

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FILOZOFSKI FAKULTET U ZAGREBU**

**I**

**TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET U ZAGREBU**

**Franka Ovčarić i Branka Tomić**

**Rekonstrukcija proizvodnog procesa prikupljanja i obrade sirovina i  
bojadisanja vune u arheologiji**

**Zagreb, 2018.**

*Ovaj rad je izrađen je na Sveučilištu u Zagrebu u suradnji Odsjeka za arheologiju Filozofskog fakulteta pod vodstvom dr.sc. Janje Mavrović-Mokos i Tekstilno-tehnološkog fakulteta u Zavodu za tekstilnu kemiju i ekologiju pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ane Sutlović. Rad je predan na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2017./2018.*

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1. Hipoteza i ciljevi rada .....	2
2. TEORETSKI DIO .....	3
2.1. Tekstil u arheologiji .....	3
2.1.1. Tekstil kroz prapovijesna razdoblja .....	3
2.1.2. Značenje boje kroz prapovijest .....	8
2.1.3. Očuvanje arheološkog tekstila .....	11
2.1.4. Tragovi očuvanja tekstila u Hrvatskoj i regiji .....	14
2.1.5. Eksperimentalna arheologija .....	14
2.2. Etnološki pristup pripremi vune .....	16
2.2.1. Izvorne pasmine ovaca .....	16
2.2.2. Vuna .....	17
2.2.3. Striženje .....	19
2.3. Prirodna bojila .....	19
2.3.1. Izbor biljaka korištenih u radu .....	21
2.3.1.1. Bobice crne bazge ( <i>Sambucus nigra</i> ) .....	21
2.3.1.2. Zelene ljuske oraha ( <i>Juglans regia</i> ) .....	22
2.3.2. Bojadisarske karakteristike izabranih biljaka .....	23
2.3.3. Antocijanini, juglon i tanini .....	23
2.3.4. Močila .....	24
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	26
3.1. Izbor biljaka .....	26

3.2. Izbor močila .....	26
3.3. Izbor materijala .....	26
3.4. Instrumenti i uređaji.....	26
3.5. Izrada karte obojadisanih uzoraka .....	27
4. METODIKA EKSPERIMENTALNOG RADA.....	28
4.1. Priprema vune.....	29
4.2. Priprema močila na bazi metala, octa i soli .....	30
4.3. Priprema biljnih ekstrakata.....	31
4.4. Močenje .....	32
4.5. Bojadsanje .....	32
4.6. Organoleptička analiza obojadisanih uzoraka.....	33
4.7. Mikroskopska analiza obojadisanih uzoraka .....	33
4.8. Analiza obojadisanih vlakana na elektronskom mikroskopu .....	33
4.9. EDX analiza .....	33
4.10. Određivanje kolorističnih parametara obojadisanih uzoraka .....	34
4.11. Postojanost obojenja vune na pranje i izlaganje Sunčevoj svjetlosti .....	34
5. REZULTATI I RASPRAVA.....	36
5.1. Organoleptička analiza obojadisanih uzoraka.....	36
5.2. Mikroskopska analiza obojadisanih vlakana .....	37
5.3. Analiza obojadisanih vlakana na elektronskom mikroskopu .....	38
5.4. EDX analiza .....	39
5.5. Određivanje kolorističnih parametara obojadisanih uzoraka .....	40

5.6. Analiza postojanosti vune na pranje i izlaganje Sunčevoj svjetlosti .....	51
6. ZAKLJUČCI .....	54
7. ZAHVALE .....	55
8. POPIS LITERATURE .....	56
9. POPIS ILUSTRACIJA .....	58
10. POPIS TABLICA .....	60
11. SAŽETAK .....	62
12. SUMMARY .....	64
13. ŽIVOTOPISI .....	66
14. PRILOZI.....	67
14.1. Karta obojadisanih uzoraka	

## 1. UVOD

Boje su vrlo bitan aspekt ljudskog života i mogu se pratiti kroz simboličku i utilitarnu primjenu. Najraniji razvoj same tehnologije bojadisanja ne može se sa sigurnošću utvrditi zbog propadljivosti organskih materijala stoga nam eksperimentalna faza razvoja nije pouzdana. U trenutku kada nalazimo prve tragove bojane tkanine u relativno većim količinama sa sigurnošću možemo tvrditi da je sam proces već bio razvijen. Bojila su se primarno uzimala iz okoliša bliskog zajednici koja je proizvodila određenu tkaninu stoga su se u skladu s tim tijekom eksperimenta birale biljke koje su potencijalno bile dostupne prapovijesnim zajednicama ovih prostora.

Tijekom samog provođenja eksperimenta oslanjalo se na usmene etnološke izvore i modernu literaturu što je samo još jedan od pokazatelja snažne tradicije koja je bila univerzalna na cijelom prostoru Europe.

Svaka biljka je potencijalni izvor pigmenta te se uz dodatak elektrolita i korištenje metala kao močila može dobiti široka paleta tonova. No, usprkos tome svaki biljni pigment nije nužno pogodan za bojadisanje tekstila zbog slabog vezanja na vlakno i svoje osjetljivosti na vanjske čimbenike te su se s vremenom i iskustvom selektirale određene biljke i močila koje zadovoljavaju estetske i funkcionalne aspekte tekstilne industrije.

## **1.1. Hipoteza i ciljevi rada**

### **Hipoteze**

Za bojadisanje tekstila u arheološkim razdobljima koristila su se prirodna bojila mineralnog, životinjskog i biljnog porijekla. Primjerice od zelenih ljuski oraha (Grömer 2016:153).

Bez obzira na različite tonove i dubinu obojenja boja je bila postojana na vanjske uvjete na ovako obojadisanoj vuni.

### **Ciljevi rada**

Rekonstruirati postavke proizvodnog procesa, prikupljanja sirovine i bojadisanja vune kako bi se mogle usporediti s arheološkim materijalom.

Eksperimentalno ekstrahirati bojila iz odabranih dijelova biljaka te njima obojadisati vunu i ispitati postojanost obojenja na pranje i izlaganje Sunčevoj svjetlosti.

Dobivanje močila na bazi metala te organoleptička i mikroskopska analiza dobivenih uzoraka. Određivanje kolorističkih parametara obojadisanih i tretiranih uzoraka prema CIEL\*a\*b\* sustavu te izrada karte boja.

## **2. TEORETSKI DIO**

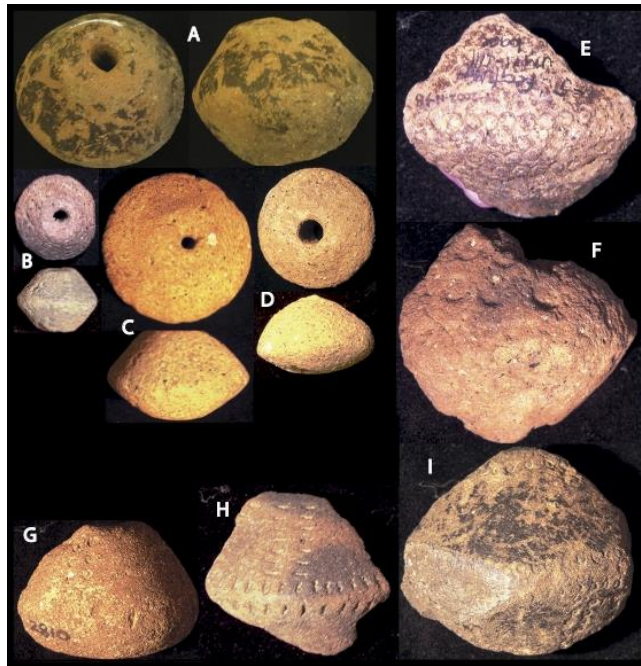
### **2.1. Tekstil u arheologiji**

#### **2.1.1. Tekstil kroz prapovijesna razdoblja**

Tekstil je od najranije ljudske prošlosti jedna od glavnih odrednica identiteta pojedinca te nije služio isključivo kao vrsta utilitarnog materijala već i kao simbol spola, statusa i godina. To se često iskazuje u arheološkom kontekstu kroz prilaganje različitih tipova i kombinacija alata za izradu tekstila i samih tkanina u obliku grobnih priloga. Ikonografski i arheološki podaci vežu tkanje i tekstil gotovo izričito uz žene i njihovu ulogu u domaćinstvu na prostoru Europe, a i šire. Tekstil postaje simbolom ženske sfere i ženskog doprinosa ne samo njenoj obitelji već i široj zajednici (Gleba2009:69).

Alati potrebni za izradu tekstila uglavnom su izrađivani od gline, kosti i drveta te sami po sebi nemaju veliku materijalnu vrijednost. Njihova vrijednost se može očitovati u simboličkom značenju te su vezani uz osobu koja ih je koristila za života, stoga se često mogu pronaći i u obliku grobnih priloga. Uz alate od osnovnih materijala ponekad se mogu pronaći i oni izrađeni od bjelokosti, bronce ili nekih drugih vrijednih materijala što može upućivati na visoki društveni status osobe koja ih je upotrebljavala. Može se zaključiti da alat ukazuje na službu osobe dok prestižni materijal od kojeg je načinjen sugerira visok društveni položaj i mogućeg pripadnika elite. Također je bitno napomenuti da u mnogim kulturama i narodima posjedovanje pršljenova ili drugog pribora za tkanje ili predenje ukazuje na odraslu osobu budući da su mlade djevojke pri stupanju u brak u raznim kulturama dobivale pribor za tkanje na dar (Gleba 2009:70) (slika 1.)





**Slika 1.** Keramički pršljenovi za predenje(<http://pressfiles.anu.edu.au/downloads/press/p269441/html/ch07.xhtml?referer=78&page=12> 1.5.2018.)

Ljudske zajednice tijekom neolitika i eneolitika uglavnom su proizvodile tekstil u maloj mjeri za osobne potrebe, dok se kasnije u brončanom i željeznom dobu događa preokret koji se manifestira kroz društveno raslojavanje i izdizanje elita, a samim time se počinje razvijati svojevrsna tekstilna proizvodnja potaknuta željom za isticanjem u društvu i posjedovanjem luksuznih predmeta. S obzirom da se arheološki tekstil kao takav vrlo rijetko može pronaći sačuvan, najbolje je prvenstveno krenuti putem etnoloških izvora i nalaza alata potrebnih za izradu tekstila (Gleba 2009:71). Proizvodnja tekstila je dugotrajan proces koji osim dostupnosti resursa zahtjeva i dovoljno prostora za proizvodnju te na kraju i osobu koja se bavi tkalačkim zanatom. Neolitik je prvo razdoblje u prapovijesti kada sedentizam postaje globalno prihvaćen način života. Prvi tragovi proizvodnje tekstila potječu upravo iz tog vremena i to u obliku različitih pršljenova ili utega za tkalački stan. Tijekom neolitika i eneolitika tekstil je uglavnom bio izrađivan od likova vlakna, dok se u brončanom i željeznom dobu najviše koristila vuna. Tek se u rudnicima soli u Dürnebergu mogu pronaći laneni komadi tkanine iz mlađeg željeznog doba koji upućuju na ponovno povećanje proizvodnje lanenog tekstila (Belanová Štolcová i Grömer 2010:10).

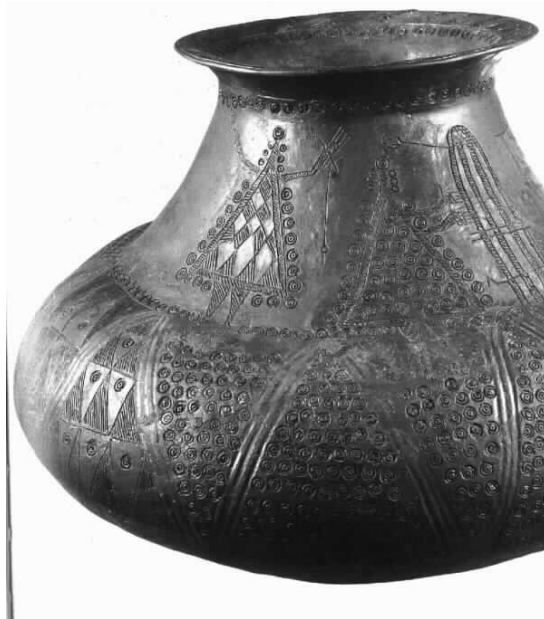
Antropomorfne figure često su ukrašene uzorcima koji se ponekad tumače kao prikazi odjeće te su stoga bitan izvor ideja za rekonstrukcije prapovijesnih tekstila. Jedna od najpoznatijih figura je ona s nalazišta Bicske u Mađarskoj na kojoj se može primijetiti prikaz tunike i neka vrsta prekrivala za noge (Grömer 2016:337). Lendelska kultura je bogata antropomorfnim figurama koje predstavljaju gole ženske osobe što sugerira, uz kontekst u kojem su nađene, korištenje istih u ritualima (Grömer2016:337). Značaj vinčanske kulture u proučavanju neolitičkog tekstila leži u bogatom fundusu nalaza keramičkih figura čiji se ukrasi tumače kao prikaz odjeće, a na istima se često mogu primijetiti tunike, suknje ili haljine s pojasevima (Grömer 2016:340). U središnjoj Europi jedini primjer potpuno sačuvane odjeće predstavlja Ötzi, ledeni čovjek pronađen u alpskom ledu južnog Tirola (Grömer 2016:342).

Za vrijeme brončanog doba razvijaju se nove tehnike i inovacije u proizvodnji tekstila, a dokazi za to se pronalaze u mnogim europskim regijama i kulturama. Cjelovite odjevne kombinacije često se mogu pronaći u hrastovim ljesovima u Danskoj i sjevernoj Njemačkoj (Grömer 2016:355). Mora se uzeti u obzir da se takvi nalazi veoma često pronalaze u bogatim grobovima uz prisutnost "elitnih predmeta" što upućuje na to da se radi o važnim članovima društva te stoga takvi nalazi nisu primjenjivi na širu zajednicu. Pojedinačni komadi odjeće često su smeđe boje te su nadopunjeni dekorativnim vezovima i tkanicama u boji. Iz brončanodobnih grobova sjeverne Europe može se vidjeti da se ženska nošnja uglavnom sastojala od bluze i duge suknje koje je bila zategnuta remenom, a s obzirom da su bluze bile šivane nije bilo potrebe za iglama ili fibulama koje bi držale tkaninu. Fibule, koje su prema pretpostavci pridržavale ogrtač, tek su u kasnijim razdobljima dodane u nošnju. Muška nošnja se sastojala od tunike i tkanine koja se omotavala u obliku suknje te plašta. U središnjoj Europi, najvažnije nalaze tekstila čine nalazi iz Hallstatta, a važanje i gotovo cjelovit nalaz vunenoga tekstilnog predmeta iz Pustopolja u Bosni i Hercegovini, pronađen u muškom grobu koji se datira 1495-1435 g. pr. Kr. (Grömer2016:360).

Figure, kakve su već prije spomenute u razdoblju neolitika, vrlo su malobrojne u ovom periodu no one koje su pronađene vrlo su slične neolitičkima. Korištenjem bronce počinju se proizvoditi i dekorativni komadi - tutuli, koji su se prišivali na odjevne predmete. Na podunavskom prostoru, najbolji uvid u tadašnju nošnju predstavlja nekropola Franzhausen u Donjoj Austriji (Grömer 2016:363). Dio nošnje su bile ogrlice

koje su nosile i žene i muškarci te narukvice i prstenje. Kod muškaraca je uočena samo jedna igla na području prsa dok su žene imale dvije. Od priloga su česti nalazi mačeva u muškim grobovima i pribor za pređenje i tkanje u ženskim. Za kasno brončano doba Europe karakteristična je kultura polja sa žarama gdje se, kako samo ime kulture kaže, pokojnici spaljuju i pokapaju u urnama. Zbog toga je vrlo teško rekonstruirati promjene u nošnjama. Zahvaljujući relativno nedavno otkrivenom inhumacijskom grobu u Grunfeldu u Njemačkoj rekonstruirana je moguća nošnja koja se ne razlikuje previše od prethodnih razdoblja (Grömer 2016:370).

Trajanje željeznog doba u podunavskog regiji istovremeno je s djelovanjem Grka i Rimljana na prostoru Mediterana. Tehnike, uzorci i boje tekstila doživljavaju procvat pod utjecajem raznih kulturnih krugova i zbog novonastale dostupnosti prije nedostupnih resursa. Najbolje očuvani ostaci opet se mogu pronaći na sjeveru Europe zbog specifičnih klimatskih i okolišnih uvjeta. Kao najpoznatije lokalitete treba spomenuti one iz Danske poput Huldremose, Borremose i Ellinga koji se sada nakon ponovnih analiza sa sigurnošću datiraju između 4. i 1. stoljeća prije naše ere (Grömer 2016:380). Ako se prate nova ali i starija istraživanja, može se primijetiti prisutnost tekstila u gotovo svim elitnim grobovima starijeg i mlađeg željeznog doba. Među najpoznatijim prikazima koji se vežu uz proizvodnju tekstila treba se izdvojiti nalaz posude iz tumula 27 u Sopronu u zapadnoj Mađarskoj na kojoj se prikazuje pređenje i tkanje (Huth i Konziella 2017:147) (slika 2.). Važnost tkanja može se primijetiti u kopiranju motiva i uzoraka tkanine na brončanim pojasevima diljem Europe. Pojedini motivi mogu biti antropomorfni ili zoomorfni ali najveći postotak zauzimaju geometrijski motivi koji su vrlo često gusto istkani i mogu se tumačiti kao svojevrsan *horror vacui*. Neki od takvih primjera su tkanina iz tumula Hohmichele kod Hueneburga i brončani pojas iz Morsigena koji dijele gotovo identične motive i položaj, što se može opaziti i kod brončanog pojasa iz Busingena i tkanine iz Hochdorfa (Huth i Konziella 2017:151). Tekstilni ornamenta mogu se pronaći i na keramičkim posudama Alb-Hegau tipa. Taj tip posuda je dugo prepoznat i karakterističan za starije željezno doba na prostoru današnje južne Njemačke i okolnih regija (Huth i Konziella 2017:152). Kompozicija geometrijskih motiva s keramičkih posuda je vrlo često identična onima s tekstila.



**Slika 2.** Posuda iz Soprona s prikazom tkanja(<https://www.pinterest.com/akbeheler/hungarian-chinapotteryfig/?lp=true> 1.5.2018.)

Nošnja se uglavnom sastojala od tunika sa ili bez rukava koje su bile stezane pojasom u struku. Također su korišteni i plaševi koji su služili kao zaštita od vremenskih nepogoda. Pronađeno je puno varijacija hlača, od uskih dugih do kratkih širokih hlača koje su bile čvrsto šivane. Ženska odjeća zadržava svog osnovni oblik te se uglavnom sastoji od tunika, suknji i haljina upotpunjenih raznim dekorativnim detaljima. U centralnoj Europi uz nalaze iz Hallstatta treba spomenuti i one iz Dürrnberga koji su također pronađeni u rudniku soli (Grömer 2016:386) (slika 3.).



**Slika 3.** Tekstil iz

Dürnberga(<http://www.tabletweaving.dk/research/reconstructions/durnnberg-austria/>  
1.5.2018.)

S razvojem tekstilne proizvodnje jedan od važnih aspekata proizvodnje postaje nabavljanje bojila za tekstil čije tragove nalazimo među ostalim i u rudnicima Hallstatta gdje je crvena boja tekstila dobivena od kermes uši koji su vjerojatno bili import Mediteranskog područja. Kvalitativne i kvantitativne promjene u tehnologiji tekstila često mogu biti odraz utjecaja drugih kultura i regija. U obzir se mora uzeti i moguća izmjena darova između pripadnika elita među kojima su se gotovo sigurno pronalazili i odjevni komadi ili tekstil (Gleba 2009:72).

### **2.1.2. Značenje boje kroz prapovijest**

Prapovijesna arheologija naglašava važnost shvaćanja evolucije jedinstvene ljudske sposobnosti da stvara složenu simboliku (Hovers et al. 2003:493). Dugogodišnji fokus ne arheoloških istraživanja bio je na jeziku koji ne ostavlja direktne materijalne dokaze stoga se počinju promatrati ostaci koji na sebi nose indirektni simbolički značaj poput boja. Etnografski dokazi pokazuju da u društvima gdje postoji trag simboličkog ponašanja postoje i materijalni dokazi koji se mogu pratiti (Hovers et al.2003:493). Sustav simbolike boja raširen je i danas, a pod pretpostavkom da su po sličnom sustavu djelovala prapovijesna društva može se opaziti korelacija u razvoju

simboličkog mišljenja kroz povezanost jezika i boja. Kroz prapovijest može se pratiti povećanje učestalosti korištenja pigmenata, a među najranijim tragovima se navode nalazi okera u srednjepaleolitičkom kontekstu na nalazištu Quafzeh Cave u Izraelu od kada se mogu pratiti prvi dokazi o simboličkom, a ne utilitarnom, svakodnevnom korištenju boja (Hovers et al. 2003:493). Etnografski podaci bilježe paletu pažljivo odabranih boja korištenih u širokom društvenom spektru u svrhu ritualne dekoracije tijela i praktičnih ili društvenih događanja. Monokromatska crna i bijela, odnosno pojmovi svijetlog i tamnog javljaju se u svakom ljudskom jeziku (Hovers et al 2003:493). U onim društvima koja poznaju više od crne i bijele boje gotovo uvijek kao treća javlja se crvena, no ona često može označavati i žute, narančaste ili smeđe nijanse.

Crvena i crna najranije su korišteni pigmenti koji se mogu naći na paleolitičkim lokalitetima iako generalno dominira crvena boja. Minerali za proizvodnju tih pigmenata bili su sustavno skupljani i korišteni. Crvena i crna su najčešći pigmenti dok oni bijeli u potpunosti nedostaju, no ne smije se zaboraviti na prirodnu boju svijetlih stijena koje su korištene kao pozadina pri slikanju. Također se ne smije zanemariti da su te boje mineralne boje koje bi se sačuvale tijekom dugog vremena za razliku od organskih boja što može biti jedan od razloga zašto su one najčešće pronalažene (Petru 2006:203). Jedini sačuvani ostaci organskog pigmenta su oni načinjeni od ugljena. Crveni pigmenti su se dobivali od željeznih oksida, poput hematita i limonita ili okera. Od minerala se najčešće koristio hematit dok je bijeli pigment najčešće dobivan od kaolinita ili ilita. Dobiveni pigmenti su miješani kasnije s drugim komponentama poput jaja, urina ili krvi kao bi se dobila boja (Petru 2006:204). Krv se nije miješala s crvenim pigmentima već sa žutim pigmentom što se također tumači simbolikom budući da crvena boja sama po sebi podsjeća na krv i već je dovoljno snažna za razliku od žute boje (Petru 2006:205). Često se i sama krv koristila kao crvena boja te su se takve pojave mogle pratiti do relativno nedavno na prostoru Australije.

Hematit i oker često su se palili. Pretpostavlja se i zbog ritualnog značaja, ali i kako bise dobio pigment u prahu čija boja može varirati od žute, crvene i smeđe ovisno o temperaturi na kojoj se zagrijavao (Petru 2006:205). Mijenjanje boje okera može označavati simboličku komponentu transformacije koja se najbolje vidi u pogrebnim ritualima. Crna, bijela i crvena često se nazivaju i bojama koje označavaju smrt kao crna zemlja i crvena krv koji je nanosi na bijele kosti kako bi im vratila život

(Petru2006:205). U kasnijim razdobljima boja poprima nova značenja te se njome ne iskazuje samo duhovnost neke osobe već i društveni položaj. Razni ranije navedeni pigmenti pogodni su za bojanje raznih čvrstih materijala poput npr. stijena. Bojanje tkanine je potaknulo čovjeka da pronade stabilne boje i razvije tehnike koje bio mogle da se boja trajno učvrsti na vlakno. Neki pigmenti su se relativno lako mogli dobiti od raznih lako dostupnih biljaka ili insekata, ali pigmenti poput indigotina koji se dobiva od lišća bojadisarskog vrbovnika ili tirenskog purpura koji se dobiva od morskog puža zahtijevaju posebna razvijena znanja i vještine. Bitno je također bilo i čuvanje ili transport boje koje je zahtijevalo razvoj metoda potrebnih da se određena tvar osuši i konzervira (Grömer 2016:142). Razne analitičke analize pokazale su da najstariji tragovi bojenog tekstila potječu iz razdoblja kad je sam zanat već bio razvijen. Čovjeka okružuje čitav spektar predivnih boja koje se najčešće nisu mogle dobiti od stvari koje su mu lako dostupne. Najdostupnije su bile smeđe, crvene i žute boje koje su se mogle dobiti iz određenih biljaka i kora drveća i one su najčešće sadržavale tanine već u sebi. Tanini su prirodni organski spojevi koji među ostalim vežu u tekstilna vlakna bez ikakvih dodataka što je vrlo bitno zbog postojanosti i dugotrajnosti boje. Uz tanine samo se još nekoliko tvari može koristiti za direktno bojenje vlakna bez prisutnosti učvršćivača.

Boje na koje najčešće nailazimo u radu s arheološkim tekstilom iz prapovijesne Europe i antičkog Sredozemlja su bojadisarski vrbovnik (*Isatis tinctoria* L.) za modru, razne vrste broća (*Rubia tinctorum* i s njom povezane vrste kao što su *Rubia peregrina*, *Galium verum*, *Galium boreale* itd. za crvenu, za žutu jatanac (*Reseda luteola*), šafran (*Crocus sativus*), šafranik (*Carthamus tinctorius*) ili žutilovka (*Genista tinctoria*), dok boje koje dobivamo od kukaca kao što su kermes uši (*Kermes vermilio*), armenski košenil (*Porphyrophora hamelii*) ili poljski košenil (*Porphyrophora polonica*) daju skrletnu crvenu (Bender Jørgensen i Grömer 2012:58). Morski mekušci iz porodice *Muricidae* (*Hexaplex trunculus*, *Bolinus brandaris* i *Stramonita haemastoma*) koristili su se za dobivanje grimizne. Pronađeno je i nekoliko boja kojima nije moguće utvrditi izvor u tekstilnim predmetima iz brončanog doba pa se pretpostavlja da označavaju eksperimentalni stadij u kojemu bojila koja su se poslije pokazala najboljima i najbržima još nisu bila pronađena ili nisu bila dostupna (Bender Jørgensen i Grömer 2012:58). Bojanje plavom bojom u Europi u većoj količini počinje tek nakon što je počelo korištenje bojadisarskog vrbovnika (*Isatis tinctoria*) koji je donešen u Europu s istoka, no ni sama biljka nije bila dovoljna već se morao razviti i proces dobivanja plave

boje. Plava boja se dobivala tako da se pigment indigotin miješao s vodom i urinom. Zeleno-žuta smjesa dobivena na taj način je morala fermentirati i kada bi se tkanina izvadila iz nje i ostavila na zraku poprimila bi plavu boju. Već je spomenuto da se samo s malim brojem bojila može izravno bojadisati dok većina ostalih bojila zahtjeva upotrebu močila poput tanina ili metalnih soli aluminijske, željezne ili bakrene. Tanini i metalne soli moraju se otopiti u vodi prije tretiranja tekstila. Vlakno se može tretirati prije ili nakon bojanja, a sama močila mogu se staviti i izravno u kupku za bojanje.

### **2.1.3. Očuvanje arheološkog tekstila**

S obzirom na povijesno razdoblje kojim se arheolozi bave pronalaze ponekad vrlo male tragove nekadašnjeg ljudskog života. Odjeća koju su nosile prapovijesne skupine ljudi, osim u iznimnim situacijama, može se rekonstruirati tek položajem nakita i ukrasa koji su ju pridržavali. Konteksti unutar kojeg se pronalaze najčešće su grobovi no u iznimnim situacijama mogu se sačuvati i u izrazito vodenim ili suhim područjima odnosno kontekstima. Usprkos tome arheologija ponekad više ili manje uspješno uspijeva popuniti znanje o životu prapovijesnih ljudi. Često se događa da se bitni nalazi koji bi u normalnim uvjetima propali sačuvaju na sasvim neočekivan način. Najviše trpe organski materijali upravo zbog svoje raspadljivosti, a među takvim materijalima nalazi se i tekstil. Ovisno o uvjetima na nalazištu ponekad se mogu sačuvati biljni i životinjski ostaci, a uvjeti za očuvanje vlakana životinjskog i biljnog podrijetla uključuju stabilan pH koji ih ne oštećuje, te ne dopušta bakterijama i gljivicama da prežive. Životinjska i biljna vlakna očuvana su zajedno na istim nalazištima samo u posebnim uvjetima. Neki od tih uvjeta bit će opisani u daljnjem tekstu. Stupanj propadanja vlakana ovisi o nekoliko faktora kao što su toplina, voda, prisutnost kisika, bakterija i gljivica u tlu. Prisutnost tanina u močvarama ili drvenim ljesovima može uspješno odgoditi propadanje materijala. Jedan od načina na koji se tkanina može sačuvati je korodiranje metala u neposrednoj blizini tkanine. U brončanom i željeznom dobu pojedinci su vrlo često pokapani uz metalne priloge koji u vlažnim uvjetima prodiru u tekstil i zamjenjuju organske komponente, taj proces naziva se mineralizacijom (Grömer 2016:23). Stupanj mineralizacije ovisi o uvjetima u kojima se tkanina i metali nalaze te može varirati od djelomične do potpune. Budući da u procesu mineralizacije organska tkanina može u potpunosti biti zamijenjena metalom dolazi do gubljenja izvornog obojenja i ponekad sam nalaz postaje vrlo fragmentiran. Jedan od najboljih okoliša za



očuvanje tekstila su rudnici soli jer su toksični za mikroorganizme poput bakterija koje su glavni uzroci propadanja. U takvim rudnicima javljaju se stabilni uvjeti poput stalne temperature i vlažnosti zraka što je pogodno za očuvanje organskog materijala. Pod utjecajem visokog tlaka nakon nekog vremena rudnici prirodno hermetički zatvaraju okna koja su ljudi koristili za eksploataciju soli te se tako stvaraju pogodni uvjeti za očuvanje. U takvom okolišu ne dolazi do oksidacijske degradacije, a i bakterijska degradacija je svedena na najmanju mjeru. S druge strane visoka razina vlage u rudnicima sprječava da se vlakna isuše dok stalna i niska temperatura dodatno odgađa proces raspadanja stoga tekstili u takvim uvjetima mogu ostati elastični i vrlo dobro očuvani (Grömer 2016:25). Sol odlično očuva bilo koji organski materijal neovisno je li biljnog ili životinjskog podrijetla. Tekstili iz neolitika i brončanog doba mogu se pronaći očuvani u jezerima ili obala rijeka na području Švicarske, Njemačke, sjeverne Italije i Austrije (slika 4.). Zahvaljujući vrlo niskim razinama kisika u vodi oksidacijska degradacija je usporena u sedimentu koji postaje neka vrsta nježne geološke čahure koja štiti tekstil. No unatoč činjenici da se biljna vlakna mogu vrlo dobro sačuvati u vlažnim uvjetima zbog alkalnog okoliša ona vlakna koja su životinjskog podrijetla počinju propadati s vremenom.



**Slika 4.** Tekstil iz Hallstatta(<http://www.kennisvoorcollecties.nl/en/showcases-en/hallstatt/> 1.5.2018.)

Od otkrića "Ledenog čovjeka", neolitičke mumije koja se pojavila nakon otapanja glečera 1991. godine, planinska područja Europe počela su buditi interes arheologa. Nakon tog otkrića pronađeno je još nekoliko dobro očuvanih nalaza na području Alpa koji uključuju odjevne predmete poput cipela ili hlača. Osnova očuvanja u ledu je vrlo niska konstantna temperatura i suh okoliš koji predstavljaju pogodne uvjete za očuvanje organskih materijala.

Još jedan od okoliša pogodnih za očuvanje tekstila su močvare. Konstantna vlažnost, nedostatak kisika i prodiranje huminske kiseline sprječavaju propadanje i osiguravaju okoliš bez mikroorganizama. No budući da je pH u takvim područjima kiseo mogu se sačuvati samo životinjska vlakna poput vune, kože, krzna i sličnih materijala. (Grömer 2016:28).

Među najpoznatijim nalazima tekstila su oni pronađeni u hrastovim ljesovima na području sjeverne Njemačke i Danske. Pokojnik je bio položen u izdubljeno deblo u cjelovitoj pogrebnoj nošnji sa svim priložima koje se zatim zatrjavalo kamenom, zemljom, glinom, pijeskom i travom. S vremenom huminska kiselina je prodrla u unutrašnjost zajedno s kišom te formirala želatinoznu masu koja je očuvala sadržaj lijesa. Kao dodatno sredstvo očuvanja poslužili su i tanini iz samog hrasta od kojeg je bio načinjen lijes.

Tekstil se također može sačuvati procesom karbonizacije. Pri nepotpunome izgaranju postoji mogućnost da određeni kemijski procesi potaknu fizičke promjene u tekstilu koji se tada očuva u karboniziranom obliku. Unatoč činjenici da se događa svojevrsna transformacija strukture tekstila njegova mikrostruktura u osnovi može ostati netaknuta (Grömer 2016:19). Biljna vlakna su puno stabilnija u ovakvom okolišu očuvanja dok ona životinjskog podrijetla puno češće izgore.

Indirektni dokazi i informacije o tekstilu mogu se pronaći na keramičkim predmetima ili posudama na kojima je ostavljen otisak sa ili bez cilja da se taj predmet ukrasi. Unatoč činjenici da sam materijal nije očuvan mogu se izvući podaci o tehničkoj izradi, načinu tkanja i vrsti vlakna od koje je tekstil bio izrađen.

#### **2.1.4. Tragovi očuvanja tekstila u Hrvatskoj i regiji**

Što se tiče prostora Hrvatske i okolnih regija također se mogu izdvojiti lokaliteti ponajprije brončanog i željeznog doba na kojima se zabilježena prisutnost nalaza koji sugeriraju na tkaninu ili same tkanine. Brončanodobni pokrivač pronađen na lokalitetu Pustopolje u Kupreškom polju najstariji je i najveći komad vunenog tekstila na području Europe (Car 2012:69). Sam nalaz je veoma fragmentiran no unatoč tome uspješno su se sačuvali svi bitni dijelovi za rekonstrukciju njegovog oblika i veličine. Očuvanje je djelomično bilo potpomognuto smještajem tkanine u drvenom sanduku u tumulu. Tijekom mnogih provedenih analiza otkriveni su i tragovi plave boje na manjim fragmentima pokrivača (Car 2012:69). Na području Hrvatske mogu se spomenuti nalazi s prostora Požeške kotline. U željeznodobnom tumulu 10 na lokalitetu Kaptol-Gradci koji predstavlja grob ratnika pronađena su dva željezna koplja, jedna brončana sjekira sa zaliscima i jedna željezna sjekira s ručicama koje su vjerojatno bile omotane tkaninom i premda nema direktnih dokaza za to igle su bile međusobno isprepletene na način koji upućuje da su pridržavale tkaninu (usmeno priopćio prof. dr. sc. Hrvoje Potrebica 2018.). U tumul 6 koji je smješten na istočnoj strani istog lokaliteta pronađen je primjer konjske opreme s križnim razvodnicima za više konja. U ovom slučaju pronađeni su vidljivi ostaci mineraliziranog tekstila (usmeno priopćio prof. dr. sc. Hrvoje Potrebica 2018.). Tijekom arheoloških istraživanja na lokalitetu Budinjak na Žumberačkom gorju 2004. godine u tumulu 7, grobu 3 pronađen je ženski grob. Na mjestu gdje je prema pretpostavci bila glava pokojnice nađen je krhki predmet koji se definira kao svojevrsno pokrivalo za glavu kakvo je pronađeno prethodnih godina u tumulu 13 (Škoberne 2004:144).

#### **2.1.5. Ekperimentalna arheologija**

Eksperiment, dajući neposredan uvid, važna je metoda arheologije koja pridonosi interpretiranju arheoloških nalaza i njihovog konteksta. Ona se prvenstveno provodi kroz niz praktičnih pokušaja rekonstrukcija postavljenih na temelju arheološkog pitanja. Danas se ekperimentalna arheologija definira mnogim različitim pristupima i metodama među kojima su najvažnije etnografske studije, iskustvena arheologija i eksperiment. Ta tri pristupa najčešće se koriste zajedno, a i vrlo ih je teško razdvojiti.

Eksperimentalna arheologija razvija se u sklopu pozitivističke tradicije istraživanja koja je usko vezana uz procesualističku arheologiju 1960-ih i 1970-ih (Andersson Strand 2010:2). Prema toj tradiciji, arheološki materijal morao bi se interpretirati kroz procedure slične onima prirodnih znanosti s ciljem objektivnosti istraživanja potaknutim zahtjevom za znanstvenošću arheologije. Taj je pristup kritiziran argumentom subjektivnosti samog eksperimenta zato što se on, zbog nedostatka cjelokupnosti znanja, uvijek zadržava na partikularnosti te subjektivnosti same osobe koja provodi eksperiment. Međutim kritika nije dana u cilju osporavanja koristi eksperimentalne arheologije, već se naglašava neodvojivost interpretacije od subjektivnog utjecaja pojedinca te u sklopu toga još i ekonomske te političke ideologije (Andersson Strand 2010:2).

Korištenje eksperimentalne arheologije kao metode u proučavanju tekstila ima dugu tradiciju, ali je još uvijek u razvoju i potrebno je sistematizirati koncepte i metode eksperimentalne arheologije tekstila kako bi se mogli uočiti svi nedostaci i potencijal istraživanja (Andersson Strand:3). Budući da se i danas mogu pronaći vrlo slične metode ili se gotovo identične mogu razaznati u etnološkim izvorima, tekstil je zanimljivo ishodište eksperimentalne arheologije. Etnologija nam nudi stara znanja o primjeni različitih alata, pripremi vlakana, pređenja i tkanja. Etno-arheologija vrlo je bliska s eksperimentalnom arheologijom s obzirom na to da obje traže i primjenjuju poznate analogije na potencijalne arheološke modele. Važna komponenta u metodama eksperimentalne arheologije su funkcionalnost i efikasnost alata za proizvodnju i stvaranje poveznice, tj. procesa, između alata i tekstila.

Jedan od glavnih ciljeva eksperimentalne arheologije trebao bi biti razvijanje ustaljenih metoda unutar arheologije kako bi se dobili čim pouzdaniji, točniji i primjenjiviji rezultati. Vrlo je bitno od početka držati se osnovnih naputaka u vezi s eksperimentom kao što su važnost stvaranja što izvornije situacije onoj koja je mogla biti u prošlosti, korištenje materijala koji su mogli biti korišteni, te upućenost izvoditelja eksperimenta u samu problematiku teme. Također, vrlo je bitno točno i brižljivo dokumentiranje kako bi bilo omogućeno ponovno provođenje eksperimenta u nepromijenjenim uvjetima. Hipoteza se testira kako bi se odgovorilo na pitanja o izradi i funkciji nekog arheološkog predmeta ili kako bi se dobila određena saznanja o ponašanju i procesima specifičnim za prapovijesne zajednice (Divić 2015:13). Točnost arheološkog eksperimenta

određuje se usporedbom dobivenih rezultata s primarnim arheološkim podacima, a ukoliko se ti podaci ne podudaraju hipoteza se odbacuje i razmatra se nova. Ukoliko se podaci ipak podudaraju hipoteza se može uzeti kao važeća barem do njenog opovrgavanja. Polazišna točka svakog arheološkog znanstvenog eksperimenta mora biti arheološka građa, a zatim arheološki podaci.

U kontekstu arheologije tekstila eksperimentalna arheologija uključuje rekonstrukciju starih tkanina i nošnji, rekonstrukciju obrada sirovina, ispitivanje alatki, vrijeme potrebno za izvedbu određene radnje i eksperimenti vezani uz fizikalno kemijske procese raspadanja poput mineralizacije vlakana, propadanja tkanina u tlu, tragove upotrebe te promjena boje (Ulanowska 2016:321). Prema načelu takve klasifikacije sam eksperiment može se podijeliti u nekoliko kategorija s obzirom na njihov cilj: eksperimenti koji objašnjavaju svojstva prediva i strukture tekstila, eksperimenti koji objašnjavaju lanac operacija u proizvodnji tekstila temeljem ispitivanja obrade sirovina te funkcionalnosti i svojstava tekstilnih alatki, eksperimenti koji objašnjavaju društveno-ekonomske dimenzije proizvodnje tekstila, kao što je mjerenje vremena pri pređenju i tkanju što utječe na količinu proizvedenog tekstila i specijalizaciju za određene poslove i na kraju znanstvena laboratorijska ispitivanja koja objašnjavaju fizikalno-kemijske procese koji utječu na tkanine i prediva, kao što su propadanje organskih materijala, boja ili tragovi upotrebe (Ulanowska 2016:322).

## **2.2. Etnološki pristup pripremi vune**

### **2.2.1. Izvorne pasmine ovaca**

Ovce su domaće životinje koje su najvjerojatnije pripitomljene u mlađem kamenom dobu, a smatra se da današnja domaća ovca potječe od dva divlja izvorna oblika, muflona i argali ovce. Domestikacijom ovce su izmijenile svoj oblik, dobile druge proporcije tijela itd. Te promjene nastale su djelovanjem prirodnih čimbenika okoline, ali i djelovanjem čovjeka koji je uzgojem poticao razvoj korisnih osobina (proizvodnja vune, mesa i mlijeka).

Pramenka (čija vuna je korištena u ovom radu) dobila je ime po otvorenom runu s jasno uočljivim pojedinačnim pramenovima.

Osim u Hrvatskoj rasprostranjena je i u širem području istočne Europe, Azije, Afrike i u manjem dijelu srednje Europe. Pasmina pramenka javlja se u više oblika - sojeva među kojima se ističe lička pramenka, a osim nje poznatiji sojevi u Hrvatskoj su sinjska, krčka i kornatska pramenka. Postoje skupine domaćih ovaca koje su podrijetlom pramenke, ali zbog svojih specifičnosti opravdano se mogu držati pasminama. Među njima ističu se: istarska i travnička pramenka te skupina primorskih ovaca s tipično paškom, dubrovačkom i creskom ovcom (Uremović 2002: 362-367).

### **2.2.2. Vuna**

Vuna je skup prirodnih vlakana dugog vlaska, odnosno rožnih tvorevina ovčje kože specifične strukture i fizikalnih osobina. Ovo visokovrijedno vlakno razlikuje se ovisno o pasmini ovce. Po kemijskom sastavu vuna je protein ili keratin koji se sastoji od ugljika kao glavnog elementa, vodika, kisika i dušika. Svako vuneno vlakno morfološki je građeno od dva ili tri sloja: kutikule, kore ili korteksa i srži ili medule. Kod finorunih pasmina ovaca vlakno se sastoji od kutikule i kože, dok gruborune pasmine imaju sva tri sloja. Kutikula je vanjski omotač odnosno sloj vlakna građen od pločastih stanica različitog oblika i veličine, koje se naslanjaju jedna na drugu kao ljuske. S vanjske strane ljuski nalazi se tanki voštani film koji vunenom vlaknu daje sposobnost vodoodbojnosti. Kora je najznačajniji i najdeblji dio vlakna koji se nalazi ispod kutikule. Taj sloj nosilac je fizikalnih osobina vune, a sastoji se od dvije vrste vretenastih stanica zašiljenih krajeva. To su bazofilne stanice koje se nazivaju orto-korteks i acidofilne stanice para-korteks. Srž je dio vlakna gruborunih i nekih pasmina ovaca sa srednje finom vunom. Taj dio vlakna pod mikroskopom se vidi kao tamna pruga (Čunko i Andrassy 2005:153-156, Uremović 2002:413-414)

U ovčjoj vuni nalaze se tri glavna oblika vunenih vlakana (Čunko i Andrassy, 2005: 149; Uremović 2002:415):

- Puh ili fina vlakna – najfinija vlakna, meka su i vrlo tanka, više ili manje kovrčava, kratka, nemaju srži i lako se puste; kod gruborunih ovaca čini najmanji dio od ukupnih vunskih niti,

- Osjasta vlakna – najgrublja vlakna, uz kutikulu i koru imaju i sržni kanal, većina vlakana su ravna, specifična za gruborune ovce
- Prijelazna vlakna – različitih finoća, po osobinama nalaze se na granici između puha i osjastih vlakana, glavni su sastojak runa

Fizikalne osobine vunениh vlakana variraju od pasmine do pasmine. Najfiniju vunu imaju merino ovce, a najgrublju sve naše pramenke. (slika 5.). Tako npr. kod finorunih pasmina poput merino izražena je valovitost vlakna, debljina vlakna koja iznosi od 17 do 24  $\mu$  (17  $\mu$  kod superfinorunih, 21  $\mu$  kod finorunih i 24  $\mu$  kod mesnih tipova merino ovaca), duljina vlakna je kraća, elastičnost je najbolja u usporedbi s ostalim pasminama, itd. Kod gruborunih pasmina ove fizikalne osobine su recipročne. (Uremović 2002: 417-420)



**Slika 5.** Mikroskopska snimka vunениh vlakana različite finoće

(<https://unboundmerino.com/blogs/unbound-merino/the-ultimate-guide-to-merino-wool>  
27.04.2018.)

### **2.2.3. Striženje**

Vuna je sirovina koja se dobiva striženjem ovaca nakon dvanaestomjesečnog rasta uz primjenu ručnih ili strojnih škara (Uremović 2002:421). Striža se obavlja uglavnom jednom godišnje u proljetno doba kada više nema bojazni od niskih temperatura. Runo se skida u jednom komadu i uobičajeno se strižu neoprane ovce. Vuna se najprije skida s prsnog dijela i trbuha zatim s područja nogu, butova i vrata. Nakon toga od korijena repa prema glavi, a potom se skida runo s desne pa s lijeve strane trupa. Runo se nakon šišanja sortira. (Čunko i Andrassy 2005:149., Uremović 2002: 421-422).

Nakon faze striženja vuna se razvrstava i pere. U etnologiji pranje vune je bio kolektivan posao. Odabralo bi se mjesto u blizini tekuće vode te bi se tamo naložila vatra. Pripremio bi se kazan s vodom koja se zagrijavala na otvorenoj vatri. Ljudi bi donosili svoju vunu te bi ju redom prali, a potom ispirali u izvoru vode (etnološki izvor). U ovom eksperimentu vuna je oprana u bačvi tople (ne vruće) vode te isprana u rijeci. Potom se sušila na Suncu kako bi se na taj način dodatno izbijelila.

### **2.3. Prirodna bojila**

Prirodna bojila su bojila i pigmenti dobiveni iz životinjskog ili biljnog izvora uz minimalno tretiranje kemikalijama (Sutlović 2008:1). Uloga pigmenata u biljkama još uvijek nije u potpunosti objašnjena, no smatra se da služe privlačenju insekata i drugih životinja, u svrhu oprašivanja i raznošenja sjemena. ([www.hah.hr](http://www.hah.hr) 07.04.2018.)

Prirodna bojila se dijele prema: bojadisarskim svojstvima, kemijskoj građi, porijeklu (biljna, životinjska, mineralna), tonu, području primjene (prehrambena, farmaceutska, tekstilna industrija) (Sutlović 2008: 6).

Proces bojadisanja odvija se u tri faze: ekstrakcija bojila, iscrpljenje bojila na vlakno, stvaranje veza između bojila i vlakna.

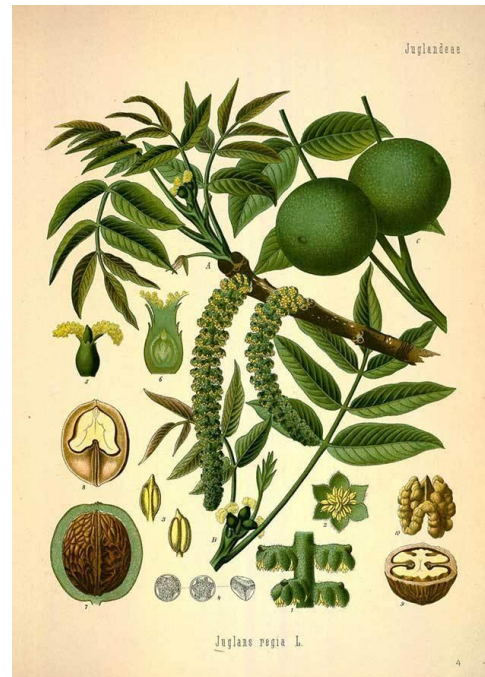


Bojadisanje je proces koji zahtijeva brojne kompleksne postupke prije i poslije bojadisanja te razumijevanje pH otopine bojila, vlakana, i kupelji za bojadisanje. (Schoeser 2009: 30). Životinjska vlakna (koja su korištena u ovom radu) su proteinskog porijekla te se bojadišu kiselim bojilima. Upravo zbog toga, proteinska vlakna, vunu i svilu pronalazimo u nošnjama obojane dok su se celulozna vlakna npr. lan i konoplja bijelila (usmeno priopćila izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović).

Prema bojadisarskim svojstvima većina prirodnih bojila spada u kiselo močilska, manje u redukcijska, a rjeđe u supstantivna i bazna (Sutlović 2008: 6). Močilska bojila daju razna obojenja reagiranjem s metalnim solima aluminijskim, bakra, željeza i kositra. Ova bojila najčešće se koriste za proteinska vlakna, a obrada vlakana metalnim solima se može provoditi prije bojadisanja, za vrijeme bojadisanja (zajedno s bojilom) ili naknadno, nakon bojadisanja (Sutlović 2008: 6).

Po kemijskoj konstituciji prirodna bojila dijele su na: karotinoidna, diarilmetanska, benzokinonska, naftokinonska, antrakinonska, indigoidna, flavonoidna, antocijanidna, betalainska, neoflavonoidna, ksantonska, bazna, alkaloidna, benzofenonska, galotaninska, tanini, klorofil, prirodni anorganski pigmenti i dr. (Sutlović 2008: 6).

### 2.3.1. Izbor biljaka korištenih u radu



**Slika6.** Botanički prikazi crne bazge (*Sambucus nigra*) i oraha (*Juglans regia*)

([http://botanicalillustrations.org/illustration.php?id\\_illustration=13139&SID=0&mobile=0&code\\_category\\_taxon=9&size=1](http://botanicalillustrations.org/illustration.php?id_illustration=13139&SID=0&mobile=0&code_category_taxon=9&size=1), Köhler, F.E., *Medizinal Pflanzen*, vol. 1: t. 46 (1887) [W. Müller] 27.04.2018.)

#### 2.3.1.1. Bobice crne bazge (*Sambucus nigra*)

##### *Botanički podaci*

Crna bazga je listopadni grm iz porodice moškovičevki (*Adoxaceae*) zaobljene i rijetke krošnje (slika 6.). Može narasti do 10 metara visine. Kora je ispucana, svijetlosmeđa ili siva kod starijih biljaka, dok je kod mladih grana zelena do sivosmeđa s izraženim bradavičastim lenticelama. Pupovi su nasuprotni, duguljasti s 2-6 golih ljuski crvenkastosmeđe ili zelenkastosmeđe boje. Listovi su tamnozeleni na licu, svjetliji i malo dlakavi na naličju, karakterističnog mirisa, nalaze se na duguljastoj peteljci koja je s gornje strane užlijebljena.

Cvjetovi su dvospolni, pravilni i sitni, izraženog ugodnog mirisa. Plodovi su male sjajne, koštuničave bobice veličine 6-8 mm. Dozrijevaju u kolovozu i rujnu, u kolovozu poprimaju crnoljubičastu boju i vise na crvenkastim stapkama. Svaka koštunica ima tri pretinca u kojem sadrži po jednu sivožutu, jajoliku, malo spljoštenu sjemenku. Stanište crne bazge je najčešće u gornjoj polutki (Europa, istočna Amerika, zapadna Azija). Raste na rubovima šuma, u šikarama, uz obale rijeka i potoka. Preferira tople i sunčane položaje, vlažno, duboko, humusno i plodno tlo. Rasprostranjena je od nizina do preplaninskih područja od oko 1200 m nadmorske visine (www.plantea.com.hr, 07.04.2018.)

Plod bazge bogat je flavonoidima kvercetinom, kemferolom, rutinom, fenolskom kiselinom i antocijanskim glikozidima (cijanidin 3-sambubiozid-5-diglikozid, cijanidin-3,5-diglikozid, cijanidin 3-sambubiozid i cijanidin 3-glikozid) koji bobicama daju prepoznatljivu boju. (www.inpharma.hr 07.04.2018.)

### **2.3.1.2. Zelene ljuške oraha (*Juglans regia*)**

#### *Botanički podaci*

Obični ili pitomi orah listopadno je stablo iz porodice oraha *Juglandaceae* (slika 6.). To je stablo visoko do 30 metara sa širokom, prozračnom, slabije razgranatom krošnjom i snažnim glavnim granama. U mladosti kora mu je glatka i siva, kasnije tamna, debela do 2 cm, s uzdužnim brazdama. Korijenski sustav je snažan i vrlo razgranat. Ima velike pupove sa 2-4 sivosmeđe maljave ljuške. Listovi su naizmjenični, dugački 20-50 cm, sastavljeni od 5-9 lisaka. Cvjetovi su jednospolni i jednodomni. Plod je okruglasta koštunica veličine 3-5 cm, dozrijeva u rujnu. Obavijena je glatkim, zelenim, mesnatim ovojem debljine oko 3 mm, koji posmeđi dozrijevanjem. Unutrašnjost ploda je koštica veličine 3-4 cm s čvrstom ljuskom koja puca na dvije polutke unutar kojih je žućkastobijela, kvrgava sjemenka. (www.plantea.com.hr. 07.04.2018.)

Obični orah raste u mješovitim listopadnim šumama, šikarama, a može doživjeti starost i do 300 godina. Odgovaraju mu duboka, rahla i neznatno vlažna zemljišta, pretežito vapnenac. U Hrvatskoj se najčešće rasprostire na brežuljkastim terenima Hrvatskog zagorja, području Požege, Koprivnice, Bjelovara, Daruvara, Kutine, Siska,

Jastrebarskog, Ozlja, istočnoj Slavoniji, u okolici Vukovara, Iloka, Baranji te u Istri i Dalmaciji (Split, Zadar). ( [www.agroportal.hr](http://www.agroportal.hr). 07.04.2018.)

### **2.3.2. Bojadisarske karakteristike izabranih biljaka**

Kora, lišće i bobice bazge dijelovi su ove biljke koje se koriste za bojadisanje. Prema literaturi, a uz dodatak različitih močila, od lišća bazge dobiva se raspon tonova od žute do zelene, od kore nastaju bež tonovi, dok od bobica različite nijanse ljubičaste boje. Od navedenih dijelova bazge bobice daju najnestabilniju boju koja na vlaknima blijedi od izlaganja na svjetlu (Dean 2010: 130-131).

Orah je u etnologiji od davnina poznat kao biljka s odličnim bojadisarskim svojstvima te se na našem području često koristio za bojadisanje u svrhu dobivanja palete smeđih tonova. Lišće i zelene ljuske oraha glavni su sastojci za dobivanje bojila. Zbog toga što sadrži tanin idealan je za upotrebu jer nije potrebno dodavanje metalnih soli kako bi boja na tekstilu bila postojana jer je tanin sam po sebi izvrsno močilo. Kao i kod drugih biljaka i kod oraha je moguće koristiti razne dodatke za dobivanje raznih nijansi i tonova npr. u etnologiji se u kupelj od oraha dodavala kuhinjska sol i ocat.

### **2.3.3. Antocijanini, juglon i tanini**

Njemački kemičar Richard Willstätter početkom 20. stoljeća izolirao je neke od biljnih pigmenata. U svojim istraživanjima otkrio je da skoro sve voće i cvijeće crvene, plave i ljubičaste boje sadrži antocijanine te je za to otkriće dobio i Nobelovu nagradu 1915. godine.

Riječ antocijanin dolazi od grčkih riječi, *anthos* (cvijet) i *kyanos* (plavo). To je grupa biljnih pigmenata odgovorna za boje voća, povrća i cvijeća. Najčešće se ekstrahiraju iz grožđa, višanja, crvenog kupusa, te iz bobica bazge ili crnog ribiza. U prirodi se pojavljuje 6 osnovnih tipova antocijanina, a voće i povrće u kojem prevladavaju su jagode, bazga, crveni kupus (cianidin); borovnice (delfinidin), grožđe (malvidin), jagode i rotkvice (pelargonidin), brusnice (peonidin) i borovnice (petunidin) ([www.hah.hr](http://www.hah.hr) 07.04.2018.).

Juglon koji je sastavni dio oraha (5-hidroksi-1,4-nafto kinon) odgovoran je za dobivanje smeđe boje. Spoj je kemijski nestabilan i polimerizira se u smeđi pigment. U listovima je prisutan kao 5-hidroksi-naftohidrokinon-4-β-D-glikozid, a u zelenim ljuskama hidrojuglonglukozid, hidrojuglon i juglon (i tanini). (Bechtold i Mussak 2009: 156).

Tanini ili treslovine su prirodni organski spojevi, esteri aromatskih hidroksikarboksilnih kiselina s viševalentnim alkoholima ili šećerima ([www.enciklopedija.hr](http://www.enciklopedija.hr) 07.04.2018.). Vrlo su rasprostranjeni u biljnom svijetu gdje služe kao obrana biljaka od raznih insekata i ostalih štetočina odnosno pesticid ([www.tehnologijahrane.com](http://www.tehnologijahrane.com) 07.04.2018.). Tanini se povezuju s hrastovima na Sjevernoj polutki, ali nalaze se i u kori i plodovima brojnih drugih biljaka poput ruja, šljive mirobalan, kineske i turske šušmule te u nekoliko sorti akacije koje potječu iz jugoistočne Azije i Indije (Schoeser 2009: 34). Prije sintetskih bojila na selu su se vlakna bojadisala (*murila*) umješavini „jasenovine i rujevine“ gdje je ruj očigledno imao ulogu močila (etnološki izvor).

#### 2.3.4. Močila

U hrvatskom jeziku termin močenje označava postupke čija je svrha djelovanjem močila postići neke određene promjene na sirovinama. To se može odnositi na razne sirovine poput drveta, tekstilnih vlakana, kožu, krzno i sjemenje. U tekstilnoj grani močenje je definirano kao biološki ili kemijski proces kojim se dobivaju vlakna iz stabljike lana, konoplje ili jute, ali se taj termin odnosi i na obradu vlakna prije bojadisanja za vrijeme ili nakon bojadisanja. Svrha i uloga močila je da fiksira bojilo/pigment iz biljke na vlakno tvoreći razne komplekse. (<http://www.enciklopedija.hr/> 14.04.2018.). Močila koja se koriste za bojadisanje vlakana mogu biti prirodni spojevi tanini ili razne metalne soli.

Metalne soli koje se koriste kao močila:

- Aluminijev(III) klorid heksahidrat ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ),
- Željezov(II) sulfat heptahidrat ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), (zelena galica)
- Bakrov(II) sulfat pentahidrat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), (modra galica)

- Kalijev aluminijev sulfat dodekahidrat ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) (još se naziva alaun, alumen ili stipsa)
- Kositrov(II) klorid dihidrat ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Izbor biljaka

- Zelene ljske oraha (*Juglon regia*)
- Bobice crne bazge (*Sambucus nigra*)

#### 3.2. Izbor močila

- Ocat i sol
- Otopina na bazi željeza
- Otopina na bazi bakra


#### 3.3. Izbor materijala

- Sirova vuna (od pasmine pramenka prikupljena na području Korduna)

#### 3.4. Instrumenti i uređaji

Tablica 1. Instrumenti i uređaji korišteni u radu

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dino-Lite Premier AM-7013MZT</li></ul> - digitalni mikroskop s povećanjem do 200x sa senzorom od 5 megapiksela
	<ul style="list-style-type: none"><li>• FE-SEM MIRA/LMU, Tescan</li></ul> - elektronski mikroskop koji omogućuje detaljnu karakterizaciju vlakana kao i analize nastalih promjena na tekstilnim i ostalim supstratima. Teoretsko povećanje mikroskopa je 1.000.000 puta. Povezan je s EDX (Quantax, Bruker AXS Microanalysis) detektorom za kemijsku analizu elemenata na kojem se analiziraju uzorci prethodno obrađeni u naparivaču na bazi zlata, paladija i ugljika koji naslojava nevodljive uzorke

	<p>elektrovodljivim česticama (SC7620-CF Mini, Quorum Technologies).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EDX, Quantax, Bruker AXS Microanalysis</li> </ul> <p>- energijsko disperzivna spektroskopija. Spektri se dobivaju odabirom energetske jačine u KeV za K<math>\alpha</math> emisiju na x osi i relativnom obilju/količini (abundance) na y osi,</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-metar Ma5950, Metrel</li> </ul> <p>- instrument za mjerenje pH (kiselosti ili bazičnosti) tekućih uzoraka</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laboratorijski aparat Polycolor, Mathis</li> </ul> <p>- uređaj za mokro oplemenjivanje i bojadisanje s mogućnošću računalnog podešavanja procesnih parametara</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• remisijski spektrofotometar Datacolor SP600 + CV UV</li> </ul> <p>- uređaj za mjerenje boje s ravnih površina. Omogućuje mjerenje vidljivog dijela spektra (360 – 700 nm). Opremljen je integracijskom kuglom promjera 152 nm (mjerna glava instrumenta). Izvor svjetlosti instrumenta je ksenonska žarulja opremljena dodatnim filterima te omogućuje simulaciju standardnog dnevnog svijetla oznake D65.</p>

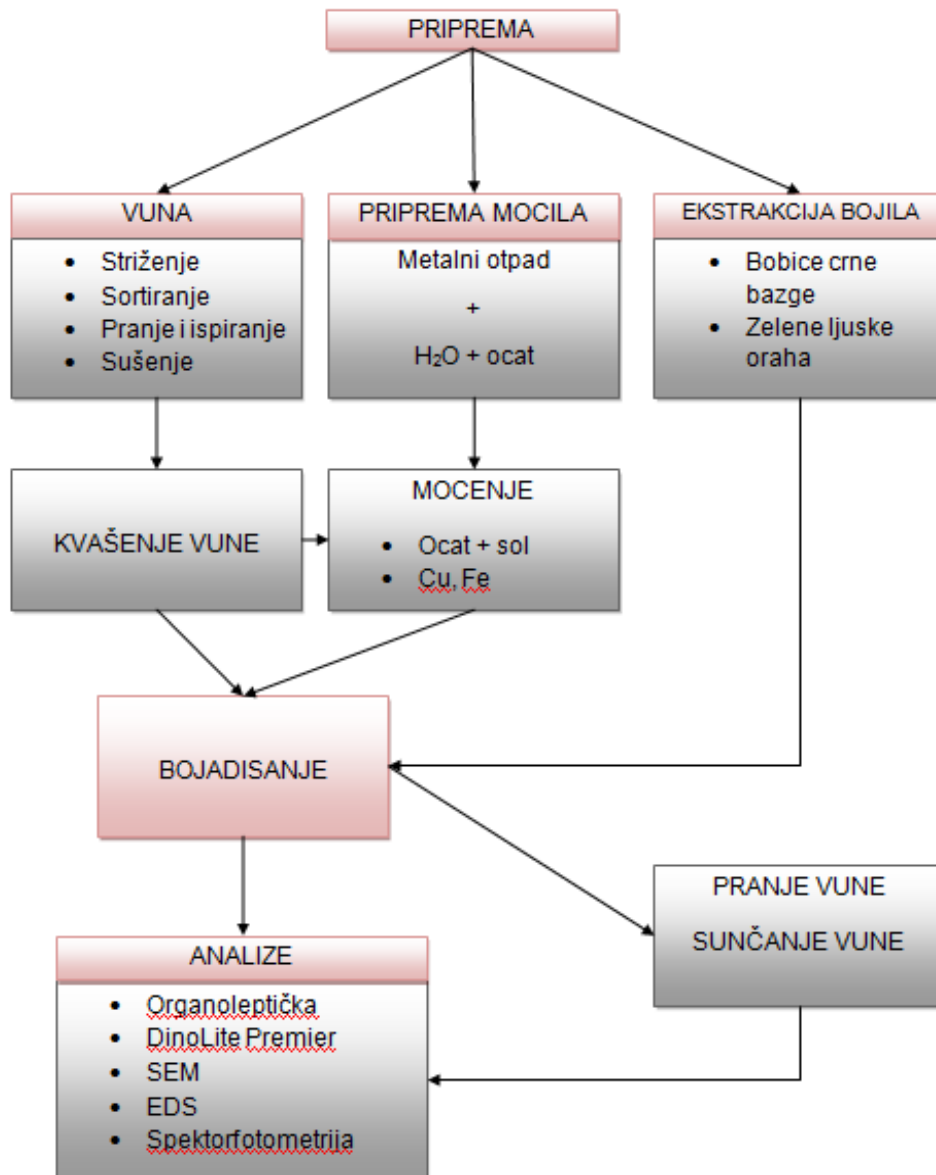
### 3.5. Izrada karte obojadisanih uzoraka

Vunena vlakna obojadisana bobicama crne bazge i zelenim ljuskama oraha prikazani su kao karta uzoraka u ovisnosti o dodacima močila (odjeljak 4.5.). Karta obojadisanih uzoraka nalazi se u prilogu 12.1.



#### 4. METODIKA EKSPERIMENTALNOG RADA

Slijed eksperimentalnog rada prikazan je na slici 7.



Slika 7. Shematski prikaz metodike rada

#### Označavanje uzoraka

Na temelju metodike rada, uzorci su označeni u shemi prikazanoj na slici 8.



Slika 8. Shema označavanja uzoraka

## 4.1. Priprema vune



**Slika9.** Faze pripreme vune  
(<https://www.agroklub.com/stocarstvo/strizenje-ovaca-bez-pola-muke/26374/>, pristupljeno 27.04.2018. i foto Branka Tomić)

Priprema vune provedena je prema fazama prikazanim na slici 9.

Prva faza ovog eksperimenta bila je nabava i priprema vune (odjeljak 1.2.1.). Sirovina je nabavljena na području Korduna, Slavsko selo. Riječ je o ovčjoj vuni pasmine pramenka (odjeljak 1.1.). Nakon striženja koje je obavljeno u kasno proljeće, vuna je išla na daljnju obradu u Dalmaciju, selo Krupa kraj Obrovca. Prvo se obavilo sortiranje tijekom kojeg su odstranjeni najprljiviji i dijelovi koji nisu za upotrebu. Sva vuna je izmiješana.

Iako se do relativno nedavno vuna prala na rijeci, ova faza je zbog ekoloških razloga obavljena kod kuće.

Na peći se zagrijala voda da bude topla, nikako vruća. Vuna je potopljena u tako pripremljenu vodu u bačvi. Prvo je odležala nekoliko sati kako bi se dobro namočila i kako bi tvrdokorne prljavštine omekšale. Za to vrijeme povremeno se lagano (da bi se izbjeglo pustenje) pomoću štapa promiješala u bačvi.

Vuna je odnesena na rijeku. Stavljena je u mrežaste vreće te potopljena u vodu na nekoliko sati kako bi se isprala. Nakon toga, sva vuna je stavljena da se suši na zraku.

## 4.2. Priprema močila na bazi metala, octa i soli

Močila korištena u eksperimentu su otopine na bazi željeza, bakra te octa i soli (odjeljak 2.3.4.).

Močila na bazi željeza i bakra pripremljena su u kućnoj izradi 4 mjeseca prije samog eksperimenta kako bi metali odreagirali u otopini. Iz literature (Grömer 2016: 154, Dean 2010: 42) prikupljeni su podaci o postupku izrade močila. Sastojci su: metalni otpad, voda i ocat. Otopine su pripremane u staklenim posudama. Količina sastojaka (metala, vode i octa) je nasumična.

Za izradu močila na bazi željeza u staklenu posudu stavljen je otpad u obliku čavala i drugih komadića metala te su dodani voda i ocat u omjeru 2:1. Kod močila na bazi bakra postupak je isti, u staklenu posudu stavljeni su komadići bakrenih cijevi i dodani su voda i ocat u omjeru 1:1.

Posude s otopinama odstajale su na balkonu izlagane atmosferilijama u vremenu od 4 mjeseca. Nakon odležavanja, otopina sa željezom poprimila je narančasto-smeđu, a otopina s bakrom plavu boju (slika 10.). Otopine su dekantirane te korištene kao močilo prije bojadisanja.



**Slika 10.** Metalni otpad i močila na bazi metala  
([http://www.northfultonmetals.com/portfolio\\_item/nr2-copper/](http://www.northfultonmetals.com/portfolio_item/nr2-copper/) 27.04.2018. i foto Branka Tomić)

Močilo na bazi octa i soli napravljeno je tako da je u 100 ml vode dodana po čajna žličica octa i soli. 1 čajna žličica odgovara masi od 5 g odnosno 5 ml sastojaka. Pomoću indikator papirića izmjerena je pH vrijednost svih močila (tablica 2).

**Tablica 2.** pH vrijednosti svih močila

Močilo	OCAT + SOL	BAKAR	ŽELJEZO
pH	3,5	3,0	6,0

#### 4.3. Priprema biljnih ekstrakata

Biljke korištene u ovom radu prikupljene su u prirodi te zamrznute kako bi se simuliralo korištenje svježih biljaka (odjeljak 2.3.1.). Prije eksperimenta sastojci su odmrznuti.

Bobice bazge ubrane su u Arheološkom parku Andautonia u Ščitarjevu, a zelene ljuske oraha pokupljene su u parku na Ferenčici u Zagrebu.

Kao postupak za ekstrakciju uzet je recept za bojadisanje orahom iz etnološkog izvora iz sela Jelička, Bosna i Hercegovina. Prema usmenom predanju biljka se prvo namoči u vodu preko noći. Zatim se kuha oko 60 minuta te se procijedi. U procijeđenu tekućinu doda se „od oka“ još vode, sol i ocat. Kada se stavi vlakno (najčešće je riječ o vunenoj pređi) sve se zajedno kuha 60 minuta. Zatim se pređa u kupelji ostavi na hlađenje preko noći, a može se i odmah isprati.

Masa bobica bazge iznosila je 700 g, a masa zelenih ljuski oraha 1750 g. Ljuske oraha potopljene su u lonac s vodom te ostavljene da se namaču 24 sata. Bobice bazge su prvobitno zgnječene te isto tako potopljene u vodi jedan dan. Količina vode u ovoj fazi je određena prema potrebnoj količini da prekrije biljke. Slijedeći dan su oba sastojka prokuhana 60 minuta. Oba bojila su ostavljena da se ohlade te su potom procijeđena kroz gazu. Određeno je da će omjer biljke i vode biti 1:10 obzirom na masu biljke. Izmjeren je volumen procijeđenih otopina bojila te je u svaku kupelj dodano vode u određenoj količini kako bi se dobio prethodno izračunat zadani volumen (tablica3.)

**Tablica 3.** Osnovni podaci o kupeljima s bojilima

Biljka	BAZGA	ORAH
masa (g)	700	1750
volumen H <sub>2</sub> O (ml)	7000	17500

#### 4.4. Močenje

Močenje vune u eksperimentu obavljeno je prije bojadisanja (odjeljak 4.2.1.). Prije močenja vuna je kvašena u običnoj vodi 60 minuta. Volumen otopina metala na bazi bakra i željeza te od mješavine octa i soli iznosio je 100 ml. Kvašena vuna tretirana je nerazrijeđenim močilima 60 minuta. Vuna se nakon močenja nije ispirala.

#### 4.5. Bojadisanje

Bojadisanje vune provedeno je s obje izabrane biljke bez močenja i uz korištenje sva tri pripremljena močila. Izvagano je po 10 g vune te izmjereno 1000 ml bojila za svaku kupelj obzirom na ljuskavu strukturu vune koja se može oštetiti i zapetljati kod manjih omjera kupelji. Omjer vune i kupelji je 1:100.

Prije početka bojadisanja izmjerena je pH vrijednost kupelji (tablica4.). Uzorci su stavljeni u kupelj te je započeto zagrijavanje, nakon što je postignuta temperatura od 100°C nastavljeno je bojadisanje slijedećih 60 minuta uz vađenje uzoraka svakih 30 minuta. Zadnji uzorak uzet je nakon hlađenja. Obojadisani uzorci su naknadno isprani u vodi i osušeni.

**Tablica 4.** pH vrijednost kupelji prije bojadisanja

BAZGA				
Kupelj	BEZ MOČILA	OCAT +SOL	BAKAR	ŽELJEZO
pH	5,5	4,5	4,0	5,5
ORAH				
Kupelj	BEZ MOČILA	OCAT + SOL	BAKAR	ŽELJEZO
pH	6,5	6,0	4,0	6,0

#### **4.6. Organoleptička analiza obojadisanih uzoraka**

Svi obojadisani uzoci pregledani su organoleptički. Napravljena je i subjektivna ocjena tona boje.

#### **4.7. Mikroskopska analiza obojadisanih vlakana**

Nakon organoleptičke analize svi obojadisani uzorci su pregledani pod mikroskopom Dino-Lite Premier AM-7013MZT pod povećanjem od 90 puta.

#### **4.8. Analiza obojadisanih vlakana na elektronskom mikroskopu**

Uzorci sirove vune te obojadisani bazgom i orahom uz dodatak močila na bazi bakra i željeza podvrgnuti su analizi na skenirajućem elektronskom mikroskopu FE–SEM MIRA/LMU, Tescan, uz povećanje 1487 i 1500 puta.

#### **4.9. EDX analiza**

Svi uzorci analizirani pod SEM mikroskopom (odjeljak 3.8.) podvrgnuti su analizi uz pomoć energijsko disperzivne spektroskopije Quantax EDX (Bruker). EDX spektri su dobiveni odabirom energetske jačine u KeV za K $\alpha$  emisiju na x osi i relativnom obilju/količini (abundance) na yosi.

#### 4.10. Određivanje kolorističnih parametara obojadisanih uzoraka

Obojadisanim uzorcima spektrofotometrijski su određeni koloristički parametri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h$ , i maksimum remisije). Vlakna u uzorcima su postavljena paralelno te su na taj način ispitivana. Mjerenje je provedeno na remisijском spektrofotometru DataColor SpectraFlash 600, pod osvjetljenjem D65/10 koje simulira standardno dnevno svjetlo, veličina mjernog otvora 27 mm.K/S ili dubina obojenja dobivena je Kubelka – Munkovom jednadžbom (jednadžba 1):

$$K/S=(1-R)^2 / 2R \quad (1)$$

Gdje je:

R –najveći iznos remisije

#### 4.11. Postojanost obojenja vune na pranje i izlaganje Sunčevoj svjetlosti

Ispitivanje postojanosti obojenja na pranje provedeno je u otopini pepela hrasta i akacije tzv. lukšiji na uzorcima koji su bojadisani 140 minuta. Otopina je pripravljena kuhanjem 1g pepela u 1000ml meke vode 60 minuta. Nakon kuhanja lukšija je procijeđena kroz filter papir kako bi se uklonio pepeo iz otopine. Volumen kupelji nakon dekantiranja iznosio je 760ml, a jednadžbom je izračunato da koncentracija pepela na 1000ml vode iznosi 0,76g. pH vrijednost lukšije nakon kuhanja je 10. Cilj je bio maksimalno smanjiti pH vrijednost do 8.

Ciljana pH vrijednost se određivala na pH metru Metrel MA 5736. pH metar se najprije kalibrirao sa standardnim puferskim otopinama pH 7 i pH 10. Prvo se kalibrirao na pH 7 što je napravljeno na temperaturi 21,3°C, zatim se kalibrirao na pH 10 na temperaturi 21,4°C. U uzorak lukšije od 50 ml postupno se dodavala meka voda u određenim omjerima sve dok se nije dobila ciljana pH vrijednost (tablica5.). U prvobitnih 50 ml dodano je ukupno 462ml vode te je dobiven pH 8,99 na temperaturi 22,2°C.

Pranje uzoraka provedeno je u laboratorijskom uređaju Polycolor, Mathis na prethodno napravljenom programu. Uzeti su uzorci obojadisane vune u količini od 0,05g u volumenu lukšije 50ml. Pranje je obavljeno na temperaturi od 40°C, 30 minuta s

gradijentom 3°C/min, uz 10 okretaja u minuti (120 sekundi se vrti u jednom smjeru, 120 sekundi u drugom smjeru, kako bi se što vjernije simuliralo blago ručno pranje).

**Tablica5.** Smanjivanje pH vrijednosti lukšije

volumen lukšije (ml)	volumen vode (ml)	pH	temperatura (°C)
50	0	11,18	24,3
50	2	11,13	23,9
50	10	10,83	23,7
50	10	10,65	22,8
50	20	10,33	22,6
50	30	10,00	22,6
50	40	9,85	22,5
50	50	9,68	22,4
50	100	9,45	22,3
50	100	9,0	22,1
50	100	8,99	22,2

S ciljem određivanja postojanosti obojenja na Sunčevu svjetlost obojadisani uzorci izloženi su djelovanju sunčevih zraka na zapadnoj strani u razdoblju od 30 dana.

Nakon pranja i izlaganja uzoraka Sunčevoj svjetlosti postojanost obojenja pranih i sunčanih uzoraka određena je instrumentalno remisijskim spektrofotometrom DataColor SpectraFlash 600 +CV,UV te je određena ukupna razlika obojenju  $dE^*$  u odnosu na netretirane uzorke (jednadžba 2).

$$dE = ((dL)^2 + (dC)^2 + (dh)^2)^{1/2} \quad (2)$$

Gdje je:

dL - razlika u svjetlini

dC - razlika u zasićenosti

dh - razlika u tonu











## 5. REZULTATI I RASPRAVA

### 5.1. Organoleptička analiza obojadisanih uzoraka

Svi obojadisani uzorci pregledani su organoleptički (odjeljak 3.6.). Primijećene su neke promjene na vlaknima. Osim što je primijećena najveća promjena u tonu boje kod uzoraka močenih u otopinama metala, na istim uzorcima ustanovljena je i promjena u finoći vlakana koja se čine grublja na opip nego uzorci bez močila i močila od octa i soli. Boje na uzorcima su subjektivno ocijenjene (prikazano u tablici6.).



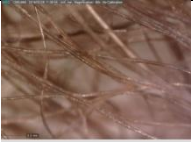
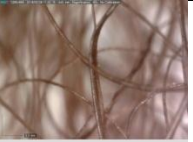


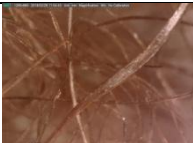
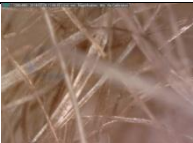







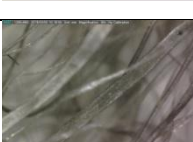

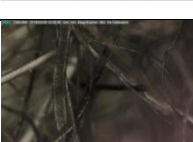
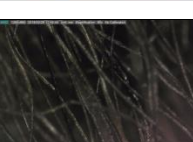

**Tablica6.** Promjene na vlaknima i subjektivna ocjena tona boje

BAZGA				
Močila	Bez močila	Ocat + sol	Otopina bakra	Otopina željeza
Uzorci				
Boja	Tamno crveno-ljubičasta	Intenzivna ružičasto-crvena	Zagasito crveno-ljubičasta s primjesom boje hrđe	Zagasito plava skoro crna
Finoća	malo grublja	malo grublja	grublja	gruba
ORAH				
Močila	Bez močila	Ocat + sol	Otopina bakra	Otopina željeza
Uzorci				
Boja	Srednje smeđa	Sjajno smeđa	Zagasito smeđa	Smeđa s crvenkasto-ljubičastim podtonom
Finoća	malo grublja	malo grublja	grublja	gruba

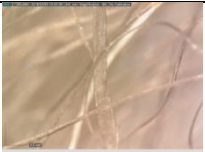






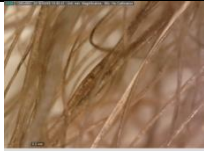

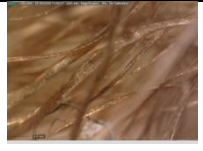
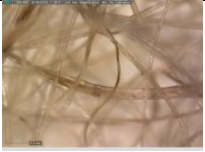



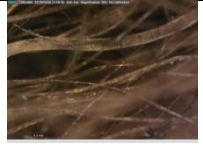
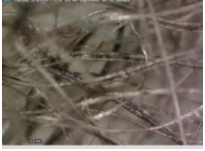




## 5.2. Mikroskopska analiza obojadisanih vlakana

Vidljive promjene na uzorcima potaknule su daljnje mikroskopske analize. Korišten je mikroskop Dino-Lite Premier AM-7013MZT s mogućnošću povećanja od 200 puta. Povećanje kod pregleda uzoraka bilo je 90 puta. Na vlaknima močenim u otopinama metala vidljiva su područja većih nakupina bojila i mrlje nepoznatog porijekla. (tablice 7. i 8.). Zbog toga su napravljene FE–SEM MIRA/LMU i EDX analize.

**Tablica 7.** DinoLite mikroskopske snimke vune bojadisane bazgom

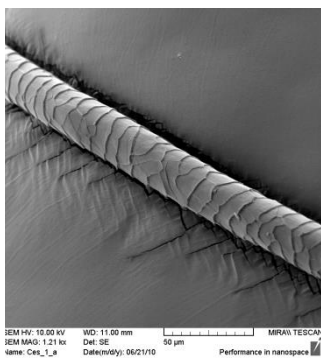
		Vrijeme bojadisanja (min.)				
		30	60	90	120	140
Močila	BM					
	OS					
	Cu					
	Fe					

**Tablica 8.** DinoLite mikroskopske snimke vune bojadisane orahom

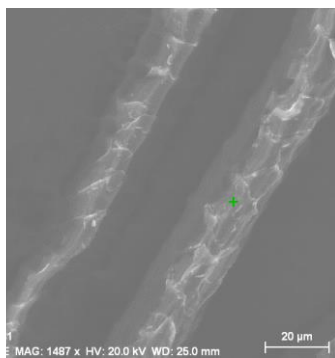
		Vrijeme bojadisanja (min.)				
		30	60	90	120	140
Močila	BM					
	OS					
	Cu					
	Fe					

### 5.3. Analiza obojadisanih vlakana na elektronskom mikroskopu

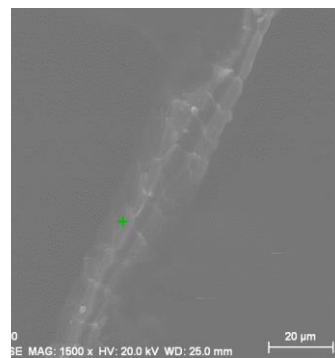
Za analizu elektronskim mikroskopom FE–SEM MIRA/LMU uzeti su uzorak sirove vune te uzorci obojadisani bazgom i orahom močeni u otopinama metala (slika 11.). Uzorci su prethodno obrađeni u neparivaču na bazi zlata, paladija i ugljika koji naslojava nevodljive uzorke elektrovodljivim česticama (SC7620-CF Mini, Quorum Technologies). Na uzorcima je vidljiva uobičajena struktura vunenog vlakna i njegove specifične ljuske koje mu daju odlična higroskopska svojstva.



Sirova vuna



Vuna tretirana bakrom



Vuna tretirana željezom

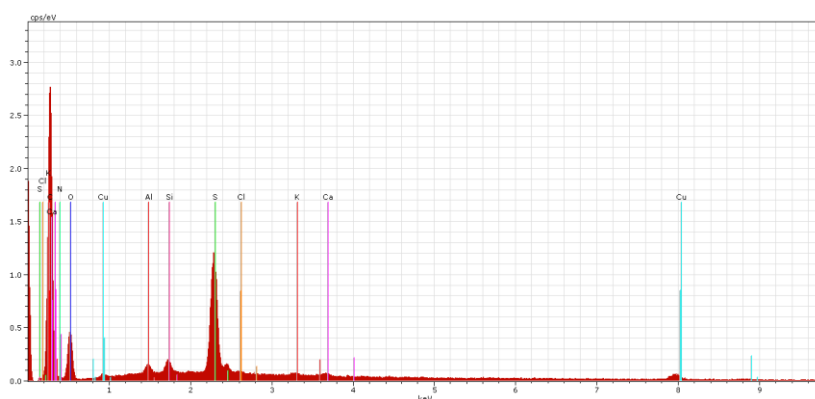
**Slika 11.** Vunena vlakna snimljena elektronskim mikroskopom (izradila Zorana Kovačević)

#### 5.4. EDX analiza

Nakon analize na elektronskom mikroskopu FE–SEM MIRA/LMU uzorci su podvrgnuti analizi uz pomoć energijsko disperzivne spektroskopije Quantax EDX (Bruker). (odjeljak 3.9.)

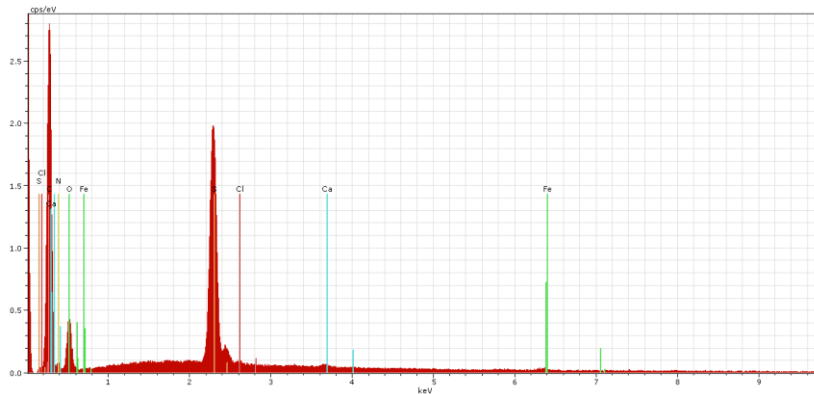
Koristeći energetska jačinu od 20KeV za EDX analizu potvrđena je anorganska priroda materijala nakon obrade s metalnim solima.

Analizirajući uzorke vlakana obrađenih s bakrom dokazana je njegova prisutnost od 1,58 wt.% u odnosu na ostale vidljive elemente koji su sastavni dio samog vunenog vlakna ili su se našli na njemu tokom, npr. pranja ili procesa bojadisanja (slika 12.)



**Slika 12.** EDX analiza obojadisanog vlakna prethodno obrađenog s bakrom(izradila Zorana Kovačević)

Uzorci koji su prije bojadisanja obrađeni sa željezom sadrže 0,22 wt.% željeza u odnosu na ostale vidljive elemente koji su sastavni dio samog vunenog vlakna ili su se našli na njemu tokom, npr. Pranja ili procesa bojadisanja (slika 13.).

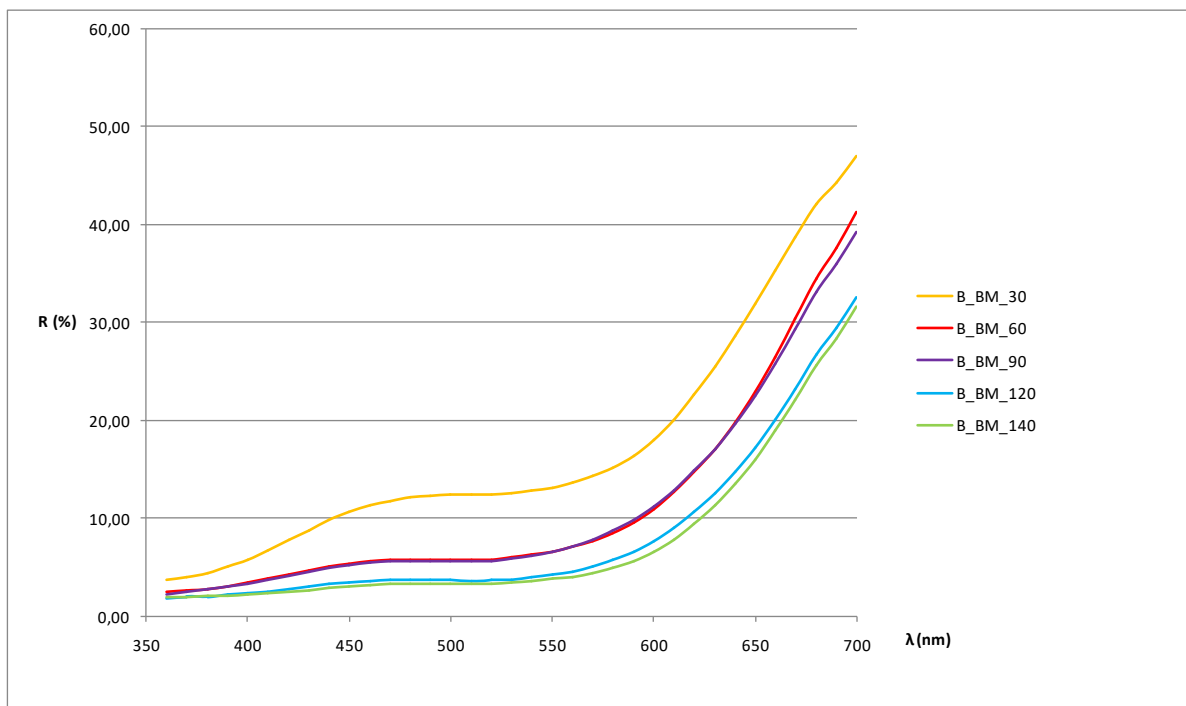


**Slika 13.** EDX analiza obojadisanog vlakna prethodno obrađenog sa željezom(izradila Zorana Kovačević)

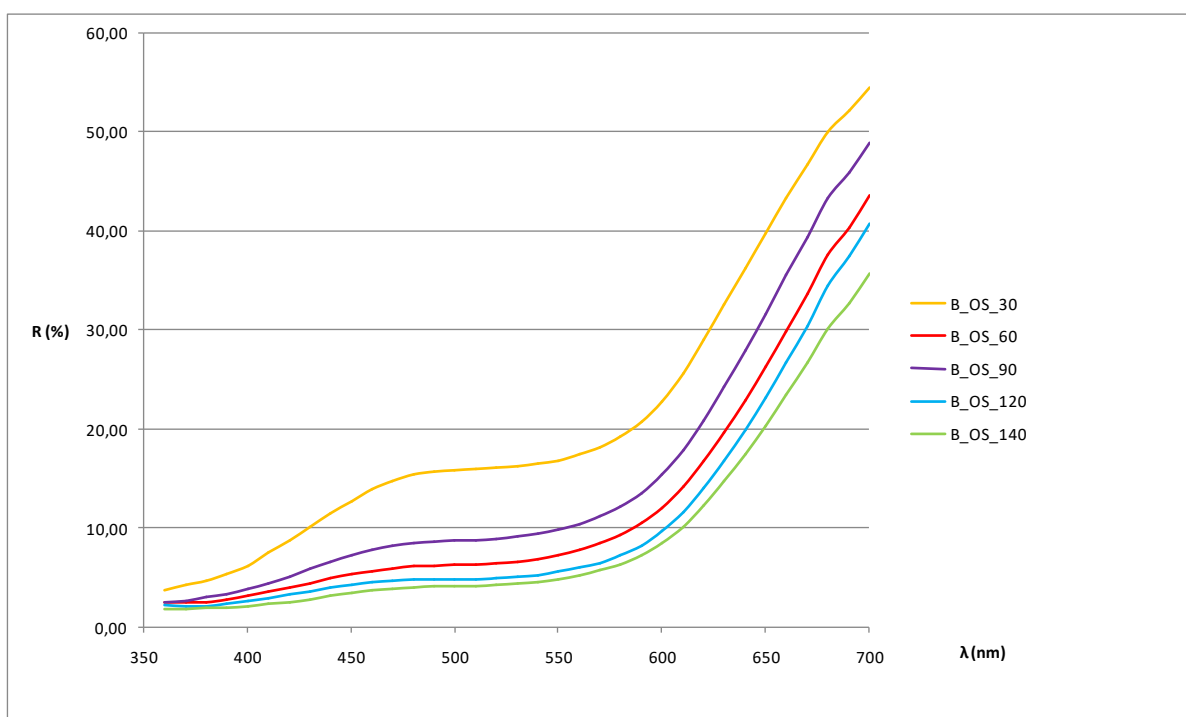
## 5.5. Određivanje kolorističnih parametara obojadisanih uzoraka

Obojadisanim uzorcima i uzorcima sirove vune spektrofotometrijski su određeni koloristički parametri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h$ , i vrijednost remisije u vidljivom dijelu spektra). Mjerenje je provedeno na remisijskom spektrofotometru DataColor SpectraFlash 600, pod osvjetljenjem D65/10 koje simulira standardno dnevno svjetlo (odjeljak 4.10.).

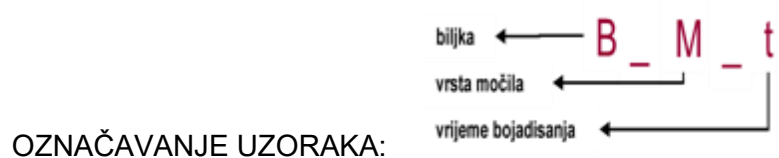
Remisijske krivulje (350-700 nm) prikazane su na slikama 14. do 21.

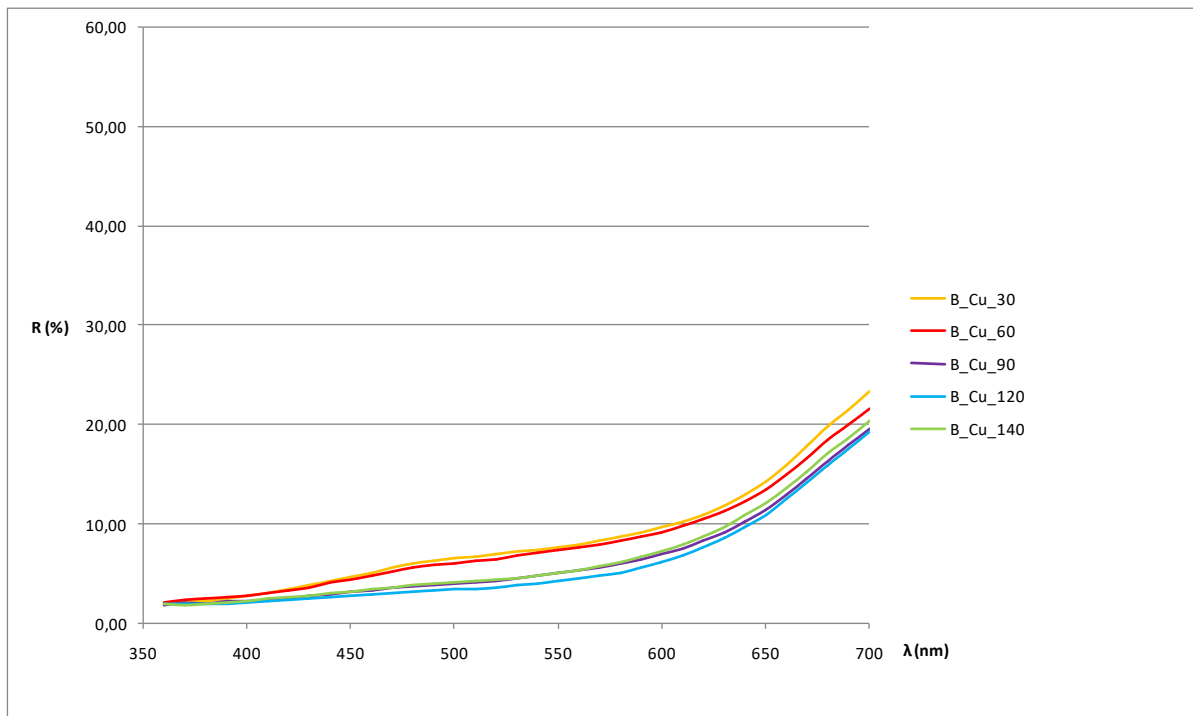


**Slika 14.** Uzorci bojadisani bobicama bazge bez prethodnog močenja

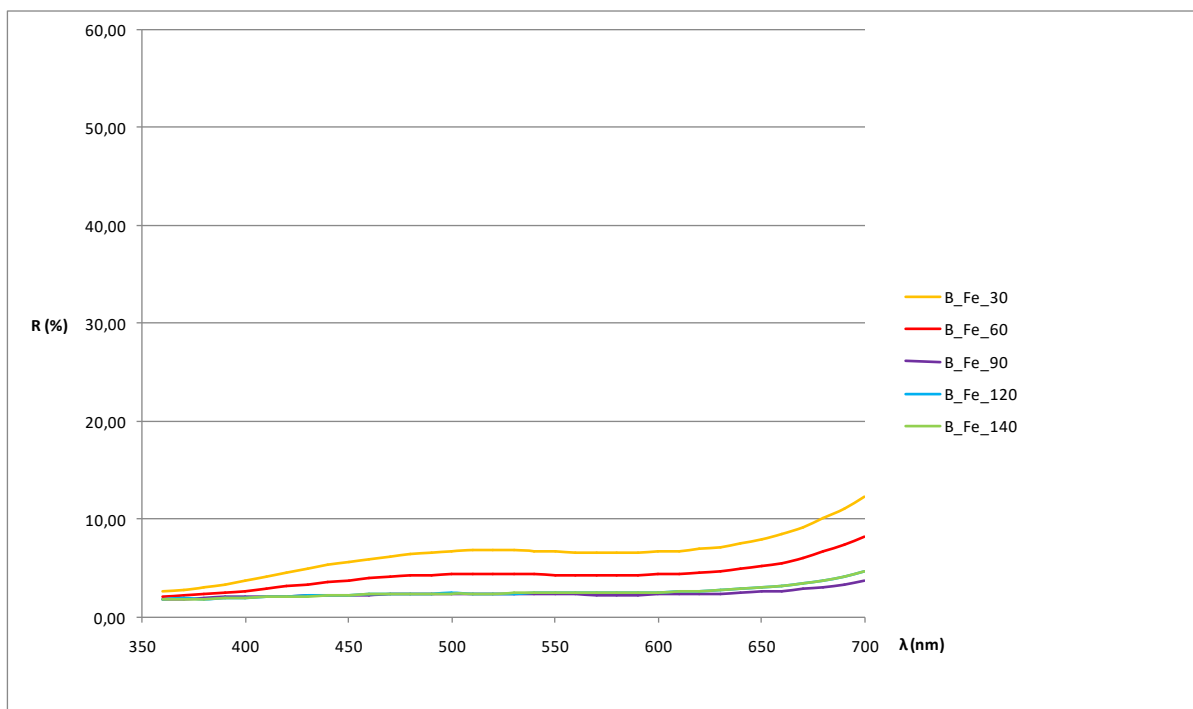


**Slika 15.** Uzorci bojadisani bobicama bazge s dodatkom octa i soli



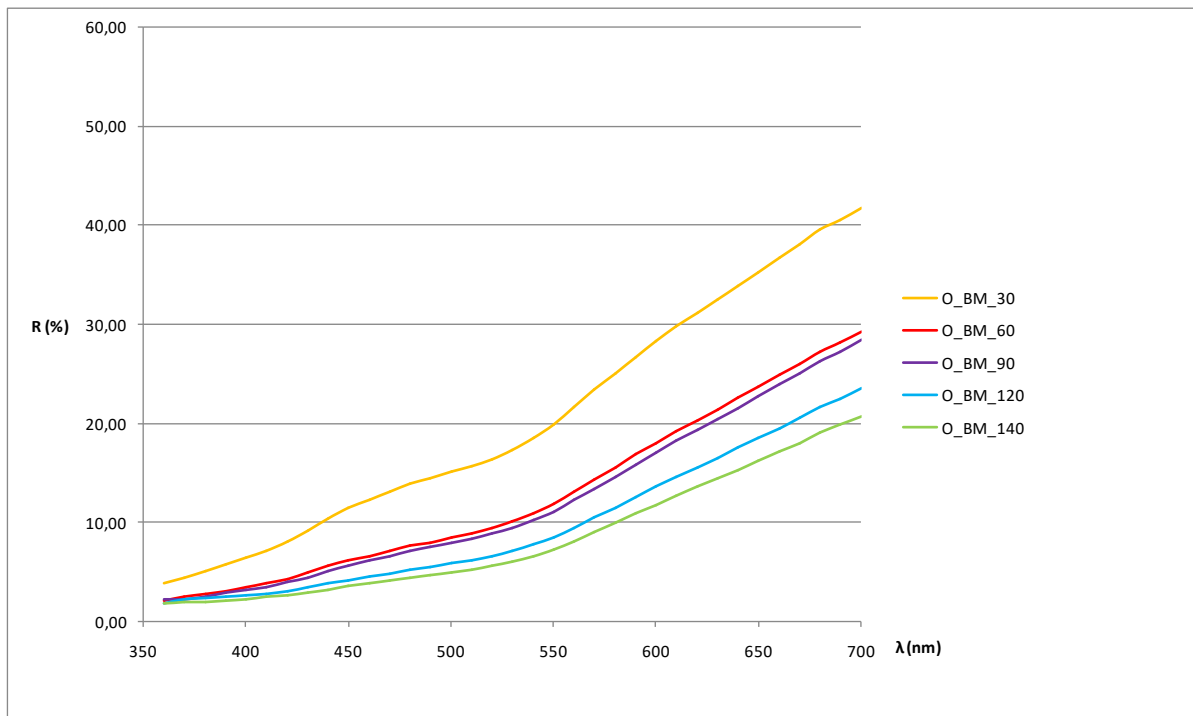


**Slika 16.** Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom na bazi bakra

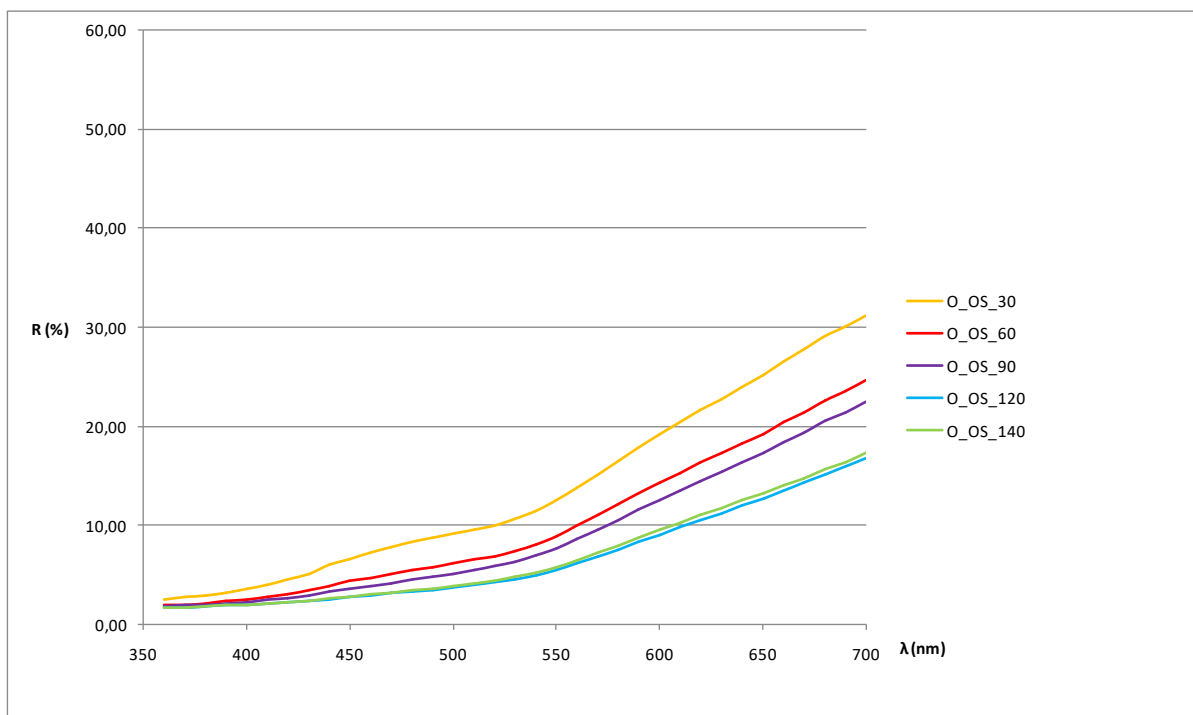


**Slika 17.** Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom željeza

biljka ← B  
 vrsta močila ← M  
 vrijeme bojadisanja ← t  
**OZNAČAVANJE UZORAKA:**



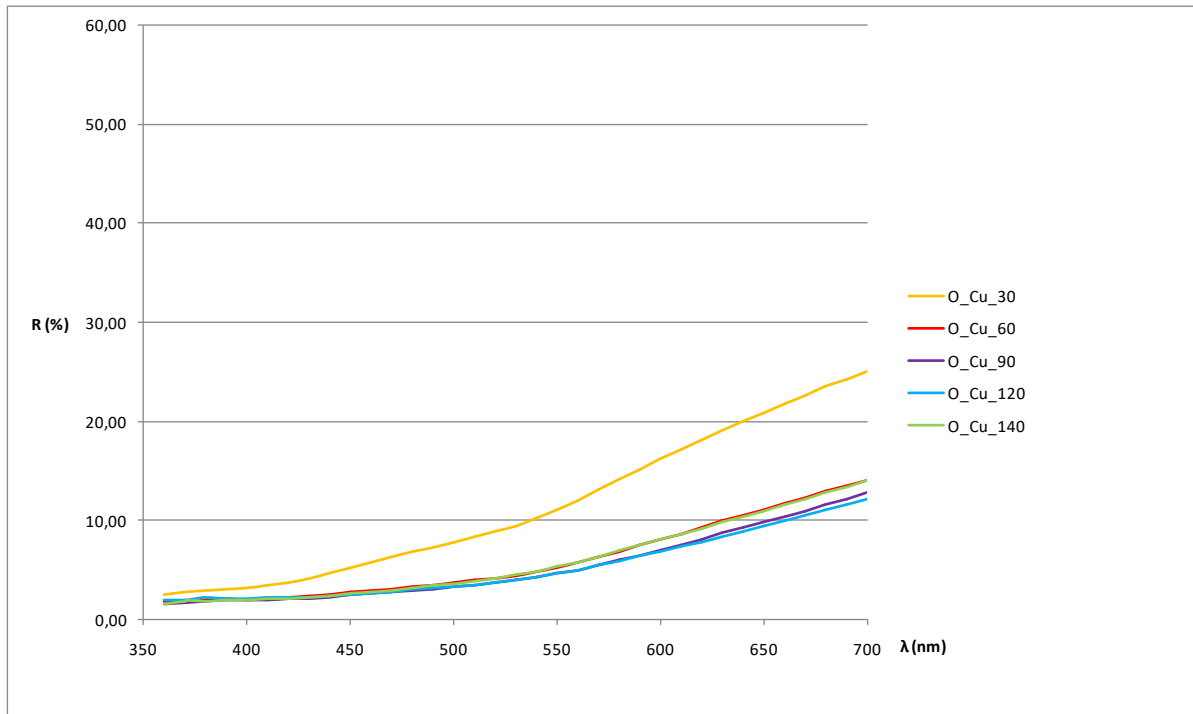
**Slika 18.** Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha bez prethodnog močenja



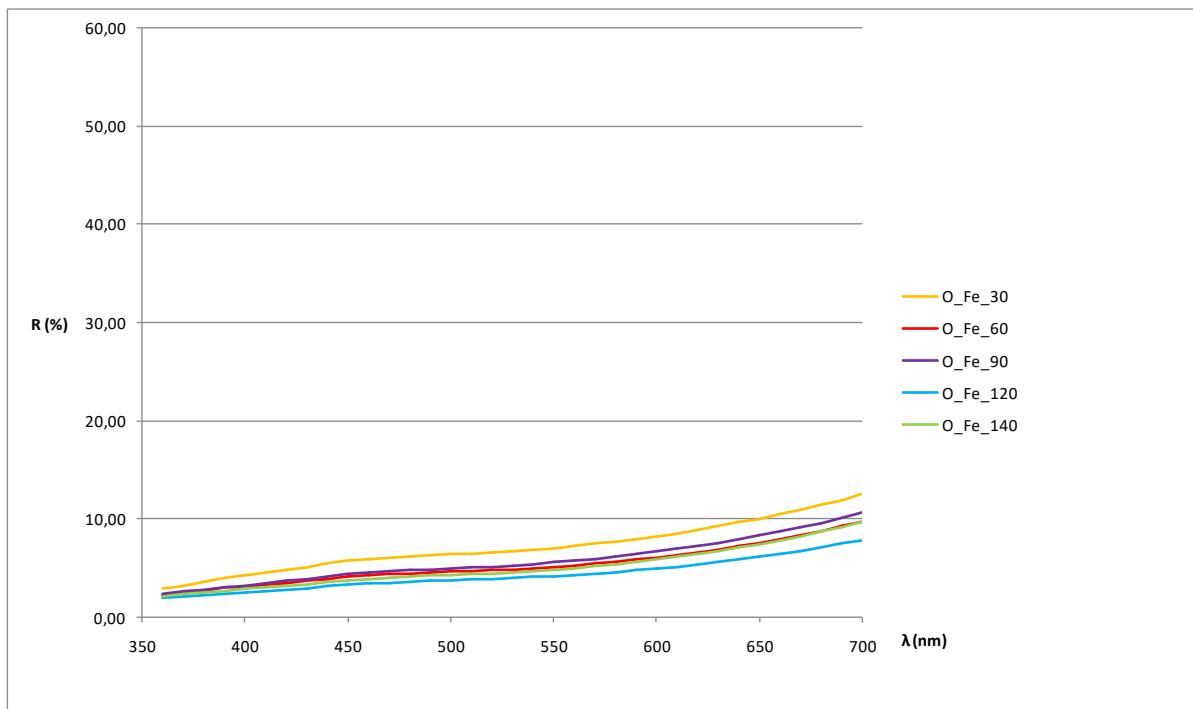
**Slika 19.** Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha uz dodatak octa i soli

biljka ← B  
 vrsta močila ← M  
 vrijeme bojadisanja ← t  
**OZNAČAVANJE UZORAKA:**





Slika 20. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi bakra



Slika 21. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi željeza

biljka ← B \_ M \_ t  
 vrsta močila ←  
 vrijeme bojadisnja ←

OZNAČAVANJE UZORAKA:

Spektrofotometrijskom analizom sirove vune i obojadisanih uzoraka dobiveni su slijedeći rezultati vidljivi na slikama 14. do 21. Kod uzoraka bojadisanih bazgom bez močenja vidljivo je da je dubina obojenja najveća kod uzorka koji je najduže termički tretiran, odnosno, koji se bojadisao 140 minuta. Uzorci bojadisani bazgom, a močeni u octu i soli također imaju najveću dubinu obojenja nakon 140 minuta. Vuna bojadisana bazgom i močena u otopini bakra pokazuje dublje obojenje u odnosu na vunu bojadisanu bez močila i uz dodatak octa i soli. Vidljivo je da najveće obojenje ima uzorak koji je bojadisan 120 minuta dok uzorak bojadisan 140 minuta ima manju dubinu obojenja od uzorka bojadisanog 90 minuta. Uzorci bojadisani bazgom, a močeni u otopini željeza imaju još veću dubinu obojenja od onih močenih u otopini bakra. Maksimalna remisija vidi se već u 90-oj minuti bojadisanja, a daljnjom termičkom obradom dubina obojenja je manja.

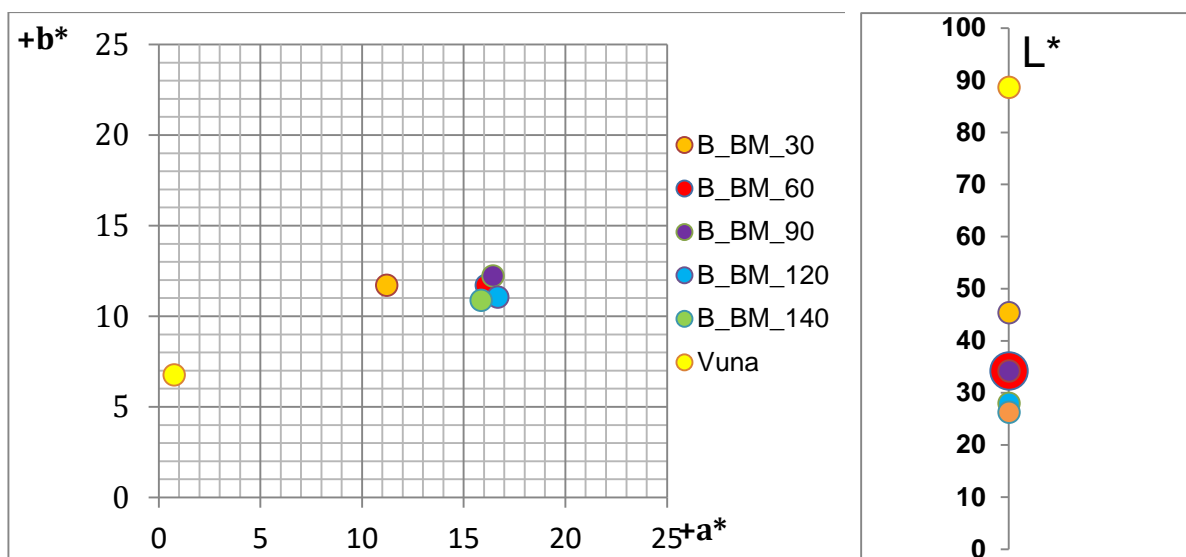
Uzorci bojadisani orahom bez dodatka močila pokazali su iste rezultate kao i kod bazge, a to je da se duljim bojadisanjem postiže veća dubina obojenja. Bojadisani uzorci močeni u octu i soli najveću dubinu obojenja imaju u 120-oj minuti procesa bojadisanja, a daljnjim nastavkom bojadisanja dubina obojenja opada. Uzorci močeni u otopini bakra najveću dubinu obojenja imaju u 120-oj minuti bojadisanja, a daljnjim bojadisanjem to se smanjuje. U ovom slučaju, dubina obojenja uzorka bojadisanog 140 minuta slična je dubini obojenja uzorka bojadisanog 60 minuta. Kod uzoraka močenih u otopini željeza najveća dubina obojenja ostvarena je nakon 120 minuta bojadisanja, a uzorak koji je najduže bojadisan ima slabije obojenje, slično kao kod uzorka bojadisanog 60 minuta. Prema dobivenim rezultatima može se iščitati da kod bojadisanja bez močenja i s močenjem octom i soli što se vlakna duže bojadišu veća je dubina obojenja. Kod vlakana močenih u otopinama metala dubina obojenja je postignuta nakon 120 minuta bojadisanja što sugerira da je to idealno vrijeme ukoliko se bojadisanjem prirodnim bojilima želi postići duboko obojenje. Što se više produžuje vrijeme bojadisanja dubina obojenja je manja. Prema grafovima, kod korištenja metala kao močila idealno vrijeme bojadisanja iznosi 90 minuta jer se u tom vremenu postigla najbolja dubina obojenja.

Osim toga, uzorci bojadisani u vodenom ekstraktu bobica bazge imaju izraženi pik između 470 i 500 nm što je u skladu s dobivenim crvenim tonom vune. Uzorci vune bojadisani u ekstraktu zelenih ljuski oraha su tamno smeđi te remisijske krivulje nemaju izražen pik.

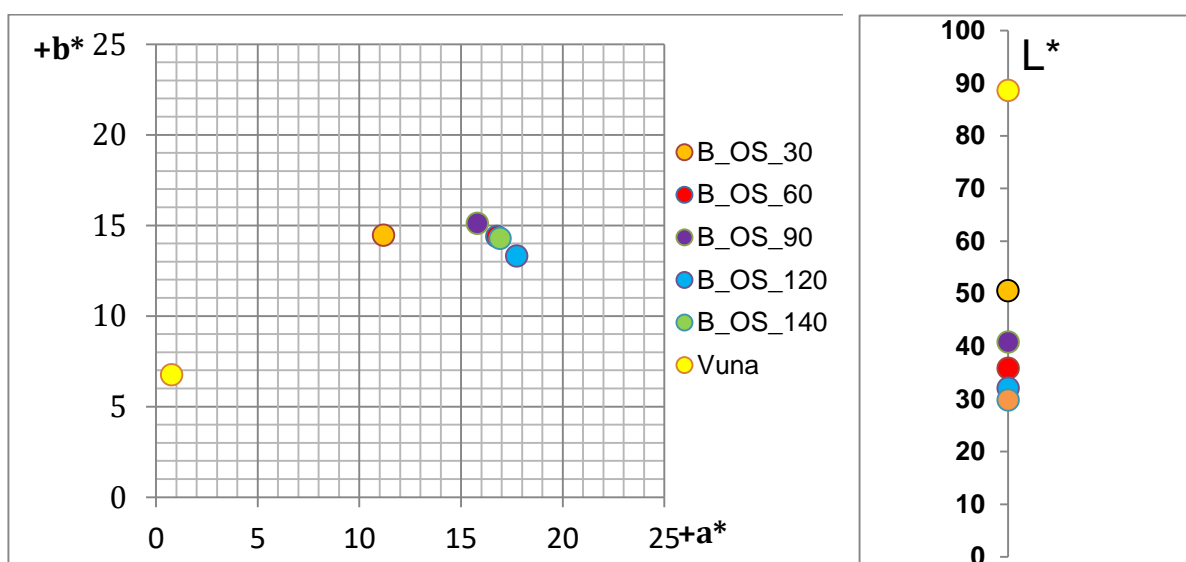
Koloristični parametri uzoraka prikazani su u tablici 9.i na slikama22. do 29.

**Tablica 9.** Koloristični parametri obojadisanih uzoraka

Uzorak	L*	a*	b*	C*	h*	X*	Y*	Z*	x*	y*
Sirova vuna	88,69	0,75	6,76	6,8	83,69	70,05	73,52	70,35	0,3275	0,3437
BAZGA										
Uzorak	L*	a*	b*	C*	h*	X*	Y*	Z*	x*	y*
B_BM_30	45,46	11,2	11,71	16,2	46,29	15,97	14,87	11,23	0,3795	0,3535
B_BM_60	34,27	16,09	11,71	19,9	36,05	9,57	8,14	5,65	0,4096	0,3485
B_BM_90	34,25	16,42	12,23	20,47	36,66	9,59	8,13	5,53	0,4127	0,3496
B_BM_120	28,03	16,66	11,06	20	33,58	6,68	5,47	3,66	0,4223	0,3461
B_BM_140	26,36	15,84	10,88	19,22	34,47	5,93	4,87	3,22	0,4228	0,3474
B_OS_30	50,61	11,18	14,46	18,28	52,29	20,13	18,94	13,57	0,3825	0,3597
B_OS_60	35,92	16,75	14,4	22,09	40,68	10,56	8,97	5,68	0,4188	0,3557
B_OS_90	40,89	15,78	15,11	21,84	43,76	13,48	11,79	7,66	0,4093	0,3581
B_OS_120	32,11	17,72	13,31	22,16	36,9	8,65	7,14	4,53	0,4258	0,3512
B_OS_140	29,89	16,9	14,29	22,13	40,22	7,51	6,19	3,65	0,4326	0,3568
B_Cu_30	34,11	5,44	13,84	14,87	68,53	8,23	8,06	5,12	0,3845	0,3763
B_Cu_60	33,22	5,64	13,69	14,8	67,6	7,84	7,64	4,84	0,3858	0,3761
B_Cu_90	28,04	8,29	12,45	14,96	56,33	5,9	5,47	3,43	0,3985	0,3697
B_Cu_120	25,98	9,72	11,67	15,19	50,2	5,26	4,74	3	0,4045	0,3646
B_Cu_140	28,43	9,08	12,86	15,74	54,78	6,12	5,62	3,47	0,4023	0,3693
B_Fe_30	31,15	1,2	4,6	4,76	104,65	6,26	6,72	6,05	0,3288	0,3531
B_Fe_60	24,78	0,45	3,16	3,2	98,05	4,09	4,35	4,06	0,3272	0,3478
B_Fe_90	17,16	0,05	0,72	0,72	94,19	2,21	2,34	2,41	0,3178	0,3356
B_Fe_120	17,89	0,55	1,75	1,83	72,64	2,39	2,49	2,44	0,3263	0,3403
B_Fe_140	17,91	0,64	1,85	1,95	70,88	2,4	2,5	2,44	0,3273	0,3407
ORAH										
Uzorak	L*	a*	b*	C*	h*	X*	Y*	Z*	x*	y*
O_BM_30	53,19	10,9	22,29	24,81	63,95	22,41	21,22	12,24	0,401	0,3798
O_BM_60	42,63	11,65	22,07	24,96	62,17	14,02	12,91	6,62	0,4178	0,3849
O_BM_90	41,44	11,73	22,02	24,95	61,96	13,23	12,14	6,13	0,4199	0,3855
O_BM_120	36,81	12,15	21,26	24,48	60,25	10,45	9,43	4,56	0,4276	0,3859
O_BM_140	34,2	12,06	20,55	23,83	59,58	9,04	8,1	3,86	0,4305	0,3859
O_OS_30	43,82	11,89	22,03	25,03	61,64	14,89	13,71	7,16	0,4163	0,3835
O_OS_60	37,63	12,29	21,93	25,14	60,74	10,94	9,88	4,71	0,4286	0,387
O_OS_90	35,1	12,64	21,63	25,05	59,69	9,58	8,55	3,94	0,4341	0,3873
O_OS_120	29,86	11,65	18,33	21,71	57,57	6,95	6,18	3	0,431	0,3828
O_OS_140	30,61	11,74	19,12	22,44	58,45	7,29	6,49	3,08	0,4326	0,3848
O_Cu_30	40,88	9,97	22,62	24,72	66,22	12,6	11,79	5,76	0,4179	0,3911
O_Cu_60	28,76	9,7	16,61	19,24	59,72	6,31	5,74	2,98	0,4197	0,3821
O_Cu_90	26,83	9,32	15,38	17,98	58,77	5,53	5,03	2,68	0,4176	0,38
O_Cu_120	26,7	8,72	14,47	16,89	58,91	5,43	4,99	2,78	0,4117	0,3779
O_Cu_140	28,76	9,41	17,42	19,79	61,63	6,28	5,75	2,86	0,422	0,3858
O_Fe_30	32,4	3,43	6,62	7,46	62,61	7,23	7,26	6,08	0,3515	0,353
O_Fe_60	27,6	3,49	6,39	7,28	61,34	5,32	5,31	4,36	0,3548	0,3541
O_Fe_90	28,82	3,74	7,09	8,02	62,17	5,79	5,77	4,64	0,3576	0,3561
O_Fe_120	24,7	3,19	6,23	7	62,88	4,32	4,32	3,51	0,3558	0,3555
O_Fe_140	26,82	3,95	6,98	8,02	60,49	5,08	5,03	4,01	0,3599	0,3563



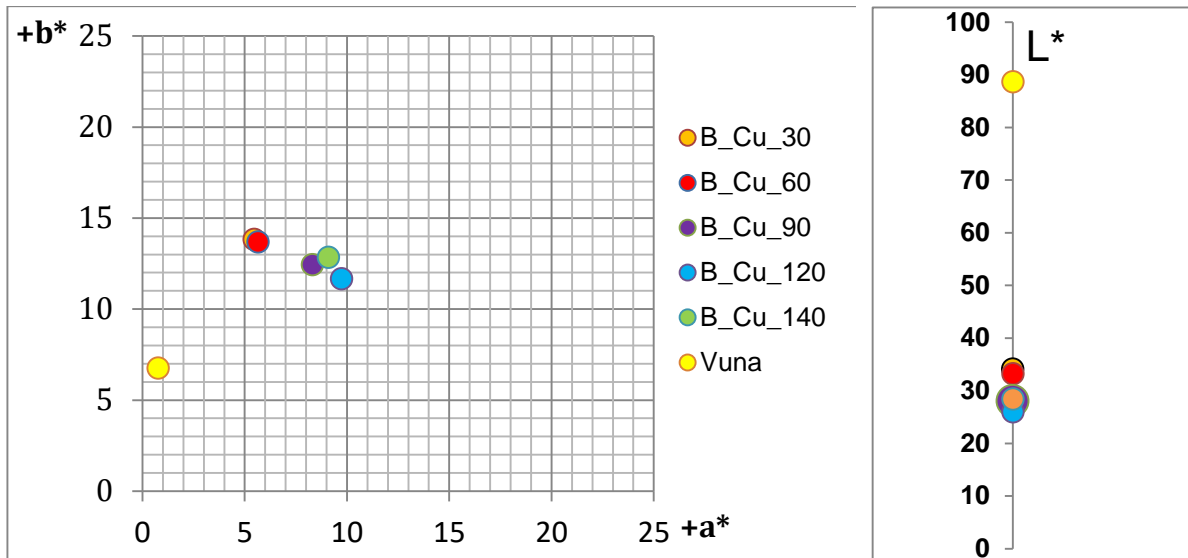
Slika 22. Uzorci bojadisani bobicama bazge bez prethodnog moćenja



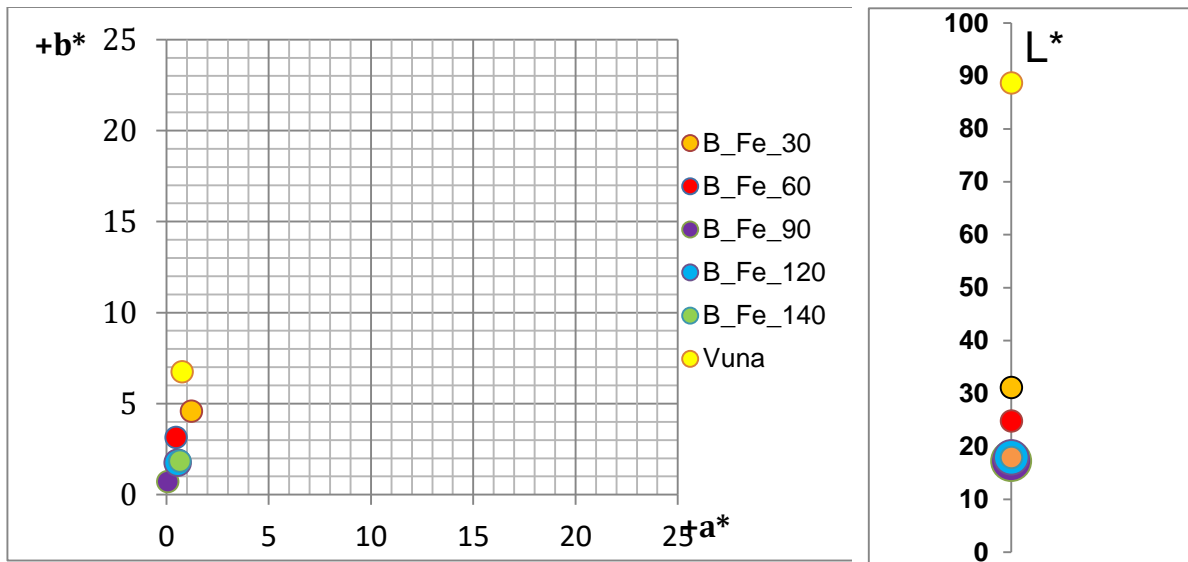
Slika 23. Uzorci bojadisani bobicama bazge uz dodatak octa i soli

OZNAČAVANJE UZORAKA:

biljka ← B \_ M \_ t  
 vrsta močila ←  
 vrijeme bojadisanja ←



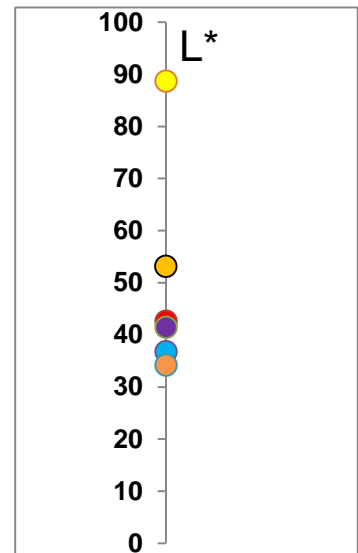
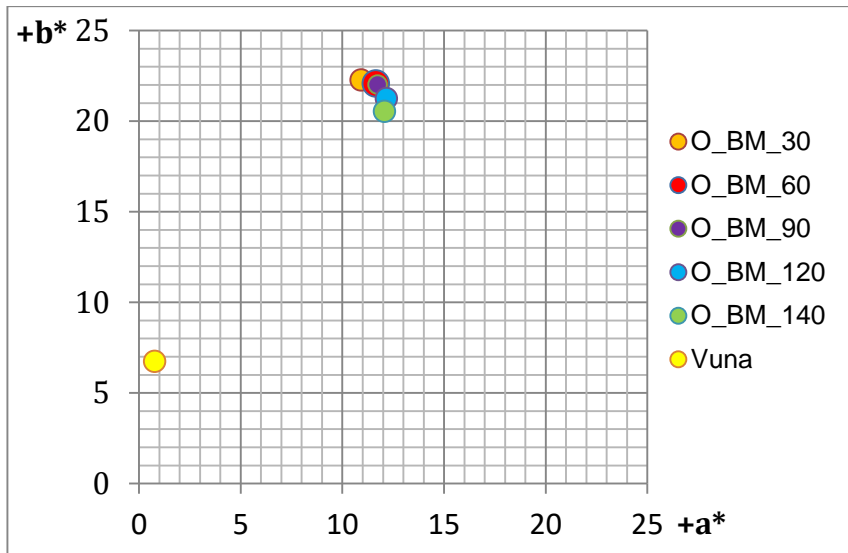
Slika 24. Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom na bazi bakra



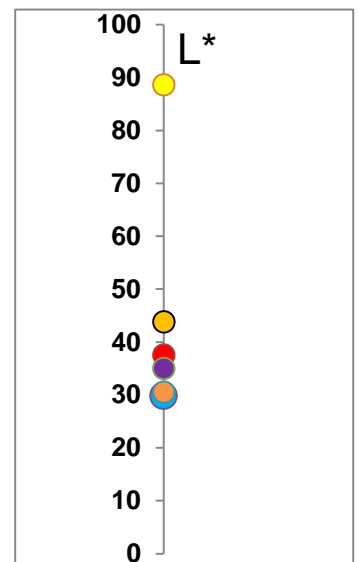
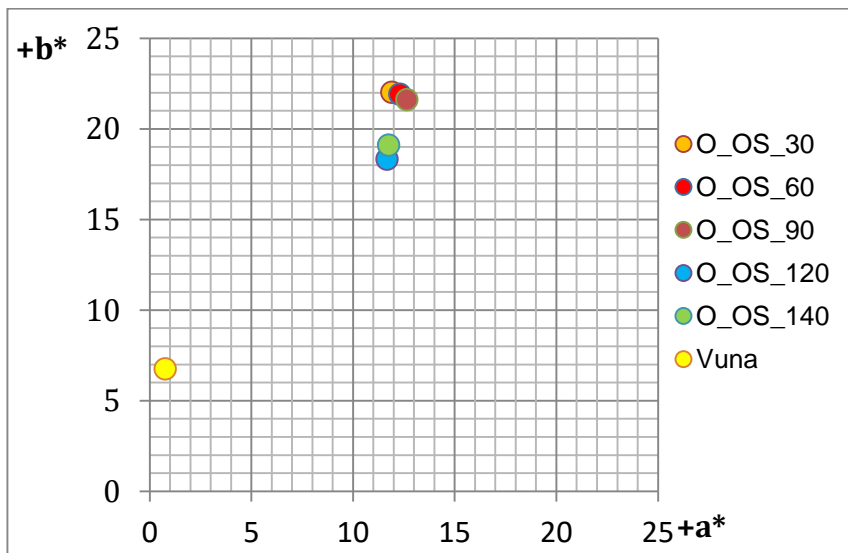
Slika 25. Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom na bazi željeza

OZNAČAVANJE UZORAKA:

biljka ← B \_ M \_ t  
 vrsta močila ←                    |  
 vrijeme bojadisanja ←           |

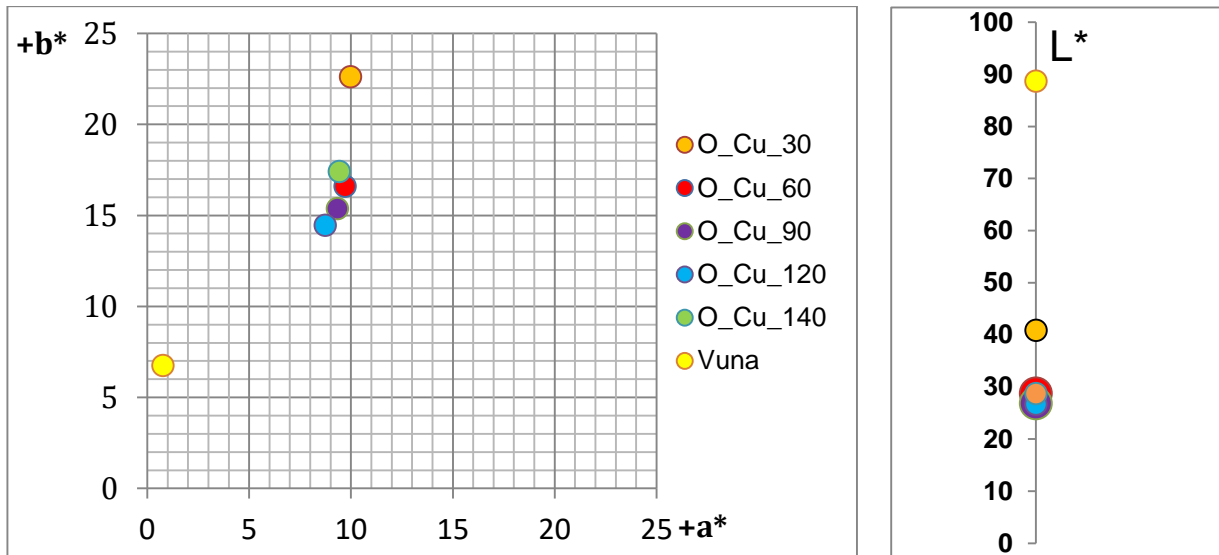


Slika 26. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha bez prethodnog močenja

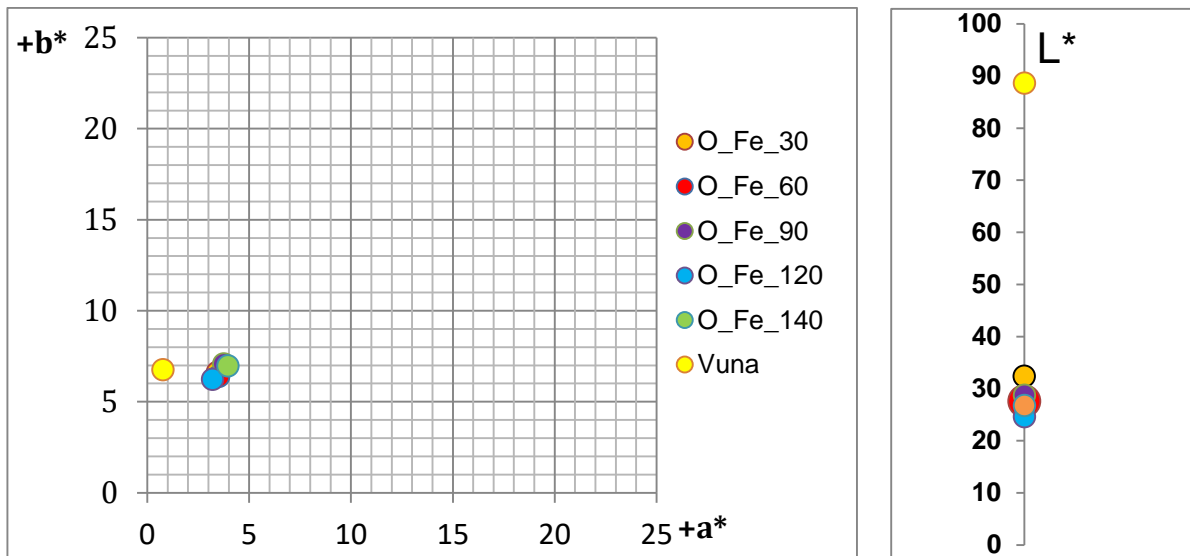


Slika 27. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha uz dodatak octa i soli





Slika 28. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi bakra



Slika 29. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi željeza

OZNAČAVANJE UZORAKA:

biljka ← B \_ M \_ t  
 vrsta močila ←  
 vrijeme bojadisanja ←

Uzorci bojadisani bazgom sa i bez močenja pripadaju narančasto-crvenom dijelu spektra. Razlika je između močenja u metalima i uzoraka bez močila i močila octa i soli. Uzorci močeni u metalima imaju veću vrijednost tona boje pomaknutu prema narančasto-žutom području. Međutim, obzirom na manju vrijednost kromatičnosti i svjetline promjena tona se ne uočava, nego postaju „crni“ osobito uzorci močeni željezom.

Uzorci močeni u octu i soli imaju vrijednost tona  $h^* < 45$  što potvrđuje njihov crveni ton, a što se može vidjeti i organoleptički budući da ti uzorci imaju „najsajnije“ tonove boje. Uzorak bojadisan 90 minuta je tamniji.

Uzorci obojadisani orahom također tonovima spadaju u narančasti dio spektra, s malo više žute od uzoraka s bazgom. Primijećeno je da je vuna bojadisana bez močila i s octom i soli slične kromatičnosti. Uzorci močeni u bakru su kromatičniji dok su uzorci močeni u željezu najviše zasićeni.

Kada usporedimo uzorke bojadisane objema biljkama može se vidjeti da se dogodila slična reakcija. Zanimljivo je to da se u raznoj literaturi (Grömer 2016, Dean 2010.) spominje kako tanini u kombinaciji sa željezom daju tamne skoro crne tonove. U ovom eksperimentu vuna bojadisana bazgom, močena u željezu imala je drastično tamnije obojenje od istog uzorka bojadisanog orahom. Željezo je s bazgom odreagiralo na način da je nastao skoro crni ton boje, a to je bilo očekivano za orah.

## **5.6. Analiza postojanosti vune na pranje i izlaganje Sunčevoj svjetlosti**

Nakon pranja i izlaganja obojadisanih uzoraka Sunčevoj svjetlosti (odjeljak 4.11.) izmjerena je ukupna razlika obojenja  $dE^*$  u odnosu na netretirane uzorke.

Razlika obojenja  $dE^*$  tretiranih uzoraka prikazana je u tablicama 10. i 11. te na slici 30.

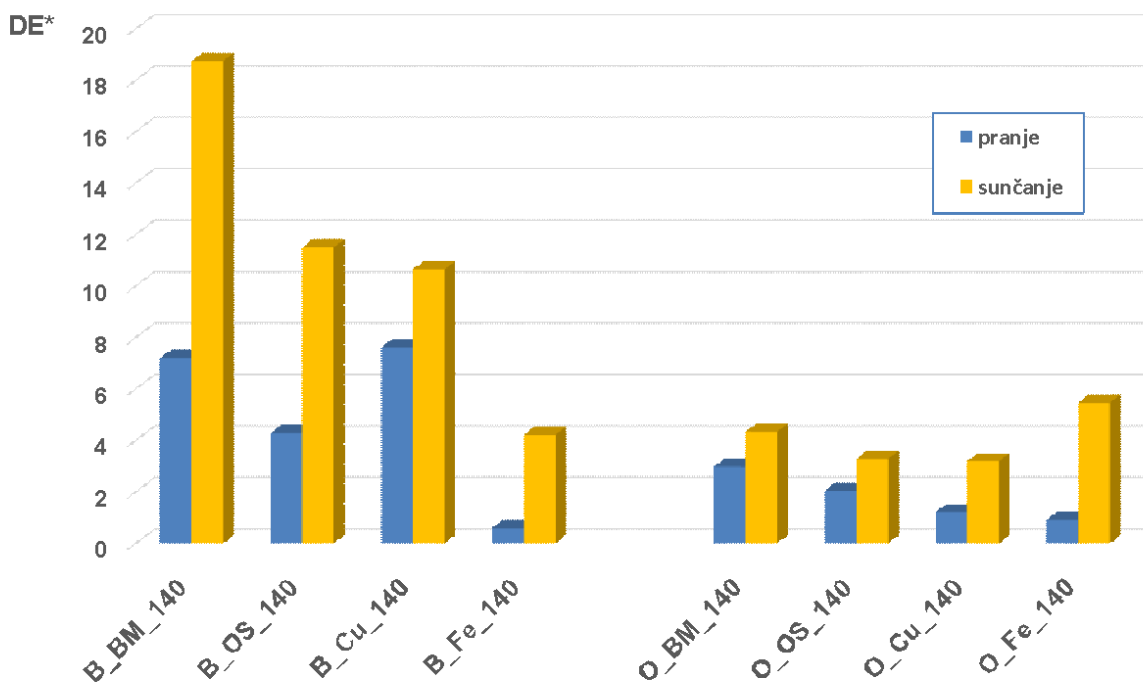


**Tablica 10.** Koloristički parametri opranih uzoraka

Uzorak	DE*	DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*
B_BM_140	7,19	-2,83	-6,05	-2,66	-6,44	1,52
B_OS_140	4,28	-0,39	-4,22	-0,64	-3,50	2,44
B_Cu_140	7,62	-5,14	-4,78	-2,97	-4,96	2,67
B_Fe_140	0,59	-0,53	0,22	-0,11	-0,02	-0,25
O_BM_140	2,98	1,78	-1,38	-1,94	-2,38	0,22
O_OS_140	2,04	0,19	-1,08	-1,72	-2,03	0,02
O_Cu_140	3,91	-1,97	-0,07	-3,38	-2,94	-1,67
O_Fe_140	0,91	-0,07	0,91	0,03	0,51	-0,76

**Tablica 11.** Koloristički parametri sunčanih uzoraka

Uzorak	DE*	DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*
B_BM_140	18,74	15,99	-1,41	9,66	5,88	7,79
B_OS_140	11,50	8,98	-4,60	5,52	1,18	7,09
B_Cu_140	10,65	8,40	-1,56	6,35	4,89	4,34
B_Fe_140	4,22	4,00	0,32	1,32	1,35	0,10
O_BM_140	4,33	4,16	-1,16	0,29	-0,31	1,16
O_OS_140	3,28	2,87	-1,22	-1,01	-1,49	0,53
O_Cu_140	1,20	0,68	-0,61	-0,78	-0,97	0,17
O_Fe_140	5,46	4,89	0,69	2,32	2,37	0,48



**Slika 30.** Ukupna razlika obojenja tretiranih i netretiranih uzoraka

Prema rezultatima iz tablica 10. i 11. Obojadisani uzorci vune imaju bitno bolju postojanost na pranje nego na izloženost Sunčevoj svjetlosti. Osim toga, uzorci bojadisani u zelenim ljuskama oraha imaju bolju postojanost što proizlazi iz kemijske konstitucije bojila juglona i tanina koji stvaraju stabilnije komplekse.

Također, obojenje nakon izlaganja Suncu odstupa u kromatičnosti, a ton se ne mijenja. Kod uzoraka bojadisanih bobicama bazge spojevi sa željezom tvore stabilnije metalne komplekse nego s bakrom. S močilom na bazi željeza dobivena je bolja postojanost. Uzorci bojadisani bazgom i orahom bez močila imaju jako lošu postojanost bez dodatka metala (slika 30.) .

## 6. ZAKLJUČCI

- Neke biljke su više, a neke manje pogodne za bojadisanje, stoga je u eksperimentalnoj fazi u prapovijesti morala postojati selekcija pogodnih bojila.
- Obzirom na uvjete bojadisanja i močenja dobivena je široka paleta tonova.
- Izbor močila bitno utječe na ton boje i postojanost obojenja na pranje i izlaganje Suncu.
- Zelene ljuske oraha, kao izvor bojila, daju obojenja bolje postojanosti zbog prisutnosti tanina.
- Vrijeme bojadisanja i izbor močila na bazi željeza utječu na oštećenje vunениh vlakana te vlakno postaje grublje i pusti se.
- Kod vlakana bojadisanih bez prisutnosti metala vrijeme bojadisanja bitno utječe na kolorističke parametre tj. dubinu tona.
- Potvrđeno je da se korištenjem metalnih soli kao močila može postići zadovoljavajuće obojenje uz kraće vrijeme bojadisanja.
- Crno obojenje dobiveno je bojadisanjem u ekstraktu bobica bazge uz močenje željezom. Ovaj rezultat potvrđuje spoznaju da se najkvalitetnija akromatska obojenja, pri bojadisanju tekstila, dobivaju na principu trikromije (miješanjem primarnih boja). Bojadisanjem u ekstraktu kore oraha nedostaje plava komponenta te je crni ton pomaknut prema smeđim obojenjima.
- Instrumentalni metodama u analizi vlakana i prisutnosti metala može se uspješno provesti identifikacija vlakana, utvrditi stupanj njihovog oštećenja te odrediti tragovi metala koji mogu negativno djelovati na ljudsko zdravlje kao i sam proces bojadisanja.
- Razvoj metalurgije i dostupnost ruda bili su ključni trenutci ne samo metalurške već i tekstilne proizvodnje.
- Zbog dugotrajnosti samog procesa nabave sirovina i bojadisanja postavlja se pretpostavka o podjeli posla i razvoju novih trgovinskih veza radi efikasnosti proizvodnje.
- Budući da je u arheološkim istraživanjima sačuvanih tragova bojila malo, eksperiment se namjerava ponoviti s drugim bojilima kako bi se u budućnosti čim bolje mogao rekonstruirati proizvodni proces.

## 7. ZAHVALE

Iskreno zahvaljujemo dr. sc. Janji Mavrović Mokos i izv. prof. dr. sc. Ani Sutlović na podršci, usmjeravanju, poticanju i ohrabrivanju tijekom izrade rada.

Zahvaljujemo asistentici Ivi Matijević, mag. ing. techn. text. na pomoći pri analizama i savjetima.

Zahvaljujemo dipl. arh. Teni Karavidović na savjetima i pomoći prilikom izvođenja eksperimenta.

Zahvaljujemo se red. prof. dr. sc. Hrvoju Potrebići na podacima potrebnim za ovaj rad te na pomoći pri oblikovanju sadržaja teksta.

Zahvaljujemo kolegi Daliboru Brankoviću na pomoći pri crtanju i izradi karte boja, kolegici Štefaniji Kožić na lekturi teksta te kolegi Matku Vlahoviću na pomoći pri prijevodu na engleski jezik.

Hvala svim bakama na vrijednim savjetima i informacijama o bojadisanju biljkama.

Na kraju bi zahvalile svojim obiteljima na bezuvjetnoj podršci i potpori.

## 8. POPIS LITERATURE

1. Andersson-Strand, E. 2010. Experimental Textile Archaeology, u: Strand, E. A. et. al (ur.), *North European Symposium for Archaeological Textiles X/5*, Oxbow books 2010, 1-3.
2. Bechtold T.; Mussak R.: *Handbook of natural colorants*, A John Wiley and Sons, Ltd., Publication 2009.;
3. Belanova-Štolcova, T., Grömer, K., 2010. Loom-Weights, Spindles and Textiles - Textile Production in Central Europe from the Bronze Age to the Iron Age, u: Strand, E. A. et al (ur.), *North European Symposium for Archaeological Textiles X/5*, Oxbow books 2010, 9-20.
4. Čunko R.; Andrassy M.: *Vlakna, Čakovec : "Zrinski"*, 2005.
5. Dean J.: *Wild color*, Watson-Guptill Publications New York, 2010.
6. Divić, A. 2015. *Teorijske osnove eksperimentalne arheologije*. Diplomski rad. Zagreb : Filozofski fakultet, 2015.
7. Gleba, M. 2009. Textile tools and specialisation in the Early Iron Age Burials, u: Herring, E., Lomas, K. (ur.), *Gender Identities in Italy in the First Millennium BC*, Archaeopress, Oxford, 2009. 69-78.
8. Gleba, M., 2015. Women and textile production in Early Iron Age Southern Italy, u: Semerari, G. S., Burgers, G. J. (ur.), *Early Iron Age Communities of Southern Italy*, Papers of the royal Netherlands institute in Rome 63, 2015, 102-117.
9. Grömer, K. 2016. The Art of Prehistoric Textile Making - The development of craft traditions and clothing in Central Europe, Veröffentlichungen der Prähistorischen Abteilung (VPA) 5, Natural History Museum Vienna, 2016.
10. Hovers, E., Ilani, S., Bar-Yosef, O., Vandermeersch, B., 2003. *An Early Case of Color Symbolism: Ochre Use by Modern Humans in Qafzeh Cave*, Current Anthropology 44/4, 2003, 491–522.
11. Huth, C., Kondziella, M. 2017. Textile symbolism in Early Iron Age burials, u: Schumann, R., van der Vaart-Verschoof, S. (ur.), *Connecting Elites and Regions*, Leiden: Sidestone Press, 2017, 145-160.
12. Petru, S. 2006. *Red, black or white? The dawn of colour symbolism*, Documenta Praehistorica 23, 2006, Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta - Univerza v Ljubljani, 203-208.

13. Schoeser M.: *Svijet tekstila Kratka povijest*, Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb, 2009.
14. Sutlović A.: *Studij prirodnih bojila – doprinos humanoj ekologiji*, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 09.04.2018.;
15. Ulanowska, A. 2016. *Prilozi metodološkim principima u iskustvenoj tekstilnoj arheologiji. Eksperimentalni pristup tekstilnim tehnikama brončanog doba Egeje na Institutu za arheologiju Sveučilišta u Varšavi*, Prilozi institutaza arheologiju. 33/1, 2016, 317-339.
16. Uremović, Z. et al.: *Stočarstvo*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2002.
17. <http://www.agroportal.hr/zanimljivosti/29025>, pristupljeno: 07.04.2018.
18. [https://www.hah.hr/arhiva/index\\_potrosacki.php?id=368](https://www.hah.hr/arhiva/index_potrosacki.php?id=368), pristupljeno: 07.04.2018.
19. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=60391>, pristupljeno:07.04.2018
20. <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=41440>, pristupljeno: 14.04.2018.
21. <https://www.plantea.com.hr/crna-bazga/>, pristupljeno: 07.04.2018.
22. <https://www.plantea.com.hr/orah/>, pristupljeno: 07.04.2018.

## 9. POPIS ILUSTRACIJA:

1. Keramički pršljenovi za predenje

<http://pressfiles.anu.edu.au/downloads/press/p269441/html/ch07.xhtml?referer=78&page=12> 1.5.2018.

2. Posuda iz Soprona s prikazom tkanja

<https://www.pinterest.com/akbeheler/hungarian-chinapotteryfig/?lp=true> 1.5.2018.

3. Tekstil iz Dürrnberga

<http://www.tabletweaving.dk/research/reconstructions/durnnberg-austria/> 1.5.2018.

4. Tekstil iz Hallstatta

<http://www.kennisvoorcollecties.nl/en/showcases-en/hallstatt/> 1.5.2018.

5. Mikroskopska snimka vunelih vlakana različite finoće

<https://unboundmerino.com/blogs/unbound-merino/the-ultimate-guide-to-merino-wool> 27.04.2018.

6. Botanički prikazi crne bazge (*Sambucus nigra*) i oraha (*Juglans regia*)

[http://botanicalillustrations.org/illustration.php?id\\_illustration=13139&SID=0&mobile=0&code\\_category\\_taxon=9&size=1](http://botanicalillustrations.org/illustration.php?id_illustration=13139&SID=0&mobile=0&code_category_taxon=9&size=1), Köhler, F.E., *MedizinalPflanzen*, vol. 1: t. 46 (1887) [W. Müller] 27.04.2018

7. Shematski prikaz metodike rada, izradile Franka Ovčarić i Branka Tomić

8. Shema označavanja uzoraka, izradila Branka Tomić

9. <https://www.agroklub.com/stocarstvo/strizenje-ovaca-bez-pola-muke/26374/> 27.04.2018. i privatne fotografije

10. [http://www.northfultonmetals.com/portfolio\\_item/nr2-copper/](http://www.northfultonmetals.com/portfolio_item/nr2-copper/), pristupljeno: 27.04.2018. i privatne fotografije

11. Vunena vlakna snimljena elektronskim mikroskopom, izradila dipl. ing. Zorana Kovačević

12. EDX analiza obojadisanog vlakna prethodno obrađenog s bakrom, izradila dipl. ing. Zorica Kovačević
13. EDX analiza obojadisanog vlakna prethodno obrađenog sa željezom, dipl. ing. Zorana Kovačević
14. Uzorci bojadisani bobicama bazge bez prethodnog močenja, izradila Branka Tomić
15. Uzorci bojadisani bobicama bazge s dodatkom octa i soli, Branka Tomić
16. Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom na bazi bakra. Branka Tomić
17. Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom željeza, izradila Branka Tomić
18. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha bez prethodnog močenja, izradila Branka Tomić
19. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha uz dodatak octa i soli. Izradila Branka Tomić
20. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi bakra, izradila Branka Tomić
21. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi željeza, izradila Branka Tomić
22. Uzorci bojadisani bobicama bazge bez prethodnog močenja, izradila Branka Tomić
23. Uzorci bojadisani bobicama bazge uz dodatak octa i soli, izradila Branka Tomić
24. Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom na bazi bakra, izradila Branka Tomić
25. Uzorci bojadisani bobicama bazge predobrađeni otopinom na bazi željeza, izradila Branka Tomić
26. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha bez prethodnog močenja, izrada Branka Tomić



27. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha uz dodatak octa i soli, izradila Branka Tomić

28. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi bakra, izradila Branka Tomić

29. Uzorci bojadisani zelenim ljuskama oraha predobrađeni otopinom na bazi željeza, izradila Branka Tomić

30. Ukupna razlika obojenja tretiranih i netretiranih uzoraka, izradila izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović

## **10. POPIS TABLICA:**

1. Instrumenti i uređaji korišteni u radu, : <http://www.onestopnature.co.uk/Dino-Lite-AM7013MT-5MP-Digital-Microscope>, [http://www.ts-rc.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85%3Asem&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=hr](http://www.ts-rc.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=85%3Asem&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=hr), foto Valerija Ljubić, foto Valerija Ljubić, [http://www.ts-rc.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=102%3Asf600&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=hr](http://www.ts-rc.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=102%3Asf600&catid=45%3Aequipment&Itemid=76&lang=hr)
2. pH vrijednosti svih močila, izradila Branka Tomić
3. Osnovni podaci o kupeljima s bojilima, izradila Branka Tomić
4. pH vrijednost kupelji prije bojadisanja, izradila Branka Tomić
5. Smanjivanje pH vrijednosti lukšije, izradila Branka Tomić
6. . Promjene na vlaknima i subjektivna ocjena tona boja, izradila Branka Tomić
7. DinoLite mikroskopske snimke vune bojadisane bazgom, izradila Branka Tomić
8. DinoLite mikroskopske snimke vune bojadisane orahom, izradila Branka Tomić

9. Koloristični parametri obojadisanih uzoraka, izradila Branka Tomić
10. Koloristički parametri opranih uzoraka, izradile Franka Ovčarić i Branka Tomić
11. Koloristički parametri sunčanih uzoraka, izradile Franka Ovčarić i Branka Tomić

## 11. SAŽETAK

### **Rekonstrukcija proizvodnog procesa prikupljanja i obrade sirovina i bojadisanja vune u arheologiji**

Franka Ovčarić i Branka Tomić

Tekstil u arheologiji dugo se promatrao kao nepouzdan izvor podataka zbog manjkavosti metoda koje se u arheološkom smislu bave obradom takvih nalaza. Tek se kroz zadnje desetljeće ozbiljnije počinju provoditi analize te je u sklopu toga neizostavno poticanje interdisciplinarnog pristupa. Često se može rekonstruirati izgled tkanine i dekorativnih predmeta dok se rjeđe tragalo za tragovima boja kojima su određena vlakna bila bojadisana. Boje i bojila u tekstu su vrlo bitan pokazatelj komunikacija i veza prapovijesnih zajednica. Na mnogim figurama neolitika i eneolitika ali i kasnijih razdoblja često se mogu uočiti ukrasi koji se tumače kao prikazi prapovijesnih odjevnih predmeta. Uz figuralnu umjetnost kao izvor za promatranje nošnji služe nam i razni prikazi na posudama, posebice na onim brončanodobnim i željeznodobnim. Na njima nisu prikazani samo odjevni predmeti već ponekad i cijeli proces proizvodnje tekstila što je važna polazna točka za rekonstrukciju istog. Vrlo bitan aspekt nošnja su i boje koje nisu služile samo u estetske svrhe već i kao sredstvo isticanja statusa i položaja u društvu. Važnost boja i njihova simbolika mogu se pratiti još od vremena paleolitika u vidu upotrebe okera i drugih mineralnih pigmenata koji su se sačuvali kroz dugi vremenski period. Upotreba boja nastavlja se kroz cijelu prapovijest, a svoj vrhunac doživljava tijekom željeznog doba kada se stvaraju novi trgovački putevi i otvaraju se rute prema nabavi dotad nedostupnih sirovina potrebnih za dobivanje određenih pigmenata. Budući da prve tragove bojanog tekstila nalazimo upravo u onom razdoblju kad je sam proces već bio razvijen, eksperimentalni stadij selekcije i razvijanja upotrebe bojila je kao takav nepoznat. U tom slučaju odgovore na razna pitanje može ponuditi eksperimentalna arheologija vodeći se putem arheoloških nalaza i etnoarheologije. Važan aspekt eksperimentalne arheologije leži u poticanju i njegovanju interdisciplinarnosti koja nudi nove metode koje nisu standardan dio arheološke struke. U suradnji s drugim granama prirodnih i humanističkih znanosti informacije o prošlosti postaju potpunije, a sama interpretacija točnija.

Ključne riječi: arheološki tekstil, prapovijest, eksperimentalna arheologija, vuna, prirodna bojila, *Sambucus nigra*, *Juglans regia*, crna bazga, orah, močila, bojadisanje tekstila

## 12. SUMMARY

### **Reconstruction of production process of collecting, raw material processing and wool dyeing in archaeology**

Franka Ovčarić i Branka Tomić

Textile in archeology has long been seen as an unreliable source of data due to the lack of methods that deal with the processing of such findings. Only during the last decade, serious analyses have begun to take place, and has been an indispensable incentive for an interdisciplinary approach. Often, it has been possible to reconstruct the look of fabrics and decorative objects, while searching for color traces in which the fibers had been dyed has rarely been done. Textile colours and dyes are very important indicators of communication and connections of prehistoric communities. It is often possible to perceive ornaments that are interpreted as images of prehistoric garments on many figurines dating from Neolithic and Eneolithic, as well as later periods. In addition to figurine art as a source for observation of burials, we also use various displays on the vessels, especially those from Bronze and Iron ages. Not only do they show clothing items but sometimes also the entire textile production process, which is an important starting point for its reconstruction. A very important aspect of the costume were colours which did not serve only for aesthetic purposes but also as a means of highlighting status and position in society. The importance of colours and their symbolism can be observed from the time of Paleolithic, e.g. in the use of ocher and other mineral pigments that have been preserved over a long period of time. The use of dyes continues throughout the prehistory, and peaks during the Iron Age when new trading routes were being created along with new ways of supplying the until-then inaccessible raw materials needed to obtain certain pigments. Since the first traces of dyed textiles were found to be dating precisely from the period when the process itself had already been developed, the experimental stage of selection and development of the colouring process is unknown. In which case, answers to a variety of questions can be offered by experimental archeology guided by archaeological findings and ethno-archeology. An important aspect of experimental archeology lies in encouraging and nurturing of interdisciplinarity which offers new methods that are not a standard part of the archeological profession. In collaboration with other branches of

natural and human sciences, information about the past becomes more complete, and the interpretation itself more accurate.

Keywords: archeological textile, prehistory, experimental archeology, wool, natural dyes, *Sambucus nigra*, *Juglans regia*, black elder, walnut, mordants, dyeing of textiles

### 13. ŽIVOTOPISI

Franka Ovčarić rođena je 17.12.1995. godine u Zagrebu. Osnovnu školu i prva dva razreda jezične gimnazije završava u Krapini. Treći i četvrti razred gimnazije završava u Gimnaziji Antuna Gustava Matoša kamo seli 2012. godine. Tijekom 2014. godine upisuje studij arheologije na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Tijekom preddiplomskog studija sudjeluje na mnogim arheološkim istraživanjima i projektima koji se najviše bave eksperimentalnom arheologijom i interdisciplinarnim pristupom. Na diplomskom studiju upisuje smjer prapovijesne arheologije gdje ima prosjek 5.0 i nastavlja sa sudjelovanjem na terenima i projektima u suradnji s raznim arheološkim i drugim institucijama u Zagrebu i šire.

Branka Tomić rođena je u Zagrebu, 30. lipnja 1983. godine. Nakon završene srednje škole Zdravstveno učilište u Zagrebu 2002. godine upisuje studij Modnog dizajna na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno–tehnološkom fakultetu na kojem je diplomirala 2008. godine i stekla titulu Višeg modnog dizajnera s prosjekom ocjena 4,300. Pred kraj studija s kolegicom Vanjom Pejčinović osvaja drugo mjesto na natjecanju „Fashion Incubator“ u Osijeku (2008.) za kolekciju „Mission impossible“. Nakon toga zapošljava se na internetskim portalima [www.javno.hr](http://www.javno.hr) i [www.zagrebancija.com](http://www.zagrebancija.com) gdje radi kao novinarka i fotoreporterka. Od 2012. godine radi u Pliva Hrvatska d.d. kao operater u farmaceutskoj proizvodnji sve do početka 2016. godine. U tom periodu počinje se baviti pređenjem i obradom vune te povodom toga upisuje tečaj tkanja na Pučkom otvorenom učilištu Zagreb. Odlučuje nastaviti školovanje pa 2017. godine polaže razlikovni studij na Tekstilno–tehnološkom fakultetu u Zagrebu te iste godine upisuje diplomski studij smjer: Dizajn tekstila. U međuvremenu ostvarila je suradnju s Centrom za eksperimentalnu arheologiju (CEXA) te sudjelovala na manifestacijama i projektima vezanim za popularizaciju znanosti i starih zanata. Neki od tih projekata su: „Proljeće u Andautoniji“ u Arheološkom parku Andautonia u Ščitarjevu (2017.), Međunarodni festival antike „Sepomaia viva“ u Umagu (2017.), manifestacija „Dani Trnja“ u organizaciji Pučkog otvorenog učilišta Zagreb (2017.) itd. Uz to povremeno volontira na Pučkom otvorenom učilištu Zagreb. Kroz godine se neprestano dodatno obrazuje pa je tako završila verificirane tečajeve fotografije na Pučkom otvorenom učilištu Zagreb (2007.), i grafičkog dizajnera u Algebri Zagreb (2008.). Aktivno se bavi proučavanjem starih zanata tkanja i vunovlačarstva te bojadisanja vune prirodnim bojilima.

## **14. PRILOZI**

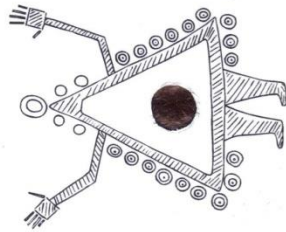
### **14.1. Karta obojadisanih uzoraka** (izradili Branka Tomić i Dalibor Branković)

Uzorci bojadisani bobicama bazge i zelenim ljuskama oraha bez i s močilima (odjeljci 4.2. i 4.5.) prikazani su u kartama boja ( prilozi 14.1.1., 14.1.2., 14.1.3. i 14.1.4.)

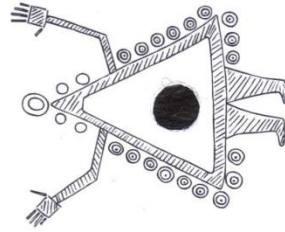




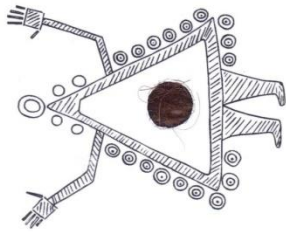
PRILOG 14.1.2.



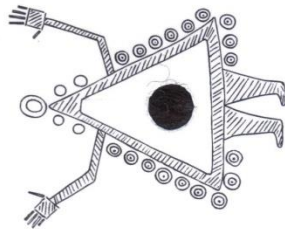
B\_Cu\_140



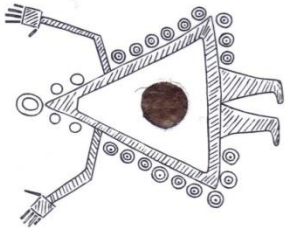
B\_Fe\_140



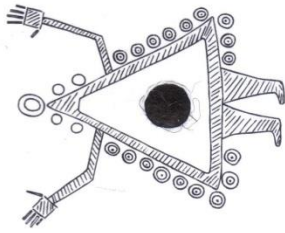
B\_Cu\_120



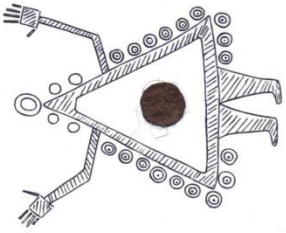
B\_Fe\_120



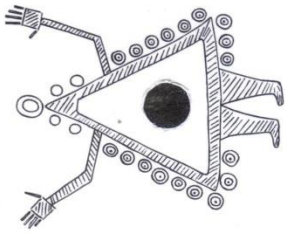
B\_Cu\_90



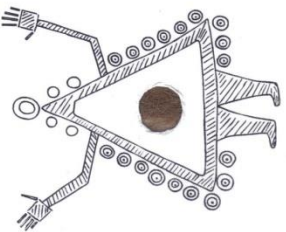
B\_Fe\_90



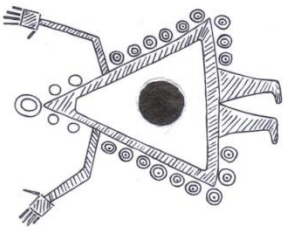
B\_Cu\_60



B\_Fe\_60

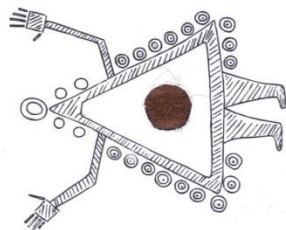


B\_Cu\_30

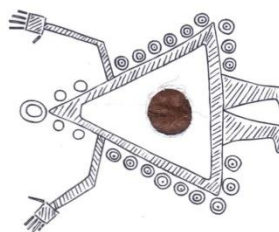


B\_Fe\_30

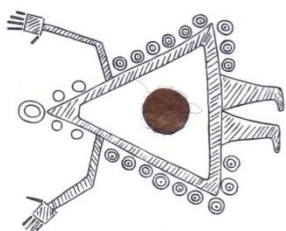
PRILOG 14.1.3.



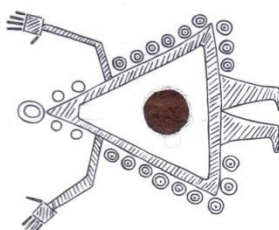
O\_BM\_140



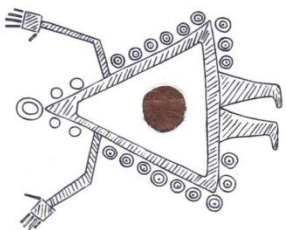
O\_OS\_140



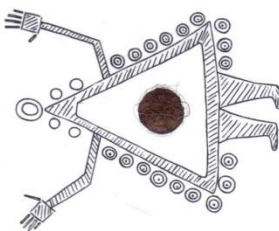
O\_BM\_120



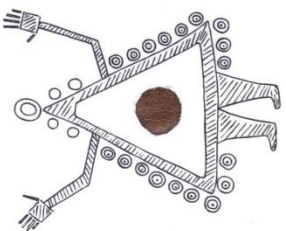
O\_OS\_120



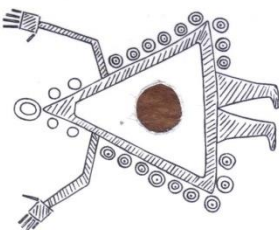
O\_BM\_90



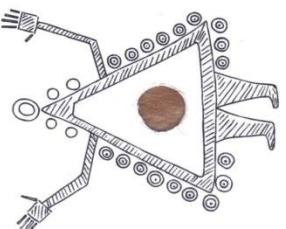
O\_OS\_90



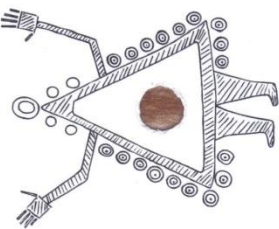
O\_BM\_60



O\_OS\_60

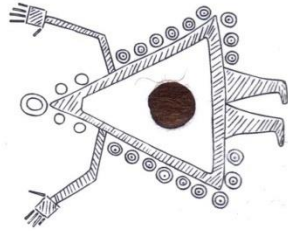


O\_BM\_30

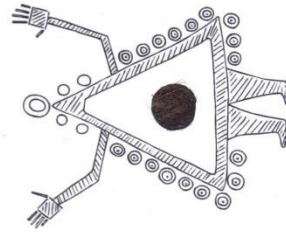


O\_OS\_30

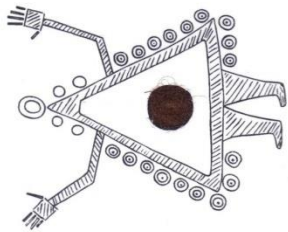
PRILOG 14.1.4.



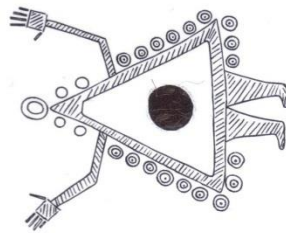
O\_Cu\_140



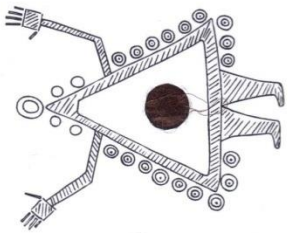
O\_Fe\_140



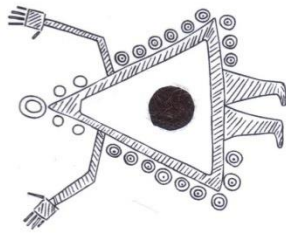
O\_Cu\_120



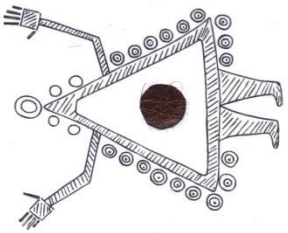
O\_Fe\_120



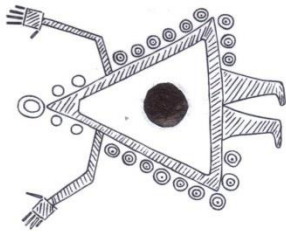
O\_Cu\_90



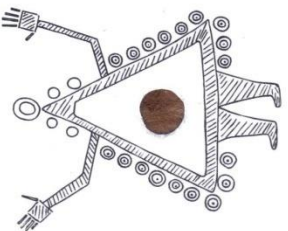
O\_Fe\_90



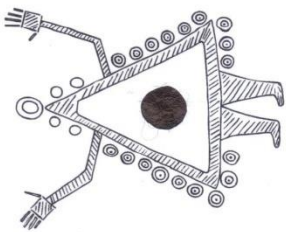
O\_Cu\_60



O\_Fe\_60



O\_Cu\_30



O\_Fe\_30