



**P i g m e n t s i t a r j e v e c**  
**v s l i k a r s k i t e h n o l o g i j i i n p r a k s i**

# Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi

Publikacija je nastala v okviru projekta *Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi*, vanjo pa smo vključili tudi nekaj izsledkov predhodno izvedenega projekta *Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu*.

S publikacijo nismo zgolj formalno zaključili omenjenega projekta, vsebine in rezultate želimo deliti. Nastalo je učno gradivo, ki izkazuje širšo družbeno vlogo razumevanja pomena pigmenta sitarjevec in s tem rudarske kulturne dediščine. Namenjeno je vsej zainteresirani javnosti iz lokalnega in regionalnega okolja, predvsem pa morda tistim, ki so vključeni v oblikovanje in izvajanje različnih pedagoških vsebin iz področja umetnosti, dediščine ali drugih predmetnih področij, ki jih je možno povezovati z vsebinami našega projekta.

**Ključne besede:** pigment sitarjevec, pigmenti v umetnosti, slikarska tehnologija, kulturna in naravna dediščina

**Naziv projekta:** Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi

**Izvajalec projekta:** Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

**Partner:** Zavod za gradbeništvo Slovenije, Naravoslovno-tehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

**Vodja projekta in pedagoška mentorica:** doc. mag. Anja Jerčič Jakob

**Strokovna mentorica:** dr. Mateja Golež, univ. dipl. inž. geol.

**Trajanje projekta:** 1. 1. 2022 – 8. 11. 2022

**Sodelujoči študenti:** Mojca Berkopec, Santana Bojič, Petra Drev, Špela Gabrovec, Heidi Janež, Andreja Koder, Liu Kontrec, Maša Križ, Nina Kržmanc, Pia Križnar, Katarina Markič, Laura Milar, Vanja Nedimović, Ana Svetičič, Neža Šega, Eva Trampuš, Nika Vadnjal, študentke Oddelka za likovno pedagogiko Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani.

Projekt sofinancira Sklad Univerze v Ljubljani za umetniško področje in UL PEF.



## VSEBINA

### 1 UVOD / Anja Jerčič Jakob, Mateja Golež

1.1 Izhodišča

1.2 Predstavitev projekta *Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu*

1.3 Predstavitev projekta *Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi*

### 2 LASTNOSTI PIGMENTA SITARJEVEC / Mateja Golež, Anja Jerčič Jakob

2.1 O pigmentih v slikarstvu

2.2 Pigment oker

2.3 Pigment oker iz rudnika Sitarjevec

2.4 Ugotavljanje lastnosti pigmentov pred njihovim trženjem

### 3 VAJENICE IZDELANIH BARV IN RISAL IZ PIGMENTA SITARJEVEC / Anja Jerčič Jakob

### 4 VOŠČENKE IZ PIGMENTA SITARJEVEC / Anja Jerčič Jakob

### 5 PRIMER LIKOVNO PEDAGOŠKE AKTIVNOSTI / Robert Potočnik

### 6 RAZSTAVA VOŠČENKE IZ PIGMENTA SITARJEVEC V ULIČNI GALERIJU MITNICA / Anja Jerčič Jakob

### 7 RAZSTAVA VOŠČENKE IZ PIGMENTA SITARJEVEC V MESTNEM MUZEJU LITIJA / Anja Jerčič Jakob

### 8 ZAKLJUČEK / Anja Jerčič Jakob, Mateja Golež

### 9 LITERATURA IN VIRI



Slika 1: Naravno nahajališče pigmenta sitarjevec.



## 1 UVOD

Anja Jerčič Jakob, Mateja Golež

### 1.1 Izhodišča



Slika 2: Naravno nahajališče pigmenta sitarjevec.

Opuščeni poliminerálni Rudnik Sitarjevec Litija velja za eno najpomembnejših geoloških naravnih vrednot Slovenije, ki je zavarovana z Zakonom o ohranjanju narave – ZON (Uradni list RS, št. 56/99, 13. 7. 1999), kot geološka naravna vrednota državnega pomena. Rudnik se oživlja v učno-turistične namene, zato je bil leta 2019 v Litiji organiziran tudi 1. strokovni simpozij. Na njem je Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG) sodeloval s prispevkom o znanstveno-umetniškem potencialu Rudnika Sitarjevec, saj je med drugim poslanstvo ZAG-a ohranjanje naravne in kulturne dediščine ter odpiranje novih možnosti oz. aplikativnih vrednosti materialov, ki se v dotičnem primeru nanašajo na odlaganje rudniškega mulja v opuščeni rovih rudnika Sitarjevec. S tem prispevkom je ZAG izkazal svoj interes po vključevanju v raziskovalne projekte, ki bi iskali rešitve za uporabo rudniškega blata (naravni pigment oker) v umetniške namene. Pigment sitarjevec, ki se nalaga v rovih v obliki rudniškega blata in kot tak predstavlja odvečen material, ima zaradi svoje barvitosti nedvomno velik potencial tudi na področju umetnosti, natančneje v slikarstvu, kar je bil ključni predmet raziskav v okviru projektov »Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu« in »Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi«. Zaradi izjemne barvitosti pigmenta sitarjevec in barvne podobnosti z okri, ki se v slikarstvu uporabljajo že od prazgodovine dalje, smo raziskali njegovo uporabnost v slikarstvu in jo preizkusili na likovno-tehnološkem, likovno-praktičnem in likovno-didaktičnem nivoju.

Raziskava aplikativne vrednosti pigmenta sitarjevec, ki se trenutno vrednoti kot odpadke, predstavlja nov začetek oziroma možnost nadaljnje uporabe v slikarstvu in s tem nedvomno izkazuje družbeno koristnost v širšem smislu.

## 1.2 Predstavitev projekta *Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu*



Slika 3: Ročno trenje pigmenta.



Slika 4: Priprava jajčne tempere.

Projekt Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu je bil realiziran v sklopu projektov »Projektno delo z negospodarskim in neprofitnim sektorjem – študentski inovativni projekti za družbeno korist 2016 – 2020 za študijski leti 2018/2019 in 2019/2020« in bil sofinanciran s strani Republike Slovenije in Evropske unije iz Evropskega socialnega sklada.

Izvajalec projekta, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, in projektni partner, Zavod za gradbeništvo Slovenije, so projekt izpeljali med 1. 3. 2019 in 31. 5. 2019. Projektno skupino so sestavljali vodilna pedagoška mentorica in vodja projekta doc. Anja Jerčič Jakob (UL PEF), drugi pedagoški mentor doc. Robert Potočnik (UL PEF), strokovna sodelavka dr. Mateja Golež, univ. dipl. inž. geol. (ZAG) ter študentke Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani, dve iz smeri Likovna pedagogika, dve iz smeri Predšolska vzgoja, ena iz smeri Razredni pouk ter dve študentki UL ALUO, smer Konzerviranje in restavriranje likovnih del.

Povezava do povzetka projekta:

[https://www.srips-rs.si/storage/app/media/RAZVOJ%20KADROV/SIPK/Projekti%202018-2019/Ljubljana/Koncno\\_porocilo\\_UL\\_PEF\\_1.pdf](https://www.srips-rs.si/storage/app/media/RAZVOJ%20KADROV/SIPK/Projekti%202018-2019/Ljubljana/Koncno_porocilo_UL_PEF_1.pdf)

Študentski inovativni projekti za družbeno korist so v prvi vrsti namenjeni študentom, ki v timskem delu pod vodstvom strokovnih mentorjev iz negospodarstva in pedagoških mentorjev pri reševanju izzivov pridobivajo raznolike delovne in praktične izkušnje.

V projekt Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu so bili vključeni študenti iz različnih študijskih smeri, in ni bil neposredno usmerjen v področje umetnosti. Ob začetku so se seznanili z razvojno-raziskovalnim delovanjem Zavoda za gradbeništvo Slovenije (ZAG), predvsem s področja kulturne dediščine s poudarkom na interpretaciji rudarske dediščine. Strokovni mentor iz ZAG-a je študente spremljal v okviru terenskega dela, kjer so se študenti neposredno seznanili s primarnim nahajališčem naravnega pigmenta v rudniku Sitarjevec. Sodelovanje Zavoda za gradbeništvo Slovenije v projektu zagotovo predstavlja doprinos k prenosu znanj iz raziskovalnih institucij v pedagoško okolje. Neposredna izkušnja obiska rudnika je študente vzpodbudila k razmisleku o medpredmetnem povezovanju predmeta Likovna umetnost z drugimi predmeti, o vključevanju kulturne in naravne dediščine in okoljske problematike v pouk Likovne umetnosti ali k razmisleku o vključevanju videnih vsebin v avtorsko likovno prakso.



Slika 5: Segrevanje sestavin za izdelavo voščenk.



Slika 6: Ročno oblikovanje pastelov.



Slika 7: Izdelava akvarela.

Na podlagi študija temeljne slikarsko-tehnološke literature so študenti evidentirali lastnosti, ki so pomembne za uporabnost pigmentov v slikarstvu: opredelitev tona, kemijska sestava, izvor, velikost delcev, kompatibilnost z ostalimi materiali (z vodo, oljem, alkoholom), sposobnost namakanja, sušljivost, kritnost in prosojnost, strupenost ter obstojnost. Nekatere lastnosti pigmenta sitarjevec smo v projektu določili z mikroskopskimi, RTG, kemijskimi in granulometričnimi analizami na Zavodu za gradbeništvo Slovenije. Za nadaljnjo opredelitev uporabnih lastnosti pigmenta sitarjevec v umetniške namene pa je bila potrebna izdelava slikarskih in risarskih materialov ter njihovo preizkušanje na različnih nosilcih, kar predstavlja drugi, likovno-praktični nivo obravnavanja problematike znotraj projekta. Sledilo je zbiranje različnih receptur za izdelavo risal in barv. Uspešno smo izdelali voščenske, pastele, jajčno tempero, akvarele in gvaše. Likovno-praktični nivo je prav tako vključeval preizkušanje izraznih zmožnosti nastalih risal in slikarskih sredstev skozi avtorsko ustvarjalno prakso študentov. Uporabnost pridobljenih znanj v širšem, družbenem kontekstu je problematika, s katero smo se soočili na tretjem, likovno-didaktičnem nivoju projekta. Poznavanje lastnosti pigmenta sitarjevec, njegova uporabnost v slikarski tehnologiji, v risarskih in slikarskih izvedbah ter poznavanje širšega konteksta Rudnika Sitarjevec v smislu naravne in kulturne dediščine smo prenesli v likovno-pedagoško prakso.

### 1.3 Predstavitev projekta *Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi*



Slika 8: Študentke pred galerijo MITNICA.

Projekt *Pigment sitarjevec v slikarski tehnologiji in praksi* je bil realiziran na področju umetniške dejavnosti. Projektno skupino so sestavljale študentke Likovne pedagogike Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Med študijem študenti Likovne pedagogike pridobivajo izkušnje in znanja z vseh temeljnih področij umetniškega ustvarjanja: risanja, slikanja, grafike in kiparstva. Umetniški projekti pa so namenjeni prav vzpodbujanju njihove umetniškega ustvarjanja in dodatnim poglobitvam v specifične posameznih področij, ki jih v okviru študijskih programov ne pridobijo. Poleg samega ustvarjanja je velikega pomena za študente tudi aktivno sodelovanje pri koncipiranju in izvedbi razstav, kar je bila ena ključnih aktivnosti znotraj projekta tudi zaradi svojega izobraževalnega namena.

Projekt je temeljil na neposrednem in posrednem spoznavanju pigmenta sitarjevec, ki se nahaja v obliki odvečnega rudniškega blata v rudniku Sitarjevec v Litiji. Začetna aktivnosti projekta je bila ogled naravnega nahajališča pigmenta sitarjevec v rudniku Sitarjevec v Litiji s strokovnim vodstvom. Strokovni mentor iz ZAG-a je izpeljal predavanje, ki je vključevalo najnovejše raziskave in vsebine preteklih projektov v povezavi s pigmentom sitarjevec in področjem kulturne in naravne dediščine s poudarkom na interpretaciji rudarske dediščine.

V likovno-tehnološkem delu projekta so se študenti na podlagi obstoječe literature teoretično seznanili z izdelavo risal in barv ter nato praktično izpeljali izdelavo nekaterih risal in barv iz pigmenta sitarjevec. Osredotočili smo se na izdelavo voščenk in uspešno izdelali voščenske iz naravnega in žganega pigmenta sitarjevec. Sledil je umetniško raziskovalen del projekta, ki je bil avtorsko in inovativno naravnano: ustvarjanje risarskih kompozicij na temo človeka v prostoru, ob raziskovanju modalitet, ki jih dopuščata tako žgana kot tudi naravna verzija pigmenta sitarjevec v voščenkah. Ustvarjali so z idejo o postavitvi risarskih del v prostoru, natančneje z mislijo o specifičnem razstavišču, galeriji MITNICA, in postavitvi risb v prostor samega objekta. Dela so ustvarjali na prosojen ali polprosojen nosilec - paus papir in papir pergamenata, saj smo želeli predstaviti pigment sitarjevec oziroma njegovo kromatičnost v vsej intenziteti.



Slika 9: Naravna in žgana verzija pigmenta sitarjevec.

## 2 LASTNOSTI PIGMENTA SITARJEVEC Mateja Golež, Anja Jerčič Jakob

### 2.1 Pigmenti v slikarstvu

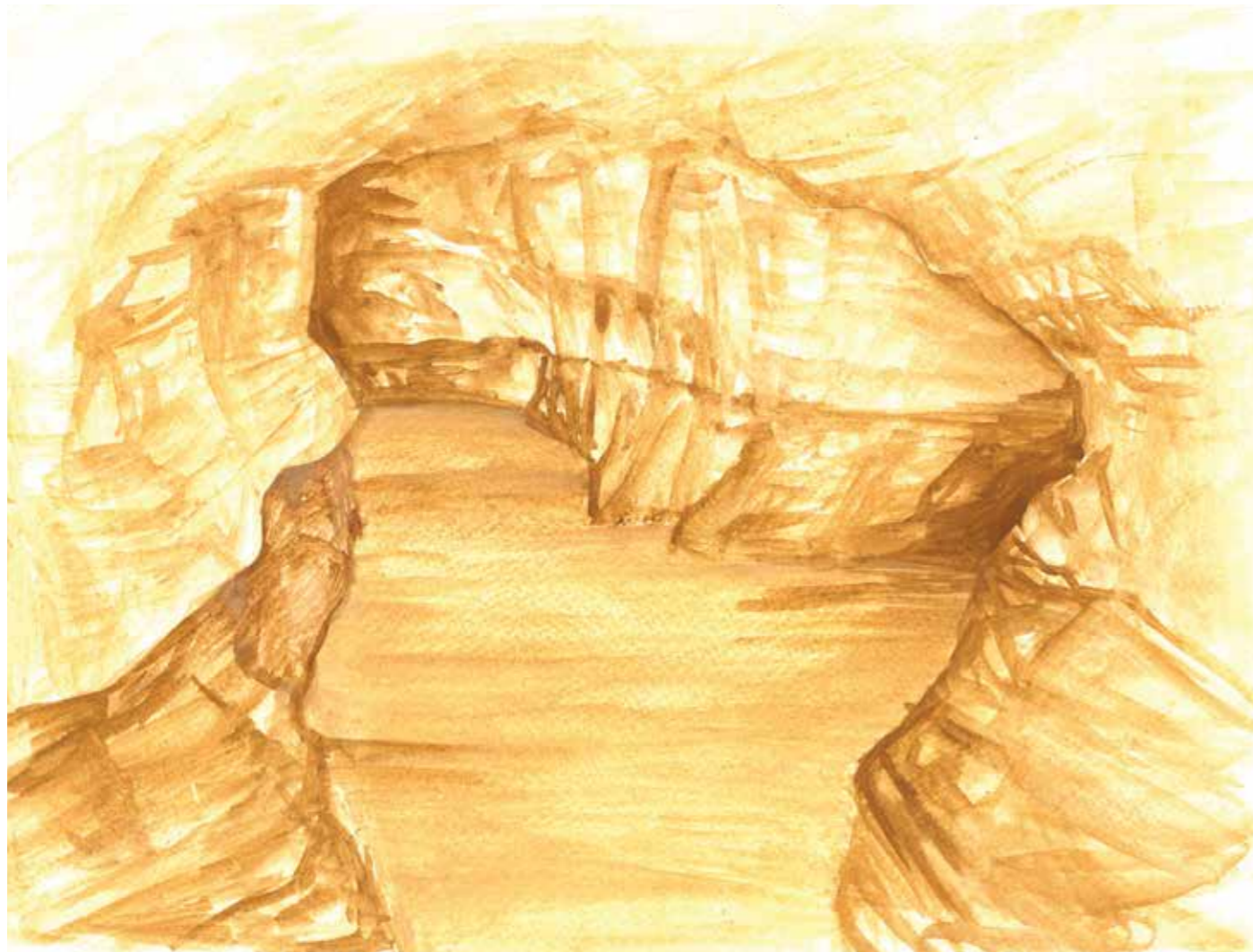
Združenje proizvajalcev barvnih pigmentov CPMA (Color Pigment Manufacturers Association) definira pigment kot fin, barven, črn, bel ali fluorescenten organski ali anorganski prah, ki je netopen v vezivu, v katerega je primešan. Pigmenti vplivajo na barvo s selektivno absorpcijo svetlobe in razpršitvijo svetlobe ter pri procesu barvanja obdržijo svojo kristalno strukturo in ohranijo trdnost delcev (SDC, 2013).

Pigmente glede na njihovo sestavo delimo na organske in anorganske. Organski pigmenti so navadno pridobljeni iz rastlin in temeljijo na bazi ogljikovih verig, ogljikovih obročev in vodika. Organski pigmenti imajo manjšo velikost delcev, so svetlejši od anorganskih pigmentov in manj obstojni na svetlobi. Med organske pigmente spadajo na primer karmin, alizarin, brazlin in *madder lake* pigmenti.

Anorganski pigmenti ne vsebujejo ogljika in so večinoma sestavljeni iz suhih zmletih mineralov. Glede na kemijsko sestavo so zgrajeni iz kationov (Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Sn, Ba, Hg, Pb, As, Na, Mg, Al, K, Ti, Ni, Zr) in anionov (Oksidi  $O^{2-}$ , Sulfidi  $S^{2-}$ , Hidroksidi  $OH^-$ , Karbonati  $CO_3^{2-}$ , Sulfati  $SO_4^{2-}$ , Fosfati  $PO_4^{3-}$ ). Anorganski pigmenti so manj občutljivi na svetlobo in na visoke temperature, a so bolj občutljivi na kisline in baze kot organski pigmenti. Med anorganske pigmente spadajo na primer ultramarin modra, titanova bela, oksidna črna, kromova rumena in prusko modra (KOEL, 2022).

### 2.2 Pigment oker

Oker je skupno ime za naravne in umetno izdelane pigmente, katerih barvo definirajo železovi in manganovi oksidi (Hudoklin, 1958). Ime izvira iz grščine (Ochra (gr.), iz *ochross* – bled, rumen), v nemškem jeziku je poimenovan *Ocker*, *Gelbe Ocker*, v francoskem *ocre*, *ocre jaune*, v angleškem *yellow earth*, *yellow ochre* in v italijanskem *ocra gialla*. Naravni oker je bil eden izmed prvih risarskih in slikarskih materialov, uporabljenih za potrebe umetniškega izražanja. V času paleolitika pred 40.000 leti so oker uporabljali jamski slikarji (Bednarik, 2014). Oker je bil med najpogosteje uporabljenimi pigmenti tudi v času antične Grčije in Rimskega imperija. Grki so oker imenovali »ochra«, Rimljani »sil«. Plinij poroča o posebno lepih rumenih okrih, ki jih imenuje »sil aticum« (Hudoklin, 1958). O rabi okra piše Dionisyos iz Fourni (1670 – 1745) v svojem priročniku za ikonopisce *Hermeneia*, kjer oker poimenuje z različnimi imeni kot *SIL*, *KIL*, *Ohra*. Turški naziv za vse rumene okre je bil AŞI. Po Dionisyosu so ikonopisci uporabljali več vrst okra: carigrajski oker, Ohra Politikon, venecijanski oker in oker iz polotoka Tas, ki so ga uporabljali za inkarnat (Kraigher – Hozo, 2007).



Slika 10: Ana Strašek: *Rudnik sitarjevec*, 2019, akvarel z ddatkom medu iz naravnega sitarjevca.

Najbolj poznani naravni zemeljski pigmenti so **Limonit iz Cipra** (*Limonite – Cyprus*), **francoski okri** (nahajališča Rousillon, Le Luberon), **angleško rdeča** (*english red*; nahajališče: Forest of Dean, Clearwell Cave), **naravna sienna** (*Raw Sienna*; nahajališče: Arcidosso, Toskana, Italija), **rumena zemlja**, **Hematite »Ruddle«** (nahajališča: Florence Mine, Egremont, Cumbria, Anglija in zahodna obala Cumbrije), **armenijski bolus** (*Armenian Bole*), **rjavi oker** (*Brown Ochre*), **žgani oker** (*Burnt Ochre*), **žgana zelena zemlja** ali **veroneško rjava** (*Burnt Green Earth, Veronese Brown*), **kaledonijaska rjava** (*Caledonian Brown*), **Cappagh Rjava** ali **mineralna rjava** (*Cappagh Brown, Mineral Brown*), **Davyjeva siva** (*Davy's grey*), **zalivska rdeča** ali **perzijski rdeči oksid** (*Gulf Red, Persian Red Oxide*), **indijsko rdeča** (*Indian red*), **svetlo rdeča** (*Light Red*), **pompejanska rdeča** (*Pompeii Red*), **Pozzuolijeva rdeča** (*Pozzuoli Red*), **španska rdeča** (*Spanish red*), **rdeča zemlja** (*Terra rosa*, nahajališče: Italija), **turška umbra** (*Turkey Umbra, Turkey Brown*, nahajališče: Ciper in mediteranski del Turčije), **beneška rdeča** (*Venetian red*).

Kraigher – Hozo (2007) navaja, da mora dobra vrsta okra vsebovati vsaj 15 % železovega oksida ter ne več kot 5% magnezijevih in kalcijevih spojin.

Rumeni oker, ki je po sestavi iz limonita ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), vsebuje od 16 – 60 % železovega oksida. Najdemo ga v najrazličnejših tonih in odtenkih, od svetlo in blede rumenkastih, do rdečkastih in rjavkastih. Najsvetlejši je oker, ki vsebuje najmanj železovih spojin. Primes manganovih oksidov povzroča rjavkast ton (Hudoklin, 1958).

Zaradi svoje čistosti je že od nekdaj zelo cenjen tudi oker s Cipra, ki pa se v zelo majhnih količinah na Cipru še vedno pridobiva (Kraigher – Hozo, 2007). Limonit je lahko vsakršna forma hidriranega železovega oksida (naravni železov oksid). V smislu čistosti barve je limonit s Cipra bil od nekdaj izjemno cenjen (Kraigher – Hozo, 2007). Limonit je lahko katere koli barve od bogato rumene do temno rjave in se je v preteklosti uporabljal za izdelavo rumenega oker pigmenta, ki se na ta način še vedno proizvaja na Cipru (Limonit, b.d.). Zaradi politične situacije na Cipru je bilo rudarjenje te redke in čudovite zemlje zapostavljeno, zdaj pa je spet na voljo limonit iz Cipra ročne proizvodnje, ki ga ponujajo Kremer pigmenti pod oznako 17000 Limonite, lemon yellow ochre. Limonit je najjasnejši naravni rumeni oker. Verjetno obstajajo tudi druga nahajališča naravnega okra te čistosti, vendar je ciprski limonit že od nekdaj znan po edinstvenem odtenku (Lumbard, 2020).

Za uporabo v slikarstvu je najkvalitetnejši francoski oker iz kraja Vanclouse, odlikujeta ga izredna čistost in kromatičnost različnih tonov. Od italijanskih vrst sta najbolj poznana rimski oker (Ochra di Roma) in italijanska zemlja (Terra d'Italia) (Kraigher – Hozo, 2007).

Francoski oker iz okolice Bordeauxa, Nantesa in Berryja je dolgo veljal kot najboljši. Sestoji povprečno iz 20,7 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in 14 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 54 %  $\text{SiO}_2$  in 9 %  $\text{H}_2\text{O}$ . V novejšem času so ga izpodrinili južnoafriški, ki so pokrivnejši. V Bosni, pri Bakovičih in Fojnici, najdemo oker, ki se po barvi in kakovosti lahko meri s francoskim. V Sloveniji poznamo iz preteklosti oker iz Moravč in Novega mesta (Hudoklin, 1958), na novo pa je odkrito nahajališče okra v rudniku Sitarjevec v Litiji (Golež, 2018).



## 2.3 Pigment oker iz rudnika Sitarjevec

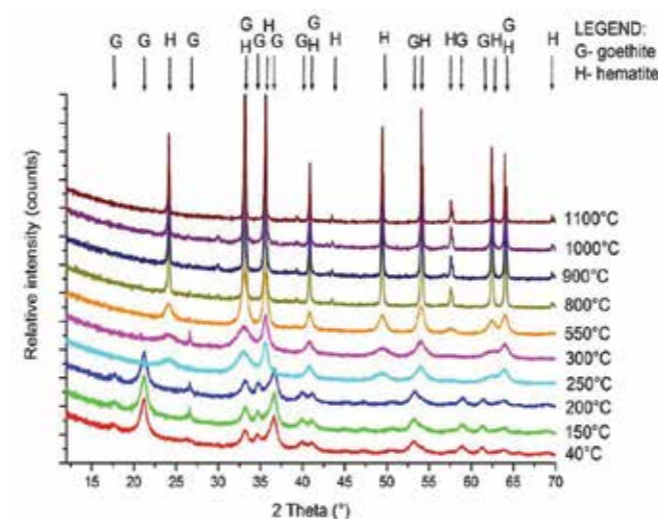
Pigment sitarjevec je naravni anorganski pigment, ki se v obliki rumenega rudniškega blata odlaga v opuščeni rudniških rovih rudnika Sitarjevec v Litiji. Njegov nastanek je povezan z geološko zgodovino razvoja hidrotermalnega orudjenja v Posavskih gubah, kamor je umeščen nekdanji rudnik Sitarjevec. Hidrotermalno rudno telo je v svojem najvišjem delu, ki je hkrati vrh istoimenskega hriba Sitarjevec, zgrajeno iz železovega klobuka in posameznih rudnih žil z rudonosnimi minerali od cinabarita, galenita do barita. S sledenjem rudnih žil je v obdobju od prvih začetkov rudarjenja, ki segajo v čas Kelto, in vse do zaprtja rudnika leta 1965 nastalo okoli 43 km rudniških rovov. Ko se meteorna voda, ki pronica skozi železov klobuk pod anaerobnimi pogoji obogati z  $Fe^{2+}$ , vstopa tudi v opuščene rudniške rove, ki so bogati s kisikom, zato  $Fe^{2+}$  ioni oksidirajo v  $Fe^{3+}$  netopno ionsko obliko, kar vodi v njihovo obarjanje in usedanje na dno rudniških rovov. Proces je tako intenziven, da se lahko rudniško blato na dnu rovov nakopiči tudi v obliki manjših pregrad, ki jih sčasoma odplakne pritisk rudniške vode, ki zastaja za pregradami. Barvitost sitarjevškega podzemlja, kjer na stenah rudniških rovov prevladujejo oranžni odtenki Fe pigmentov, je bila prvi pokazatelj, da je rudniško blato pravzaprav pigment, zato so stekle raziskave o njegovi uporabni vrednosti tudi v slikarstvu. Rezultati kemijskih analiz odvzetih vzorcev rudniškega blata so pokazali, da močno prevladujejo železovi oksidi nad ostalimi oksidi (Tabela 1), prisotna je tudi organska komponenta (LOI), ker pri procesu obarjanja železovih hidroksidov sodelujejo Fe bakterije (Toplak, 2021).

Parameter	Content (wt.%)	Std. Dev. (wt.%)
$Na_2O$ $Fe_2O_3$	72.32 c	0.150
MgO	0.27	0.017
$Al_2O_3$	1.20	0.060
$SiO_2$	2.27	0.080
$K_2O$	0.14	0.008
CaO	0.09	0.006
MnO	0.10	0.006
$Na_2O$	0.59	0.036
ZnO	0.29	0.019
Other oxides*	0.27	0
LOI	22.47	0.022

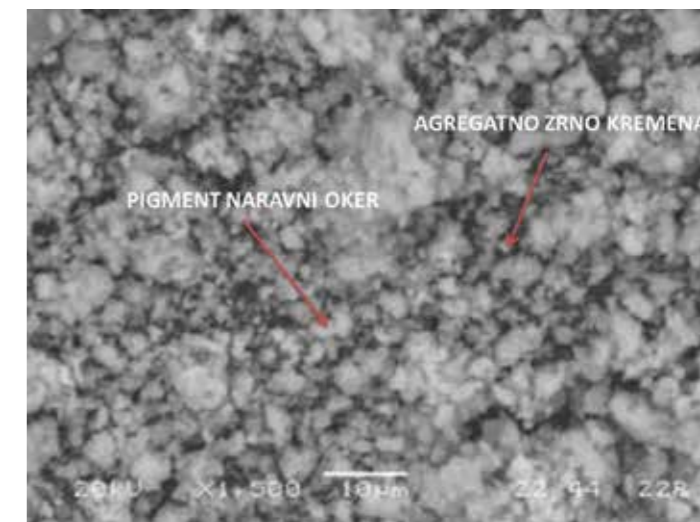
\*total content of other oxides in traces

Tabela 1: Kemijska analiza rudniškega blata iz rudnika Sitarjevec

Po sušenju rudniškega blata in opravljeni XRD analizi je razvidno, da je rudniško blato po mineraloški sestavi iz goethita - železov oksid –hidroksid ( $FeO(OH)$ ). V termičnem procesu nad 240 stopinj Celzija se rumeni oker pretvori v žgani oker rdeče barve. V tem procesu zaradi izgube kristalne vode prehaja mineral goethit v mineral hematit ( $Fe_2O_3$ ) (Slika 11).



Slika 11: XRD analiza naravnega pigmenta oker iz rudnika Sitarjevec pri različnih temperaturah.



Slika 12: SEM mikrosnetek naravnega pigmenta sitarjevec.

Preiskave rudniškega blata z elektronskim mikroskopom in opravljeni EDS analizo so poleg železa in primesi aluminija ter silicija pokazale tudi prisotnost žvepla, ki je pokazatelj raztapljanja mineralov, ki vsebujejo žveplo, ter posledično kislega okolja rudniških voda. S to metodo je bila opravljena tudi vizualna ocena velikosti delcev naravnega pigmenta. Rezultati kažejo, da velikost delcev niha med nano in makro delci, prisotna so tudi posamezna agregata zrna kremenca (Slika 12).

Za določanje kakovosti pigmenta sitarjevec v različnih slikarskih tehnologijah je bila opravljena dodatna analiza ugotavljanja velikosti delcev rudniškega blata z napravo za merjenje velikosti delcev CILAS. Rezultati so pokazali, da velikost delcev rudniškega blata presega velikost delcev pigmenta, ki se uporablja v slikarskih tehnologijah za slikanje v akvarelu, jajčni temperi, gvašu, pastelu in za izdelavo voščenk, zato je potrebno rudniško blato po sušenju dodatno ročno tretirati ali pa industrijsko mikronizirati.

## 2.4 Ugotavljanje lastnosti pigmentov pred njihovim trženjem

V projektu smo na eksperimentalen način preskušali uporabnost pigmenta sitarjevec v slikarske namene. Ker gre za nov pigment, ki ima potencial, da se zaradi svojih uporabnih lastnosti trži, bo v nadaljevanju potrebno preveriti tudi lastnosti, kot so strupenost, protokol za zagotavljanje ustrezne velikosti delcev, odtenek oz. ton okra, tinktorialno moč, optične lastnosti, porabo olja, kompatibilnost, kritnost, obstojnost pri visokih temperaturah, preverjanje v alkoholu, vodi, amonijaku, kislinah in bazah ter obstojnost na svetlobi.

### STRUPENOST

Strupenost je lastnost snovi, ki lahko poškoduje organizem. V preteklosti je bilo v uporabi veliko število zelo toksičnih pigmentov, ki jih danes ne uporabljamo več. Toksični so predvsem pigmenti, ki vsebujejo težke kovine, kot so: kobalt, svinec, kadmij in baker. Barve, ki vsebujejo strupene snovi, so na primer: svinčeva bela, cinkova rumena, kromove barve, manganova vijolična, vermilion... V preteklosti je bila v uporabi tudi uranova rumena, ki je bila posebej nevarna zaradi radioaktivnosti. Uporabljala se je v lončarjenju in za barvanje vojaških vozil v času vojne v 20. stoletju. Užitanje ali vdihavanje teh pigmentov lahko povzroči anemijo, poškodbe ledvic in reproduktivnih organov, raka na pljučih, težave s prebavo, alergijske reakcije in drugo. Suhi pigmenti so posebej nevarni, saj jih je mogoče vdihniti. Ob delu z barvami in pigmenti moramo torej biti previdni. Ni priporočljivo uživanje hrane in pijače ob delu z toksičnimi pigmenti in potrebna je primerna zaščita. Danes večina strupenih pigmentov ni več v uporabi. Nadomeščeni so bili z sintetičnimi, ki so bolj varni. Večina je obdržala prvotno ime, čeprav je njihova sestava drugačna. Toksični pigmenti se zelo redko še uporabljajo v restavracijah, kadar se izvajajo postopki, kot je retuširanje, in se je restavrator odločil uporabiti pigment, ki ga je uporabil avtor dela (npr. svinčeva bela, kadmijeva rdeča...) (Babin, 2021).

Oker je pigment, ki se šteje za nestrupenega (Hudoklin, 1958).

**Strupenost pigmenta sitarjevec ni preverjena**, zato je pri uporabi pigmenta sitarjevec potrebno opredeliti, za katere ciljne skupine je uporaba smiselna. Pri delu z otroki je glavno merilo ničelna toleranca do prisotnosti težkih kovin v materialih, s katerimi rokujejo.

**Zaradi sicer zelo majhne prisotnosti težkih kovin v pigmentu sitarjevec uporabe pigmenta sitarjevec pri delu z otroki ne priporočamo.**

Izmerjene vrednosti težkih kovin v pigmentu so v območju dovoljenih vrednosti, ki jih določajo okoljski standardi. Pri rokovanju s pigmentom z odraslimi skupinami je nujno ciljno skupino seznaniti in opozoriti na možnost stika s težkimi kovinami pri uživanju ali vdihavanju.

### VELIKOST DELCEV

Naravni zemeljski pigmenti imajo neenako velike delce. Pigmenti iz različnih serij imajo lahko različno velike delce. Neskladje v velikosti delcev je lahko težava pri proizvodnji barv, saj mora biti pigment pred izdelavo barve ponovno preverjen, zato je recept potrebno spreminjati, kar je zamudno za razmere v proizvodnji (Seymour, 2003).

### OPIS ODTENKA, TON OKRA

Po Hudoklin (1958) in Seymour (2003) so okri po barvi lahko toplo rumeni, rumeni, oranžni, rdeči, rjavi, vijoličasti, sivi ali zeleni.

Barva je odvisna od količine, vrste in oblike železovih ali manganovih oksidov in od sestave zemlje. Poleg železa in mangana vplivajo na barvo in ton rumenih okrov kreda, apnenec, kremenčeva zemlja, magnezij in druge primesi. Kreda, apnenec in magnezij okre osvetlijo, od kremenčeve zemlje imajo bolj rumen ton itd. Večja količina železovega hidroksida ali oksida poveča živost tona in mehko prahu; velikost delcev je majhna, barvilo je gostejše, zato bolj izdatno in oljnata barva bolj pokriva (Hudoklin, 1958).

Po barvi delimo rumene okre v rumene, žareče in zelenkaste ali bronaste. Vsaka vrsta ima zopet po več tonov, ki jih imenujejo »svetli«, »srednji« in »temni«. K žarečim štejemo zlate in satenaste okre. Od tod ime satinober, ki je včasih označevalo lep, rjavkast oker satenkastega leska. Danes je pod tem imenom v prometu rjavkast oker, ki je navadno slabo izpran in je zato umazan in slabe kakovosti. Zelenkasti okri imajo zaradi železovega metahidroksida zelenkast ton, podoben oksidiranemu bronu (Hudoklin, 1958).

### TINKTORIALNA MOČ ALI MOČ PIGMENTA

Moč barvila (*tinting strength*) definira moč pigmenta ali barvila, da spremeni barvo drugega pigmenta ali barvila. Večja tinktorialna moč pigmenta pomeni manjšo možnost spreminjanja barve ob dodajanju druge barve. Tinktorialno moč preverjamo s testom, kjer testni pigment mešamo z belo in opazujemo ali barva obdrži svojo globino in živost. Moč barvila je odvisna od vrste pigmenta, količine in velikosti delcev. Bolj fino mleti pigmenti imajo boljšo moč barve. Tinktorialna moč okra variira in je odvisna od nahajališča okra. Splošno je njegova tinktorialna moč generalno svetlejša od žgane siene, a je manj transparentna (Babin, 2021).

### OPTIČNE LASTNOSTI PIGMENTA

Obarvanost pigmenta je posledica selektivne refleksije in absorpcije vidne svetlobe. Na zaznavo barve vpliva občutljivost človeškega očesa na barvo, vir svetlobe in interakcije svetlobe in površine. Vidna svetloba je elektromagnetno sevanje, ki nastaja v vidnem delu elektromagnetnega spektra na valovni dolžini med 400 in 700 nm, ki jo lahko zazna človeško oko. Do elektromagnetnega sevanja pride, kadar električno in magnetno polje nihata pod določenim kotom in se tako med seboj vzdržujeta. Poleg vidne svetlobe elektromagnetni spekter sestavljajo tudi infrardeča radiacija, ultravijolična radiacija, X-Ray radiacija, mikrovalovi, radijski valovi (Matteini, 2017).

Pri interakciji pigmenta in vidne svetlobe pride do absorpcije dela spektra. Preostali deli spektra ali valovanja se odbijejo in razpršijo. Novo reflektirano valovanje ustvari izgled barve. Pigment lahko samo absorbira svetlobo, in ne more oddajati novih svetlobnih valov. Vidni spekter je razdeljen na intervale, ki predstavljajo določene barve (vijolična, indigo, modra, zelena, rumena, oranžna, rdeča). Barva, ki jo zaznavamo, je odvisna od valovne dolžine svetlobe, ki jo oddaja svetloba, ki seva iz določenega dela vidnega spektra. Zaznavanje barve je odvisno tudi od vira svetlobe, ki jih lahko delimo na direktne in indirektne. Sončna svetloba, ki velja za standardno belo svetlobo, ustvari uniformen spekter vidne svetlobe, med tem ko nekateri umetni viri svetlobe oddajajo valovanje svetlobe, ki niha v intenziteti in lahko naredi barve v določenem delu spektra manj ali bolj intenzivne.

#### **OBSTOJNOST OKRA IN UPORABA TER KOMPATIBILNOST IN STABILNOST OKRA V RAZLIČNIH MEDIJIH**

Hudoklin (1958), Kraigher – Hozo (2007) in Seymour (2003) navajajo, da so dovolj očiščeni in oprani naravni okri trajni in stabilni v vseh slikarskih tehnikah. Uporabni so v pastelih, akvarelih, freski in apnenih temperah, v klejnih barvah, v nemastnih temperah, v mastnih temperah, v mastnem olju, v voščenkah in smolnatih temperah, v enkavstiki in smolnatih barvah. Okri so univerzalen pigment, tudi za mešanje v cement (Kraigher – Hozo, 2007).

Barva iz okrov je prav tako uporabna v vseh plasteh barvnih nanosov in meša se lahko z vsemi namaznimi barvami. Lahko jih uporabimo v vseh plasteh barvnih namazov. Okri, ki vsebujejo samo aluminijeve silikate, so bolj mastni kot okri s primesjo apnenca ali magnezija (Hudoklin, 1958).

Kraigher – Hozo (2007) navaja, da se uporaba okra izključuje s silikatnimi vezivi, kar sicer zavisi od same vrste okra. Tudi Seymour (2003) navaja, da okri niso primerni za uporabo pri izdelavi akrilnih barv, predvsem zaradi nekonsistentnosti v velikosti delcev in zaradi možnosti kontaminacije in nečistoč, ki so prisotne v pigmentu (Seymour, 2003).

V projektu smo preizkusili uporabnost pigmenta sitarjevec v akvarelu, jajčni temperi, gvašu, voščenkah in pastelu. Rezultati so podrobneje opisani v poglavju Vajenice izdelanih barvil in risal s pigmentom sitarjevec.

#### **PORABA OLJA PRI IZDELAVI OLJNIH BARV**

Pri izdelavi oljnih barv iz okrov potrebujemo od 50 do 60 % lanenega olja. Mastni okri, ki vsebujejo glino, potrebujejo več olja in se ne sušijo vodno trdo kot suhi okri, ki vsebujejo kreda (Kraigher – Hozo, 2007). Seymour (2003) navaja visoko absorpcijo olja pri okrih, ki vsebujejo večjo količino gline, kot slabost. Čas sušenja v olju: srednja do počasna (Seymour, 2003).

Okri, ki vsebujejo nekaj železovega oksida, so bolj oranžasti in jih lažje stremo z oljem kot okre, ki so obarvani samo z železovim hidroksidom. Čisto hidroksidni okri so bolj zelenkasti, kot oljnate barve pa lazurnejši in počasneje sušijo. Na splošno rumeni okri srednje pokrivajo ter normalno in (skoraj vsi) trdo sušijo. Opazimo pa, da temnejši bolje sušijo kot svetli (Hudoklin, 1958).

#### **KOMPATIBILNOST Z OSTALIMI PIGMENTI**

Kompatibilnost pigmentov med seboj je zelo pomembna, saj lahko neprimerno mešanje povzroči kemijske reakcije, ki povzročijo degradacijo in optične spremembe. Nekompatibilni so na primer pigmenti, ki vsebujejo baker, svinec, kadmij in žveplo. Svinčeva bela, berlinska modra in kromoksidna rumena se tako na primer ne smejo mešati med seboj, saj lahko pride do kemijske reakcije, ki sčasoma postane opazna ob spremembi tona. Naravni oker lahko mešamo brez škode z vsemi drugimi barvili, tudi s takimi, ki vsebujejo svinec, baker, sulfidno žveplo ali arzen. Zelo so odporni na zraku, svetlobi in vlagi (Hudoklin, 1958).

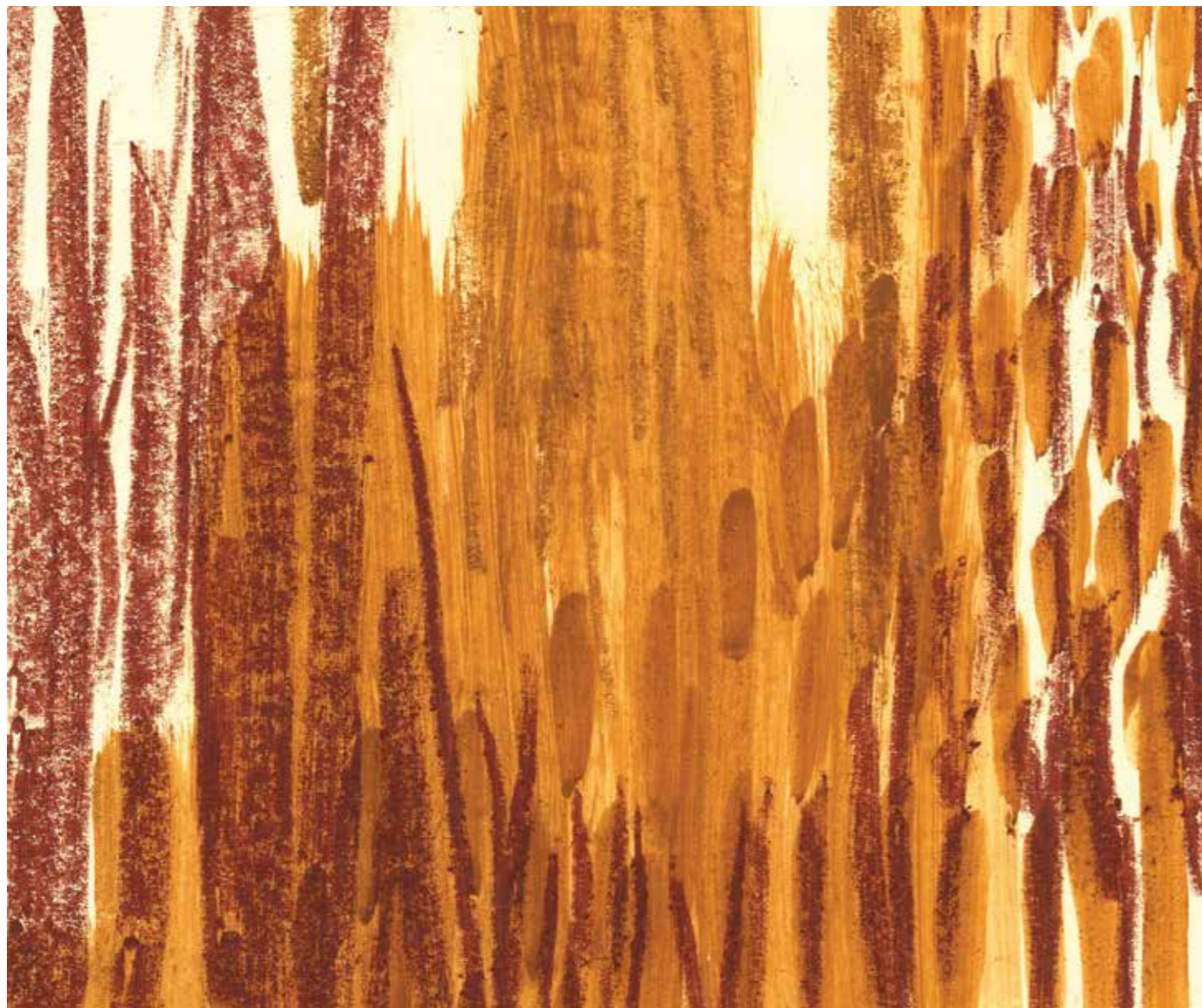
Glede na kemijsko sestavo pigmenta sitarjevec, ki ne vsebuje bakra, svinca, kadmija, vsebuje pa žveplo, bi morali kompatibilnost z ostalimi pigmenti preveriti.

#### **KRITNOST (NETRANSPARENTNOST) IN PROSOJNOST (TRANSPARENTNOST)**

Kritnost ali netransparentnost je mera neprepustnosti elektromagnetne in druge vrste radiacije. V primeru pigmenta se osredotočamo predvsem na vidno svetlobo. Povsem netransparentna substanca ne oddaja nobene svetlobe in jo tako reflektira, razprši ali absorbira. Transparentnost je fizična lastnost, ki dopusti prepuščanje svetlobe skozi material, ne da bi se ta razpršila. V slikarstvu pridemo s kritnostjo in transparentnostjo pogosto v stik, saj je ključna pri izbiri barve. Kritnost ali transparentnost je lahko odvisna od medija, v katerem se nahaja pigment (olje, gumi arabika, jajčna tempera) in pa od vrste pigmenta. Pomembne so tudi velikosti delcev v pigmentu. Manjši, bolj fini delci namreč pripomorejo k bolj prekrivnem nanašanju. Bolj grob pigment bo ob nanosu bolj transparenten.

Kritnost in prosojnost sta pri različnih vrstah okrov različni, načeloma so temnejši okri bolj pokrivni. Pusti okri slabo pokrivajo. Okri, ki vpijajo več olja, tudi bolj počasi in mehkeje sušijo ter radi razpokajo. Čim večji je odstotek železovega oksida, tem gostejše in mehkejše je barvilo; potrebuje manj mastnega olja in kot oljna barva bolj pokriva. Najmanj veziva potrebujejo okri s kristalčasto strukturo. Pri okrih z amorfnostjo dostikrat nastopa poleg železovega oksida ali hidroksida tudi bazični železov sulfat, ki je nastal pri oksidaciji silicijevega sulfida. Taki okri slabše pokrivajo kot čisti železooksidni z enako količino železa. Okri, ki vsebujejo več mangana, na primer rjavi okri in umbra, pospešujejo sušenje mastnih olj in slabo sušičih mastnih namaznih barv (Hudoklin, 1958).

V projektu smo preizkusili kritnost pigmenta sitarjevec v akvarelu, jajčni temperi, gvašu, voščenkah in pastelu. Rezultati so podrobneje opisani v poglavju Komentarji in vajenice izdelanih barvil.



Slika 13: Tamara Pintarič, 2019, Izsek dela *Brez naslova*, voščenka in akril iz naravnega in žganega sitarjevca.

#### OBSTOJNOST NA VISOKI TEMPERATURI

(občutljivost, temnenje, gorenje, razgradnja, izločanje elementov...)

Termostabilnost ali odpornost materiala na visoke temperature je odpornost materiala na spremembo kemijske in fizične strukture (polimerizacije in dekompozicije), ki jo povzroči visoka temperatura. Pri pigmentih je termostabilnost pomembna, saj ne želimo, da pigment v stiku z visokimi temperaturami spremeni izgled in svojo kemično sestavo (*Thermostability*, b.d.). S preverjanjem pigmenta na visokih temperaturah sledimo njegovo občutljivost na visoke temperature, temnenje, gorenje, razgradnjo in morebitno izločanje elementov.

Vsi okri pri segrevanju spremenijo barvo. Naravni rumeni okri pri praženju postanejo rdeči do vijolični. Zeleni, rjavi in rdeči okri potemniijo. Železov hidroksid preide v železov oksid  $Fe_2O_3$ , ki je rdeč. Če se pri praženju pojavijo v okru beli drobc, pomeni, da mu je primešano nekaj težca, krede ali mavca, če pa počrni ali se v njem pojavijo delci oglja, vsebuje organske snovi, največkrat premog (Hudoklin, 1958).

Naravni pigment sitarjevec s termično obdelavo prehaja iz rumenega goethita v različne rdeče (240 stop.C) do vijolične (750 stop.C) odtenke hematita.

#### PREVERJANJE V ALKOHOLU, VODI, AMONIAKU, KISLINAH IN BAZAH

Vode, alkohola ali amoniaka naravni okri ne obarvajo. Z lugi, slabimi kislinami in žveplovodikom ne reagirajo. Malo se raztapljajo le v močni solni kislini. Vsi, posebno rumeni in rjavkasti, pospešujejo rjavenje, če jih naneseemo kot namazne barve neposredno na železo (Hudoklin, 1958).

Odpornost na kisline in baze je pomembna lastnost pigmenta. Pigment, ki v stiku z bazami in kislinami ne reagira, je bolj obstojen.

#### OBSTOJNOST NA SVETLOBI

Svetlobna obstojnost definira odpornost pigmenta na bledenja na svetlobi. Ultravijolična radiacija, ki je del svetlobnega sevanja, namreč povzroči spremembe v kemični strukturi molekule in povzroči izgubo barve. Del molekule, ki vpliva na barvo, je kromofor. V tem delu molekule so energijske razlike med dvema orbitalama molekule v območju vidne svetlobe. Svetloba, ki zadene kromofor, tako spodbudi elektron v vzbujeno stanje.

Med procesom bledenja pride do različnih kemijskih reakcij v molekuli.

Fotoliza: je kemijska reakcija, pri kateri pride do razgrajevanja substance pod vplivom fotonov.

Foto-oksidacija: oksidacija molekule barvila pri vzbuditvi molekule s pomočjo fotonov, ki povzroči reakcijo kromofora z atmosferskim kisikom, kar povzroči bledenje.

Fotokemična redukcija: redukcija molekule z nenasičeno dvojno ali trojno vezjo ob prisotnosti vodika in fotonov, ki imajo dovolj veliko energijo, kar tvori nasičen kromoforni sistem.

Fotokemična senzitivacija: vpliva na celulozne obarvane materiale. Svetloba izloči vodik iz celuloze, kar povzroči fotokemično redukcijo. Sočasna izpostavljenost atmosferskemu kisiku povzroči foto-oksidacijo.

### 3 VAJENICE IZDELANIH BARV IN RISAL IZ PIGMENTA SITARJEVEC

Anja Jerčič Jakob

Pri izdelavi risal in barv smo izhajali iz receptur, pridobljenih iz knjige Tehnologija materialov avtorja Hudoklina (1958) ter Slikarski materiali (M. Kraigher - Hozo, 2007). Recepte smo prilagodili in nadgradili glede na izkušnje.

#### PRIPRAVA PIGMENTA

Pigment smo trli s pomočjo terilne posodice, nato smo ga stresli na stekleno ploščo ter ga še dodatno strli s slikarskimi lopatkami. Kljub temeljitemu trenju smo kmalu ugotovili, da ima pigment preveč primesi, drobnega agregata (nule) in ostalih nezaželenih snovi. Razmišljali smo o drugih dodatnih možnostih čiščenja pigmenta pred sušenjem, o redčenju pigmenta z vodo in dodatnim precejevanjem skozi sito.

#### POSTOPEK IZDELAVE VOŠČENK

V vodni kopeli raztopimo milo, nato posebej še čebelji vosek ter sestavini dobro premešamo. Dodamo glicerin ter pigment in ostale sestavine. Dobljeno mešanico vlijemo v posebne kalupe iz silikona ter počakamo, da se voščenske strdijo.

#### Voščenska iz oker sitarjevca 1

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	50 g + 50 g
čebelji vosek	70 g
milo	70 g
glicerin	5 ml



Ugotovili smo, da je 50 g pigmenta premalo, saj so voščenske preveč blede, zato smo masi primešali še dodatnih 50 g pigmenta. Recept ne vključuje trdnejšega karnauba voska, kar se kaže v mehko. Voščenska se mehča v toploti rok, zato je ustvarjanje oteženo. Pri risanju ostaja velik del voščenske na podlagi, zato je tudi poraba večja in nanos neenakomeren. Zaradi debelih nanosov je onemogočeno detajlno risanje, saj je kontrola nad risalom slabša. S prekrivanjem slojev se spodnji sloji odnašajo. Zaradi mehko je na prvi pogled podobna kupljeni voščenci (tudi pri tej je poraba dokaj velika). Z različno močnim pritiskom lahko ustvarimo različno intenzivnost barve. Ob večji količini vode se voščenska stopi in razmaže.



Slika 14: Debora Oberžan, 2019, *Brez naslova*, voščenska iz žganega sitarjevca.



Slika 15: Ana Strašek: *Brez naslova*, 2019, voščenska iz naravnega sitarjevca.



Slika 16: Katja Kozlevčar: *Brez naslova*, 2019, voščenska iz naravnega in žganega sitarjevca in akvarel iz naravnega sitarjevca.

### Voščenska iz oker sitarjevca 2

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	75 g
čebelji vosek	70 g
milo	50 g
glicerin	5 ml
karnauba vosek	10 g



*Nanos je enako enakomeren in kontroliran, vendar malo mehkejši in s tem debelejši. Obraba voščenske je srednja.*

### Voščenska iz žganega sitarjevca

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	75 g
čebelji vosek	70 g
milo	50 g
glicerin	5 ml
karnauba vosek	po občutku



*Voščenska je trdnejša in je z njo da lažje ustvarjali. Nanos je enakomeren, odvisen od pritiska voščenske na podlago. Voščenko lahko nanašamo kontrolirano. Svetlostni prehodi se z voščenko lepo prikažejo. Zaradi trdote voščenska omogoča risanje s tanjšimi črtami. Obraba voščenske je majhna. Voščenska se ob večji količini vode (po nanosu akvarela) ne stopi in razmaže.*

### Pastel iz oker sitarjevca

POSTOPEK IZDELAVE: Pigment stremo na stekleni plošči, vmešamo kalcijev karbonat in puder, pokapljamo z destilirano vodo ter gumi arabiko. Mešamo, dokler ne dobimo goste paste. Iz paste naredimo svaljke, ki jih položimo na papir in pustimo, da se posušijo.

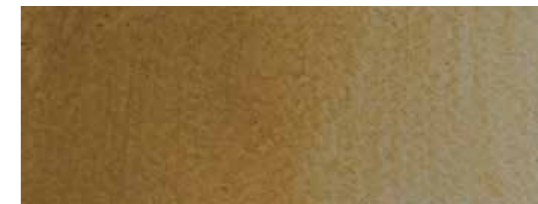
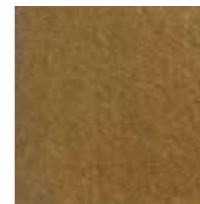
SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	50 g
kalcijev karbonat	14 g
otroški puder	7 g
destilirana voda	po občutku
gumi arabika	po občutku





### Gvaš iz oker sitarjevca

SESTAVINA	KOLIČINA
beli kaolin	10 g
pigment	20 g
voda	po občutku
glicerin	10 g



POSTOPEK IZDELAVE: Pigment in kaolin zmešamo v posodici in dodamo vodo in mešanico vlijemo v majhne posodice.

*Gvaš tehnika je podobna temperi. Barva je gosta in se lazurno nanaša, z veliko vode se lepo razredči in dobi tanjše nanose. Barva vsebuje tudi manjše delce pigmenta, kar je moteče za ustvarjanje (pri nanosu je slišati škripajoči zvok). Ti delci pigmenta so tudi vidni, ko se barva posuši. Za svetlostne prehode je potrebna večja količina vode. Ko se barva na podlagi posuši, ima svetlejši ton in bled učinek.*

### Akvarel iz oker sitarjevca

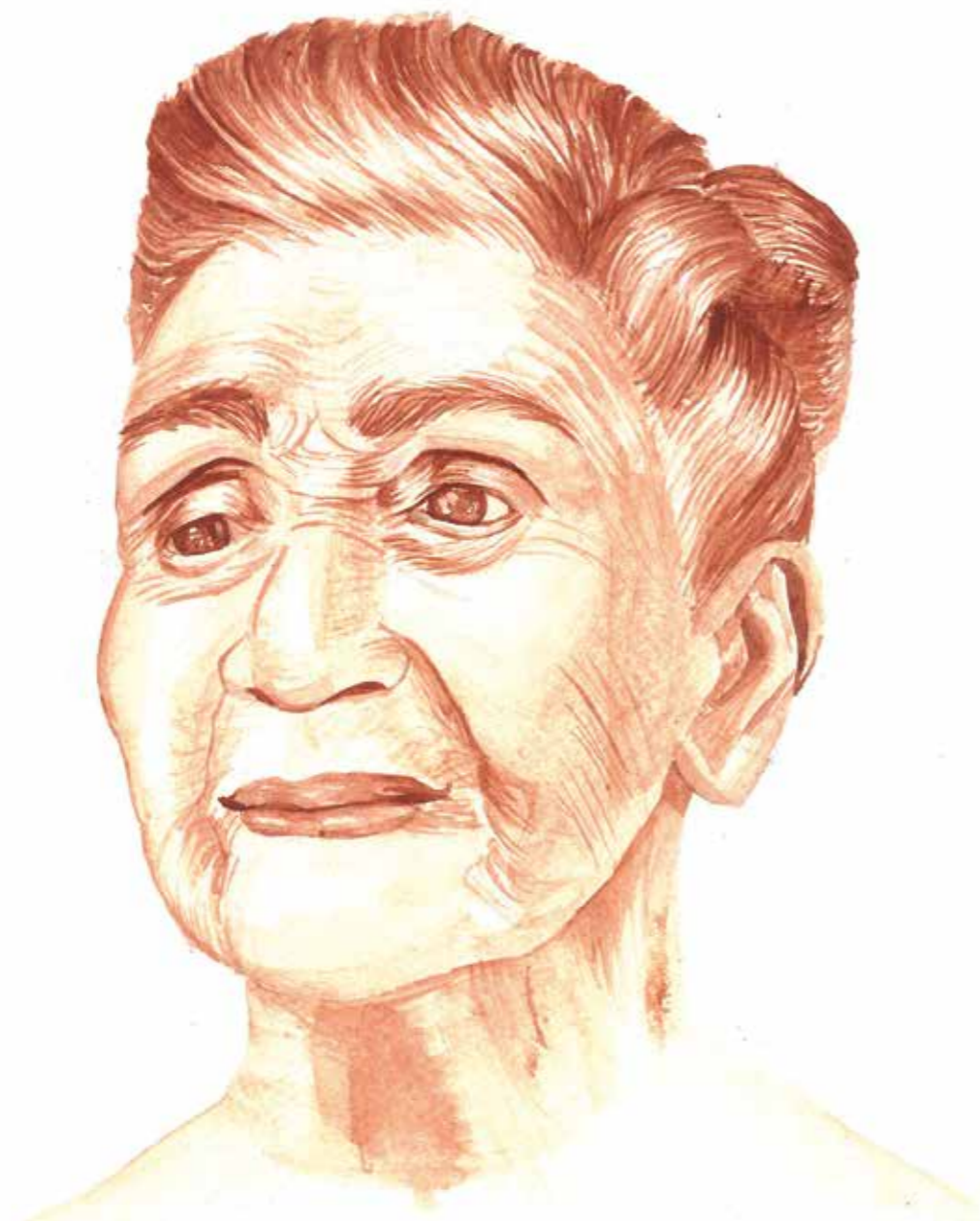
SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	po občutku
glicerin	0,5 dela
gumi arabica (redčena)	1 del
destilirana voda	2 dela



POSTOPEK IZDELAVE: V posodici zmešamo mokre sestavine. Na stekleni plošči razdrobimo pigment ter dolivamo mokre sestavine, dokler ne dobimo željene gostote. Barve razporedimo v majhne posodice ter jih pustimo, da se posušijo.

*Akvarel je zelo suh in potrebno je veliko vode, da je uporaben. V barvi so prisotni manjši trši delci, ki so vidni ob nanosu. Barva se nanaša zelo lazurno in ni zelo kritna. Barva ni tako intenzivna kot pri gvašu in akvarelu z dodatkom medu. Izdelava tonske lestvice je otežena, saj je pigment zelo svetel in se hitro redči.*

Slika 17: Roza Šantej: *Brez naslova*, 2019, gvaš iz naravnega sitarjevca.



### Akvarel iz žganega sitarjevca

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	po občutku
glicerin	0,5 dela
gumi arabica (redčena)	1 del
destilirana voda	2 dela



Akvarel iz žganega sitarjevca je zelo suh. Po močnem omakanju z vodo je akvarel bolj uporaben. Barva se nanaša zelo lazurno in ni zelo kritna. Akvarel je svetlejše barve kot akvarel z medom. V barvi so prisotni manjši trši delci, ki niso moteči pri ustvarjanju.

### Akvarel z dodatkom medu iz naravnega sitarjevca

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	po občutku
glicerin	0,5 dela
gumi arabica (redčena)	1 del
destilirana voda	2 dela
laneno olje	nekaj kapljic
med	po občutku



Slika 18: Ana Strašek: *Portret*, 2019, akvarel iz žganega sitarjevca z medom.



Slika 19: Tamara Pintarič: *Brez naslova*, 2019, akvarel iz naravnega in žganega pigmenta sitarjevca



### Akvarel z dodatkom medu iz žganega sitarjevca

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	80 g
glicerin	25 ml
gumi arabica	20 g
destilirana voda	100 ml
laneno olje	nekaj kapljic
med	po občutku



*Gumi arabiko predhodno raztopimo v 100 ml vode. Pri dodajanju pigmenta pazimo, da zmes ostaja tekoča. Barva se lahko nanaša lazurno in ima zelo temen rjavo-rdeč ton. Prisotna je večja količina trdnejših delcev pigmenta, ki ne motijo slikanja ob večjemu dodatku vode. Z razredčeno barvo je mogoče doseči lepe rdečkaste odtenke, ki se med seboj prelivajo. Akvarel je zelo podoben kupljenemu. Prosojnost je primerna, saj se lepo nanaša čez voščenko.*

### Jajčna tempera iz naravnega sitarjevca

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	po občutku
rumenjaki	1 del
destilirana voda	1 del



**POSTOPEK IZDELAVE:** Uporabimo rumenjaki brez ovojnice. V posodi rumenjaki zmešamo z destilirano vodo v razmerju 1:1 ter močno premešamo. Zmes prilivamo pigmentu na stekleni podlagi. Pigment dobro stremo z jajčno tempero in dodajamo vodo po potrebi.

*V pigmentu je prisotna velika količina trših delcev, ki so vidni pri slikanju. Barva je precej lazurna in za kritnejši nanos je potrebnih več nanosov.*

### Jajčna tempera iz žganega sitarjevca





Slika 20: Voščenske iz žganega in naravnega pigmenta sitarjevec.

Slika 21, desno: sušenje voščenk v silikonskem kalupu.



## 4 VOŠČENKE IZ PIGMENTA SITARJEVEC Anja Jerčič Jakob

Pri izdelavi voščenk smo uporabili mikroniziran pigment sitarjevec, kar je zagotovo pripomoglo k večji kvaliteti voščenk zaradi homogenosti voščene paste.

### RECEPT 1

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	100 g
čebelji vosek	70 g
milo	50 g
glicerin	5 ml

### RECEPT 2

SESTAVINA	KOLIČINA
pigment	75 g
čebelji vosek	70 g
milo	50 g
glicerin	5 ml
karnauba vosek	10 g

### POSTOPEK IZDELAVE:

V vodni kopeli smo najprej raztopili karnauba vosek, nato dodali še čebelji vosek. V raztopljen vosek smo vmešali milo in pigment ter dodali glicerin. Še vročo maso smo vlili v silikonske kalupe.

*Recept 1 se je izkazal za premehkega, zato smo za izdelavo večje količine voščenk uporabili Recept 2.*

*Pri voščenkah iz žganega pigmenta smo uporabili samo 60 g pigmenta in uporabili malo več glicerina, kot je bilo navedeno pri receptu, saj so zaradi drugačne kemijske sestave pigmenta bile voščenske trše in bolj suhe.*





Slika 22: Voščenke iz okra in žgane siene.

## 5 PRIMER LIKOVNO-PEDAGOŠKE AKTIVNOSTI Rober Potočnik

Poznavanje lastnosti pigmenta sitarjevec, njegova uporabnost v slikarski tehnologiji, v risarskih in slikarskih izvedbah ter poznavanje širšega konteksta Rudnika Sitarjevec v smislu kulturne dediščine smo prenesli v likovno-pedagoško dejavnost. Študentke Pedagoške fakultete Univerze iz Ljubljane iz smeri Predšolska vzgoja, Razredni pouk in Likovna pedagogika so osnovala učne priprave, ki temeljijo na znanjih, pridobljenih v projektu. Zaključna aktivnost je bila izvedba likovne delavnice z vključitvijo skupine predšolskih otrok. Pri tem je bilo ključno oblikovanje pristopov oziroma pedagoških strategij z vključitvijo znanj, do katerih smo prišli s predhodno znanstveno in umetniško obravnavo pigmenta.

V izvedbo likovne delavnice smo sprva želeli vključiti ustvarjanje z risali iz pigmenta sitarjevec, a smo se zaradi prisotnosti težkih kovin v pigmentu sitarjevec uporabi izognili. Zaradi barvne podobnosti z okri smo namesto pigmenta sitarjevec in njegove žgane verzije uporabili naravni oker in žgano sieno, ki sta preverjena. Priporočamo, da se pri delu z otroki pigment sitarjevec ne uporablja.

Likovna delavnica je potekala ob naravnem nahajališču pigmenta sitarjevec po tem, ko so si otroci z usposobljenim vodičem ogledali muzejski del rova Rudnika Sitarjevec. V likovno dejavnost so bile tako vključene vsebine s področja narave in družbe.

Otroci so si ogledali rov ter na osnovi te izkušnje doživeli likovni motiv »Kdo vse se skriva v jamskih rovih?« V uvodnem delu delavnice so ob pogovoru otroci predstavili svoja doživetja ob ogledu rova. Sledil je osrednji del, kjer smo ob pogovoru in delu s slikovnim gradivom otrokom posredovali nove likovne in druge pojme. Razložili smo jim razliko med jamami, ki so nastale po naravni poti in rudniki, ki jih je ustvaril človek. Skupaj smo ugotavljali, kaj delamo v jamah in rudnikih in kdo vse v jamah in rudnikih živi. Pokazali smo fotografije živali, ki živijo v Rudniku Sitarjevec, ter fotografije jamskih poslikav, ki jih je ustvaril človek. Otroci so ugotovili, da so v jamah nekoč živeli tudi ljudje. Pokazali smo fotografijo rudniškega blata in reprodukcijo risbe renesančnega mojstra, ki je risal z rdečo kredo. Otroke smo usmerili v opazovanje in opisovanje posebnosti na slikovnem gradivu in v barve, ki so jih opazili v jami. Pozornost smo posebej usmerili v zaznavo črt – linij na slikovnem gradivu. Razložili smo, da v rudnikih kopljemo tudi obarvane rudnine, iz katerih so narejene barve, ter da so prav s takšnimi pigmenti, ki jih najdemo v Rudniku Sitarjevec, slikali že tudi v prazgodovini. Pokazali smo jim rudnine, iz katerih pridobimo pigmente za izdelavo barv, naravni in žgani pigment sitarjevec, vosek ter voščenke ter jim razložili, kako se voščenke naredijo.

Prikazali smo jim možnosti uporabe voščenke ter jih usmerili v prikaz motiva s črtami – linijami. Na mizah je bilo veliko platno podolžnega formata, predhodno pobarvano na črno. Otroke smo vprašali, če jih podlaga, na katero bodo risali (oblika formata in barva) na kaj spominja. Skupaj smo ugotovili, da lahko podlaga predstavlja temo v rovu.

## Učna priprava za likovno delavnico pred Rudnikom Sitarjevec v Litiji



Slika 23: Likovni izdelek otrok.

Sledila je napoved likovne naloge in nato likovno izražanje otrok v skupini. Otroci so ustvarili skupinsko delo na velik format ter risali z voščenkami iz žgane siene in okra. Po spominu ali na podlagi svojih predstav in domišljije so upodobili živali, ki živijo v jamah, ter njihovo okolje; odgovarjali so na vprašanje »kdo vse se skriva v jamskih rovih?«. Opomnili smo jih tudi na kapnike, ki so jih videli v jami.

V zaključnem delu, po končanem likovnem izražanju, smo pospravili delovno površino ter likovni material. Pogovorili smo se o izdelkih ter obnovili našo nalogo: ali smo prikazali »Kdo vse se skriva v jamskih rovih?« (bitja, ki živijo v rovu, njihov svet, sledi, ki jih puščajo...)? Smo risali s črtami – linijami? Smo prikazali živali in njihov svet na nevsakdanji, poseben način tako, kakor smo si ga samo mi predstavljali? Skupinske izdelke smo postavili skupaj, da je nastala daljša risba. Otroci so predstavili svoj izdelek ter sestavili štiri nastala skupinska dela v dolg pas.

Nastali so skupinski likovni izdelki po spominu, predstavah in domišljiji. Otroci so s črtami – linijami upodobili živali, ki živijo v jamah, ter predstavili njihovo življenjsko okolje ter posebnosti, npr. puščanje njihovih sledi v rovu. Podolgovat, večji format in črno ozadje sta otroku omogočala še lažje podoživljanje posebnosti izkušnje obiska rova ter same povezave s prikazanim slikovnim gradivom, od jamskih poslikav do likovnih materialov, ki imajo povezavo z omenjenim rovom. Nastali so spontani, nevsakdanji ter svojstveno prepričljivi likovni izdelki, polni delovne vneme, kar se kaže v doživetih prikazih, intenzivnosti, nizanju linij ter barvni kombinaciji.

**Avtor:** Projektna skupina *Možnosti uporabe pigmenta sitarjevec v slikarstvu*.

**Mentor s PEF:** doc. mag. Anja Jerčič Jakob in doc. dr. Robert Potočnik.

**Vrtec:** Vrtec Litija, Enota Griček (skupina Mravljice in Metuljčki) in Enota Najdihojca (skupina Zajčki).

**Datum:** 31. 5. 2019.

**Starostna skupina:** 4-6 let.

**Št. ur:** 1.

**Cilji / otroci:**

- doživljajo, spoznavajo in uživajo pri likovni dejavnosti,
- spoznajo geološke pojave in procese na različne načine (neposredno opazovanje),
- spoznajo življenje rudarjev v preteklosti,
- spoznajo naravno in kulturno dediščino domačega kraja,
- spoznajo risarski material - voščenske ter njeno sestavo (vosek in pigment),
- spoznajo likovni pojem črta - linija.

**Likovno področje:** risanje.

**Likovna naloga:** oblikovanje motiva z neenakomernim razporejanjem linij po spominu, domišljiji in doživetjih.

**Likovna tehnika:** voščenska.

**Likovni motiv:** Kaj vse se skriva v jamskih rovih?

**Likovni materiali in pripomočki:** voščenske, pigmenti žgana siena in oker, zaščita za mize, platna podolžnega formata, grundirana z črno barvo.

**Učne oblike:** frontalna, individualna, skupinska.

**Učne metode:** metoda praktičnega dela, pogovor, razlaga, delo s slikovnim gradivom, demonstracija likovne tehnike.

**Učna sredstva in pripomočki:** fotografije, dve vrsti pigmenta, vosek.

**Vrsta učne ure:** kombinirana (teoretična in praktična).



Slika 24: Razstava v galeriji MITNICA.



## 6 RAZSTAVA VOŠČENKE IZ PIGMENTA SITARJEVEC V ULIČNI GALERIJ MITNICA Anja Jerčič Jakob

Razstava študentov Pedagoške fakultete v galeriji MITNICA predstavlja začetek novega sodelovanja Pedagoške fakultete z Naravoslovnotehniško fakulteto.

Galerija MITNICA, razstavišče pred Naravoslovnotehniško fakulteto, deluje kot ulični galerijski prostor od leta 2014 dalje. Galerija MITNICA je skupno delo Zavoda za gradbeništvo Slovenije (ZAG) in njegovega Mednarodnega konservatorskega centra modernih in sodobnih umetnosti (MACC), v okviru katerega je nastal Laboratorij za raziskave arhitekturne dediščine 20. stol., ter Univerze v Ljubljani (UL) – Naravoslovnotehniške fakultete, Katedre za oblikovanje tekstilij in oblačil.

Razstava z naslovom Voščenske iz pigmenta sitarjevec je bila v galeriji MITNICA med 22. 6. in 20. 7. 2022. Razstavljeni risarska dela so ustvarile študentke drugega letnika Oddelka za likovno pedagogiko Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Pri predmetu Risanje je v drugem letniku študij usmerjen predvsem v seznanjanje in razumevanje logične strukture metode risarskega procesa po modelu: od opazovanja, preko skice do prostorsko in kompozicijsko celovitega dela. Na podlagi usvojenega znanja so izbrana dela usmerjena predvsem v individualno raziskovanje in eksperimentalno delo in ustvarjena ob raziskovanju izraznih potencialov potezanja in barvitosti voščenk iz pigmenta sitarjevec, naravne in žgane verzije.

Risarska dela so bila koncipirana v skladu s smernicami, ki jih narekuje specifični galerijski objekt, z mislijo o njihovi prostorski postavitvi, zato smo razmišljali o risanju na prosojen nosilec. Odločili smo se za paus papir in papir pergamena, raziskovali situacije, ki so nastajale ob načrtovanem in naključnem prekrivanju nosilcev. Hkrati pa smo želeli predstaviti pigment sitarjevec oziroma njegovo barvitost v vsej njegovi intenziteti, k čemur je dodatno pripomogel prosojen papir in presevanje svetlobe skozenj. Čar skupinske postavitve v galeriji MITNICA je zagotovo neprestano spreminjanje svetlobe, ki preseva skozi dela in jih osvetljuje, ter presevanja in odsevanja zunanjega okolja. Interaktivnost z zunanjimi okoliščinami pogojuje nenehno spremenljivost in živost postavitve.



Slika 25: Razstava v Mestnem muzeju Litija.

## 7 RAZSTAVA VOŠČENKE IZ PIGMENTA SITARJEVEC V MESTNEM MUZEJU LITIJA

Anja Jerčič Jakob



Slika 26: Razstava v Mestnem muzeju Litija.

Zaradi aktualnosti teme in pionirskega raziskovanja pigmenta sitarjevec kot slikarskega materiala je bila Pedagoška fakulteta UL, smer Likovna pedagogika, povabljena na I. Festival dediščine podzemnih arhitektur, dogodek v sklopu prireditve Dnevi evropske kulturne dediščine. Razvojni center Srca Slovenije in Zavod za gradbeništvo Slovenija kot organizatorja festivala sta Pedagoško fakulteto UL povabila k predstavitvi nastalih del v obliki samostojne razstave, ki je potekala v Mestnem muzeju Litija, od 3. 10. 2022 do 8. 11. 2022.

Razstava je bila odprta dne 3. 10. 2022 in vključena v I. Festival podzemnih arhitektur, ki je potekal v Mestnem muzeju Litija od 16.00 do 18.00 ure in bil vsebinsko osredotočen na predstavitev raznolikosti geološke dediščine Rudnika Sitarjevec Litija. Strokovnjaki z različnih področij so na okrogli mizi in predavanjih predstavili poglede o novih pristopih pri razvoju te pomembne podzemne arhitekture, z razstavo pa smo popestrili in razširili pogled na rudniški material.

Razstava je bila postavljena v prenovljene kletne prostore Mestnega muzeja Litija, ki je namenjen občasnim razstavnim projektom. Razstavni prostori niso omogočali postavitve v prostor, zato smo se odločili za klasično postavitev risarskih del na stene prostora. Poigrali smo se s postavitvijo velikoformatnih risb in delnim prekrivanjem ter se s končno postavitvijo, ki je zaobsegala celotne stene, spogledovali s formo murala.

## 8 ZAKLJUČEK Anja Jerčič Jakob, Mateja Golež

Material, ki se nalaga v rovih in skozi nekatere rove v obliki suspenzije odteka v reko Savo, je pridobil na novi aplikativni vrednosti. Z znanstveno, umetniško ter pedagoško raziskavo smo dokazali, da je uporaben v slikarstvu. Karakterizacija lastnosti pigmenta, poznavanje njegovega obnašanja v risalih in slikarskih barvah, identificiranje izraznih potencialov v posamezni tehniki, nov metodološki pristop izdelave risal in slikarskih sredstev, umeščanje uporabnosti pridobljenih znanj v delavnice s predšolskimi otroki so prav gotovo rezultati, ki izkazujejo družbeno korist v lokalnem in širšem regionalnem okolju.

Zaradi vsega naštetega je pigment sitarjevec uporaben kot slikarski material. Z načinom pristopa k njegovi uporabni vrednosti vplivamo na spremembo interpretacije kulturne dediščine, saj je slikanje z naravnimi pigmenti Rudnika Sitarjevec sodobnemu slikarstvu skoraj nepoznano, navkljub dejstvu, da slikanje s takšnimi materiali sega že v prazgodovino.

Vsa znanja, ki so bila pridobljena v času obeh projektov, smo v največji možni meri prenesli v pedagoški proces. Izdelali smo primere učnih priprav za vrtce in za poučevanje likovne umetnosti v osnovnih šolah ter uspešno izvedli delavnico s predšolskimi otroki. Vključevanje pigmenta sitarjevec v pedagoške in ustvarjalne prakse ne pomeni le ponovne popularizacije rudnika Sitarjevec in plemenitenja rudarske kulturne dediščine, gre namreč tudi za ustvarjanje dediščine za prihodnje generacije.

Rudnik Sitarjevec Litija ima muzejsko vrednost in gotovo je, da uporabnost pigmenta v slikarski tehnologiji lahko pripomore k večji prepoznavnosti Rudnika Sitarjevec. V Sloveniji prav tako ni doslej poznanih nahajališč naravnih okrov. Rudnik Sitarjevec je zato prvo poznano nahajališče naravnega pigmenta okra, ki je bilo znanstveno, umetniško in pedagoško obravnavano skozi proces znanstvenih, umetniških in pedagoških raziskav.

Projekt bi bilo gotovo smiselno nadaljevati oziroma nadgraditi z izvedbo dodatnih znanstvenih raziskav pigmenta, ki so zaradi finančne omejenosti bile izvzete (obstojnost pigmenta v slikarskih in risarskih tehnikah). V primeru, da se ob dodatnih analizah izkaže visoka uporabnost pigmenta, je kot slikarski ali risarski material primeren tudi v likovni pedagoški praksi v predšolskih in šolskih vzgojnih institucijah, kjer bi lahko potekale aktivnosti nadaljnjega projektnega dela. Prav tako bi lahko nadgradili možnosti sistematičnega razvijanja kred, voščenk ali drugih barv iz pigmenta sitarjevec.

Smisljeno bi bilo preizkusiti uporabnost pigmenta v umetniški keramiki, kjer se zaradi drugačne tehnologije in postopkov uporabe lahko izkaže uporabnost precej dobra. Nadgradnja projekta lahko poteka tudi iz arhitekturnega vidika. Rudnik Sitarjevec ni zanimiv samo zaradi svojih rudnih bogastev temveč tudi arhitekturnih, ki bi jih bilo prav tako vredno ponovno ovrednotiti in raziskati njihove potenciale. Blizu rudniškega rova namreč stoji zanimiva arhitekturna industrijska rudarska kulturna dediščina, stavba, ki je služila kot sortirnica rude; možnost regeneracije je namreč velika.

Obravnava uporabnosti pigmenta sitarjevec v slikarstvu je inovativen pristop, saj Zavod za gradbeništvo Slovenije kot krovna institucija, ki med drugim raziskuje tudi rudniško kulturno dediščino, tokrat prvič pristopa k obravnavi tematike v takšnem sodelovalnem odnosu, ki vključuje tudi umetniško in pedagoško obravnavo mineralnega vira. Rudnik sitarjevca bi lahko postal prvo poznano nahajališče naravnega pigmenta v Sloveniji, ki bo znanstveno, umetniško in pedagoško obravnavano skozi proces znanstvenih, umetniških in pedagoških raziskav. S tem bi Rudnik Sitarjevec lahko postavili ob bok svetovno znanim nahajališčem pigmentov, ki so uporabni in zelo iskani v slikarski tehnologiji.



Slika 27: Razstava v Mestnem muzeju Litija.

## 8 LITERATURA IN VIRI

- Babin, A.** (2021). *Pigment safety*. Pridobljeno s: <https://www.nontoxichub.com/pigment-safety>.
- Bahovec, E. D.** (ur.). (1999). *Kurikulum za vrtce*. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport.
- Bednarik, R.** (2014). *Paleoart of the Lower Paleolithic*. Progress in Arts and Humanities. AH Vol. 1, 1-12, American V-King Scientific Publishing.
- Golež, M, et al.** (2018). *Znanstveno-umetniški potenciali rudnika Sitarjevec. Rudnik Sitarjevec odkriti zaklad*. Zbornik prispevkov. Strokovni simpozij o rudniku Sitarjevec in srečanje rudarskih mest. Litija.
- Hudoklin, R.** (1958). *Tehnologija materialov, ki se uporabljajo v slikarstvu. Del 2. Slikarska barvila, veziva in rdeča*. Ljubljana: Vzajemnost.
- KOEL,** (2022). Pridobljeno s: <https://www.koelcolours.com/blog/pigments/difference-organic-pigments-inorganic-pigments>.
- Kraigher – Hozo, M.** (2007). *Metode slikanja i materiali (razširjena izdaja)*. Sarajevo: Kult B.
- Limonit.** (b. d.). Pridobljeno s: <https://www.kremer-pigmente.com/media/pdf/17000MSDS.pdf>.
- Lumbard, J.** (2020). *Indentification – Limonite*. Pridobljeno s <https://saffronwaldenmuseum.swmuseumsoc.org.uk/identification-limonite/>.
- Matteini, M.** (2017). *Chemistry for Restoration. Painting and Restoration Materials*. Firenze: Nardini.
- SDC,** (2013). Pridobljeno s: <https://colour-index.com/definitions-of-a-dye-and-a-pigment>.
- Senthil Kumar, K.** (2014). *Light Fastness of Textiles: Factors Affecting and Control Measures*. Pridobljeno s: <https://textilelearner.blogspot.com/2014/09/light-fastness-of-textiles-factors.html>.
- Seymour, P.** (2003). *Artist's Handbook*. London: Arcturus Publishing Limited.
- Thermostability.** (b. d.). Pridobljeno s: <https://en.wikipedia.org/wiki/Thermostability>.
- Toplak, N., et al.** (2021). *Diversity of Bacterial Populations with Iron Oxide/Hydroxide Formations in the Abandoned Sitarjevec Mine (Slovenia)*.



# Pigment sitarjevec

## v slikarski tehnologiji in praksi

**Urednici:** Anja Jerčič Jakob in Mateja Golež

**Avtorji:** Anja Jerčič Jakob, Mateja Golež, Robert Potočnik

**Recenzija:** izr. prof. dr. Bea Tomšič Amon, doc. dr. Sabina Dolenc

**Oblikovanje:** Anja Jerčič Jakob

**Fotografija:** arhiv Oddelka za likovno pedagogiko UL PEF, arhiv ZAG

**Lektoriranje:** Jure Jakob

**Izdala:** Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

**Zanjo:** prof. dr. Janez Vogrinec, dekan UL PEF

Prva elektronska izdaja.

Dosegljivo na <http://pefprints.pef.uni-lj.si>

Ljubljana, 2023

© Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Publikacija je brezplačna.

Izdajo publikacije je omogočil Sklad Univerze v Ljubljani za umetniško področje in UL PEF.



Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID= 135177475

ISBN 978-961-253-306-9 (PDF)