

Lana Križaj

Industrijske boje za povijesna pročelja¹

Lana Križaj
Ministarstvo kulture i medija RH
Uprava za zaštitu kulturne baštine
Konzervatorski odjel u Krapini
HR – 49000 Krapina, Magistratska 12

UDK 72.023.2:7.025.3/4
72.025.3/4:667
Pregledni rad/ Subject Review
Primljen/Received: 19. 7. 2021.

Ključne riječi: boje na bazi umjetnih smola, mineralne boje, silikatne boje, silikonske boje, vapnene boje, vapno, vodeno staklo (kalijev silikat)

Keywords: synthetic resin paint, mineral paint, silicate paint, silicone paint, lime paint, lime, waterglass (potassium silicate)

U radu je dan pregled osnovnih vrsta boja primjenjivih za završnu obradu vanjskih površina povijesnih građevina, a to su vapnene, silikatne i, u novije vrijeme, silikonske boje.

Uvodno su pojašnjeni osnovni pojmovi poput boje, pigmenta i veziva, čije je poznavanje nužno za daljnje razumijevanje teksta.

Veziva i pigmenti mogu biti organski i anorganski (mineralni) pa sukladno tomu razlikujemo mineralne boje od onih na bazi umjetnih smola.

Boje na bazi umjetnih smola čine danas najzastupljeniju skupinu premaza, ali zbog svojih karakteristika kao što su niska paropropusnost te stvaranje elastičnog, zatvorenog filma nakon sušenja nisu pogodne za primjenu na povijesnim građevinama.

U konzervatorskoj se praksi većinom upotrebljavaju mineralne boje u koje spadaju vapnene i silikatne, a u novije vrijeme i silikonske boje koje objedinjuju svojstva mineralnih i boja na bazi umjetnih smola.

UVOD

Problematika bojenja pročelja povijesnih građevina razmjerno je slabo zastupljena u stručnoj literaturi, a osobito nedostaje radova koji bi se bavili tehnološkim aspektima ovoga uskog, ali bitnog segmenta obnove graditeljske baštine.²

Kao najcjelovitiji primjer sakupljenih saznanja i promišljanja ove teme u domaćoj stručnoj literaturi valja istaknuti

zbornik referata održanih na savjetovanju *Koloristička obrada pročelja povijesnih zgrada* koje su sada već davne 1982. godine organizirali **Društvo konzervatora Hrvatske i Restauratorski zavod Hrvatske**.

Ova hvalevrijedna knjižica bavi se teorijsko-estetskim aspektima kolorističke obrade pročelja u smislu interpretacije, valorizacije i prezentacije nalaza konzervatorsko-restauratorskih istraživanja te izražajnim i doživljajnim aspektima boje pročelja kao završnog oblikovanja povijesne građevine, koja joj daje konačni izgled, čineći pri tom oblikovni element ne samo pojedinačne građevine nego i **čitavog** ambijenta, grada odnosno kulturno-povijesne cjeline.

Iako u uvodnom izlaganju Maroević dotiče problematiku upotrebe suvremenih tehnologija boje i nemogućnost postizanja izvornog izgleda vapnenih boja (transparentnost, blistavost) silikatnim, silikonskim ili drugim suvremenim tehnologijama, on ju detaljnije ne razrađuje, kao niti drugi sudionici savjetovanja, koji se tek mjestimice upuštaju u navođenje naziva konkretnih proizvoda (npr. silikonsko higrofolno sredstvo *Chromos Chromosil S*, boje *Chromosil PB* i *Alfakolor HD* itd.) čija je primjena na povijesnim građevinama u to vrijeme davala dobre rezultate.

Niti u drugim europskim zemljama, pa tako ni na razini Europe nije postignut konsenzus oko (prihvatljivih) tehnologija bojenja povijesnih pročelja, pa stoga još uvijek ne postoji ni europska norma za to područje, a rijetke su i smjernice i preporuke koje bi davale konkretnije upute ili navodile dobre primjere iz prakse i služile kao pomoć za donošenje konzervatorskih odluka vezanih uz odabir tehnologije bojenja pročelja.

Rijetke države koje su se otisnule korak dalje i izradile upute, preporuke ili smjernice za obnovu graditeljske baštine u kojima se bave i segmentom bojenja pročelja još uvijek se drže temeljnih načela *Venecijanske povelje*³ i

¹ Pod pojmom industrijskih boja u kontekstu ovoga rada podrazumijevamo industrijski predgotovljene komponente boja koje se miješaju na gradilištu odnosno industrijski proizvedene jednokomponentne boje koje na gradilište stižu spremne za upotrebu, za razliku od povijesnih boja koje su se spravljale i miješale ručno.

² KRIŽAJ, LANA, 2016., 278-280.

³ *The Venice Charter*, ICOMOS, 1964.

*Dokumenta o autentičnosti iz Nare*⁴, koji zagovaraju poštivanje izvornih materijala i **očuvanje autentičnosti**.⁵

Tako primjerice austrijske smjernice također daju prednost obnovi povijesnih pročelja izvornim, povijesnim tehnologijama bojenja bojama na osnovi vapna, ali ne odbacuju niti mogućnost uporabe industrijskih boja ukoliko primjena izvornih tehnologija iz nekoga razloga nije moguća te se pokaže potreba za uporabom industrijski predgotovljenog sustava. No, tada je prije donošenja konačne odluke potrebno provjeriti sva građevinsko-fizikalna svojstva novog materijala kao i same povijesne građevine, kako bi se izbjegao negativni učinak na izvornu povijesnu supstancu, pri čemu se treba osloniti na odgovarajuća znanstvena ispitivanja, ali i iskustvo u upotrebi istih tehnologija na srodnim povijesnim građevinama.⁶

Budući da na europskoj razini postoji svijest o tome kako je upravo pomanjkanje takve norme glavna prepreka unaprjeđenju proučavanja završne obrade pročelja povijesnih građevina, kamo spadaju završni zaštitni i dekorativni premazi, pa tako i boje, upravo je ovih dana usvojena europska norma *EN 17543 Conservation of Cultural Heritage – Finishes of built heritage – Investigation and documentation (EN 17543 Očuvanje kulturne baštine – Završna obrada površina u graditeljskoj baštini – Istraživanje i dokumentiranje)*.⁷

Radi se o normi koja tek uspostavlja standardni pristup istraživanju završnih obrada povijesnih građevina, tako da izrada norme kojom će biti definirane prihvatljive vrste industrijski proizvedene boje za primjenu na graditeljskoj baštini tek predstoji.

S obzirom na to da je u našoj konzervatorskoj praksi već dugi niz godina uvriježena upotreba industrijski proizvedenih boja na bazi vapna, vodenoga stakla i silikona, a njihova upotreba zastupljena je i širom Europe, namjera je ovoga rada dati osnovni uvid u vrste boja, njihovu povijest, tehnološke karakteristike i primjenjivost na graditeljskoj baštini, ne bi li poslužio kao osnovni smjerokaz u procesu planiranja i odabira najpovoljnije tehnologije završne obrade pročelja u kontekstu konzervatorskih zahvata na cjelovitoj obnovi kulturnog dobra.

O BOJAMA OPĆENITO

Boje, pigmenti, veziva

Boje se u svojoj osnovi dobivaju miješanjem pigmenta i veziva. Možemo reći da su one neprozirne disperzije sitnih

netopivih čestica pigmenta u tekućem vezivnom sredstvu, koje veže kako čestice pigmenta jedne uz druge tako i za podlogu.⁸ Uz te dvije komponente u boje se najčešće dodaju i punila, a može im se dodati i cijeli niz dodataka koji, primjerice, ubrzavaju njeno sušenje (*sikativi*) ili poboljšavaju neka druga njihova svojstva.⁹

Boje se dijele na čisto umjetničke boje i boje za ličenje. Boje za ličenje su one koje su nastale miješanjem prave umjetničke boje i gipsa ili kaolina, naprosto radi uštede odnosno kako bi se dobila veća količina boje.¹⁰

Boje na površinama zgrada, bilo vanjskim ili unutrašnjim, imaju dvojaku ulogu: zaštitnu i dekorativnu. Kada ih primjenjujemo na građevinama, one postaju dijelom dinamičnog sustava, koji se sastoji od nositelja (zidane, drvene, metalne, betonske strukture itd.), međusloja (žbuke, gipsa) i same boje, pri čemu one mogu kako blagotvorno tako i štetno utjecati na stanje preostalih dviju komponenti.¹¹

Pigmenti su čvrste tvari u obliku sitnih pojedinačnih čestica, koje se u suhom stanju pojavljuju u dva osnovna strukturna oblika: kao *agregati*, u kojima primarne čestice stvaraju kristalne plohe, ili kao *aglomerati*, u kojima su primarne čestice povezane slabijim vezama nego kod agregata.

Veličina i oblik čestice utječu na izgled boje, tako da velike čestice daju zrnatu, mat teksturu te na svojstva poput otpornosti na svjetlost, neprozirnost, gustoću, tečenje i lakoću nanošenja kistom.

Prije nanošenja ili rukovanja, pigment se mora dobro raspršiti u vezivo. Idealno raspršen pigment je onaj u kojemu je svaka čestica pojedinačno i posve ovlažena i obavijena tankim filmom vezivnog sredstva. Čestice pigmenta se ne otapaju u vezivnom sredstvu s kojim se miješaju.

Pigmente po njihovom podrijetlu dijelimo na **anorganske** i **organske**.

Među **anorganskim** pigmentima, razlikujemo tri vrste: *zemljane*, *mineralne* i *sintetičke*.

Zemljani pigmenti uključuju prirodne spojeve nastale izlažanjem željeza, manganskih ruda ili glinenca (koji sadrži aluminij i silicij) vremenskim prilikama. Dolaze u širokom rasponu okera, umbre i drugih zemljanih tonova.

Mineralni pigmenti javljaju se u prirodi u obliku minerala. Tu spadaju cinober, lapis lazuli (ultramarin) te bijeli minerali poput kineske gline (kaolina), krede, sadre i barita.

Sintetički (industrijski) anorganski pigmenti ne nalaze se u

4 *The Nara Document on Authenticity*, ICOMOS, 1994.

5 Više o autentičnosti vidjeti u: KRIŽAJ, LANA, 2016., 280-282.

6 HOCHÉ-DONAUBAUER, BEATRIX; LIEBICH, HANNA A. (Redaktion), 2015., 119-124.

7 *EN 17543 Conservation of Cultural Heritage – Finishes of built heritage – Investigation and documentation*, usvojena 28. 6. 2021., bit će objavljena 11. 8. 2021. Hrvatski tehnički odbor za zaštitu kulturne baštine HZN/TO 546 pri Hrvatskom zavodu za norme pozitivno se očitovao o prijedlogu nacrtu norme te je ona u postupku prihvaćanja kao hrvatska norma.

8 Disperzija je fina raspršenost tvari u prostoru ili raspršenost jedne tvari u drugoj. Prema finoći čestica (stupanj disperzije) koje se nalaze raspršene u nekoj tekućini razlikujemo: suspenzije, emulzije, koloidne otopine i prave otopine. Školska bilježnica L. Križaj iz predmeta Slikarska tehnologija, prof. Štefica Biljak (dalje: ŠB Slikarska tehnologija), Škola za primijenjenu umjetnost i dizajn, Zagreb, smjer: Slikarstvo, 4. razred, šk. g. 1985./86., 1.

9 Sredstva koja ubrzavaju sušenje masnih oksidirajućih ulja. URL= <https://slikarskatehnologija.wordpress.com/2014/04/17/sikativi/> (1. svibnja 2021.).

10 BRKIĆ, NEMANJA, 1984., 19.

11 HENRY, ALISON; STEWART, JOHN (ur.), 2011., 437.

prirodi nego se industrijski proizvode. Tu spadaju metalni oksidi, niklovi titanati i smjese kobalta i nikla. Većinom su otkriveni tijekom 18. i 19. st., ali se mnogi od njih zbog toksičnosti više ne upotrebljavaju niti ih se može nabaviti.

Od **organskih** pigmenata razlikujemo *prirodne* i *sintetičke* organske pigmente. Radi se o pigmentima koji u svome sastavu imaju složene ugljikove spojeve. Prirodni ugljikovi spojevi mogu biti životinjskog ili biljnog podrijetla. Budući da su mnogi topivi u vodi, a da bi se upotrebljavali kao pigmenti moraju biti netopivi, oni se izlažu postupku fiksiranja ili taloženja pri kojemu se bojilo taloži na inertni pigment ili supstrat.

Crveni pigment biljnog podrijetla koji je u upotrebi i danas dobiva se izlučivanjem alizarinskog ili purpurnog bojila iz korijena biljke broć. Karminska crvena, poznata u Europi od sredine 16. stoljeća, dobiva se od košenilske uši.¹² No, postoji i cijeli niz prirodnih organskih pigmenata koji se danas više ne upotrebljavaju, kao što je primjerice indijska žuta proizvedena od urina krava koje se hrane lišćem manga, zatim sepija koji se dobiva od crnila lignje ili sipe, zmajeva krv koja se proizvodi iz ploda ratan-palme te možda najbizarniji od svih tzv. mumija, bitumenski pigment koji se nekoć pripremao od ostataka balzamiranih egipatskih mumija.

Sintetički organski pigmenti složeni su ugljikovi spojevi kojih nema u prirodi, nego se proizvode u laboratoriju. Postojani sintetički organski pigmenti rabe se od 1935. godine, kada su izumljene ftalocijaninska plava i zelena. Njihova proizvodnja je razmjerno jeftina, a iznimno su postojani na svjetlost i izrazito su jaki. S iznimkom alizarina i indiga, sintetički pigmenti nemaju veze s prirodnim bojilima.¹³

Poput pigmenata, i veziva mogu biti **organska i anorganska (mineralna)**. Ona povezuju čestice pigmenta međusobno u film i pričvršćuju ih, zajedno sa sobom, na neku podlogu.

Premazi boje moraju s podlogom stvoriti kompaktnu, čvrstu i trajnu površinu. Veziva štite od vanjskih utjecaja i pigmente i podlogu, a također utječu na optički izgled boje zbog specifične refleksije svjetlosti.¹⁴

Vapno spada u red mineralnih veziva, a njegova vezivnost počiva na pretvaranju gašenog vapna u vapnenac, pri čemu on okameni pigmente boje u sebi. Na njemu počivaju *buon*

*fresco*¹⁵ i *fresco secco*¹⁶ slikarstvo te tehnika zgrafta.¹⁷

Također, i **vodeno staklo** spada u red mineralnih veziva, a ujedno to je i najjače vezivo koje se primjenjuje u slikarstvu. Otkrio ga je Basilius Valentinus, benediktinski redovnik rođen 1394. u Njemačkoj u Mainzu, preminuo 1450., alkemičar, koji je izvrsno poznao rudarstvo i metalurgiju.¹⁸

Po svom sastavu vodeno staklo je kemijski spoj dobiven topljenjem kvarca i sode (natrijeva karbonata) odnosno potaše (kalijeva karbonata). Pri taljenju, silicijska kiselina (H_2SiO_3) oslobađa iz sode odnosno potaše ugljični dioksid i spaja se s natrijem u natrijev silikat odnosno s kalijem u kalijev silikat, koji su topivi u vodi. Ako premaz vodenog stakla dođe u dodir s ugljičnim dioksidom iz zraka, on se veže s lužinom, a silicijska kiselina se izluči u obliku amorfnе čvrste mase. Dakle, vodeno staklo se pod utjecajem zraka vraća u svoje prvobitno stanje – u kvarc. Prema tome, premaz vodenog stakla pretvara se na zraku u silikat, tj. okamenjuje se. Ako se pigmentna boja pomiješa s vodenim staklom, ono obavije zrnca boje i pri očvršćivanju stvara jedinstvenu kamenu masu.¹⁹

15 Tehnika zidnog slikarstva *buon fresco* uključuje uporabu pigmenata otopljenih u vodi ili vapnenom mlijeku koji se nanose na svježe ožbukani zid. Pigmenti bi trebali biti postojani na svjetlost, trajni i otporni na lužine. Tanki sloj svježe, vlažne žbuke upija boju i zajedno se s njom stapa u trajni, tvrdi sloj vapnenačkih karbonata. To što, poput pigmenata u većini drugih slikarskih tehnika, ne ovisi o prijanjanju na podlogu, nego postaju njenim sastavnim dijelom, čini *buon fresco* jednom od najpostojanijih tehnika zidnog slikarstva. Usp. SMITH, RAY, 2006., 279.

16 U ovoj tehnici slika se na suhoj vapnenoj žbuci. Radi toga boja mora biti priređena s vezivom. Kao vezivo koristi se vapneni kazein, kazeinska tempera, jajčana tempera ili uljno-jajčana tempera. Žbuka se priređuje isto kao i za *buon fresco* te se također nanosi u slojevima. Zadnji sloj se potpuno zagladi i pusti da se jednoliko osuši. Sa slikanjem se može početi već nakon 8 dana. Boja se nanosi u nekoliko navrata dok se ne dobije željeni efekt. Gotov, suhi rad može se fiksirati s formalinom. Usp. ŠB Slikarska tehnologija, 1985./86., 32.

17 Zgrafto (tal. *sgraffito*) označava slikarsku tehniku kao svojevrsan način likovnog izražavanja koja se sastoji u tome da se crtež urezuje ili grebe u žbuci s posebnim alatom. Zgrafto tehnike izvode se u višeslojnim obojenim žbukama izrezivanjem ili struganjem linija ili površina. Zgrafto se može raditi u raznim materijalima, pa tako razlikujemo vapneno-pješčani, gipsani, glutolinski i uljno-lakovnovoštani zgrafto. Upotrebom raznih materijala, slikanje u tehnici zgrafto može se raditi na raznim podlogama (od opeke, betona, kamena, na limu, drvu, lesonitu, panel-pločama). Razne vrste podloga kao i materijali kojima se ova tehnika izvodi bitno se razlikuju po otpornosti na vanjske utjecaje. *Vapneno-pješčani* i *uljno-lakovnovoštani* zgrafto su neosjetljivi na djelovanje atmosferilija i mogu se koristiti kako za unutrašnje tako i za vanjske radove. *Glutolinski* i *gipsani* zgrafto mogu se primijeniti samo za unutrašnje radove. Isto, 23.

18 Basilius, Valentinus, alkemičar iz 15. stoljeća. Benediktinski svećenik iz Alzasa. Radovi su mu otkriveni 1600. godine. Opisao je niz metala mističnim terminima, ali je izvrsno poznao rudarstvo i metalurgiju. Raspravljao o pročišćavanju zlata i njegovu pretvaranju u praškast oblik. Potanko opisao antimon i njegove spojeve te njihovu uporabu u medicini. Opisao i arsen i njegove spojeve. Po njemu je nazvan antimonski mineral valentinit. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.

URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=6149> (27. 06. 2021.).

19 BRKIĆ, NEMANJA, 1984., 39.

12 **Košenil ili košenilska uš** (*Dactylopius cacti*), kukac polukrilaš, živi na kaktusu; iz Meksika prenesen na Mediteran gdje se uzgaja; od osušenih ženki dobivalo se karminsko bojilo. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.

URL = <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=33421> (27. 06. 2021.).

13 SMITH, RAY, *Slikarski priručnik: [pribor, materijali, postupci, tehnike]*, Zagreb, 2006., 9-12.

14 URL = <https://slikarskatehnologija.wordpress.com/2014/03/20/uvod/> (27. 06. 2021.).



1 Dolenji Orbanici kod Žminja, posljednja istarska japlenica (foto: G. Jerabek)

Dolenji Orbanici near Žminj, the last istrian japlenica (photo: G. Jerabek)

BOJE ZA ZAVRŠNU OBRADU VANJSKIH POVRŠINA (FASADNE BOJE)

Boje za završnu obradu vanjskih površina (fasadne boje) s obzirom na vezivo dijelimo u dvije velike skupine: **mineralne boje** i **boje na bazi umjetnih smola**.

Mineralne boje karakterizira mat površina, visoka paropropusnost, nepostojanje termoplastičnosti, kruti i kruti film te kredanje (površinska razgradnja filma), koje izaziva efekt samočišćenja. Dakle, kod ovih boja manje je istaknuto stvaranje filma kao organske opne. Zaštitni sloj se stvara kemijskim reakcijama s podlogom i/ili ugljičnim dioksidom iz zraka. Međutim, da bi se postigla bolja stabilnost i poboljšala svojstva boje, danas gotovo svaki tip mineralnih boja zastupljenih na tržištu ima određenu količinu organskog veziva (disperzije). U ovu skupinu boja spadaju *vapnene* i *silikatne* boje.

Boje na bazi umjetnih smola čine danas najzastupljeniju skupinu premaza. One otvrdnjavaju fizikalnim sušenjem, tj. isparavanjem vode ili otapala, pri čemu se stvara više ili manje zatvoreni film. Svojstva ovog filma uvelike su uvjetovana samom formulacijom, odnosno sadržajem i tipom veziva te ostalim komponentama boje. Standardne fasadne boje na bazi umjetnih smola imaju elastičniji film, jače izraženu termoplastičnost, a ovisno o sastavu mogu se pojavljivati u rasponu od svilenkastog sjaja do dubokog mata.

U usporedbi s mineralnim bojama slabije su paropropusne.

Uz ove dvije skupine boja postoje i **silikonske boje**, koje se izrađuju na bazi silikonskih smola te objedinjuju svojstva mineralnih i boja na bazi umjetnih smola: imaju krt i porozan film poput mineralnih boja, koji nastaje najvećim dijelom fizikalnim sušenjem, mada je zastupljena i kemijska reakcija s kvarcom iz podloge. One odlično propuštaju vodu paru, a istovremeno izvana odbijaju vodu te pokazuju

svoja najbolja svojstva na sjevernim stranama i stranama izloženim vremenskim utjecajima. Također su vrlo otporne na gljivice i plijesni.

Vapnene boje

Proizvodnja vapna za graditeljstvo seže u daleku prošlost. Poznato je da se vapno koristilo više tisuća godina prije Krista, a najviše podataka i znanja o njegovoj upotrebi do nas je stiglo iz razdoblja antike, kada je među ostalima i Vitruvije u svojim zapisima o arhitekturi detaljno opisao način paljenja, gašenja, spremanja i korištenja vapna.²⁰

Na najveću primjenu vapna nailazimo u graditeljstvu, kako u formiranju nosive konstrukcije, tako i u završnim radovima žbukanja, ličenja i izvedbe podova (primjerice vapnenog estriha) te za održavanje izgleda i zdravog mjesta boravka.

Osim u graditeljstvu, vapno se koristilo i u poljoprivredi, za izradu otopina za prskanje i premazivanje voćaka te zaštitu usjeva te kao dezinficijens pitke vode u cisternama i bunarima i za dezinfekciju gospodarskih objekata.

Tijekom srednjeg vijeka vapno se koristilo kao osnovni graditeljski materijal i to u neprekidnom slijedu do današnjih dana, kada je moderna industrija započela s istraživanjima i razvojem novih materijala te gotovo u potpunosti istisnula upotrebu vapna kao graditeljskog materijala.

Vapno se proizvodi zagrijavanjem i paljenjem kamena vapnenca u vapnicama na temperaturi do 1200°C, sve dok ne ispari voda i oslobodi se kalcijev dioksid.²¹ Tako nastaje živo vapno (kalcijev oksid) koje se gasi u kadama s vodom i sprema

20 Vitruvije Polion, Marko (latinski Marcus Vitruvius Pollio), rimski arhitekt i inženjer (I. stoljeće prije Krista). Živio u doba Julija Cezara i Augusta; gradio i popravljao ratne strojeve. Autor je spisa *O arhitekturi* (*De architectura*, 10 knjiga, nakon 27. godine prije Krista), jedinog iz antike sačuvanoga prikaza arhitekture kao umjetnosti i praktične tehnike. Pisan u doba najvišega uspona rimske arhitekture, taj je spis vrijedan jer donosi podatke o rimskim gradovima, utvrdama, javnim građevinama, strojevima i ratnim spravama, te imena antičkih graditelja i njihova djela. Utjecao je na formiranje arhitektonskih stilova kasnijih razdoblja, koji su se temeljili na oživljavanju klasične umjetnosti (renesansa, klasicizam). URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=64933> (03. 05. 2021.).

21 **Vapnenica ili japlenica**, jednostavna konstrukcija za tradicijsko dobivanje vapna od kamena vapnenca. Vapno (*japno*) vezivna je tvar u građevinarstvu. Vapnenica se gradi postupnim slaganjem neobrađenoga i grubo obrađenoga kamena u dva koncentrična kruga oko središnjega kupolastoga ložišta s ulaznim »vratima« napravljenima od dvaju bočnih okomitih i jednoga vodoravnoga kamena. Vrata su dovoljno velika da omogućuju nesmetano ubacivanje snopova granja, ali istodobno dovoljno malena da čuvaju toplinu. Vapnenica se prema vrhu postupno sužava, a visina joj od praga do vrha ne smije biti veća od promjera. Na kraju gradnje oko nje se poslože okomito usađeni kolci povezani čeličnom žicom. Vrh se zapuni zemljom i pepelom od prijašnje gradnje kako bi v. što bolje očuvala toplinu. Najčešće se pali u kasno proljeće, a gradi se i opskrbljuje drvima tijekom zime. Kao gorivo rabe se snopovi granja sredozemne makije (hrast crnika, planika, koleš i dr.). Vrijeme pečenja ovisi o veličini japlenice, a veličina o broju ljudi koji je grade. Može gorjeti 6–14 dana. Na kraju postupka vapnenac se pretvara u *živo vapno*, a ono s vodom postaje *gašeno vapno*. Usp. BURŠIĆ MATIJAŠIĆ, K.: *Japlenice, Jurina i Franina*, 53 (1993.), str. 56–59. Dostupno na: URL: <http://istra.lzmk.hr/clanak.aspx?id=2895> (03. 05. 2021.).



2 Zagorska Sela, Tradicijska drvena kuća - hiža mazanka, oličena mješavinom vapnenog mlijeka i modre galice (fototeka Konzervatorskog odjela u Krapini)

Zagorska Sela, Traditional wooden house – mazanka house, coated with milk of lime mixed with copper sulfate (photo library of the Conservation Department in Krapina)

u jame na sedimentaciju. Tako se dobiva gašeno vapno.²²

Vapnena boja dobiva se od gašenog vapna (kalcijev hidroksid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$) i krede (kalcijev karbonat, CaCO_3), uz dodatak različitih aditiva.

Vapnena boja reagira s ugljičnim dioksidom iz zraka tvoreći kalcijev karbonat u formi kalcita, što obijeljenoj površini daje jedinstven sjaj zahvaljujući dvostrukom lomu svjetlosti kroz kristal kalcita.

Vapnenim mlijekom, koje je suspenzija gašenog vapna u vodi, bijelili su se unutarnji i vanjski zidovi, a posebice je bilo u primjeni u interijerima gdje se pripremala hrana zbog svojih blagih antibakterijskih svojstava.

S obzirom na to da se vapnena boja smatrala „sirotinjskom“, ljudi su je nastojali uljepšati dodavanjem različitih bojila.²³ U hrvatskom tradicijskom graditeljstvu vapnenim mlijekom najčešće su se bijelile kuće na području Baranje i Zagorja, gdje se vapnenom mlijeku dodavala modra galica, pa nisu rijetkost kuće (tzv. *hiže mazanke*) plave ili zelene boje i to osobito na krajnjem zapadu Krapinsko-zagorske županije, uz Sutlu, na području današnje općine Zagorska Sela.²⁴ U istočnoj Engleskoj, primjerice, karakteristična prljavoružičasta boja poznata pod nazivom *Suffolk pink*, koja je još i danas „u modi“ na pojedinim područjima Ujedinjenog Kraljevstva, povijesno se dobivala dodavanjem svinjske krvi u vapneno mlijeko.

22 ORBANIĆ, BRANKO, 2015.

23 U Britaniji i Irskoj radničke kolibe povijesno su se bijelile i iznutra i izvana, što je i do danas zadržalo stanoviti prizvuk ruralnog siromaštva. I u Americi postoji stara izreka koja izražava sličan stav: „Preponosan da bih bijelio, a presiromašan da bih bojio.“ („Too proud to whitewash and too poor to paint“).

24 ŽIVKOVIĆ, ZDRAVKO, 2013., 111, 133.

Silikatne boje

Povijest njihova razvoja

Usprkos ranom otkriću kalijevog silikata (vodenog stakla) još u 15. stoljeću, kada se nazivao *Liquor Silicium* (tekući silicij), on ipak nije bio u upotrebi s obzirom na to da nije bio poznat postupak njegove proizvodnje i krajnja upotreba.

Godine 1768. čak se i Johann Wolfgang von Goethe, plodni njemački pjesnik, dramatičar i znanstvenik, bavi eksperimentiranjem s tekućim silicijem, o čemu u svojoj knjizi o alkemiji piše Hans-Werner Schütt, pa citira Goethea: „Što je dugo zaokupljalo moj duh bio je takozvani *Liquor Silicium* koji se dobiva ako se čisti kvarcni pijesak rastali s odgovarajućom količinom lužine, proizvedeći prozirno staklo koje se tali na zraku dajući prekrasnu bistru tekućinu...“²⁵

Važnu ulogu u razvoju proizvodnje i primjene vodenog stakla odigrao je bavarski kralj Ludvig I., veliki zaljubljenik u umjetnost i to posebice starogrčku te umjetnost talijanske renesanse.²⁶ Kako se divio talijanskim freskama, poželio je takve imati u svom kraljevstvu. No, s obzirom na to da su talijanske freske bile slikane vapnenim bojama, u Bavarskoj one nisu mogle opstati na oštroj alpskoj klimi, koja ih je u kratkom vremenu uništavala. Stoga se obratio bavarskom znanstveniku Adolfu Wilhelmu Keimu (1851. – 1913.) ne bi li se ovaj okušao u proizvodnji boja izgleda poput onih kojima su slikane talijanske freske, ali koje će biti trajnije.²⁷

Keim je došao do zaključka da će boja na zidu biti postojana samo ako je kemijski kompatibilna s materijalom zida. Glavni sastojak pijeska, kamena i stijenja od kojih se izrađuje žbuka jest silikat, pa je Keim čiste, fino mljevene mineralne pigmente, otporne na lužine, otopio u destiliranoj vodi, nanio ih na žbuku s mnogo silikata i zatim fiksirao, štrcajući ih vodenom otopinom kalijeva silikata. Isparavanjem vode nastaje čvrsta i trajna veza između boje i žbuke, pri čemu se na površini ne stvara film, nego boja penetrira u podlogu i

25 Was mich aber eine ganze Weile am meisten beschäftigte, war der so genannte *Liquor Silicium* (Kieselsaft), welcher entsteht, wenn man reine Quarzkiesel mit einem zugehörigen Antheil Alkali schmilzt, waraus ein durchsichtiges Glas entspringt, welches an der Luft zerschmilzt und eine schöne klare Flüssigkeit darstellt. Usp. SCHÜTT, HANS-WERNER, 2000., 507.

26 Ludvig I. Bavarski rođen je 1786. u Strasbourgu, a umro 1868. u Nici. Kraljevao je od 1825. godine, da bi u vrijeme revolucije 1848. abdicirao. Nakon abdikacije poživio je još 20 godina te i nadalje bio utjecajan osobito na području kulture, koja mu je bila posebna preokupacija. Pokopan je u samostanu sv. Bonifacija u Münchenu, koji je sam dao podići 1835. godine. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ludwig_I_of_Bavaria. (03. 05. 2021.).

27 Adolf Keim rođen je i odrastao u Münchenu. Školovao se za lončara, ali se ubrzo počeo baviti kemijom mineralnih pigmentata i veziva. Na temelju tekućeg kalijevog silikata (vodenog stakla) razvio je vezivo za žbuku i slikanje, koje je posebno stabilno uslijed vezivanja za svoju mineralnu podlogu. Iako je vodenostaklo poznato još od srednjeg vijeka, Keim se smatra izumiteljem modernih mineralnih boja, čiju je proizvodnju i upotrebu usavršio te su po njemu i nazvane *Keim mineralne boje*. Godine 1878. njegov je izum mineralnih boja potvrđen državnim patentom, nakon čega je uslijedilo osnivanje tvrtke *Keimfarben*. Prvi proizvodni pogon nalazio se u neposrednoj blizini kamenoloma vapnenca u Offenstettenu u Donjoj Bavarskoj. Danas se sjedište tvrtke nalazi u Diedorfu u blizini Augsburga.

istovremeno s njom kemijski reagira, ali žbuka ostaje porozna, što omogućuje slobodan prolazak vodene pare. To je osnova sustava koji se i danas naziva Keimovim imenom, a temelji se na procesu silicifikacije veziva s podlogom.²⁸

Silikatne boje su zbog svoga anorganskog sastava izrazito trajne, otporne na vremenske uvjete i kiseline, ali i veoma teško uklonjive.²⁹ Također su, zahvaljujući upotrebi (gotovo) isključivo anorganskih pigmenta otporne na UV-zračenja te s vremenom ne gube na intenzitetu i ne blijede. S obzirom na to da je vodeno staklo kao vezivo također otporno na UV-zračenje pod čijim se utjecajem ne dezintegriira, silikatne boje se ne ljuškaju i ne ljušte s podloge.³⁰

Osim navedenih prednosti, zbog njihove visoke lužnatosti otporne su na plijesan i gljivice. Nisu zapaljive, bez mirisa su, bez otapala i biocida te su ekološki prihvatljive. I dok ih s jedne strane odlikuje visoka paropropusnost kao ključan kriterij njihove primjene u zaštiti povijesnih građevina, njihovi glavni nedostaci su visoka vodoupojnost i nereverzibilnost.

Silikatne boje danas

Danas razlikujemo tri vrste silikatnih boja:

1. *Dvokomponentna čista silikatna boja* koja se sastoji od pigmenta u prahu ili u obliku vodene paste i tekućeg veziva – vodenog stakla. Pripada prvoj generaciji silikatnih boja čija je proizvodnja, koja zahtijeva veliko iskustvo i umijeće, započela nakon 1878. godine. Ne sadrži organske sastojke, a može se koristiti isključivo na čvrstim, upijajućim mineralnim žbukama. Najčešće se primjenjuje za bojenje povijesnih građevina.

2. Sredinom prošlog stoljeća proizvedena je prva *jednokomponentna silikatna boja* za koju možemo reći da pripada drugoj generaciji silikatnih boja. Dodatak do 5% organskih aditiva (primjerice akrilne disperzije, hidrofobizirajućih sredstava, sredstva za zgušnjavanje ili slično) omogućuje proizvodnju boje spremne za korištenje direktno iz ambalaže, bez potrebe za dodatnom pripremom ili miješanjem s drugim sastojcima. Ta se boja naziva još i „disperzijska silikatna boja“ ili „silikatna emulzija“. Raspon njene primjene znatno je veći nego kod dvokomponentne silikatne boje, budući da je disperziju moguće nanositi i na podloge slabije čvrstoće i/ili organskog sastava. Konačno, rukovanje ovom bojom i njena upotreba

28 **Silicifikacija** (silicij + fikacija).

1. U paleontologiji, proces fosilizacije u kojem se originalne organske komponente nekog organizma zamjenjuju silicijevim dioksidom razvijenim kao kremen, kalcedon ili opal.

2. U petrografiji, metamorfni proces uvođenja u stijenu silicijeva dioksida i stvaranja fino-zrnatoga kremena, kalcedona ili opala, koji ili popunjavaju pore u stijeni ili zamjenjuju prisutne minerale. Naziv *silicifikacija* pokriva i sve varijetete takvih procesa u kasnijoj dijagenezi.

Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.

URL: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=55954> (27. 06. 2021.).

29 Usp. SMITH, RAY, 2006., 282.

30 URL: https://www.keim.com/fileadmin/user_upload/download-center/uk/product-brochures/Keim_Mineral_Paints_-_Exteriors_Brochure.pdf (27. 06. 2021.).

daleko je jednostavnija od rukovanja čistom silikatnom bojom.

3. Od 2002. godine na tržištu je dostupna i silikatna boja treće generacije – sol-silikatna boja koja se temelji na potpuno novom konceptu veziva, što otvara nova područja njezine primjene.³¹ Vezivo sol-silikatne boje jest stabilizirana kombinacija silicijeva dioksida i kalijevog vodenog stakla, koje se kroz proces silicifikacije veže za mineralnu podlogu, ali i dodatno razvija jake adhezijske sile koje osiguravaju čvrsto prianjanje na praktički svim podlogama.³² Stoga se ona može nanositi i na nemineralne podloge kao i na površine koje su već ranije obrađene disperzivnim premazima. Udio organskih elemenata u sol-silikatnoj boji je do 5%, što ju također svrstava u silikatne emulzije odnosno disperzije.

Disperzijske silikatne boje, zahvaljujući mikroporoznoj strukturi, dopuštaju slobodan prolaz vodenoj pari ($sD < 0,08$), no njihov je nedostatak visoka vodoupojnost ($w < 0,2 \text{ kg / m}^2 \text{ h}^{0,5}$). Posljedica upijanja velikih količina vode u podlogu najčešće je kristalizacija soli na površini premaza. Zbog toga se kod primjene silikatnih boja kao preventiva od djelovanja udarne kiše preporučuje hidrofobizacija i to osobito na izloženijim pročeljima.³³

Kako bi doskočili kristalizaciji soli na površini, neki proizvođači kao jednu od komponenti veziva umjesto kalijevog dodaju litijevo vodeno staklo, pri čijoj silicifikaciji, za razliku od kalijevoga vodenog stakla, ne može doći do cvjetanja i izbijanja kalijevog karbonata, poznatog i pod nazivom potaša.³⁴

Konačno, treba reći da „nove generacije“ modificiranih silikatnih boja s dodatkom sintetskih smola otvaraju nove mogućnosti primjene i u obnovi povijesnih građevina, s obzirom na to da su za razliku od čistih silikatnih boja reverzibilne.^{35,36}

Silikonske boje

Tehnologija završnih premaza za sve vrste građevina danomice se razvija i unaprjeđuje, kako bi se udovoljilo svim zahtjevima suvremenog društva i okoliša u kojemu danas

31 Nazivaju se još i Kieselsol boje, od njemačkog *Kiesel* (umjesto *Kieseläuren* = silikati) i *sol* (= koloid).

URL: <https://www.gradimo.hr/boje-i-lakovi/silikatne-i-disperzivno-silikatne-boje/> (03. 05. 2021.).

32 Silicijev dioksid (silicijev(IV) oksid, silika, SiO_2) prirodni je mineral kremen, visokoga tališta i velike čvrstoće. U prirodi se nalazi u 17 oblika, od kojih su najpoznatije amorfne modifikacije kvarc, opal i dijatomejske zemlje. URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Silicijev_dioksid (03. 05. 2021.).

33 URL: <http://www.velekem.hr/index.php/hr/sadržaj/koji-tip-boje-odabрати-s-obzirom-na-vrstu-podloge-a-kako-bi-zastitni-premaz-procelja-ispun> (27. 06. 2021.).

34 Od njem. *Pottasche* = *Pott*: lonac + *Asche*: pepeo. URL: <http://hjp.znanje.hr/index.php?show=search> (03. 05. 2021.).

35 Reverzibilnost – stupanj do kojega se ishod intervencije može poništiti bez oštećenja kulturnog dobra.

HRN EN 15898:2019 Očuvanje kulturnog dobra – Osnovno nazivlje i definicije.

36 URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Silicate_mineral_paint (03. 05. 2021.).

živimo. Glavni naponi usmjereni su ka postizanju otpornih i trajnih završnih premaza koji će se oduprijeti svim izazovima onečišćenog okoliša pa je tako i održavanje čistoće pročelja jedan od glavnih izazova kojemu se nastoji doskočiti.

Tom izazovu najuspješnije odgovaraju silikonske boje koje, kako je već ranije rečeno, objedinjuju svojstva mineralnih boja i boja na bazi umjetnih smola.

Govoreći općenito, ne isključivo vezano uz problematiku obnove povijesnih spomenika, silikonske fasadne boje ujedinjuju idealna svojstva fasadne boje: visoku paropropusnost ($sD < 0,1$) i nisku vodoupojnost ($w < 0,05 \text{ kg} / \text{m}^2 \text{ h}^{0,5}$), a imaju i svojstvo trajne vodoodbojnosti, koja se ne gubi starenjem i kredanjem premaza. Zahvaljujući vodoodbojnoj površini s koje se prljavština i prašina vrlo lako ispiru kišom, osobito su prikladne za upotrebu u zagađenim gradskim sredinama, gdje se pročelja vrlo brzo prljaju.

Nakon njih slijede hidrofobirane disperzijske-silikatne boje pa tek potom paropropusne disperzijske boje.

Iako mnogi tehnolozi danas sve više zagovaraju uporabu silikonskih boja u obnovi povijesnih građevina, opravdanost njihove upotrebe još je uvijek predmetom brojnih rasprava, poglavito poradi pitanja autentičnosti.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I ISKUSTVA KONZERVATORSKOG ODJELA U KRAPINI

Unazad posljednjih desetak godina na području nadležnosti Konzervatorskog odjela u Krapini obnovljen je cijeli niz povijesnih građevina, čiji pregled donosimo na kraju ovoga rada. Sve te obnove uključivale su i obnovu i bojenje pročelja, pri čemu je u pravilu uvijek bila upotrebljavana silikatna boja, osim u jednom slučaju gdje je pročelje bojeno vapnenom bojom.³⁷

Pri donošenju odluke o upotrebi određene vrste boje rukovodili smo se načelima konzervatorske i tehničke prihvatljivosti, ponajprije u smislu paropropusnosti boje, vodeći računa o građevinsko-fizikalnim svojstvima podloge na koju ju nanosimo kao i same boje. S obzirom na to da se u pravilu radilo o građevinama s kojih je već prijašnjim zahvatima obnove bila otučena izvorna žbuka te je bila nanosena nova jaka cementna žbuka (radi se uglavnom o šeranoj žbuci iz prve polovine 20. stoljeća) koju je trebalo ukloniti, dvojbe u donošenju odluke o izboru vrste boje u smislu zadovoljavanja kriterija reverzibilnosti nije bilo, jer se ona nanosila na novu, neizvornu žbuku s kojom se u kemijskom procesu silicifikacije neraskidivo vezala, što u danim okolnostima predstavlja tehnički povoljno svojstvo. Nakon razmatranja svih komparativnih prednosti silikatne boje u odnosu na vapnenu, u smislu trajnosti, otpornosti

na atmosferilije i UV zračenje te provedenih konzultacija s tehnolozima, a s obzirom na prethodna pozitivna iskustva konzervatora u radu sa silikatnim bojama, svaka dvojba oko ispravnijeg postupanja glede autentičnosti u slučaju upotrebe vapnene boje (a ni podloge odnosno nositelji boje više nisu bili autentični!), ubrzo je otklonjena.

Dosadašnja iskustva u primjeni silikatnih boja pokazala su se dobrima, jer boja i nakon desetak godina odolijeva zubu vremena, a izgled obnovljenih građevina u proteklom razdoblju nije bitno degradirao.

Prateći razvoj tehnologija završnih zaštitnih i dekorativnih premaza za povijesne građevine, možemo uočiti da je na tržištu prisutan sve veći broj proizvođača koji posljednjih godina razvijaju i nude specijalizirane linije proizvoda upravo za obnovu spomeničke baštine. I dok je tijekom 20. stoljeća u konzervatorskoj praksi dominirala uporaba silikatnih boja, unazad posljednjih petnaestak godina možemo pratiti trend „povratka“ vapnenih boja na tržište, ne bi li se udovoljilo specifičnim konzervatorskim i restauratorskim zahtjevima za treperavošću i blistavošću obojene površine, koju nije moguće postići nijednom drugom bojom osim vapnenom i to zahvaljujući kemijskoj reakciji do koje dolazi prilikom njena sušenja, pri čemu nastaje kalcijev karbonat u formi kalcita kroz čiji se kristal svjetlost dvostruko lomi, što površini daje specifičan sjaj i dojam titravosti.

No, to nisu više izvorne vapnene boje kakve su se upotrebljavale u prošlosti, nego se njihova građevinsko-fizikalna svojstva poboljšavaju dodavanjem raznih aditiva, kako bi se povećala njihova otpornost na vremenske utjecaje i time produžila njihova trajnost, što dovodi u pitanje njihovu autentičnost te povećava stupanj njihove ireverzibilnosti. Uz njih se, za obnovu kulturnopovijesnih spomenika, na tržištu i dalje nude silikatne boje te njihovi derivati druge i treće generacije (disperzijska silikatna boja i sol-silikatna boja) te silikonske boje. Svaka od njih ima stanovite građevinsko-fizikalne prednosti i nedostatke u odnosu na druge te širi ili užu spektar podloga na kojima se mogu primjenjivati. U tablici 1. pokušano je sistematizirati te karakteristike, ne bi li ona pripomogla lakšem snalaženju u sada već prilično širokoj i raznovrsnoj paleti proizvoda na tržištu te donošenju konzervatorskih odluka pri odabiru vrste boje za završnu obradu vanjskih površina povijesnih građevina.³⁸

37 Radi se o kapeli sv. Jurja u Belcu, čiju je obnovu pod konzervatorskim nadzorom Konzervatorskog odjela u Krapini vodio Hrvatski restauratorski zavod, voditeljica radova: Ana Škevin Mikulandra, dipl. ing. arh.

38 Tablica je sačinjena na temelju tehničkih listova za pojedine vrste boje različitih proizvođača, a kako pojedine vrijednosti variraju od proizvođača do proizvođača ovisno o različitim sastavima boja, tako i vrijednosti iznesene u tablici daju tek okvirne, uprosječene podatke.

Tablica 1. Pregledna tablica fizikalnih i konzervatorski poželjnih svojstava boja te mogućnosti primjene na različite vrste podloga, s obzirom na vrstu boje

	VAPNE NE	SILIKATNE	DISPERZIJSKE SILIKATNE	SOL-SILIKATNE	SILIKONSKE
Paropropusnost	++	++	++	++	+
Vodoupojnost	++	++	++	+	-
Otpornost na atmosferilije	-	++	++	++	++
Otpornost na kiseline	-	++	++	++	++
Otpornost na plijesni, gljivice i alge	++	++	++	++	++
Otpornost na UV-zračenje	-	++	++	++	++
Otpornost na kredanje	--	+	+	++	++
Trajnost	-	++	++	++	++
Vatrootpornost	++	++	++	++	+
Održavanje čistoće pročelja	-	+	+	+	++
Ekološka prihvatljivost	++	++	+	+	+
Cijena	o	++	++	++	++
Ekonomičnost (omjer cijene i trajnosti)	-	++	++	++	+
Reverzibilnost	-	--	++	++	++
Autentičnost	++	+	-	-	-
Prihvatljive podloge	<ul style="list-style-type: none"> • mineralne (vlažna ili stvrdnuta vapnena ili vapneno-cementna žbuka) • stari mineralni premazi • prirodni kamen 	<ul style="list-style-type: none"> • isključivo čvrste upijajuće mineralne žbuke • nije pogodno za primjenu na već ranije obojenim površinama disperzijskim bojama 	<ul style="list-style-type: none"> • vapnene žbuke i premazi • vapneno-cementne i cementne žbuke • beton • mineralni i silikatni premazi i žbuke • gipsane žbuke • podloge slabije čvrstoće • organske podloge 	<ul style="list-style-type: none"> • mineralne • organske • raniji disperzijski premazi 	<ul style="list-style-type: none"> • stare vapnene žbuke • cementno-vapnene podložne žbuke • mineralne završne žbuke • disperzijske žbuke • mase za izravnavanje • raniji disperzijski premazi

Legenda simbola:

- ++ vrlo visoko
- + visoko
- o uvjetno dobro
- nisko
- vrlo nisko



1, 2 Kuzminec, Kapela sv. Marije Magdalene, pogled na zapadno pročelje prije obnove 2010. i nakon obnove 2011. (fototeka Konzervatorskog odjela u Krapini). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2011.

Kuzminec, Chapel of St Mary Magdalen, view of the west façade before restoration, 2010, and after restoration, 2011 (photo library of the Conservation Department in Krapina). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2011



3, 4 Tugonica, Kapela sv. Roka, pogled na kapelu prije obnove 2010. i nakon obnove 2012. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2012.

Tugonica, Chapel of St Roch, view of the chapel before restoration, 2010, and after restoration, 2012 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2012



5, 6 Gotalovec, Kapela sv. Petra, pogled na kapelu prije radova 2009. i nakon radova 2017. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2010.-2016.

Gotalovec, Chapel of St Peter, view of the chapel before treatment, 2009, and after treatment, 2017 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2010 – 2016



7, 8 Gotalovec, Kapela sv. Petra, pogled na kapelu prije radova 2009. i nakon radova 2017. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2010.-2016.

Gotalovec, Chapel of St Peter, view of the chapel before treatment, 2009, and after treatment, 2017 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2010 – 2016



9, 10 Konjščina, Župna crkva sv. Dominika, pogled na crkvu prije radova 2009. i pogled na obnovljeno pročelje lađe i otučeno pročelje svetišta s nalazom gotičkih otvora 2014. (fototeka KOKR)

Konjščina, Parish church of St Dominic, view of the church before restoration, 2009, and view of the restored nave façade and presbytery façade with newly discovered Gothic openings, 2014 (KOKR photo library)



11 Konjščina, Župna crkva sv. Dominika, pogled na obnovljeno pročelje crkve s rekonstruiranom gotičkom biforom na svetištu 2021. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Keim (lađa), Samoborka (svetište). Godina obnove: 2011.-2013. (lađa), 2016. (svetište)

Konjščina, Parish church of St Dominic, view of the restored church façade with reconstructed Gothic mullioned window on the presbytery, 2021 (KOKR photo library).

Type of paint, manufacturer: silicate, Keim (nave), Samoborka (presbytery). Year of restoration: 2011 – 2013 (nave), 2016 (presbytery)



12, 13 Krapinske Toplice, Kapela sv. Marije Magdalene, pogled na kapelu prije obnove pročelja 2012. i nakon obnove 2014. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2011. - 2014.

Krapinske Toplice, Chapel of St Mary Magdalen, view of the chapel before restoration, 2011, and after restoration, 2014 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2011 – 2014



14, 15 Marija Bistrica, Župna crkva sv. Marije Bistričke, pogled na dio južnog pročelja prije radova 2011. i nakon radova 2013. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, lazurna (Histolith Antik Lasur), Caparol. Godina obnove: 2013.

Marija Bistrica, Parish church of Our Lady of Bistrica, view of a section of the south façade before treatment, 2011, and after treatment, 2013 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, glaze (Histolith Antik Lasur), Caparol. Year of restoration: 2013



16, 17 Krapina, Zgrada Županije, pogled na pročelje prije radova 2015. i nakon radova 2015. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2015.

Krapina, County administrative building, view of the façade before treatment, 2015, and after treatment, 2015 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2015



18, 19 Hum Košnički, Dvor Veliki Tabor - vanjski obrambeni prsten, pogled na pročelje nakon žbukanja a prije ličenja 2015. te pogled na pročelje nakon ličenja 2016. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Keim. Godina obnove: 2016. (Voditelj cjelovite obnove bio je Hrvatski restauratorski zavod.)

Hum Košnički, Veliki Tabor Manor – exterior defensive ring, view of the façade after plastering and before coating, 2015, and view of the façade after coating, 2016 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Keim. Year of restoration: 2016 (The complete renovation was led by the Croatian Restoration Institute.)



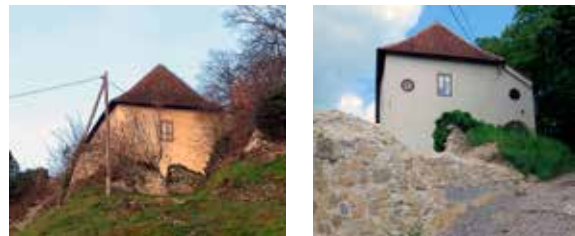
20, 21 Hršak Breg, Kapela sv. Antuna, pogled na kapelu prije radova 2011. i nakon radova 2016. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Keim. Godina obnove: 2015.

Hršak Breg, Chapel of St Anthony, view of the chapel before treatment, 2011, and after treatment, 2016 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Keim. Year of restoration: 2015



22, 23 Lobar, Župna crkva sv. Ane, pogled na glavno pročelje prije obnove 2011. i nakon obnove 2015. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Samoborka. Godina obnove: 2015.

Lobar, Parish church of St Anne, view of the main façade before restoration, 2011, and after restoration, 2015 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Samoborka. Year of restoration: 2015



24, 25 Krapina, Stari grad – Palas, prije obnove 2014. i nakon obnove 2015. i 2017. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Baumit. Godina obnove: 2015.

Krapina, Old town – Palas, before restoration 2014 and after restoration, 2015 and 2017 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Baumit. Year of restoration: 2015



26, 27 Bračak, Dvorac Kulmer, pogled na južno pročelje prije obnove 2011. (foto: D. Boić) i nakon obnove 2017. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2016.

Bračak, Kulmer Manor, view of the south façade before restoration, 2011 (photo: D. Boić), and after restoration, 2017 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2016



28, 29 Klanjec, Kapela sv. Florijana, pogled na sjeverno pročelje prije obnove 2011. i nakon obnove 2016. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Keim. Godina obnove: 2011.-2016. (Obnovu kapele vodila je Ksenija Petrić iz Konzervatorskog odjela u Zagrebu.)

Klanjec, Chapel of St Florian, view of the north façade before restoration, 2011, and after restoration, 2016 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Keim. Year of restoration: 2016 (The renovation of the chapel was led by Ksenija Petrić from the Conservation Department in Zagreb.)



30, 31 Klanjec, Kapela sv. Florijana, pogled na južno pročelje prije obnove 2010. i nakon obnove 2016. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Keim. Godina obnove: 2011.-2016.

Klanjec, Chapel of St Florian, view of the south façade before restoration, 2011 and after restoration, 2016 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Keim. Year of restoration: 2011 – 2016



32, 33 Belec, Kapela sv. Jurja, pogled na kapelu prije obnove 2016. i nakon obnove 2021. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: vapnena, Sto. Godina obnove: 2018. (Obnovu kapele je, pod konzervatorskim nadzorom Konzervatorskog odjela u Krapini, vodio Hrvatski restauratorski zavod, voditeljica radova: Ana Škevin Mikulndra.)

Belec, Chapel of St George, view of the chapel before restoration, 2016, and after restoration, 2021 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: lime, Sto. Year of restoration: 2018 (The reconstruction of the chapel, under the conservation supervision of the Conservation Department in Krapina, was led by the Croatian Restoration Institute, supervisor: A. Škevin Mikulndra.)



34, 35 Desinić, Kapela sv. Ane, pogled na glavno pročelje prije obnove 2009. i nakon obnove 2018. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2018.

Desinić, Chapel of St Anne, view of the main façade before restoration, 2009, and façade after restoration, 2018 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2018



36, 37 Desinić, Kapela sv. Ane, pogled na začelje prije obnove 2009. i nakon obnove 2019. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2018.

Desinić, Chapel of St Anne, view of the rear façade before restoration, 2009, and after restoration, 2019 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2018



38, 39 Lobar, Crkva sv. Marije Gorske, pogled na svetište prije obnove 2011. i nakon obnove 2018. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Samoborka. Godina obnove: 2018. (svetište)

Lobar, Church of Our Lady of the Hills, view of the presbytery before restoration, 2011, and after restoration, 2018 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Samoborka. Year of restoration: 2018 (presbytery)



40, 41 Lobar, Crkva sv. Marije Gorske, pogled na svetište prije obnove 2009. i nakon obnove 2018. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Samoborka. Godina obnove: 2018. (svetište)

Lobar, Church of Our Lady of Gora, view of the presbytery before restoration, 2009, and after restoration, 2018 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Samoborka. Year of restoration: 2018 (presbytery)



42, 43 Trški Vrh, Poklonac, prije obnove 2020. i poslije obnove 2021. (fototeka KOKR). Vrsta boje, proizvođač: silikatna, Caparol. Godina obnove: 2020.-2021.

Trški Vrh, Wayside shrine, before restoration, 2020, and after restoration, 2021 (KOKR photo library). Type of paint, manufacturer: silicate, Caparol. Year of restoration: 2020 – 2021

LITERATURA

- BRKIĆ, NEMANJA, *Tehnologija slikarstva, vajarstva i ikonografija*, Beograd, 1984.
- BURŠIĆ MATIJAŠIĆ, K., Japlenice, *Jurina i Franina*, 53 (1993.), str. 56-59.
- EN 17543 Conservation of Cultural Heritage – Finishes of built heritage – Investigation and documentation, CEN, 2021.
URL: https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:70582,411453&cs=19C633439B1952D2DC085F7D9973B417D (04. 07. 2021.)
Nacrt dostupan na
URL: https://www.raa.se/app/uploads/2020/08/prEN-17543_41_e_stf.pdf (04. 07. 2021.)
- HENRY, ALISON; STEWART, JOHN (ur.), *Mortars, renders & plasters*, nakladnička cjelina: Martin, Bill; Wood, Chris (ur.), Practical building conservation, London, 2011.
- HOCHE-DONAUBAUER, BEATRIX; LIEBICH, HANNA A. (Redaktion), *Standards der Baudenkmalpflege*, 2. korr. Auflage, Bundesdenkmalamt (BDA), Wien, 2015.
URL: <https://bda.gv.at/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/standards-der-baudenkmalpflege/> (27. 06. 2021.)
- KRIŽAJ, LANA, Primjena silikatnih boja u obnovi povijesnih građevina: kapela sv. Antuna Padovanskog na Hršak Bregu, Portal, 7 (2016.), 275-285.
- LASZLO, ŽELIMIR; ŽIVKOVIĆ, ZDRAVKO (ur.), *Koloristička obrada pročelja povijesnih zgrada: referati i diskusija sa savjetovanja „Koloristička obrada pročelja povijesnih zgrada“ održanog u Zagrebu 28. i 29. travnja 1982. god.*, Društvo konzervatora Hrvatske, Zagreb, 1982.
- MAROEVIĆ, IVO, *Sadašnjost baštine*, Zagreb, 1986.
- ORBANIĆ, BRANKO, *Upotreba kamena u tradicionalnoj proizvodnji vapna; Izrada prirodnih pigmenata i njihova primjena*, Memorija s radionice Vodnjan, svibanj-srpanj 2015.
URL: <http://www.dragodid.org/materijali/Tradicijska%20proizvodnja%20vapna-web.pdf> (13. 06. 2021.)
- SCHÜTT, HANS-WERNER, *Auf der Suche nach dem Stein der Weisen : Die Geschichte der Alchaemie*, München, 2000.
- SMITH, RAY, *Slikarski priručnik : [pribor, materijali, postupci, tehnike]*, Zagreb, 2006.
- Školska bilježnica L. Križaj iz predmeta Slikarska tehnologija, prof. Štefica Biljak (dalje: ŠB Slikarska tehnologija), Škola za primijenjenu umjetnost i dizajn, Zagreb, smjer: Slikarstvo, 4. razred, šk. g. 1985./86.
- The Nara Document on Authenticity*, International Council of Monuments and Sites (ICOMOS), 1994.
URL: <https://www.icomos.org/charters/nara-e.pdf> (27. 06. 2021.)
- The Venice Charter: International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites*, International Council of Monuments and Sites (ICOMOS), 1964.
URL: https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf (27. 06. 2021.)
- ŽIVKOVIĆ, ZDRAVKO, *Hrvatsko tradicijsko graditeljstvo*, Zagreb, 2013.

Summary**INDUSTRIAL PAINT FOR HISTORICAL FAÇADES**

The paper gives an overview of the basic types of paint applicable for final coating of exterior of historic buildings (façade paint) according to binders, namely lime, silicate and, more recently, silicone paint. The introduction clarifies basic concepts such as colour, pigment, and binder, necessary for further understanding of the text. Binders and pigments can be organic and inorganic (mineral), so we distinguish mineral paints and those based on synthetic resins. Resin based paints are the most common group of coatings today, but their characteristics such as low vapour permeability and creation of an elastic, closed film after drying, make them unsuitable for use on historic buildings. Conservation practice mostly relies on mineral paints including lime and silicate paint. The binder in lime paint is lime, and in silicate paints potassium silicate (waterglass). Waterglass has been known since the 15th century, but it has only been in use since the end of the 19th century,

when the Bavarian scientist Adolf Keim (1851 – 1913) perfected the method of its production. Waterglass is a chemical compound obtained by melting quartz and soda ash (sodium carbonate) or potash (potassium carbonate). During melting, silicic acid (H₂SiO₃) releases carbon dioxide from soda ash or potash and combines with sodium into sodium silicate, or with potassium into potassium silicate, which are soluble in water. If waterglass coating comes in contact with carbon dioxide from the air, it binds with lye, while silicic acid is excreted in the form of an amorphous solid. Thus, under the influence of air and due to a process called silicification, waterglass returns to its original state – quartz, i.e. it petrifies. If pigment is mixed with waterglass, it envelops the pigment grains and solidifies to create a single stone mass.

Due to their inorganic composition, silicate paints are extremely durable, resistant to weather conditions and

acids, as well as to UV radiation, so that they do not lose intensity and do not fade over time. Their high alkalinity makes them resistant to mould and fungi. They are non-flammable, odourless, solvent and biocide free and thus environmentally friendly. They are characterized by high vapour permeability as a key criterion for their application in the protection of historic buildings; however, their main disadvantages are high water absorption and irreversibility. In addition to these two groups of paint, there are also silicone paints that combine the properties of mineral and resin-based paints. Like mineral paints, they are characterized by brittle and porous film, which is suitable for historic buildings, i.e. historic substrates like lime plaster.

Desirable properties of façade paint for historic buildings are primarily vapour permeability, durability, resistance to weathering, acids, UV radiation and resistance to mould and fungi, and more recently suitability for maintaining the cleanliness of façade, especially in polluted urban areas. Lime, silicate and silicone paints are characterised by these properties, but the application of the first two types, from a theoretical point of view, is questionable in terms of reversibility (since both bind to the substrate during calcification or silicification processes), and the latter two in terms of authenticity, which are two fundamental conservation principles.

