosi 2,32 g/cm^3 . Kristali su mu prizmatični do pločasti po $\{010\}$.



Slika 12 Paralelnoperspektivni crtež kristala brushita (Schofield, Knight, Houwen, Valsami-Jones, 2004)

Optički je dvoosan pozitivan. Izmjereni kut između optičkih osi mu iznosi 59° do 87° , a izračunati kut iznosi 80° . Reljef je nizak. Topiv je u HCl.

Brushitni kamenci su najčešće kuglastog oblika i nemaju centralnu šupljinu (Grases i sur., 1998).



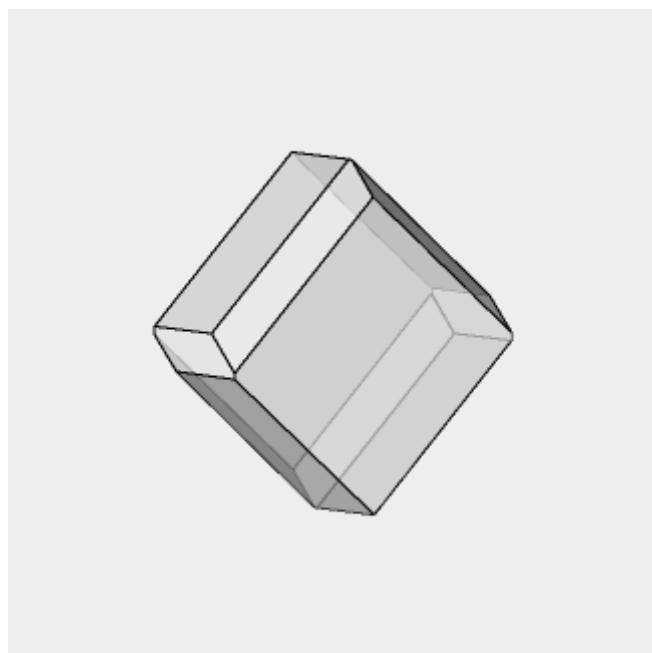
Slika 13 Brushit (rudnik Rocabruna, Španjolska), slika Osterhammer preuzeta sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)

5.5 Monetit

Monetit ($\text{Ca}(\text{HPO}_4)$) je dobio naziv po tipskom lokalitetu, otoku Moneto, blizu Portorika, Kariba, jednog od dva otoka na kojem je prvotno pronađen. Otok se ponekad naziva i otok Moneta ili trenutno Monito.

Monetit kristalizira u triklinskom sustavu, klase $\bar{1}$. Formiran je interakcijom akumuliranog ptičjeg izmeta u vapnenačkim špiljama. Predstavlja brushit bez vode (Gibson, 1974; Horvatić, 2015).

Ima smolast do voštan sjaj. Proziran je i bezbojan te još može biti bijele i žute boje. Tvrdoće je $3\frac{1}{2}$ po Moshovoj skali. Nepravilnog je loma. Izmjerena gustoća mu iznosi $2,929 \text{ g/cm}^3$, a izračunata $2,924 \text{ g/cm}^3$. Kristali su mali, ali tvore masivne agregate s grubim kristalnim površinama. Kristali imaju hrapave površine i često se konfiguriraju u međusobno prodirajuće skupine. Obično su spljošteni po $\{010\}$ s obrisom romboedra.



Slika 14 Paralelnoperspektivni crtež kristala monetita (Catti, Ferraris, Filhol, 1977)

Optički je dvoosan, može biti pozitivan ili negativan. Izmjereni kut između optičkih osi iznosi 70° , a izračunati 74° . Reljef je umjeren.

Monetit u prahu preuzima vodu iz atmosfere i tvori brushit.

U ljudskom tijelu, javlja se pri vrlo niskoj pH vrijednosti urina te je prirodno "pufast" i ima visoku koncentraciju otopljenih tvari. Njegova pojava u bubrežnim kamencima nije tako česta kao kod ostalih minerala (Horvatić, 2015).



Slika 15 Monetit (Pahoa, SAD), slika preuzeta sa www.mindat.org (Pristupljeno: 19.7.2021)

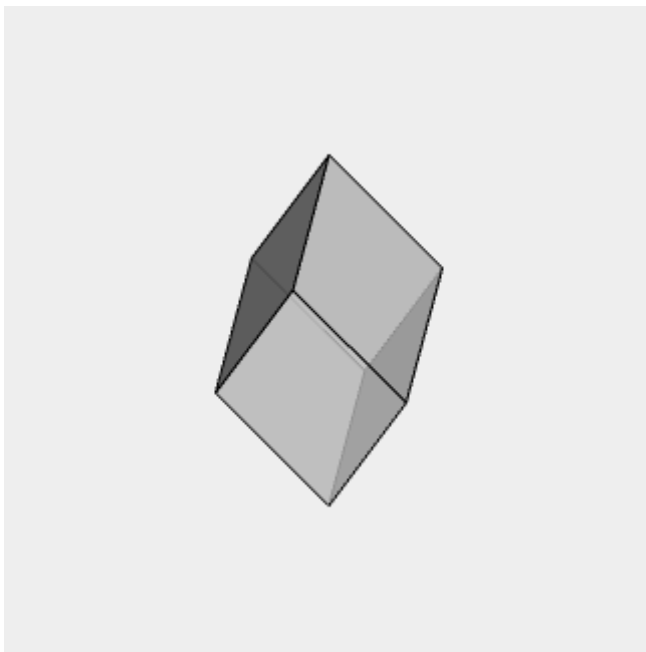


Slika 16 Monetit (Monito, SAD), slika Van King preuzeta sa www.mindat.org (Pristupljeno: 19.7.2021)

5.6 Whitlockit

Whitlockit ($\text{Ca}_9\text{Mg}(\text{PO}_4)_6(\text{HPO}_4)$) je dobio ime po Herbertu Percy Whitlocku, kustosu minerala u Američkom prirodoslovnom muzeju. Whitlockit nalazimo u meteoritima, u pegmatitima, na pukotinama u sedimentnim stijenama bogatim fosfatima, u organskim naslagama fosfata na fosfatnim otocima ili u špiljama. Sastavni dio je patološkog stvaranja kamenca kod ljudi i životinja te u zubnoj caklini i hrskavičnom tkivu

Whitlockit kristalizira u trigonskom sustavu, klase 3m. Staklastog do smolastog je sjaja. Proziran je i bezbojan, može biti i sivo-bijele, svijetlo ružičaste i svijetložute boje. Tvrdoće je 5 po Moshovoj skali. Kalavost nema. Nepravilnog je loma. Izmjerena gustoća mu iznosi $3,12 \text{ g/cm}^3$, a izračunata iznosi $3,103 \text{ g/cm}^3$. Kristali pokazuju razvoj romboedarski habitus. Grubo-granulirano su do zemljasti.



Slika 17 Paralelnoperspektivni crtež kristala whitlockita (Calvo, Gopal, 1975)

Optički je jednoosan negativan. Umjerenog je reljefa. Lako se topi u razrijeđenim kiselinama.

Unutar urinarnog trakta, whitlockit nije stabilan te se umjesto njega precipitira apatit. Male količine whitlockita mogu stvoriti koricu oko kamenaca koji su stvoreni od struvita (Horvatić, 2015).



Slika 18 Whitlockit sa Jahnsitom - (CaMnMg) (rudnik Tip Top, SAD), slika Wolfsried preuzeta sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)



Slika 19 Whitlockit (rudnik Palermo no. 1, SAD), slika Smith preuzeto sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)

5.7 Uricit

Uricit ($C_5H_4N_4O_3$) je dobio ime po svom kemijskom identitetu; mokraćnoj kiselini. Drugi naziv mu je 2,6,8-trihidroksipurin prema nomenklaturi organske kemikalije.

Uricit kristalizira u monoklinskom sustavu, klase 2/m. Proziran je i bezbojan, no još može imati žućkasto bijelo do svijetlosmeđe obojenje. Tvrdće je od 1 do 2 po Moshovoj skali. Izmjerena gustoća mu iznosi $1,85 \text{ g/cm}^3$, a izračunata iznosi $1,852 \text{ g/cm}^3$. Kristali su mu obično pločasti.



Slika 20 Paralelnoperspektivni crtež kristala uricita (Ringertz, 1966)

Optički je dvoosan pozitivan. Kut između optičkih osi mu iznosi 84° .

Lako se topi u slabijim lužinama.

Uricit može nastati procesom nukleacije, kristalnim rastom te faznom pretvorbom dihidrata u anhidrat. Uriciti su mali, okrugli ili sferoidalnog oblika. Zrna su prizmatskog oblika, a rubovi pokazuju tanku zrakastu laminaciju, žućkaste do smeđe boje (Nasir, 1999).



Slika 21 Uricit (špilja Dingo Donga, Australija), slika JGW preuzeta sa www.mindat.org
(Pristupljeno: 19.7.2021)



Slika 22 Uricit (rudnik Clara, Njemačka), slika Wolfsried preuzeta sa www.mineralatlas.eu
(Pristupljeno: 19.7.2021)

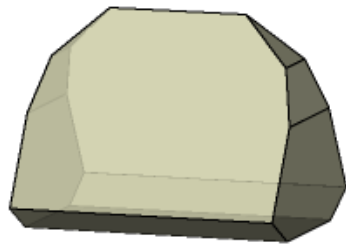
5.8 Struvit

Struvit ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) je dobio ime po Heinrichu Christophu Gottfriedu Struveu, ruskom diplomatu, konzulu u Hamburgu te suosnivaču prirodoslovnog muzeja u Hamburgu. Obično se nalazi kao produkt organskog raspada u gnojnim tvarima, konzerviranim namirnicama ili bakterijskim djelovanjem organskih spojeva te ga možemo pronaći kao sastojak ljudskih bubrežnih i mokraćnih kamenaca.

Struvit kristalizira u rompskom sustavu, klase mm2. Staklastog je sjaja. Proziran je i bezbojan, no može biti i bijele, žute, smeđe ili svijetlosive boje. Tvrdoće je $1\frac{1}{2}$ do 2 po Moshovoj skali. Kalavost je dobra po $\{001\}$, a loša po $\{100\}$. Lom mu može biti nepravilan do poluškoljkast. Izmjerena gustoća iznosi $1,711 \text{ g/cm}^3$, a izračunata iznosi $1,705 \text{ g/cm}^3$. Kristali su uglavnom izometrični i hemimorfni. Mogu biti u obliku klina (zbog velikih i nejednako razvijenih ploha po $\{101\}$ i $\{10\bar{1}\}$), u obliku ljesa (kada se gleda duž $[100]$) ili kratko prizmatični po $[001]$, $[010]$ ili po $[100]$. Kristali su obično veličine 2,5 cm s izraženom hemimorfijom. Sraslaci su po $\{001\}$.



Slika 23 Paralelnoperspektivni crtež kristala struvita sa formama $\{110\}$, $\{011\}$, $\{00\bar{1}\}$ (Dana, 1892)



Slika 24 Paralelnoperspektivni crtež kristala struvita sa formama $\{101\}$, $\{00\bar{1}\}$, $\{010\}$ (Lewis, 1899)

Optički je dvoosan pozitivan. Izmjereni kut između optičkih osi iznosi 37° , a izračunati 40° . Reljef je umjeren.

Lako je topljiv u kiselinama, a vrlo slabo topljiv u vodi.

U urinarnom traktu, kristali struvita se pojavljuju u milimetarskim dimenzijama. Ispunjavaju pukotine, šupljine i pore u laminiranim kamencima građenih od apatita. Takav kamenac se najčešće grana i zadire u bubrežne šupljine zaokupljajući prostor u kojem se inače nalazi urin. Što je veća struvitna komponenta, kamenci postaju porozniji te kristali struvita u agregatima imaju stupačast te radijalan raspored. Inficirani urin iz kojeg se razvija struvit je alkalni zbog prisutnog amonijaka. Time, struvit nikad ne dolazi u asocijaciji s oksalatima, kiselim kalcijevim fosfatima te mokraćnom kiselinom (Horvatić, 2015).



Slika 25 Struvit (Hamburg, Njemačka), slika Wilson preuzeta sa www.mineralatlas.eu (Pristupljeno: 19.7.2021)



Slika 26 Struvit (Terrafofostuna, Španjolska), slika Seroka preuzeta sa www.mineralatlas.org (Pristupljeno: 19.7.2021)

6. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Bubrežni kamenci oduvijek rade probleme u ljudskom te životinjskom organizmu. Njihov način otkrivanja te uklanjanja je bio od iznimne važnosti. Stvoreno je nekoliko metoda kroz povijest koje su pripomogle u tom naumu, no niti jedna od tih metoda ne daje sve informacije vezane za bubrežne kamence. U ovome poglavlju biti će opisane i navedene sve metode koje su nastale vezano za njihovo otkriće i razumijevanje, no tko zna, uskoro će možda nastati i metoda koja će nam dati sve potrebne informacije vezano za njih.

1800. godine, znanstvenici T. Bergman i C. W. Scheele započinju prva istraživanja na bubrežnim kamencima. Svoja istraživanja su započeli urinarnom litijazom. Razlog zašto su počeli sa tim poljem je što su bubrežni kamenci davali dovoljno čistu kemikaliju za istraživanje, a k tome se nalazi u ljudskom tijelu. C. W. Scheele je prvi identificirao mokraćnu kiselinu te cistin iz urina. Narednih trideset godina, znanstvenici poput A. F. Fourcroy i L. N. Vauquelin u Parizu te W. H. Wollaston, K. Pearson i W. Prout u Londonu identificirali su razne soli, mokraćnu kiselinu, urate, oksalate, amonijak i magnezij (iz: Richet, 1995.).

1860. godine J.F. Heller uvodi kemijske analize koje se temelje na tvrdoći, kemijskim reakcijama te boji. Pošto se tekstura i struktura bubrežnih kamenaca nije mogla otkriti, dolazi do korištenja metode poput rendgenske difrakcije.

Nakon sustavnih studija, kemijska analiza urinarnog kamenca postavljena je kao rutinski medicinski postupak (Hesse i Sanders, 1988). Godine 1947. Prein i Frondel uvode polarizacijsku mikroskopiju za identifikaciju kristalnih sastojaka urinarnog kamenca (Silva i sur., 2010). njihovo istraživanje bavilo se uspoređivanjem kemijskih i morfoloških analiza bubrežnih kamenaca te su zaključili da se za razliku od morfološke analize, kemijskom analizom mogu se otkriti samo kalcij i oksalati odvojeno, ali ne i kristalni tip. Prepoznavanje kristalnog oblika vrlo je korisno za planiranje terapije ljudima (Singh i Rai, 2014).

Neki su znanstvenici počeli koristiti mokre kemijske analize i metode IR spektroskopije prilikom analize bubrežnih kamenaca. Rezultati koje su dobili su pokazali da te metode nisu

precizne i mogu pokazati velike pogreške prilikom dijagnoze, a kasnije i tijekom liječenja. Mokra kemijska analiza se najčešće koristi prilikom rutinske analize bubrežnih kamenaca u laboratorijima jer se pomoću njih može utvrditi prisutnost pojedinih iona i radikala bez razlikovanja specifičnih spojeva u mnogim tipovima bubrežnih kamenaca (Basiri i sur., 2012). Također, pokazalo se da su spektroskopske metode primjenjivije za manje količine uzorka i pomoću njih se može odrediti sastav bubrežnih kamenaca. U kombinaciji sa rendgenskom difrakcijom, daju točne rezultate o sastavu praha bubrežnih kamenaca (Basiri i sur., 2012).

1970. godine, za analizu bubrežnih kamenaca se pojavljuje nova metoda pod nazivom termogravimetrija. Termogravimetrija je analitička tehnika kojom se pri zagrijavanju neke tvari kontinuirano mjeri smanjenje mase u ovisnosti o temperaturi koja ga je izazvala zbog razlaganja određenih spojeva. Nedostaci ove metode su sličnosti u početnim temperaturnim transformacijama i stupnju dezintegracije nekih sličnih spojeva što otežava njihovu identifikaciju. Ova analiza ima sve veće značenje i upotrebu u analizi bubrežnih kamenaca. Prema redoslijedu, najbolje metode pokazale su se: XRD metoda, IR spektroskopija i polarizacijski mikroskop. XRD difrakcija i IR spektroskopija daju najprihvatljivije analitičke rezultate i mogu se klasificirati kao referentne metode za analizu bubrežnih kamenaca.

7. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe ovog istraživanja proučavano je 50 uzoraka bubrežnih kamenaca koji su dobiveni sa Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josip Juraj Strossmayer. Kamenci su označeni brojevima te su izostavljena imena i prezimena ljudi od kojih su donirani.

Kamenci su promatrani u reflektiranom svjetlu i slikani uz pomoć stereo – mikroskopa Olympus SZX10 i fotoaparata Canon EOS 1100D u prostorijama Geološko-paleontološkog zavoda pri Geološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Slikani su sa raznih strana, kako bi se dobio što bolji uvid u njihovu raznolikost te kako bi se što bolje mogli opisati i definirati.

8. REZULTATI

Uzorak broj 1

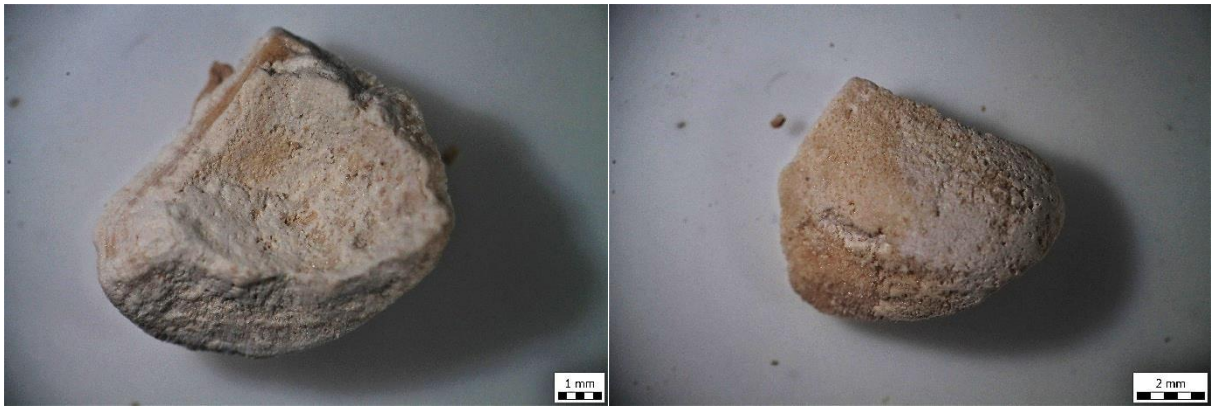
Uzorak broj 1 je veličine manje od 5 mm. Sastoji se od 18 fragmenata bubrežnih kamenaca uglavnom zaobljenog oblika (slika 27).

Fragmenti su bijele boje, neki su potpuno bijeli, a neki su zonalne boje u nijansama smeđe i crvenkaste boje. S vanjske strane su zaglađeni te se preko određenih mjesta previja nešto nalik bijele "prevlake" (slika 28). Na unutrašnjoj strani, fragmenti nisu potpuno ispunjeni već djelomično porozni, šupljikavi (slika 28). Rast svih fragmenata kamenaca u uzorku je koncentričan (slika 30).

Kod nekoliko fragmenata bubrežnih kamenaca prevladava crvenkasta boja i izrazita bubrežasta tekstura (slika 29). Također je vidljiva "prevlaka", koju bi zapravo mogli tvoriti sitni kristalići, te su poneki puni sitnih rupa (slika 29).



Slika 27 Bubrežni kamenci Uzorka 1 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 28 Unutrašnja i vanjska građa jednog od bubrežnih kamenaca Uzorka 1



Slika 29 Bubrežasta tekstura i bijela "prevlaka" Uzorka 1



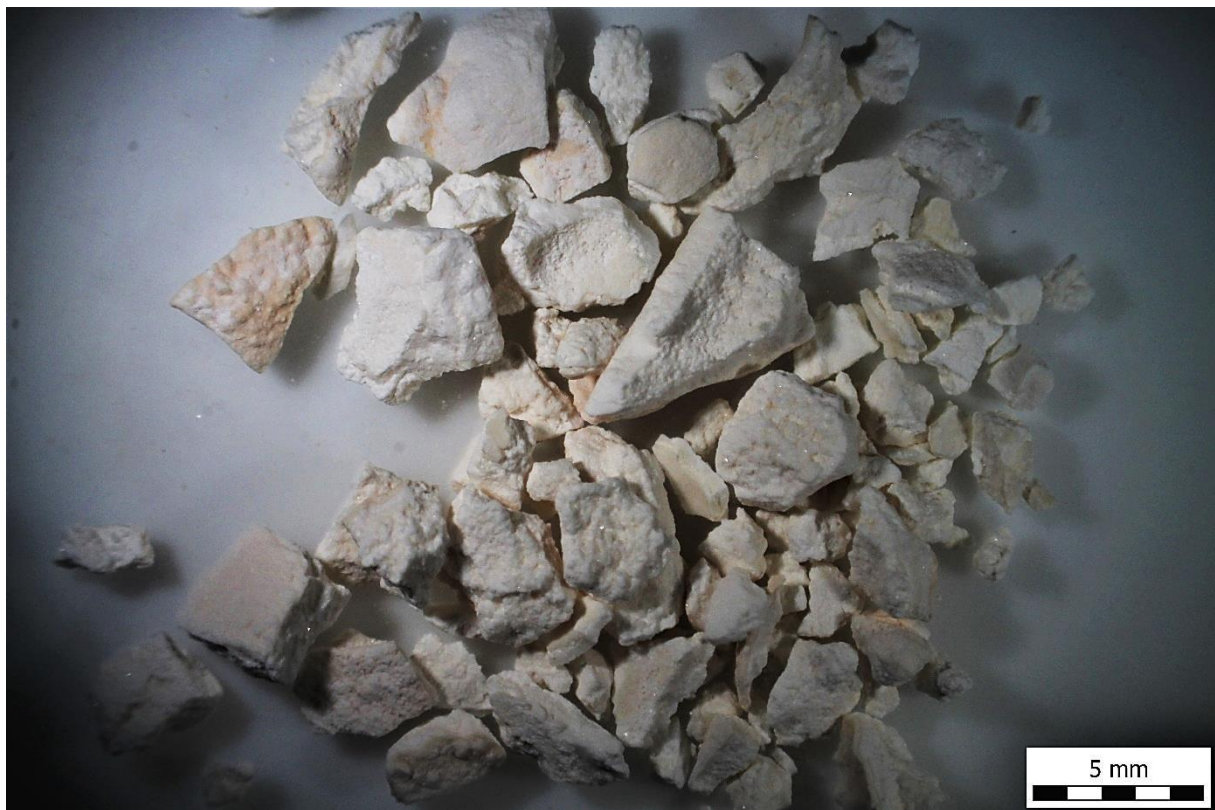
Slika 30 Koncentričan rast Uzorka 1

Uzorak broj 2

Uzorak broj 2 je veličine manje od 5 mm. Sastoji se od preko 20 fragmenata bubrežnih kamenaca oštih bridova i različitih dimenzija (slika 31).

Bijele su boje, no na pojedinim fragmentima je vidljiva i nijansa crvenkastosmeđe boje. Većina fragmenata kamenaca je zrnate "teksture" te sadrže čestice visokog sjaja i refleksije (slika 32).

Na fragmentima su vidljivi karakteristični konkavni dijelovi koji prolaze ili kroz cijeli fragment kamenca ili na polovici fragmenta kamenca koji je jednom bio cjelovit (slika 32). Na određenim fragmentima, osim zrnate, vidljiva je i bubrežasta tekstura (slika 33). Kada su vidljive drugačije teksture, došlo je do različite kristalizacije.



Slika 31 Bubrežni kamenci Uzorka 2 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 32 Konkavni dio i zrnata tekstura Uzorka 2



Slika 33 Bubrežasta tekstura Uzorka 2

Uzorak broj 3

Uzorak broj 3 prikazuje šest fragmenata bubrežnih kamenaca u mjerilu manjim od 5 mm, no kada su fragmenti kamenaca zasebno odvojeni, veličine su manje od 2 mm (slika 34).

Narančasto - smeđe su boje sa česticama visokog sjaja i refleksije te su vidljive i matirane bijele točkice. Uzorci su kristalasti. Obli su bez oštih bridova te podjednake veličine.

Kao i u nekoliko prethodnih uzoraka, i ovdje se može vidjeti nakupina bijelih kristalića na površini uzorka te se isto radi o još jednoj fazi (slika 35).



Slika 34 Bubrežni kamenci Uzorka 3 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 35 Kamenac sa najvećom nakupinom bijele "mrlje" Uzorka 3

Uzorak broj 4

Uzorak broj 4 sadrži tri fragmenta bubrežnih kamenaca manjih od 2 mm. Gotovo su limonitne boje, nalik na hrđu, no na fragmentima je vidljiva i bijela boja (slika 36). Sigaste do bubrežaste su teksture (slika 37). Pošto nema vidljivog centra za početak rasta, rast je zonalan te imaju nepravilni lom.

Fragmenti kamenaca sadrže sjajne čestice točnije kristaliće veličine 0,002 mm, no oni sami su bez sjaja. Na fragmentima su vidljive dvije faze: "smeđa kora" i "bijela kora". Smeđa kora je zrnate teksture, a bijela je građena od kaolinita (slika 38).



Slika 36 Bubrežni kamenci Uzorka 4 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 37 Usporedba vanjskog dijela sa bubrežastom teksturom i unutrašnjeg dijela sa zrnatom teksturom Uzorka 4



Slika 38 Smeđa i bijela kora na vanjskom dijelu bubrežnog kamenca Uzorka 4

Uzorak broj 5

Uzorak broj 5 sadrži fragmente bubrežnih kamenaca veličine manje od 1 mm. Sastoji se od 23 fragmenta bubrežnih kamenaca oštih bridova (slika 39).

Prevladava smeđe – crvena boja u različitim nijansama na različitim fragmentima kamencima. Fragmenti imaju zrnatu teksturu te su na njima vidljive rupice (slika 40 i 41). Također, fragmenti kamenaca su bez sjaja i uslojeni su.

Kod određenih fragmenata je u središtu moguće vidjeti tamne nakupine, dok se kod nekih ponovno pojavljuju bijele nakupine kristalića. Vanjska građa je gruba dok su u unutrašnjoj građi kristalići slobodni (slika 42).



Slika 39 Bubrežni kamenci Uzorka 5 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 40 Zrnata tekstura Uzorka 5



Slika 41 Rupičavost Uzorka 5



Slika 42 Tamna (lijevo) i bijela (desno) nakupina kristalića Uzorka 5

Uzorak broj 6

Uzorak broj 6 je veličine manje od 5 mm (slika 43). Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila manjeg od 1 do 2 mm. Sastoji se od 13 fragmenata bubrežnih kamenaca koji su sa gornje strane pravilnih, oštih bridova (poput piramida, no ne može se objasniti) (slika 45), a sa donje strane su vidljivi veći, gromadasti dijelovi (slika 46). Nije čisto bijela, već prevladava siva boja, no vidljive su i nijanse smečkaste boje.

Na površini fragmenata kamenca presijavaju se sjajne čestice, no sami fragmenti su bez sjaja. Također su vidljive i brojne sitne rupe (slika 44).



Slika 43 Bubrežni kamenci Uzorka 6 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 44 Rupičavost Uzorka 6



Slika 45 Oštri bridovi na gornjoj strani kamenca Uzorka 6



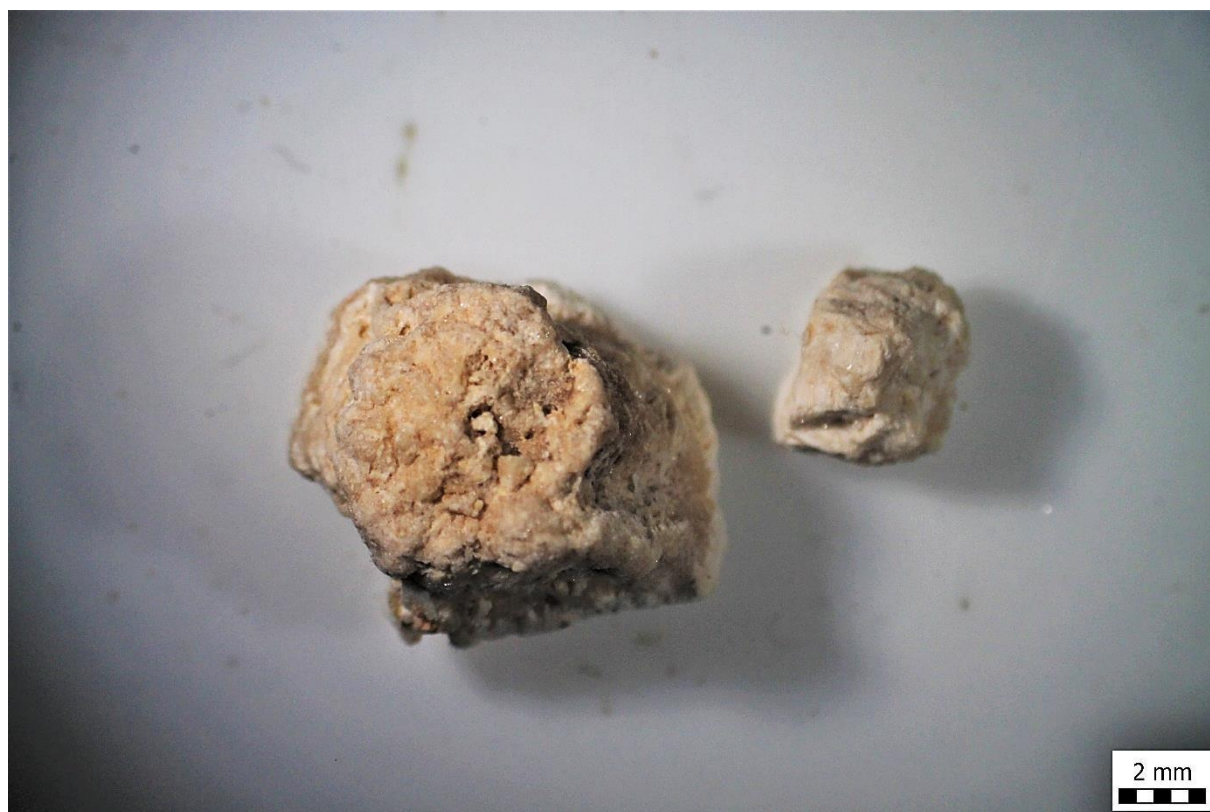
Slika 46 Gromadasta građa donje strane kamenca Uzorka 6

Uzorak broj 7

Uzorak broj 7 je veličine manje od 2 mm. Fragmenti kamenaca u uzorku, kada su zasebno gledani nalaze se u mjerilu od 1 do 2 mm. Sastoji se od 2 fragmenta bubrežnih kamenaca uglavnom zaobljenog oblika (slika 47).

Prevladavaju bijela te nijanse smečkaste boje. Sa gornje strane su zaglađeni, a sa donje strane su nepravilni i blago bubrežasti. Staklastog su sjaja.

Na jednom fragmentu, gledano sa gornje strane, moguće je vidjeti tri manje, smeđe nakupine nepoznatog uzroka (slika 48). Kod manjeg fragmenta može se zamijetiti slojevitost odnosno tri faze koje vrlo vjerovatno predstavljaju način rasta kamenaca (slika 49).



Slika 47 Bubrežni kamenci Uzorka 7 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 48 Gornja strana sa vidljivim smeđim mrljama Uzorka 7

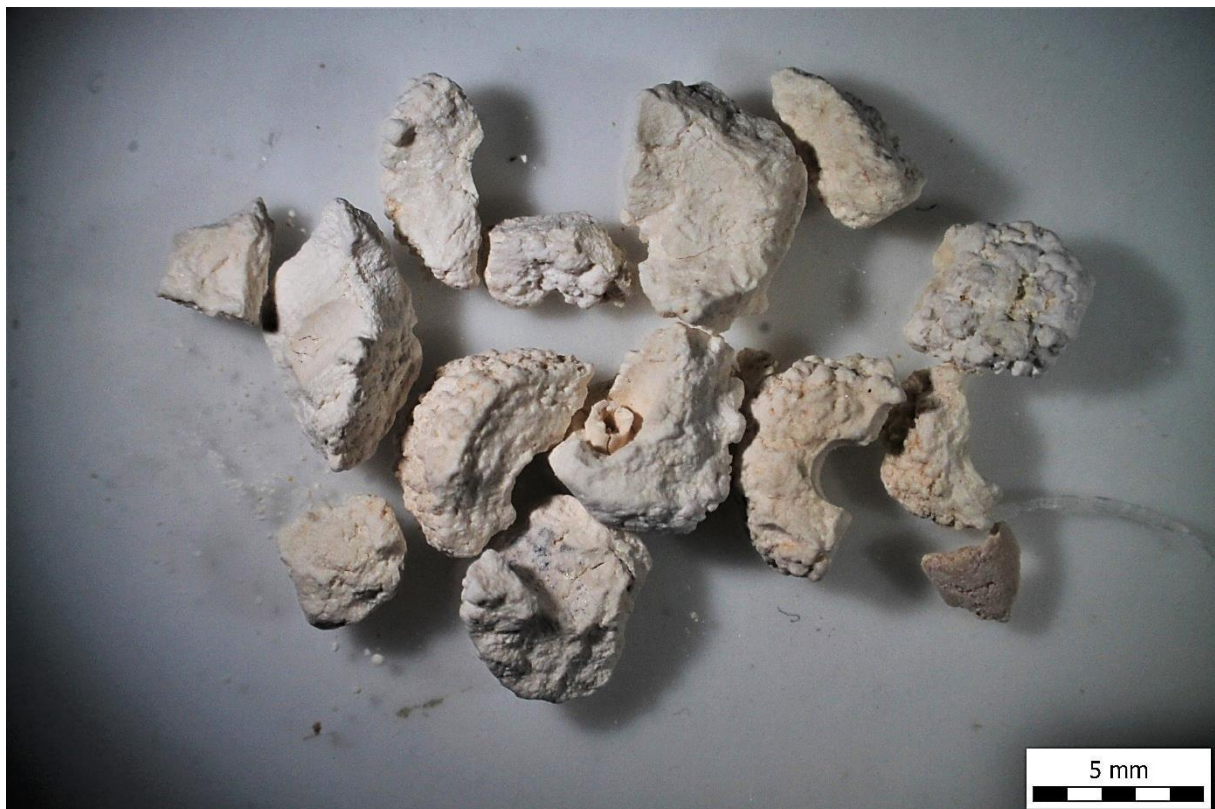


Slika 49 Slojevitost i sjaj Uzorka 7

Uzorak broj 8

Uzorak broj 8 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila manjeg od 1 do 2 mm. Sastoji se od okvirno 14 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 50).

Fragmenti su sa vanjske strane izrazite bubrežaste teksture koja zapravo predstavlja slijepljene subparalelne kristale (slika 51), dok su u unutrašnjosti potpuno zaglađeni. Lupinaste su građe. Bijele su boje te skoro svaki uzorak kamenca ima otisak kanalića (slika 52).



Slika 50 Bubrežni kamenci Uzorka 8 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 51 Bubrežasta tekstura Uzorka 8



Slika 52 Otisak kanalića Uzorka 8

Uzorak broj 9

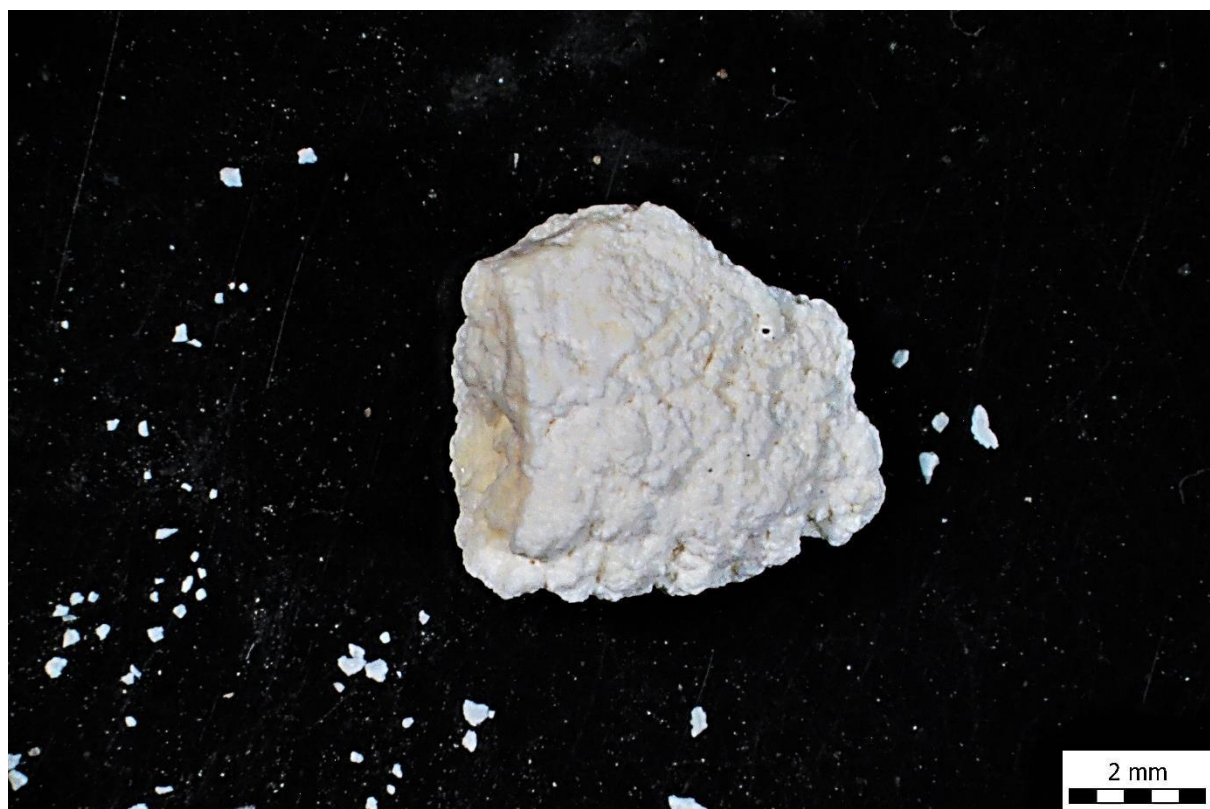
Uzorak broj 9 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka, kada je slikan zasebno, je mjerila manjeg od 1 do 2 mm. Sastoji se od 6 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 53).

Fragmenti kamenaca su sa vanjske strane izrazite bubrežaste teksture (slika 54), dok su u unutrašnjosti potpuno zaglađeni. Imaju oble bridova, bijele su boje te skoro svaki fragment kamenca ima otisak kanalića (slika 55).

Uzorci broja 9 su zapravo izrazito slični uzorku broja 8, osim što imaju puno veće otiske kanalića te se čine mekšima i praškastim od uzoraka broja 8.



Slika 53 Bubrežni kamenci Uzorka 9 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 54 Bubrežasta tekstura Uzorka 9



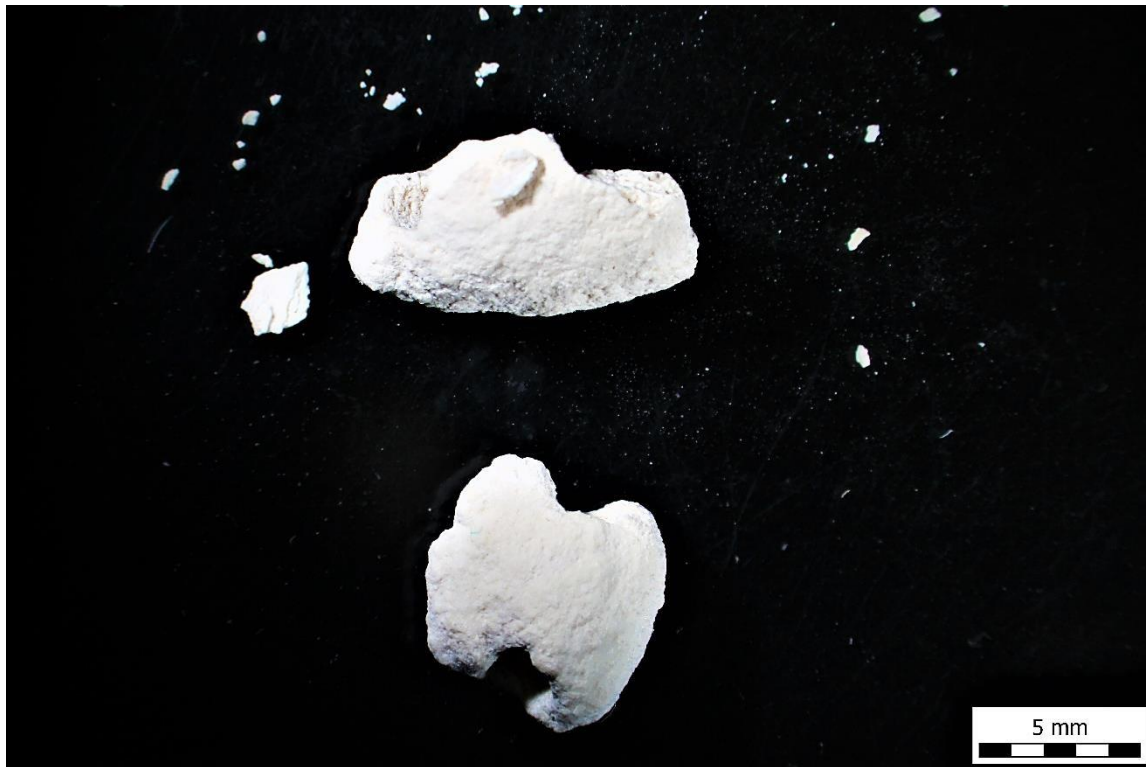
Slika 55 Otisak kanalića Uzorka 9

Uzorak broj 10

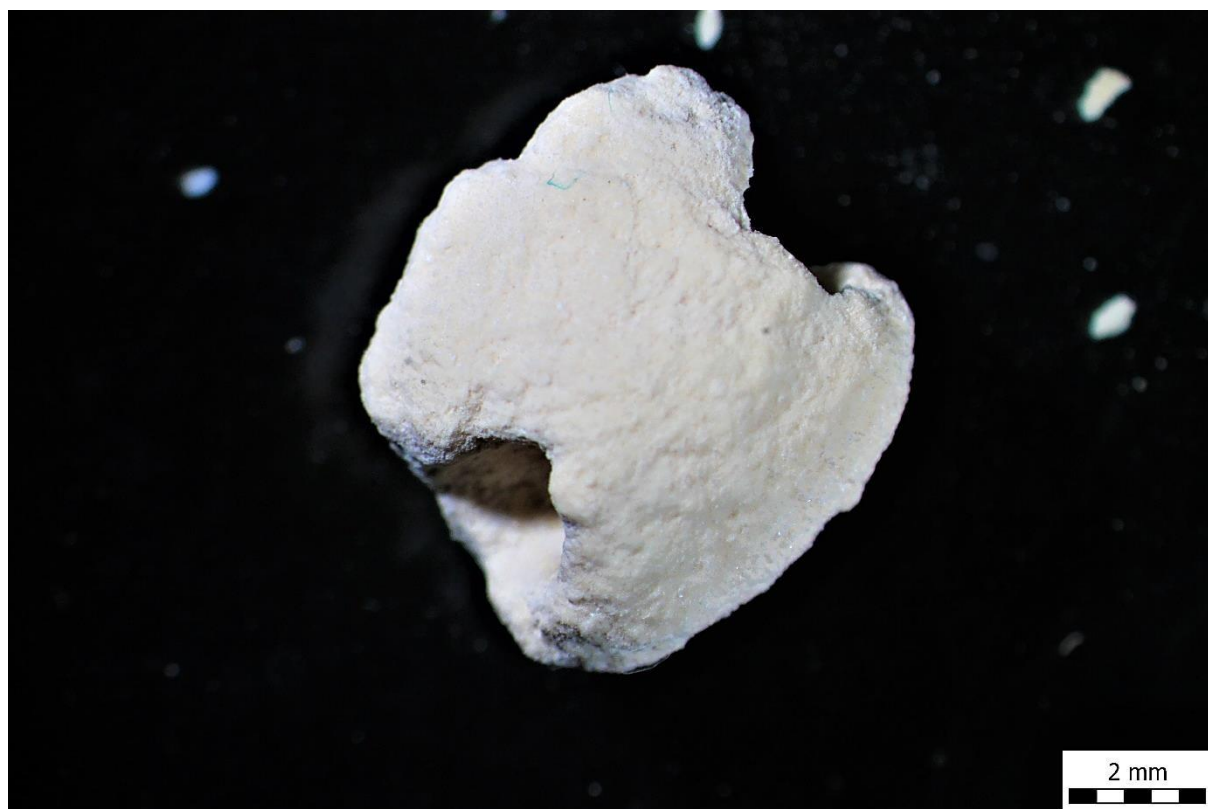
Uzorak broj 10 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila manjeg od 1 do 2mm. Sastoji se od 2 fragmenta bubrežnih kamenaca (slika 56).

Fragmenti kamenaca su podjednake veličine te su zaobljeni. Bijele su boje sa vanjske strane, a s unutrašnje strane su smeđe – narančaste boje.

Jedan od uzoraka sadrži otisak kanalića koji prolazi njegovom čitavom dužinom te i drugi uzorak sadrži otiske kanalića (slika 57). Također, može se prepoznati slojevitost (slika 58).



Slika 56 Bubrežni kamenci Uzorka 10 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 57 Otisak kanalića koji prolazi čitavom dužinom kroz Uzorak 10



Slika 58 Slojevitost Uzorka 10

Uzorak broj 11

Uzorak broj 11 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila manjeg od 1 mm. Sastoji se od preko 10 fragmenata bubrežnih kamenaca zajedno sa prahom (slika 59).

Sive su boje te se na pojedinim fragmentima mogu razaznati i nijanse narančasto – smeđe boje. Fragmenti kamenaca su oblihi bridova i zrnate teksture. Blago su spljošteni sa vidljivom slojevitošću (slika 61). Karakteriziraju ih i sitne rupe koje se nalaze na površini fragmenata (slika 60) te pokoja čestica visokog sjaja i refleksije.

Prah je bijele boje. Također sadrži čestice visokog sjaja i refleksije te pošto je izrazito sitan, ne mogu se odrediti oblici čestica unutar praha. Prema izgledu fragmenata te njihovim karakteristikama, moglo bi se pretpostaviti da je došlo do dehidracije uzorka.



Slika 59 Bubrežni kamenci Uzorka 11 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 60 Rupičavost na površini fragmenta kamenca Uzorka 11



Slika 61 Donja strana bubrežnog kamenca Uzorka 11 gdje je vidljiva i slojevitost

Uzorak broj 12

Uzorak broj 12 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka, slikan zasebno, je mjerila manjeg od 1 mm. Sastoji se od 80ak fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 62).

Mliječno bijele su boje, no na nekima se može vidjeti i žućkasta boja. Navedena žućkasta boja predstavlja boju kore koja predstavlja drugu fazu ovih fragmenata kamenca. Staklastog su sjaja i nepravilnog loma. Kod nekih uzoraka je vidljiv koncentričan rast gdje se može jasno vidjeti centar rasta (slika 63), a kod pojedinih fragmenata je vidljiv slojeviti rast (slika 64).

Kod određenih uzoraka je se također može vidjeti prevlaka drugačije teksture kao što se može vidjeti na prijašnjim uzorcima koja isto predstavlja određenu fazu rasta fragmenata.



Slika 62 Bubrežni kamenci Uzorka 12 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 63 Koncentričan rast Uzorka 12



Slika 64 Slojevitost te drugačija tekstura na gornjoj strani kamenca Uzorka 12

Uzorak broj 13

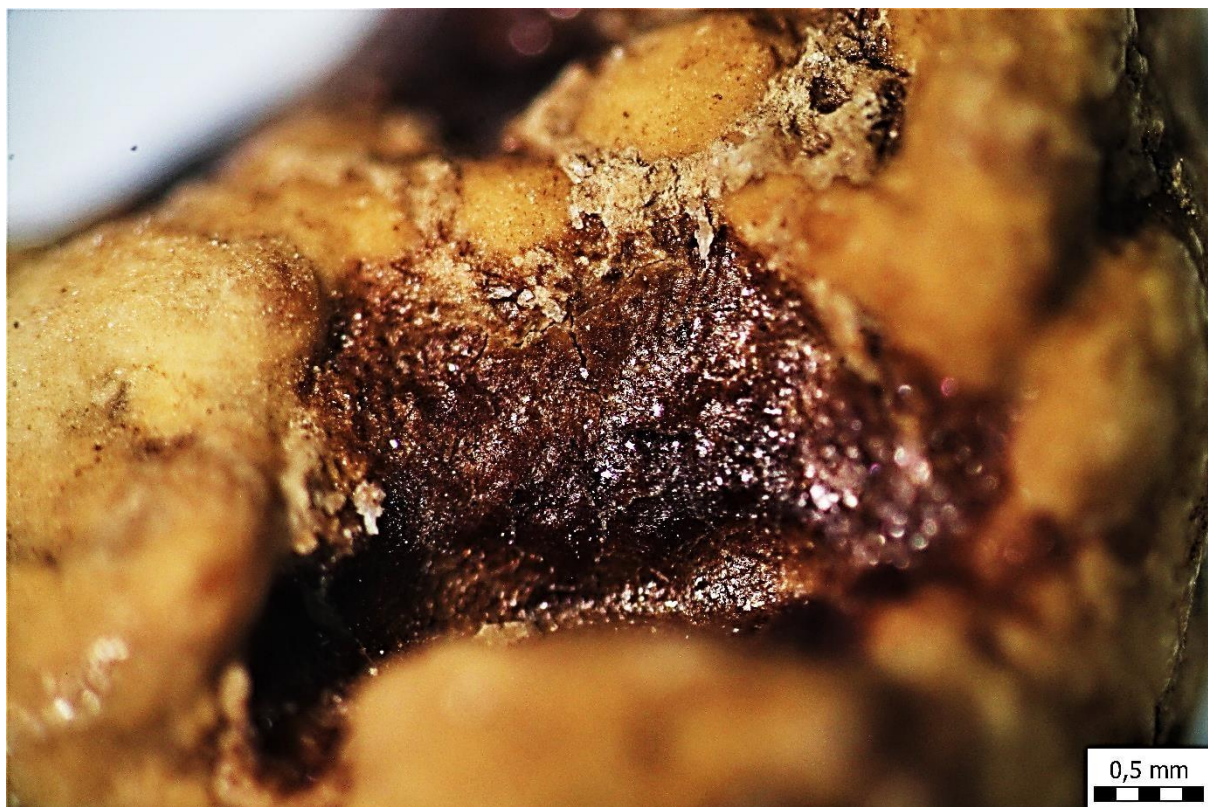
Uzorak broj 13 je veličine manje od 2 mm. Sastoji se od jednog bubrežnog kamenca (slika 65).

U ovom uzorku se također mogu vidjeti dvije faze koje se prvenstveno mogu prepoznati po boji. Vanjski dio je svijetlosmeđe boje dok je unutrašnji dio je tamnocrvene boje (slika 66). Također se može prepoznati i po teksturi gdje je vanjski dio bubrežast/lupinast dok je tekstura unutrašnjeg dijela zaglađena. Površina druge faze ili vanjskog dijela je bez sjaja tj. smolastog sjaja dok su u unutrašnjem dijelu su vidljive čestice visokog sjaja i refleksije.

Na površini uzorka su vidljive i poneke tamne korice izrazito tamnosmeđe boje koje mogu predstavljati novu fazu ili već navedene dvije faze sa malo drugačijim karakteristikama zbog određenih utjecaja (slika 67).



Slika 65 Bubrežni kamenci Uzorka 13 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 66 Unutrašnji dio kamenca Uzorka 12



Slika 67 Mrlje na bubrežnom kamencu Uzorka 13

Uzorak broj 14

Uzorak broj 14 je veličine manje od 2 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se više od 10 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 68).

Nepravilnog oblika sa izrazito oštrim bridovima. Fragmenti su kristalasti (slika 69). Podjednake su veličine, staklastog sjaja i nepravilnog loma. Većinom prevladava bijela boja, no mogu se zamijetiti i tamnosmeđa boja te nijanse narančaste boje. Na pojedinim uzorcima je moguće vidjeti i rupice.

Kristalići rastu na amorfnom dijelu fragmenta bubrežnog kamenca te se isto može zaključiti da se radi o dvije faze rasta fragmenata (slika 69).



Slika 68 Bubrežni kamenci Uzorka 14 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 69 Kristalići na površini bubrežnih kamenaca Uzorka 14

Uzorak broj 15

Uzorak broj 15 je veličine manje od 5 mm. Sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca i praha bubrežnog kamenca (slika 70).

Fragment kamenca je oblog i izduženog oblika (slika 71). Tekstura fragmenta bubrežnog kamenca je gruba sa udubinama po površini. Vidljiv je nepravilni lom. Smeđa boja prevladava, no vidljive su nijanse žute boje. Zemljanog je sjaja. Moguća je izmjena 3 faze.

Za razliku od fragmenta, praha bubrežnog kamenca imamo puno više. Prvo što se na njemu može zamijetiti je izrazita narančasta boja. Kada se pogleda izbliza, vidljivi su kristalići izrazito oštih bridova te piramidalnog oblika (slika 72). Na površini navedenih kristalića je moguće vidjeti čestice visokog sjaja i refleksije.



Slika 70 Bubrežni kamenci Uzorka 15 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 71 Pukotine na bubrežnom kamencu Uzorka 15



Slika 72 Kristalići praha Uzorka 15

Uzorak broj 16

Uzorak broj 16 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment bubrežnog kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se od presjeka 2 fragmenta bubrežna kamenca (slika 73).

Fragmenti su tamnosmeđe do čak crne boje. Karakterizira ih izrazita bubrežasta tekstura. U presjeku fragmenta se može uočiti centar rasta te se time može zaključiti da se radi o koncentričnom rastu (slika 74). Na površini je masnog sjaja dok se u presjeku naziru čestice visokog sjaja i refleksije koje bi bile staklastog sjaja.

Oba fragmenta su podjednake veličine te po svim karakteristikama potpuno isti.



Slika 73 Bubrežni kamenci Uzorka 16 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 74 Presjek Uzorka 16

Uzorak broj 17

Uzorak broj 17 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se od 21 fragmenta bubrežnog kamenca (slika 75).

Sastoji se od dvije faze: amorfne površine po kojoj rastu kristali. Svi fragmenti su izrazito kristalasti. Staklastog su sjaja (slika 76). Prevladavaju nijanse narančaste boje te nijanse smeđe boje. Različitih su oblika te nepravilnog loma. Površina je grube teksture.

Od svih fragmenata, najviše se ističe onaj fragment izrazito tamnosmeđe boje (slika 77). Za razliku od ostalih fragmenata, gljivastog je oblika. Nije staklastog sjaja, već masnog.



Slika 75 Bubrežni kamenci Uzorka 17 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 76 Sjajne čestice na Uzorku 17



Slika 77 Bubrežni kamenac Uzorka 17 gljivastog oblika

Uzorak broj 18

Uzorak broj 18 je veličine manje od 5 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od 0,5 milimetra. Sastoji se više od 20 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 78).

Tamnosmeđe su boje sa pokojom nijansom svijetlosmeđe boje. Nepravilnog su oblika sa izrazito oštrim bridovima. Površina im je grube teksture te kao da je "posuta" šećerom. Podjednake su veličine te imaju sigastu formu (slika 79). Na površini pojedinih fragmenata se može vidjeti bijela korica koja vjerovatno predstavlja drugačiju fazu rasta fragmenata (slika 80). Nekolicina fragmenata na površini ima rupice.

Također se ističe fragment na čijoj površini raste izraslina gljivaste forme te svijetlo smeđe boje (slika 81).



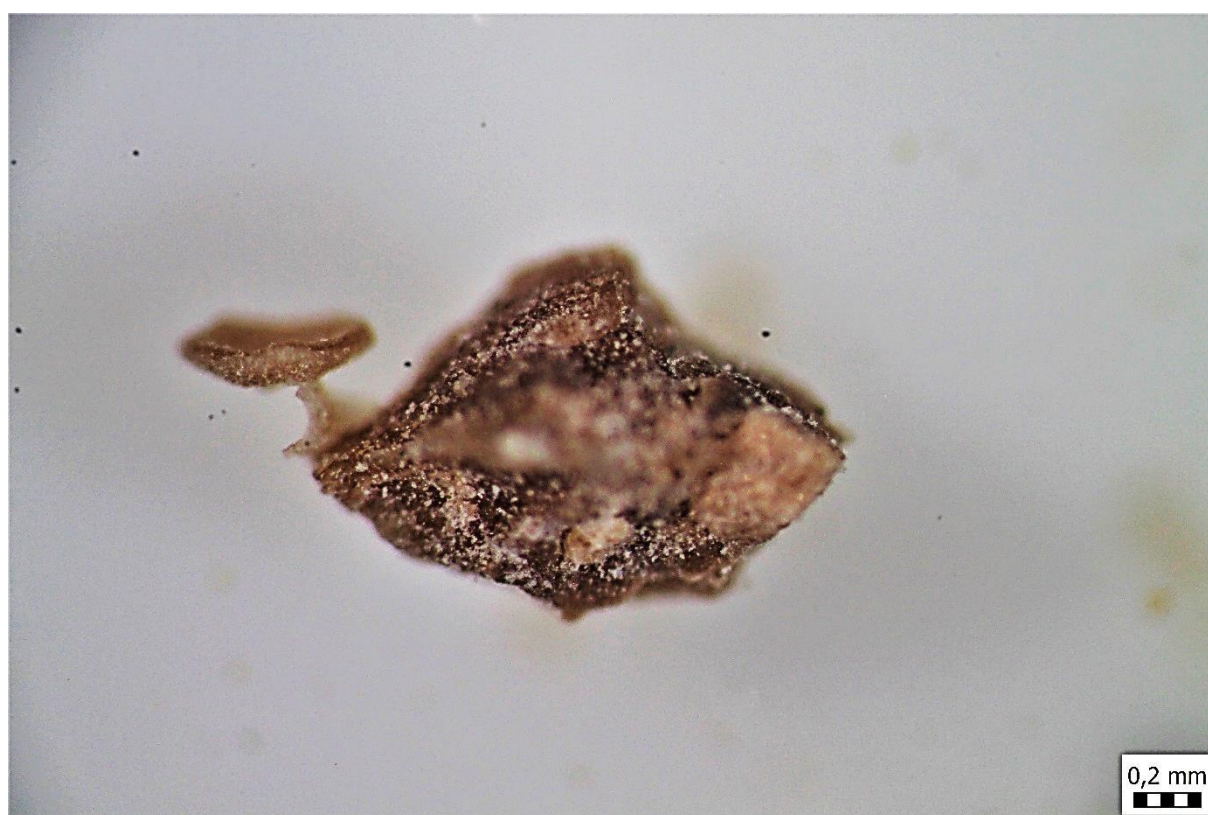
Slika 78 Bubrežni kamenci Uzorka 18 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 79 Sigasta forma Uzorka 18



Slika 80 Bijela korica na Uzorku 18



Slika 81 Bubrežni kamenac Uzorka 18 sa gljivastom izraslinom

Uzorak broj 19

Uzorak broj 19 je veličine manje od 2 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se od 2 fragmenta bubrežnih kamenaca (slika 82).

Nehomogeno su obojeni jer je dolazilo do promjena uvjeta tijekom njihova rasta. Na površini se mogu zamijetiti svijetlosmeđe mrlje koje mogu biti druga faza rasta (slika 83). Površina im je izrazite bubrežaste teksture. Zemljanog su sjaja sami po sebi, ali imaju sitne čestice visokog sjaja i refleksije. Vidljiv je nepravilan lom.

Oba fragmenta kamenaca su podjednake veličine i istih karakteristika.



Slika 82 Bubrežni kamenci Uzorka 19 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 83 Bijele mrlje na bubrežnom kamencu Uzorka 19

Uzorak broj 20

Uzorak broj 20 je veličine manje od 5 mm. Sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca i praha bubrežnog kamenca (slika 84).

Fragment kamenca je oblog oblika (slika 85). Tekstura fragmenta bubrežnog kamenca je zaglađena sa česticama praha kamenca po površini. Vidljiv je nepravilni lom te slojevitost. Siva boja prevladava, no vidljive su nijanse tamnije boje između slojeva. Zemljanog je sjaja. Prema svim karakteristikama, definitivno se može reći da se radi o dehidraciji.

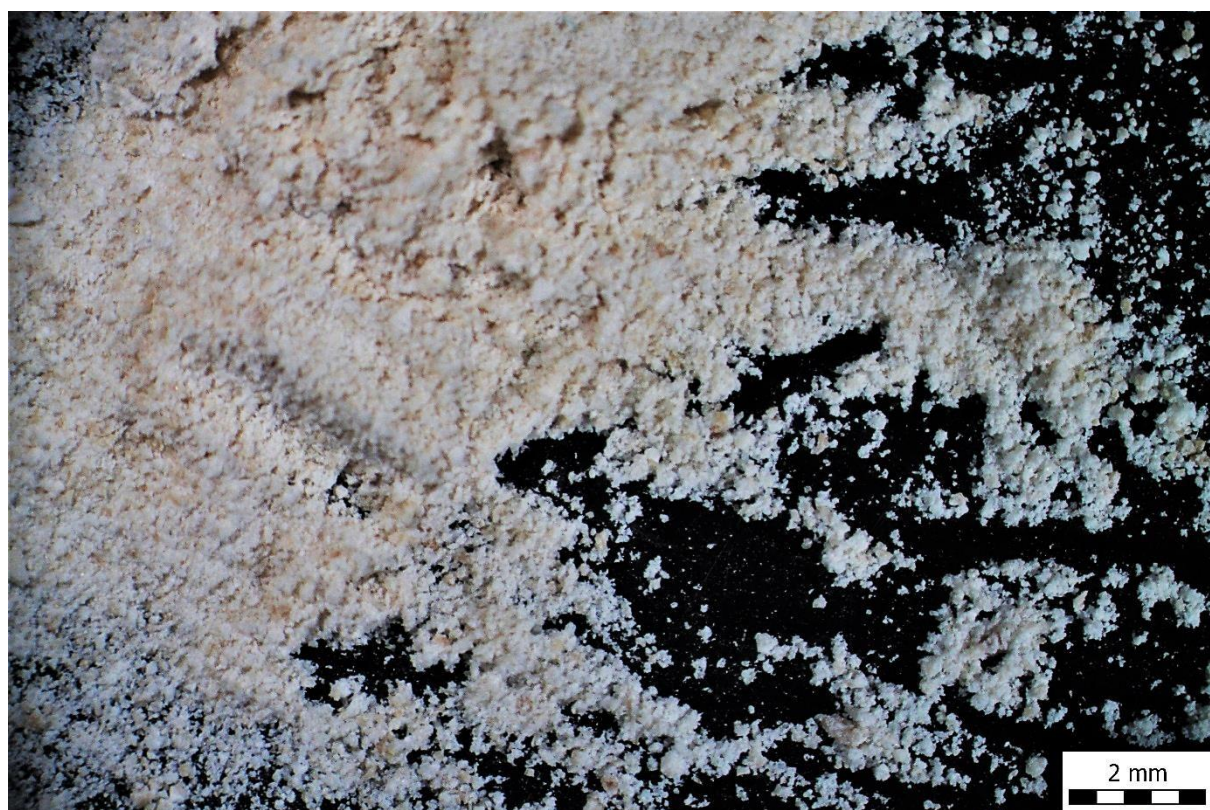
Za razliku od fragmenta, praha bubrežnog kamenca imamo puno više. Prvo što se na njemu može zamijetiti je bijela boja (slika 86). Pomoću lupe se nije moglo dovoljno blizu približiti prahu kako bi se moglo vidjeti o kakvim česticama se radi. Prah kamenca je bez sjaja.



Slika 84 Bubrežni kamenci Uzorka 20 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 85 Slojevitost Uzorka 20



Slika 86 Prah Uzorka 20

Uzorak broj 21

Uzorak broj 21 je veličine manje od 2 mm. Sastoji se od praha bubrežnih kamenaca (slika 87).

Prevladava bijela boja te se na pojedinim dijelovima može vidjeti nijansa svijetlo – narančaste boje. Fragmenti bijele boje su amorfnog oblika bez sjaja. Također izgledaju kao da su posuti šećerom (slika 88).

Svijetlo – narančasti fragmenti su u manjem broju u odnosu na bijele fragmente. Oštrih su bridova te nalikuju na piramide. Staklastog su sjaja te su kristalasti (slika 88).



Slika 87 Bubrežni kamenci Uzorka 21 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 88 Kristalići Uzorka 21

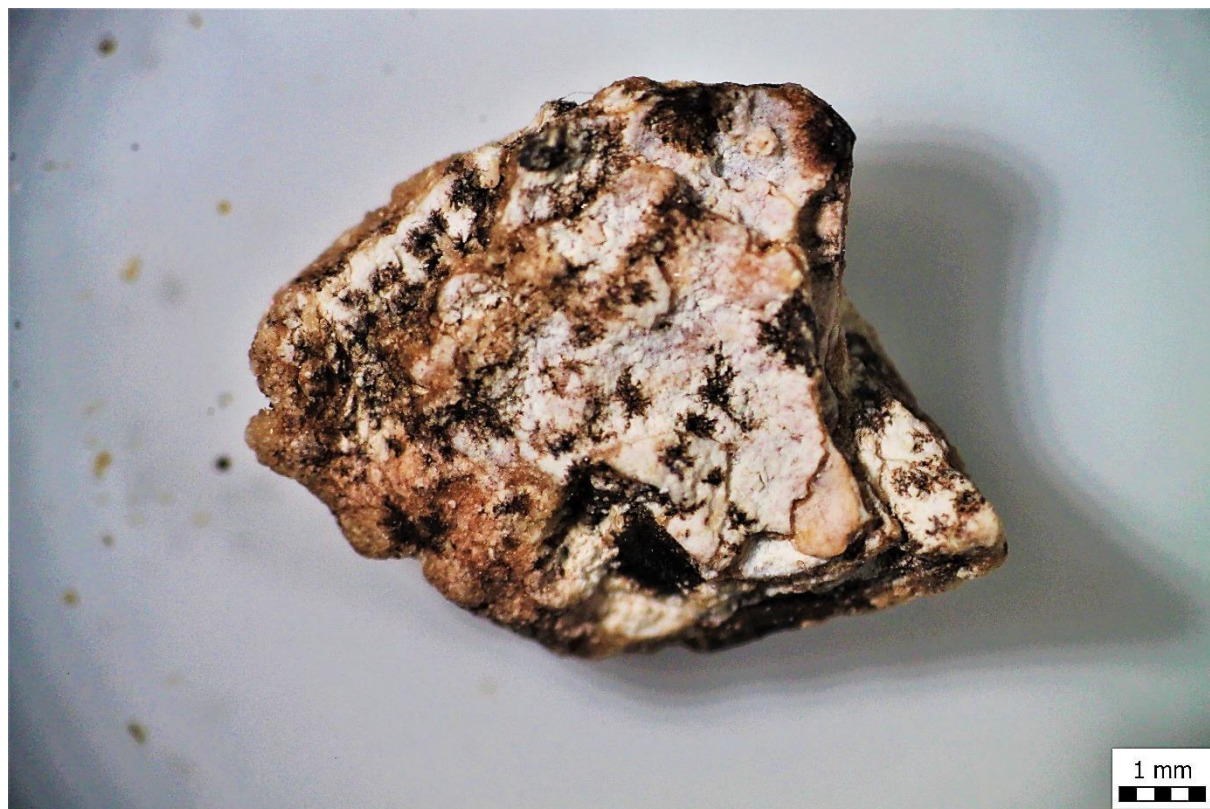
Uzorak broj 22

Uzorak broj 22 je veličine manje od 2 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se od 17 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 89).

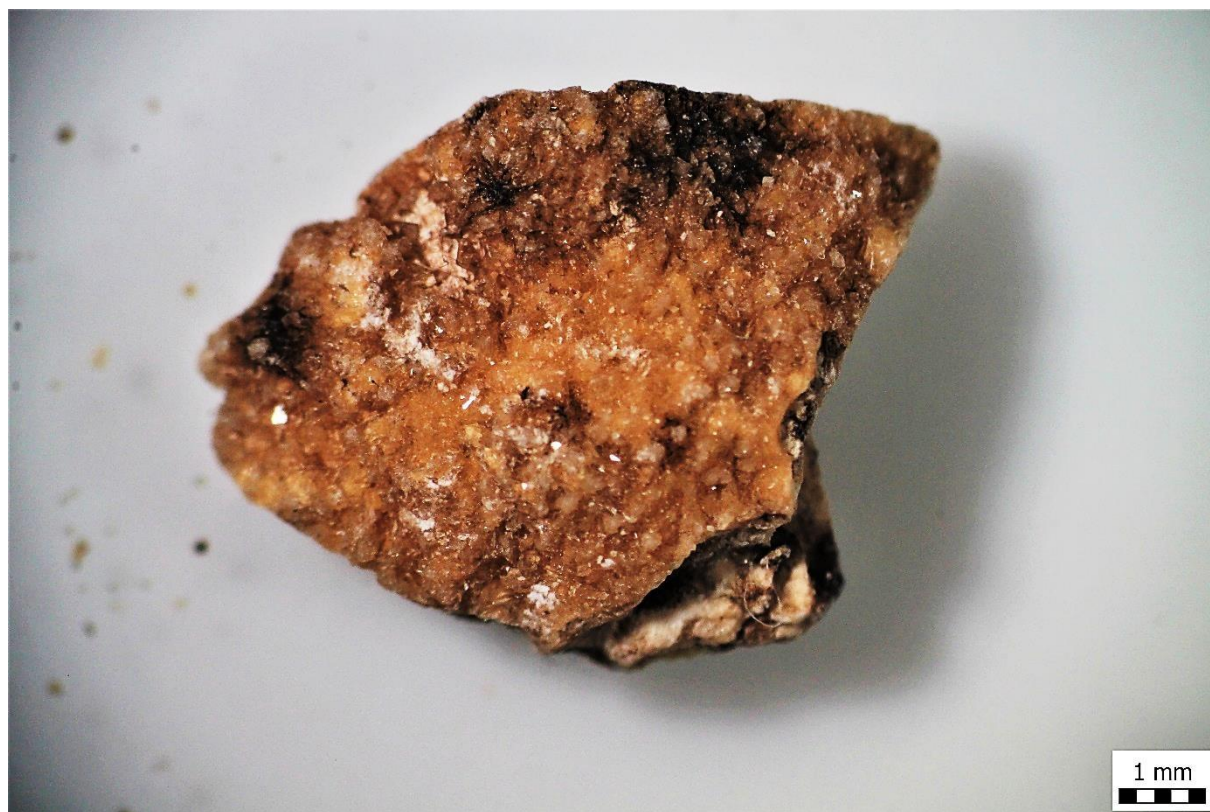
Uglavnom se radi o uzorcima većih dimenzija nepravilnog oblika. Prevladava bijela boja, no fragmenti na sebi sadrže još kore nijanse narančaste boje (slika 91) te točke tamnosmeđe boje (slika 90). Vrlo vjerovatno se radi radi o različitim fazama. Fragmenti su zonalno građeni. Amorfni su, no kora na sebi sadrži sitne kristale staklastog sjaja. Sami fragmenti su zemljanog sjaja. Nepravilnog su loma i grube teksture.



Slika 89 Bubrežni kamenci Uzorka 22 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 90 Tamnosmeđe točkice na Uzorku 22



Slika 91 Kora Uzorka 22

Uzorak broj 23

Uzorak broj 23 je veličine manje od 2 mm. Sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca (slika 92).

Tamnosive je boje. Otprilike je debljine 0,2 do 0,3 mm, a dugačak između 3 do 4 mm. Izrazito je grube teksture. Nepravilnog je oblika te zemljanog sjaja. Na površini rastu kristali koji su prozirni i staklastog su sjaja (slika 93). Može se protumačiti da se radi o dvije različite faze. Pogledano izbliza, čini se kao da je posut šećerom.



Slika 92 Bubrežni kamenci Uzorka 23 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 93 Pločice drugog minerala Uzorka 23

Uzorak broj 24

Uzorak broj 24 je veličine manje od 2 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se od 12 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 94).

Vidljivo prevladava bijela boja na fragmentima, no mogu se zamijetiti i točkice tamnosmeđe boje. Fragmenti su gromadasti te nepravilnog oblika. Na njihovoj površini rastu sitni kristali koji vjerovatno predstavljaju drugu fazu. Ti kristali su prozirni i staklastog su sjaja, dok je ostatak fragmenta zemljanog sjaja. Grube su teksture te koncentričnog rasta (slika 95).

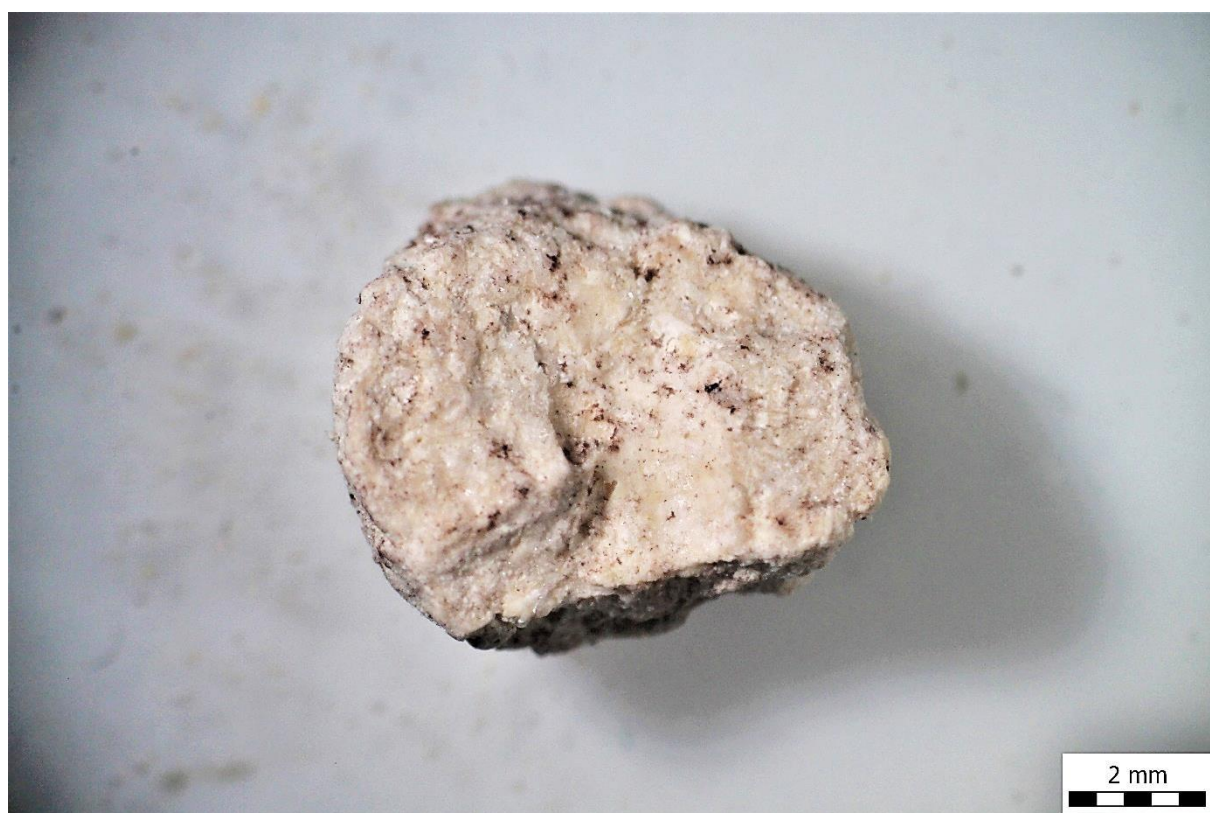
Na pojedinim uzorcima se mogu naći otisci nepoznatog podrijetla, no uzimajući u obzir gdje kamenci nastaju, vjerovatno se radi o otiscima kanalića (slika 96).



Slika 94 Bubrežni kamenci Uzorka 24 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 95 Koncentričan rast Uzorka 24



Slika 96 Mogući otisak kanalića na Uzorku 24

Uzorak broj 25

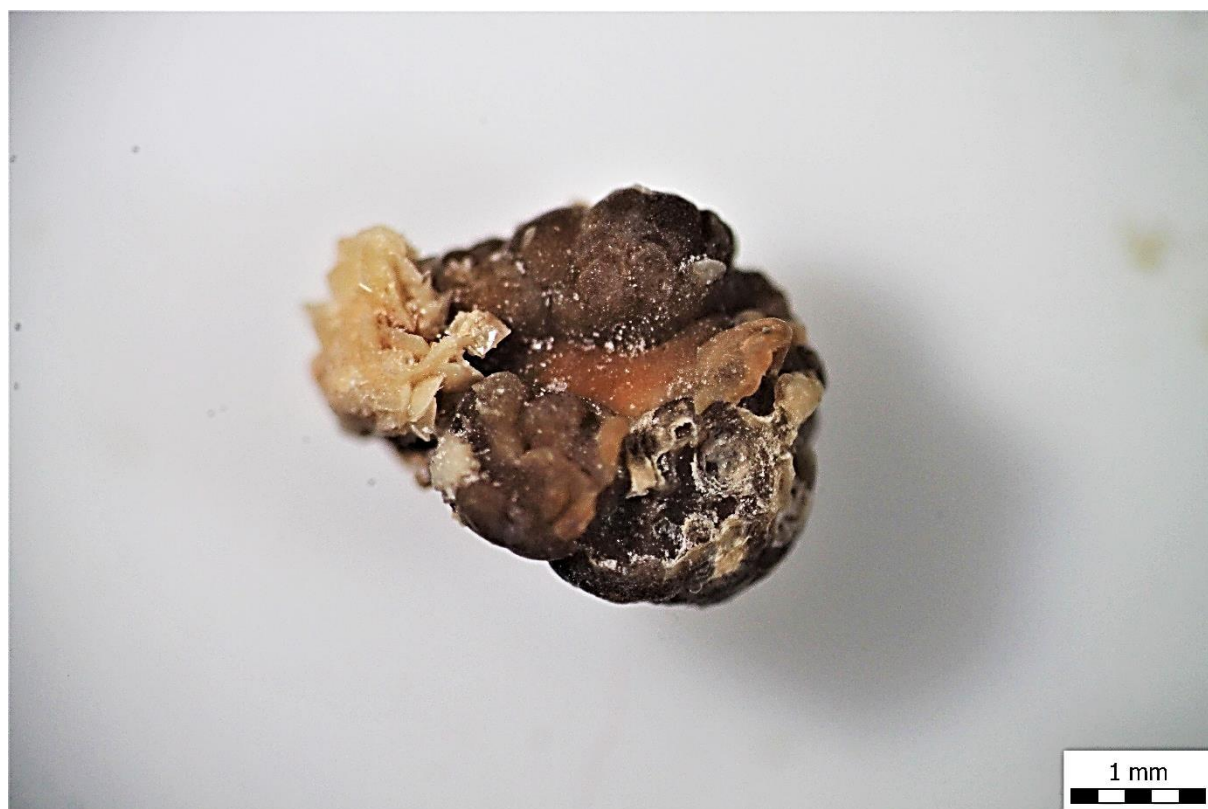
Uzorak broj 25 je veličine manje od 2 mm. Svaki fragment kamenca tog uzorka slikan zasebno je mjerila od jednog milimetra. Sastoji se od 5 fragmenata bubrežnih kamenaca (slika 97).

Najuočljivije na ovim fragmentima je njihova izražena bubrežasta tekstura. U većem dijelu prevladava tamnosmeđa boja, no pojavljuje se i svijetlosmeđa boja te boja bijele kave. Na površini fragmenata rastu kristali koji predstavljaju drugu fazu rasta. Upravo ti kristali su krem/bijela kava boje. Staklastog su sjaja. Sami fragmenti su zemljanog sjaja.

Različitih su veličina, no oni manji uzorci sadrže više kristala te su čak i potpuno prekriveni njima (slika 98) dok se na većim fragmentima pojavljuju izrazito malo ili ih uopće nema (slika 99).



Slika 97 Bubrežni kamenci Uzorka 25 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 98 Bubrežni kamenac Uzorka 25 sa mineralnom izraslinom



Slika 99 Bubrežni kamenac Uzorka 25 manjih dimenzija

Uzorak broj 26

Uzorak broj 26 sastoji se od dva veća fragmenta bubrežnih kamenaca od kojih je veći veličine oko 6 mm. Uz fragmente kamenaca, nalazi se i prah kamenca (slika 100).

Prevladava bijela boja u središtu te se još nalazi i nakupina nijanse narančaste boje (slika 102). Fragment obavija kora tamnosmeđe boje. Vjerovatno se sastoji od nekoliko faza rasta. Grube su teksture te nepravilnog loma. Nakupina u središtu je kristalasta i staklastog sjaja dok je sami fragment zemljanog sjaja.

Kod praha kamenca se izmjenjuju tri boje: narančasta, bijela te smeđa (slika 101). Kada se pogleda izbliza, vidljivi su kristalići izrazito oštih bridova te piramidalnog oblika. Na površini navedenih kristalića je moguće vidjeti čestice visokog sjaja i refleksije.



Slika 100 Bubrežni kamenci Uzorka 26 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 101 Prah Uzorka 26



Slika 102 Fragment bubrežnog kamenca Uzorka 26

Uzorak broj 27

Uzorak broj 27 sastoji se od 14 fragmenata bubrežnih kamenaca i dimenzija do 5 mm (slika 103).

Većinski se izmjenjuju smeđa i bijela boja, no pojavljuju se siva i narančastosmeđa boja. Neki uzorci su zaglađene površine dok su drugi grublje površine. Na jednom uzorku je vidljiva bijela korica (slika 104). Fragmenti su zonalno građeni. Pojavljuju se rupice (slika 105) te su masnog sjaja. Neki uzorci su kristalasti (slika 105).

Važno je opaziti i pojavu novog specifičnog rasta koji se vidi kao mliječnobijeli kamenac sa izrazito zaglađenom i oblom površinom prošaran tamnim linijama koje su malo udubljene u površinu kamenca što može predstavljati dvije faze rasta.



Slika 103 Bubrežni kamenci Uzorka 27 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 104 Bijela nakupina Uzorka 27

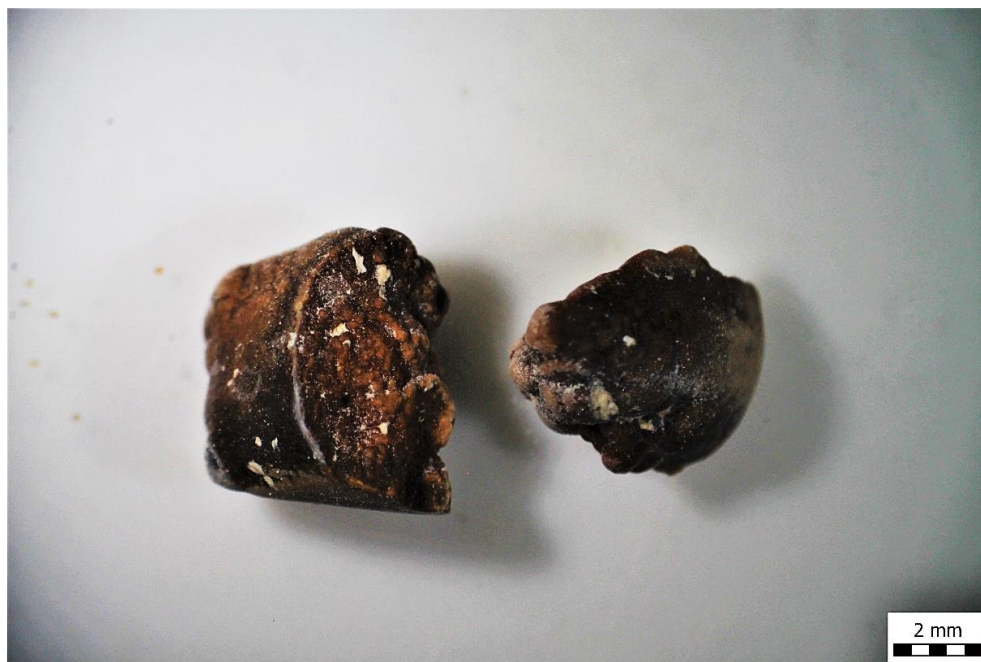


Slika 105 Rupica na Uzorku 27

Uzorak broj 28

Uzorak broj 28 sastoji se od 2 fragmenta bubrežnog kamenaca podjednake veličine, oko 6 mm (slika 106).

Prevladavaju nijanse smeđe boje, a ponajviše tamnosmeđa. Na površini se blago ističe bubrežasta tekstura, no samo na pojedinim dijelovima (slika 107). Više prevladava glatka tekstura (slika 107). Sadrže sitne bijele mrljice koje bih mogle ukazivati na drugu fazu rasta. Zemljastog su sjaja te kao da su posuti šećerom po površini.



Slika 106 Bubrežni kamenci Uzorka 28 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 107 Glatka površina sa laganim iscrtavanjem bubrežaste teksture na Uzorku 28

Uzorak broj 29

Uzorak broj 20 je veličine 10 mm. Sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca i praha bubrežnog kamenca.

Fragment kamenca je oblog oblika (slika 108). Tekstura fragmenta bubrežnog kamenca je zaglađena sa česticama praha kamenca po površini. Bijele je boje te po površini ima nekoliko udubina. Zemljanog je sjaja. Prema svim karakteristikama, definitivno se može reći da se radi o dehidraciji.

Za razliku od fragmenta, praha bubrežnog kamenca imamo puno više. Prvo što se na njemu može zamijetiti je bijela boja, no postoje i nekoliko čestica narančaste boje (slika 109). Pomoću lupe se nije moglo dovoljno blizu približiti dijelu praha bijele boje kako bi se moglo vidjeti o kakvim česticama se radi. Bijeli prah kamenca je bez sjaja. Narančasti dio praha je u manjem broju u odnosu na bijeli dio. Oštrih su bridova te nalikuju na piramide. Staklastog su sjaja te su kristalasti.



Slika 108 Bubrežni kamenci Uzorka 29 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 109 Prah i kristalići Uzorka 29

Uzorak broj 30

Uzorak broj 30 sastoji se od 2 bubrežna kamenaca (slika 110).

Tamnosive su boje. Izrazito su grube i bubrežaste teksture (slika 111). Obli su te su veličine oko 7 mm. Zemljanog su sjaja. Na površini rastu kristali koji su prozirni i staklastog su sjaja (slika 112). Može se protumačiti da se radi o dvije različite faze.



Slika 110 Bubrežni kamenci Uzorka 30 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 111 Bubrežasta tekstura Uzorka 30



Slika 112 Igljice na Uzorku 30

Uzorak broj 31

Uzorak broj 31 sastoji se od preko 10 fragmenata bubrežnih kamenaca veličine do 5 mm te od vrlo malo praha bubrežnog kamenca (slika 113).

Fragmenti su krem – bijele je boje te mjestimično smečkaste. Nepravilnog su oblika, no na pojedinim uzorcima se može opaziti razlika između vanjskog i unutrašnjeg dijela jasno odvojeno linijom. Unutrašnji dio je više krem boje, dok vanjski dio nalikuje na bijelu koru. Vrlo vjerovatno se radi o dvije faze ili možda čak slojevitosti (slika 115). Također, na pojedinim uzorcima se pojavljuju prozirni kristalići staklastoga sjaja te su navedeni kristali definitivni pokazatelji drugačije faze (slika 114). Tekstura fragmenata ovisi koji fragment se gleda; neki fragmenti imaju bubrežastu teksturu dok su pojedini zaglađeni. Na površini imaju sitne čestice visokog sjaja i refleksije.

Prah kamenaca je bijele boje te također sadrži čestice visokog sjaja i refleksije. Sami oblik čestica praha nije definiran slikom.



Slika 113 Bubrežni kamenci Uzorka 31 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 114 Kristalići Uzorka 31



Slika 115 Slojevitost na Uzorku 31

Uzorak broj 32

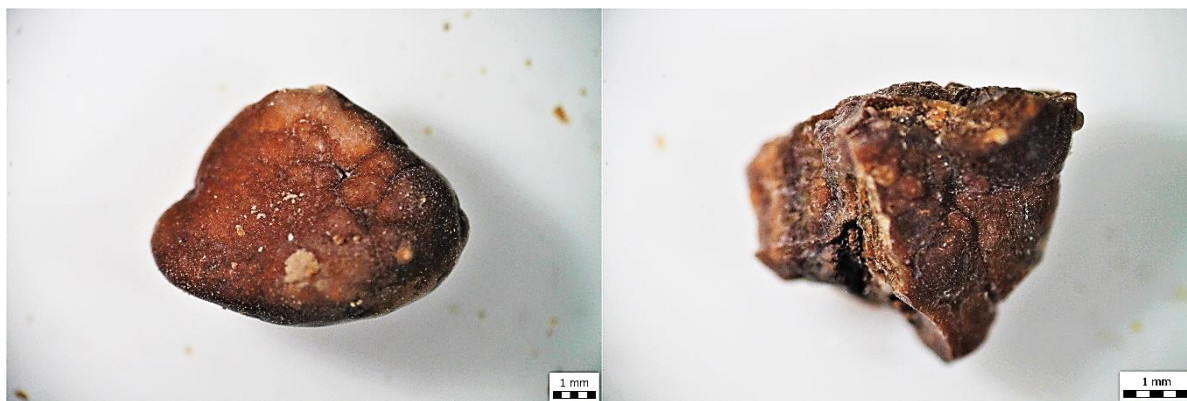
Uzorak broj 32 sastoji se od 2 veća fragmenta bubrežnih kamenaca veličine do 8 mm te nekoliko sitnih (slika 116).

Tamnosmeđe su boje sa pokojom nijansom svijetlosmeđe boje. Nepravilnog su oblika. Jedan od većih fragmenata je sa izrazito oštrim bridovima, dok je drugi obli (slika 117). Površina im je bubrežaste teksture te kao da je "posuta" šećerom. Veći fragmenti su zemljanog sjaja.

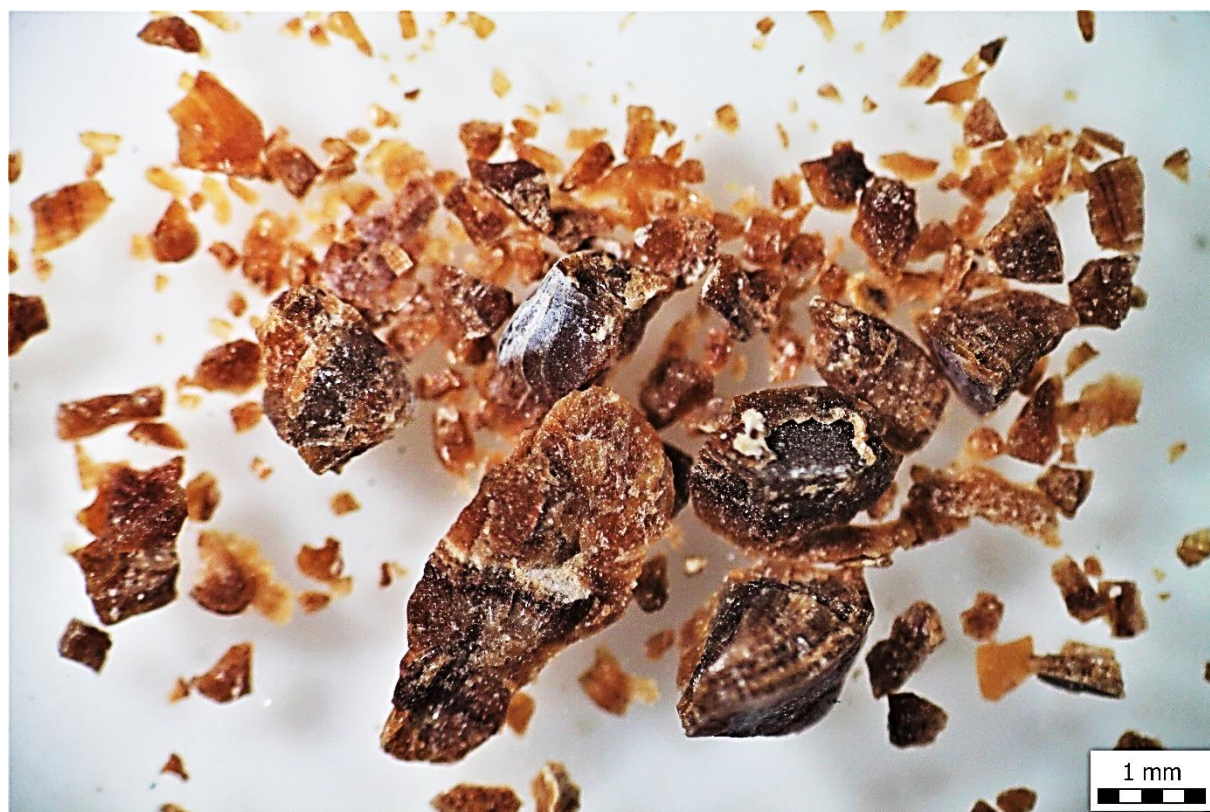
Sitni dijelovi su kristalasti (slika 118). Također izrazito oštih bridova. Vidljiva je zonalna građa i staklasti sjaj.



Slika 116 Bubrežni kamenci Uzorka 32 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 117 Obli kamenac (lijevo) i oštri kamenac (desno) Uzorka 32

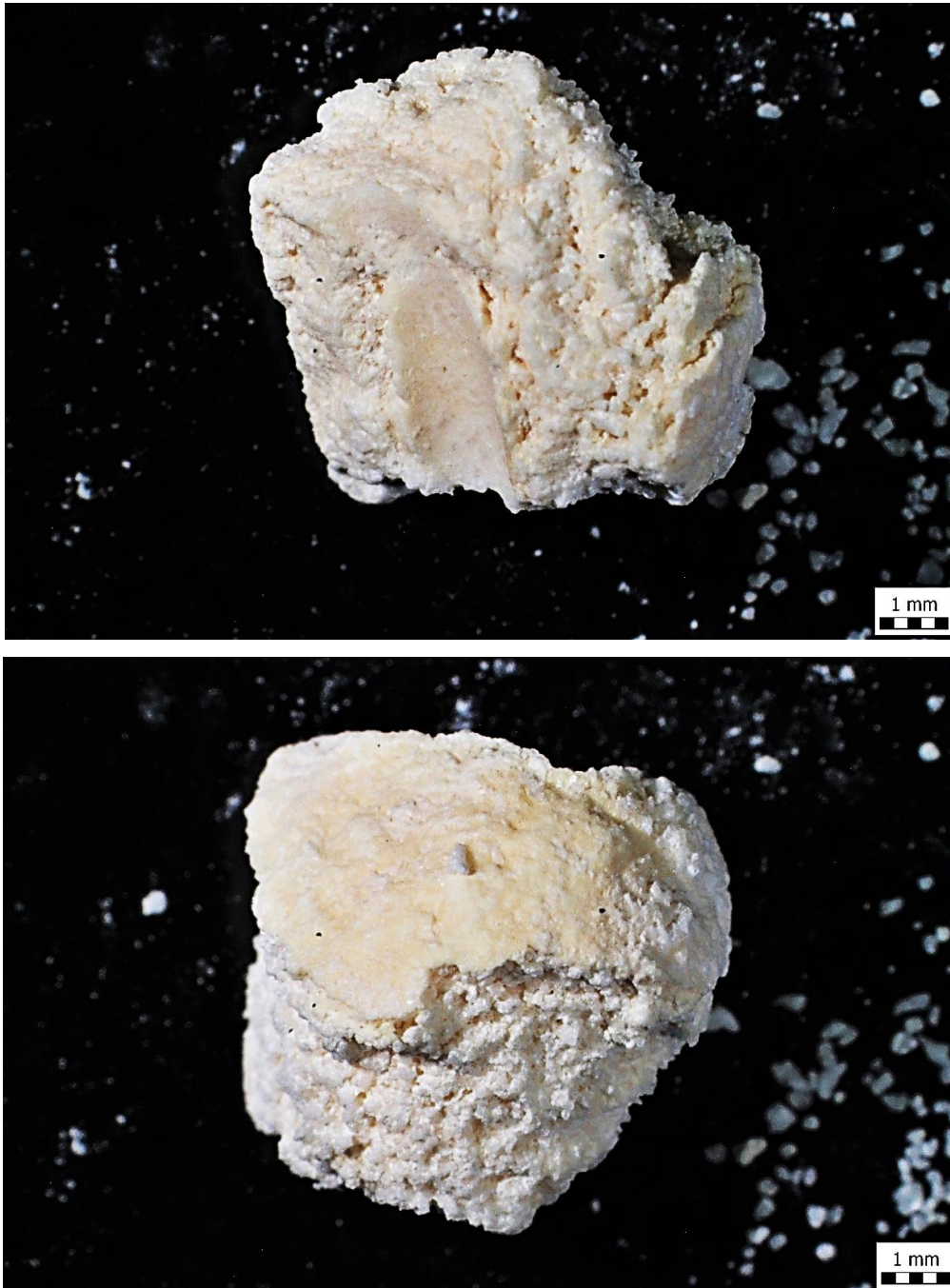


Slika 118 Kristalići Uzorka 32

Uzorak broj 33

Uzorak broj 33 je veličine 6 mm. Sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca (slika 119).

Fragment je izrazito bijele boje. Površina mu je gruba te praškasta što bi moglo ukazivati na proces dehidracije. Fragment je izrazito šupljikav te na površini se nalazi vidljiv otisak kanalića. Kanalić se prostire to polovice njegove veličine (slika 119). Na vanjskoj strani fragmenta se nalazi manji dio kore, krem boje koja ukazuje na još jednu fazu (slika 119).



Slika 119 Bubrežni kamenci Uzorka 33 snimljeni pod stereo – mikroskopom

Uzorak broj 34

Uzorak broj 34 sastoji se od tri fragmenta bubrežnih kamenaca od kojih je najveći velik oko 11 mm te od malo praha kamenca (slika 120).

Kod fragmenata prevladava bijela boja. Oblog su i izduženog oblika. Površina im je gruba i praškasta. Karakteristični su po tome što im se kroz čitavu dužinu prostiru kanalići (slika 121). Također se vrlo vjerovatno radi o procesu dehidracije. Zemljanog su sjaja.

Prah kamenca je isto bijele boje. Također su niskog sjaja te oblik čestica nije evidentiran lupom.



Slika 120 Bubrežni kamenci Uzorka 34 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 121 Kanalići Uzorka 34

Uzorak broj 35

Uzorak broj 35 sastoji se od 18 fragmenata bubrežnih kamenaca dimenzija do 5 mm te praha kamenca (slika 122).

Fragmenti su bijele boje. Na njihovoj površini se nazire korica narančasto – smeđe boje koja predstavlja drugačiju fazu (slika 123). Na jednom od uzoraka se čini kao da je slojevito građen. Uglavnom su bez oštih bridova te su grube teksture. Na sebi sadrže čestice visokog sjaja i refleksije, no sami fragmenti su zemljanog sjaja.

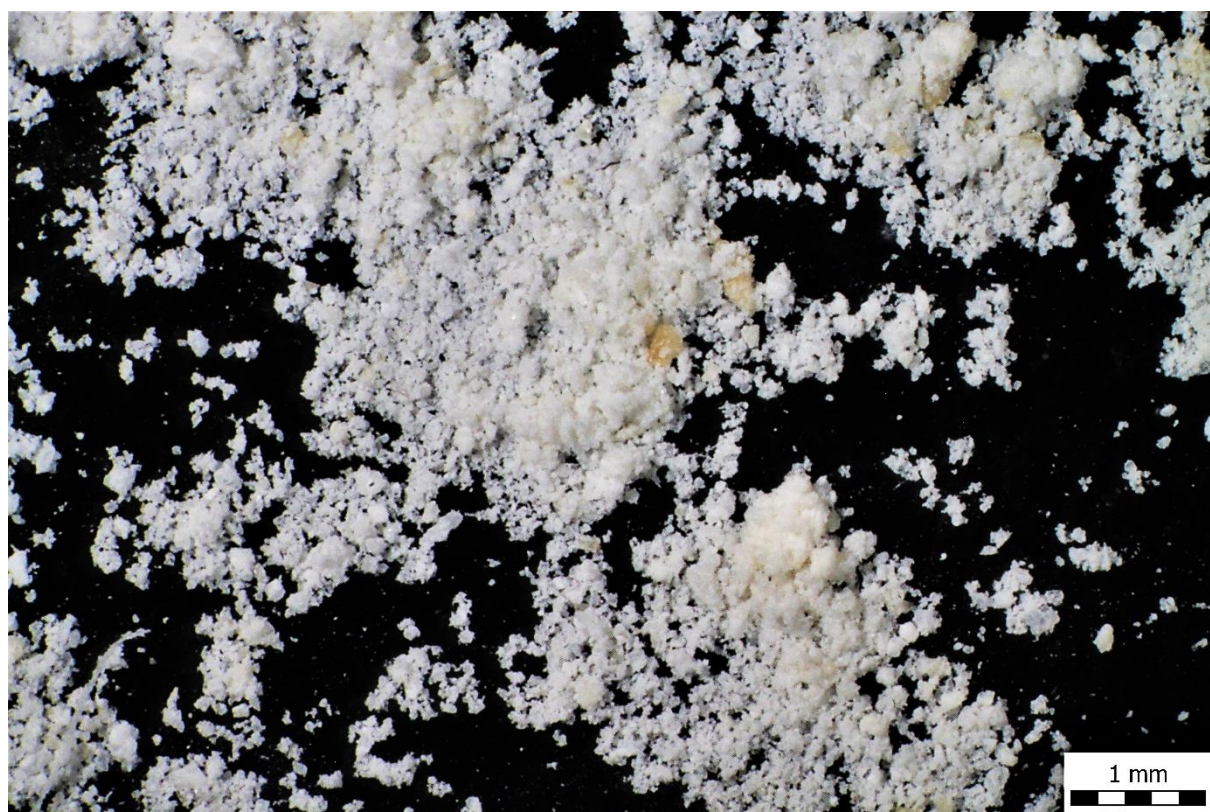
Prah kamenca je također bijele boje. Sadrži narančaste sitne čestice visokog sjaja i refleksije te se većinski sastoji od bijelih čestica bez sjaja (slika 124).



Slika 122 Bubrežni kamenci Uzorka 35 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 123 Korica na Uzorku 35



Slika 124 Prah Uzorka 35

Uzorak broj 36

Uzorak broj 36 sastoji se od tri fragmenta bubrežnog kamenca veličine do 7 mm te praha kamenca (slika 125).

Fragmenti kamenca su tamnosmeđe boje. Nepravilnog su oblika, uglavnom obli, no jedan od fragmenata ima oštre bridove. Grube je teksture. Zemljanog je sjaja te po površini ima sitne bijele čestice kao da je posut šećerom (slika 126). Ovdje se radi zapravo o jednom bubrežnom kamencu koji je medicinskim pothvatima razlomljen na tri dijela.

Prah kamenca je svijetlosmeđe boje. Sastoji se od sitnih kristala (slika 127). Nepravilnog su oblika sa oštrim rubovima. Staklastog su sjaja.



Slika 125 Bubrežni kamenci Uzorka 36 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 126 Površina fragmenta bubrežnog kamenca Uzorka 36



Slika 127 Prah Uzorka 36

Uzorak broj 37

Uzorak broj 37 je veličine 8 mm. Sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca (slika 128).

Na fragmentu kamenca prevladava tamnosmeđa boja. Među prvim stvarima koja se može zamijetiti je njegova izražena bubrežasta tekstura. Nepravilnog je oblika te mu je površina glatka. Na jednom otkrhnutom dijelu fragmenta se može zapaziti i koncentrični rast (slika 129). Masnog je sjaja.

Na površini fragmenta se može zamijetiti i rast kristala. Kristali su blago žute boje te prozirni. Staklastog su sjaja. Vrlo vjerovatno predstavljaju drugačiju fazu tijekom rasta kamenca.



Slika 128 Bubrežni kamenci Uzorka 37 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 129 Koncentrični rast Uzorka 37

Uzorak broj 38

Uzorak broj 38 sastoji se od tri fragmenta bubrežnih kamenaca veličine do 4 mm (slika 130).

Fragmenti su blijedo žute boje. Izrazito su kristalasti. Kristali su u obliku tankih pločica "razbacanih" po fragmentu (slika 131). Oštiri su bridova te izrazito staklastog sjaja.



Slika 130 Bubrežni kamenci Uzorka 38 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 131 Uzorak 38 snimljen izbliza

Uzorak broj 39

Uzorak broj 39 sastoji se od dva veća fragmenta bubrežnih kamenaca veličine do 11 mm te nekoliko sitnih (slika 132).

Fragmenti su izrazito narančaste boje. Jedan od većih fragmenata kamenca ima glatku teksturu dok drugi fragment pokazuje bubrežastu teksturu (slika 135). Istaknut je koncentričan rast sa vidljivim centrom rasta (slika 133). U centru se mogu naći kristalići staklastog sjaja te isto narančaste boje (slika 134). Sami fragmenti su niskog sjaja.

Sitniji fragmenti kamenca su istih karakteristika samo imaju oštrije bridove.



Slika 132 Bubrežni kamenci Uzorka 39 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 133 Koncentrični rast Uzorka 39



Slika 134 Kristalići na Uzorku 39



Slika 135 Glatka (lijevo) i bubrežasta (desno) površina Uzorka 39

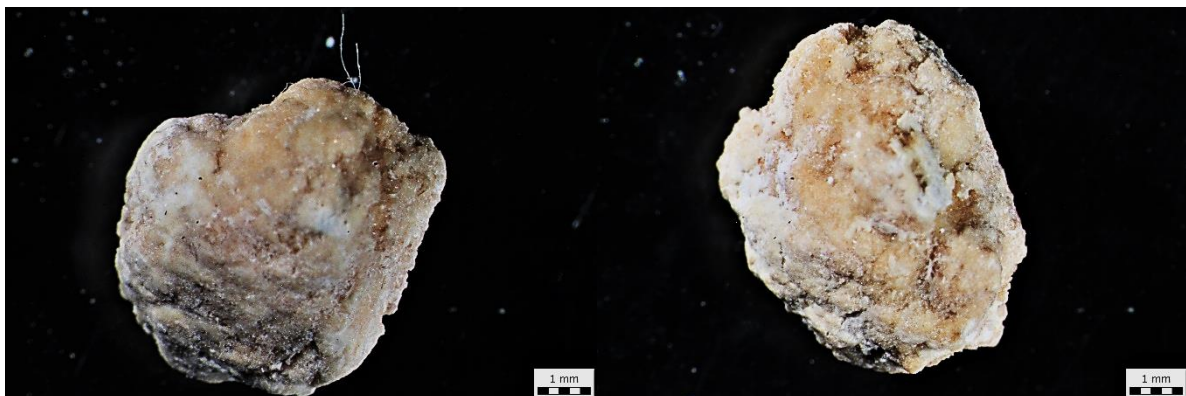
Uzorak broj 40

Uzorak broj 40 sastoji se od dva fragmenta bubrežnih kamenaca veličine oko 4 mm (slika 136).

Fragmenti su pretežito sive boje, no vidljive su i nijanse žute boje. Gornji dio kamenaca je više prekriven kao korom dok je donji dio više kristalast te ima više dijelova obojenih nijansom žute boje (slika 137). Nepravilnog su oblika i grube teksture. Kora je niskog sjaja, no ostatak fragmenata je po površini pun čestica visokog sjaja i refleksije.



Slika 136 Bubrežni kamenci Uzorka 40 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 137 Gornji (lijevo) i donji (desno) dio Uzorka 40

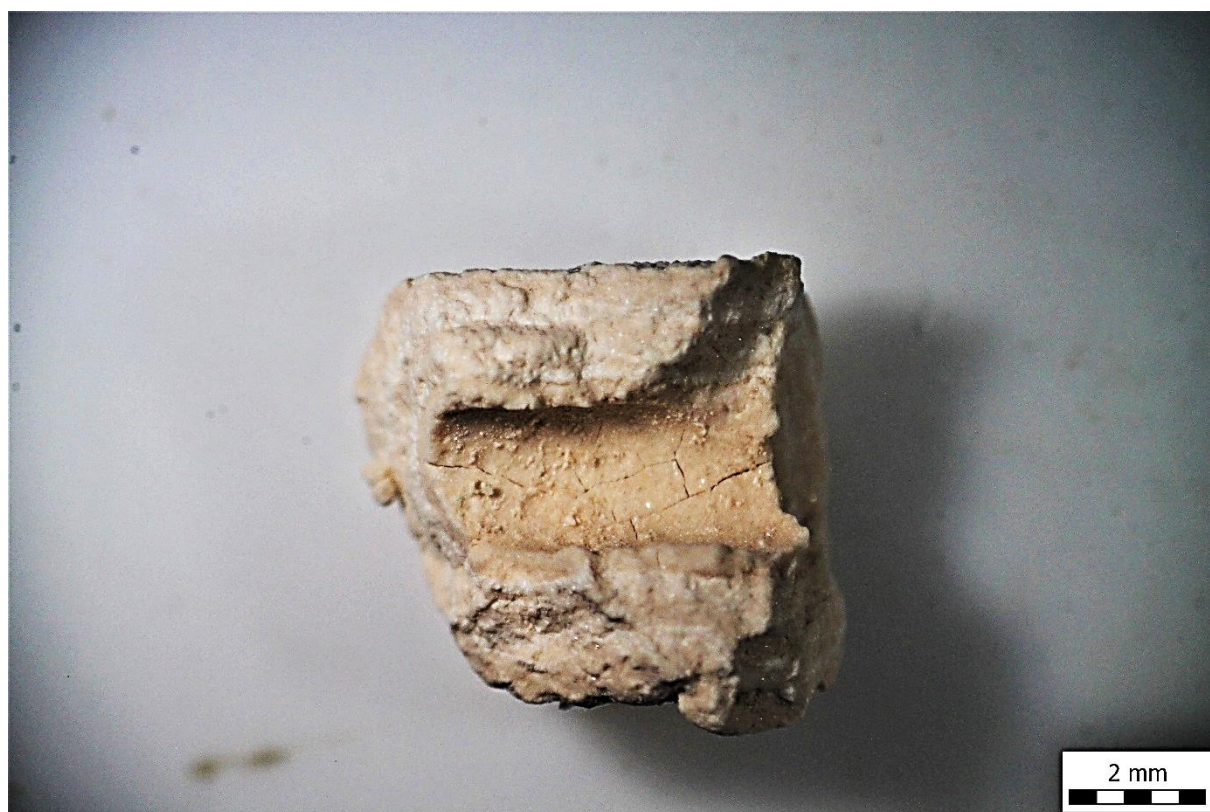
Uzorak broj 41

Uzorak broj 41 sastoji se od 30ak fragmenata bubrežnih kamenaca veličine do 7 mm (slika 138).

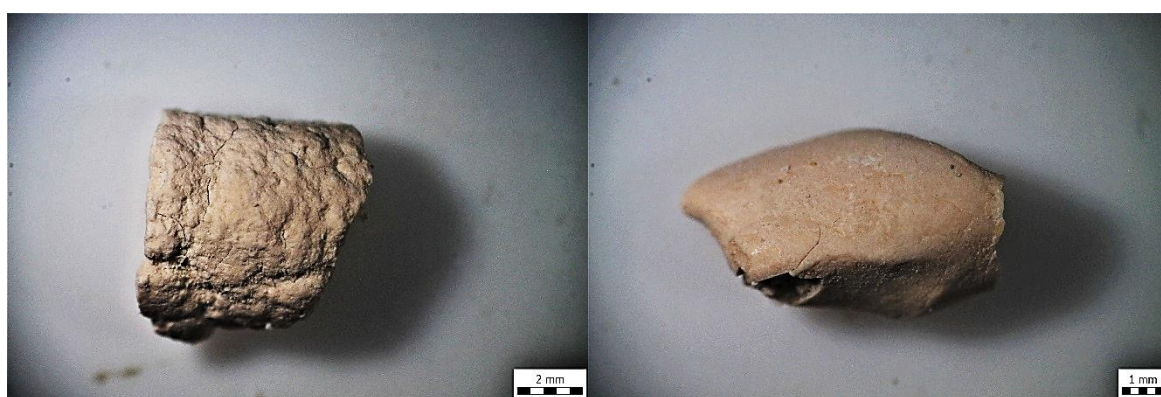
Fragmenti su sive boje te neki izrazito svijetlo smeđe boje. Raznih su veličina i oblika. Kod nekih fragmenata se ističe bubrežasta tekstura, kod pojedinih gruba tekstura dok se par uzoraka ističu glatkom površinom (slika 140). Kod pojedinih fragmenata je moguće opaziti otisak kanalića (slika 139). Nepravilnog su loma te zemljanog sjaja.



Slika 138 Bubrežni kamenci Uzorka 41 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 139 Ovisak kanalića Uzorak 41



Slika 140 Gruba (lijevo) i glatka (desno) površina Uzorka 41

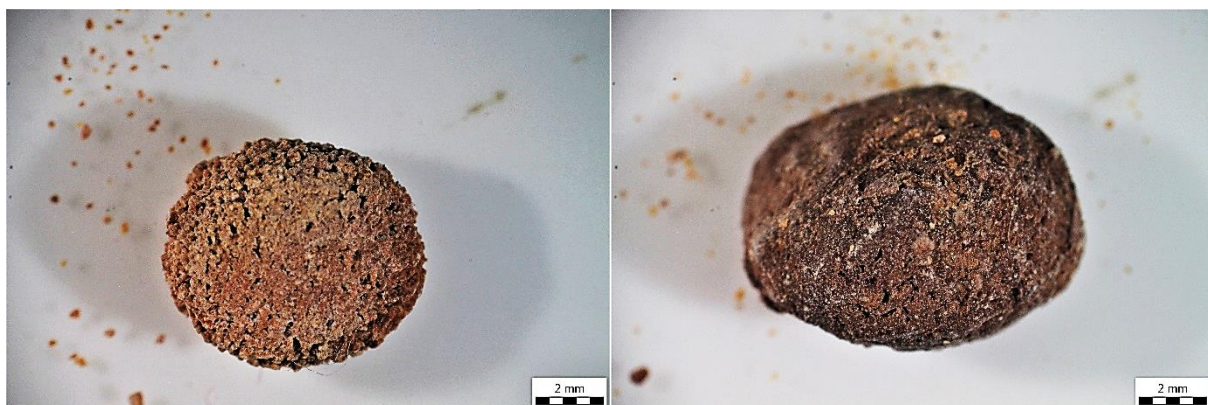
Uzorak broj 42

Uzorak broj 42 sastoji se od 2 fragmenta bubrežnih kamenaca veličine oko 8 mm i 6 mm (slika 141).

Fragmenti su tamnosmeđe te svijetlosmeđe boje. Svijetlosmeđi fragment je ovalnog oblika. Čini se kao da je građen od sitnih kuglica međusobno slijepljenih jedna za drugu. Grube je teksture (slika 142) te zemljanog sjaja. Tamnosmeđi fragment je nepravilnog oblika. Za razliku od svijetlije smeđeg, fragment je kompaktan te glađe teksture (slika 142). Također je zemljanog sjaja i nepravilnog loma. Na površini ima sitne čestice svijetlosmeđe boje. Oba fragmenta po površini imaju rupice.



Slika 141 Bubrežni kamenci Uzorka 42 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 142 Gruba (lijevo) i glatka (desno) površina Uzorka 42

Uzorak broj 43

Uzorak broj 43 sastoji se od mnogo fragmenata bubrežnih kamenaca te praha kamenaca (slika 143).

Fragmenti kamenaca su svijetlosmeđe te sive boje. Karakterizira ih bijela kora koja se nalazi na većem dijelu površine (slika 144). Sama kora ima bubrežastu teksturu. Nepravilnog su oblika. Pojedini kamenci imaju grubu teksturu, a drugi imaju glatku površinu (slika 145). Zemljanog su sjaja.

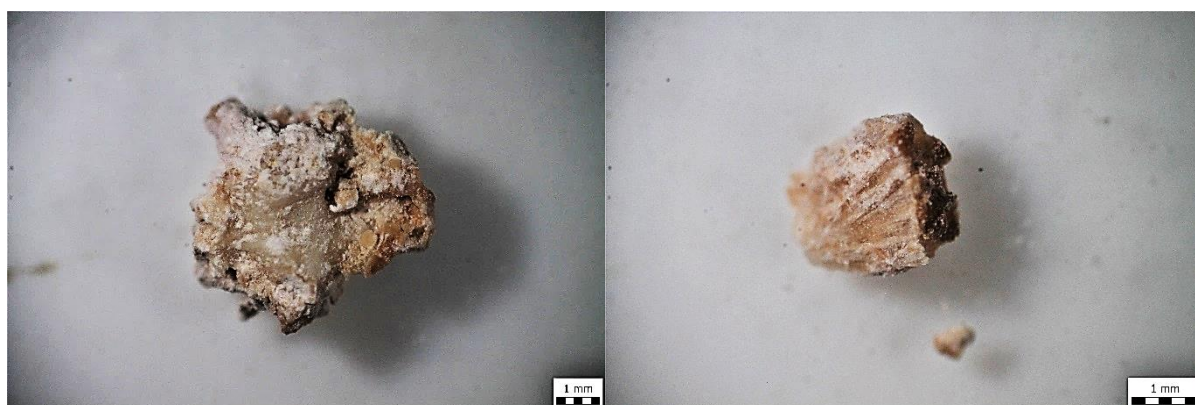
Za razliku od fragmenta, praha bubrežnog kamenca imamo puno više. Prvo što se na njemu može zamijetiti je bijela boja. Pomoću lupe se nije moglo dovoljno blizu približiti dijelu praha kako bi se moglo vidjeti o kakvim česticama se radi. Prah kamenca je bez sjaja.



Slika 143 Bubrežni kamenci Uzorka 43 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 144 Bijela kora Uzorka 43



Slika 145 Gruba (lijevo) i glatka (desno) površina Uzorka 43

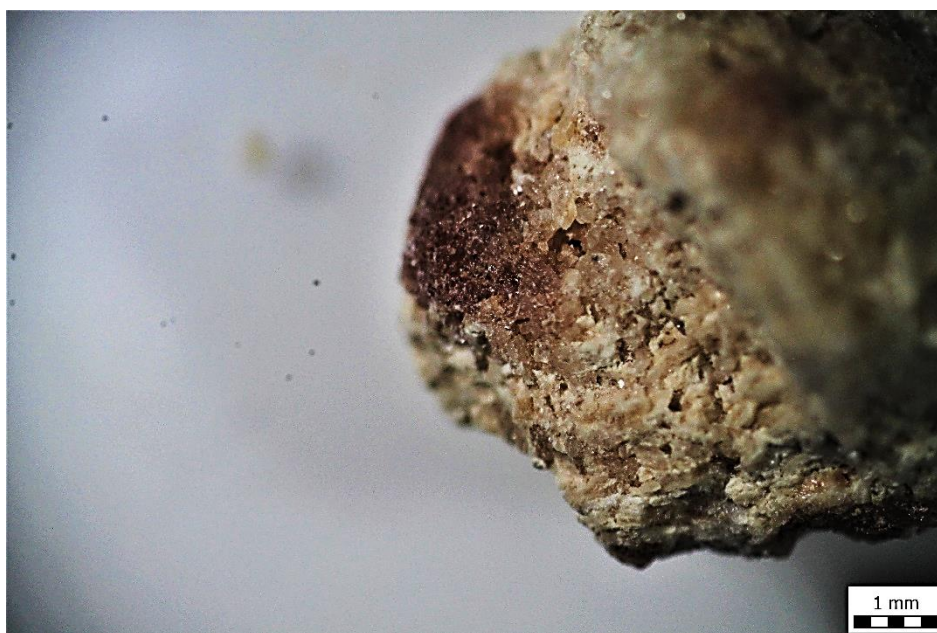
Uzorak broj 44

Uzorak broj 44 sastoji se od jednog fragmenta bubrežnog kamenca veličine oko 8 mm (slika 146).

Fragment je bijele boje. Ono što ga ističe su crveno – smeđe nakupine koje se kao točke neravnomjerno nalaze na njegovoj površini (slika 147). Navedene nakupine su kristalaste. Izrazito je grube površine bez oštih bridova i nepravilnog oblika. Sadrži čestice visokog sjaja i refleksije, no sam fragment je zemljanog sjaja.



Slika 146 Bubrežni kamenci Uzorka 44 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 147 Crvena nakupina Uzorka 44

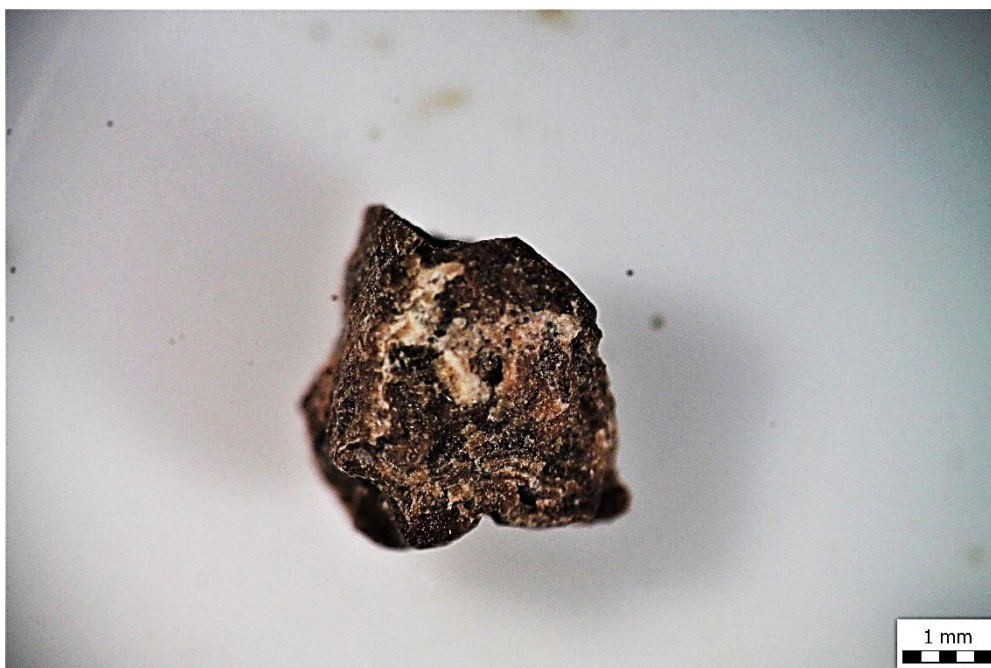
Uzorak broj 45

Uzorak broj 45 sastoji se od 2 fragmenta bubrežnih kamenaca veličine oko 4 mm (slika 148).

Fragmenti su tamnosmeđe boje. Nepravilnog je oblika i grube površine na kojoj se nalaze sitne kvržice svijetlosmeđe boje. Izrazito oštre bridove imaju fragmenti. Zemljanog su sjaja. Vidljive su rupice po oba fragmenta te jedna bijela nakupina na jednom od fragmenata (slika 149).



Slika 148 Bubrežni kamenci Uzorka 45 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 149 Bijele kora i rupica na Uzorku 45

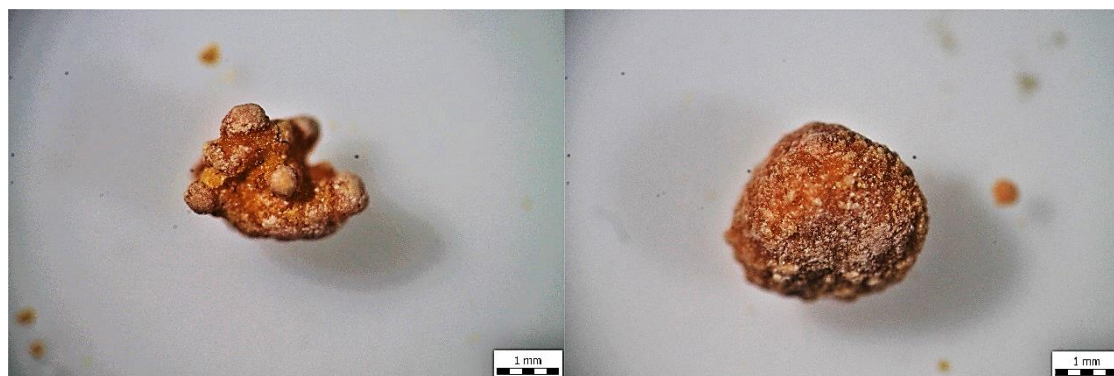
Uzorak broj 46

Uzorak broj 46 sastoji se od 30ak fragmenata bubrežnih kamenaca veličine do 5 mm (slika 150).

Fragmenti su narančaste boje prekriveni korom bijele boje (slika 152). Grube su površine te izrazito bubrežaste teksture, no neki imaju i glatku teksturu (slika 151). Uglavnom su nepravilnog oblika, no ima ih nekoliko koji su ovalni. Tamo gdje su obojani narančasto su vidljive čestice visokog sjaja i refleksije, a tamo gdje se nalazi kora su niskog sjaja.



Slika 150 Bubrežni kamenci Uzorka 46 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 151 Bubrežasta (lijevo) i glatka (desno) površina Uzorka 46



Slika 152 Bijela kora na Uzorku 46

Uzorak broj 47

Uzorak broj sastoji se od 4 fragmenta bubrežnih kamenaca veličine do 10 mm (slika 153).

Većinom su krem – bijel boje sa crvenkastosmeđim dijelovima. Grube su površine te uglavnom nepravilnog oblika, no mogu se naći i ravne plohe i mjestimično bubrežasta tekstura. Mogu se pronaći i kristalasti dijelovi sa staklastim sjajem te se na fragmentima mogu vidjeti izmjena nekoliko faza. Većinski dio fragmenata je niskog sjaja dok su crvenkasti dijelovi područja sa česticama visokog sjaja i refleksije. Vidljive su određene teksture koja ne znam odrediti (slika 154).



Slika 153 Bubrežni kamenci Uzorka 47 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 154 Tekstura Uzorka 47

Uzorak broj 48

Uzorak broj 48 sastoji se od 6 fragmenata bubrežnih kamenaca veličine do 10 mm (slika 155).

Fragmenti su svjetlosmeđe boje sa nijansama narančaste boje. Izrazito su kristalasti gdje su kristali tanko do debelo pločasti (slika 156). Osim što fragmenti sadrže kristale, oni rastu na amorfnom dijelu tako da sigurno možemo reći da se radi o dvije faze. Sadrže čestice visokog sjaja i refleksije, a sami fragmenti su niskog sjaja. Grube su površine.

Na pojedinom uzorku se ističe kora. Sive je boje te je također puna čestica visokog sjaja i refleksije. Također ima grubu površinu.



Slika 155 Bubrežni kamenci Uzorka 48 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 156 Kristalici Uzorka 48

Uzorak broj 49

Uzorak broj 49 sastoji se od 10 fragmenata bubrežnih kamenaca veličine do 8 mm (slika 157).

Fragmenti su svijetlosmeđe boje. Nepravilnog su oblika te se čini kao da su građeni od sitnih kuglica međusobno slijepljenih jedna za drugu (slika 158). Grube su teksture te zemljanog sjaja. Puni su sitnih rupica po svojoj površini.



Slika 157 Bubrežni kamenci Uzorka 49 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 158 Zrnca Uzorka 49

Uzorak broj 50

Uzorak broj 50 je veličine od 3 mm. Sastoji se od 5 fragmenata bubrežnih kamenaca koji su fizički svi različiti (slika 159).

Fragment 50_1 je izrazito crne boje. Grube je površine te nepravilnog oblika. Po čitavoj površini sadrži čestice visokog sjaja i refleksije, a sam fragment je masnog sjaja (slika 160).

Fragment 50_2 je smeđe boje sa crnim točkama. Oblik mu je poput jajeta. Staklastog je sjaja te je glatke površine kao da je poliran (slika 161).

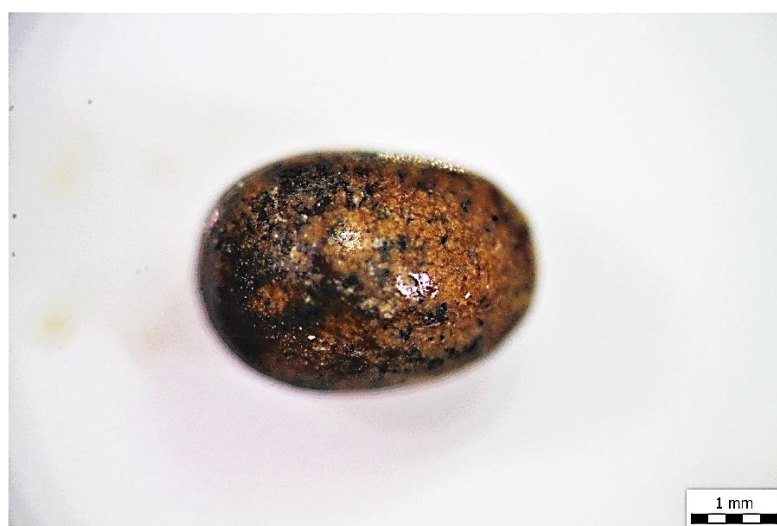
Fragmenti 50_3 (slika 162), 50_4 i 50_5 su uglavnom sličnih karakteristika. Izmjenjuju se crna boja sa bijelim mrljama ili bijela boja sa crnim mrljama te se pojavljuje i malo žute boje. Poluovalnog su oblika te također zaglađene površine. Masnog su sjaja.



Slika 159 Bubrežni kamenci Uzorka 50 snimljeni pod stereo – mikroskopom



Slika 160 Uzorak 50_1



Slika 161 Uzorak 50_2



Slika 162 Uzorak 50_3

9. RASPRAVA

Za potrebe ovog rada opisano je 50 uzoraka bubrežnih kamenaca. Uzorci su različitog mineralnog sastava. Različiti sastav uzoraka se mogao zamijetiti po raznim bojama samih uzoraka, vidljive su različite mineralne faze i njihove morfološke karakteristike koje su nastale u različitim stadijima od formiranja samih kamenaca do njihova prolaska mokraćnim putevima gdje bi zagrebali kanale ili došli pod utjecaj djelovanja bakterija.

Faze formiranja kamenaca su kod svih organizama iste, no uzroci formiranja istih ovisi od osobe do osobe. Neki od uzroka formiranja mogu biti prehrambene navike, premali unos vode u tijelo ili pak prekomjeran unos proteina životinjskog porijekla, rafiniranih šećera i fruktoze. Bubrežni kamenac može nastati kada urin sadrži više mineralnih tvari poput kalcija, oksalata i mokraćne kiseline. Rizik od nastanka bubrežnog kamenca se povećava i s obzirom na povijest obiteljskih bolesti. Također, nedovoljan unos kalija te pretjerano konzumiranje mineralne vode može povećati opasnost od formiranja kamenca. Takav široki spektar mogućih uzroka bubrežnih kamenaca odražava se i u njihovoj mineralnoj raznolikosti.

Iz rezultata se moglo vidjeti da bubrežni kamenci mogu biti različitih oblika. No, bili kamenci zaobljeni ili oštih rubova, oblik nije jedini čimbenik o kojemu ovisi jačina boli koju će uzrokovati. Prag boli je za svakog pojedinca drugačiji. Iako bi po svih karakteristikama kamenci sa oštrim rubovima trebali više boljeti zbog grebanja i struganja kanalića, u stvarnosti to ne mora biti baš tako. Zabilježeni su slučajevi gdje su ljudi pretrpjeli veću bol s oblim bubrežnim kamencima, nego ljudi koji su imali bubrežne kamence oštih bridova. U tome se ponovno vidi potreba za individualnim pristupom svakom slučaju pojave bubrežnih kamenaca koji ovise od osobe do osobe.

U ovom radu bavilo se isključivo opisivanjem morfologije bubrežnih kamenaca. Samim opisivanjem morfologije neće se doći do izuzetnih otkrića o formiranju bubrežnih kamenaca, no jako je važno za početak razumijevanja njihova postanka. Poznavanje morfologije je nužno za provođenje daljnjih metoda u ispitivanju bubrežnih kamenaca koje bi, kada bi ih se kombiniralo, mogle dati važne uvide u njihovu genezu pa tako i prevenciju. Neke od metoda koje su do sada rutinski korištene su: rendgenska difrakcija praha, mokre kemijske analize, IR spektroskopija te termogravimetrija. Sve ove metode koriste se kako bi se odredio fazni sastav bubrežnih kamenaca te kako bi ga se liječilo, ali nijedna sama po sebi ne može pomoći u

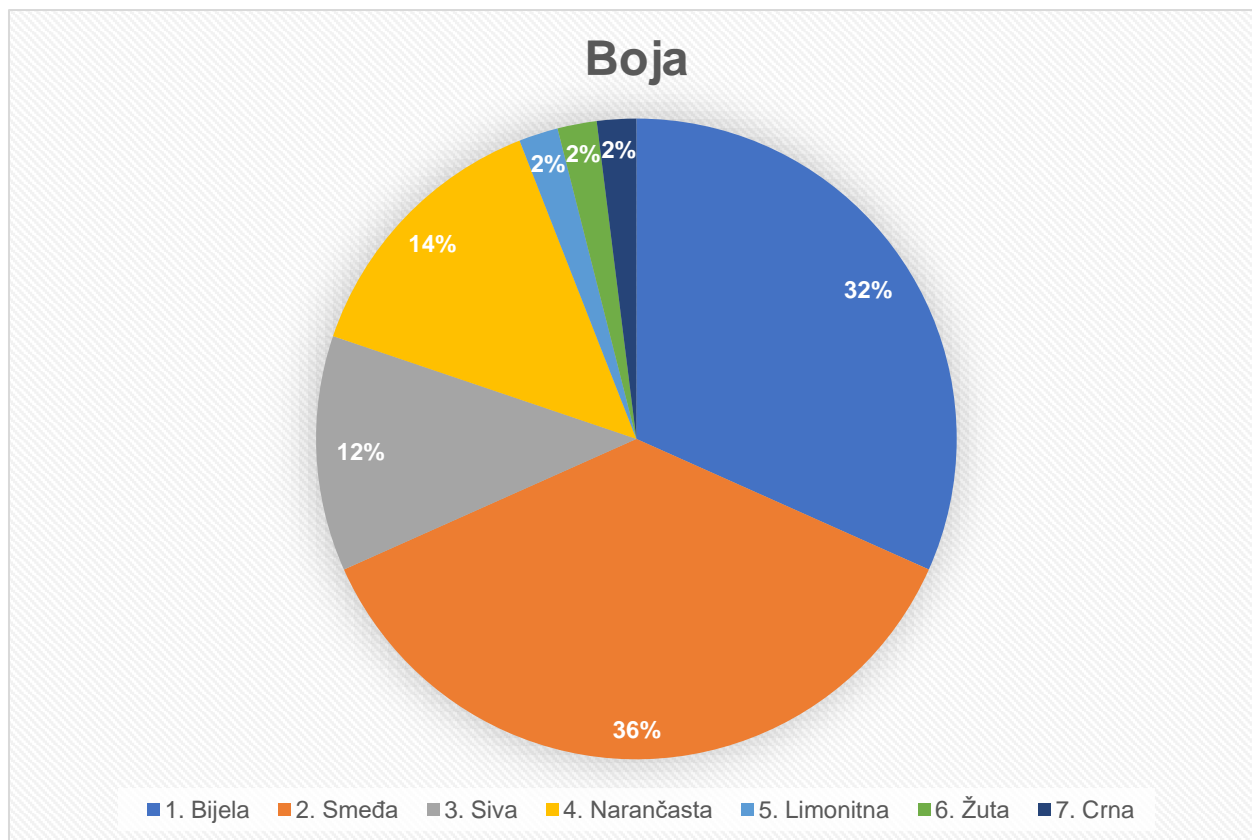
prevenciji. Sa sigurnošću se može reći da je potrebno još metoda te još mnogo provedbi istraživanja kako bismo jednog dana u potpunosti mogli razumjeti pojavu bubrežnih kamenaca te njihov rast i razvoj.

Tablica 1. Pregled karakteristika bubrežnih kamenaca opisanih u ovom radu

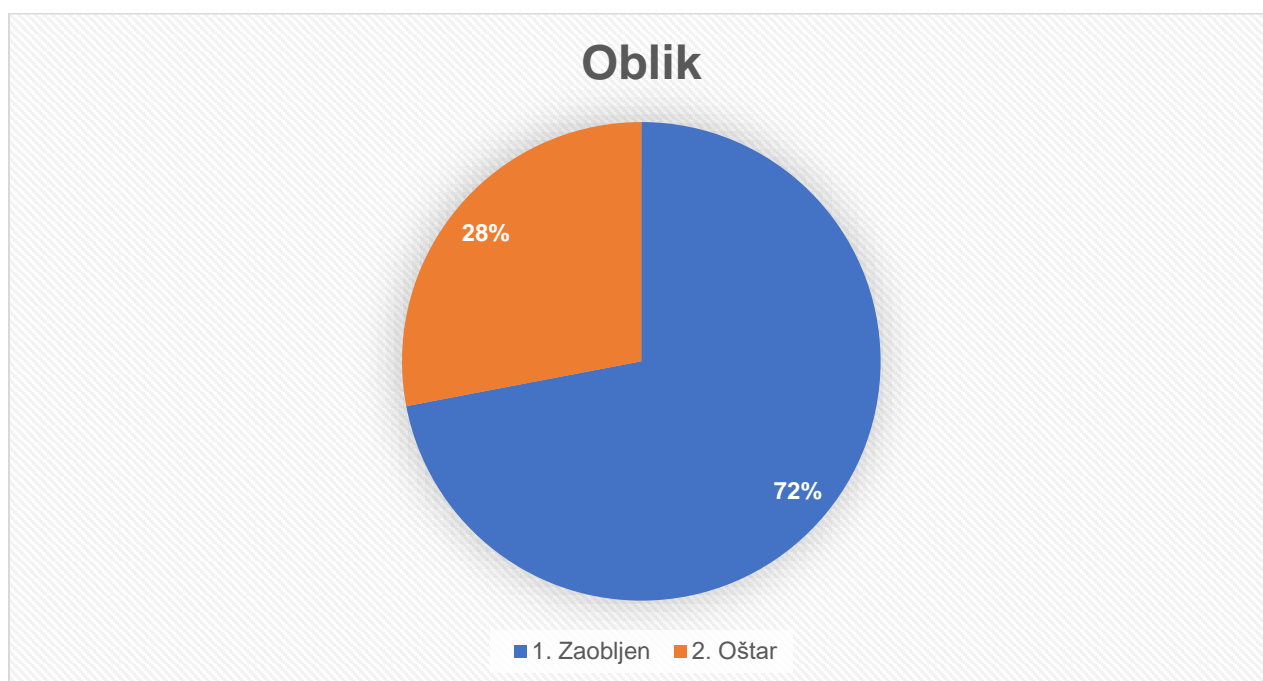
UZORAK	BOJA	OBLIK	TEKSTURA	SJAJ	RAST
1	bijela	zaobljen	gruba, bubrežasta	zemljani	koncentričan
2	bijela	oštar	bubrežasta	zemljani	
3	narančasto – smeđa	zaobljen	gruba	staklast	
4	limonitna	oštar	bubrežasta	zemljani	zonalan
5	smeđe – crvena	oštar	gruba	zemljani	
6	siva	oštar	gruba	zemljani	
7	bijela i smečkasta	zaobljen	bubrežasta	staklast	slojevit
8	bijela	zaobljen	bubrežasta	praškast	lupinast
9	bijela	zaobljen	bubrežasta	praškast	
10	bijela	zaobljen	glatka	zemljani	slojevit
11	siva	zaobljen	gruba	zemljani	slojevit
12	bijela	oštar	gruba	staklast	koncentričan ; slojevit
13	svijetlosmeđa	zaobljen	bubrežasta	zemljani	
14	bijela i narančasta	oštar	bubrežasta	staklast	
15	smeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
16	tarnosmeđa	zaobljen	bubrežasta	mastan	koncentričan
17	narančasta i smeđa	oštar i zaobljen	gruba	staklast	
18	tarnosmeđa	oštar	gruba	zemljani	sigasti
19	tarnosmeđa	zaobljen	bubrežasta	zemljani	
20	siva	zaobljen	glatka	zemljani	slojevit

21	bijela, svijetlo – narančasta	zaobljen i oštar	glatka	praškast i staklast	
22	bijela, narančasta, tamnosmeđa	oštar	gruba	staklast	zonalan
23	tamnosiva	zaobljen	gruba	zemljani	
24	bijela	zaobljen	gruba	zemljani	koncentričan
25	tamnosmeđa, svijetlosmeđa	zaobljen	bubrežasta	staklast	
26	bijela, tamnosmeđa, narančasta	zaobljen	gruba	zemljani, staklast	
27	bijela, smeđa	zaobljen	glatka, gruba	mastan	zonalan
28	tamnosmeđa	zaobljen	bubrežasta, glatka	zemljani	
29	bijela	zaobljen	glatka	zemljani	
30	tamnosiva	zaobljen	bubrežasta	zemljani	
31	bijela	zaobljen	glatka	mastan	
32	tamnosmeđa	zaobljen, oštar	glatka	zemljani	
33	bijela	zaobljen	gruba	praškast	
34	bijela	zaobljen	gruba	praškast	
35	bijela	zaobljen	gruba	zemljani	slojevit
36	tamnosmeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
37	tamnosmeđa	zaobljen	bubrežasta	mastan	
38	blijedo žuta	oštar	gruba	staklast	
39	narančasta	zaobljen	glatka, bubrežasta	zemljani	koncentričan
40	siva	zaobljen	gruba	staklast	
41	siva	zaobljeni	bubrežasta, gruba, glatka	zemljani	
42	tamnosmeđa, svijetlosmeđa	zaobljen	glatka, gruba	zemljani	

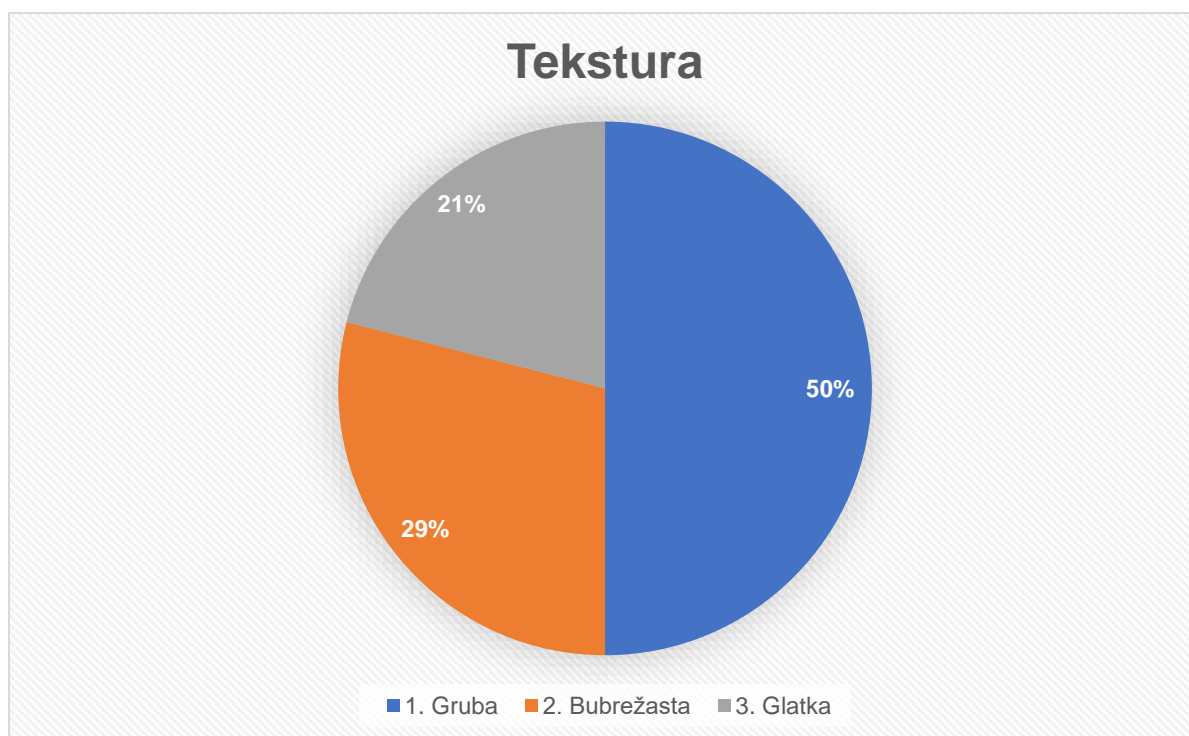
43	siva, svijetlosmeđa	zaobljen	gruba, glatka, bubrežasta	zemljani	
44	bijela, crveno – smeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
45	tamnosmeđa	oštar	gruba	zemljani	
46	narančasta, bijela	zaobljen	bubrežasta, gruba	zemljani	
47	bijela, crvenkastosmeđa	oštar	gruba	zemljani, staklast	
48	svijetlosmeđa, narančasta	oštar	gruba	zemljani, staklast	
49	svijetlosmeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
50		zaobljen			
50_1	crna		gruba	mastan	
50_2	smeđa		glatka	staklast	
50_3 50_4	crna, bijela		glatka	mastan	



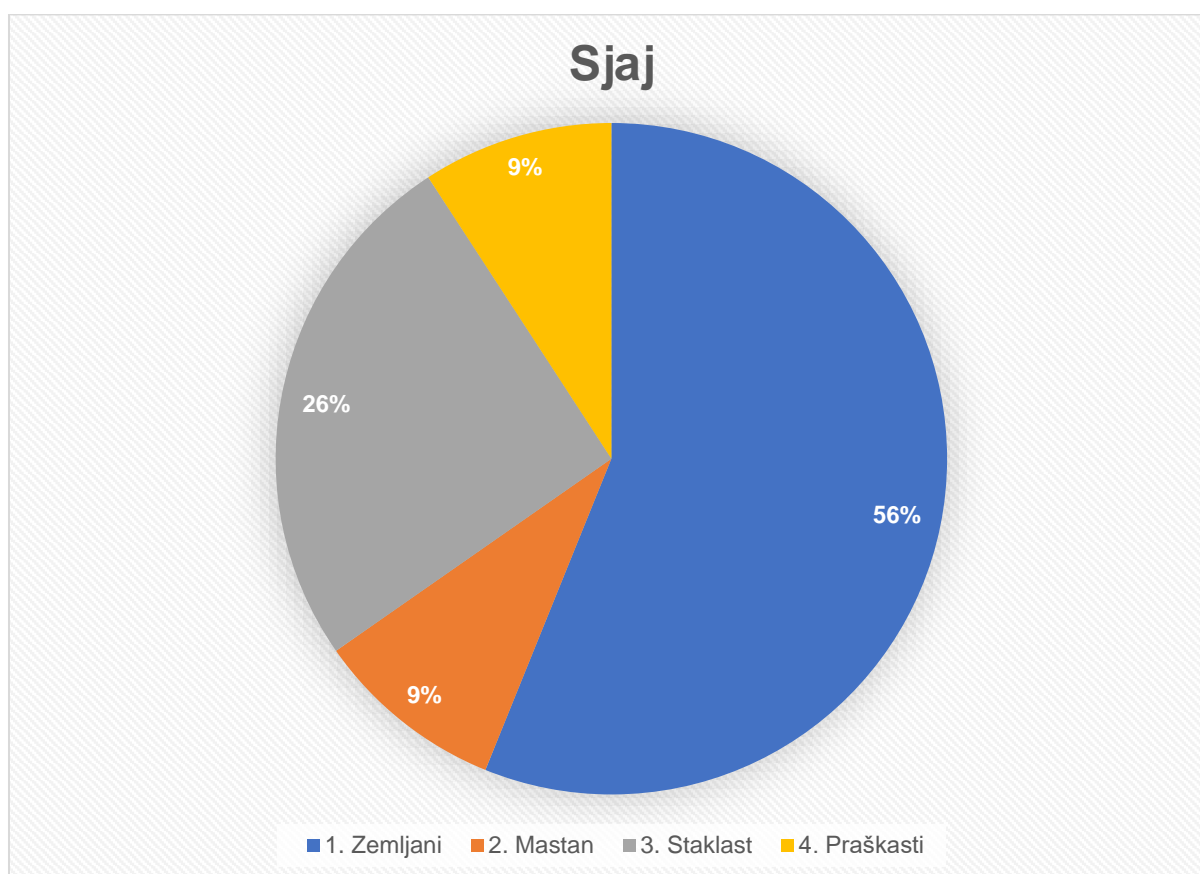
Slika 163 Udio različitih boja bubrežnih kamenaca u analiziranim uzorcima



Slika 164 Udio različitih oblika bubrežnih kamenaca u analiziranim uzorcima



Slika 165 Udio različitih tekstura bubrežnih kamenaca u analiziranim uzorcima



Slika 166 Udio različitog sjaja bubrežnih kamenaca u analiziranim uzorcima

Razvidno je da u dostupnom uzorku po boji dominiraju nijanse smeđe te bijela boja kamenaca (slika 163). U većem broju su također kamenci narančaste te sive boje, no znatno manje se pojavljuju od bubrežnih kamenaca smeđe te bijele boje. Bubrežni kamenci crne, limonitne i žute boje se pojavljuju u tako malom broju da bi čak mogli biti i zanemareni.

Prevladava zaobljeni oblik bubrežnih kamenaca. U odnosu na oštroidne kamence, čak 72% bubrežnih kamenaca su zaobljeni, dok 28% pripada bubrežnim kamencima oštrog oblika (slika 164)

Od tri vrste teksture, najveći dio zauzima gruba tekstura na čak 50% bubrežnih kamenaca. Zatim slijedi bubrežasta tekstura sa 29% te se na kraju nalazi glatka koja zauzima 21% od ukupno analiziranih bubrežnih kamenaca (Slika 165)

Većina bubrežnih kamenaca ima zemljani sjaj. Nakon njega prevladava staklasti sjaj, dok u nešto manjem broju podjednako prevladavaju i mastan te praškasti sjaj (Slika 166).

Prema svim karakteristikama, možda bi se moglo zaključiti da se ovdje pretežito radi o bubrežnim kamencima struvitnog mineralnog sastava, no bez daljnjih analitičkih metoda i istraživanja bi ovaj zaključak bilo gotovo nemoguće potvrditi.

10. ZAKLJUČAK

Pregledom 50 uzoraka bubrežnih kamenaca dobivenih sa Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josip Juraj Strossmayer, može se zaključiti da ne postoje dva ista uzorka kamenca. Oni se razlikuju po veličini, boji, tekstu, obliku, teksturi i sjaju. Kako je svaka osoba različita, tako će stvarati i jedinstvene bubrežne kamence te će njihovo liječenje i oporavak biti drugačiji.

Vanjski izgled kamenaca nije nužno vezan uz njihov mineralni sastav, pa bi trebalo proširiti istraživanja na veliki broj primjeraka, kako bi se moglo bolje objasniti njihov izgled, mineralogiju i način postanka.

Provođenjem daljnjih istraživanja ljudski rod će doći do novih otkrića vezanih za bubrežne kamence, čime će se olakšati i njihovo liječenje. Pri tom je neophodna suradnja između liječnika i geologa, jer je to jedini način kako se može doći do ozbiljnijeg pomaka u ostvarivanju navedenih ciljeva, čemu i ovo istraživanje daje mali doprinos.

11. POPIS LITERATURE

BASAVARAJ, D.R., BIVANI, C.S., BROWING, A.J. & CARTLEDGE, J.J. (2007): *The Role of Urinary Kidney Stone Inhibitors and Promoters in the Pathogenesis of Calcium Containing Renal Stones*. European Association of Urology, United Kingdom, 126 – 136

CALVO, C., GOPAL, R. (1975): *The crystal structure of whitlockite from the Palermo quarry*, American Mineralogist, 120-133

CATTI, M., FERRARIS, G., FILHOL, A. (1977): *Acta Crystallographica, Section B 33*, 1223-1229

CHHIBER, NIRLEP, SHARMA, MINU, KAUR, TANZEER i SINGLA (2014): *Mineralization in Health and Mechanism of Kidney Stone Formation*. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 3. 2319-671825

DANA (1892): *Atlas der Krystallformen*, 1913-1923

GIBSON, R. I. (1974): *Descriptive Human Pathological Mineralogy*. American Mineralogist, 59, 1177-1182

GIURGIU, A. i TAMAS, T. (2013): *Mineralogical data on bat guano deposits from three Romanian caves*. Studia UBB Geologia, Romania, 58 (2), 13 – 18

GRASES, F., COSTA – BAUZA, A. i GARCIA – FERRAGUT, L. (1998): *Biopathological crystallization: a general view about the mechanisms of renal stone formation*. Advances in Colloid and Interface Science, Spain, 169 – 194

HESSE, A., SANDERS, G. (1988): *Atlas of infrared spectra for the analysis of urinary concrements*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag

HUGHES, J.M., CAMERON, M., CROWLEY, K.D. (1989): *Structural variations in natural F, OH, and Cl apatites*, American Mineralogist 74, 870-876

HORVATIĆ, S. (2015): *Primjena mikroskopije prilikom istraživanja bubrežnih kamenaca*, diplomski rad, diplomski, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

LEWIS, (1899): *Atlas der Krystallformen*, 1913-1923

LONSDALE, K. (1968): *Epitaxy as a growth factor in urinary calculi and gallstones*, Nature, 217, 56 – 58.

MILLS, S.J., CHRISTY, A.G. (2016): *The crystal structure and occurrence of weddellite, ideally $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$, from the Low Isles, Queensland*, Mineralogical Magazine: 80: 399-406

NASIR, J. S. (1999): *The Mineralogy and Chemistry of Urinary Stones from the United Arab Emirates*, Quatar Univ. Sci. J., 18, 189-202

NJEGOVEC, S. (2015): *Organski minerali u urinalnom traktu ljudskog tijela*, diplomski rad, diplomski, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

POPESCU, G.S., IONESCU, I., GRECU, R. i PRED, A. (2010): *The Use of Infrared Spectroscopy in the Investigation of Urolithiasis*. 18, 4/4, Romania, 67 – 77

RINGERTZ, H. (1966): *The molecular and crystal structure of uric acid*, Acta Crystallographica 20, 397-403

SCHMID (1871): ('Kalkoxalat'). In: V.M. Goldschmidt, Atlas der Krystallformen, 1913-1923 ('Whewellit')

SCHOFIELD, P.F., KNIGHT, K.S., VAN DER HOUWEN, J.A.M., VALSAMKI – JONES, E. (2004): *The role of hydrogen bonding in the thermal expansion and dehydration of brushite, di-calcium phosphate dihydrate*, Physics and Chemistry of Minerals, 606-624

SHAFIEE, M.A.(2010): *Urinary composition and stone formation*, University of Toronto

SILVA, S.F.R., MATOS, D.C., SILVA, S.L., DAHER, E.D.F., CAMPOS, H.H., SILVA, C.A.B. (2010): *Chemical and morphological analysis of kidney stones: a double-blind comparative study*, Acta Cir Bras, 444–448

STOJISAVLJEVIĆ, S. (2013): *Klinička anatomija bubrega*, diplomski rad, Medicinski fakultet, Rijeka

TAZZOLI, V., DOMENEGHETTI, M.C. (1980): *The crystal structures of whewellite and weddellite*, American Mineralogist 65, 327 – 334

VIDALIN, I. (2006): *Razdvajanje smjese organskih kiselina kristalizacijom*, diplomski rad, diplomski, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb

<https://bib.irb.hr/datoteka/252210.diplomski.pdf>

VIVEK, K., SINGH, PRADEEP, K.R. (2014): *Kidney stone analysis techniques and the role of major and trace elements on their pathogenesis: a review*

ZIMPRICH, E. (2015): *Fosfatni minerali u urinarnom traktu ljudskog tijela*, diplomski rad, diplomski, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

<https://www.mindat.org/> (Pristupljeno: 19.7.2021)

<https://www.mineralatlas.eu/> (Pristupljeno: 19.7.2021)

12. TABLE

Prilog 1

Tablica 1. Pregled karakteristika bubrežnih kamenaca opisanih u ovom radu

UZORAK	BOJA	OBLIK	TEKSTURA	SJAJ	RAST
1	bijela	zaobljen	gruba, bubrežasta	zemljani	koncentričan
2	bijela	oštar	bubrežasta	zemljani	
3	narančasto – smeđa	zaobljen	gruba	staklast	
4	limonitna	oštar	bubrežasta	zemljani	zonalan
5	smeđe – crvena	oštar	gruba	zemljani	
6	siva	oštar	gruba	zemljani	
7	bijela i smečkasta	zaobljen	bubrežasta	staklast	slojevit
8	bijela	zaobljen	bubrežasta	praškast	lupinast
9	bijela	zaobljen	bubrežasta	praškast	
10	bijela	zaobljen	glatka	zemljani	slojevit
11	siva	zaobljen	gruba	zemljani	slojevit
12	bijela	oštar	gruba	staklast	koncentričan ; slojevit
13	svijetlosmeđa	zaobljen	bubrežasta	zemljani	
14	bijela i narančasta	oštar	bubrežasta	staklast	
15	smeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
16	tarnosmeđa	zaobljen	bubrežasta	mastan	koncentričan
17	narančasta i smeđa	oštar i zaobljen	gruba	staklast	
18	tarnosmeđa	oštar	gruba	zemljani	sigasti
19	tarnosmeđa	zaobljen	bubrežasta	zemljani	
20	siva	zaobljen	glatka	zemljani	slojevit
21	bijela, svijetlonarančasta	zaobljen i oštar	glatka	praškast i staklast	

22	bijela, narančasta, tamnosmeđa	oštar	gruba	staklast	zonalan
23	tamnosiva	zaobljen	gruba	zemljani	
24	bijela	zaobljen	gruba	zemljani	koncentričan
25	tamnosmeđa, svijetlosmeđa	zaobljen	bubrežasta	staklast	
26	bijela, tamnosmeđa, narančasta	zaobljen	gruba	zemljani, staklast	
27	bijela, smeđa	zaobljen	glatka, gruba	mastan	zonalan
28	tamnosmeđa	zaobljen	bubrežasta, glatka	zemljani	
29	bijela	zaobljen	glatka	zemljani	
30	tamnosiva	zaobljen	bubrežasta	zemljani	
31	bijela	zaobljen	glatka	mastan	
32	tamnosmeđa	zaobljen, oštar	glatka	zemljani	
33	bijela	zaobljen	gruba	praškast	
34	bijela	zaobljen	gruba	praškast	
35	bijela	zaobljen	gruba	zemljani	slojevit
36	tamnosmeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
37	tamnosmeđa	zaobljen	bubrežasta	mastan	
38	blijedo žuta	oštar	gruba	staklast	
39	narančasta	zaobljen	glatka, bubrežasta	zemljani	koncentričan
40	siva	zaobljen	gruba	staklast	
41	siva	zaobljeni	bubrežasta, gruba, glatka	zemljani	
42	tamnosmeđa, svijetlosmeđa	zaobljen	glatka, gruba	zemljani	
43	siva, svijetlosmeđa	zaobljen	gruba, glatka, bubrežasta	zemljani	

44	bijela, crveno – smeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
45	tamnosmeđa	oštar	gruba	zemljani	
46	narančasta, bijela	zaobljen	bubrežasta, gruba	zemljani	
47	bijela, crvenkastosmeđa	oštar	gruba	zemljani, staklast	
48	svijetlosmeđa, narančasta	oštar	gruba	zemljani, staklast	
49	svijetlosmeđa	zaobljen	gruba	zemljani	
50		zaobljen			
50_1	crna		gruba	mastan	
50_2	smeđa		glatka	staklast	
50_3 50_4	crna, bijela		glatka	mastan	