

Gimnazija Kranj

OKSIDACIJA IN ČIŠČENJE SREBRA

kemija

Raziskovalna naloga

avtorica: Hana Džananović

mentor: dr. Rok Rudež

2025, KRANJ

ZAHVALA

Rada bi se zahvalila profesorju Roku Rudežu, ki mi je pomagal z naborom materiala, pisanjem in planiranjem izvedbe raziskovalne naloge. Predvsem bi se rada zahvalila naši laborantki za kemijo Katji Dobnikar, ki je bila v ogromno pomoč pri izvedbi poskusov opisanih v raziskovalni nalogi. Poleg tega izredna hvala še laborantki za biologijo Jasni Turel, ki mi je omogočila opazovanje pod lupo in knjižničarki Simljani Bertoncelj za pomoč z navajanjem virov.

KAZALO

ZAHVALA.....	1
KAZALO.....	2
KAZALO SLIK.....	2
KAZALO RAZPREDELNIC.....	3
KAZALO GRAFOV.....	3
POVZETEK.....	4
KLJUČNE BESEDE.....	4
1 UVOD.....	5
2 TEORETIČNI DEL.....	6
3 VSEBINSKI DEL.....	7
3.1 1. del: oksidacija.....	7
3.2 2. del: čiščenje srebra.....	7
4 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	9
4.1 1. del.....	9
4.2 2. del.....	12
5 ZAKLJUČEK.....	21
6 SEZNAM LITERATURE.....	22

KAZALO SLIK

Navadna srebrna verižica.....	10
Srebrna verižica po 2 min oksidacije.....	10
Srebrna verižica po 60 min oksidacije.....	10
2 min oksidirana srebrna verižica pod lupo.....	11
10 min oksidirana srebrna verižica pod lupo.....	11
60 min oksidirana srebrna verižica.....	12
Končni del verižice številka 1 po čiščenju.....	13
Verižica številka 1 po čiščenju.....	14
Končni del verižice številka 2 po čiščenju.....	14
Verižica številka 2 po čiščenju.....	15
Končni del verižice številka 3 po čiščenju.....	15
Verižica številka 3 po čiščenju.....	16
Verižica številka 4 s ene strani.....	16
Verižica številka 4 z druge strani.....	17
Končni del verižice številka 4.....	17

Končni del verižice številka 5 z ene strani po čiščenju.....	18
Verižica številka 5 z druge strani po čiščenju.....	18
Končni del verižice številka 6 po čiščenju.....	19
Verižica številka 6 po čiščenju.....	19

KAZALO RAZPREDELNIC

Mase verižic po različno dolgih intervalih oksidacije.....	9
Mase posameznih verižic skozi raziskovalno nalogo.....	13

KAZALO GRAFOV

Razlika v masi v odvisnosti od časa.....	9
--	---

POVZETEK

V tej raziskavi sem želela ugotoviti, kako intenzivna je oksidacija srebra po različnih časovnih intervalih in kako učinkovite so metode čiščenja počrnelega srebra, ki jih uporabljajo navadni ljudje doma. V prvem delu raziskovalne naloge sem umetno oksidirala verižice srebra v CuCl_2 za različne časovne intervale, v drugem delu pa sem počrnelo srebro čistila s tremi najpogostejšimi metodami ki jih ponuja internet in metanojsko kislino. V prvem delu sem ugotovila, da je daljša oksidacija tvorila debelejši sloj AgCl na srebru. V drugem delu nam nobena metoda čiščenja ni dala zelenih rezultatov, so pa vse bile minimalno učinkovite. Najbolj učinkovito je bilo čiščenje z limoninim sokom in sodo bikarbono. Za nadaljnjo raziskovanje bi se splačalo natančneje spremljati čiščenje oksidirane srebra z metanojsko kislino, ker so se pri tem prikazale nepričakovane snovi. Največja omejitev je zagotovo bila, da so vse reakcije bile dolgotrajne. Večina čiščenj je potekala 22 ur, kar je pomenilo, da je napredovanje srebra bilo nemogoče neprestano spremljati.

KLJUČNE BESEDE

- Srebro
- Oksidacija
- Čiščenje
- Dom

ABSTRACT

In this research, I aimed to determine how intense the oxidation of silver is after different time intervals and how effective the methods for cleaning tarnished silver, used by ordinary people at home, are. In the first part of the research, I oxidized silver chains in CuCl_2 for different time intervals, while in the second part, I cleaned tarnished silver using three of the most common methods found on the internet, as well as formic acid. In the first part, I found that longer oxidation created a thicker AgCl layer on the silver. In the second part, none of the cleaning methods gave the desired results, but all were minimally effective. The most effective method was cleaning with lemon juice and baking soda. For further research, it would be worthwhile to more closely monitor the cleaning of oxidized silver with formic acid, as unexpected substances appeared during this process. The biggest limitation was definitely that all reactions were time-consuming. Most of the cleaning processes took 22 hours, which meant it was impossible to continuously monitor the progress of the silver.

KEYWORDS

- Silver
- Oxidation
- Cleaning
- Home

1 UVOD

Srebro je žlahtna kovina, ki jo že od nekdanj primerjamo z zlatom, vendar mu pripisujemo manjšo vrednost, saj sčasoma izgubi svoj značilen sijaj. Do tega pride, ker srebro na zraku oksidira, kar je še posebej opazno pri srebrnem nakitu, srebrnini in drugih srebrnih predmetih. Ko srebrni predmeti potemni, se posamezniki pogosto znajdejo pred dilemo: zavreči jih ali pa poiskati učinkovite metode čiščenja.

Čeprav je proizvodnja srebra trenutno stabilna, naj bi znane zaloge zadostovale le še za približno dvajset let. To je seveda odvisno od več dejavnikov, kot so odkritja novih rudnikov, povpraševanje po srebru in recikliranje. Zaradi tehnološkega napredka povpraševanje po srebru nenehno narašča, pri čemer je recikliranje ključnega pomena. Kar 45,73 % predelanega srebra se uporabi v nakitu in dekoraciji (Tavex Bullion, 2022).

V tej raziskovalni nalogi sem se odločila preučiti dve ključni vprašanji:

1. Kakšne so spremembe na srebru po oksidaciji in kako se razlikujejo glede na dolžino oksidacije?
2. Kako učinkovite so različne metode čiščenja srebra, ki jih uporabljajo ljudje doma?

Raziskava temelji na splošni kemiji, predvsem na tematiki oksidacije in redukcije. Na podlagi prejšnjih raziskav predvidevam, da bo srebro ob reakciji z CuCl_2 dobilo prevleko srebrovega klorida, pri čemer bo reakcija zelo korozivna (Novaković J. idr., 2013). Prav tako pričakujem, da čiščenje z metanojsko kislino ne bo niti najučinkovitejše niti najmanj učinkovito (Palomar T. idr., 2016), medtem ko metode čiščenja, ki se priporočajo za domačo uporabo, zagotavljajo pozitivne rezultate (Marlowe Leverette M., Sabella M., 2024).

Na podlagi teh ugotovitev sem oblikovala naslednje hipoteze:

- Dlje kot bo srebro izpostavljeno oksidacijskim pogojem, bolj bo potemnelo.
- Čiščenje z močnejšimi kisljinami bo bolj učinkovito kot druge metode.
- Čiščenje s snovmi, ki jih najdemo doma, ne bo učinkovito.

Prvo sem našla dve raziskovalni nalogi in eno spletno stran, ki mi daje najbolj natančna navodila za čiščenje srebra doma, po katerih sem se skozi to raziskovalno nalogo tudi ravnala. Nato sem prvo izvedla del, kjer sem ugotavljala posledice na srebru po oksidaciji. Za ta del sem uporabila verižico iz sterling 925 srebra in tekoč bakrov(II)klorid. Verižico sem izpostavila enakim pogojem za različne časovne intervale. Ko sem zabeležila ugotovitve, sem se lotila drugega dela raziskovalne naloge, ki je čiščenje srebra. Za ta poskus sem uporabila eno najbolj razširjenih kisljin, ki je metanojska kislina in tri načine čiščenja srebra doma, ki so se na internetu najpogosteje pojavljali. Na koncu sem še primerjala rezultate in zapisala ugotovitve.

2 TEORETIČNI DEL

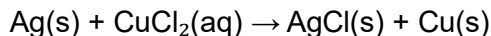
Srebro poznamo predvsem kot kovino za izdelavo nakita, vendar ima pomembno vlogo tudi na drugih področjih. Med najpomembnejšimi so medicina in elektronika. V medicini se srebro uporablja zaradi svojih protimikrobnih lastnosti, kar ga naredi idealnega za kirurške instrumente, zobne plombe, medicinske naprave in srčne spodbujevalnike. V elektroniki pa je ključnega pomena zaradi svoje izjemne električne in toplotne prevodnosti, zato ga najdemo v računalnikih, pametnih telefonih, sončnih panelih in drugih elektronskih napravah. Poleg tega se srebro uporablja v fotografski industriji, pri izdelavi ogledal, v avtomobilski in letalski industriji ter celo pri čiščenju vode in zmanjšanju emisij v katalitičnih pretvornikih (Feyisayo A., 2024).

Srebro se pojavlja v dveh glavnih oblikah: kot prevleka in kot trdna srebrna zlitina. Najpogostejša zlitina srebra je sterling srebro, ki vsebuje 92,5 % srebra in 7,5 % bakra. Dodajanje bakra povečuje trdnost zlitine, hkrati pa vpliva na njene kemijske lastnosti.

Oksidacija srebra

Potemnjeje srebra je posledica korozivnega procesa, pri katerem pride do prenosa elektronov. Pri tem procesu ima ključno vlogo vlaga v zraku, ki pospeši oksidacijo. Vodna para, skupaj s kloridnimi in žveplovimi ioni, vpliva na nastanek korozijske plasti na površini srebra. Najpogostejša produkta oksidacije sta srebrov sulfid (Ag_2S) in srebrov klorid (AgCl). Prvi nastane predvsem ob prisotnosti žveplovih plinov, ki se nahajajo v kuhinjah, gumijastih izdelkih in barvah, medtem ko se AgCl oblikuje v okoljih, kjer so prisotni kloridi, na primer v bližini morske soli ali kot posledica izgorevanja kloriranih snovi (Novaković J. idr., 2013).

Pri reakciji srebra z bakrovim(II) kloridom (CuCl_2) pride do tvorbe srebrovega klorida (AgCl) in sproščanja kovinskega bakra na površini srebra. Kemijska enačba reakcije je:



Srebrov klorid je belkast produkt korozije, ki pogosto tvori neenakomerno plast na površini srebra in lahko vpliva na njegovo estetsko vrednost.

Metode čiščenja srebra

Za povratno oksidacijo srebra obstajajo različne metode čiščenja. Elektrokemično čiščenje temelji na uporabi galvanskega člana, ki omogoča, da reakcija poteče v želeni smeri. Mehanično čiščenje (kot je poliranje) je učinkovito, vendar lahko poškoduje površino srebra. Kemijsko čiščenje vključuje uporabo različnih kislin, kot so tioureja, metanojska kislina in druge blage kisline, ki pomagajo odstraniti oksidacijsko plast. Na trgu so dostopni tudi komercialni izdelki za čiščenje srebra, katerih sestava pogosto ni znana, kar lahko vpliva na njihovo učinkovitost. V zadnjem času se razvijajo tudi laserske metode čiščenja, ki omogočajo odstranjevanje oksidacijske plasti brez poškodb podlage (Novaković J. idr., 2013; Palomar T. idr., 2016).

3 VSEBINSKI DEL

3.1 1. Del: oksidacija:

Sredstva: - 0,1M tekoča priprava CuCl_2 (bakrov(II)klorid)

- Destilirana voda
- Verižica iz 925 sterling srebra

Oprema: - škarje

- Ravnilo
- Bučka
- Merilna pipeta
- Pipetor
- Urno steklo
- Mufa
- Veliko stojalo
- Prižema
- Pinceta
- Tehnica
- Lupa
- Grelnik s termoleguracijo
- Steklena posoda

Postopki: - tehtanje

- Opazovanje

Potek dela:

Z ravnilom smo odmerili in s škarjami odrezali 3cm dolge trakce verižice iz 925 sterling srebra ter jih stehali. V stekleno posodo smo nalili vodo in jo z grelnikom s termoleguracijo segreli na 50° - 60°C . Z velikim stojalom, mufo in prižemo smo pripravili, da je bila polovica bučke potopljena v vodo. Nato smo v bučko dali 3 mL bakrovega(II) klorida in srebren trakec. Tam smo ga pustili za 2 min ter nato s pinceto dali na urno steklo, pod katerim smo opazovali spremembo v barvi. Poskus smo ponovili še za 10, 30 in 60 minut. Znova smo jih stehali.

3.22. Del: čiščenje srebra

Sredstva: - 0,1M tekoča priprava CuCl_2 (bakrov(II)klorid)

- Destilirana voda
- Verižica iz 925 sterling srebra
- Soda bikarbona
- Olivno olje
- Limona
- HCOOH (10%)

Oprema: - škarje

- Ravnilo
- Merilna pipeta
- Pipetor
- Urno steklo
- Mufa
- Veliko stojalo
- Prižema

- Pinceta
- Tehnica
- Lupa
- Grelnik s termoleguracijo
- 2 Steklene posodi
- 3 čaše
- žlička

Postopki: - tehtanje

- Opazovanje

Potek dela:

Pripravili smo 100vmL 10% HCOOH ter notri pustili dva že 60 min oksidirana trakca številka 5 in 6. Številko 6 smo notri pustili za 35 min, številko 5 pa za 22h. Po izteku časa smo oba ponovno stehtali in s pinceto dali na urno steklo ter jih opazovali pod lupo.

Pripravili smo še tri čaše, s tem da smo v prvo pripravili 1ml destilirane vode in 3g sode bikarbone, v drugo 50ml limoninega soka in 15ml olja, v tretjo 1ml limoninega soka in 3g sode bikarbone. Notri smo dali 60 min oksidirane trakce od 1 do 3 po vrsti ter jih pustili 22h. nato smo jih dali ven s pinceto ter jih stehtali in opazovali pod lupo.

Pripravili smo 3ml 0,1M raztopine CH₃COOH. Verižico številka 4, ki smo ga prej oksidirali za 60 min, smo potopili not za 22h. Nato smo jo dali ven s pinceto, jo ponovno stehtali in opazovali pod lupo.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1.1. Del:

Razpredelnica 1

Mase verižic po različno dolgih intervalih oksidacije

V Tabeli 1 so vpisani rezultati meritev tehtanja verižic pred in po oksidaciji in razlika v masi in procentih.

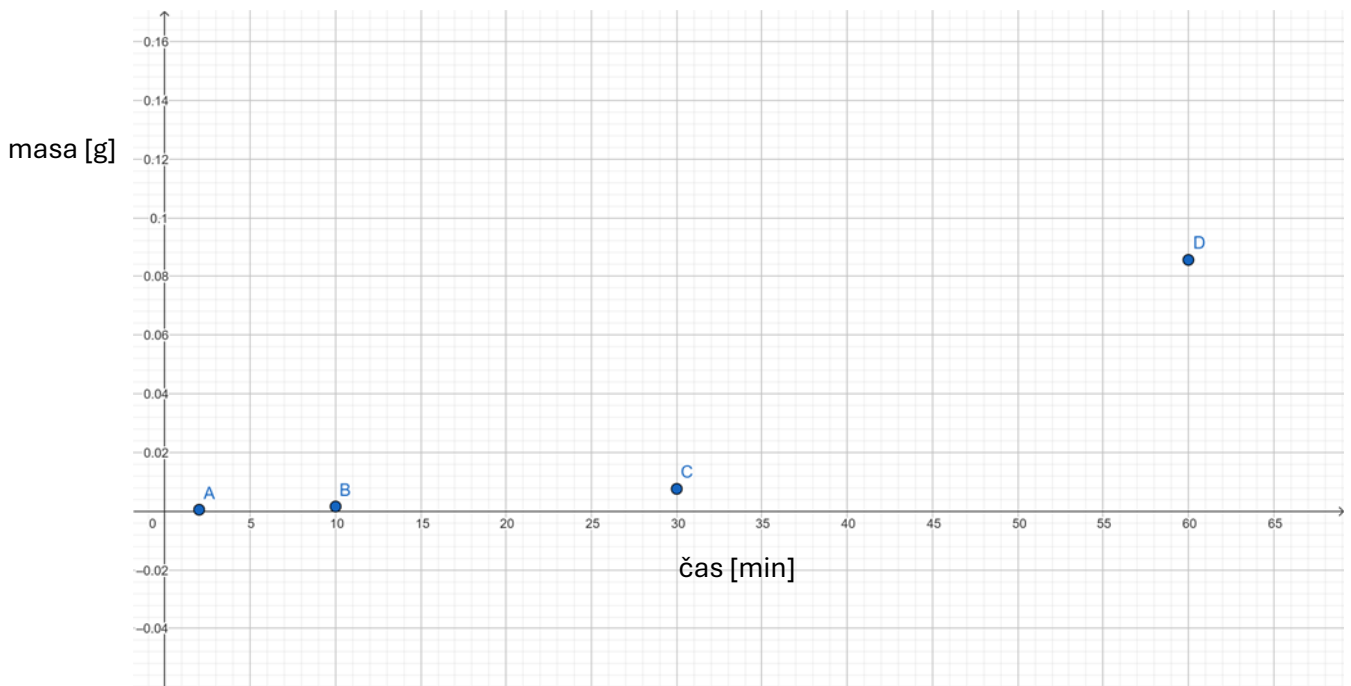
Tabela 1: Masa verižic pred in po oksidaciji

	Pred oksidacijo	Po oksidaciji	Razlika	Razlika v %
60 min	0,2200g	0,3056g	0,0856g	38,9%
30 min	0,3019g	0,3095g	0,0076g	2,5%
10 min	0,3059g	0,3075g	0,0016g	0,5%
2 min	0,3177g	0,3182g	0,0005g	0,2%

Opis: Opazimo, da je z daljšim časom v bakrovem kloridu tudi večja razlika mase. To nakazuje na to, da je z daljšim časom nastala debelejša plast AgCl na srebru.

Graf 1

Razlika v masi v odvisnosti od časa



Opis: Trend počasi ampak vse hitreje narašča. To potrdi našo hipotezo in literaturo, ki zagovarjajo, da bo razlika v masi z daljšim časom večja. Graf nam tudi pokaže, da nastajanje AgCl ni linearno odvisno od časa.

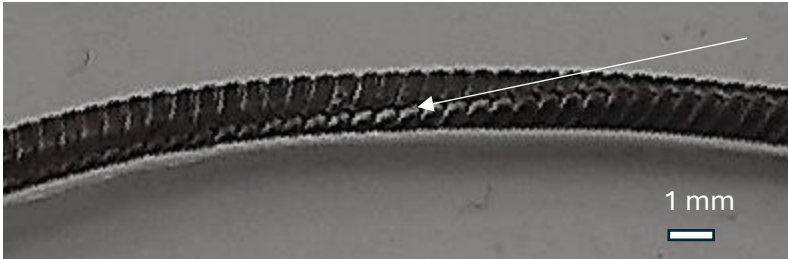
Pogledali si bomo še razlike v izgledu.



Slika 1

Navadna srebrna verižica

Opis: Na srebrni verižici pred oksidacijo je opazen značilen sijaj in barva srebra.



Slika 2

Srebrna verižica po 2 min oksidacije

Opis: Verižica je temno sive barve, opazna pa je plast srebra ob spoju (označeno s puščico).



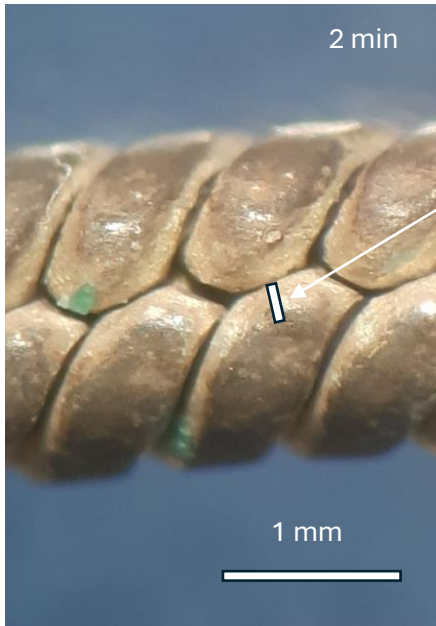
Slika 3

Srebrna verižica po 60 min oksidacije

Opis: Verižica je skoraj popolnoma črne barve.

Na slikah je opazna razlika pred in po oksidaciji. Nastala je plast AgCl , zaradi katere je srebro izgubilo svoj značilen sijaj in barvo. Ta je sicer temno sive, skoraj črne, barve z modrim podtonom. Razlike med posameznimi primerki izpostavljenimi CuCl_2 s prostim očesom niso vidne, kar nakazuje na to, da je reakcija, ki je potekla zelo korozivna. Edina opazna razlika s prostim očesom je, med žičko, ki smo jo oksidirali 2 min in tisto, ki smo jo oksidirali 60 min in sicer v tem, da je tista, ki smo jo oksidirali 2 min, ponekod ob spoju ohranila tanko črto srebrne barve.

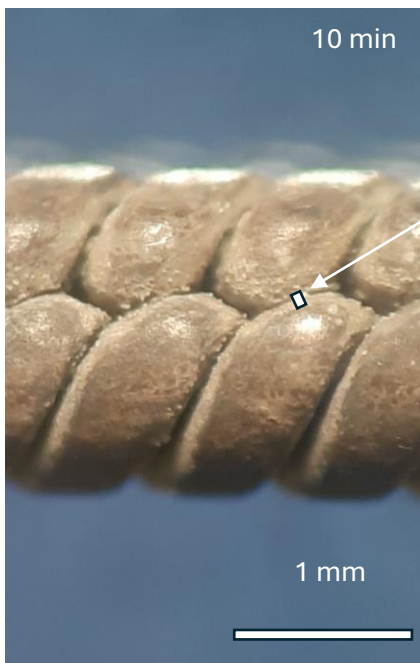
Še ena nepričakovana opazka je bila, da je pri 60 min srebro popolnoma otrdelo v položaju, v katerem je bilo med reakcijo, za 30 min pa ni popolnoma otrdelo, je pa bilo manj prepogljivo ob spojih kot prej. Pri ostalih primerkih tega pojava ni bilo.



Slika 4

2 min oksidirana srebrna verižica pod lupo

Opis: Na bolj izpostavljenih delih je temno sive barve, pri spojih pa ohrani barvo.



Slika 5

10 min oksidirana srebrna verižica pod lupo

Opis: Je temno sive barve, samo ob spoju je opazna tanka črta srebra.

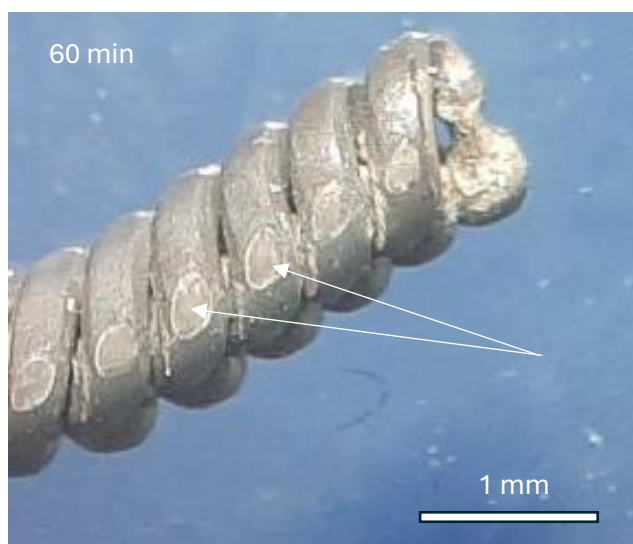
Pri verižici, ki smo jo oksidirali 2 min je ob spoju opazno veliko več srebra, kot pri tisti, ki smo jo oksidirali 10 min (kot prikazuje puščica na slikah). To nam pokaže, da je bila reakcija pri drugi verižici intenzivnejša.



Slika 6

30 min oksidirana srebrna verižica

Opis: Verižica je popolnoma temno sive barve.



Slika 7

60 min oksidirana srebrna verižica.

Opis: Verižica je popolnoma temno sive barve, s tem da opazimo, da točke na katerih je ležala v bučki (označeno s puščico) in notranji del verižice niso oksidirali.

Tudi pod lupo v sami barvi srebra med oksidiranimi primeri ni opazne razlike. Največja razlika je opazna pri spojih verižice. Pri 30 min in 60 min za razliko od 2 min in 10 min ne opazimo več srebra ob spojih, saj so tudi spoji kar natančno potemneli. Edini del na verižici, ki je oksidirala 60 min, na katerem se še vidi srebro, je notranji del verižice in točke, kjer se je dotikala dna bučke. Predvidevam, da zato, ker te točke niso bile tako dostopne CuCl_2 .

Prvi del raziskave potrjuje hipotezo, da bo srebro, ki bo dlje v tekočini, bolj oksidiralo.

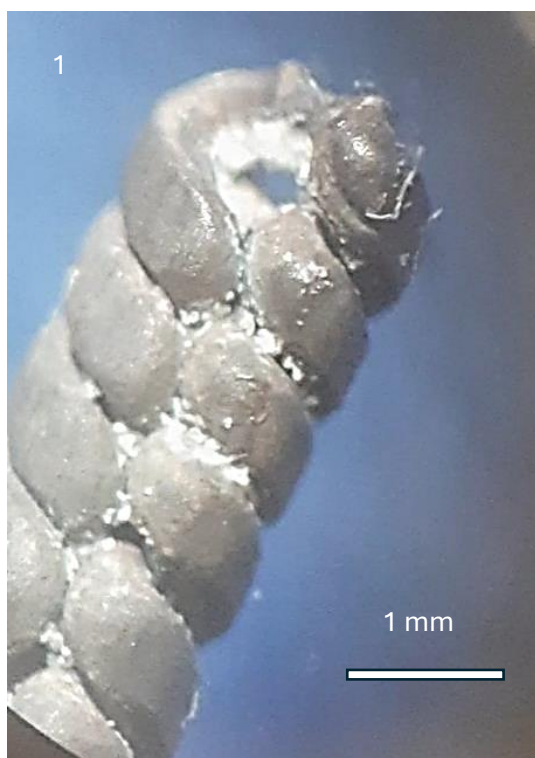
4.22. del:

Razpredelnica 2

Mase posameznih verižic skozi 2. del raziskovalne naloge

	Začetna masa	Po oksidaciji	Razlika med začetno in po oksidaciji	Po kislini	Razlika med po oksidaciji in po kislini	Razlika med začetno in končno maso	Razlika med začetno in končno maso v procentih
1.	0,3059g	0,3084g	0,0025g	0,3059g	0,0025g	0	0%
2.	0,3060g	0,3078g	0,0012g	0,3061g	0,0026g	0,0001g	0,03%
3.	0,3028g	0,3060g	0,0032g	0,3075g	0,0015g	0,0047g	1,55%
4.	0,3026g	0,3053g	0,0027g	0,3117	0,0064g	0,0091g	1,03%
5.	0,2974g	0,3006g	0,0032g	0,2993g	0,0013g	0,0019g	0,64%
6.	0,3074g	0,3119g	0,0045g	0,3077g	0,0042g	0,0003g	0,10%

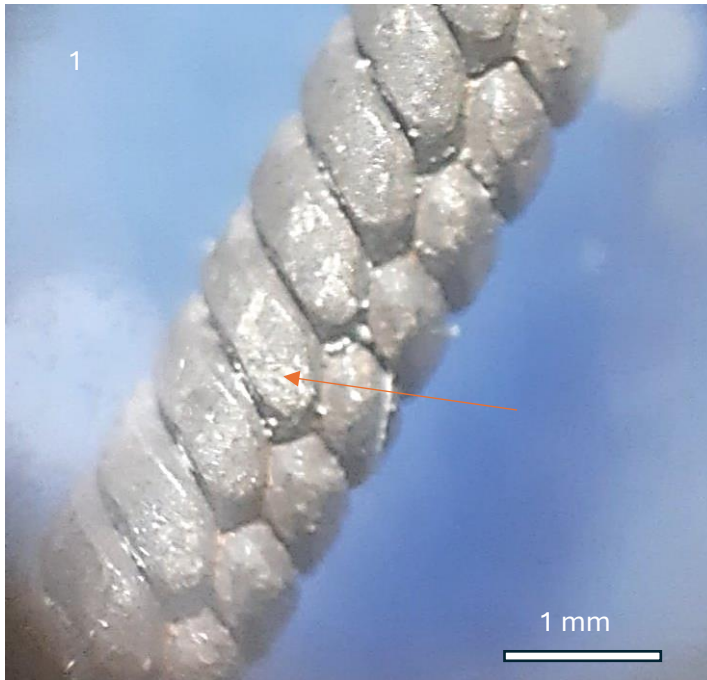
Opis: Sodeč po masi je bila najbolj učinkovita pasta sode bikarbone, saj se je po njej masa verižice povrnila na povsem enako maso. Za njo je bila drugo najbolj učinkovito čiščenje sodeč po masi z olivnim oljem in limoninim sokom, po njem 35 min v metanojski kislini in najmanj učinkovito je bilo čiščenje s sodo bikarbono in limoninim sokom. Ker nobena masa po čiščenju ni enaka tisti po oksidaciji, to nakazuje na to, da je bilo vsako čiščenje uspešno do neke mere tako, da se je stanjšala plast prevleke iz AgCl. Problem, ki se pojavlja pri ugotovitvah z masami je ta, da se je ponekod, še posebej pri pastah, snov s katero smo čistili ujela pri spojih in jo ni bilo mogoče odstraniti. To seveda vpliva na rezultate mas. Poleg tega so se pri verižicah številka 4, 5 in 6 pojavile nove snovi.



Slika 7

Končni del verižice številka 1 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve. Na najbolj izpostavljenih delih se pod močno svetlobo blešči. Opazimo bele koščke sode bikarbone.



Slika 8

Verižica številka 1 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve in najbolj izpostavljeni deli se pod močno svetlobo bleščijo.

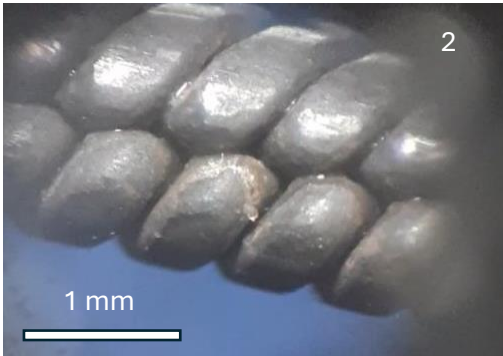
Po pasti s sodo bikarbono pod lupo opazimo koščke sode bikarbonate, ki so se ujeli med spoji, kar moramo upoštevati pri masi. Poleg tega površje na najbolj izpostavljenih delih izgleda, spraskano do srebra (označeno s puščico). Skupaj z rezultati mase lahko torej predvidevamo, da je srebrna verižica izgubila nekaj srebra, to maso pa sta nadomestila soda bikarbona in sicer tanjši sloj AgCl. Srebro ni dobilo nazaj svoje srebrne barve in blišča, je pa siva barva v primerjavi s primerkom številka 4, ki ga nismo čistili, malo svetlejša.



Slika 9

Končni del verižice številka 2 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve in se močno blešči pod močno lučjo.

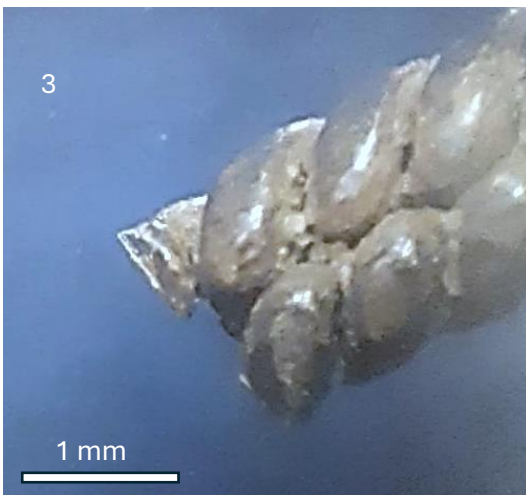


Slika 10

Verižica številka 2 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve ter se močno blešči pod močno svetlobo.

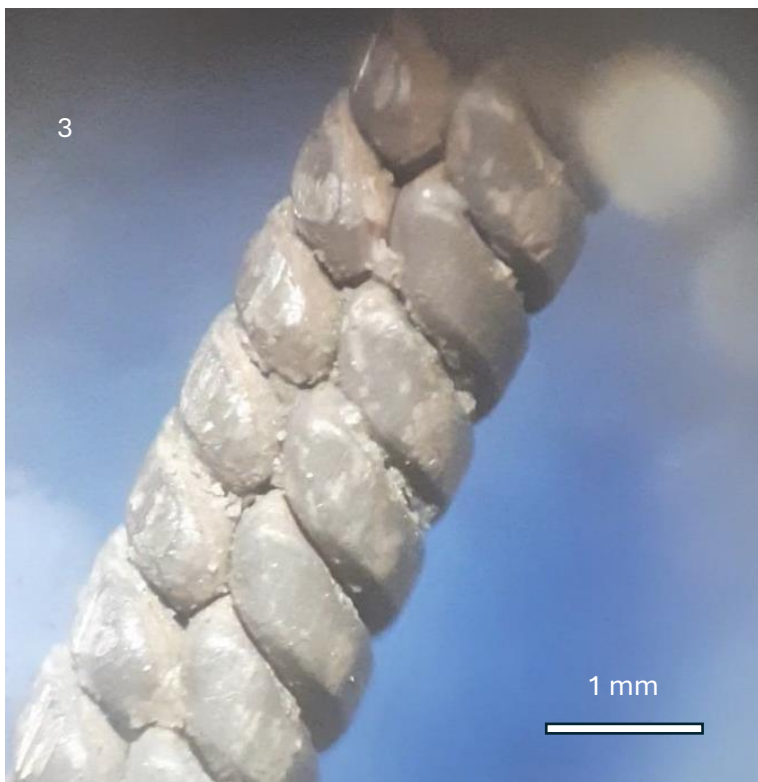
Po čiščenju z olivnim oljem in limoninim sokom opazimo, da je siva barva v primerjavi z verižico številka 4, ki je nismo čistili, malo svetlejša, vendar še kar temnejša kot na primerku številka 1. na najbolj izpostavljenih delih je tudi dobil nazaj malo blišča pod močno lučjo, moramo pa biti previdni, saj je ta lahko tudi posledica olivnega olja. Še kar pa se po izgledu ni povrnil v prvotno stanje.



Slika 11

Končni del verižice številka 3 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve, z manjšim sijajem pod močnejšo lučjo. Opazni so ostanki paste sode bikarbone in limoninega soka med spoji.

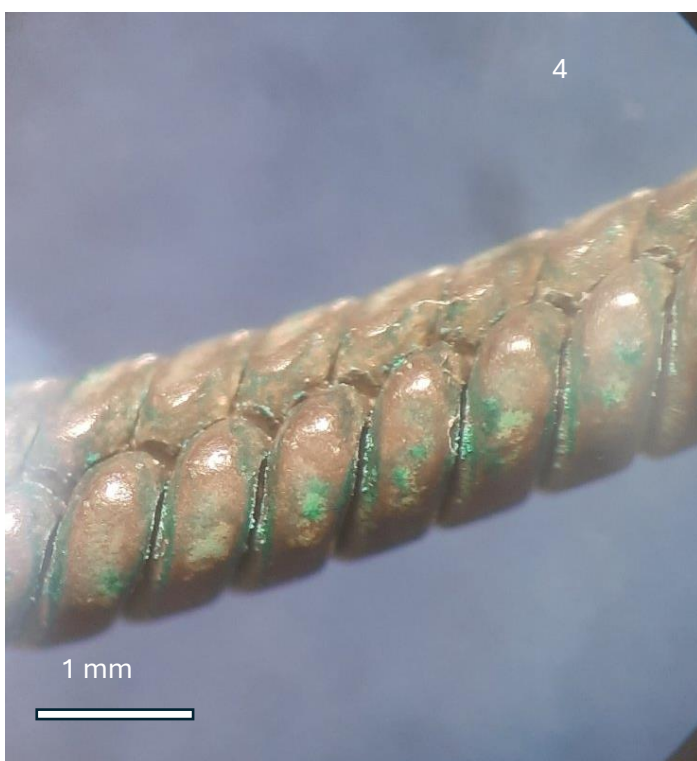


Slika 12

Verižica številka 3 po čiščenju

Opis: verižica je temno sive barve z veliko srebrnimi praskami, ki se pod močnejšo lučjo bleščijo.

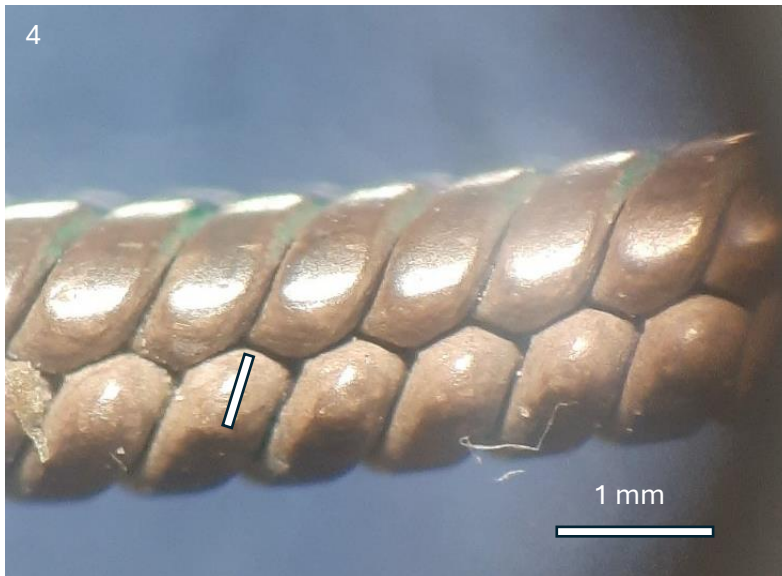
Na verižici številka 3 opazimo, da so vsi izpostavljeni deli dobili približno polovico srebrne barve in blišča nazaj. Ujete sode bikarbone, ki bi jo morali upoštevati pri masi pa je zelo malo. Po izgledu sodeč je bila zato da metoda tudi najbolj učinkovita.



Slika 13

Verižica številka 4 s ene strani

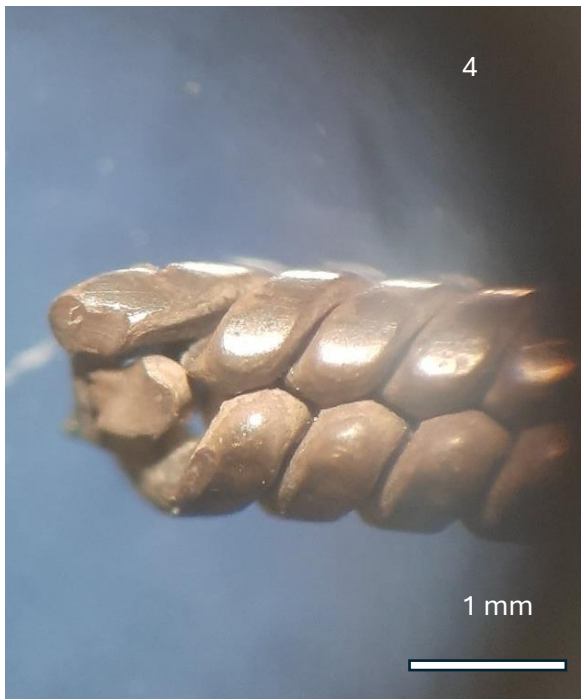
Opis: verižica je temno sive barve z zelenimi lisami.



Slika 14

Verižica številka 4 z druge strani

Opis: Verižica je temnosive barve s tem, da je na spojih dobila nazaj značilno srebrno barvo in to dosti široko plast, kar nakazuje črta na sliki. Poleg tega se na najbolj izpostavljenih delih blešči.

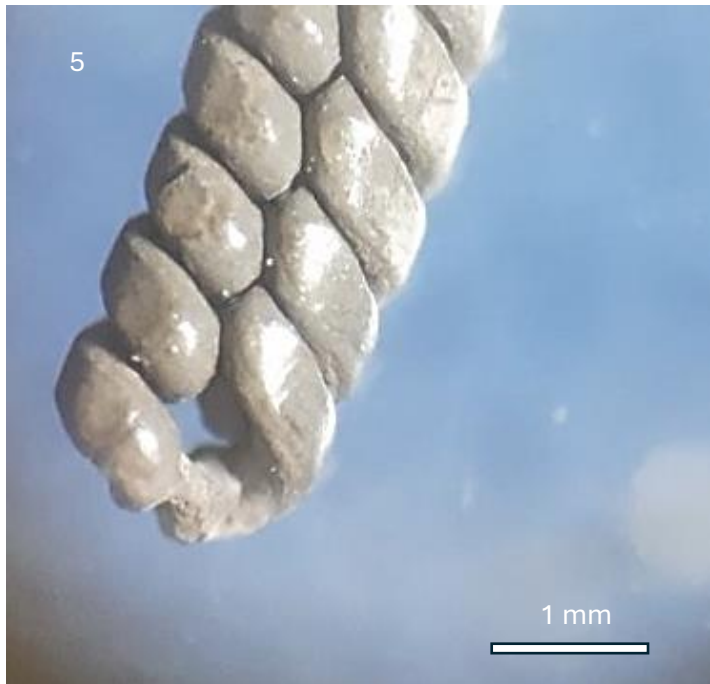


Slika 15

Končni del verižice številka 4

Opis: Verižica je temno sive barve, v notranjosti pa srebrne. Ob spojih verižice je vidno srebro.

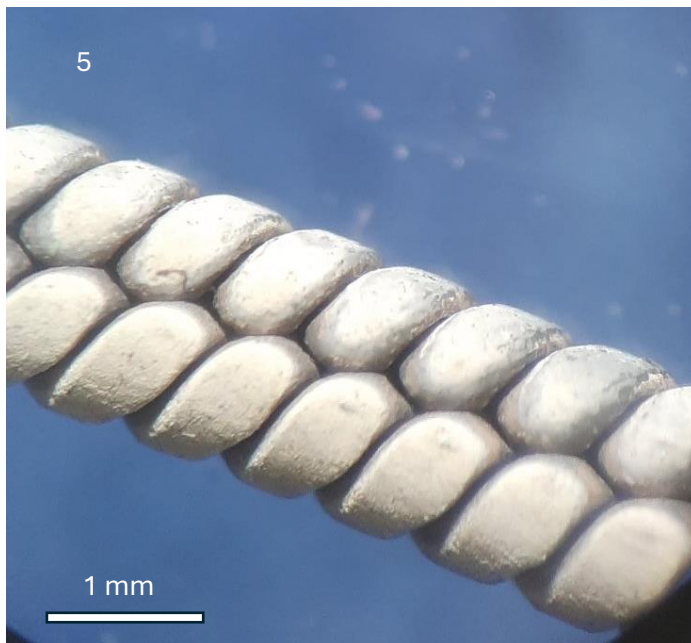
Verižica številka 4 je povrnila zadosten del srebra na spojih, kar čiščenje z očetno kislino naredi tudi drugo najbolj učinkovito. Poleg tega se je na drugi pojavila zelena snov, za katero predvidevam, da je baker.



Slika 16

Končni del verižice številka 5 z ene strani po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve in se pod močno lučjo blešči.



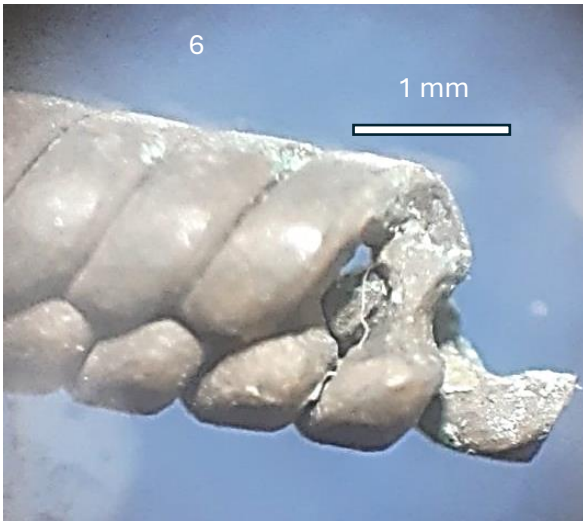
Slika 17

Verižica številka 5 z druge strani po čiščenju

Opis: Verižico prekriva plast snežno bele snovi.

Verižica številka 5 je najbolj spremenila izgled. Z ene strani je na najbolj izpostavljenih delih dobila nazaj blišč pod močno lučjo, na drugi strani pa jo je prekrila plast snežno belega kristalnega AgCl , ki pa ni dosegel spojev. To nam pokaže, da je potekla reakcija,

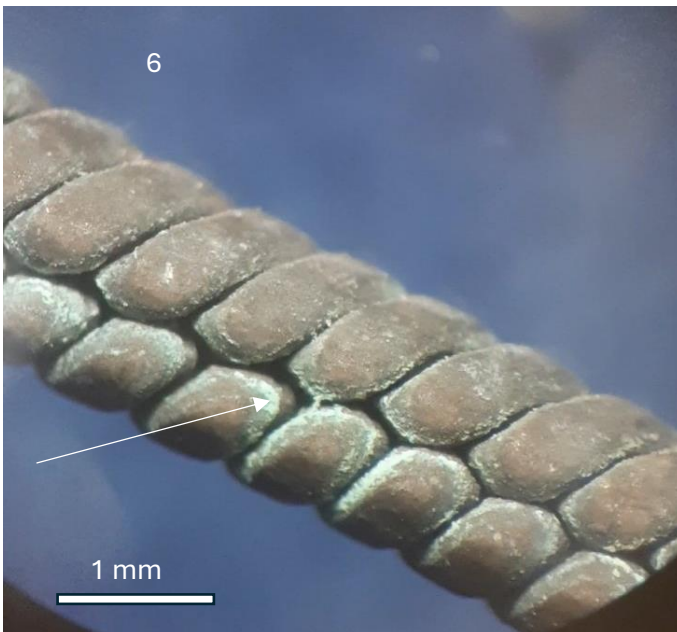
ki sicer ni dala zelenih rezultatov. Zanimivo bi bilo pogledati, kaj se zgodi, če bi metodo čiščenja večkrat ponovili in ali bi tako dobili zelene rezultate.



Slika 18

Končni del verižice številka 6 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve in se ne blešči preveč pod močno lučjo.



Slika 19

Verižica številka 6 po čiščenju

Opis: Verižica je temno sive barve z manjšimi srebrnimi praskami v obliki pik. Ob spojih je opazna modrozeleni snov.

Na primerku številka 6 so opazne le manjše praske srebra, drugače pa se barva ni spremenila. Zanimivo je, da se je ob reakciji na spojih sodeč po barvi pojavil CuCO_3 (prikazan s puščicami). Ker je na verižici številka 6 potekala enaka reakcija, kot na številki 5, samo da smo jo prej prekinili, to odpira novo vprašanje o poteku reakcije med metanojsko kislino in oksidiranim srebrom. Zelenih rezultatov nismo dobili.

Pri drugem delu raziskave lahko prvo hipotezo sprejmemo, saj je bil najbolj učinkovito čiščenje z limoninim sokom in sodo bikarbono, limonin sok pa je močnejša kislina kot metanojska ali očetna. Torej je čiščenje z močnejšimi kislinami uspešnejše.

Drugo hipotezo za drugi del raziskave pa bomo zavrgli, ker sprememba v izgledu za verižice, ki smo jih čistili s stvarmi, ki jih lahko najdemo doma, po čiščenju sicer ni bila tako velika kot bi si želeli, je pa še kar bila. Nobena od izbranih metod čiščenja pa nam ni dala želenih rezultatov, ki so bili, da se verižica vrne v prvotno stanje.

5 ZAKLJUČEK

V prvem delu raziskovalne naloge smo ugotovili, da je oksidacija srebra v CuCl_2 zelo koroziven proces. Poleg tega smo sprejeli hipotezo, da bodo verižice, ki so dlje v CuCl_2 bolj oksidirale. Plast AgCl je bila na primerkih, ki smo jih dlje oksidirali debelejša in je dosegla bolj nedostopne predele verižice. To da je bila plast AgCl debelejša nakazuje to, da je bila masa verižice, ki je oksidirala 60 min 38,9% večja kot prvotna masa. V primerjavi z njo pa je masa verižice, ki je oksidirala 2 min samo 0,2% večja, kar pove da je reagiralo veliko manj srebra, še kar pa je tudi v tako majhnem času reakcija potekla.

V drugem delu raziskovalne naloge nismo z niti eno metodo čiščenja prišli do zelenih rezultatov. Najbolj uspešno je bilo čiščenje z limoninim sokom in sodo bikarbono. Po čiščenju z metanojsko kislino se je po različnih časovnih intervalih pokazal bel sloj, ki je najverjetneje AgCl in po čiščenju z metanojsko in očetno kislino zelena snov, ki predvidevamo, da je CuCO_3 .

Prednosti moje raziskovalne metode:

- Povezovanje kvantitativnih rezultatov (gledanje barve in sijaja pod mikroskopom) in kvalitativni podatki (merjenje spremembe mase in debelino oksidiranega dela verižice)
- Širok izbor čistil, ki jih najdemo v domačem okolju,

Slabosti:

- Čas čiščenja in dolgi časovni intervali – smiselno bi bilo merjenje v krajših časovnih intervalih in čiščenje dalj časa,
- Način oksidacije, ki je v domačem okolju podvržen drugačnim dejavnikom kot CuCl_2 – različni produkti in tanjše plasti – rešitev krajši čas oksidacije in uporaba različnih oksidantov,
- Problemi z odstranjevanjem sode bikarbone – rešitev spiranje z različnimi topili,
- Kvantitativno merjenje odboja svetlobe – uporaba programa za zaznavo intenzitete svetlobe in merjenje pri temnem prostoru,

Za nadaljevanje preizkus z galvanskim čiščenjem in močnejšimi kislinami npr. HNO_3 in H_2SO_4 , ki sta močna oksidanta.

Primerek številka 5 tudi odpira nove poti za raziskovanje. Kaj bi se zgodilo če bi nadaljevali s čiščenjem? Kdaj točno pride do posameznega procesa in s tem do posamezne snovi na srebru? Tukaj smo prvo hipotezo sprejeli, da je čiščenje z močnejšimi kislinami uspešnejše. Drugo hipotezo smo zavrgli, saj je čiščenje s stvarmi, ki jih najdemo doma, pokazalo posledice. Niti ena metoda čiščenja ni bila popolnoma brez posledic, torej je vsaka minimalno opravila svoje delo.

6 SEZNAM LITERATURE

Feyisayo A. (2024) What is Silver Used for in Everyday Life

Vir: <https://www.americanbullion.com/what-is-silver-used-for-in-everyday-life/>

Palomar T., Ramirez Barat B., Garcia E., Cano E. (2016) A comparative study of cleaning methods for tarnished silver

Vir: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1296207415001284>

Novakovic J., Vassiliou P., Georgiza E. (2013) Electrochemical Cleaning of Artificially Tarnished Silver

Vir: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1452398123148413>

Tavex Bullion (2022) How Much Silver is Left on Earth?

Vir: <https://tavexbullion.co.uk/how-much-silver-is-left-on-earth/>

Marlowe Leverette M., Sabella M. (2024) How to Clean Sterling Silver and Keep It Shining

Vir: <https://www.thespruce.com/how-to-clean-sterling-silver-5509319>