

VATTENGLAS- OCH SILIKATFÄRG

Arja Källbom



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Hantverkslaboratoriet
Magasinsgatan 4
Box 77, SE-542 21 Mariestad
craftlab@conservation.gu.se
www.craftlab.gu.se

© Hantverkslaboratoriet 2015
Redaktionellt arbete och grafisk form: Sara Höglund
Tryck: Ineko
Papper: Omslag Algro design 240 g, inlaga Profi matt 115 g

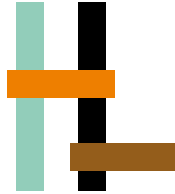
ISBN: 978-91-981883-3-2

SAMVERKANDE PARTER

Grevillis Fond
Göteborgs universitet
John Hedins Stiftelse
Kulturmiljöforum
Mariestads kommun
Riksantikvarieämbetet
Statens Fastighetsverk
Svenska kyrkan
Sveriges Hembygdsförbund
Västra Götalandsregionen
Nämnden för Hemslöjdsfrågor

HANTVERKSLABORATORIET vid Göteborgs universitet är ett nationellt centrum för kulturmiljöns hantverk, som drivs i samarbete med hantverksföretag, branschorganisationer och myndigheter. Hantverkslaboratoriets uppdrag är dels att dokumentera och säkra hotade hantverkskunskaper, dels att säkra kvalitet och utveckla metoder inom fältet kulturmiljöns hantverk.

Denna rapport är resultatet av ett så kallat gästhantverkarprojekt. Hantverkslaboratoriet har inrättat ett slags praktikerforskartjänst, som benämns **GÄSTHANTVERKARE**. Stödet syftar till att ge hantverkare utrymme att själva utveckla sitt hantverk. Hantverkslaboratoriet erbjuder anställning om cirka två-tre månader heltid och vetenskaplig handledning för att fördjupa sig i ett problem eller en utvecklingsidé från sitt arbetslivs vardag. Anställningen anpassas till projektuppgiften och den enskilda hantverkarens arbetssituation. Kriterier för bedömning är uppgiftens relevans för kulturmiljövården, genomförbarhet med begränsad tid, praktisk tillämpbarhet och hantverksbaserat perspektiv.



HANTVERKSLABORATORIET

Gästhantverkarstudie

VATTENGLAS- OCH SILIKATFÄRG

Historik, karakteristik och användning

Arja Källbom



GÖTEBORGS UNIVERSITET



FÖRORD

Stort tack till Göteborgs universitet och Hantverkslaboratoriet för denna förmån att få förkovra mig i mitt arbete och stilla min nyfikenhet.

Varmt Tack till;

Restaureringsarkitekt *Per Arne Ivarsson*, för att jag få ta del av dina rika erfarenheter. *Erling Widabl* på Silikatteknik och *Bernt Johansson* på KEIM för färg och information.

För värdefulla kommentarer och faktagranskning;

Restaureringsarkitekt *Per Arne Ivarsson*

Bebyggelseantikvarie *Ivar Wenster*

Målarmästare *Tom Granath*

Bergsingenjör *Rikard Källbom*

Bebyggelseantikvarie *Sara Höglund*

Bebyggelseantikvarie *Linda Lindblad*



Nässjö gamla kyrka målad med vattenglasfärg 1968. Foto: Arja Källbom.

INNEHÅLL

- 7. SAMMANFATTNING
- 9. INLEDNING
- 9. Denna studie
- 11. VATTENGLAS- OCH SILIKATFÄRG
- 11. Historik
- 13. En- och tvåkomponentsfärger
- 17. TEKNIK OCH FRAMSTÄLLNING
- 17. Silikat, kvarts och glas
- 19. Vattenglasens kemi
- 23. Fysikaliska egenskaper
- 25. VATTENGLASFÄRG
- 25. Produktfakta
- 25. Härdningsmekanismer
- 28. Analysmetoder
- 31. ANVÄNDNING AV VATTENGLAS
- 31. Brett användningsområde
- 33. Egenskaper för målning
- 38. Stereokromi
- 39. Keims A-, B-, C-teknik
- 41. Konservering och restaurering av dekorativt fasadmåleri
- 47. Kaseinfärg som alternativ till vattenglasfärg
- 49. NEDSLAG I BYGGNADSMÅLERI
- 49. Stenstäder med vattenglas som originalfärg
- 51. Fasadrestaureringar
- 56. Exempel på byggnader målade med vattenglas- eller silikatfärg
- 59. DISKUSSION
- 59. Materialtekniska reflektioner
- 61. Färgen
- 63. Vanliga fördomar om vattenglasfärg
- 68. Vattenglasfärg för kulturhistoriska byggnader
- 68. Miljöprofilerad nybyggnation
- 68. Hållbar färg
- 70. SLUTSATSER
- 71. FORTSATT ARBETE
- 72. REFERENSER
- BILAGOR
- 78. Teknisk terminologi
- 85. Silikatfärg i praktiken - Dagboksanteckningar

Silikatkritor kan användas på dekorerade fasader som till exempel det så kallade Tomtehuset i Göteborg, se sidan 41 i denna rapport. Foto: Arja Källbom.

VATTENGLAS OCH VATTENGLASFÄRG

Den här rapporten handlar om vattenglas som är ett flytande silikat. Av vattenglas kan man tillreda vattenglasfärger, till exempel silikatfärg.

- Vattenglas är flytande glas som framställs genom att smälta kvarts med pottaska eller soda.
- Vattenglas är vattenlösliga silikater med alkalimetallerna kalium och/eller natrium i olika sammansättning.
- Vattenglas är en genomskinlig, färglös eller svagt färgad vätska.
- Vattenglas har bred teknisk användning.
- Kalivattenglas kan t.ex. användas för att stärka putser med låg hållfasthet.
- Silikat- och vattenglasfärg har kalivattenglas som bindemedel.
- Namnet vattenglasfärg används för att särskilja den rena, mineraliska färgen från silikatfärg som kan ha akrylattillsats.
- Färgtypen är helt mineralisk och den integreras med underlaget.
- Färgtypen är diffusionsöppen.
- Färgtypen är vanligast på puts, där den används istället för kalkfärg eller KC-färg. Färgen kan även målas på andra underlag som t.ex. betong, sten och trä.
- Färgtypen målas *alla prima*, vått i vått och kan användas för täckmålning, lasering och dekorationsmålning.
- Det finns många förutfattade och felaktiga meningar om vattenglas, t.ex. att det är hårt, tätt och irreversibelt.

SAMMANFATTNING

Den här studien handlar om vattenglas, ett fascinerande, flytande silikat. Det framställs genom att smälta kvarts med pottaska eller soda. Vattenglas som material har många och breda användningsområden. Av kalivattenglas kan man bland annat göra färg. Vattenglasfärger har bevisat sin långa livslängd vid användning på ett antal fasader nationellt och internationellt. Det är en hållbar och bra färgtyp med många tillämpningsområden. Färgtypen är en mineralisk, diffusionsöppen färg som integreras med underlaget. Den har en stor kemisk inerthet och tål kraftiga väderpåfrestningar (dock ej mekaniska påfrestningar). Det finns också många förutfattade och felaktiga meningar om vattenglas, t.ex. att det är hårt, tätt och irreversibelt.

Kalivattenglasfärg används på puts, t.ex. istället för kalkfärg/KC-färg och i fall där puts reparerats med många olika typer av bruk. Vattenglasfärg är porös, permeabel, antibakteriell, obrännbar, snabbtorkande. Färgerna är helt luktfria och mörknar inte. Dessutom är vattenglasfärger hälsosamma eftersom de inte avger gaser eller ämnen. Det finns byggnader i stenstäder från slutet av 1800-talet, t.ex. i Göteborg, Sundsvall och Oslo, som har vattenglasfärg som originalfärgtyp. Trots det är materialet ganska utforskat. Vattenglas kan användas för att rädda bruk och putsfasader med låg hållfasthet genom att

stärka materialet med upprepade behandlingar med utspätt vattenglas s.k. fasadrehabilitering. Vattenglasfärg och dispersions- (enkomponents-) silikatfärg kan användas som permanenta eller temporära åtgärder för att rädda byggnader eller byggnadsdelar som annars hade rivits eller krävt stora investeringar för åtgärder (omputsning, färgsanering, omgjutning av fasadkomponenter o.s.v.). Färgen kan användas för de flesta mineraliska underlag, t.o.m. gips om den grundas med grundfärg avsett för det. Färgtypen användes även för byggnadsmålning på trä samt utvändigt dekorationsmåleri på puts (stereokromi). Det har även använts som skydd av natursten.

Att få en levande vattenglasfärgsmålade yta är en fråga om måleriteknik och den kan fås så snarlik kalkfärg i utseende att den är svår att visuellt särskilja från det. Vattenglasfärg målas *alla prima, al secco* – vått i vått på torr puts. Den kan användas för dekorationsmålning t.ex. konstnärsmålning, marmorering, grisaille, schablonering m.m. men kräver ett flyhänt handlag. Livslängden hos målade ytor begränsas främst av att vattenlösliga kaliumkarbonater eroderar från ytan.

Färgtypen är känslig för genomblödning (efflorescens) av salter, tjäror/sot, rost och missfärgas om den målas på organiska skikt. Den har sämre livslängd på horisontella ytor än vertikala.



Vattenglasmålning pågår.
Konsistensen på uppvispad
silikatfärg är ungefär som limfärg.
Foto Arja Källbom.

INLEDNING

Denna studie syftar till att fördjupa förståelsen för vattenglas som material, med tonvikt på dess användning i färger. Vattenglas kan liknas vid ett flytande mineral och framställs genom att smälta kvarts/sand/flinta/kiselgur med pottaska eller soda.

Färgtypen kallas silikat- eller vattenglasfärg. Materialet upptäcktes på 1500-talet. I slutet av 1800-talet industrialiserades färgtypen, och den har under drygt hundra år visat sig ha många hållbara och goda egenskaper. Trots att relativt många äldre och nyare byggnader är målade med vattenglas- och silikatfärg, är färgtypen ändå ganska okänd bland t.ex. målare, antikvarier och arkitekter.

DENNA STUDIE

Denna studie omfattar cirka 400 arbetstimmar och är ett s.k. gästhanterkarprojekt vid Hantverkslaboratoriet, Göteborgs universitet. Arbetet utfördes våren 2014. Utgångspunkten i studien är utveckling av teknisk och hantverksmässig kunskap beträffande vattenglasfärger. Kring rena vattenglasfärger, särskilt i restaureringssammanhang, förekommer många felaktiga uppgifter och missuppfattningar (Ivarsson, 2013).

FRÅGESTÄLLNINGAR:

- Hur har vattenglas och vattenglasfärger använts historiskt?
- Hur fungerar vattenglasfärger?
- Vilka appliceringsmetoder är aktuella?
- Vilka målningsunderlag är möjliga, och hur påverkar de den målade ytan?
- Vad är karakteristiskt hos färgen och de målade ytorna?

- Hur står sig färgtyperna i jämförelse med *Kriterier för Hållbar Färg* (Källbom, 2008).
- Hur kan restaurering och konservering av vattenglasmålade ytor gå till?

Studien omfattar genomgång av litteratur, intervjuer, studiebesök och praktiskt arbete. I bilaga 1 finns en terminologiorddlista och i bilaga 2 redovisas dagboksanteckningar.

Begreppet *avfärgning* används på fackspråk för att beskriva applicering av mineralisk färg t.ex. kalk- och silikatfärg. Ordets ursprung är tyskt (*abfarben*) och det är synonymt med målning. I denna studie används begreppet *målning* för applicering av alla slags färger.

De praktiska försök jag gjort omfattar endast färgfabrikat från *Keim* och *Silinwerke/Silin* (Silikatteknik A/S), två av de största tillverkarna. Fabrikaten är ursprungliga, rena vattenglasfärger utan organiska tillsatser och i princip jämförbara. Varunamnen är Keim *Purkristalat* och Silin *Rein Mineral* (RM) och benämns i texten som *vattenglasfärg* (tvåkomponentsfärg). Materialet vattenglas benämns även *Fixativ*. Övrig färg benämns *silikatfärg* (dispersionsfärg d.v.s. enkomponentsfärg, innehållande akrylat). Dessa akrylatfärger är normalt inte aktuella för kulturhistoriska byggnader men kan ändå förekomma. De olika fabrikatens namn utsluts i fortlöpande text eftersom de är mer eller mindre kompatibla. Hösten 2014 kom tyvärr beskedet att tillverkningen vid Silinwerke upphört, och en industriepok gått i graven. Även tyska Beeck har ren vattenglasfärg i sitt sortiment, men ingår inte i denna studie.

De exempel på byggnader som tas upp är slumpmässigt valda och beror på vilka källor jag kommit i kontakt med i projektet.



Barkeryds kyrka putsades och målades om 2013. Innan dess målades det med vattenglasfärg 1964. Foto Arja Källbom.

VATTENGLAS- OCH SILIKATFÄRG

Alkemisterna upptäckte vattenglas – flytande glas på 1520-talet (Kaila, 2007). Vattenglas föll sedan i glömska men återupptäcktes. På 1800-talet arbetade många kemister med att utveckla tillämpningar för vattenglas bl.a. som färg men även som olika typer av bindemedel för bruk av skilda slag. I huvudsak finns natrium(natron)vattenglas och kalium(kali)vattenglas, varav den sistnämnde används till färg. Vattenglas har ett stort antal tekniska tillämpningar.

Silikat- eller vattenglasfärger kallas också mineralfärger, vilket syftar på dess bindemedel. De introducerades i slutet av 1800-talet, men betraktas oftast som 1900-talsfärger (Anter et al, 1997).

Silikatfärg skiljer sig från filmbildande färger genom att den tränger in i underlagets porer och ingår kemisk förening med det mineraliska underlaget. Koldioxid löses från luften och ombildar det sammansmälta, flytande kaliumsilikatet till ett ytligt kaliumkarbonat (Menghini, 1998). Vid målning på kalkhaltiga ytor, förenas silikatet och kalken till hydrerade kalciumsilikat och integreras i ytan. I litteraturen finns många motsägelsefulla beskrivningar om hur färgtypen härddar. Det är dock fråga om både fysikalisk och kemisk bindning.

Färgtypen används främst på betong och KC-bruk, men fäster även på sten, glas, kakel – d.v.s. mineraliska material. Den binder även på många andra material och används t.ex. som brandskyddsfärg för trä. Bindemedlet består av kaliumvattenglas, vilket även kallas fixativ. Färgskiktet har hög kemisk beständighet.

HISTORIK

I Plinius¹ skrifter anges att feniciska sjömän vid den syrianska floden Belus tillverkade vattenglas av flodsand och sin last av soda, för att täta sina kokkärl (Vail, 1952). Erforderlig temperatur på 1200°C kan uppnås i en vedbrasa i öppen luft.

Alkemisten Basilius Valentinus upptäckte *liquor silicium* (flytande kisel) på 1500-talet, på jakt efter den Vises sten (Welthe, 1975).

Jean Baptist van Helmont² tillverkade ett flytande silikat av smält sand, vatten och alkali ca. 1640 (Vail, 1952). Genom att tillsätta en syra kunde han fälla ut silikatet igen. Georg Bauer, även känd som Agricola³, kände till vattenglasen år 1621. Johann Rudolf Glauber⁴ benämnde det flytande silikatet *Oleum silicium* (kiselolja) år 1648. Även Goethe⁵ gjorde försök 1768. Han framställde vattenglas ur fin, vit sand från floden Main (Ågren, 1963). Hans försök slutade med att materialet omvandlades till ett fint och livlöst kispulver. År 1777 tillverkade Guyton de Morveau⁶ en vattenlösligt silikat av kvarts och natriumkarbonat.

Banbrytande arbete gjorde Johann Nepomuk von Fuchs⁷, som började forska systematiskt och

1 "Historia Naturalis" från ca 77 e.kr. Översatt 1857 av Bostock et al, publicerad i "The properties of Glass" NY 1936.

2 Zwick: "Das Wasserglass", Zurich 1877.

3 G Agricola: "De Re Metallica" Basillae 1621.

4 JR Glauber: "Furni Novi Philosophici", engelsk översättning London 1651.

5 W Goethe: "Dichtung und Wahrheit, 1768.

6 G T Morveau: "Eleméns de chymie", theorique et pratique". Dijon 1777.

7 J von Fuchs: "Vereitung, Eigenschaften und Nutzenwendung des Wasser glasses mit Einschluss der Stereochromie. 1825.

”Vattenglas utgörs antingen av kiselsyrat alkali, kalivattenglas, som framställs genom sammansmältning av kalisand och kolsyrat kali, eller genom kiselsyrat natron, natronvattenglas, som erhålles av kiselsand och kolsyrat natron, eller för det tredje utgöres det av en blandning av båda slagen under namn dubbelt vattenglas. Slutligen finns det fixervattenglas, som användes till vattenglas-målning s.k. stereokromi.”

”Vattenglas är en ”torr”, färglös/gulaktig massa som är genomskinlig och i torrt tillstånd spröd.” (Kjellin E, 1928)

”Vattenglas är vattenlösliga silikater (kiselsyrade salter) av kalium eller natrium av växlande sammansättning; vanligen på $1 \text{ Na}_2\text{O}$ och $3-4 \text{ SiO}_2$. Beroende på ingående bas skiljer man på natronvattenglas, kalivattenglas samt dubbelt vattenglas eller kalinatronvattenglas. Dessa olika vattenglas är lika varandra i egenskaper men för vissa ändamål t.ex. tillsats till såpa lämpar sig endast kalivattenglas medan natronvattenglas skulle ”utsalta” fast natrontvål”. (Kjellin, 1927).

experimentellt kring silikater 1819 (Vail, 1952). År 1825 gav han ut en publikation om materialets kemi, egenskaper och användning med inriktning på stereokromi (dekorationsmåleri). Tillsammans med Schlotthauer och von Kaulbach uppfann han ett nytt silikatmålningssystem baserat på silikater, så kallat stereokromi (Welthe, 1975).

Von Fuchs arbete lade grunden för den industriella kemiska industrin och han beskrev vattenglas; som ett bindemedel, dess kemiska reaktioner med olika slags pigment och mineraler, brandskydd, användning i tvättmedel, tvål, fixering av textilfärg m.m. (Vail, 1952). C F Kuhlmann, professor vid universitetet i Lille försökte få till stånd industriell tillverkning av vattenglas i Frankrike omkring år 1841. I nya teatern i München brandskyddades trädekorationer med vattenglas 1836. Silinwerke i Gernsheim började tillverka vattenglas 1838, främst för tvålproduktion (Baerle, 2014).

Katedralen i Rouen, Madeleinekyrkan och Louvren i Paris behandlades med vattenglas 1853 av L Dalemagne för att förhindra vittring (Rothstein, 1856). År 1856 startades fabriken Henkel & Cie i Düsseldorf, Tyskland (Vail, 1952).

Trapphusen i Nya Museet i Berlin dekorerades med

stereokromi 1865 av von Kaulbach (Menghini, 1998). Det finns många fler exempel på tidig stereokromi.

Kung Ludvig I av Bayern utlyste en tävling efter sina resor till Italien (Keim_Scandinavia, 2014). Han önskade liknande fasadfresker som han sett i Italien, men kalkfärgen hade inte tillräcklig hållbarhet i Sydtykland p.g.a. dess klimat med återkommande kraftiga slagregn (Dreijer, 1992). Adolf Wilhelm Keim vann tävlingen med sin vattenglasfärg, som han patenterade 1878. Han hade då arbetat i många år med vattenglas och dess färger och utvecklade bl.a. Von Fuchs resultat (Menghini, 1998). Det kom att användas som ett alternativ till utvändigt monumentalt secco och freskmåleri; vattenfast, ljusäkta och tvättbart. År 1878 användes Keims färger till målning av kyrkan i Eichelberg. År 1880 användes tekniken för husfasaderna i Worms, och 1881 till Isar Gate i München. Keims färger användes även i Schweiz (t.ex. Stadshuset i Schwyz). Industriell framställning av Keims färger startade kring 1895 (Hephaestus, 2011).

Keims patent gjordes möjligt tack vare Silinwerkes och Van Baerles industriella tillverkning av vattenglas, senare också tack vare Henkel & Cie i Düsseldorf (Welthe, 1975).

Färgen salufördes redan från början med vattenglas och torrpigment var för sig (Sandström, 2013). Ytan förbehandlades med vattenglas och sedan utfördes stereokromin, (dekoremålningen med torrpigment som slammats upp i vatten). Sedan sprayades vattenglas på igen, och fixerade målningen. Keims stereokromi upplevdes ha bättre hållbarhet än von Fuchs (Rothstein, 1856) men erfarenheterna verkar ha varit blandade.

Dr Lewis Feuchtwanger nämns som en person som förde över vattenglastekniken över Atlanten och kring 1832 används vattenglas som rostskydd för bl.a. kanoner i Brooklyn, NY, (Vail, 1952). Därifrån och framåt finns ett antal kemisk-tekniska handböcker kring användning av vattenglas i stort antal tillämpningar. I Finland beskrivs hur man själv kan tillverka vattenglas enligt Fuchs metod redan 1830 (Kaila, 2007). Vattenglasfärger kallades även kvartsitfärger (1930-tal). Wien, Hamburg, Stuttgart, Berlin, Amsterdam, Zürich, Schwyz är exempel på städer som har många vattenglas målade byggnader i originalutförande (Keim, 2014). Vattenglasfärgerna föranledde på 1920-talet en arkitekturörelse: "Die Farbige Stadt" (Menghini, 1998).

I Norden har vattenglasfärg använts sedan slutet av 1800-talet (Ivarsson, 2013). Främst i städerna Oslo, Sundsvall och Göteborg, som samtliga uppvisar objekt med originalmålningar, vilka restaurerats/konserverats vid några tillfällen (Ivarsson, 2014) (Sedenmalm, 2014). Många av modernismens arkitekter, t.ex. Erik Lundberg med adepten, använde silikatfärger i stor utsträckning vid kyrkorestaureringar (Eriksson, 2014).

Att den inte använts i samma omfattning som i t.ex. Tyskland med grannländer kan bl.a. bero på att vår luft anses vara renare (innehåller mindre svavel och surt regn) samt på lång tradition av kalkfärg och oljefärgsmålning av putsfasader (Sandström, 2013) (Amorim, 2013). Keim och Beeck (och Silinwerke) är de äldsta tillverkarna av vattenglasbaserade produkter. Företagens produkter är av samma karaktär och motsvarande kvalitet (Ivarsson, 2014).



Berget i Brandung blev en symbol för Keims silikatfärger (Menghini, 1998), en symbol för motståndskraft mot vind och väder. Det anspelar samtidigt på berget på ön Helgoland som då lagats med betong och målats rödbrun med Keims färger.

EN- OCH TVÅKOMONENTSFÄRGER

Man skiljer på två huvudtyper av silikatfärger, som specificeras i tysk DIN standard 18.363 (Widahl, 2005): tvåkomponentsfärger respektive enkomponentsfärger.

Grupp 1: Tvåkomponent/aktivsilikat

Rena mineraliska vattenglasfärger, består av fixativ (kalivattenglas d.v.s. kaliumsilikat) och torrpulver. Där torrpulvret består av ogiftiga, stabila oorganiska pigment och mineraler, som både färgbärare och



Vattenglasfärg fungerar bra att lasera med. Foto: Arja Källbom.

yllnadsmedel. Det kan vara t.ex. kalcit, silikater m.m. som bl.a. påverkar kärnbildning och tillväxt av kiselgel mellan pigmentkorn och underlag (Widahl, 2005) (Reichel, 2004). Fixativ kan innehålla *sol* (kolloidala, finfördelade kiselsyror) i liten mängd för att reglera alkaliteten (Silikatteknik, 2014).

Denna färgtyp kallas tvåkomponentsfärg, ren vattenglasfärg. Det kallas så eftersom färgen består av två separata komponenter, vattenglas och torrpulvret. Begreppet vattenglasfärg används ibland för att betona att det är fråga om den rena, ursprungliga färgen, fri från organiska tillsatser (Ivarsson, 2014). *Mineralfärg* används även som benämning av Keims tvåkomponentsfärg, och används för att betona att både pigment och bindemedel är helt mineraliska. Silinwerke/Silikatteknik har en motsvarande bruksfärdig ren vattenglasfärg (Silin Rein Mineral).

Tvåkomponentsfärgerna är inte lagerstabila och blandas på plats (Silikatteknik, 2014). Torrpulvret läggs i fixativ och får stå ca. ett dygn innan målning.

Torripulvret kan också vara preparerat till en våtpasta som omedelbart före användning blandas med fixativet och tas i bruk.

Det finns idag några tillverkare av en lagerstabil tvåkomponents vattenglasfärg med ”extra tungt fixativ” (Silikatteknik, 2014). Vad som avses med det framkommer inte, men den har förmodligen ett annat s.k. molratio (se kapitel om vattenglasets kemi).

De största tillverkarna producerar ännu ren vattenglasfärg utan organiska tillsatser, vilket är mest intressant ur restaureringssynvinkel (Ivarsson, 2013). Fixativet är glasklart och inte mjölkigt som för enkomponentsfärgerna (se motstående sida), vilket ger mer lysande kulörer (Widahl, 2005).

Den rena vattenglasfärgen ställer större krav på hantverksskicklighet eftersom den ska strykas vått i vått (Widahl, 2005). I tillblandat tillstånd har den begränsad hållbarhet.

Den målade ytan är matt och kan appliceras täckande eller laserande (Widahl, 2014). Det är en 100 % mineralisk och diffusionsöppen färg, med extremt lång hållbarhet. Den motstår nedbrytande inverkan från sol, slagregn och smutsig luft.

Grupp 2: Enkomponent/passivsilikat

Fabriksblandade lagringsbara färdigfärger är så gott som alltid s.k. dispersionssilikatfärger eller enkomponentssilikatfärger (Widahl, 2005) (Sandström, 2013). Tillsatserna har gjorts från 1950-talet och framåt, för att tillgodose en förändrad marknad och sjunkande hantverksskunnande hos målare (Ivarsson, 2013). Vanliga organiska tillsatser är styrenakrylat eller andra akrylater (Reichel, 2004). Med tillsatserna ökar färgens användarvänlighet. Färgen droppar mindre eftersom den blir tixotrop (Widahl, 2005). Det är mindre risk för skäckighet, något som kan hända om man inte målar tvåkomponentsfärgen vått i vått eller med överskott av fixativ.

Exempel på användningsområden är t.ex. när in- och utvändiga ytor tidigare målats med olika organiska/polymera färgtyper, där dessa kan fästa på en primer efter hel eller delvis borttagning av färg. Dispersionssilikatfärg är lämplig att använda på t.ex.

fibercementskivor och träullsplattor (Dreijer, 1992). Även glasfiberväv kan målas med denna färgtyp.

Enkomponentsfärgerna kan innehålla upp till 5 % organiska material eller i nya typer, 10 % konstmaterialdispersion enligt DIN-standard. En dispersion innehåller ca. 50 % vatten (vilket innebär att av en 5 % tillsats är 2,5 % är vatten, 2,5 % är organiskt material). Många moderna enkomponentsfärger innehåller >10 % tillsats, men marknadsförs ändå som silikatfärger (Widahl, 2005). De kan fungera som primer vid underlag som innehåller organiska ämnen. Man erhåller inte större grad av vattenavvisning genom att tillsätta mer än 10 % akrylat. Mer organiskt material innebär dessutom större risk för näring och grogrund för alger m.m.

Halt på max 2,5 % organiskt material (5 % dispersion) är satt för att färgen ska ha de flesta av tvåkomponentsfärgens goda egenskaper (Widahl, 2005). Ytan blir mer lik en akrylatfärg d.v.s. mer opak (Dreijer, 1992) och det mineraliska underlagets egenskaper försämras (Keim, 2014). Färgen uppträder delvis som en filmbildande färg med mekanisk förankring av färgen till underlaget (Widahl, 2005). Härdningen sker genom dels bildning av en kiselgel, dels adhesionskrafter hos akrylatdispersionen (Henningsson, 2011). Målningsegenskaperna närmar sig akrylat/latexfärg (Keim, 2014). Det beror dock på vilken halt av akrylat den har.

Det är en vanlig uppfattning att ytan blir mer fuktavvisande än för rena silikatfärger. Eftersom moderna organiska fasadfärger är relativt öppna, kondenseras lättare fukt bakom färgen. Akrylatmolekylerna fyller färgens mikroporer så att ångtransport försämras (Silikatteknik, 2014). Färgen släpper in fukt, men inte lika lätt ut. Det sker dock ingen transport av fritt vatten, med salter (Ivarsson, 2014).

För mycket akrylatdispersion gör att färgen betar sig som en dispersionsmålning; det bryter ned fasadputs, "skalar av" och ger fuktiga fasader (Widahl, 2005). Det gäller särskilt på KC-puts och ren kalkputs. Fuktiga fasader bryts ned i stora partier när fukten i putsen fryser och tinar, vilket ger volymändringar som materialet inte kan kompensera



Vattenglas med akrylat. Foto: Arja Källbom.

för, med frysskador som resultat. Puts kan också brytas ned om målningen är så tät att CO₂ inte kan tränga in i så stor omfattning så att CO₂-balansen i putsen underhålls och rekarbonatisering sker.

Den målade ytan är matt och färgen kan appliceras täckande eller laserande (Anter, 2010). Färgen beskrivs i positiva ordalag: "inga avskalningar sker på en tidsrymd på 30 år, utseende som vitkalk, hållbarhet som sten" (Widahl, 2005).

TEKNIK OCH FRAMSTÄLLNING

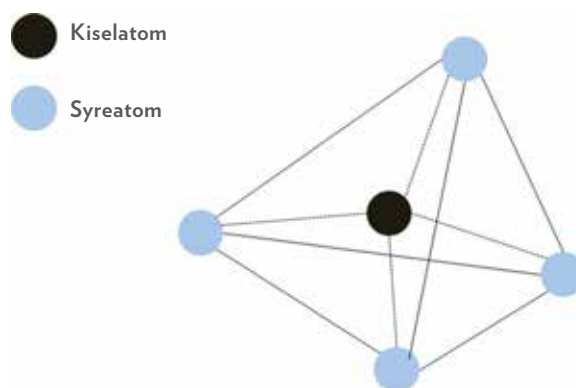
SILIKAT, KVARTS OCH GLAS

Ett silikat är en förening som innehåller en kiselbärande anjon (negativt laddad jon), oftast oxid (Hephaestus, 2011). Geologer och astronomer kallar bergarter som består av silikatbärande mineraler för silikater. Silikat är den vanligast förekommande föreningen i jordskorpan. I mineraler balanseras anjoner med katjoner (positivt laddad jon). De representerar en mycket stor materialgrupp. Exempel på silikater är sand, cement och pigment. Alla silikater har försumbar löslighet i vatten (under normala omständigheter).

Glas består i huvudsak av kvarts, som är kristalliserad SiO_2 (Glafo, 2005). I rent silikat består dess minsta byggstenar av kisel-tetraedrar; en kiselatom i centrum och en syreatom i varje hörn. Tetraederna binds samman genom att de delar på en syreatom. Den betecknas SiO_4^- . De kallas ofta för Q-enheter (Svensson, 1984). På så sätt byggs ett tredimensionellt nätverk av ren kvarts upp (om den får stelna långsamt) (Glafo, 2005). Det finns andra strukturer t.ex. i par och ringar (Hephaestus, 2011). Anjonen ingår i kisel-syror, hydrerade kisel-syror (Miall, 1986). Kisel-syror består av varierande sammansättningar med SiO_2 och vatten. Ofta kallar man även SiO_2 för kisel-syra. SiO_2 är dock ett undantag från definitionen på en syra (förmåga att kunna ta upp protoner),

eftersom den inte är negativt laddad och inte behöver katjoner.

Silikat/kvartsglas eller vattenglas (soda-kvartsglas) är dock inte kristallina, utan amorfa – eftersom de stelnar snabbt, underkyllt (vilket medför kemisk icke-jämvikt) (Vail, 1952) (Glafo, 2005). Amorf struktur innebär att kisel-tetraederna inte är regelbundet inordnade i förhållande till varandra, utan tvärtom; slumpmässigt. Glas kan sägas vara en underkyld vätska, som befinner sig i en övergång



Kisel-tetraeder i kristallin kvarts. En kiselatom i centrum och en syreatom i varje hörn. Kemisk beteckning är SiO_4^- .

mellan fast och smält material. Detta omvandlingsområde finns inte hos kristallina material som kvarts. I glas är den kring 500°C.

Många av jordens mineraler är silikater där kisel-tetrahedrarna bildar andra slags nätverk; enkel/dubbelkedjor, skivor, nätverk (Hephaestus, 2011). Exempel på respektive silikat med nämnda strukturer är olivin, pyroxen, amfibol, muskovit och fältspat. Kvarts i olika kristallformer är polymorfa d.v.s. med samma kemiska sammansättning men olika strukturer. Kvarts kan bytas ut mot andra oxider t.ex. Ca eller Na. Strukturen förändras då de starka kiselsyrebindingarna bryts upp. Ju högre halt tillsatt alkali desto fler bindningar bryts upp och glaset blir mer lättflytande och viskositeten sjunker. Alkali gör att glaset löser sig i vatten och bildar vattenglas. Alkalimetallernas oxider sänker glasets smälttemperatur (från ca 2000°C till ca 1400°C). De kallas därför för flussmedel. Olika typer av oxider i glas visas i tabell 1. Na₂O tenderar ge glas minskad kemisk resistens. K₂O ger ökad termisk utvidgning. Opal är naturlig amorf form av kiseldioxid med en vätska disperserad i en fast massa (Shaw, 1992). Även kiselgur, diatomé, är en naturlig amorf form.

FRAMSTÄLLNING AV VATTENGLAS

Det finns många olika beskrivningar på hur vattenglas kan tillverkas. Dels för tillverkning av olika typer, dels beskrivningar från olika tidersperioder. Exakt hur tillverkarna gör idag är relativt oklart. Det finns få beskrivningar, kanske för att det är företagskänslig information.

Man skiljer på två huvudtyper av tillverkning av vattenglas (Vodnisklo, 2014):

FASTA RÅVAROR (Solid Sodium and Potassium Silicate - SSS/SPS): 70-75% SiO₂ smälts i glas badsugn vid ca. 1400-1600°C med hjälp av alkaliska flussmedel (Na₂O, K₂O). Smält glas snabbkyls för att det ska krackelera och kunna finfördelas. I en autoklav kan även vattenhalt, tryck och temperatur styras. Alla slags vattenglas kan tillverkas med den här metoden.

HYDROTHERMISK REAKTION Kwartssand smälts direkt i en autoklav med hydroxid, vatten och eventuellt upplösande tillsatser. Tryck och temperatur styrs. Möjlig bara för vissa typer av vattenglas.

Råvarorna vid glas- och vattenglastillverkning kallas mäng (Glafo, 2005). Mäng kan vara kvarts, ren kvartssand, flinta, kiselgur eller pottaska/soda beroende på vilken typ av vattenglas som ska tillverkas (Kjellin, 1927) (Silikatteknik, 2014) (Vail, 1952) Istället för pottaska eller soda kan glaubersalt och kol användas. Smältning kan ske i vannor eller ugnar i temperaturintervall mellan 1200-1600°C, vanligen kring 1400°C. Vid ca 700°C avgår all CO₂ som gas. Het vattenånga och högt tryck (alternativt undertryck) används för att omvandla mängen till flytande vattenglas. Det bildas enligt:
$$\text{Me}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Me}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$$
där Me är Na eller K (Ågren, 1963).

GLASBILDANDE

SiO₂, kiseldioxid,
B₂O₃, boroxid,
P₂O₅, fosforoxid

NÄTVERKSUPPBRYTANDE

Na₂O, natriumoxid,
K₂O, kaliumoxid,
Li₂O, litiumoxid

NÄTVERKSMODIFIERANDE

CaO, MgO, PbO,
BaO, ZnO, SrO,
TiO₂, Al₂O₃, ZrO₂

Tabell 1: Exempel på metalloxider i glas (Glafo, 2005).

Man kan använda koltillsats när man har råvarorna pottaska/soda eftersom framställningsprocessen underlättas. Kol ger en reducerande atmosfär vilket gör att alkalin inte är så korrosiv mot ugnsinfodringar (Vail, 1952). För hög kolhalt gör vattenglas brunaktigt p.g.a. svavelföreningar. Vattenglas kan också vara grönfärgat av järnföreningar (Kjellin, 1927).

Smältan hålls över i formar för stelning. Man tillverkar även lättlöslig fast vattenglas om man låter smältan falla som ett regn på en uppvärmd roterande cylinder. Detta pulver kan lätt lösas i vatten. Det bör skyddas från atmosfärens inverkan vid t.ex. transport i lufttäta behållare. Man kan tillverka vattenglas i pulverform genom indunstning (Ågren, 1963).

VATTENGLASENS KEMI

Kolloider

Kolloider är kemiska system som har åtminstone en komponent som har storleken mellan en nanometer till en mikrometer (10^{-9} till 10^{-6} m) (Shaw, 1992).

Kolloider kan passera genom filterpapper men stoppas upp vid passage genom ett s.k. dialysmembran (Miall, 1986). Som kolloider räknas t.ex. vattenglas, cement, emulsioner, papper, plaster, gummi och färg. Olika kolloidala fenomen sker t.ex. vid limning, smörjning, målning samt polymerisation av oljor och emulsioner.

Partiklarna i kolloidala lösningar är osynliga även i vanliga mikroskop, men ger sig tillkänna genom sin ljusspridning, s.k. *Tyndalleffekt* (Tideström, 1953). När en behållare med kolloider träffas av en ljusstråle sprids ljuset på ett distinkt sätt, till skillnad mot t.ex. en vattenlösning.

Vattenglas är kolloider med molekyler på cirka en Ångström (10^{-10} m) d.v.s. tusentals gånger större än en vanlig molekyl (Ågren, 1963). För storlekar större än en Å används begreppet suspensioner. Kiselsyror räknas till *eukolloider*, med molekylvikter över 10000.

Kolloidala system kan klassificeras enligt (Shaw, 1992):

1. Dispersioner – termodynamiskt instabila p.g.a.

hög fri ytenergi. Efter att faserna separerat är systemet irreversibelt.

2. Äkta lösningar av makromolekylära material – termodynamiskt stabilt och reversibla (lätt att återbilda efter separation).

3. Associerade kolloider – termodynamiskt stabila.

Klass 2 är aktuellt för vattenglas. Faktorer som är betydelsefulla för det kolloidala systems egenskaper är t.ex. partikelstorlek, partikelform och flexibilitet, ytegenskaper och samspel mellan partikel till partikel samt mellan partikel och lösningsmedel (Shaw, 1992). Ju större molekylstorlekar desto större instabilitet och lättare sönderfall karakteriserar lösningen (Ågren, 1963).

Kolloidala lösningar visar i förhållande till sin viktssammansättning mycket lågt osmotiskt tryck, liten ångtrycksnedsättning samt liten kokpunktsförhöjning eller fryspunktsnedsättning (Tideström, 1953).

Begreppet *sol* används för att särskilja kolloidala suspensioner från makroskopiska suspensioner, men definitionen är oprecis (Shaw, 1992).

Kolloidala partiklar i lösning är ofta elektriskt laddade eftersom de absorberar ett visst slags joner (Tideström, 1953). Ömsesidig frånstötning, *repulsion* förhindrar sammanslagning av partiklarna. Joner av motsatt laddning kan absorbera och neutralisera detta – viken kan resultera i utflockning d.v.s. koagulering – *gel*. Gel uppstår då lösningsmedlet, i det här fallet vatten fångas mekaniskt i tredimensionella aggregat av partiklar (t.ex. flockade, flakliknande hydroxider) (Shaw, 1992). Hela systemet av vätska och fasta partiklar får då ett fast utseende. Man skiljer på elastiska och stela geler (Miall, 1986). Elastisk gel är t.ex. gelatin och kiselgeler. När storleken på de utskiljda partiklarna varierar kallas det kolloida systemet *polydispenserad* (Shaw, 1992).

Allmänt

Vattenglas är kolloidalt och består av ett tvåfas-system enligt klass 2, se föregående avsnitt. I tvåfasset finns disperserad fas (löst ämne, SiO_2 , som formar partiklar) och dispersionsmedium

| OXID | MOLEKYLVIKT (g/mol) |
|-------------------|---------------------|
| SiO ₂ | 60,06 |
| Na ₂ O | 61,99 |
| K ₂ O | 94,19 |

Tabell 2: Molekylvikt för vattenglasens oxider (Ågren, 1963)

(vatten – där partiklarna finns fördelade) (Shaw, 1992). Det logiska är dock att eftersom löst K₂O också ingår i systemet, så är det att betrakta som ett trefasssystem. Vilket inte ska förväxlas med en- och tvåkomponentsfärgtyper.

Man skiljer på två huvudtyper av vattenglas; natronvattenglas och kalivattenglas. Av dessa framställs ett stort antal kvaliteter för olika ändamål. Vattenglas är alltid alkaliskt (Ågren, 1963). Det finns även litiumvattenglas, Na-Li och K-Li vattenglas (Vodnisklo, 2014). Vattenglas har svag kulör (grön, blå, gul, gulbrun) beroende på typ (Sandström, 2013) (Ågren, 1963).

Kommersiella vattenglas kan/kunde innehålla låg halt av andra metalloxyder t.ex. Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, MgO, TiO₂ men även ämnen som SO₂, Cl (Vail, 1952).

Ett vattenglas kan principiellt beskrivas enligt (Ågren, 1963). Me₂O + nSiO₂ + xH₂O där Me oftast är K eller Na. I äldre källor skrivs ofta Me₂SiO₃ d.v.s. Na₂SiO₃ för natronvattenglas/natriummetasilikat och K₂SiO₃ för kalivattenglas/kaliummetasilikat.

Förhållandet mellan metalloxyderna SiO₂/Na₂O och SiO₂/K₂O kallas för M/Moltal/ Molförhållande/ Molratio/Modul och representeras i formeln med **n**. M varierar för kommersiella vattenglas mellan 1,6-4,1 (Vodnisklo, 2014). I äldre källor anges M 1-4,5 (Ågren, 1963). Kommersiella vattenglas innehåller vanligtvis ca. 60-70% vatten. Mol är samma sak som gram molekyl, d.v.s. det antal gram som molekylvikten anger. Molekylvikter för oxiderna framgår av tabell 2. Det är viktigt att vara klar över om man avser viktsförhållande (viktratio) eller molratio. Om andelen K₂O är hög i förhållande till SiO₂ (lägre M) sänks smältpunkten och en lägre kvalitet erhålls

VIKTRATIO*

32,4% SiO₂ och 11,3% Na₂O = 2,86
23% SiO₂ och 10,7% K₂O = 2,14

MOLRATIO**

(32,4 x 61,99) / (60,06 x 11,3) = 2,959
(23,0 x 94,19) / (60,06 x 10,7) = 3,371

Jämviktskonstanter

(vikts% SiO₂)/(vikts% Na₂O) = 1032
(vikts% SiO₂)/(vikts% K₂O) = 1568

Tabell 3: Beräkningsexempel som visar skillnad mellan viktratio kontra molratio i vattenglas (Ågren, 1963).

*beräknat för 100 g.

** med formeln molvikt = g/mol ger mol = g/molvikt.

$$X = \frac{G \cdot (a-b)}{a \cdot (b-1)}$$

X = antal gram H₂O som ska tillsättas.

G = vikten på den lösning som ska utspädas.

a = specifika vikten hos den lösning som ska utspädas.

b = specifika vikten hos den önskade lösningen.

Tabell 4: Spädning av vattenglas.

eftersom pottaska har större löslighet för vatten.

Några exempel på beräkningar visas i tabell 3.

Vattenglas *polymeriserar* d.v.s. bildar större slumpmässiga/amorfa molekyler vid kemisk reaktion och *kondenserar*. Vid kondensation mellan funktionella grupper bildas en liten molekyl, vatten. Vid reaktionen (SiO₂ + H₂O) alt. (2H₂SiO₃ → H₂Si₂O₅ + H₂O) avges vatten och en kondensationsreaktion äger rum (Menghini, 1998).

Tillsätts det en syra (vätejoner), sönderfaller det och bildar en gelartad voluminös utfällning (Kjellin, 1927) d.v.s. *gel/sol*. Denna utfällning sker även av luftens kolsyra, och vattenglaslet bör förvaras i slutna



Rena kommersiella kalivattenglas, Purkristalat, AZ Fixativ (svagt grönbå), Rein Mineral. Dessa är färgade, rent vattenglas är ofärgat. De upplevs som vatten i viskositet. I många äldre källor beskrivs vattenglas som sirapslikt i konsistensen, som den späddes vid användning (Kaila, 2007). Foto: Arja Kållbom.

kärl. Vattenglas är stabila i neutrala och basiska omgivningar (Hephaestus, 2011).

Natronvattenglas innehåller viss mängd SiO_2 och Na_2O t.ex. för Baumé 48/50° (mått på viskositet som förkortas Bé) kan det vara 32,4 % SiO_2 och 11,3 % Na_2O (Ågren, 1963).

Om man önskar späda ut vattenglas till en lägre Bé-halt kan grundregel i tabell 4 användas (Ågren, 1963). För de vanligaste typerna av vattenglas finns tabelldata om Bé, viktsförhållande, molförhållande (Ågren, 1963).

Begreppen sura och neutrala vattenglas förekommer, men det finns olika uppgifter på om det är tillämpligt eller inte. Förhållandet $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ är analogt med det metallurgiska begreppet Basicitet och ett mått på oxidens kemiska reaktivitet (används bl.a. för att beskriva slaggers reaktivitet och reningsförmåga i smältor). SiO_2 räknas oftast som en sur oxid

trots att den inte reagerar med vatten (men bildar ett salt med en bas) och $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ som en bas eftersom den bildar hydroxider. Omvandling av kiseldioxid till silikat är beroende av hydroxidjoner, och vattenglaslösningar med olika pH beroende på sammansättning, koncentration av oxider och vattenhalt (Peterson, 1983). Hur alkaliskt ett vattenglas är bestäms av storleken på M (Ågren, 1963). När M är litet eller nära 1 (d.v.s. Molratio ca. 1), gör sig den mer basiska Na_2O gällande i förhållande till den svagare SiO_2 – När M är stort är mängden alkalimetalloxid liten i förhållande till SiO_2 och då präglas vattenglasets i stor omfattning av egenskaperna hos den surare SiO_2 .

Beteckningen "neutralt" vattenglas användes för $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2$ ration på 1:3,3 och är vanligen svagt blåaktig eller grönaktig (Vail, 1952). "Alkaliskt" vattenglas är gulaktig och har ratio kring 1:2,1.



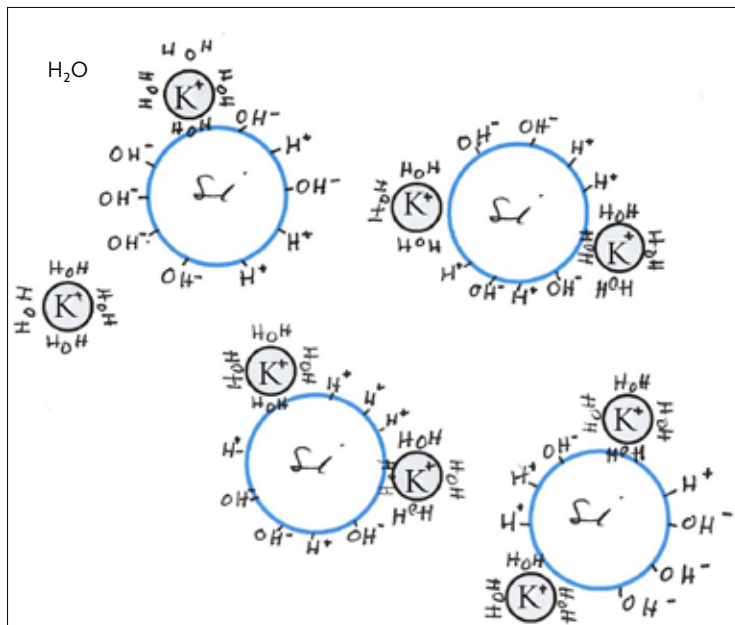
Några droppar utspädd saltsyra tillsatt i kalivattenglas reagerar omgående till en gel, en is-sörjeligkande massa bildas som efter ett tag stelnar till en kristallglittrande torr och fast massa. Foto: Arja Källbom.

Polymerisation och kondensation

Lösligheten av SiO_2 i vatten är vanligtvis mycket låg; ca 70 ppm (vid 25°C) för amorf och cirka 6 ppm för kristallin (Skorina, 2014). När vattenglas tillverkas under högt tryck uppstår en lösning som är övermättad och inte helt stabil. När silikatet börjar polymerisera frigörs vatten (kondensation).

Den hydrerade kiseldioxiden sönderdelas till kiselanjon (4^-) och fyra hydroxidjoner, som i sin tur även kan sönderdelas till s.k. silanoler $-\text{Si}-\text{OH}$, där enheterna binds samman med syrebindningar (OH^- finns på varje Si-atom) (Menghini, 1998) (Peterson, 1983). Strukturen består av tredimensionella

polymeriserade klot. SiO_2 under omvandling är att jämföra med stark syra som svavel- eller fosforsyra, med OH^- och H^+ joner. Koncentrationen av hydroxidjoner (och vätejoner) i vattnet är ett mått på pH (Peterson, 1983). Därför är molratio viktig i vattenglas, liksom vattenmängden eftersom det styr koncentrationen alkalihydroxider (mol/liter). pH värdet är cirka 12 i lösningen och den sjunker allteftersom reaktionen pågår. Hydrerade kalciumsilikater bildas när så mycket hydroxidjoner konsumerats för silikatbildning så att pH sjunkit (till ca 11). Kaliumjonerna finns som hydratiserade K^+ (eller Na^{2+}) och bildar hydroxidjoner. Ca^{2+} bryggar



Schematisk beskrivning av det flytande vattenglasets inre struktur (Menghini, 1998). Illustration: Arja Källbom.

över mellan silikatet och hydroxiden och bildar gel. Det gäller även oxider som t.ex. ZnO som har ca 2% löslighet i vattenglas.

FYSIKALISKA EGENSKAPER

För att beskriva vattenglas används storheter som t.ex. M , densitet, viskositet och pH (Ågren, 1964) (Pettersson, 1983). Viskositet beror bl.a. på M och koncentration. Vattenglas beter sig som en s.k. *Newtonsk vätska* – temperaturen styr dess viskositet; hög temperatur ger låg viskositet och den blir tunnflytande. Baumé är ett vanligt sätt att ange viskositet på (Ågren, 1963). Viskositeten är också beroende av specifik vikt. Specifik vikt är inte konstant proportionell mot kemisk sammansättning, utan varierar (Vail, 1952).

En behållare med vattenglas, som står exponerad mot atmosfären, överdras snabbt av en genomskinlig, lätt avrivbar hinna (Ågren, 1963). Vattenglas som

förvaras i glaskärl kan tjockna eftersom det kan reagera med kärlet. Reaktion sker inte i järn-/stålbehållare. Ju högre SiO_2 -halt vattenglas har, desto mer benägen är den att reagera med omgivande glas – om molratio $[\text{alkali}] / [\text{SiO}_2] \geq 3$ bör försiktighetsåtgärder tas (Vail, 1952).

Vid inkokning avsätter sig en hinna på kärlets väggar (Ågren, 1963). Om man rör om intensivt vid kokning förhindras detta. Fortsatt inkokning utan omrörning medför att en glasliknande massa bildas, som ytspricker i alla riktningar. Massan kan lätt ta upp vatten och avge den igen, som limfärg. I kokande vatten är vattenglas något inlösligt i vatten, men efter intorkning är den inte lösligt i *kallt* vatten (Kjellin E, 1928). Om vattenglas löses i vatten påverkar det ytspänningen obetydligt (Ågren, 1963). Vattenlösning ökar elektrisk ledningsförmåga.

Hur mycket alkali som avgår p.g.a. förångning beror på tid, temperatur och sammansättning (Vail, 1952). Kaliumvattenglas är känsligare än natronvattenglas. Även inlöst vatten dunstar (ångtrycket beror på sammansättning), vilket förändrar en rad egenskaper.

Termisk expansion är omvänt proportionell mot SiO_2 -halten, och värmeutvidningskoefficienten minskar med ökande SiO_2 -halt (Vail, 1952). För varje sammansättning/ratio ökar termisk expansion med temperaturen till en given punkt, den s.k. mjuknings-/anlöpnings-temperaturen. Ytspänning följer samband mellan M och temperaturer.

Ljusbrytningsförmågan är hög och ökar (additivt) med mängden oxider (Ågren, 1963) (Vail, 1952). Förmågan liknar kalkfärgens, med många små och skarpkantade "kristaller" (Sandström, 2013). Dispersionssilikatfärg med akrylattillsats liknar latexfärg visuellt.

Sofia Kyrkan i Jönköping är byggt av stående betongelement 1886 och lär ha varit Skånska Cementgjuteriets första stora order. Betongdelar (listverk, masverk i fönster etc.) målades år 2000 med enkomponents silikatfärg. Den var ursprungligen målad med en amerikansk Pliolite gummifärg, vilken togs bort med färgupplösningsmedel STS 7M och delvis med våtblästring. Sgraffitton utfördes efter Lars Stalins ritningar på 1960-talet i samband med den stora renoveringen då. Kunskapen om sgraffitto-tekniken var då rudimentär (Ivarsson 2015).
Foto: Arja Källbom.



VATTENGLASFÄRG

PRODUKTDATA

Endast kalivattenglas används för färg, eftersom natronvattenglas inte är stabilt på sikt.

Färgtillverkarnas datablad innehåller begränsad information om färgerna, trots kemikaliedirektivet REACH och säkerhetsdatablad (EU föreskrifter No 1907/2006) med obligatoriska 16 punkter. T.ex. framgår inte information om sammansättning, molratio eller viskositet. I tabell 5 till vänster sammanfattas tillgänglig information om kemiska och fysikaliska egenskaper.

HÄRDNINGSMEKANISMER

Kalk- och silikatfärger torkar genom flera kemiska reaktioner, där förångning av vatten samt karbonatisering är likartade. Uppgifterna i litteraturen om mekanismer för hur kalivattenglasfärg reagerar strax efter att de applicerats, är ofta motstridiga. Beskrivningarna nedan får betraktas som schematiska.

Förenklat beskrivs härdningsprocessen för vattenglasfärg t.ex. med; "Det applicerade vattenglaset reagerar bl.a. med CO_2 t.ex. ur atmosfären och bildar kaliumkarbonat. Det reagerar samtidigt med underlaget och bildar kalciumsilikat" (Anter, 2010).

Det är dock mer komplext än så eftersom flera, även samtidigt, reaktioner sker (Lame, 2010) (Dreijer,

1992) (Menghini, 1998). Man använder Molratio 4 (SiO_2 : K_2O 3,6-4,1) (Menghini, 1998).

Kemiska delprocesser i kalivattenglas:

- Förångning av vatten.
- Reaktion med atmosfärens lösta koldioxid/kolsyra, till kaliumkarbonat.
- Kondensation med vatten till kiselsyra, amorf gel.
- Reaktion med pigment (oftast metalloxider), ger kristallina metallsilikater.
- Reaktion med underlaget; Ca^- och/eller Si^- föreningar och bildning av kalciumsilikat (amorft, olöslig) och pottaska (kristallin K_2CO_3 , lösligt i vatten) (Dreijer, 1992).
- Reaktanter är K_2O , SiO_2 , (d.v.s. K_2SiO_3), H_2O samt CO_2 , H_2CO_3
- Slutprodukter K_2CO_3 , H_2SiO_3 , ($\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$), (komplex $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$)

Reaktion 1+2

I härdningens första fas dunstar vattent och reaktioner med luftens koldioxid spelar ingen primär roll (däremot är den viktig för gelbildning eftersom gel då koncentreras) (Menghini, 1998). Se tabell 6 på följande uppslag. Till en början sker gelbildning under bildning av kaliumkarbonat. Karbonatet är vita vattenlösliga kristaller (Miall, 1986). Karbonati-

seringsprocessen fortgår även fast färgen är genomhärdat efter något dygn och dess djup går längre in för vattenglas än för kalkfärg under samma betingelser (Menghini, 1998).

Under bildning av kolsyra sjunker vattenglasets pH värde från ca. 12 (Menghini, 1998). Vid gelbildningen reagerar O^- på silikatet med syrans H^+ och bildar OH^- , den elektrostatiske repelleringen minskar och ett gel bildas. Na^+ och Li^+ kan verka koagulerande på gel. Även katjoner som Ca^{2+} och Zn^{2+} från underlaget samverkar. Om pH inte understiger ca. 10,6 är lösning stabil och geléartad (under detta pH sönderfaller vattenglas). Laboratorieförsök har visat att för att pH ska sjunka från 12 till 10,6 krävs mer än 10 timmar, och inom den tidsrymden är gelébildningen

avslutad trots att upptagning av koldioxid ur luften är en långsam process. För att gelbildning ska ske bör den relativa luftfuktigheten understiga 75%.

Förångning av vatten koncentrerar vattenglas och silikatet krymper och pressas samman av ytspänningen trots repellerande elektrostatiske laddning (Menghini, 1998). Gelbildning under förångning av vatten är mycket långsam, i motsats till den elektrostatiske, vilket ger varierande egenskaper till gel. Den snabba gelbildningen har en stor inre yta och mikroporositet (mindre än 100 nm) och högre hållfasthet. När vattnet avdunstar minskar gelets volym och det krymper under bildning av mikrosprickor (Menghini, 1998).

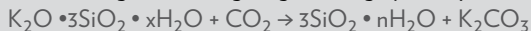
PRODUKTDATA FÖR KALIVATTENGLAS

| | Keim Fixativ | Silin AZ Fixativ | Silin Rein Mineral. Fixativ | Silin van Baerle Inocot K2837 – för färg |
|-----------------|---|---|-----------------------------|--|
| Ratio | Framgår ej | Framgår ej | Framgår ej | $K_2O: SiO_2 = 1:3,20 (>40\%)$ d.v.s ratio 3,20 |
| Densitet | 1,17 g/cm ³ vid 20°C | 1,14 g/cm ³ vid 20°C | - " - | 30 Baumé vid 20°C) 1,26 kg/l vid 20°C |
| Ph | 11,3 vid 20°C | Ca. 12 | - " - | 11-13 (ca. 11,5) |
| Viskositet | Ej angiven | Ej angiven | - " - | 35 MPa*s vid 20°C enligt DIN 53019 |
| Ångtryck | 23 hPa vid 20°C | 23 mbar (vatten) | - " - | Framgår ej |
| Sammanställning | Framgår ej | Framgår ej | - " - | 29,7% kalivattenglas <0,5% natronvattenglas <0,5% litiumvattenglas <0,1% spårmetaller d.v.s. solidhalt ca. 30% |
| Karakteristik | Gul, klar, luktlös vätska. Vattenlöslig | Gul, klar, luktlös vätska. Vattenlöslig | - " - | Klar färglös luktlös vätska. Vattenlöslig |
| CAS Nr | Framgår ej | 1312-76-1 | - " - | 1312-76-1 |

Tabell 5: Data om kalivattenglas för målerisystem.

KEMISKA DELREAKTIONER

1. Härdning av vattenglas ger kiselgel/kiselsyra med luftens koldioxid/kolsyra. (Menghini, 1998)

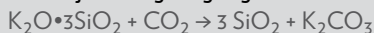


kalivattenglas + koldioxid ger kiselgel + kaliumkarbonat

Alt. beskrivning (Vodnisklo, 2014):



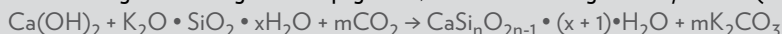
2. Förtjockning av gel genom avdunstning av vatten (Menghini, 1998)



kalivattenglas + koldioxid ger silikat och kaliumkarbonat

samt $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$, (l) = liquidus, (g) = gas

3. Härdning av vattenglas med pigment, ämnen i målarigunden/bruket (Menghini, 1998) ex.



kalciumhydroxid + kalivattenglas + koldioxid ger kalciumsilikathydrat + kaliumkarbonat.

Hydrerat kalciumsilikat skrivs även $3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O$ (Petterson, 1983).

Tabell 6: Kemiska delreaktioner.

Reaktion nr 3/Reaktion med underlaget (bruk & pigment)

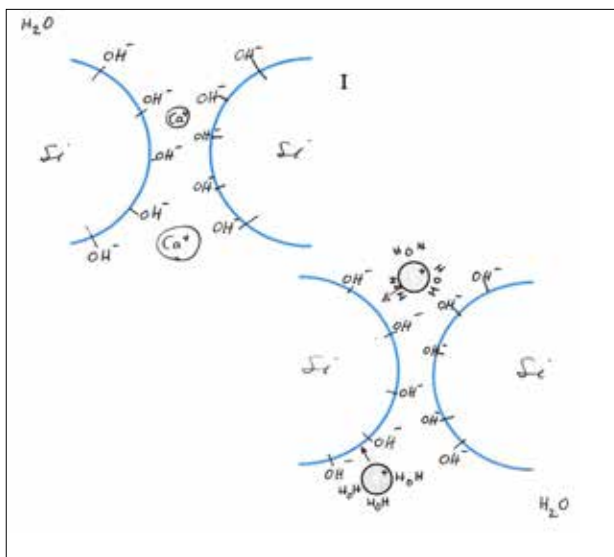
Hur djupt den kemiska reaktionen med underlaget sker beror på underlagets vattenupptagningsförmåga (Henningsson, 2011). Kalciumhydroxiden är viktig i reaktionen (Menghini, 1998). Den reagerar med vattenglas till ett kalciumsilikathydrat (CSH-fas) analogt med den som bildas i cement. CSH-faser i natronvattenglas tål högre temperaturer än de som bildas ur kalivattenglas. Bildningen av CSH-faserna går långsamt och kan inte påvisas med röntgen-diffraktion (de är amorfa). FTIR (Fourier Transform Infra Red Spectroscopy) kan dock användas för att påvisa CSH-faserna.

Reaktion med torrdel

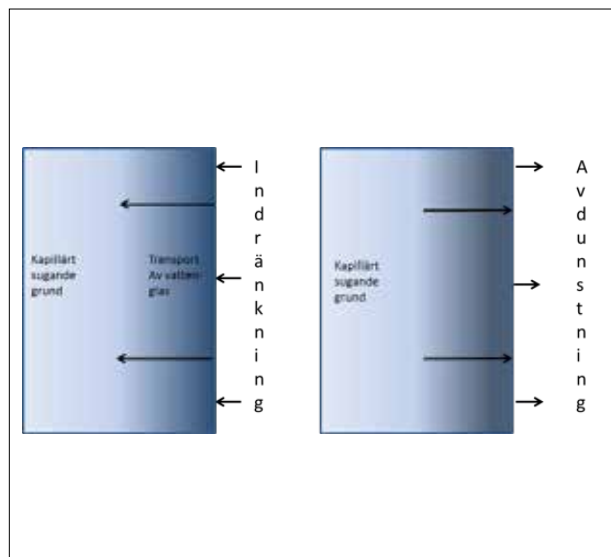
Silikatfärger ska innehålla pigment som tål basisk miljö, stabilisatorer och tillsatsämnen som reagerar med vattenglas och bildar ouplösliga silikater (Widahl, 2005). Det ska anges i produktdatabladen om stabilisatorer är oorganiska eller organiska. Fyllnadsmedlen kan uppgå till $2/3$ av pulvret (Silikat-

teknik, 2014). Råvarornas sammansättning, kvalitet och kornkurva är betydelsefulla för slutresultatet. Reaktionsprodukter av Me-Si-O bildas (Me är olika två- och trevärdiga metaller) med kondenserat vattenglas och pigment/puts (Menghini, 1998).

Zinkoxid spelar en avgörande roll för bildningsprodukterna (Menghini, 1998). Den påskyndar, liksom $Ca(OH)_2$ (t.ex. i okarbonatiserad kalkputs), gelbildningen markant. Zinkoxid/zinkvitt används bl.a. i putsens målningsgrundering för s.k. Keim A-teknik. Effekten av zinkoxid kan dock bli krymp- och spänningsprickorsprickor i olika gelskikt vid för hög halt, då vattenglasets inträngningsförmåga kan begränsas p.g.a. den snabba gelbildningen. Genom att vattenglasets kapillärt förhindras att penetrera grunderingen uppstår sprickor. Icke-reaktiva pigment och starkt sugande underlag ger dålig bindförmåga. Orsaken kan vara antingen för kraftig kapillär transport av vattenglas in i underlaget eller att den följer med avdunstningsfronten tillbaka.



Schematisk framställning av gelbildning i vattenglas. Ca^{2+} och K^{+} fungerar som en överbyggande katjoner och möjliggör kondensering av OH^{-} på silikatet (Menghini, 1998). Illustration: Arja Källbom.



Bindemedelstransport vid pigment med låg reaktivitet. T.v. Transport av vattenglas in i grunden via kapillärkrafter. T.h. Vattenglasen följer med det avdunstande vattnet tillbaka (Menghini, 1998). Illustration: Arja Källbom.

ANALYSMETODER

Flytande vattenglas

Viskositeten η mäts i enheten Baumé, anges Be. Man använder aerometrar (Be) och viskosimetrar (cp) för att karakterisera vattenglas, och mätningarna görs vid specificerade temperaturer (Ågren, 1963). Vid mätning med viskosimetrar bestäms s.k. centiposen (cp). Idag används enheten $\text{dPa}\cdot\text{s}$ (decipascalsekunder).

Densitet δ kan mätas med hydrometrar, och överförs till motsvarande Baumé genom tabeller eller omräkningsformler, beroende på temperatur (Vail, 1952). Kemiskt innehåll av föroreningar och alkali bestäms gravimetriskt/titrering eller spektrometriskt (Vail, 1952). **Kiselhalten** kan bestämmas även kolorimetriskt (t.ex. reagenser med olika kulörer eller fotospektroskopiska analyser). Natrium bestäms med s.k. perkloratmetoden. **Vattenhalten** kan bestämmas genom mätning av elektrisk ledningsförmåga. För att bestämma vattenhalten kan flytande vattenglas även värmas upp i ugn (Svensson, 1984). Genom att väga

vattenglasen innan och efter uppvärmning till 980°C (okänd tid). Därefter kan halten SiO_2 och Na_2O bestämmas med atomabsorption. Därmed kan ratio mellan oxiderna fastställas (vikt% eller mol%).

Spårämnen kan bestämmas med röntgenfluorescens. **pH-mätningar** görs med elektrod, radiometer. Kristallform, smältpunkt, optiska egenskaper är andra egenskaper som kan kvantifieras (Vail, 1952).

Dessa metoder är beskrivna i förhållandevis gamla källor, förmodligen finns även andra mätmetoder idag.

Härdat vattenglas

Följande förfaringsätt kan användas i fält för att avgöra om en fasad är målad med kalk- eller silikatfärg.

Droppa **utspädd saltsyra** (10%) på ett område, med pipett (Ivarsson, 2014). Efter att den första fräsningen/koket (effervescens) har avtagit, upprepas behandlingen. Kaliumkarbonat/pottaska i eventuellt vattenglasfärg och kalciumkarbonat/kalcit i kalkfärg

löses upp. Om det fräser andra gången också, är det frågan om kalk eftersom det då är kalciumkarbonat som löses upp. Vattenglasfärg reagerar inte med syran andra gången eftersom kaliumkarbonatet enbart finns ytligt. Vattenglasfärg kan lösas av fluorvätesyra eller svavelsyra (Hjort, 1997).

För att undersöka om en- eller tvåkomponents silikatfärg använts kan man applicera **färgborttagningsmedel** (för organisk färg) och se om målningen löses upp (Widahl, 2005). Löses den innehåller den organiska delar. Områden som är känsliga för sprickbildning t.ex. 45-graders vinkel under fönstren bör undersökas särskilt eftersom de ofta reparerats (Ivarsson, 2014).

Borrprov tas ut för tunnslip, ger kronologisk och teknisk information om puts och färg (Ivarsson, 2014). Flera prov kan tas ut för större säkerhet och representativitet.

Det finns en rad utrustningar i laboratorium som kan användas. Petrografiska undersökningar av **tunnslip** är ett sätt att karakterisera mineraler i ljusoptiska mikroskop och därmed även puts med färg. Undersökningen av det tunna, preparerade provet sker med polariserat, transmitterat ljus och man kan kombinera undersökningen med olika bildanalyssystem för kvantitativa och kvalitativa analyser (t.ex. porvolym i% av ytan, storleksmätningar m.m.). Silikatfärgerna från slutet av 1800-talet är dock svåra att analysera eftersom silikatet bryts ned och bedömningen bör kompletteras med andra mätmetoder (Elmqvist, 2014).

Med **mekanisk provning** kan t.ex. tryckhållfasthet och s.k. bohrhårdhet bestämmas (Menghini, 1998).

Svepelektronmikroskopi (SEM) och varianten ESEM (Environmental scanning electron microscope) kan användas för att undersöka putsprover (Berg, 2007).

FTIR (Fourier transformed Infrared Spectroscopy) fungerar för undersökning av silikatfärger och påvisar bl.a. CSH, K_2CO_3 , ZnO (Menghini, 1998). XRD (röntgendiffraktion) fungerar inte eftersom vattenglasfärg är amorft. Metoden användas för att påvisa kristallina faser.



Lasering och dekorationsmåleri på puts med tvåkomponents vattenglasfärg. Måleri och foto: Arja Källbom.



Rusticerad putsfasad, målad med vattenglasfärg.
Per Brahegymnasiet i Jönköping.
Foto Arja Källbom

ANVÄNDNING AV VATTENGLAS

BRETT ANVÄNDNINGSMÅL

Vattenglas används inom många områden, och målarfärg är bara ett exempel på dess tillämpning. Här beskrivs i korthet några andra användningsområden.

Klistring/limning

Vattenglas har en utpräglad limnings- och klistringförmåga, beroende på dess kolloidala egenskaper (Ågren, 1963). Ytor av glas, porslin och papper är utmärkta att limma med vattenglas. Limning av metalliska ytor fungerar inte med vattenglas. Vid industriell limning av wellpapp och pappkartonger är vattenglasets molratio och viskositet viktig, liksom det limmande materialets egenskaper. Papprets fibrer måste ha en förmåga att absorbera lösningsvattnet så att vattenglasets snabbt bildar gel. Ratio $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ cirka 3,3 ger goda limningsegenskaper och hög hållfasthet. Om specifik vikt är för hög blir vattenglaslösningen så simmig/viskös att den är svårt att fördela jämnt på de ytor som ska limmas. Vattenglas av 38/40° Bé och 40/42° Bé används för limning av wellpapp och pappersytor. En stor produktionsteknisk fördel med vattenglas är att det inte behövs särskilda arrangemang eller förberedelser för att användas till limning.

I pappersbruk används vattenglas i kombination med hartslim i s.k. holländare, och för blekning av

papper med vattenglas och peroxid. Vattenglas kan också användas som armering av papper och kartong. Man kan även blanda vattenglas i bruket när man murar kokare på pappersbruken (hög halt SiO_2).

Bindemedel i sandformar

Natronvattenglas kan användas som bindemedel i formar och kärnor, i alla slags metall-gjutier. Det tål högre temperaturer än kalivattenglas. Man använder CO_2 vid härdningen, som då inte kräver torkugnar (Ågren, 1963). Det går att använda estrar eller låta vattnet avdunsta (Svensson, 1984). Man kan ha tillsatser av socker eller stärkelse, samt magnesiumoxid. Idag används dock främst bindemedel innehållande hartser istället för vattenglas.

Markstabilisering

Vattenglas användes bl.a. för markstabilisering i samband med tunnelbanebyggen på 1950-talet i Stockholm. Det kan även användas för att undvika inträngande grundvatten. Man utnyttjar att vattenglas under inverkan av olika joner faller ut kiselsyra, som bildar en beständig och förhållandevis fast gel som beständigt sammankittar stenmaterial i marken. Vid tunnelbanebyggen används en metod där vattenglas injekteras i marken, varpå en koagulator (kalciumklorid) tillsätts. Man gör behandlingen med

jämna mellanrum och djup i marken. Vattenglasets kiselsyra fälls ut vid kloridinjectionen och överdrar markens sandkorn med en gel. Koaguleringen är i det här fallet en ej reversibel process, och därmed stabil. Det finns även metoder där koagulatorn injiceras samtidigt med vattenglas, och kan bestå av en utspädd syra t.ex. svavelsyra eller saltsyra ev. i kombination med ett metallsalt.

Natriumvattenglas används för att förhindra att borrhål i mark kollapsar (Hephaestus, 2011). Det är särskilt användbart när hålen passerar leror som smektit eller montmorillonit.

Vattenrening

Vattenglas kan användas som flockningsmedel vid vattenrening (Ågren, 1963). Utfällning sker inom stort pH-område, trots låga temperaturer och kraftigt nedsmutsat vatten. Vattenglas kan tillsättas dricksvatten och samtidigt ge korrosionsskydd till metalliska vattenledningar.

Trävaruprodukter

Vattenglas kan användas som bindemedel och lim i olika produkter från skogen t.ex. kryssfänér, beklädnadsplattor, sågspånsbriketter (Ågren, 1963).

Kitt

Ljuddämpande massor, syrabeständiga kitt, stenkitt m.m. kan tillverkas ur vattenglas (Ågren, 1963). För lagning av spruckna fasaddelar kan ett kitt bestående av cement, vattenglas och brunsten (manganoxid) användas (Kjellin E, 1928). För lagning av skadade detaljer av metaller och trä kan man använda ett kitt bestående av krita och zinkpulver samt vattenglas. För lagning av detaljer av glas och porslin används kitt av vattenglas och kasein. Man kan också tillverka kitt genom att röra ut vattenglas med kalk, magnesia (dolomit) eller zinkoxid, varpå en snabbt stelrande och hård massa av olösliga silikater och fri kiselsyra bildas (Kjellin, 1927). Det går även att tillverka kitter genom att blanda vattenglas med cement eller slammad brunsten, zinkoxid, glaspulver, fältspater (Möller, 1947).

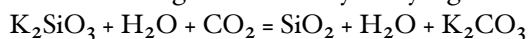
Livsmedel

Vattenglas kan användas t.ex. till konservering av ägg (Ågren, 1963). Vattenglasets täpper till äggets porer och syre kan inte transporteras genom skalet vilket gör att bakterier inte kan växa och äggets hållbarhet ökar därav.

Murverk och sten

Vattenglas kan användas för att kemiskt stärka murverk t.ex. kapillärt (Weber, 1980). Det kan ske t.ex. genom injektion av förtunnat vattenglas.
$$\text{Me}_2\text{H}_2\text{SiO}_4 (\text{l}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g}) = \text{H}_4\text{SiO}_4 (\text{s}) + \text{Me}_2\text{CO}_3 (\text{s})$$
Alkalivattenglas (Me = Na eller K) + vatten och kolsyra bildar kiselsyra och alkalikarbonat.
$$\text{H}_4\text{SiO}_4 = \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + (2-n)\text{H}_2\text{O}$$
Kisegel bildas under avgivande av vatten.

Vid stenkonsivering vill man använda vattenglas för att det är ett mineraliskt, beständigt bindemedel som inte bildar skadliga biprodukter (Weber, 1980). Det påverkar inte heller stenens ånggenomsläpplighet eller termiska egenskaper. Däremot mörkar det stenen och reagerar endast mycket ytligt.



Konsivering av sten med kiselsyraester ger god penetration, mörkar inte stenen och det bildas inga reaktionsprodukter (Weber, 1980). Kiselsyrastrar kan kombineras med silikonharts och silan till hydrofoberande (vattenavvisande) verkan.

Vattenglas kan användas för att minska porositet i bruk av betong och stucco (Hephaestus, 2011). Det reagerar med (portlandit) cementens överskott av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ och ytan blir slitstarkare och vattenavvisande. Man bör vänta (ca. en vecka) efter att brukets applicerats så att en första härdning hunnit ske.

Träskydd

Kalivattenglas har använts för att skydda järnvägssyallar (Kaila, 2007). Vattenglas har även använts till brandskydd av trä (Möller, 1947), till att konservera trästrukturer och som insektsskydd (Hephaestus, 2011). Exempel på system som använder vattenglas för

träskydd är idag t.ex. Sioo.

Syntetisk sten

Victoriasten, randsomsten, xylolit är exempel på konstgjorda stenar som framställts med vattenglas (Kjellin E, 1928).

Tvättmedel

Vattenglas med olika tillsatser använd som disk- och tvättmedel, tvål och såpa (Vail, 1952). Exempel på ämnen som används tillsammans med vattenglas är natriumhydroxid eller – karbonat, borax, olika fosfater, oljesyror, hartser, tallolja, vaxer, socker, cellulosa, stärkelsor och glycerol.

Infodringar

Natronvattenglas reagerar med mineraler som vermikulit och perlit och bildar temperaturbeständiga keramer (Hephaestus, 2011). De kan användas till värmeisolerings av t.ex. rör m.m.

Reparation av fordon och metaller

Natriumsilikat och magnesiumsilikat kan användas för att reparera ljuddämpare och till montagepasta (Hephaestus, 2011). När silikaterna läggs i blöt, sväller de och bildar en pasta. När t.ex. ett avgasrör värms drivs vattnet ut ur pastan och det kvarvarande silikatet bildar en glaslik, tillfällig reparation.

Natiumsilikat kan också användas till att reparera topplock, läckande kylsystem och bilmotorer. När kärnkraftverket i Fukushima havererade för några år sedan tätades reaktorläckaget med vattenglas (DailyMail, 2014).

Diverse

Natronvattenglas kan användas till slipmedel och zinkfärger, (Ågren, 1963). Kalivattenglas finns som fluss och bindemedel i svetselktroder (Kjellin, 1927). Det används även som flamskyddsmedel och kiselgel/torkmedel (Glafo, 2005).

Avfettningsmedel, ytbeläggningar, tätningssmedel, industrigoly, speciella brandskyddsmaterial är ytterligare exempel på användningsområden

(Vodnisklo, 2014). Man har också använt vattenglas som fixativ vid textulfärgning (Hephaestus, 2011).

EGENSKAPER FÖR MÅLNING

Underlag

Material

Vattenglasfärg passar för alla material, särskilt på ohyvlat trä och putsade ytor samt på metallerna zink och tenn (Möller, 1947). Med dessa metaller ”förefaller det som det uppstår en kemisk förening (oklart vilken) mellan färg och underlag; färgen fäster särdeles väl, och sorgfälligt gjord och hårt torkad anstrykning kan bara med svårighet tas bort”. Det är olämpligt på järn och stål. Det fäster inte på plast eller ickesugande underlag eller träullit (Johansson, 2013).

Vattenglasfärg används på alla mineraliska underlag; alla typer av betong, lättbetong, alla typer av kalkbruk och putser samt KC-bruk, lera, tegel och natursten (Ivarsson, 2014). Brukets/putsens kvalitet är viktig. Ädelputser är lite besvärliga men går bra att måla (Johansson, 2013). Man kan bestryka papper t. ex. tapeter med vattenglas, men man bör göra ett prov att tapetens färger är kalkäkta (Möller, 1947).

Vattenglas kan användas för att brandskydda t.ex. trä, väv, tyg och papper. Man tillsätter t.ex. krita, lera eller någon ockra till vattenglas. Man måste måla flera lager tunt med torkning mellan lagren. Det går även att tillsätta lim och kaolin/lera (Kjellin E, 1928). Man kan inte hindra kolning av de material som brandskyddsbehandlas, men det kan fördröjas. Det brinner inte med öppen låga. Man beströk bl.a. teaterdekorationer med vattenglas (Rothstein, 1856).

Vattenglasfärger konserverar och brandskyddar och ökar hårdhet hos trä. De skyddar mot svamp, insekter och röta samt torkar fort, mörknar inte och är fullkomligt luktlösa (Möller, 1947).

I Finland har vattenglasfärger använts som alternativ till oljefärgsmålade fasader (Kaila, 2007). Även i Sverige anges att de var mycket billigare än olje- och fernissfärger, och anstrykningen går mycket fortare (Möller, 1947).

Sugningsförmåga

Ur restaureringssynvinkel finns endast ett tekniskt krav (Ivarsson, 2013). Det är att underlagets yta måste, förutom att vara ren och fettfri, ha en viss sugning. Av det skälet bör man inte måla om en tidigare vattenglas-målad yta, förrän erosionen öppnat porerna en smula. Det brukar ta ca. 15-20 år. Då kan den, om så önskas, även kalkas med traditionell eller fabriksstillverkad kalkfärg. Det kan vara aktuellt om man vid något skede använt silikatfärg, men önskar gå tillbaka till kalkfärg.

Underlag med stor förmåga att absorbera bindemedel kapillärt kan resultera i att färgskiktets bindemedelshalt bli för låg – med kritning som följd (Henningsson, 2011). Vanligtvis stryks underlaget med rent fixativ en gång innan färgen påförs för att inte för mycket bindemedel ska absorberas och ge en för svag färg (Sandström, 2013). I vissa fall kan en strykning med färdigfärg räcka t.ex. på någorlunda släta underlag t.ex. brädriven puts och betong.

Färgens beständighet och skyddande verkan förbättras med fler strykningar. Absorberande underlag ska "indränkas" i ett lag av ren silikat anger Möller 1947.

För underlag med låg absorberingsförmåga t.ex. sten, kan istället överfixering ske (Henningsson, 2011).

Bruk, puts, stuck

En nyputsad yta ska helst inte målas med vattenglasfärg förrän efter ca. två veckor (Elmquist, 2014). Anledningen är att fri $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ger en så snabb gelbildning att vattenglasets inträngning längre in i putsen förhindras och färgen spjälkar av (Menghini, 1998). Att putsen hunnit karbonatisera, kan kontrolleras genom att droppa en lösning av fenoltalein i alkohol (Amorim, 2013). Om en rödfärgning sker, pågår fortfarande karbonatisering.

Lagningar och påslag på hårdare puts ska helst vara minst 5 mm, annars kan det finnas risk för att färgen blir för starkt och spjälkar (Johansson, 2013).

Uppfattningar om underlagets beskaffenhet varierar. Vissa rekommenderar silikatfärg på kalkputs, medan andra anger att färgen är för starkt för det (Anter, 2010). Eftersom silikatfärgen reagerar

med underlaget och bildar kalciumsilikat, anses ett underlag med lägre kalciumhalt ge sämre vidhäftning.

Kalkputser kan vara förgipsade (där karbonatet omvandlats till sulfat), vilket då är olämpligt att måla med vattenglasfärg på (Elmquist, 2014). Det finns speciella bariuminnehållande grundfärger som möjliggör vattenglas-målning på gips. Annars utkristalliserar glaubersalt eller svavelsyrad natron/kali (Kjellin, 1927) (Rothstein, 1856).

Under vissa omständigheter är en del vattenglasfärger olämpliga på betong eftersom hög CO_2 genomsläpplighet kan påskynda korrosionsangrepp av armering. (Ivarsson, 2014).

Vattenglasfärgens slitstyrka är bättre än kalkfärg på ouppvärmade murar (Wenster, 2014). Det hjälper förstås inte mot bortfrysning av puts, men kan ge ett visst skydd för t.ex. torn. Torn är utsatta för höga vindhastigheter, slagregn och "mikrofrysning" av ytan. Kalkade kyrktorn får ett transparent utseende vid slagregn, där putsen lyser igenom (Ivarsson, 2014). Det sker inte med vattenglasfärg.

Ofta är oljepatentering på puts, om den utförts på vanligt sätt och är tillräckligt gammal, nästan helt "mineraliserad" (Ivarsson, 2014). Då innebär patenteringen som regel inga problem. Det är enkelt att pröva. I annat fall grundar man med specialfixativ.

Glasering på puts

Ett problem, som kan uppmärksammas med vattenglasfärg, är om ytan mätas med vattenglas. Det uppstår då "blanka" glasartade partier, vilka är nästan omöjliga att åtgärda, med mindre än att man fräser bort ytan och putsar om det hela – med allt vad det innebär i förlust av autenticitetsvärden och ekonomiska värden. Det är mycket sällsynt att det sker, vid nymålning endast genom okunskap eftersom det kräver ett stort antal strykningar (fler än 10) innan det sker (Johansson, 2014) eller felaktig färgberedning (Ivarsson, 2014).

Eftersom ommålning av en fasad är aktuell efter tidigast 15-20 år (upp till 50 år), så innebär det inte risk för glasering eller att ytan skulle bli för tät då ytan eroderat (Johansson, 2014) (Ivarsson, 2014).

Sten

Stenens sammansättning påverkar färgens vidhäftning (Henningsson, 2011). Tester som utförts på olika underlag visar att silikatfärgen löste sig efter kort tids exponering från kalkhaltigt underlag i t.ex. Elmkalk och Bambergerkalksten. Det skedde inte på kvartsbunden sandsten (Oberkirchner), där dess kvartshalt ger en bättre vidhäftning genom den kemiska reaktion som sker mellan underlag och vattenglas. Om natursten innehåller trevärdigt järn (järnhydroxid, götit) kan färgskiktet få bruna utfällningar genom en kemisk reaktion.

Vattenglas kan användas på marmor och sandsten (Rothstein, 1856). Sandsten dränks in med kalkvatten innan applicering. Bränd lera t.ex. ornament, mur- och taktegel behandlas med fördel med vattenglas och får stor hållbarhet.

| Strykning | Vattenglas (kg) | Baumé | Vatten (kg) |
|-----------|-----------------|-------|-------------|
| 1 | 2 | 33 | 6 |
| 2 | 2 | 33 | 4 |
| 3 | 1,5 | 33 | 3 |

Tabell 7: Materialförbrukning till 100 m² stor sandstens/murtegelnya (Rothstein, 1856).

Vattenglas kan användas som skyddsmedel till andra stenarter (Kjellin E, 1928). Rothstein anger att med vattenglas behandlad sten inte blir beväxt med mossor och svampar, torkar fortare efter regn, fäster mindre damm och tilltar i hårdhet och varaktighet (Rothstein, 1856).

I mjuka stenarter som sandsten och kalksten täpps stenens porer igen när luftens kolsyra faller ut kiselsyror. Man kan efter vattenglasbestrykningen behandla ytan med kalciumklorid (Kjellin, 1927). Med tanke på vad som angetts i tidigare kapitel om markstabilisering, sker en gelbildning med kloriden.

Eftersom härdat vattenglas och kiselgel är mineraliskt och inte har några elastiska egenskaper, kan naturligt förekommande rörelse i underlaget t.ex. sten ge upphov till mikrosprickor (Henningsson, 2011). Detta påverkar dock inte silikatfärgens vidhäftning till underlaget.

Målningsteknik

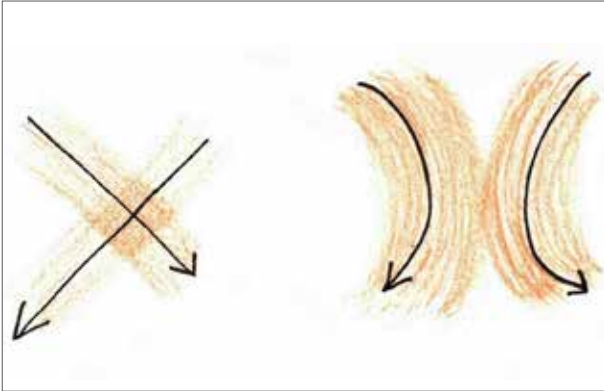
Det finns en samling kulörer för målning av natursten med varumärket KEIM Restauro. Färgen (vattenglas och torrpulver) ska blandas till dagen innan målning (Waldum, 1990). Det kallas *sumpning* (Ivarsson, 2014). Applicering ska utföras utan stopp fram till naturliga skarvar t.ex. hörn, vilket kräver att många hantverkare är igång på samma yta. Skarven ska hållas våt genom alla bomlag på byggnadsställningen (Amorim, 2013). Fasader målas uppifrån och ned (Ivarsson, 2014). Vid första strykningen är det viktigt att se till så att vattenglasen når alla porer i underlaget. Normalt kan behandlingarna läggas med ett dygns mellanrum.

Ytorna som ska målas bör hålla minst +5°C och även dygnet efter (Ivarsson, 2014). Varmt och blåsigt väder är sämsta tänkbara. Färgen hugger och sätter sig direkt, vilket det också gör i solsken, och det är svårt att måla vått i vått. För att skydda fasaderna mot regn och kyla kan det vara lämpligt att hänga upp duk/nät i ställningen, den ska även skugga fasaden. Man kan också använda värmeaggregat samt jobba etappvis. Duken fördröjer även avdunstning.

Om man ska applicera färg med spruta måste vädret vara helt vindstilla eller byggnadsställningen vara intäkt, för det sprids finfördelad silikatfärg lång väg och allt måste täckas extra noga (Johansson, 2013).

Vattenglasfärger ska målas tunt (Möller, 1947). Färgen är rinnig och fodrar ett visst handlag (Drejier, 1992). Breda plafond/kalkpenslar används och målningen sker i kryssteknik som med kalkfärg (Waldum, 1990). Färgen ska hållas väl omrörd (Amorim, 2013).

Pigmenten i färgen måste tåla hög alkalitet (s.k. ”kalkäkta”) och vara ljusäkta, vilket ger mycket stora skillnader i pris för de olika kulörerna, med svart,



Strykning med kryss- eller rundteknik. Illustration: Arja Källbom.

blått och grönt, som dyraste (Menghini, 1998).

Spritputs kan sprutas, målas med lammskinsroller och efterstöpplas (Johansson, 2013, Ivarsson, 2014). Det bildas annars tjocka lager i dalar som lätt krackelerar och för tunna skikt på stentoppar. Man kan kontrollera koncentrationen pigment inför färdigmålning genom att dra ett horisontellt streck på muren med en fylld plafondpensel. Det ska bildas 5-10 cm långa rinningar/gardiner (Johansson, 2013).

Det går bra att arbeta i laserande skikt med silikatfärger. Man minskar pigmentinblandningen genom att tillsätta vatten (Drejter, 1992) eller en blandning av vatten och fixativ (Ivarsson, 2014), och kan därmed styra grad av transparens. Bindemedlet är helt färglöst och förfarandet kan jämföras med oljelasering/lasering med kalkfärg eller akvarellfärger. Färgens tekniska egenskaper påverkas inte av flera tunna lager.

Silikatfärg går att kombinera med hydrofobering d.v.s. vattenavvisande behandling med silaner (Drejter, 1992). Undvik hydrofobering på de nedersta 20-30 cm av fasaden p.g.a. ökad risk för saltskador (Ivarsson, 2014).

Utseende

Vattenglasfärg har liknande transparens som kalkfärg (Amorim, 2013). Med pigment av hög kvalitet i kombination med vattenglasfärg fås vackra glittrande

ytor med djupa kulörer, som inte bleknar eller påverkas av omgivningen (Widahl, 2005). Den "glimrar" och återkastar ljuset, särskilt inomhus (Widahl, 2014). För inomhusbruk ska man förvissa sig om att färgen inte innehåller fungicider, något som en del fabrikat av utomhusfärger kan göra.

Eftersom silikatfärg inte innehåller kalk kan man uppnå mer kulörta färger än med kalkfärg (Anter, 2010). Kalkfärg innehåller alltid något vitt, från kalkvatten och kalkpasta.

Kalkputsade ytor i t.ex. fresk-/dekorationsmålning får en livlig glans och stor hållbarhet (Kjellin, 1927). Man använder oftast dubbelvattenglas.

Vattenglasfärg är porös, permeabel, antibakteriell, obrännbar, snabbtorkande (Möller, 1947). Färgerna är helt luktfria och mörknar inte. Ytor kan poleras upp (t.ex. på trä) och ges finish. Dessutom är vattenglasfärger hälsosamma eftersom de inte avger gaser eller ämnen (Ivarsson, 2014).

Livslängd och beständighet

Silikater är väsentligt mer hållbara än kalk/kalcit/kalciumkarbonat, vilket ger en ytterst hållbar färg (Amorim, 2013). Färgen binder både kemiskt och fysikaliskt till mineraliska underlag och åldras genom erosion (Menghini, 1998). Det är främst vattenglasfärgens vattenlösliga kaliumkarbonat som med tiden löses upp och försvinner (Amorim, 2013). På horisontella ytor är dock vattenglasfärgens hållbarhet mindre bra (Ivarsson, 2014). Starkt kulörta färger/fulltons färger kräver mer/starkare bindemedel. (Johansson, 2013).

Särskilt beständig är vattenglasfärg i sur omgivning (Sandström, 2013). Färgen reagerar inte med luftens CO_2 , SO_2 , SO_3 (Keim-Scandinavia, 2014). Det gör att den inte mörknar/bildar krustor (gipsomvandling) eller eroderar som kalkfärg (Amorim, 2013). Den påverkas inte av fuktighet, slagregn eller frost (Amorim, 2013). Den är UV-beständig och färgerna förändras inte (Schminke, 2012).

Själva färgskiktet är mineraliskt uppbyggt med ytterst små porer i ytan och kapillärporer (d.v.s. avlånga sammanhängande porer) längre in (Ivarsson,

2013) (Drejjer, 1992) som tillåter kalkputs att fortsätta karbonatisera eftersom ytan är diffusionsöppen (Silikatteknik, 2014). Porerna är mycket mindre än hos de olika underlagens porer, till och med för lerputs, vilket innebär att man erhåller en funktionell, ideal fasadyta. Färgskiktet bromsar vatteninträngning vid regn och accelererar uttorkningen, när regnet slutat. Ingen fuktuppsamling sker således i väggen. Färgskiktet är i princip lika öppet, permeabelt för fukt och vatten som kalkfärg (Widahl, 2014) (Anter, 2010). Underlagets förhållandevis stora porer skyddas av vattenglasfärgens många små porer som inte sätter ned förmågan att avge och transportera vattenånga eller fritt vatten (Silikatteknik, 2014) (Ivarsson, 2014). P.g.a. skillnaden i sugkraft transporteras inte regnvatten in i silikatmålningen och till bakomliggande puts, enligt kapillärslagarna (Silikatteknik, 2014) (Amorim, 2013).

Vattenglas skyddar mot röta och svamp. Mögel kan växa, men har svårt att få fäste. I vått tillstånd är färgen starkt alkalisk, men i härdat tillstånd är den kemiskt neutral (Widahl, 2005).

Vanligt ommålningsintervall är 30-50 år (Johansson, 2013). Färgen åldras genom att den eroderar och smiter då bindemedlet bryts ned. Eroderad eller smetande silikatmålning kan förnyas genom påstrykning av nytt bindemedel med en del vattenglas och en del vatten. (Sandström, 2013) (Johansson, 2013). Efterfixeringen kan appliceras med spruta eller pensel.

Lagring

Flytande vattenglas är känsliga för uttorkning och reaktion med luftens koldioxid vilket kan leda till utskiljningar som är korrosiva (Baerle S. V, 2014). De ska lagras i slutna kärl av stål, rostfritt stål, plast eller andra korrosionsbeständiga material. Olämpliga material är aluminium, tenn, zink med legeringar eftersom deras reaktion med silikaterna medför vätgasutskiljning vilket innebär explosionsrisk. Ideal lagringstemperatur är mellan 15-35°C, undvik under 5°C och över 50°C samt direkt solljus. Om kärl lagras i utrymmen med varierande temperatur kan partiklar

utskiljas p.g.a. koncentrationsändringar i ytan. Vattenglas får inte utsättas för frost.

Om pigment och vattenglas inte blandats ihop rekommenderar fabrikanterna max 12 månaders lagringstid på vattenglas. Troligen kan vattenglas klara längre tider men de kan inte garantera det. Pigmenten kan lagras obegränsad tid i torrt tillstånd. Om tvåkomponentsfärgen blandats till och förvaras väl tillslutet i en fylld behållare, så kan det lagras frostfritt i ett antal månader (Johansson, 2014).

Släktskap med kasein

Man verkar genom historien ha haft svårt att finna rätt sorts vattenglas till färg (Möller, 1947). Under andra världskriget och i efterkrigstiden hade man brist på råvaror och vattenglas- liksom kaseinfärger användes som prisvärt substitut för oljefärger (Källbom, 2012).

Vattenglasfärgerna beskrevs ha många fördelar men man hade problem med att anstrykningarna lätt vittrade och sönderdelades (Möller, 1947). I Möllers målarhandbok från 1947 finns recept för tillredning av vattenglasfärger, dock utan specifikation av vattenglasets kvalitet. Han förordar rivning av kalkäkta pigment i utspädd skummjolk eller limvatten/ stärkelseklistor. Vattenglas, som är starkt basiskt, kan användas som limlösare för kasein och kaseinvattenglasfärger anges ha många goda egenskaper. Även recept på kaseinvattenglasfärger finns i receptsamlingen, dock utan specifikation av vattenglastyp m.m. Möller anger det som ett bekymmer att få pigment kan användas och förordar flera som inte används idag t.ex. blyvitt, kromgult, barytgult, uranoxid, cinnober, elfenbenssvart. Jordfärgerna fungerar bra, liksom kromoxidgrönt, kimrök, grafit, koboltgrönt. Något förvånande anger han att ultramarinblått och smalt kan användas för blått, ultramarinrönt för grönt, zinkvitt för vitt. Ultramarinfärgerna, kromgrönt (förväxlas ej med kromoxidgrönt) och zinkvitt är vanligtvis inte att betrakta som kalkäkta och smalt har låg färgstyrka (Walsh, 2004). T.ex. brukar äkta ultramarin betraktas som kalkäkta, men inte den syntetiska (Lindholm, 1969). Detta har främst att

göra med skillnad i kornstorlek, som är avsevärt mindre för det industriellt tillverkade pigment (som då får en större reaktionsyta) (Walsh, 2004).

Lika delar vatten (regnvatten eller uppkokt, kalkfritt vatten förordas) och vattenglas används för utspädning. Vattenglas används aldrig koncentrerat (Möller, 1947). Minst två anstrykningar görs alltid; den första med utspädd vattenglas så att det suges in i porerna. Sedan görs en andra och ev. tredje strykning beroende på täckförmåga och underlag. Vita vittringar (av soda) kan uppstå efter en tid men de tvättas av med fuktig svamp och gnids med lite kokt linolja sedan de torkat. Möller anger att vattenglasfärgerna ”förvittrar” och ”bläddrar av” (flagar av), genom inverkan av atmosfärens luft och svaga syror. Det kan bero på att man haft begränsad tillgång till kalivatenglas eller haft svårt att styra egenskaperna hos använt vattenglas (troligen natriumvattenglas eftersom han ofta nämner att vita utfällningar av soda kan ske).

Möller anger Kreuzburgs metod från 1858; färgerna rivs med skummjolk (utspädd med lika delar vatten), vattenglas fungerar som fixeringsmedel (Möller, 1947). Trä ges en förstastrykning med förtunnat vattenglas. Då ytan torkat stryks mjölkfärgen på, och denna fixeras med en vattenglasstrykning sedan den torkat. Ytan poleras sedan med en yllepapp med linolja för att få glans och få bort överskott av soda. En annan av Kreuzburgs metoder som Möller anger är att använda kasein/ostämne tillsammans med vattenglas (bildar en genomskinlig gelé). Han anger även Kulmans metod: stryk träet först med vattenglas, som förtunnats med lika delar hett regnvatten. Efter att det torkat efter ca. 6-12 timmar görs en anstrykning med färg som rivits i mycket tunt mjölkklister. Efter ca. 6 timmar, när det torkat, stryks kalkvatten på för att göra klistret olösligt, och efter ytterligare några timmar stryks åter vattenglas för fixering. Proceduren upprepas tills önskad täckning erhållits. En variant är att riva färgen med limblandning (lim eller stärkelseklister) och vattenglas. Stärkelsen rörs ut i lite kallt vatten, varpå det övriga vattnet hålls på kokhet. Sedan limmas 35-gradigt

vattenglas med lika volym klister/limlösning; rivs till färg. Denna färg används sen till alla anstrykningar.

STEREOKROMI

Stereokromi härrör från grekiskans stereo (varaktig) och chroma (färg) (Menghini, 1998). Begreppet användes först av Von Fuchs (Vail, 1952), och senare även av Keim.

Möller beskriver monumentalt dekorationsmåleri med stereokromi enligt Von Fuchs metod. Underlaget är mycket viktigt och måste prepareras så det är jämnt, stensartat och integrerad med putsen. Den första grunden slås ut med kalkbruk som får karbonatisera under några dagar och rivs med skarp sandsten för att sedan dränkas in med vattenglas (natron eller dubbelvattenglas). Man ska ha satt till så mycket natronkiselvätska så att den är helt klar, ej opaliserande. Till Na-Si-vätskan sammansmälts 3 delar vattenfri soda med 2 delar kvartspulver och bereder en koncentrerad lösning. Putsen målas med färgerna utblandade i vatten, och fixeras sedan med kaliumvattenglas (sprutas på). Den kan rengöras med sprit efter några dagar om det behövs. Man kan också använda cementgrund eller ett recept med krita/marmorpulver, cement, kvartspulver, kaliumvattenlösning eller enbart använda kalivatenglas. Även en grund av zinkvitt eller svavelsyrad baryt kan användas (Kjellin E, 1928). Denna bестryks först väl med ammoniak om putsbruket ej är fullständigt torr, vattenglas och kalken reagerar med avrinning som följd. Vattenglas kallas fixervattenglas (Kjellin E, 1928). Möller beskriver även Schwitzers och Keims metod.

KEIMS A-, B-, C-TEKNIK

Keim kallade sina vattenglasfärger för *A-, B-, C-teknik* och de patenterades 1878 för *Mineralfarben* (Welthe, 1975). Mineralfarben, mineralfärger, äsyftar det mineraliska bindemedlet, inte pigmenten. Han var beroende av vattenglas från Vincent von Baerle för att kunna tillverka mineralfärgerna. Även Baerle

utvecklade ett koncept, som används än idag, vid Silinfabrik van Baerle i Gernsheim. När patenten löpt ut, startade fler tillverkare försäljning av vattenglasfärger motsvarande Keims B- och C-typ. Keims A-typ tillverkas idag bara av Keim, och det används för konstnärsändamål.

Welthe anger att det är en vanlig missuppfattning att kalkäkta pigment kan bindas tillräckligt till en färg med rent vattenglas (Welthe, 1975). Vattenglas sönderfaller i atmosfären och förorsakar efflorescens (utskiljning av saltöverskott). Pigmenten kan behandlas med ammoniak, olika silikatformade ämnen eller sprayas med speciella stabila vattenglaser för att kunna binda till färgen. Silikatformade ämnen kan vara kiselgel, aluminiumoxid, magnesiumhydroxid, kalciumkarbonat, bariumkarbonat, kalciumfluorid, zinkoxid eller glaspulver. Underlaget måste innehålla silikater.

I Keims amerikanska patent från 1897 beskrivs A-teknikens många och komplicerade material (Keim, 1897). Bland annat nämns bildande av bariumsulfat (d.v.s. barit) genom fyllmedel av bariumkarbonat (d.v.s. mineralet witherit). Bariumsulfatet härdar färgskiktet och gör det väderbeständigt. I måleri-grunden nämns ammoniumsulfat som omvandlas till kaliumsulfat och ammoniak. Till målerigrunden används också kaolin (China clay), kalkspat (kalcit) eller järnkarbonat, kalivattenglas, glaspulver, natriumsulfid. När grunden bränns och mals tillsätts bariumkarbonat. Sedan blandas detta med två delar kvartssand och två delar marmorsand. Själva bottenbruket (appliceras 1-2 cm tjockt) tillverkas av 3-4 delar kvartssand eller finmald marmor, en del portlandcement och vatten – denna sats blandas med finmald bariumkarbonat. Pigmenten för färg blandas med finmald kalciumfluorid, aluminiumhydrat, kiselhydrat, bariumkarbonat samt ren krita. Till pigmenten används vid målning, förutom kalivattenglas, även hydrerat silikat samt stärkelse. Målningen, som kan läggas på även andra målade underlag som limfärg, oljefärg m.m. impregneras med kiselfluoridsyra (H_2SiF_6) och ammoniumsulfat (ev. alun) samt med vattenglas. Tillverkningen av vattenglas beskrivs

innehålla följande ingredienser: pottaska, marmor, ammoniak, ammoniak. Möller anger att mineralfärger består av en blandning mellan titanvitt och bariumsulfat samt ”mineralfärgstoff” (Möller, 1947).

Så kallade kalkäkta pigment ska användas (Welthe, 1975). De finns i småflaskor med pigmentvatten i pastaform för konstnärsändamål, *Künstlerfarben*. Vid långvarig förvaring av vattenglas kan fria kiselsyror bildas, därför har de begränsad hållbarhet.

Ur färgernas produktdatablad framgår att Purkristalat innehåller titandioxid (2,5-10 %) och zinkoxid ($\leq 2,5$ %), samt silikatiska och kalcitiska fyllnadsämnen. De innehåller även kaliumklorid (Keimfarben, 2014). Vid brand kan produkten avge ångor av CO_x , fluorväte HF, SO_2 , bariumoxid (Keim, 2014).

Vattenglasfärgerna ska appliceras på en god och jämnt sugande grund (Welthe, 1975). Krympsprickor och andra defekter i putsen kommer att visa sig efter målning om inte speciella åtgärdes vidtages. Det finns produkter för att jämna ut sprickor, lagningar m.m. Welthe anger att vattenglasfärg inte ska målas på ytor som tidigare målats med kalk, emulsionsfärg eller oljefärg. Dock kan kalkade ytor borstas upp med t.ex. stålborstar, så att silikatfärgen fäster. På betong används fixativ för att ge fäste. För målning på gips appliceras bariumhydroxid upprepade gånger först, som omvandlar gipset till bariumsulfat. Sedan går det att måla med vattenglasfärg. Fukt som uppstår i murverk kan förorsaka problem med alla sorters bruk och färger, inklusive vattenglasfärg.

Några av Keims viktigaste anvisningar för stereokromi (Menghini, 1998):

- Upprätthåll putsens porositet och absorptions-hastighet genom en mager blandning och genom att undanröja det översta vattenglassinterskiktet innan behandlingen med vattenglas.
- Magert bruk med kornig skarp kvartssand och kalk (storlek enstaka mm) som bär sinterskiktet.
- Utkristalliserad kolsyrad alkali tvättas bort innan målning med regnvatten och beredd färg.
- Målningen som fixeras ska vara genomhärdad eftersom denna process stoppas upp vid fixeringen.

KEIM A "KÜNSTLERFARBEN". KONSTNÄRFÄRGER, DEKORATIV MÅLNING.

Beskrivning

Bärande grund t.ex. kc-bruk med grov kvartssand. Specialgrund från Industriwerke Lohwald, Lohwald Augsburg. Blandas till innan användning. Består av 10 delar torrbruk, med marmormjöl samt 3-4 delar vatten. Bör vara ca 4 mm tjock. Låt torka ett dygn och blöt med vatten så att den inte suger vatten mer. Blöts med vatten igen efter ett dygn, och får sedan härda i 8-10 dagar beroende på väderlek. Sedan etsas grunden med anvisat vattenglas – 1 del blandas med 3 delar vatten och stryks två gånger tills all skumbildning slutar. Syftet är att avlägsna ytans kalciumkarbonat. Vattenglaslet får inte komma i kontakt med metaller. Sköljs sedan flödigt med

vatten. Blöt ytan med destillerat vatten och håll den fuktig under målning med pigmentpastan. Pigmenten kan spädas med destillerat vatten. Målningen är inte bunden till underlaget och kan torkas bort. Den fixeras med *fixativ* (på tyska *fixiermittel*): 1 del A-fixativ + 3 delar ljummet destillerat vatten. Första och ev. andra applikationen av fixativet ska sprayas för att inte skada målningen. Använd sedan stora moddlare/plafondpenslar. Var noga med att skölja rent alla verktyg i vatten efter varje användning. Varje fixering kan göras med minst 12 timmars mellanrum. Upprepas totalt 4-7 gånger, tills målningen är helt upp-löslig i vatten.

KEIM B "DEKORFARBEN". DEKORATIV MÅLNING ELLER BYGGNADSMÅLERI

Beskrivning

Liknar A-typ men är enklare, som limfärg eller kaseinfärg – men helt vattenfast. Innehåller lite mer fyllnadsmedel än Keim A (Johansson, 2014). Målningensgrunden kan vara t.ex. kalk-, KC- eller cementbruk eller t.ex. sandsten eller glas. Specialgrund behövs inte. Etsning av grunden behövs

normalt inte men kan göras i specialfall för förbättrad vidhäftning. Nya eller starkt sugande underlag mättas med anvisat utspätt vattenglas (1:3). Används på torrt underlag. Glas rengörs med t.ex. metylerad sprit. Pigment blandas med typ B medium/*fixativ* (på tyska *fixative*) och appliceras. Ingen ytterligare fixering behövs.

KEIM C "DEKORFARBEN". DEKORATIV MÅLNING ELLER BYGGNADSMÅLERI

Beskrivning

Som Keim B men har många förblandade kodade kulörer, som är blandningsbara med varandra.

Tabell 8: Beskrivning av Keims A-, B-, C-typ (Welthe, 1975).



Båda fotografierna visar dekormåleri på Tomtehusets, Vasagatan i Göteborg, 2014. Fasaderna konserverades 1981 och 2007. Foto: Arja Källbom.

KONSERVERING OCH RESTAURERING AV DEKORATIVT FASADMÅLERI

Tomtehuset i Göteborg

Tomtehuset på Vasagatan i Göteborg byggdes 1890. Det ritades av arkitekterna Hans Hedlund och Yngve Rasmussen samt dekorationsmålades med stereokromi av Thorvald Rasmussen (Berg, 2007).

Byggnaden konserverades 1981 av den österrikiske konservatorn Karl Guthjar, och även 2007 av bl.a. Leif Berg (Ivarsson, 2013). Då användes ren vattenglasfärg: KEIM A-teknik (efterhandsfixering av laserande vattenglasfärg med specialfixativ) och KEIM B-teknik som laserande målning med Purkristalat och KEIM Künstlerfarben. Teknikerna har även använts för enfärgade putsytor utan figurmålningar.

Syftet med konserveringen 2007 var att bevara så mycket som möjligt av dekorationsmålade ytor samt även senare tillägg (såvida de inte inverkar menligt) samt att göra målningarna mer fullständiga och läsbara. Retuschering och rekonstruktion utfördes



med tekniker som är lätt urskiljbara från originalet.

Arbetsbeskrivning och utförda konserveringsåtgärder beskrivs, på nästa sida, av Per Arne Ivarsson och Leif Berg (Ivarsson, 2007) (Berg, 2007).

TOMTEHUSET ARBETSBSKRIVNING OCH KONSERVERINGSÅTGÄRDER

| | |
|------------------------|--|
| Provtagning | I förundersökningen analyserades putsprov med bl.a. tunnslip, men det gick inte att konstatera bindemedel i tvärsnitt. De kalikarbonater som är en restprodukt vid kalivattenglasets reaktion med luftens koldioxid är sedan länge borteroderade. Ej heller fick man utslag på test med utspädd saltsyra. Vid Göteborgs universitet, Institutionen för kulturvård användes ESEM och man konstaterade halter av K och Si i sådan mängd att de ansågs härröra från vattenglas. Partiellt påträffades en gråaktig hinna på en del av dekorationerna, möjligen härrörande från silikatbinder från konserveringen på 1980-talet. Ytor som kontinuerligt utsatts för regnvatten visade sig vara hårt men jämnt smutsade, jämfört med andra ytor. |
| Förberedelser /allmänt | Spik m.m. ska tas bort till ett djup av minst 20 mm. Ytbom konsolideras med mineraliskt material. Ytrensning. Underlagets ytemperatur >5°C. Ytor skyddas från direkt sol, stark uppvärmning (>30°C), snabb uttorkning och rinnande vatten. Stor uppmärksamhet åt att bedöma underlagets sugförmåga så att inte mättnad av fixativ uppstår. Tillverkarens anvisningar ska följas avseende beredning, hantering, användning. |
| Material | Aktuella pigmentblandningar enligt företagna prov från KEIM Purkristalat, Naturstein. Pigmentpastor från KEIM Künstlerfarben (Keim A), ev. även från KEIM Dekorfarben (Keim B). Fixativ för A-teknik: KEIM Fixiermittel. Fixativ för B-teknik: KEIM Fixativ. |
| Spricklagning | Hårsprickor (<1,5 mm) fylls med KEIM Kristallfelsit (kvartsinnehållande slamning) i pigmenterat fixativ. Minst 12 timmar innan målning. |
| Putslagning | Kalk, ballast 0-1 mm, 0-2 mm, från Målarkalk. Bilys stenlagningsbruk (från Stenteknik), torrdel utan akryldispersion, hydrauliskt bruk – eller andra lagningsbruk. |
| Insatsområden | Fasadritningar och närbild markerar insatsområden LAB = Laserande målning med KEIM A- och B-teknik. LB= Laserande målning med Keim B-teknik. |
| KEIM A-teknik | Beredning av pigmentpastor KEIM Künstler- och Dekorfarben i avjoniserat vatten. Pastorna späds till avsedd laseringsverkan och målas. Efterfixering 1-2: Specialfixativ 1 del med 3 delar dest. vatten. Dimmas på ytan. Efterfixering 3-4: Specialfixativ 1 del med 4-5 delar dest. vatten. Dimmas på ytan. Efterfixering 5-9: Som ovan. Stryks med bred mjuk pensel och får torka minst 12 h mellan fixeringarna. Överskottsfixativ som ej absorberas inom 3 minuter suggs upp med rena trasor. På ställen som inte suger får inget fixativ påföras. Fixeringen är klar när inga pigment släpper när ren duk förs över ytan. |
| KEIM B-teknik | 5 kg pigment hälls utan omrörning i 4 l fixativ ett dygn innan målning. Innan målning späds färgen med fixativblandning (1 del fixativ till 1 del destillerat vatten) till avsedd laseringsverkan. |
| Konservering | Rengöring med avjoniserat vatten och inpackning med poröst papper + plastfolie 2 dygn. Bom injekteras med bruk CalXnova (Weisskalkhydrat från Deffne & Johann). Vattenglasfixering 1:3. Efterbehandling med kiselsyraester Silres BSOH 100 (från Wacker) i levererad koncentration, applicerad med pensel genom pappersduk, ca. 0,8 l/m ² . |

Tabell 9: Tomtehuset; Arbetsbeskrivning och konserveringsåtgärder.



Båda fotografierna visar Sjöberg'ska palatset i Malmö. På fasaden finns rekonstruerade friser målade med vattenglasfärg 2012. Ursprungligen är de utförda i sgraffito, en kalkmålningsteknik där man skrapar fram motiven genom genomfärgade kalkputs-skikt (Lindholm, 1969). Foto: Tor Ek



Sjöberg'ska palatset i Malmö

Folkes Bygg använde vattenglasfärg för både byggnadsmåleri och dekorationsmåleri för Sjöberg'ska palatset (uppfört 1894/94) i Malmö under 2012. Frisen putsades om och man använde mallar för att bygga upp en höjdskillnad i putsen. Bemålningen gjordes sedan med vattenglasfärg i två kulörer. Vattenglasfärg användes på kundens begäran p.g.a. dess längre livslängd, och tekniskt var det också att föredra eftersom hydrauliskt kalkbruk användes. Kalkfärgen har svårt att fästa på detta underlag, till skillnad från vattenglasfärgen (Ek, 2014).



Villa Patumbah i Zürich. Foto: © Roland Fischer, Zürich, via Wikimedia Commons.

Villa Patumbah i Zürich

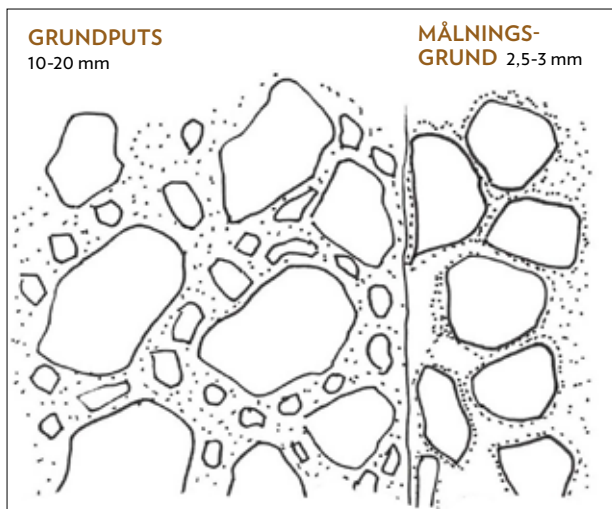
Exempel på kända byggnader som från början målades med silikatfärger var bl.a. Rådhusen i Basel och Schwyz, Villa Patumbah i Zürich, olika byggnader i Altstadt Stein am Rhein och Luzerner Altstadt (Keim, 2014).

Villa Patumbah i Zurich, målades med stereokromi (A-teknik) 1883-1885 och fasaden restaurerades på 1990-talet (Menghini, 1998). Arbetet med restaureringen beskrivs här, eftersom det finns utförligt beskrivet hur man gjorde förundersökningar, laboratorieprov och själva rekonstruktionerna. Mer finns att läsa i den utmärkta källan *Mineralfarben*, red. Menghini, 1998.

Syftet med konserveringen var att ge bemålningen en bättre förankring till målerigrunden och grundputsen samt öka hållfastheten. Åtgärderna fick inte ge risk för avskalning, inte påverka kulörerna, vara reversibla, inte för hårda eller bli för täta.

Inledande undersökningar

Arbetet föregicks av omfattande materialtekniska utredningar bl.a. genom kvantifiering av tunnsliper med bildanalyssystem och mekanisk provning. Regnvatten och solstrålning under drygt 100 år hade lett till mekanisk belastning och utmattningsskador, med brott, porer och upplösning av material. T.ex. hade kalcit i målerigrunden omvandlats till gips som



GRUNDPUTS

1 del kalk: 3-4 delar sand.
2-3 indränkningar med 30%-igt vattenglas.

MÅLNINGSGRUND

1 del kalk: 5-6 delar sand.
Kornstorlek 0,3-0,4 mm (inga finandelar). Finrivet.
Behandlas med vattenglas enligt Keims receptur 1881.

Putssnitt med fasadytan till höger. Illustration: Arja Källbom.

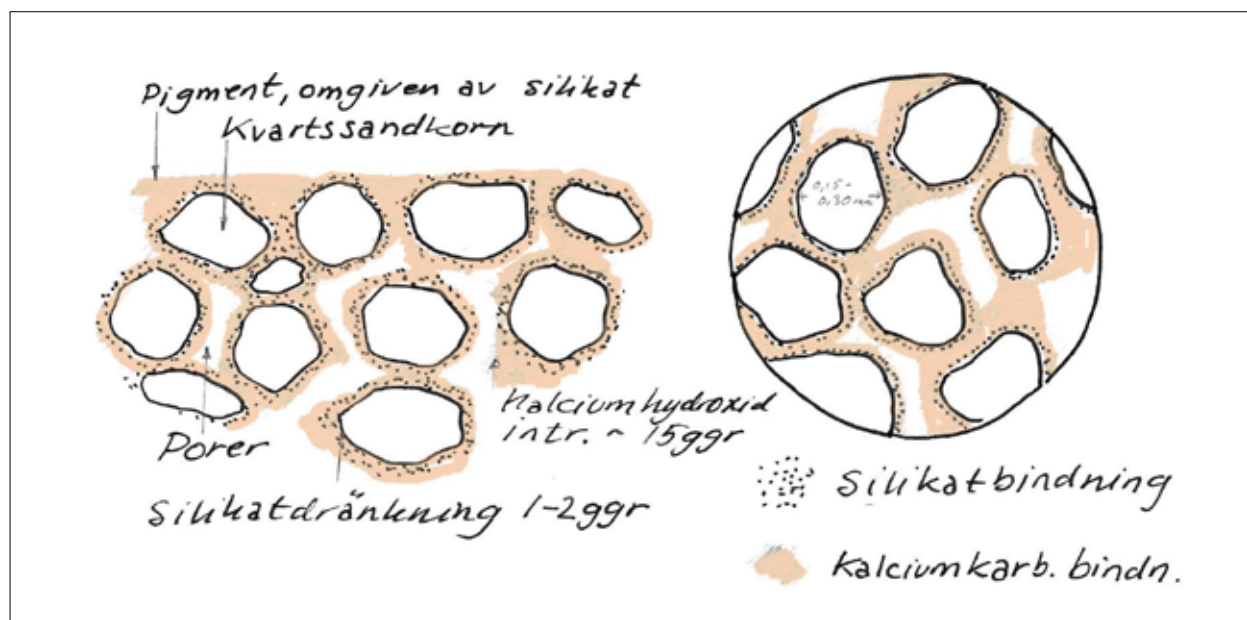
lösts upp av vatten och blivit porös. Målerigrunden fungerade som ett läskpapper för vatten som snabbt kunde avges igen. Med minskande avstånd till målerigrunden ökade porositeten. Porositeten är gynnsam för fasadens fukttransport men har låg tryckhållfasthet (ca 0,1 MPa). Petrografi och mätningar med bildanalyssystem visade ca. 2-8 % luftporositet, 18-20% kapillärporositet, totalt ca. 20-25 % porhalt i vattenglas och sand samt total hålrums halt på 40-50 volym%.

SEM-undersökningar visade ett amorf, småkornigt poröst material, (själva silikatet som dominerande bindemedel) och halterna ökade med närheten till grundputsen. Man konkluderade att ångmotståndet är mycket lågt och frostspänning är praktiskt taget inte möjligt.

Den historiska putsen rekonstruerades först i laboratorieskala (Menghini, 1998). Den hade en hög porvolym och låg hållfasthet. Porhalten minskade vid vattenglasbehandlingarna. Samtidigt ökade hårdhet och vidhäftning.

Kvartssanden omgavs av en reaktionszon i härdningen med vattenglas, och även kapillärporerna

Principskiss över putskonceptet med förstärkning av målningsgrund, putssnitt. Illustration: Arja Källbom.

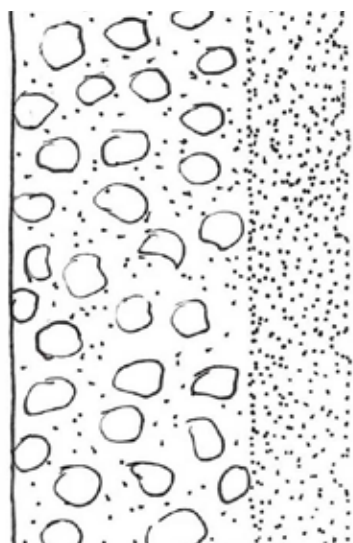


(ca. 10 %) var invändigt överdragna med hård kaliumkarbonat och var i kontakt med silikatet. Kalciumhydroxid transporterades också i hålrummen. Ytan dränktes med sintervatten ett stort antal gånger. Efter cirka två dagar hade materialet torkat och karboniserat. Därefter gjordes en impregnering med förtunnat silikatlösning 3-5 gånger. Efterbehandlingen gick till så att destillerat vatten sprutades och svampades 10-50 gånger. Det bildades mycket små kalciumkarbonater (ca. 0,1 mm) och det fanns inte längre något kvarstående vattenglas på ytan. Ytan ska vara det mjukaste av alla lagren och ha hög E-modul så att sprickbildning inte uppstår. Kiselsyraester Wacker OH användes samt kalivattenglas för förstärkning. Kalkmjölk användes för att dränka in målerigrunden innan kalivattenglas användes. Båda medlen ökade hållfastheten, minskade vattenupptagningsförmågan något och ökade hårdheten. Porhalten blev något lägre.

Material och åldrande

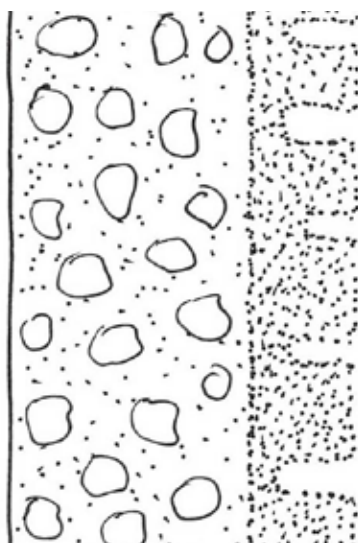
Konststenen vid Villa Patumbah var behandlad med vattenglas (Menghini, 1998). Murstockningen var av cement och kalk med tegelkross, rundkorndel på 0-16 mm. Murverket hade sprängskador p.g.a. vatteninträngning. På muren fanns grundputs och målningsgrund/ytputs som sedan rekonstruerades. Patentet för grundputs från 1881 innehåller kalkpasta och pimpsten, s.k. latent hydragrisk tillsats, och det hade följts vid arbetet 1885 – däremot inte den trefaldiga vattenglasindränkningen. Sinterskiktet saknades och få kapillärporer fanns vid restaureringstillfället. Till måleriskiktet föreskrevs kvartssand och pimpsten 6:1, och kalk. Keim föreskrev vattenglasindränkning av ytan när den var färdigmålad. Ytan var hård och amorf och utan filmbildning. Man tänker sig att skador i målningskiktet sker enligt mekanismer i bild nedan p.g.a. termiska, hygroskopiska och fysikaliska faktorer. Alla fasader utom östsidan hade

Skademekanism i stereokromi från 1885, Villa Patumbah (Menghini, 1998). Putssnitt med målningskikt till höger i respektive bild. Illustration: Arja Källbom.



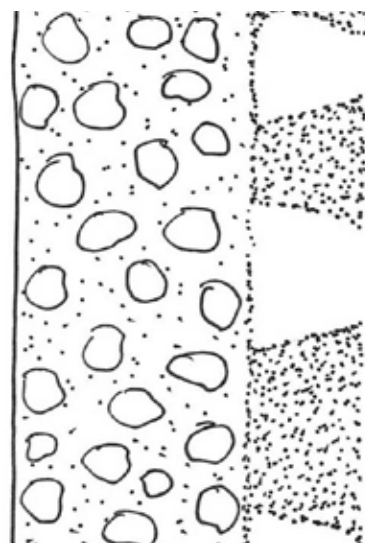
FAS 1

Den hårda men svagt bundna ytan blir knappt synligt skadad med små hålrum.



FAS 2

Skadorna växer under den sandiga ytan. Syns knappt.



FAS 3

Bryggorna mellan skadorna bryts sönder och stora materialbortfall sker.

drabbats av detta. Man tror att hagel kan vara en bidragande orsak. Naturligtvis inverkar fuktbelastning, våttid, upprepad fuktning/torkning, stora temperaturvariationer på solsidor o.s.v. Det konkluderas att bemålning hade stått sig bra i cirka 100 år.

Konserveringen

Målningarna restaurerades med hjälp av kiselsyraester och retuschering i KEIMS B-teknik (Menghini, 1998). Rengöring av vattenglasbemålad natursten gjordes med varmt vatten och 20 %-ig etylalkohol. Krustor löstes upp med piplera och varmt vatten. Kompressorer med ammoniumkarbonat användes för att bleka och tona ytor, som efterrengjordes med avjoniserat vatten. Ett grundinfärgat lagningsbruk för naturstenen togs fram av Osswald som bestod av Keims målninggrund (A3) med kiselsyraester Wacker OH som lades i två lager.

KASEINFÄRG SOM ALTERNATIV TILL VATTENGLASFÄRG


Hubendickska huset (uppfört 1888-1889) i Karlskrona är ett exempel på där en kalkmålade fris i sgrafittoteknik retuscheras med kalkkaseinfärg 2013 (Wenster, 2014). Det kan nämnas att även bottenvåning, omfattningar, gesimser och dekorer målades i enkomponents silikatfärg (Wenster, 2013).

I en portingång till en innergård i Sundsvall finns dekorationsmålningar i originalutförande från början på 1900-talet. Restaurering och retuschering utfördes 2014 med kalkkasein (Sjöberg, 2014). Kalkkasein fäster bättre på ytor i smutsig stadsatmosfär än ren kalk. Silikatfärg ansågs inte aktuellt eftersom det materialmässigt är mindre likt original än kalkkasein.

Kaseinfärg kan även användas som alternativ till målning av gipsornament (Hjort, 1997). Det kan även användas på natursten. Recept och anvisningar för grundning finns i tidigare publikation om kaseinfärger (Källbom, 2012).



Hubendickska huset i Karlskrona har en kalkmålade fris i sgrafittoteknik av Jacob Siivén. Frisen illustrerar handel och hantverk, de sköna konsterna, tekniska landvinningar (t.ex. ånglok och fotografering). Fotografier före och efter restaurering. Fasadfoto: Arja Källbom, närbilder: Ivar Wenster.

A photograph of a red building facade with a black lantern hanging from a window. The lantern is ornate, with a glass enclosure and a decorative metal frame. The building has several windows with grey frames and a dark roofline. The sky is overcast.

Länsstyrelsen i Jönköpings län godkände 2014 att Björnebergs herrgård målades med vattenglasfärg istället för kalkfärg. Orsaken var att åtgärden är reversibel då vattenglasfärg efter en tid eroderat så att den kan målas över med kalkfärg igen.
Foto Arja Källbom.

NEDSLAG I BYGGNADSMÅLERI

Här beskrivs dels några fall av originalmåleri i silikat, dels silikat som sekundärt måleri och behandling. Sammanställningen i den här texten tillsammans med andra undersökningar och litteratur indikerar att byggnader målade med vattenglasfärg är ganska vanligt förekommande.

STENSTÄDER MED VATTENGLAS SOM ORIGINALFÄRG

I både nordiska och europeiska stora städer skedde omfattande nybyggnation under 1800-talets senare hälft. Brandsäkerhet var en bidragande orsak till att många städer kom att få en stor andel tegel- och stenbyggnader. Studier av byggmästarnas användning av silikatfärg vid uppförandet har inte varit i möjlig i denna studie. Men metoder och materialval beskrivs i Georg Hesselmanns bok *Husbyggnation i Stockholm 1860-1920* (Hesselmann, 1941). Han beskriver byggmästarnas användning av t.ex. Skånska cementgjuteriets många prefabricerade delar och material som t.ex. grunder, många slags bruk och puts som bastardbruk (kalkbruk med cement), rabbitzputs, skifferbruk, betongbruk, romanbruk, terassit, granitputs och monierputs m.m. Han beskriver också metoden att tillsätta vitriol till kalkbruk. Sgrafitto-målningar gjordes med infärgad puts som hade relativt dålig hållbarhet. Det fanns en mångfald nya

material och vattenglasfärgen var ett sådant. Vattenglasfärgen hade stor konkurrens av kalkfärg och linoljefärg (Amorim, 2013). I Oslo, Göteborg och Sundsvall finns flera kända exempel på byggnader med vattenglasfärg som ursprungsfärg (Ivarsson, 2014).

Exemplet Sundsvall

Det finns några dokumenterade exempel på byggnader i Sundsvall som har haft silikatfärg som fasadavfärgning redan vid uppförandet på 1800-talet. Vilket kan ha ett samband med det faktum att Sundsvall är en hamnstad (Sjöberg, 2014). Staden brann 1888 och en ny stenstad i nystilar byggdes upp. Man kunde återanvända de nedbrunna husens grundmurar, källare och vattenledningar. En tät stenstad byggdes upp istället för att följa de nya byggnadsstadgorna som förordade breda brandgator (Sundborg, 2001). Storgatan kom framförallt att bli grosshandlarnas, handlarnas, ämbetsmännens och medelklassens gata. Många byggherrar var välbärgade människor med internationella kontakter. Gustaf Upmark fick i uppdrag att resa runt i Europa och samla kunskap om väggmålningstekniker, vilket han redovisar i *Meddelanden från Svenska Slöjdföreningen*. Vid den här tiden kom även många mönsterböcker med tyskt och/eller italienskt ursprung.



Många byggnader i Sundsvall är målade med vattenglas- och silikatfärg, bland annat hörnfastigheten, Storgatan 2. Foto: Lars-Erik Sjöberg.

Torben Seir har undersökt ett antal tunnsliper av puts från Sundsvall. Bland de 17 tunnsliper som gjordes från stenstaden ca. 1989 konstaterades några ha silikatfärg som original (Seir, 2014) (Sjöberg, 2014). Silikatskiktens tjocklek varierar från 0,1 till ca. 0,4 mm (Seir, 1999). I skikten finns bl.a. talk, karbonater, glimmer (mica), kvarts. Fasaderna har senare ommålats med både oljefärg och kalkfärg. I kalkfärg konstateras gipsomvandling på några tiondels mm. Bland annat har byggnader i Kvarteret Vesta, Minerva och Hälsan konstaterats vara ursprungligt bemålade med vattenglasfärg (Seir 1999). Någon systematisk undersökning om detta har dock inte gjorts.

Många byggnader i innerstaden har varit målade i kalkfärg, ev. med linoljefärg på sockelvåningen som i regel fungerade som butiksdel (Sjöberg, 2014). Typiskt är också att fasaderna är rikligt dekorerade med listdragningar, maskaroner, stuck m.m. När man började jobba med fasaderna på 1990-talet upptäckte man dels att många av murarna var dåliga (låg kvalitet), dels att många målats om med styrenakrylat, ”Dryoil”. På 1930-talet underhölls de med kalk men på 1970-talet övermålades många med styrenakrylat. Under den täta plastfärgen hade

kalken delvis omvandlats till gips och dekorationerna utgjordes av ett skal med sand i, bindemedlet var borta. Exempel på det är t.ex. Blombergskas huset från 1889.

När fasaden skulle åtgärdas på 1990-talet var en ny kalkavfärgning inte möjlig eftersom kalkfärgen kräver ett sugande målningsunderlag (Sjöberg, 2014). Det hade krävts svår färgborttagning i profiler och detaljer, samt ett nytt putspåslag vilket skulle ha förstört dessa. Lösningen blev att man tog bort plastfärgen med färgborttagningsmedel och stärkte upp dåliga murar med vattenglas i olika koncentrationer (läs mer i kapitlet om fasadrehabilitering). Sedan användes enkomponents silikatfärg. Den rena vattenglasfärgen hade behövt omkring ca. 5 mm sugande nytt påslag vilket var svårt att göra på utsmyckningarna. Som förbehandling användes ett slammingskoncept som innebär att småsprickor (upp till 0,5 mm) bryggas över och ojämnheter jämnas ut, samt ger fäste för silikatfärgen. Fasaderna har stått i ca. 20 år och är fortfarande som nya.

Man valde att inte lasera fasaderna för att efterlikna kalkavfärgning (Sjöberg, 2014). Man var tillfreds med att hitta ett sätt att rädda fasaddekorationerna med bra material, men att det inte kändes ”ärligt” att få det att efterlikna kalkfärg – därför avstod man. Fasaderna har visst liv, men inte som kalk, vilket åtminstone målarmästare Sjöberg uppger att han saknar. Man försökte att använda kalk där det gick på t.ex. mjuka jämnt sugande kalkbruk, men på KC- och cementinnehållande puts var silikatfärg bästa alternativet.

Sundsvall har även unika dekorationsmålade fasader. Det lär finnas så många som 248 stycken i stadskärnan, vilket är anmärkningsvärt för en relativt liten stad som Sundsvall. I ett EU-projekt med bl.a. Ove Hidemark omkring år 2000 rekonstruerades många målningar i ren vattenglasfärg. Anledningen till att man valde silikatfärg och inte kalkfärg var att man bedömde att silikatfärgen var bättre lämpad i det hårda kustklimatet. Dessutom fungerar silikaten bättre i mättade fulltonskulörer. Kalk kan ha svårt att binda dessa till-



Dekorationsmålning med stereokromi på Wilsonflygeln i Göteborg.
Foto: Arja Källbom.

räckligt vid karbonatisering, och de eroderar lättare.

Exemplet Göteborg

I stenstaden Göteborg har konstaterats flera fall av vattenglasfärg i originalutförande. Många byggmästare och arkitekter samarbetade med tyska kollegor och Berlin var en stor förebild för både stadsplaner och byggnader (Wirsin, 2004). En del utsmyckningar är så lika varandra att man kan anta att de gjutits i samma form. Det är inte långsökt att förmoda att även silikatfärgen användes på liknande sätt.

Man har konstaterat silikatfärg genom tunnsliper av puts, via Seir (Sedenmalm, 2014). I fallet Kv Granen 2 stämde kulören på färgrester mycket väl överens med gamla kulörkartor. Även på Parkgatan, Kungsberg har konstaterats ursprunglig vattenglasfärg (Sedenmalm, 2014). Det är ofta KC- eller cementputs på byggnaderna från 1870-1890-tal. Både romancement och portlandcement har använts.

På Viktoriagatan 15 i Göteborg finns en fastighet med spritputs som hade mer än 100 år gammal silikatfärg under takfoten när ommålning skedde (Ivarsson, 2013). I samma område ligger flera kvarter som målades med ren silikatfärg i slutet av 1800-

talet. Tyska skolan vid Engelbrektsgatan/Viktoria-gatan i Göteborg har ett trapphus där Carl Larsson utförde målningar med Keim A-teknik i slutet av 1800-talet.

I ett fall på Vasagatan 39 vid Vasaplatsen har ett hus från omkring 1885 aldrig målats utan har sin KC-puts bar (Sedenmalm, 2014). Vid en restaurering tvättades putsen ren och behandlades med vattenglas. Man upptäckte att det bästa sättet att få rent en smutsad fasad var att vattenbegjuta den i ca. 1/2-1 dygn och därefter borsta rent den.

Andra intressanta byggnader i Göteborg är Heymanska villan på Vasagatan 16, Tomtehuset och Stadsmuseets innergård/Wilsonflygeln. Samtliga har restaurerat kring 2006-2007. Heymanska villan är putsad med Romancement, ett naturcement (Elmqvist, 2014). Vid uppförandet av byggnaden tillsattes vitriol till bruket för att man önskade en lejongul kulör. Det var vanligt i Europa att romancement lämnades omålade för att efterlikna olika typer av natursten, men i detta fall målades byggnaden om med vattenglasfärg efter cirka sex år eftersom vitriolen gett brunaktiga missfärgningar. Till den senaste reoveringen användes också vattenglasfärg. Arbetet med Heymanska villan ingick i ett stort EU-projekt om romancement (Rocare).

Göteborgs Handelshögskola på Läroverksgatan är målade med silikatfärg (Amorim, 2013).

FASADRESTAURERINGAR

Malmö Centralstation

Malmö centralstations (uppförd 1872) äldsta fasader restaurerades 2013 (Ek, 2014). Fasaden var målade med en plastinblandad, tät och hård färg. Brukets kvalitet varierade från mjukt till mycket hårda cementlagningar. Fasaden sandblästrades för att avlägsna plastfärgen utan skador på underliggande puts samt putslagades och filtades med ett naturligt hydrauliskt bruk (NHL 2) från Målarkalk. Originalfärgen var oljefärg, därför avskrevs kalkfärg som alternativ. Valet blev därför ren vattenglasfärg, som fäster



Detaljbild från Malmö Centralstation, 2014. Vattenglasfärg på naturligt hydrauliskt bruk. Foto: Tor Ek.

bättre på NHL-bruket och har lättare för att dölja lagningarna (som med kalkbruk tenderar att synas mer). Fasaden ströks med kvartstillsats för att jämna ut skillnader i textur mellan lagningar och omgivande fasad.

I underhållsplanen framgår att centralstationens fasader i olika väderstreck ska underhållas i olika intervall (Gustafsson, 2014). Södra och västra fasaden kan komma att behöva underhållas oftare än mot norr och öster, då de först nämnda fasaderna eroderar fortare. Man anser det är viktigt att inte behandla de mot norr och öster "när man ändå håller på" med södra och västra fasaderna, eftersom de då kan bli tätare med ytterligare silikatskikt om fasaderna målas om innan färgen eroderat. Man befärar att detta kan ge en ökad risk för frostsprängning och problem att torka upp från fukt. Deras erfarenhet är att differentierade underhållsbehov är svåra att kommunicera till antikvarier, konsulter och arkitekter. Det finns dock goda erfarenheter av olika system (Ivarsson, 2014).

Fasadrehabiliteringar

På 1980-talet gjordes en så kallad fasadrehabilitering på Oslos Universitetsbyggnad (uppförd 1811). Innan arbetet startade hade man en stor fasad med starkt varierande puts kvalitet, eftersom man misslyckats med att få till kalkbruk av god kvalitet för tidigare lagningar (Waldum, 1990). Man hade använt cementbaserade material både till bruk och färg. Fasaderna var målade med en oljebaserad färg och senare med latex. Före latexmålningen hade fasaderna fått en beklädnad av glasfiberväv. Putsen var krackelerad ca. 2-3 mm in i putsen, avskalad och eroderad. Undersökningar visade att putsen (40-45 mm tjock, som mest 60 mm tjock) var bindemedelsrik och relativt homogen om man bortsåg från ett tätt yttre skikt. Tryckhållfastheten uppmättes till 2 MPa även om det fanns putspartier med mycket dålig hållfasthet. Omfattande laboratorieprovning utfördes innan man bestämde sig. Med upprepad vattenglas-/fixativbehandling uppmättes ett inträngningsdjup på ca. 20 mm. Behandlingen medförde också att tryckhållfasthet ökade till ca. 3 MPa samt att klimatmotståndet ökat i accelererad klimatprovning. Man avlägsnade all tidigare bemålning med färgborttagningsmedel och varm högtryckstvätt, >150 bar). Skadad kalkputs och betong höggs ned. Putsens sårkanter förstärktes med kalivattenglas och omputsning skedde med artligt reparationskalkbruk. Små porer och småsprickor som uppstod i reparationerna behandlades med vattenglas och kvartskorn som fyllde håligheterna. Ommålning skedde med vattenglasfärg. Omkring 10.000 m² fasadyta var färdigrehabiliterade i december 1988. Efter några år besiktigades fasaderna och det noterades som enda skada utkristallisering av salter p.g.a. starkt nedfuktade ytor (defekta stuprör) som inte kunnat torka ur. Även Oslo Centralstation (uppförd 1854) (tidigare Östbanestationen) blev på 1980-talet föremål för s.k. fasadrehabilitering med silikatfärg (Ivarsson, 2014), (Waldum, 1990).

År 2008 påbörjades omputsning av Oslo Universitetsbyggnad till en kostnad av 900 miljoner NOK, trots att en ommålning kunnat ske med såväl kalkfärg som vattenglasfärg (Ivarsson, 2014). Under



Rådhus Skåne. Bakom bevarade fasader uppfördes 2011-2014 en ny byggnad för Kristianstads kommuns och Region Skånes administration. Foto: Ivar Wenster.

silikatfärgen från 1980-talet fanns en fin kalkputs, men stommen kläddes av in till teglet. Ny grov- och finputs lades på och målades med kalkfärg efter inrådan av Riksantikvarien. Nu har man problem med omfattande sprickbildning i de nya fasaderna men man kan inte enas om varför eller vad som ska göras (Christiansen, 2013). (Christiansen, 2014) (Johansen, 2013). En möjlig hypotes är att stockningsskiktet under ytputsen har mycket omfattande krympsprickor, möjligen beroende på felaktig beredning av kalkbruket (Ivarsson, 2014). Vid nederbörd sugts

vatten in i sprickorna vilket ger det omfattande sprickmönstret. I textrutan nedan beskrivs ett alternativt tillvägagångssätt där fasaden kunnat restaurerats med vattenglasfärg.

Oslos Centralstation råkade ut för samma typ av omputsning som universitetsbyggnaden även denna gång. Fasaden målades med enkomponents silikatfärg till stora kostnader (Utler, 2014). Om kunskapen hade funnits om att det går att måla vattenglasfärg i en målningsteknik som ger liknande utseende som kalkfärg (på tidigare silikatfärg) hade åtgärderna varit onödiga och man hade haft kvar stora delar av kalkputsen från 1880-talet. Synagogan i Norrköping är ännu ett exempel på hur vattenglas användes för att rädda en puts i dåligt skick efter olämpligt färgval (Ivarsson, 2014). Putsen behandlades i flera steg, med olika koncentrationer av vattenglas. Från 1:5 till 1:4 och slutligen 1:3.

ALTERNATIV ARBETSGÅNG

I stora drag hade följande kunnat vara en alternativ metod för fasadrestaureringen av Oslo Universitet (Ivarsson, 2014):

1. Rengöring av de ursprungliga putsytorna med avjonsierat vatten, som dimmas på (inget högt tryck).
2. En strykning med t.ex. ren vattenglasfärg i "kalkfärgsteknik", för att få liv i ytan.

Kommun- och regionhus i Kristianstad

Ett nytt kommun- och regionhus skulle byggas i Kristianstad. Fastigheterna i gamla rådhuskvarteret består främst av ombyggda och sammanbyggda lägenhetsfastigheter från åren kring sekelskiftet 1900. Lösningen blev att istället för att riva så



Ommålning av Tuna kyrka utanför Vimmerby i Småland. Fönster, smygplåtar och delar av takplåtarna är täckta och tejpade för att minimera risk för kvarstående fläckar p.g.a. stänk. Färgen upplevs som vit men är svagt bruten med gulockra och oxidsvart. Foto: Arja Källbom.

sparades fasaderna och en ny byggnad uppfördes innanför (Wenster, 2014). Befintliga fasader blästrades och filtades med ett kalkbruk. De ströks sedan två-tre gånger med vattenglasfärg och enkomponent-silikatfärger. Arbetet avslutades i början av 2014.

Tuna kyrka

Tuna kyrka (uppförd 1894) utanför Vimmerby målades med ren vattenglasfärg i september 2013. Målningsarbetet utfördes av putsentreprenören. Fasaden var tidigare målad med KC-färg och putsen var i gott skick (Edlund, 2014). En ljus vattenglasfärg med kvartstillsats baserad på titandioxidvitt, svagt bruten med gulockra och järnoxidsvart användes. Kvartstillsats ger struktur och ifyllnad, samt fungerar som fyllnadsmedel.



Muraren målar korsvis, vått i vått, som för kalk- och limfärg. Stora plafondpenslar med ljus svinborst fungerar bra. Foto: Arja Källbom.

TUNA KYRKA ÖVERSIKTLIG ARBETSGÅNG MED REN VATTENGLASFÄRG

| | |
|------------------------|--|
| Förbehandling | Täck takfot, fönster, stuprör m.m. Högtryckstvättning med hetvatten (vanligt vatten). Reparation av skador, gärna ett något mjukare bruk. |
| Grundning | Grundning av ytor med utspätt kalivattenglas 1:1. Låt torka minst 12 timmar. |
| Preparering färdigfärg | <i>Sumpning</i> : en säck torrpulver (30 kg) rörs ut i 24 l kalivattenglas. Låt får stå över natten. Blandningen vispas upp med bormaskin och omrörare. Ytterligare 12 l vattenglas tillsätts och fasadytorna stryks. Mer kulörta pigment/vissa pigment (blå, gula, oxidröda och oxidgula) behöver större koncentration av vattenglas. |
| Målning | Lagningar punktmålas så att de suger bindemedel jämnare vid färdigstrykning. Man använder färgen som i punkten ovan. Provmålning med färdigstrykningsfärgen: Dra horisontella streck med plafondpensel. Det ska bli "gardiner" på 10-15 cm, i annat fall suger underlaget för mycket/lite. Färdigstrykning sker kryssvis vått i vått som för kalkfärg. Rör om i färgen, det sedimenterar. Om man önskar måla flera lager laserande läggs pigment i utspätt vattenglas 1:1. |
| Efterarbete | Avtäckning. Granitsockeln sandblästras ren. |

Tabell 10: Tuna kyrka; Översiktlig arbetsgång med ren vattenglasfärg.



Fönsteröppningarna är skyddstäckta, men inte stengrunden som blästrades efter avslutat arbete. Foto: Arja Källbom.



Pigmenten sedimenterar lätt i tunnan och vid varje påfyllning av arbetshinken ska färgen vispas upp. Foto: Arja Källbom.



Det av väder och vind utsatta tornet på Barkeryds kyrka före ommålning 2008. Fasaden var då sedan 1964 målade med vattenglasfärg och KC med silikatillsats. Fasaden i övrigt var inte så här eroderad. Foto: Arja Källbom.



Barkeryds kyrka efter att den putsades och målades 2012 (Franzén, 2012) Kulören ändrades något. Foto: Arja Källbom.

EXEMPEL PÅ BYGGNADER MÅLADE MED VATTENGLAS- OCH SILIKATFÄRG

Trots att vattenglas- och silikatfärg nu förtiden är ganska okänt så är relativt många byggnader målade med det. Här nämns några byggnader i Småland som är målade med vattenglas- och silikatfärg. Det är främst exempel från Jönköpings län men även byggnader i angränsande län nämns (Ivarsson, 2014) (Johansson, 2014) (Welin, 1972).

Exempel på silikatfärgsmålade byggnader är huvudbyggnaden på Göta Ingenjöreregemente i Eksjö, Nässjö gamla kyrka, Barkeryds kyrka, Eksjö kyrka samt Kristine och Sofia kyrka i Jönköping. Av dessa är Sofia kyrka målade med en enkomponentsfärg. Ytterligare exempel är Gamla Tingshuset, Erik Dahlbergs Gamla Rådhus i Jönköping samt församlingshemmen i Torpa och Väster/Sofia. I Jönköping kan Per Brahegymnasiet, Rådhusets arkiv, Telehuset. Villa Sjöberg: S:t Pauligatan 20 samt Villa Norinder:

S:t Pauligatan 14 målade med silikatfärg nämns.

Mellan 1960-1972 målades även följande småländska kyrkor med silikatfärg. En del av dem har blivit ommålade senare. (Welin, 1972): Ådenvi, Adelöv, Hult, Sund, Skärstad, Bellö, Bredestad, Ramkvilla, Almesåker, Norra och Södra Solbergam Linderås, Flisby, Skirö, Fredriksdal, Kulltorp, Malmbäck, Vrigstad, Åseda, Misterhult, Björkö, Myresjö, Åker, Vena, Östra Torsjö, Hemmesjö, Tännö, Fröderyd, Annedals Ljungby, Trekanten och Höreda samt tornen i Hjorted och Frinnaryd.

I Västervik kan nämnas Kyrkans hus, St: Gertruds kyrka, Polishuset och Tändsticksvillan (Kulbacken). Andra exempel är Hornsberg i Valdemarsvik, Sockermästarens bostad i Norrköping (Rådstugegatan), residenset i Nyköping, Linghalla i Linköping (sporthall) och St. Larsgatan-Linnégatan i Linköping (gult hörnhus).



Gamla Rådhuset i Jönköping målades med vattenglasfärg 1978. Analys visade att den tidigare avfärgats med ren silikatfärg, troligen på 1930-talet. Fasaden är fortfarande i bra skick även om den behöver tvättas. Ljusa fläckar är rinningar från bl.a. fönsterfärg på utskjutande mur och består inte av vattenglasfärg. Foto Arja Källbom.



Kristine kyrka i Jönköping har fasader målade med vattenglasfärg. Foto: Arja Källbom.

AKTUELLA EXEMPEL

Några exempel på tillståndsärenden rörande vattenglasfärg hos Länsstyrelserna.

- Tingshuset i Kollängen är sedan tidigare målade med silikatfärg, och efter varsam lagning av puts-skador används nu igen silikatfärg då målarna anger att det inte går att använda KC-färg på silikat (Björkman, 2014).
- Villa Göta i Hjo stadspark, har en fasad där kalkputsens målats med linoljefärg. Istället för att blåstra bort den, putsa om och måla med KC-färg väljer man nu en enkomponents silikat(harts) eftersom alternativet anses vara omotiverat omfattande och kostsamt.
- Storfors kyrka som byggdes 1956, ommålades med silikatfärg. Länsstyrelsen anser att silikatfärg främst ska användas till 1900-talets byggnader eftersom de anser att det är ett modernt material (Hedenstedt, 2014).
- Glava kyrkas socklar är sedan tidigare ommålade med en cementfärg. Socklarna målades 2014 om med en enkomponents silikatfärg som en temporär åtgärd inför senare blåstring (Hedenstedt, 2014).
- Karleby kyrkas långhus ska putsas om. Man har problem med markfukt och utsatt läge. Cirka $\frac{1}{3}$ av långhusets fasader ska putsas om och målas med vattenglasfärg (Ahlman, 2014).
- Roglösa kyrka där man för några år sedan nyputsade fönstrens omgivande tegelpartier, men upplever kalkfärgen som för vit (Eriksson, 2014). Man anser att det är lättare att få till en mildare gråton med silikatfärg på de nya putsytorna. Det är oklart varför.
- Lokstallarna i Sundsvall målades om med silikatfärg, i samma kulör som stationsbyggnaden, efter att plastfärg blåstrats bort (Cronqvist, 2011).



Lasyr och dekormåleri med silikatguldfärg.
Måleri och foto: Arja Källbom.

DISKUSSION

MATERIALTEKNISKA REFLEKTIONER

Vattenglas är oerhört spännande material, med många och varierande tillämpningsområden. Silikater och kolloidal kemi är gigantiska forskningsfält. Vattenglas fascinerar och lockar till vidare fördjupning. En del fenomen som jag observerat i limfärg och tempera kan delvis förklaras med kolloidal kemi, inser jag nu.

Flytande vattenglas finns inte naturligt i naturen, vilket tyder på att det inte är termodynamiskt stabilt. I många källor benämns det också som *metasilicate*, vilket visar att det är metastabilt d.v.s. att det under vissa förutsättningar omvandlas. Det går att dra paralleller till den välkända kalkcykeln. Till råvarorna tillsätts energi för att driva den endotermiska (energikrävande) reaktionen där karbonatets koldioxid avgår. Vid härdning efter applicering tas koldioxiden upp igen spontant och karbonatet återbildas vid en exotermisk reaktion (reaktionen avger energi och är därmed stabil). Det sker även med vattenglas, jämte en silikatreaktion, och en liknande återgång till ursprungsmaterialen. När det härdat är det stabilast, och livslängden begränsas av erosion. För kalk begränsas livslängden även av risk för ombildning till gips, vilket inte är fallet för vattenglas. Däremot bryts de ytliga, vattenlösliga karbonaterna ned i båda materialen. Kalivattenglas för färg består av ca 30 % oxider. Resten är löst vatten som dunstar bort efter

appliceringen. Mekanismen för hur kalivattenglas reagerar med underlag och omgivning är komplext. Ytan som består av komplexa silikater och kaliumkarbonater är mycket kemiskt tålig. Karbonatet avgår vid kontakt med utspädda syror men silikatet är olösligt i vatten, till skillnad från kalkens kalciumkarbonat. Kalkfärgen binder fysikaliskt till underlaget, vattenglasfärgen binder både fysikaliskt och kemiskt (Ivarsson, 2014). Om kalkfärg används på kalkputs, binder den även kemiskt (Amorim, 2013). De praktiska materialprov jag gjort, se bilaga 2, utsattes för väderpåfrestningar. Eftersom de exponerades horisontellt, framgick det tydligt att kalcium- och kalkinnehållande underlag har en större tålighet och längre livslängd.

Reaktionsprodukterna är således både kristallina (kaliumkarbonat) och amorfa (hydrerade kalciumsilikater), till skillnad mot kalkens kristallina kalcit. Ett amorft material har jämnare egenskaper i alla riktningar, det är isotropt. En kristall har ofta svagare plan i någon riktning, där den lättare spjälkas t.ex. genom mekanisk påkänning eller utmattning. Det gäller inte ett amorft material, som också har jämnare brottyta. Ett amorft material har också annan ljusbrytningsförmåga och ljusåterkastning än ett kristallint. Kvarts är inte transparent som det amorfa materialet ju är. Kontrasterna i ljusbrytning är inte så påtagliga som för kvarts, som ju kan glittra

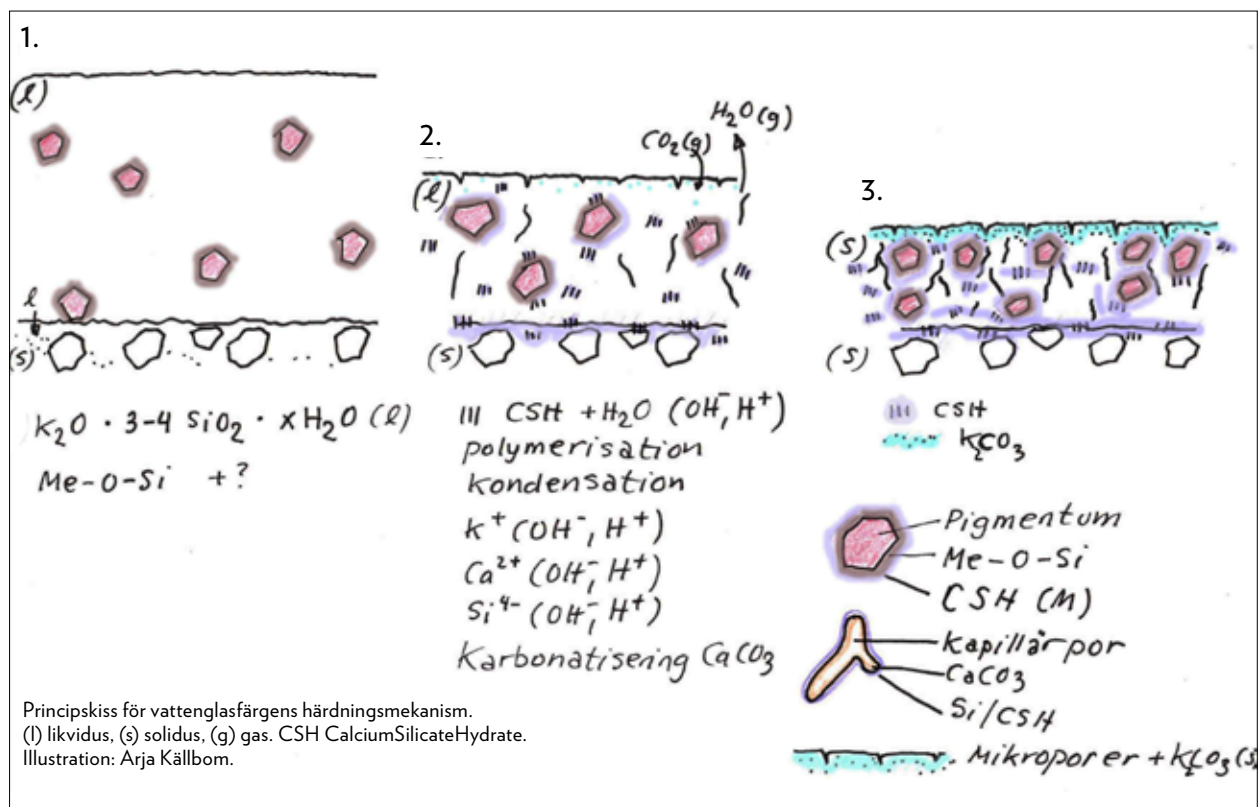
i stora spjälkade korn i en yta. Ett amorf material reagerar lättare kemiskt än kristallint. Amorf silikat är känsligare för baser än kristallin. Däremot är de båda tåliga mot syror och löses inte i vatten. Vattenglasfärgen löses ej av syror eller baser, förutom av starka syror som fluorvätesyra eller svavelsyra.

Hur vattenglaset reagerar med omgivningen förklarar mycket av dess egenskaper. Även om alla ingredienser i konceptet vore kända så skulle mekanismen för härdning och samverkan mellan materialen vara mycket komplex. Att bara blanda

pigment och vattenglas är inte möjligt för att tillverka en färg.

För snabb gelbildning beroende av t.ex. färskt bruk eller hög halt av olika metalloxider (t.ex. ZnO) kan leda till skalbildning och avflagnig. För långsam gelbildning kan, åtminstone teoretiskt sett, resultera i dålig bildningsförmåga. Torrpulvret innehåller väl avvägda komponenter som gör att gelbildning i vattenglasfärg kan kontrolleras.

Termodynamiska data, jämviktsdiagram för $K_2O-SiO_2(-H_2O)$ kan förklara mer om materialets



1. Flytande vattenglas med sensibiliserade pigment (förberedda för kärnbildning) penetrerar grunden ytligt.

2. Vatten börjar förångas och bildas vid den polymerisations- och kondensationsreaktion som sker i anslutning till de lösta oxiderna av

kisel och kalium. Silikatet reagerar med kalcium och bildar hydratiserade kalciumsilikater (CSH). Kaliumjoner reagerar med luftens lösta koldioxid och bildar kaliumkarbonater. Kring pigmentkorn och andra metalloxider t.ex. i substratet sker också hydratiseringar. Det börjar bildas mikrosprickor

och mikroporer i ytan vid volymminskning och förångning. Allteftersom polymerisationen fortgår bildas sammanhängande kapillärsprickor, som transporterar kvarvarande vätska och gas.

3. Kaliumjoner reagerar med luftens koldioxid och det bildas K_2CO_3

ytligt. När allt är fast finns ett skikt med ytliga mikroporer och kaliumkarbonat, med avståndet mot substratet tilltar mängden kapillärporer och bildade hydratiserade kalciumsilikater. Kapillärporerna är i kontakt med varandra och invändigt bevaxta med karbonater.

användning eftersom det visar vilka faser som är stabila vid olika kemiska sammansättningar, temperaturer och tryck. Det faktum att vattenglas är kolloidalt och reagerar som sådant kan sannolikt förklara en del av deras egenskaper t.ex. att pigmenten inte reagerar omgående med vattenglas utan ska läggas i blöt i vattenglas en tid innan användning (Silins RM undantagen). Det har inte funnits möjlighet att i denna studie fördjupa sig i kemi, färgens beståndsdelar eller härdningsmekanismer.

FÄRGEN

Vattenglasfärg från de två tillverkarna Keim och Silin har provats. De förefaller helt kompatibla och jämförbara med varandra. Deras system och koncept är likartade. Det finns många tillverkare i världen som är inriktade på tillverkning av enkomponentsfärg. Beteckningen tvåkomponentsfärg leder lätt associationerna i fel riktning, mot härdplaster med bas och hårdare. Beteckningen vattenglasfärg anser jag är bättre än tvåkomponentsfärg, för att slippa denna felaktiga association. Tillverkarna Keim och Silin använder ett tiotal baskulörer som alla nyanser kan brytas ur.

Olika underlag har strukits i denna studie; kalkputs, betong, tegel, kalksten, marmor, skiffer, natursten, minerit, lumpapp, trä (både hyvlat och ohyvlat), rödfärg och varmförzinkat stål. I samtliga fall, med liten reservation för mycket starkt sugande minerit (varumärke Cemberit), har det fungerat utmärkt. Målning på lumpapp ger en styv men förvånansvärt elastisk och tålig målad yta, som inte krackelerar trots hårdhänt behandling. Det här säger en hel del om färgens elasticitet eftersom den på papp har motsvarande tjocklek som den kan förväntas få på puts (troligen härdad främst med mekanisk bindning till underlaget, även om kisel sannolikt finns i naturfibrer). Det vore märkligt om vattenglasfärg inte skulle kunna röra sig med mjuka underlag. Att vattenglas även kan användas på organiska underlag, t.ex. papper och trä, beror på att kisel och syre hör till jordskorpan vanligaste grundämnen.

Efter en grundning med utspätt vattenglas 1:1 gjordes en färdigstrykning. Liksom för många färgtyper är underlagets sugförmåga och vidhäftning mycket viktig. Om underlaget är starkt sugande riskerar färgens bindemedelshalt att bli för låg och den kan "smita". Minerit och även lerputs kräver upprepad grundning eventuellt i kombination med annan utspädningsgrad alternativt en förnyad färdigstrykning. Natronvattenglas ger snabbt (efter ca. 10 dagar) en reaktion med gips och bildar glaubersalt. Missfärgningar eller föroreningar i underlag kan migrera igenom även ett härdat färgskikt t.ex. tjärsubstanser, sot, rost eller salter. Ytor med fuktrosor ger skillnader i kulör. Två ytor avstod jag från att måla; en mineritskiva med synliga skruv och en betongputs med rester av okänd färgtyp. Nu vet jag att galvad skruv inte är några problem, färgen etsar marginellt och fäster. Cemberitskivan kan grundas eller målas några extra gånger. Betongväggen kunde målas med enkomponentsfärg. Eftersom det är invändigt skulle jag sannolikt välja kaseinfärg, äggoljetempera eller någon annan tempera istället. Både enkomponents- och tvåkomponentsfärgerna används dock inomhus, och ger hållbara ytor. De är helt oorganiska vilket är positivt.

Vattenglas på vattenglaskaseinfärg (och troligtvis annan kaseinfärg) verkar fungera bra. Vattenglasfärgen verkar dock mer hållbar och avtorkningsbar.

Färgen har många likheter med äggoljetempera, limfärg och kaseinfärg. De innehåller alla stor andel vatten som lämnar en porös och diffusionsöppen yta när vattnet avdunstat. Samtliga bygger på kolloidal kemi och gelbildning. Färgen blir fort yt-torr. Minst 12 timmar bör gå mellan strykningarna. Färgerna är tåliga men lite känsliga för repor. Träytor kan poleras upp. Med titandioxid som vitt pigment fås en utmärkt täckförmåga.

Konsistensen i vattenglasfärger regleras med vattenglas, som är både bindemedel och spädningsmedel. Det var ovant i början att inte späda något med vatten till önskad konsistens och strykbarhet. Vattenglas, som ju innehåller ca. 70% vatten, ska användas som eventuellt spädningsmedel. På puts var



Två ytor med täckmålad respektive laserad kalkputs. Foto: Arja Källbom.

färgen lite tungjobbad, färgen var fast men ändå något rinnig. Färgen är dryg och ska målas så tunt det går med täckande resultat. Verktygen är viktiga. Det var bra med rejäla plafondpenslar och mindre moddlare av god kvalitet för sparmålning. Penslar tvättas i vatten och ev. såpa så fort som möjligt eftersom silikatet annars går hårt åt borsten. Det är viktigt att skydda ögonen för stänk. Däremot upplevde jag den inte så reaktiv eller frätande på händer, metaller o.s.v. som jag först befarade. Stänk tas upp direkt med en blöt trasa för att undvika etsning.

Kalkfärg liknar vatten i konsistens och stryks som det. Det bygger på många lager av laserande färg som bygger upp ett djup. Laserande målningsteknik kan användas för alla traditionella färgtyper. Det är en målningsteknik snarare än begränsat till materialen. Lasering med vattenglas är möjligt i ett antal skikt

om så önskas, även om jag anade en tendens till fläckvis övermättning efter att jag bearbetat en yta 5-6 gånger med fixativ 1:1. Men då var ytan våt. Andra koncentrationer kan också användas. En vacker livfull yta kan byggas upp med en lasering på färdigfärg, lasyrens kulör och täthet provas fram genom prov. Det går att späda fixativ 1:1 eller använda särskilda silikatlasyrer.

Eftersom färgen ska målas vått i vått så får man vara snabb för att undvika fläckar och skarvar på stora ytor. För dekorationsmålning krävs en fast och säker hand eftersom färgen stannar fort och tiden att jobba i den är begränsad. Det går att jobba med olika tekniker och verktyg t.ex. marmorering, lasering, schablonering m.m. Frihandsmålning förutsätter ett relativt slätt underlag för att det ska bli bra och för att få färgen att följa penseln. Kulören ljusnar något när den torkar. Ungefärlig kulör kan provas genom att forcera avdunstning av vatten med t.ex. en fläkt. Färgen klarnar något efter färdig härdning. Guld och silver i vattenglasfärg är mycket vackra och behagliga att arbeta med.

Det finns en del släktskap mellan vattenglasfärger och kaseinfärger, även om det ena bindemedlet är oorganisk och det andra är organiskt. Eftersom utfällning av kaseinlim ur mejeriprodukter eller kaseinpulver kräver en stark bas, fungerar vattenglas för ändamålet. Både vattenglasfärgens och kaseinfärgens härdning och vidhäftning gynnas av hög kalciumhalt i färg och underlag. Vattenglaskaseinlim är starkt och har en relativt lång hållbarhet. Egenskaperna för detta kaseinlim och färg på det vore intressant att undersöka mer ingående för t.ex. målning på puts. Det verkar gå bra att måla vattenglas på kaseinfärg t.ex. för dekorationsmåleri, även om egenskaperna inte undersökts på långsikt i denna studie. Det kan vara en fördel eftersom man då kan lägga en grund t.ex. för marmorering i kaseinfärg, som torkar omgående eller om underlaget misstänks vara organiskt. Både vattenglasfärg och t.ex. kalkkasein kan användas för byggnadsmåleri (inkl. laserande sådan) eller dekorationsmåleri för puts.

VANLIGA FÖRDOMAR OM VATTENGLASFÄRG

Det florerar ett antal påståenden kring vattenglasfärg och silikatfärg som ingen vet var de kommer ifrån eller om de är sanna. Brist på kunskap och förutfattade meningar kan förhindra alternativa materialval. Här har jag samlat några vanliga föreställningar om vattenglasfärg (utan inbördes ordning) från skrivna källor och genom intervjuer. Främst är det namnkunniga personer som Per Arne Ivarsson, Daniel Nymberg, Erling Widahl och Bernt Johansson som svarat på mina frågor.

Även landets 21 Länsstyrelser tillfrågades om vilken uppfattning de har om vattenglasfärgernas för- och nackdelar samt när de beviljar eller ger avslag i tillståndsärenden. De tillfrågades också om det finns några källor som visar historisk användning i sin region. Åtta av totalt 21 Länsstyrelser svarade (11 personer). Det är oklart huruvida ämnet anses ointressant och svårt eller om det beror på resursbrist. De som har svarat har varit insatta i ämnet och gett bra information.

1. "Det går inte att återgå till kalkfärg eller KC-färg om man väl börjat måla med vattenglasfärg. Då måste man vattriva, slamma eller putsa om fasaderna".

Man kan inte måla kalk på färsk vattenglasfärg (Ivarsson, 2014) (Elmquist, 2014). Om silikatfärgsmålade ytor är eroderade och tvättade går det alldeles utmärkt att måla om med kalkfärg eller KC-färg, efter rengöring med vatten. Ommålning är inte aktuellt förrän efter tidigast ca. 15-20 år (Johansson, 2014). Att man inte kan byta färgsystem utan vidare, gäller alla färgtyper.

Avgörande för kalkavfärgning är underlagets sugförmåga. Kalkfärg är lättare att borsta bort för att få sugning (Nymberg, 2014). Eroderad vattenglasfärg är sugande. Ett exempel på detta är Stora Vånga kyrka i Skåne som målades med vattenglasfärg på 1930-talet (Ivarsson, 2014) och 1968 (Welin, 1972) samt med kalk på 2000-talet. Eftersom man utgick från att kyrkan var senast avfärgad med kalk användes kalkfärg på vattenglasfärg med utmärkt resultat. Ryssby kyrkas vattenglasfärgsmålade puts



Per-Brahe gymnasiet i Jönköping har en relativt livfull vattenglasfärgsmålad fasad. Foto Arja Källbom.

målades om med kalkfärg 2003, och hittills har det fungerat utmärkt (Nymberg, 2014). Ett annat exempel är Vrigstad kyrka (Johansson, 2013).

2. "Vattenglasfärg ger inte samma livfulla och vackra yta som kalkfärg, det är opakt, stumt och dött".

Enkomponentssilikatfärg upplevs som livlös, i synnerhet om det finns kalkmålade fasader i närheten. Vi bortser från enkomponentsfärgerna och diskuterar rena vattenglasfärger.

Många anser att en vattenglasfärgsmålad yta har liv (Ivarsson, 2014) (Sjöberg, 2014). Ibland kan man inte ens med ett tränat öga okulärt särskilja hantverksmässigt tillredd kalkfärg från vattenglasfärg. I synnerhet om pigmenten är desamma (Ivarsson, 2014) (Nymberg, 2014). För en ljus kulör, t.ex. vit, är det svårt att visuellt se skillnad på kalk- och vattenglas-/silikatfärg. Om man målar sista lagret

LASERING MED VATTENGLASFÄRG

Arbetsgång vid lasering med vattenglasfärg (Ivarsson, 2014):

1. Grundning för att mätta underlagets sugning, sker med fixativ 1:1. Kan ske med lite överskott av fixativ.
2. Mellanstrykning (eg. färdigstryk).
3. Lasering med t.ex. kryssteknik. Späd fixativ till önskad transparens. Tillsätt ev. mer pigment så att den blir pigmenttätare.

laserande blir likheterna med platsblandad/traditionell kalkfärg påfallande. För kulörta fasader är det svårare att uppnå det liv som finns i kalkavfärgade ytor men det går att använda laserande målningsteknik (Johansson, 2013). De byggnader som besökts under gästhanterkarprojektet uppvisar både levande och mindre livliga ytor. Det är ibland en kostnadsfråga om man önskar ytterligare en laserande strykning. Byggnader som målats under 1900-talet kan också medvetet ha valts som opaka för att passa in i rådande funktionalistiska ideal.

3. "Vattenglasfärg ger inte samma kemiska skydd som kalk- och KC-färger eftersom den är beständig mot syror" (Anter, 2010) (Hjort, 1997). Därmed skulle putsen vara mer utsatt för syraangrepp i en fasad som målats med vattenglasfärg.

Kalcit i kalkfärg bryts ned av nedfallande surt regn och reagerar med svavelhaltig atmosfär. Därför ses kalkfärg som ett offerskikt. Vattenglasfärger har en längre livslängd än kalkfärger. Att det samtidigt skulle innebära att bruket bakom färgen skulle brytas ned snabbare bygger på antagandet att samma mängd och typ av surt regn transporteras in genom färgskiktet. Det är en något märklig teori, som inte har belagts praktiskt (Nymberg, 2014). Ingen verkar ha stött på problemet i verkliga livet.

4. "Silikatfärgen är tätare än kalkfärg."

Vattenglasfärg är likvärdig traditionell kalkfärg i fråga om diffusionsöppenhet och släpper in lika mycket koldioxid till det karbonatiserande bruket (Johansson, 2013) (Nymberg, 2014). Vattenglasfärg är mer diffusionsöppen än t.ex. KC-färg (Johansson, 2014). Enkomponentsfärg är något tätare p.g.a. tillsatsen av akrylat. Enkomponentsfärgens diffusionsöppenhet (med 2,5 % akrylat) är ca 3% lägre än för ren vattenglasfärg/kalkfärg (Widahl, 2005).

5. "Vattenglas-/silikatfärg är kostsammare än kalkfärg".

Materialkostnaden är högre för vattenglasfärg på kort sikt. Vid tillfället för entreprenaden är arbetskostnaden för silikatfärg lägre p.g.a. färre antal strykningar, ställningskostnaden är jämförbar. Tar man hänsyn till livslängden och underhållsintervallet, så är det till vattenglasfärgens fördel (Ivarsson, 2014). Livslängd utan underhåll ca. 80-90 år för vattenglasfärg (30-40 år för kalkfärg), alternativ underhållsintervall 30-50 år (10-20 år för kalkfärg) (Ivarsson, 2014). På tillverkarnas hemsidor finns många räkneexempel.

6. "Vattenglas-/silikatfärg är en annan färgtyp än kalkfärg som vi inte har tradition av att använda. Därmed hör den inte hemma på våra breddgrader".

Båda dessa mineraliska färgtyper har likheter (men även skillnader) i härdningsmekanism som redan berörts. Färgtypen klarar vårt klimat alldeles utmärkt. Den har inte lika lång historik eller omfattande användning som kalk. I vilken omfattning den har använts historiskt i Sverige, har inte undersökts av någon ännu. Stenstädernas byggnader och även den tidigare modernismens användning av färgtypen vore ett intressant ämnesfält att titta närmare på.

En vanlig synpunkt som framförts är också att vattenglasfärg är att föredra framför fabriksstillverkad kalkfärg (som innehåller dolomit och cellulosa) eller KC-färg eftersom de ger livlösa och fula ytor (Eriksson, 2014) (Elmqvist, 2014). Vattenglasfärg

fäster bättre på puts med cementinblandning eller -lagningar och täcker på få strykningar. Idag används knappt KC-färg, men den var relativt vanlig på t.ex. 1980-talet. KC-färgerna introducerades på 1940-talet och innehåller bl.a. vitcement (portland), puderkalk och cellulosa (Amorim, 2013) (Ahlbom, 1996). KC-färgerna blir ofta fläckiga och innehåller ofta en polymertillsats (särskilt de färdigblandade).

Här kan man applicera Unnerbäcks olika kulturhistoriska kriterier för att fördjupa problemställning och möjliga synsätt kring användning av vattenglasfärger, se tabell 11.

7. "Vattenglasfärg har högt pH-värde (11-12) som i sig hämmar mögeltillväxt och är därigenom en byggnadsbiologisk frisk målning".

Påståendet att fasadfärgen är basisk och därmed mögelhämmande kommer även från flera färgtillverkare. Basisk innebär att materialet kan ta upp protoner. Det kan färgen inte göra när den har reagerat klart med omgivningen och härdat. Då har den neutralt pH (Widahl, 2005). Om vattenglasfärgen har ett alkaliöverskott så är det tveksamt om den kan anses ha härdat klart. Inertheten antas bero främst på att silikatet är mineraliskt och erbjuder i sig ingen grogrund för biologiskt liv. När det vattenlösliga kaliumkarbonatet löses i vatten bildas dock en starkt basisk lösning och hydroxidjoner frigörs (Miall, 1986). Påståendet att vattenglasfärgen är basisk efter härdning behöver ev. utredas ytterligare.

8. "Vattenglas är kristalliserad kvarts".

De amorfa mineral som bildas när det flytande vattenglaslet härdar beror på underlag, pigment, atmosfär och typ av vattenglas. Det består av komplexa silikater. Däremot är kaliumkarbonat, som också bildas ytligt, kristallint.

9. "Vidhäftningen är bättre för dispersionssilikatfärg än ren vattenglasfärg".

Man ökar mekanisk bindning till underlag på bekostnad av kemisk bindning i en enkomponentsfärg. Mekanisk bindning är vekare än kemisk bindning.

10. "Vattenglasfärg är mycket hård. Många lager kan göra att den flagar eller blir för tät".

Om en yta övermättas på silikater uppstår en hård glasartad mineralisk yta s.k. glasering. Sådana ytor kan uppstå genom oaktsamhet eller okunskap när ytan vid målningstillfället målas ett stort antal gånger (Ivarsson, 2014). Ett exempel på en fasad med glaseringsfläckar som uppstått p.g.a felaktig målningsteknik är Rossareds Säteri nära Göteborg, som åtgärdades 2014 (Ivarsson, 2014). För att åtgärda fläckarna fräses eller betas de ned (fluorvätesyra). Vid fräsning blir skarvarna svåra att dölja. Man kan spruta och öka avståndet mot periferin så att färgen dimmas ut tunnare.

Om man är osäker på om en yta är tillräckligt eroderad, är det lätt att göra ett prov (Johansson, 2014). En provyta grundas med fixativ 1:1 och färdigstryks. Provytan och en referensyta sprayas med vatten och man kan jämföra upptorkning. Man bör dock vara aktsam på att om putsen är fuktig kan vattenglaslet göra att fuktvandring katalyseras och torkar ut putsen lokalt.

Vattenglasfärgskiktet är mycket tunt, 0,1-0,4 mm (Seir, 1999) jämfört med kalkfärg (kring ca 1 mm, beroende på typ) (Wenster, 2014) och den klarar av att röra sig även med ett underlag av vekt kalkbruk. Färgens inträngningsförmåga beror på brukets sugförmåga. Det finns inte risk för att den ska flaga eftersom silikatfärgen är kemiskt integrerad med underlaget. Eftersom färgens termiska utvidgningskoefficient är snarlik underlagets, är risken för flagning liten (Van Baerle, 2014).

Både kalkfärg och vattenglasfärg är välbundna, men kalkfärgen är mjöligare och kan lättare borstas ned med stålborste (Nymberg, 2014).

11. "Man kan inte måla om vattenglasfärgade ytor mer än 3-4 gånger för sen blir ytan för tät".

Det finns uppfattningar om att en silikatfärgsmålade yta som målas om vart tionde år till slut blir för tät (Ranta, 2015). Då får man problem med putsen. Därför ges inte tillstånd till nymålningar eller byte

till silikatfärg i en del bidragsärenden. En tidsrymd på 30-50 år är normalt underhållsintervall för vattenglasfärg (Ivarsson, 2014). Då har ytan blivit tillräckligt eroderad för att en ny strykning ska upprätthålla den målningstekniska kvalitén. Efter (15-)20 år är porerna tillräckligt eroderade för att ommålning med silikatfärg ska vara lämplig (Ivarsson, 2014) (Johansson, 2014). Det sker ingen ackumulering av silikat på ytan under en längre tidsperiod, den bryts liksom kaliumkarbonatet ned vid utomhusexponering. Därför målades t.ex. Björnebergs herrgård (byggnadsminne Jönköpings län) med vattenglasfärg på ny kalkputs sommaren 2014 (Ivarsson, 2014). Vattenglasfärgen kan anses som reversibel med tiden.

12. "Vattenglasfärgs-/silikatfärgsmålade fasader kan bli för täta om man inte differentierar underhållsintervallet i olika väderstreck"

Det finns ingen anledning att måla om ifall det inte

behövs t.ex. på norrsidor. För att glasering ska uppstå krävs dock upprepade strykningar på kort tid så att ytan övermättas på vattenglas. Det verkar inte som någon varit med om att det har hänt.

13. "På mjuka putser blir vattenglasfärgen för hård och oelastisk."

Det finns inte för mjuka putser för vattenglasfärg (Ivarsson, 2014). Sandig puts kan stärkas upp med fixativ i olika koncentrationer. Sedan läggs ett svagt NHL-bruk på och sist vattenglasfärg. Jämför med beskrivningen av fasadrehabiliteringen av Oslo Universitetsbyggnad. Svårast är det när en fasad har mycket KC-lagningar eftersom vattenglasfärgen biter sämre när underlaget suger mindre. Det finns olika typer av vattenglasspackel och finbruk som kan överbygga sprickor på upp till 2,5 mm. Spacklet utjämnar även skillnader i sugförmåga. Efter lätt avslipning kan man applicera kvartsfyller och måla med vattenglasfärg.

| NIVÅ | BESKRIVNING |
|------------------------|--|
| 1. Ovillkorlig hänsyn | Musealt bevarande, konservering, restriktiv kravnivå. Kvalificerat underhåll och restaurering kan komma ifråga. Antikvarisk och teknisk expertis i hela processen. Så väldokumenterad att rekonstruktion kan ske efter eventuell brand. Skydd som byggnadsminne, monument. |
| 2. Kvalificerad hänsyn | Kulturhistoriskt värde är styrande. Kravnivå innebär oftast avsteg från gängse material och metoder. Bevarandekrav har sådan tyngd att de är vägledande vid åtgärdsval. Hög ambitionsnivå i dokumentation och vård, antikvarisk sakkunskap även i projektering. Byggnadsminne eller motsvarande. |
| 3. Medveten hänsyn | Kulturhistoriskt värde är positiv tillgång. Aktiv insats och adekvat vård förutsätts. Viss avvägning mellan funktionalitet och bevarande. Skyddsbestämmelse enligt PBL eller motsvarande. |
| 4. Hänsyn | Inga särskilda krav utöver konsekvent tillämpning av allmänna bestämmelser enligt PBL och annan lagstiftning. |

Tabell 11: Kulturhistoriska ambitionsnivåer (Unnerbäck, 2002) (Grandelius, 1997).

ASPEKTER FÖR ANVÄNDNING AV VATTENGLASFÄRG

Tekniska aspekter

Målning på puts ska ge lång livslängd och långa underhållsintervall. Underliggande puts skadas inte av färgen. Färgen är diffusionsöppen för att låta underliggande bruk karbonatisera klart men också för att transportera vatten och vattenånga både in och ut. Färgen behåller kulörer och utseende under lång tid, och åldras värdigt (genom erosion). Färgen är lätt att använda. Fungerar trots att fasaden har lång och brokig historia av lagningar och varierande sugförmåga. Kräver minimum av förbehandlings- och strykningar.

Ekonomiska aspekter

Lång livslängd innebär god ekonomi trots högre materialkostnad. För vattenglasfärg behövs två anstrykningar, jämfört med 5-7 stycken för kalkfärg. Rehabilitering av fasad i dåligt skick är god ekonomi då alternativet är omputsning. Även temporära åtgärder i väntan på större åtgärder t.ex. för utsatta grundmurar och kyrktorn, på tidigare olämpliga färgtyper o.s.v. För att t.ex. spara en värdefull men skadad fasad kan både två- och enkomponentsfärger vara aktuella.

Miljömässiga aspekter

Färgen tillverkas av förnyelsebara råvaror, och skadar inte människor, djur eller natur. Inga skadliga emissioner eller utsläpp under tillverkning, applicering, retur, drifttid, eller när livslängden är slut.

Tradition och antikvariska aspekter

Här kan Unnerbäcks ambitionsnivåer vara vägledande. För kulturhistoriskt värdefulla byggnader eftersträvas användning av historiskt riktiga material och metoder vid renovering och underhåll. För en byggnad som av tradition putsats och målats med traditionell/platsblandad kalk är det en viktig aspekt att upprätthålla hantverkskunnande kring detta. Man har t.ex. i fallen Tuna, Ryssby, Vrigstad kyrka inte bara bytt bindemedel i färgen utan även pigment; från kalk till titandioxid. Den materialmässiga kontinuiteten är för tillfället bruten.

Var gränsen kan dras för hur gammal originalputs man ska värna om, varierar. En nämner medeltida puts, andra drar gränsen vid ca. 1850. Om man hellre följer principen att originalmaterial ska respekteras oavsett ålder blir det kanske tydligare. Fast då kan andra aspekter överväga.

Om en byggnad som tidigare varit målad med kalkfärg, kan silikatfärg ibland väljas av tekniska och/eller ekonomiska skäl. Många anser att det i större utsträckning kan göras för 1900-talets byggnader eftersom silikatfärgen betraktas som ett 1900-talsmaterial. Det gäller även om byggnaden under en mellanperiod varit målad med t.ex. fabriksblandad kalkfärg eller KC-färg. För en äldre byggnad som putsas om väljs ofta silikatfärg av förvaltningstekniska och ekonomiska aspekter.

För en byggnad som ursprungligen varit målad med silikatfärg är det naturligt att åter välja denna färgtyp och då en typ som liknar ursprunget d.v.s. utan polymer-tillsatser. Om en enkomponentsfärg använts så kan man välja det igen eller välja att sanera bort den.

Städernas nyklassicistiska arkitektur (i diverse blandstilar) är en stor kategori av byggnader där silikatfärgerna är lämpade för restaurering. Dels är byggnader och koncept samtida, dels är färgerna tekniskt lämpade för ändamålet.

14. "Vattenglasfärg och silikatfärg är ungefär samma sak som cement och har liknande egenskaper som betong"

Visserligen erhålls ett komplext hydrerat kalcium-silikat vid härdningen liksom för betong men övrig kemi och egenskaper är annorlunda. Till exempel bildas inte kalciumaluminater (Amorim, 2013).

Många tror också att den mineraliska natur som vattenglas har liknar cementens/betongens och att en stark yta ökar risken för att en vekare puts ger med sig vid rörelser av olika slag. Kemiskt uppstår visserligen likheten med att hydrerade kalcium-silikater bildas om det finns kalcium närvarande, dock ej kalciumaluminater. Detta innebär inte automatiskt att den är lika styv och hård som betong. En hård yta är inte heller automatiskt synonymt med att den är spröd/oelastisk.

VATTENGLASFÄRG FÖR KULTURHISTORISKA BYGGNADER

I färghandeln kan man välja mellan tvåkomponentsfärg och enkomponentsfärg. Av dessa är det den rena vattenglasfärgen utan akrylattillsatser (tvåkomponentsfärg) som fungerar bra på puts och som är aktuella för äldre byggnader. Privatpersoner är inte medvetna om skillnaden och nöjer sig med färghandelns bruksklara enkomponentsfärg, som inte kräver särskilt hantverkarskunnande för att kunna appliceras.

När man överväger vattenglas- och silikatfärg på kulturhistoriska byggnader är det flera faktorer som samverkar, vilket framgår av bl.a. svaren från Länsstyrelserna. Förenklat kan man dela in övervägandena i olika kategorier; tekniska, ekonomiska, miljömässiga och antikvariska/kulturhistoriska aspekter. Dessa aspekter bör utvecklas med tillämpning på byggnadsmåleri med vattenglasfärger i tabell 11-12. De kulturhistoriska aspekterna kan också ha olika ambitionsnivåer, där den högsta nivån i princip är musealt bevarande och/eller monument.

MILJÖPROFILERAD NYBYGGNATION

Vattenglas och dess färger är utmärkta material i sunda nybyggda hus, för både in- och utvändigt bruk. Det finns många exempel på det.

Ett exempel är *Det Sunda Huset* i Nacka, som Felicia Oreholm byggde. Vattenglas och silikatfärg användes bl.a. på fasaden av lättklinkerblock (lerputsad Lecasten), och till behandling av betonggolvet, på lerputsade väggar samt väggar i duschutrymme (kalkputs) (Oreholm, 2014) (Kloka_Hem, 2012).

Vattenglasfärg kan också användas på nya eller gamla (trärena) träfasader, som alternativ till linoljafärg eller slamfärg. Färgen är matt och ser ut som slamfärg. Till exempel målas Gamla tändsticksfabriken i Tidaholm 2015 med en speciell vattenglasfärg (Ivarsson, 2015). Livslängden förväntas bli längre än alternativen.

HÅLLBAR FÄRG

Följande kriterier för *Hållbar Färg* sattes upp i ett tidigare arbete (Källbom, 2008).

1. Färgen innehåller aktiva och verksam beståndsdelar. Det innebär bl.a. att färgen inte innehåller fyllningsmedel utan funktion.

Andemeningen med detta kriterium är att färgen inte ska innehålla förskurna pigment, som inte tillför färgen några positiva egenskaper eller t.o.m. kan försämra utomhuslivslängd. Vad vattenglasfärgerna torrdel innehåller är okänt eftersom det inte redovisas av tillverkarna. Där finns fyllningsmedel men okänt vilken typ och vilka halter. Syftet med tillsatserna är att få en bra färg, vilket är fallet med vattenglas- och silikatfärgerna.

2. Råvaror uppfyller höga funktions-, miljö- och hälsokrav, vilket t.ex. innebär att färgen inte innehåller organiska lösningsmedel, instabila giftiga tungmetallhaltiga pigment eller ger upphov till skadliga emissioner på kort- eller lång sikt. Råvaror har inte petrokemiska ursprung, eftersom detta innebär ökade CO₂ utsläpp och utgör ändliga resurser.

Råvarorna uppfyller detta kriterium. Man använder förnyelsebara råvaror till vattenglasfärg. VOC i silikatfärger är noll. Inga instabila pigment används.

3. Färgen ska vara dryg samt enkel och billig att underhålla.

Färgen är relativt dryg, enkel att billig underhålla, med förhållandevis höga materialkostnad men långa underhållsintervall.

4. Färgen ska vara lättarbetad färg och det ska vara lätt att rengöra verktyg.

Vattenglasfärg uppfyller detta kriterium.

5. Färgen har hög färgstyrka, god täckförmåga och slitstyrka och för övrigt goda tekniska egenskaper.

Vattenglasfärg uppfyller detta kriterium.

6. Underlaget skadas inte av färgen.

Det är viktigt att utgå från fast underlag. Underlaget skadas inte om applicering sker på rätt sätt.

7. Målade ytor är vackra, livfulla och åldras med behag. Vattenglasfärger uppfyller detta kriterium. De kan laseras och målas transparent. Åldrande sker genom erosion.

8. Färgen har lång livslängd, stabila ljus-/luft-/kalkäkta pigment motsvarande kriterier för normalfärger.

Vattenglasfärg uppfyller detta kriterium. Eftersom pigmenten som används är kalkäkta, uppfyller de även kriterierna för normalfärger. Dock saknas specifikation på vilka pigment som används. Man får utgå från att de är syntetiska oorganiska. Kriterierna för Beckers Normalfärger är (Wannfors, 1997):

- Teknisk renhet; ej förskurna eller avsiktligt utdrysande.
- Ljusäkthet; bleks ej eller förändras i övrigt av dagsljus.
- Luftäkthet; beständig vid atmosfärisk påverkan.
- Oljeäkthet; olöslig i olja för att undvika så kallad blödning.
- Vattenäkthet; olöslig i vatten.

- Blandningsäkthet; färgstoffer bör inte reagera kemiskt vid blandning.
- Kalkäkthet; tål kalk vid muralmaleri.

9. Den målade ytan är diffusionsöppen, d.v.s. fukt kan migrera.

Vattenglasfärg uppfyller detta kriterium. Vatten-salt problematik är dock komplicerad.

10. Färgens totala livscykelperspektiv med avseende på tillverkning, transport, recirkulation är gynnsam. Kompostbarhet är positivt.

Tillverkningsprocessen av vattenglas kräver energi, och det sker med fossila bränslen i Tyskland (Schminke, 2012). Även tillverkning av titandioxid kräver energi. Avger inga giftiga gaser när den förbränns. Torrdelen innehåller låg halt av bl.a. zinkoxid (max 2,5 %), som är skadligt för vattenorganismer.

10. Färgens innehållsdeklarationer är tydliga och uttömmande.

Detta stämmer inte in på vattenglasfärg.

Slutsats

Sammantaget kan vattenglasfärg betraktas som en sund, ekologisk färg för både nybyggnation och äldre bebyggelse. Sist av allt. Jag förordar/målar gärna vattenglasfärg där den kommer till sin rätt. Min nyfikenhet är väckt.

SLUTSATSER

Vattenglasfärger har bevisat sin långa livslängd i ett antal fasader nationellt och internationell. Det är en hållbar och bra färgtyp med många tillämpningsområden. Vattenglas som materialtyp har många och breda användningsområden t.ex. inom industrin. Färgtypen är en mineralisk, diffusionsöppen färgtyp som integreras med underlaget. Den har en stor kemisk inerthet och tål kraftiga påfrestningar.

Kalivattenglasfärg används på puts, t.ex. istället för kalkfärg eller KC-färg och i fall där puts repareras med många olika typer av bruk. Det finns byggnader i stenstäder från slutet av 1800-talet som har vattenglasfärg som originalfärgtyp, även om det är ett ganska utforskade forskningsfält. Vattenglas kan användas för att rädda bruk och putsfasader med låg hållfasthet genom att stärka materialet med upprepade behandlingar med utspätt vattenglas i s.k. fasadrehabilitering. Vattenglasfärg och enkomponents silikatfärg kan användas som permanenta eller temporära åtgärder för att rädda byggnader eller byggnadsdelar som annars hade rivits eller krävt stora investeringar för att åtgärda (omputsning, färgsanering, omgjutning av fasadkomponenter o.s.v.). Den kan användas för de flesta mineraliska underlag, t.o.m. gips om det grundas med grundfärg avsett för

det. Färgtypen användes även för byggnadsmåleri på trä samt utvändigt dekorationsmåleri på puts (stereokromi). Det har även använts som skydd av natursten.

Att få en levande vattenglasfärgad yta är en fråga om måleriteknik. Den kan bli så snarlik kalkfärg i utseende att det är svårt att visuellt skilja dem åt. Vattenglasfärg målas *alla prima, al secco* – vått i vått på torr puts. Den kan användas för dekorationsmålning t.ex. konstnärligt måleri, marmorering, grisaille, schablonering m.m. Livslängden hos målade ytor begränsas av att främst vattenlösliga kaliumkarbonater eroderar från ytan.

Färgtypen är känslig för genomblödning (efflorescens) av salter, tjäror/sot, rost och missfärgas om den målas på organiska skikt. Genomblödande ämnen torrborstas i omgångar för att minska koncentration. Det har sämre livslängd på horisontella ytor än vertikala.

Kunskapsnivån kring vattenglasfärger är låg, även hos yrkesfolk. Få personer har ingående kunskap och erfarenhet om vattenglasets möjligheter och begränsningar. Det finns också många förutfattade och felaktiga meningar om vattenglas, t.ex. att det är hårt, tätt och irreversibelt.

Stjärnformade schabloner användes för att stöppla vattenglasfärg på en putsad betongvägg. Foto: Arja Källbom.



FORTSATT ARBETE

Nedan listas förslag på fortsatt kunskapsarbete om vattenglas och silikatfärg (utan inbördes ordning):

- Inventera silikatfärgens historiska introduktion i Sverige. Vilka städer, vilka typer av byggnader, målades först med silikatfärger, hur fördes innovationen till de nordiska länderna?
- Modernismens användning av vattenglasfärger. Materialteknisk karakterisering med t.ex. petrografi.
- Materialteknisk fördjupning i vattenglaskemi, jämviktsdata för främst $K_2O-SiO_2(-H_2O)$.
- Utökad studium t.ex. i materialdatabaser, konservatorsdatabaser m.m. En hel del äldre litteratur hann jag inte med i denna studie t.ex. Christ och Fechtwanger.
- Användning av vattenglasfärger i tidigare mural konservering. I vilken omfattning har det använts och vilken karakteristik har dessa konserveringar idag?
- Praktiskt arbete och teknisk jämförelse mellan dekorationsmåleri med kalkfärg, vattenglasfärg och kaseinfärg samt bastarder mellan dessa. Nymålning, restaurering och vård.
- Byggnadsmåleri, uppstrykning och praktiska tester med kalkfärg, vattenglasfärg, kalkkasein, kaseinfärg på puts. Jämförelser av permeabilitet/diffusionsmotstånd.
- Karakterisering av egenskaper hos vattenglas-kasein. Tillämpningar.
- Uppföljning av entreprenader, tekniska diskussioner. T.ex. Tidaholm (vattenglasmålning av träfasader), Rossareds säteri (korrigering av glaserad fasad), Björnebergs herrgård (byggnadsminne) där en ny puts målades med vattenglasfärg sommaren 2014.
- Vattenglasfärger på trä. Historisk användning. Egenskaper. Jämförelser med slamfärg och linoljefärg. Ekologiskt/naturligt byggande.
- Vattenglasfärger på lera och lerputs. Preparering av grund. Skillnad i diffusionsöppenhet och sugförmåga. Värden på ångmotstånd, S_d .
- Stenstaden Sundsvall. Projekt och arbetsbeskrivningar för renoveringar från 1990-tal och framåt, resultat. EU-projekt kring fasaddekorationer.
- Gustaf Upmarks europeiska inventering av väggmålningstekniker för Svenska Slöjdföreningen.
- Erfarenheter av vattenglasfärg från olika nordiska städer som Oslo, Köpenhamn, Stockholm och Helsingfors. Kontakt med NIKU, Nationalmuseét, Bente Lange (författare till Köbenhavns Farver m.fl).
- Heymanska villan i Göteborg, rekonstruktion av färg- och kulörsystem. Innehåll i EU-projekt Rocare.
- Fullskaletest med kalkfärg resp. vattenglasfärg som dimmas med utspädd syralösning för att testa teorin om att putsen skadas om färgen är mer kemikaliebeständig.
- Vattenglas och dess färger för miljöanpassad nybyggnation.
- Keim A inkl. preparering av grund samt Keim B-teknik. Användning av silikatkritor.

REFERENSER

Tryckta källor

- AB, A. Welin. (1972). *Förteckning över en del kyrkor målade med vattenglasfärg*. Stockholm.
- Ahlbom, J m.fl. (1996). *En nyans grönare. En studie av färg till konsument/yrkesmåleri*. Stockholm: Kemikalieinspektionen. ISBN 0284-1185.
- Ahlman, A. (2014). *Karleby kyrka. Renoverings-, underhålls- och konserveringsarbeten avseende fasader, kompletterande program*. Skara: Ateljé Arkitekten i Väst AB.
- Amorim, J. (2013). *Mineraliska färger. Fördjupad materialanalys*. Göteborg: Västarvet. Västra Götalandsregionen. Slöjd & Byggnadsvård.
- Anter, F. (2010). *Byggnadsmåleriets färger. Material och användning*. Emmaboda: Arkus. ISBN 978-91.978957-0-5.
- Berg, L. (2007). *Konserveringsrapport: Vasastaden 12:17 Tomtehuset: Putsade fasader*. Göteborg: K-Konservator.
- Byggeforskningsinstitut, N. (3 1990). Puss og maling for fortidens og fremtidens murfasader. Rehabilitering av Oslo universitet mm. I: *Mur*, s. 4.
- Christ, A. (1935). *Die Wasserglastechnik. Silikat-Mineralfarben und Wasserglasfarbentechnik* (Vol. Das berufswissen des Maler und Lackierer Handwerfs. Band 5). Munchen: DruchvonKaftner & Callwey.
- Christiansen, A. (den 27 Aug 2013). Universitet ble pusset opp for 900 millioner - nå »sprekker« malningen. I: *Aftenposten*.
- Christiansen, A. (den 29 Augusti 2014). Malermester tror skadene på Universitet vil bli verre. I: *Aftenposten*.
- Dreijer, C. (1992). *Arkitekter om färg och måleri*. (Andra tryckningen, uppl.). Trelleborg: Byggförlaget. ISBN 91.7988-078-9.
- Franzén, A. (2012). *Barkeryds Kyrka. Antikvarisk medverkan i samband med restaurering av fasader och fönster*. Jönköping: Jönköpings Läns Museum. Byggnadsvårdsrapport 2013:37.
- Fridell Anter, K, Wannfors, F.A. H.W. (1997). *Så målade man. Svenskt byggnadsmåleri från senmedeltid till nutid* (Andra utgåvan uppl.). Stockholm: Svensk Byggtjänst. Glafo. (2005). *Boken om glas*. Växjö: Glasforskningsinstitutet. ISBN 91-631-6257-1.
- Grandelius, L. (1997). *Vårdprogram för Eksjö Garnison*. Eksjö: Eksjö Kommun.
- Hammarberg, E. (1949). *Handbok i Bergskemi*. Stockholm: Jernkontoret. Almkvist & Wiksell.
- Harley, R.D. (2001). *Artist's pigments. c 1600-1835*. London: Archetype Publications Ltd. ISBN 1-873132-91-3.
- Henningsson, A. (2011). *Bemålad sten inom svensk kulturmiljövård. En studie av färg som ytskydd och kulturhistoria inom svensk stenkonservering och restaurering*.

- Stockholm: Riksantikvarieämbetet. ISBN 978-91-7209-578-6.
- Hephaestus. (2011). *Silicates, including: silicate, ultramarine, silica gel, sodium silicate, fire clay, soluble glass, firebrick, silicid acid, grog (clay), lanthanum gallium silicate, potassium silicate, hexafluorosilic acid, aluminium silicate*. Hepheastus books. ISBN 124325534X, 9781243255341.
- Hesselman, G. (1941). *Något om husbyggen i Stockholm 1860-1920*. Stockholm: Stockholms Byggmästarförening. Faksimil rekolid 1999. ISBN 9187346192.
- Hjort, S-O. (1997). *Traditionell kalkfärg*. Stockholm: Byggforskningsrådet. ISBN 91-540-5777-9.
- Ivarsson, P-A. (2007). *Arbetsbeskrivningar för KEIM A- och B-teknik*. Göteborg: Idomenico AB Restaurering och Renovering.
- Ivarsson, P-A. (2007). *Medel för konsolidering och restaurering av slätputsade partier på fasaderna*. Göteborg: Idomenico - Restaurering och Renovering.
- Johansen, M. (den 15 September 2013). Nei, fasaden sprekker ikke. I: *Aftenposten*.
- Kaila, P. (2007). *Kevät toi maalarin. Perinteinen ulkomaalaus*. Jyväskylä: Multikustannus OY. ISBN 978-952-468-151-3.
- Karppinen/Källbom. (2008). *Back to basics. Jordfärgers karakterisering, egenskaper och användning*. Visby: Författaren och Högskolan på Gotland.
- Kjellin. (1927). *Illustrerat varulexikon för handel och industri*. Stockholm: Åhlén och Åkerlunds Förlag.
- Kjellin, E. (1928). *Byggnadskonsten, dess teori, juridik och praktik*. (Vol. Tredje avdelningen. Praktik). Stockholm: Lars Hökerbergs Bokförlag.
- Kloka Hem. (2012). Felicias sunda hus. I: *Kloka hem nr 6*.
- Källbom, A. (2012). *Mjolk- och kaseinfärger*. Mariestad: Hantverkslaboratoriet, Göteborgs Universitet. ISBN978-91-979382-6-6.
- Lindholm, E. (1969). *Kalkmålningsteknik*. Al fresco, Al secco, Stucco lustro, Sgraffito. Stockholm: PA Norstedt & söner.
- Menghini. (1998). *Mineralfarben. Beiträge zur Gesichte und Restaurirung von Fasadomalereien und Anstrichen*. Altstätten: vdf Hochschuleverlag AG an der ETH Zurich. ISBN 3728126519.
- Merck. (1940). *The Merck index. An encyclopdia for the chemist, pharmacist, physician, dentist and vetrinarian*. Rahway New Jersey: Merck & Co Inc.
- Miall, M. (1986). *Lexikon i kemi*. Lund: Liber Förlag. ISBN 91-40-03476-3.
- Möller, S. (1947). *Praktisk målarhandbok för alla*. Stockholm: Forum.
- Peterson, O. (1983). *Physical and chemical principles in alkali silica reactions*. Lund: Lunds Tekniska Högskola. TVBN-3016. ISSN 0348-7911.
- Reichel, A. (2004). *Plaster, render, paint and coatings: detalis, products, case studies*. Basel, Birkhäuser: Walter de Gruyter. ISBN 3-7643-7110-2.
- Rothstein, E.V. (1856). *Allmänna byggnadsläran* (Vol. Faksimilutgåva 2003). Bjärnum: Accent förlag.
- Schminke, E. (2012). *Environmental product declaration. Silicate external paint system*. Königswinter: Institut Bauen und Umwelt e.v.
- Schrero, M. (1922). *Water-glass. A bibliography*. Pittsburgh: Carnegie Library of

- Pittsburgh.
- Seir, T. (1999-08-25). *Tunnslip, Färg och putsanalys. Kvarteret Hälsan 7 (Torggatan) i Sundsvall*. Helsingör: Beställare: Lars Sjögren Målare AB.
- Seir, T. (1999-08-25). *Tunnslipanalys; Färg och putsanalys. Kvarteret Vestas (Esplanaden) i Sundsvall*. Helsingör: Beställare Lars Sjögren Måleri AB.
- Seir, T. (1999-08-25). *Tunnslipsanalys; färg och putsanalys. Kvarteret Minerva i Sundsvall*. Helsingör: Beställare: Lars Sjögren Måleri AB.
- Shaw, D. (1992). *Introduction to colloidal and surface chemistry*. Wiltshire: Butterworth Heinemann Ltd.
- Silikatteknik. (2014). *Maling till puds og murvaerk - udendors*. Produktdatablad. Silikatteknik A/S.
- Sundborg, P. (2001). *Ornament och makt*. Sundsvall från trästad till stenstad. Södertälje: Gidlunds förlag. ISBN 91-7844-342-3.
- Svensson, I. (1984). *Chemistry and properties of sodium silicate binders*. Stockholm: Kungliga tekniska högskolan.
- Tideström. (1953). *Ingenjörshandboken. Allmän del/tekniska grundvetenskaper*. Stockholm: Nordisk Rotogravyr.
- Unnerbäck, A. (2002). *Kulturbeskrivning av bebyggelse*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet. ISBN 978-91-7209-607-3.
- Vail, J. (1952). *Soluble silicas. Their properties and uses. II - Technology*. New York: American Chemical Society. Reinhold Publishing Corporation.
- Vail, J. (1952). *Soluble silicas; their properties and uses. Vol 1 Chemistry*. New York: Reinhold Publishing Corporation. American Chemical Society Monograph Series.
- Waldum, A. (nr 3 1990). Puss og maling for fortidens og fremtodens murfasader. rehabiliteirng av Oslo Univeristet mm. *Särtryck ur MUR*.
- Walsh. (2004). *The pigment compendium. A dictionary to historical pigments*. Elsevier Butterworth Heinemann. ISBN 0705657499.
- Weber, H. (1980). *Fasadenschutz. Der Leitfaden für die Sanierung, Konservierung und Restaurierung von Gebäuden*. Ammerbuch: Expert-Verlag. ISBN 3-88508-604-2.
- Welthe, K. (1975). *The materials and techniques of painting*. Ort framkommer ej. USA: Kremer Pigmente. Tysk version 1967. ISBN 0-9712176-0-2.
- Wenster, I. (2013). *Hubendickska huset, kv Sheldon 5, Karlskrona kommun. Fasadrenovering*. Karlskrona: Ankdammen Konsult.
- Widahl, E. (nr 4 2005). Silikatmaling er mange ting. I: *Arkitekten*.
- Wirsin, I. (2004). *(Stiftelsen) Göteborgs Stenstad*. (J. Rosvall, Red.) Göteborg: Tre böcker förlag AB. ISBN 9170295379.
- Zander, A.E. (2011). *Byggnadsmåleri. Tekniska anvisningar*. Stockholm: Statens Fastighetsverk.
- Ågren, A. (1963). *Vattenglas, dess elementära egenskaper och användningssätt*. Göteborg: Axel H Ågrens Kemikalie AB.

Muntliga källor, korrespondens

- Björkman, E. (den 12 Maj 2014). Antikvarie på Länsstyrelsen Västra Götaland. Skövde.
- Cronqvist, J. (2011). *Bebyggelseantikvarie*. Sundsvall: Länsstyrelsen Västernorrlands län.
- Hedenstedt, E. (den 13 Maj 2014). Antikvarie Länsstyrelsen Värmland. Karlstad.
- Edlund, R. (den 4 Juni 2014). Byggnadsantikvarie vid Kalmar Läns Museum. Kalmar.
- Ek, T. (den 28 Maj 2014). Murare. Malmö.
- Elmqvist, T. (den 22 Maj 2014). Konsult på Kontra Konsult.
- Eriksson, J. (den 8 Maj 2014). Länsantikvarie Östergötland. Linköping.
- Gustafsson, J. (den 9 April 2014). Vattenglas och silikatfärg. Malmö: Folkes Bygg.
- Haas, J. (den 13 Maj 2014). Antikvarie Länsstyrelsen Skåne. Malmö.
- Ivarsson, P.-A. (Nov 2013). Aspekter på vattenglas. E-post till Robin Renman, student på Uppsala Universitet, Campus Gotland.
- Ivarsson, P.-A. (den 26, 31 Mars 2014). Restaureringsarkitekt.
- Johansson, B. (den 9 Sept 2013). Regionansvarig Öst på Keim Scandinavia A/S. Tuna, Vimmerby.
- Johansson, B. (den 9 September 2013). Regionsansvarig Östra Sverige/ Representant Stockholm. Tuna, Vimmerby.
- Nyman, L. (den 4 Juni 2014). Länsantikvarie.
- Nymberg, D. (den 7 Maj 2014). Målarkalk. Hyllinge.
- Utler, H. (den 3, 5, 8 Mars 2014). Universitet. Mailkorrespondens mellan Harald Utler och Per-Arne Ivarsson. Oslo.
- Oreholm, F. (den 3 April 2014). Miljöstrateg. Nacka.
- Ranta, H. (den 7 Maj 2015). Stiftsantikvarie Svenska Kyrkan. Lund.
- Scharfe, B. (den 8 Maj 2014). Målarmästare. Bromölla.
- Sedenmalm, S. (den 21 Maj 2014). Antikvarie på Länsstyrelsen i Västra Götaland. Göteborg.
- Sedenmalm, S. (den 9 Maj 2014). Antikvarie på Länsstyrelsen Västra Götaland. Göteborg.
- Seir, T. (den 9 Maj 2014). Geolog.
- Sjöberg, L.-E. (den 8 Maj 2014). Målarmästare. Sundsvall Ljustorp
- Wenster, I. (den 21 Mars 2014). Byggnadsantikvarie. Karlskrona.
- Wenster, I. (den 1 April 2014). Byggnadsantikvarie på Ankdammen Konsult AB.
- Widahl, E. (den 26 Mars 2014). Murarmästare och ingenjör. Telefon.

Elektroniska källor

- Baerle, S.V. (2014). *www.vanbaerle.ch/com*. Hämtat den 25 Maj 2014
- Baerle, V. (den 27 Maj 2014). *www.vanbaerle.com*.
- Daily Mail. (den 6 April 2011). Liquid glass successfully plugs leak at crippled Fukushima nuclear plant. *www.dailymail.co.uk*. besökt 2014-05-27.

Ek, T. (den 26 Nov 2012). *Byggnadsvård i fokus*. Hämtat från www.byggnadsvardifokus.se. 2015-05-05

Ek, T. (den 29 Jan 2014). *Folkes Bygg*. Hämtat från www.folkesbygg.se. 2014-05-05

Keim, A. (1897). *Coating walls or other surfaces*. Patent nr 595.066 serial no 517604: Unites States Patent Office.

Keim_Scandinavia. (den 6 Mars 2014). www.keim.se.

Keimfarben. (u.d.). www.keimfarben.de. Hämtat den 20 Maj 2014

Lame, C.E. (Hämtat 2014-03-06, Jan 2010). Modified colloidal silica in silicate paints. *Architectural coatings*, Akzo Nobel och www.coatingsgroup.com.

Oreholm, F. (den 5 April 2014). *Sunda huset*. Hämtat från www.sundahuset.se.

Länsstyrelserna, G.V. (u.d.). *Information om byggnadsvård. Puts på mur och trä*. Hämtat från www.lansstyrelsen.se. den 12 Maj 2014

Popescu, K. F. (2013-07-16). *Keim Scandinavia A/S*. Hämtat från www.keim.se. den 25 Maj 2014

Products, C.S. (2000-03-10). *Boston Restoration Supply*. Hämtat från www.bostonrestorationsupply.com. den 24 Maj 2014

Sandström, H. (2013). *Materialguiden*, Riksantikvarieämbetet. Hämtat från www.raa.se. den 11 Mars 2014

Silikatteknik. (den 27 Mars 2014). Hämtat från www.silikatteknik.se.

Sioo Wood Protection. (den 8 Mars 2015). Hämtat från www.sioo.se.

Skorina, T. (2014). *Atomic scale design, educational webportal*. Hämtat från www.asdn.net/asdn/chemistry/silicates. den 04 06 2014

Vodnisklo. (den 7 Mars 2014). www.vodnisklo.cz. Hämtat från <http://www.vodnisklo.cz/en/view.php?cisloaktuality=2010112403>

BILAGOR

1. TEKNISK TERMINOLOGI
2. SILIKATFÄRG I PRAKTKEN
DAGBOKSANTECKNINGAR

BILAGA 1

TEKNISK TERMINOLOGI

| TERM | FÖRKLARING | KÄLLA |
|-----------------------------------|--|---|
| ALLA PRIMA | Målning vått i vått. | Art glossary 20140429 painting.about.com |
| ALKALI | Oxider och hydroxider av alkalimetallerna natrium, kalium, litium. Kallas även flussmedel. De är lätt lösliga i vatten, färglösa, etsande. Kallas även etsande/kaustika alkalier. | Glafo 2005 Kjellin 1927 |
| AMORF | Glasig, icke kristallin struktur. | Glafo 2005 |
| BARIT | BaSO ₄ , bariumsulfat, tungspat. Används sällan som pigment, men som fyllnadsmaterial. Ingår i permanent white och litopon. Oftast vit. Kemiskt tåligt men kan omvandlas till bariumkarbonat, witherit. | Walsh et al 2004 |
| BAUMÉ | En mätskala med hydrometrar utvecklad av den franske apotekaren Antoine Baumé från 1768, för att mäta densiteten hos olika vätskor. Enheterna i skalan benämns Baume, Baumé, B°, Bé°. En skala mäter densiteten hos vätskor som är tyngre än vatten. Baumé för destillerat vatten är 0. | wikipedia.org 20140303 thesciencedictionary.org, 20140303 |
| BRUNSTEN | Manganoxid, mineralet pyrolysit MnO ₂ , rombisk kristallstruktur. En mörk stålgrå strålig, trådig, tät eller jordartad struktur, Moh hårdhet 2-2,5, egenvikt 4,7-5. Innehåller oftast även järn och andra manganoxider. Används bl.a. för utvinning av mangansuperoxid och klor, inom glastillverkning, tändstickstillverkning samt i elektriska komponenter. Finns i jordfärger t.ex. umbror. Den har oxiderande egenskaper. | Kjellin 1927 |
| BRYTNINGSINDEX, n _D | Färgspridning, dispersion. Förmåga att bryta infallande ljus. | Glafo 2005 |
| DIALYSMEMBRAN | Ett filter av kollodion/cellulosa som stoppar flöde av kolloider. | Shaw 1991 |
| DOLOMIT | (Ca, Mg)((CO ₃)) ₂ . Ett magnesiumkalciumkarbonat, bitterspat, som liknar karbonater som kalcit m.fl. Om kalciumhalten understiger ca 30% benämns det dolomitisk kalksten. Används i bränt tillstånd bl.a. i hydrauliskt bruk. | Walsh et al 2004 Kjellin 1927 |
| EFFLORESCENS | Utskiljning av överskott av salter. | Vail 1958 m.fl. |

| TERM | FÖRKLARING | KÄLLA |
|-----------------|--|------------------|
| EFFERVESCENS | Skumbildning, sker t.ex. när en puts testas med utspädd syra eller när den etsas inför målning med KEIM typ A. Kalciumkarbonat löses upp och kolsyran avgår. | Welthe 1975 |
| ENDOTERMISK | Kemisk reaktion som förbrukar/tar upp energi. | Miall 1986 |
| EXOTERMISK | Kemisk reaktion som frigör energi, sker spontant. | Miall 1986 |
| FENOLFTALEIN | $C_{20}H_{14}O_4$, färglösa kristaller. Används som indikator i 0,04% alkohollösning med pH intervallet 8,3 (färglöst) till 10,4 (rött). | Miall 1986 |
| FIXERVATTENGLAS | En speciell typ av kalivattenglas som används till stereokromi, utvändig dekorationsmålning på puts. | Welthe 1976 |
| GIPS | Hydrerad kalciumsulfat, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Anhydrerad form binder vatten. När denna bränns och släcks bildas "Plaster of Paris". | Walsh et al 2004 |
| GLAS | Glasigt, amorft, fast material. Bildas när en smälta stelnar utan att kristallisera. Glas har ett s.k. transformationsområde (det mjuknar/stelnar gradvis) och är egentligen en underkyld vätska. | Glafo 2005 |
| GLAUBERSALT | Natriumsulfat, $Na_2SO_4 \cdot 10 H_2O$. Andra namn är svavelsyrat natron, sodasulfat. Finns ofta kristallint i mineralvatten och salta källor, havsvatten. Mineralen Thenardit i vattenfritt tillstånd eller förvittrat tillstånd (vitt pulver). Delprodukt vid framställning av soda, koksalt. Används vid glasproduktion, textilfärgning, framställning av pigmenten ultramarin. | Kjellin 1927 |
| GLIMMER | Mica, en materialgrupp som klyvs i kristallens basplan i tunna skivor. T.ex. muskovit (kaliumglimmer), flogopit (ambra, magnesiumglimmer). God elektrisk isoleringsförmåga. Används i färg, för glans eller som fyllnadsmedel. | Walsh et al 2004 |
| GRAVIMETRISKT | En provmetod där det undersökta ämnet omvandlas till en svårlöslig förening som isoleras, tvättas, torkas och vägs. Med ledning av massan för den erhållna fällningen beräknas massan av det undersökta ämnet. | Hammarberg 1949 |

| TERM | FÖRKLARING | KÄLLA |
|----------------|---|------------------|
| FLINTA | Ett mineral som är ett mellanting mellan kristallin och amorf kiselsyra. Grågul, brun eller svart färg förorsakas av inblandad järnoxid eller kol. | Kjellin 1927 |
| KALCIT | Kalkspat, Kalciumkarbonat, CaCO_3 . En stor grupp med något varierande egenskaper t.ex. olika kristallformer. Stort ljusbrytningsindex. Exempelvis kalksten, krita, marmor, travertin. | Walsh et al 2004 |
| KALIVATTENGLAS | Kan ha varierande sammansättningar från $\text{K}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ till $\text{K}_2\text{Si}_3\text{O}_7$. Även K_2SiO_3 anges. Innehåller vatten. Färglös till gulaktig, translucent till transparent, hygroskopisk. Vanligen mycket långsamt upplöslig i varmt vatten, i kallt vatten olöslig. Varmt vatten under högt tryck löser. Olösligt i alkohol. Löses med samma syror som kiseloxid. Hålls i väl slutet förvaring. Vattenglaslösning innehåller 25-30% kalivattenglas. | Merck index 1940 |
| KALIUM, K | (Potassium på engelska), lättoxiderad alkalimetall som sällan förekommer fritt. Silvervit, starkt glänsande metall med spec. vikt 0,865. Smältpunkt kring 62°C , kokpunkt ca 667°C . Liksom natrium reagerar den lätt med luften och dess innehåll av vatten, varpå vätgas bildas. | Kjellin 1927 |
| KALIUMKARBONAT | K_2CO_3 , vitt pulver, lättlöslig i vatten varvid basisk lösning erhålles, kallas även kalcinerad pottaska. Finns i hydrerade former. | Miall 1986 |
| KARBONATER | Kemiska föreningar som bildas ur kolsyra, H_2CO_3 eller koldioxid CO_2 . | Glafo 2005 |
| KASEIN | Ostämne, fosfoprotein som finns naturligt i mjölk. | Miall 1986. |
| KISEL, Si | Vanligaste grundämnet näst efter syre. Förekommer aldrig fritt, oftast i förening med syre och bildar huvudmassan av alla bergarter. Över en fjärdedel av jordskorpan består av silicium. Kristalliserad kisel har densitet 2,39, Moh hårdhet 7 och smälter utan att oxidera. Angrips ej av syror utom fluorvätesyra. Amorft kisel är ett brunt pulver. .Silicum på latin. | Kjellin 1927 |
| KISELDIOXID | SiO_2 . Korrekt namn är kiselsyreanhydrid. Förekommer i naturen i stort antal olika former bl.a. som kvarts, flinta, opal, agat, kielgur m.fl. Färglös, transparent, smaklösa kristaller eller vitt amorft pulver. Densitet 2,6 i kristallin form, amorf 2,2. Har lägsta termiska expansionen/värmeutvidgningen av alla kända material. Olöslig i vatten och syror. Koncentrerad fluorvätesyra kan lösa och bildar då gasen tetrafluorid. Varm fosforsyra kan lösa under lång tid. Kristallin form angrips inte av några baser. Amorf form löses särskilt om det är finfördelat. Används för att tillverka glas, vattenglas, keramer, elfasta bruk, slipskivor, emaljer m.m. | Merck Index 1940 |

| TERM | FÖRKLARING | KÄLLA |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| KISELGEL | Granulärt, glänsande, mycket poröst natriumsilikat. Trots sitt namn är det fast och det tillverkas av naturliga mineral. Det har en stark dragningkraft till vatten, och det används i stor omfattning i förpackningar som fuktskydd eller för att reglera relativ luftfuktighet i olika utrymmen. Fukten kan avlägsnas genom att värma upp materialet till 120°C/2h. Kan innehålla färgindikatorer som slår om till blått eller rosa när materialet är fuktigt, och de kan innehålla koboltföreningar. | Hephasteus 2011 |
| KISELGUR | Kiseljord, diatomacéjord, infursoriejord/kisel, bergmjöl. Lös vit, gråaktig, brun bergart, bildad av kiselalger (diatomaceér). Kan innehålla 72-97 % kiselanhydrid, intill 21 % vatten, lite lera mm. Att det är lätt och har dålig ledningsförmåga gör att det används bl.a. till inpacknings- och isoleringsmaterial. Det används även som fyllnadsmedel i färg och tillsats i vattenglas. Den är amorf. | Kjellin 1927 Miall 1986 |
| KISELSYRA | Vanligen avses kiselanhydrid, siliciumoxid, kiseloxid SiO ₂ . Vitt amorf pulver Den egentliga kiselnsyra H ₂ SiO ₃ förekommer sällan fritt i naturen. Det finns mineraler som består av kiselnsyror t.ex. opal m.fl. I nyare källor anges att kiselnsyra är ett familjenamn för [SiO _x (OH) _{4-2x}] _n . Kiselnsyror bildas när man tillsätter en syra till vattenglas, som ett gel efter uppvärmning (se kiselgel). Man anser idag att kiselnsyror har varierande sammansättningar av SiO ₂ och vatten. Kiselnsyrans salter kallas silikater och förutom i ett stort antal naturligt förekommande mineraler och bergarter finns de i glas, hav och cement. Olöslig i vatten. Löslig endast i fluorvätesyra och varma alkaliska lösningar. Silica/kiselgel är utfälld kiselnsyra, glänsande granuler som används för absorption av olika ångor/gaser. | Merck Index 1940 Hephasteus 2011 |
| KOLSYRA | En mycket svag basisk syra som bildas när koldioxid löses i vatten. H ₂ CO ₃ ↔ CO ₂ + H ₂ O. Om man försöker att koncentrera den, sönderfaller den som koldioxid och vatten. | Miall 1986 |
| KVARTS | Kvarts eller kiselndioxid är en av de viktigaste ämnena i jordskorpan. Förekommer i både amorf och kristallin form (viktigaste är kvarts, tridymit och kristobalit). | Glafo 2005 Miall 1986 |
| MARMOR | Hård och grovkornig variant av kalkspat. | Glafo 2005 |
| MINERALISERAD LINOLJEFÄRG | "Patentering på puts, gammal oljefärg blir "stenhård. Reaktion med luftens syre, påskyndad av UV-strålning, möjligen även i kombination med ingående pigment, resulterar i "mineraliserade" oljemolekyler. Oljan innehåller då inte längre några molekyler, vilka kan förtvålas genom att utsättas för vattenglasets höga alkalitet. Oljan bryts med andra ord inte ner, utan omvandlas så att vattenglasets kan fungera mot och i underlaget. | PA Ivarsson e-post, 2014-09-04 |

| TERM | FÖRKLARING | KÄLLA |
|-------------------|--|--------------------|
| MÄNG | Råvarublandning som smälts till glas/vattenglas. Ur tyskans "Gemänge". | Glafo 2005 |
| NATRONVATTEN-GLAS | Na_2SiO_3 , $\text{Na}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ och $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ med varierande mängder vatten (den förstnämnda ca. $5\text{H}_2\text{O}$). I torrt tillstånd färglösa till vita, gråvit pulver eller stycken. Olöslig eller svårlöslig i vatten (såvida inte varmt vatten under högt tryck används). Ju mer Na desto lättare löses de. I flytande form starkt alkalisk. Löslig i fluorvätesyra. | Merck Index 1940 |
| NATRIUM, Na | (Sodium på engelska). Alkalimetall, mycket vanligt förekommande i naturen i kemiska föreningar. Silvrvit metall med spec vikt 0,974, och flyter således på vatten. Smältpunkt 98°C , kokpunkt 877°C . Metalliskt ren Na måste förvaras luft- och fuktfritt eftersom den reagerar med luftens fukt och bilda oxid och vätgas (explosivt). | Kjellin 1927 |
| NEWTONSK VÄTSKA | <i>Newton-material</i> , vätska utan elasticitet där skjuvspänningen är proportionell mot skjuvhastigheten. | NE |
| PETROGRAFI | En teknisk metod att med hjälp av polarisationsmikroskop karakterisera och definiera mineraler utifrån deras kristallstruktur, morfologi m.m. Man använder transmitterat polariserat ljus vid undersökningar. | Källbom |
| POTTASKA | Kaliumkarbonat, K_2CO_3 . Namnet härrör från historisk framställning där aska från lövträd lakades ur. Sänker glasets smältpunkt. | Glafo 2005 |
| PURKRISTALAT | Keims varumärke för vattenglasfärg, utan organiska tillsatser. | Keim 2014 |
| REIN MINERAL | Silins varumärke för vattenglasfärg, utan organiska tillsatser. | Silikatteknik 2014 |
| SENSIBILISERAD | Vanlig materialteknisk term, som betecknar att ett ämne, fas eller fasbeståndsdel i ett kemiskt system kan vara känslig eller gjord känslig/mottaglig för påverkan för en kemisk reaktion med ett annat ämne. | Källbom |
| SILICIUM | Se kisel. | |
| SILIKATFÄRG | Färg med vattenglas som bindemedel. I denna studie avses bruksfärdig enkomponentsfärg, dispersionsfärg innehållande något akrylat. | Källbom |

| TERM | FÖRKLARING | KÄLLA |
|--------------------|--|----------------------------------|
| SILIN | Vattenglas och vattenglasfärg från tyska Silinwerke. Startade sin produktion 1838. | Van Baerle 2014 |
| SGRAFITTO | Från italienskans <i>sgraffiare</i> som betyder skrapa, rista. Skrapning och ritsning i genomfärgade kalkbruksskikt anbringade på varandra. Ger många variationsmöjligheter för dekoration, där reliefverkan fås. | Lindholm 1969 |
| SODA | Natriumkarbonat, Na_2CO_3 . Binder vatten. Används vid tillverkning av natronvattenglas, tvål, glas, ultramarin, salter för färgeri- och textilindustri samt inom pappersmasseindustri. I hushållen (tvättning och blekning) är kristallsoda vanligast, som löser sig snabbt. Sänker glasets smältpunkt. | Kjellin 1927 Glafo 2005 |
| SOL | En typ av kiselgel. Om en kiselgel upphettas omvandlas den till sol, en reversibel gel. Det finns motstridiga definitioner. | Miall 1986 |
| TITANVITT | Vitt pigment bestående av rutil, titandioxid. Framställs ur mineralet ilmenit. | Kjellin 1927. |
| TRANSLUCENT | Halvgenomskinlig. | Källbom |
| VATTENGLAS | Vattenlösliga silikater (kiselsyrade salter) av kalium och/eller natrium av växlande sammansättning; vanligen på 1 NaCO_3 och $3-4 \text{ SiO}_2$. Beroende på ingående bas skiljer man på natronvattenglas, kalivattenglas samt dubbelt vattenglas eller kalinatronvattenglas. Dessa olika vattenglas är lika varandra i egenskaper men för vissa ändamål t.ex. tillsats till såpa lämpar sig endast kalivattenglas medan natronvattenglas skulle "utsalta" fast natrontvål". Används till lagningskitt för trasiga fogar och sprickor, brandsäkra textilier, i tvålar, lim, brandskydd, i cement, i kallvattenfärger eller sliprondeller. | Kjellin 1927 Merck index 1940 |
| VATTENGLASFÄRG | Avses i denna studie ursprunglig, ren färg med kalivattenglas som bindemedel, s.k. tvåkomponentsfärg. | Källbom |
| VISKOSITET, η | Ett mått på en vätskas flytförmåga, mäts med viskosimeter. Samband mellan kraft och rörelse. En hög viskositet innebär att vätskan är trögflytande och seg. Enhet $\text{dPa}\cdot\text{s}$ (decipascalsekunder). Logaritmen $\log \eta$ används för stelrande glas p.g.a. mycket höga stelningshastigheter. | Glafo 2005 |
| ZINKOXID | Zinkvitt, ZnO , ett mjukt vitt pulver. Löses lätt i syror och i alkalier. Vitt färgämne som inte svärtas av svavelväte. | Miall 1986 |

»TELL ME

and I forget

TEACH ME

and I remember

INVOLVE ME

and I learn«

☞ *Benjamin Franklin* ☞

BILAGA 2

SILIKATFÄRG I PRAKTKEN

Dagboksanteckningar 2014

EN MURSTOCK i (troligen hydrauliskt) kalkbruk ska målas med vattenglasfärg, se fotografier på följande sida. Den är ganska grovt riven, och det går att se krympsprickor (1-1,5 mm breda, ca 1 dm långa). Murstockens egenfärg är brungrå och den är från början av 1900-talet. Det skulle kanske kunna vara romacement, jag upplever bruket som relativt hårt och gråbrunt. Murstocken har aldrig varit målad, trots att det går att se färgfragment i gult och turkost. Förmodligen har föremål ställts mot murstocken, som i ett av rummen är en f.d. godsexpedition. Det andra rummet som murstocken vetter åt har det varit tvättstuga med bykgryta.

Först borstar jag rent murstocken. Därefter grundar jag den med Silins AZ Fixativ 1:1 (vatten). Jag stryker korsvis med stor plafondpensel. Fixativets viskositet är som vatten. Putsen suger in bättre i expeditionen än i bykstugan, där murstocken verkar vara sotigare. Fixativet suger in, bubblar till och efterrinner lätt. Det finns partier som känns "feta" där fixativet pärlar av. Efter ett tag uppträder ett nätverk av sprickmönster i muren, som korn i makroformat. AZ Fixativet är grönaktigt och luktlöst.

DEN 9 MAJ

DEFINITION AV OBJEKTEN

Följande underlagsmaterial har jag arbetat med.

Murstock: hydrauliskt kalkbruk alt KC-bruk

Murstock: hydrauliskt kalkbruk alt KC-bruk

Källarmur: betong

Trädgårdslejon: betong

Urna/koniskt rör: betong

Mineritskivor

Materialprover: sten, trä, betong,

tegel, förzinkad plåt, natursten,

lumpapp och gips.

Murstocken i godsexpeditionen
och i bykstugan, före målning.



Grundning av murstocken med
AZ Fixativ 1:1.





Mönster i murverket efter grundning. Kornen är ungefär 3-10 cm. Foto: Arja Källbom.

Silinverkes olika **UTJÄMNINGSBRUK** och **SPACKEL** provades. Alla kan tillsättas fixativ.

1. *Silin Fiberslaemme*. Ett bruk för att jämna ut och överbrygga sprickor.
2. *Gelasel Finspartel*. Spackel för att spackla ut riktigt tunt i kanterna mot gamla. Fin Jurakalk.
3. *Silin Armering*. Ett spackel för hårfina sprickor.
4. *Silin Macasil*. Spackel.

Nr 1 var helt klart favorit. Jag applicerade med plafondpenseln och doppade omväxlande i fixativ och fiberbruket. Efterslätade till struktur med grov borste. Bruket dolde alla sprickor och fyllde igen djupa ojämnheter (3-4 mm) från rivningen. Så som den var i vått tillstånd blev den också när den torkade. Nr 3 orkade inte fylla ut sprickorna på ca 1 mm i torrt tillstånd. Nr 2 och 4 var svåra att få att stanna, de kändes tunnflytande och jag är kanske van vid att spackla djupare skador än spacklet är till för. Nr 4 kändes som den hade mer ”kropp” på något sätt.

DEN 9 MAJ

DEN 11 MAJ

EN OMÅLAD BETONGKÄLLARE från 1940-talet grundas med Keims Fixativ 1:1. Det finns lite vita partier i väggarna, och på ett ställe finns fuktfläckar, mot golvet. Det finns inga sprickor eller krackeleringar. Väggarna borstas rena.

Fixativet är ganska starkt gulaktigt och som vatten i konsistensen, luktlöst. Grundningen bubblar till och suger in, på en del ställen rinner det lätt. Det finns partier där fixativet vill pärla av.

Strök en trästolpe. Fixativet sög in lätt och efter en kort stund luktade det ganska starkt. Strök även tegel, kalksten, carraramarmor, skiffer, dansk sjösten, natursten, gammal förzinkning, mer virke och rödfärgmålat virke. Det syns inget (reaktion, utfällning, etsning) på zinkytan dagarna därpå.

DEN 12 MAJ

Dags att **MÅLA MURSTOCKEN**. Silin Rein Mineral tillsattes ca 20-25% till den vita färdigpastan. Rein Mineral är gulaktig och luktlös. Så Silin har alltså två rena vattenglasar; AZ Fixativ och Rein Mineral. AZ Fixativ används till grundning, till att späda ut spackel och lagningsbruk, till lasyrer. Rein Mineral används till färg.

Till bykstugan bröts en ljus blågrå ton med hjälp av pigmentpastor (Silins pigment i AZ fixativ), svart, ultrablå. Jag undrar vad ultrablå är för pigment, för syntetisk ultramarinblå är ju inte alkalitålig. Ordet Hayüne dyker upp på en del ställen, närbesläktad med det blå färgande mineralet i lapis lasuli, en sodalit. Kan det vara det? Till godsexpeditionen bröts den gröngrå med hjälp av svart, ockragul, ultrablå och grön (kromoxidgrön?). Silins brytpastor var Grön A56, Gul A52, Svart A58, Koboltblå A60, Röd A54, Ocker A52, A55 Ultrablå. Det kändes svårt att veta både hur mycket den förändras vid torkning, och hur mycket som skulle gå åt.

Färgen var mycket krämig och fin, lite tungjobbad (den rivna muren har ojämnheter och färgen måste jobbas in). Det var svårt att inte späda färgen till tunnare konsistens med vatten, som jag gör med äggoljetempera eller kaseinfärg. Jag inser nu att jag kunde ha tagit mer vattenglas, det fungerar ju som både spädningmedel och bindemedel. Eftersom den var lite för tjock var det inte så smidigt att sparmåla mot lister, den ville inte riktigt följa med. Jag använde stor plafondpensel och tunn moddlare.

Färgen är lite förlåtande mot underlaget och sprickor (de som inte fyllts upp av Silin Armering) fylldes upp litegrann av färgen. Tanken slog mig, om det skulle bli för tjockt i ojämnheter. Färgen täcker mycket bra. Det blev inga sugningar där spackel och armeringar provats.

Jag har gott om tid på mig att stryka den vått i vått. Samma målningsteknik som äggoljetempera och limfärg; håll plafondpenseln långt nere så handleden får jobba! Den var inte lika dryg som äggoljetemperan eller kaseinfärg, och jag fick bryta till extra för murstockens sidor i tvättstugan (ca 1 liter). Till godsexpeditionen räckte färgen precis (ca 1,5 liter).



Tillverkaren Silin har två rena vattenglasar; AZ Fixativ och Rein Mineral. AZ Fixativ används till grundning, till att späda ut spackel och lagningsbruk, till lasyrer. Rein Mineral används till färg.

Övriga noteringar:

- Där färgen torkar tunn från plasthinkens väggar bildas ett tunt, sprött skal som smulas sönder mellan fingrarna. Det bildas inte på färgytan.
- Färgen skvätter lätt t.ex. vid omrörning och målning. Kom ihåg att ha en hink med vatten till hands, och trasor. Akta ansikte och ögon, använd glasögon. Täck golv mm ordentligt och ta upp spill utanför täckning med en blöt trasa direkt.

Jag **BLANDAR FÄRG TILL KÄLLAREN**. Keims vita pigment 9870, 4,5 kg, blandades med Keim Restauro 193 0,5 kg och tillsattes sedan ca 4 liter Fixativ i en stor tunna. Jag läste av förbrukningen fel i instruktionerna och blandade först för mycket fixativ, som jag fick dekantera efter några timmar. Vid användning av Felsit, kvart som struktur- och fyllnadsmedel, går det åt mer fixativ. Noterar att det bildats kristaller på vattenglasen i tunnan efter några timmar, som det gör på kalkvatten. Pastan får vila till nästa dag.

Jag gör **LASYR TILL MURSTOCKEN**. Silin Rein Mineral blandas till lasyr 1:1 (totalt 2 liter). En åskblå ton bröts med oxidsvart (ca 1 tsk pasta) och ultrablå (ca 1,5 tsk). Lasyren får vila till nästa dag.

Jag **GRUNDAR MINERITSKIVOR** med Keims Fixativ 1:1. Det är skivor av varierande slag. Den vanliga, som används som bandskydd bakom eldstäder, Cemberit, den som glittrar, suger mycket fixativ. Jag stryker igen efter en kvart för det slurpar rejält. En del andra mörkare sorter suger knappt alls. Stryker en annan slags brandskyddsskiva, som är ca 5 cm tjock och av ett mineraliskt lätt blågrått material. Den suger om möjligt ännu mer än den glittriga mineriten och jag stryker flera gånger över ytan. Grundar lite olika betongföremål. Efter några dagar (15 maj) när jag målat Cemberitskivan och konstaterar att färdigfärgen smiter något, avstår jag från att måla brandskyddsskivan eftersom utgången är ganska given.

DEN 13 MAJ

MURSTOCKEN LASERAS Den har ljusnat nu när den torkat, i alla fall i expeditionen. Jag provar olika verktyg; plafondpensel, en stor stöpplare, en temperamoddlare, trasor, svampar och dåliga engångspenslar. Favoriterna är stöpplaren och temperamoddlaren, den förstnämnda för större svepande drag och den senare för lagom mycket liv. Plafondpenseln blev för jämn. Det funkar bra att ta fram högdagrar med trasa, svamp och dålig pensel.

Lasyrens pigment sedimenterar fort. Jag håller över den i ett litet plastkar så jag inte får för mycket på penseln, och snurrar/vaggar karet var eller varannan gång jag tar upp lasyr.

Vid första utläggningen går lasyren in rätt fort och jag har kortare tid på mig att stryka ut vått i vått. Efter en 15-20 minuter är den yt-torr och det går att lägga in ett lager till – varligt. Om jag jobbar för länge luckras den underliggande lasyrlagret upp och det blir en dager. I den här dagern är det svårt att få nästkommande lasyrlager att fästa. Det tar ett tag att jobba in tekniken men det går bra allteftersom. Efter en stund lär jag mig att jobba med ytputsens riktningar.

I expeditionen kommer en del av sprickorna tillbaka, dock inte där jag använt Fiber-Schlaemme. Jag använder företrädesvis stöpplaren i expeditionen, och jag vill efterlikna en åskhimmel. Därför jobbar jag medvetet upp en kontrastrik yta. De färgrester som fanns på muren ger inga färgskiftningar, utan syns mer som runda ojämnheter.

Lasering av murstocken i syfte att få en levade och kontrastrik yta.





Lasering av murstock i syfte att få en mjuk och levande yta.

TILL MURSTOCKEN I BYKSTUGAN använder jag temperamoddlaren och jag späder ut kvarvarande lasyr med lika delar AZ Fixativ och vatten. Den blir inte lika tät och det är lätt att stryka den vått i vått. Jag noterar att längs listerna, där det fanns smala rester av linoljefärg på muren, syns svagt gula schatteringar, liksom i en fet tjärfläck. Det blir bra. Dagen därpå har det uppstått större gulbruna missfärgningar, som jag antar har samband med den smala randen av gammal linoljefärg som jag målade över – eller sot. Tittar jag på fotot taget innan jag målade murstocken och där syns redan konturen. På ett ställe nära stosen uppstod också en missfärgning på sot eller ett tjärliknande ämne. När jag tittar närmare på bilder före målningen ser jag att det finns en skuggning på murstocken på samma yta där det blött igenom.

KÄLLARMUREN MÅLAS med Keims Purkristalat, bruten i ljust gröngrå. I kombination med det gula ljuset så drar kulören åt turkos.

Färgen är följsam och krämig. Det är svårt att få ner färgen i betongens porer. Jag får blaska på rejält för att fylla porerna (som annars lyser gråsvarta) och sedan stryka ut färgen ordentligt så att det inte ska bli för tjockt. Jag stryker så tunt som det går med full täckning, ungefär som tempera. Efter att väggarna är klara känns det lite i armarna, färgen behöver jobbas in. Det gick inte åt så mycket som jag beräknat efter anvisningarna, det är nog en liter kvar totalt. När färgen härdat kan jag se var betongens fuktfläckar var, kanske har det ansamlats lite salter där. Det syns som en mattfläck men ger inga utfällningar.

Jag blandar till en varmt gul kulör som grund till det fula **TRÄDGÅRDS-LEJONET** i betong. Jag använder Keims Purkristalat:s rena vita kulör i fixativ, men jag bryter den med Silins pastor av gulockra, oxidröd och lite ultrablå. Det går bra och lejonet får en ny bottenfärg för att målas för att efterlikna sandsten. Jag stryker en mineritskiva med den ljusgula ”bastardfärgen”.

Pigment till en ljust gröngrå kulör blandas till från den egna hyllan. Grönjord

från Brentonico, rå umbra, franska orangeockra, titandioxid, ultramarinblå och gulockra. Jag glömde att ultramarinblå inte är kalkäkta. Omgående efter att Keims Fixativ hålls på klumpar sig pigmenten, det verkar vara grönjorden med ett hölje av titandioxid. Grönjorden innehåller bl.a. leror, silikater och järnjoner. Pigmentet förbättrar färgens egenskaper som torkning, slitstyrka och ljusreflektion mm. Uppenbarligen reagerar den för snabbt med vattenglas. Så något i pigmentblandningarna fördröjer reaktionen men förbereder reaktionen efter applicering. Dagen därpå är hela pigmentblandningen fast och stelad. Ja, hade det varit så lätt så hade det ju knappast behövts ett patent! Den 19 maj maler jag ner pigmenten i en mortel och fyller på vattenglas. Det blir likadant igen.

DEN 15 MAJ

MURSTOCKEN I GODSEXPEDITIONEN LASERAS IGEN. Jag bryter den förra lasyren (Rein Mineral 1:1) med lite mer ultrablå och oxidrött. Det är fortfarande svårt att få det att fästa på dagrarna, men jag märker inte visuellt av någon anrikning av ev. silikat. Där det inte fäster rinner lasyren av efter ett tag, där finns ingen sugförmåga.

JAG GÖR EN VATTENGLASKASEINFÄRG. Limmet görs genom att röra 6 delar mager kvarg (6 msk) smidigt och sedan tillsätta ett mått/msk Silins Rein Mineral varpå ett ljus och ganska klart ljusgult lim omgående bildas. Det luktar lite ammoniak initialt, men lukten försvinner fort. Färgen är tjock och trögflytande, som en kraftig gelé. Den hänger kvar "uppochner" på rörpinnen. Till pigmentblandningen av titandioxid, rå umbra, guljord från Verona, rödjord från Verona + vatten (totalt 172 g) tillsätts 33 g kaseinlim d.v.s. limstyrkan är totalt ca 16%. Limpigmentblandningen blir geléartad direkt när jag rör ihop, så jag tillsätter en liten skvätt vatten för att få en bra strykbar konsistens. En trädgårdsurna i betong skrapas, borstas och tvättas av. Den är målad med någon okänd färgtyp, därför väljer jag att måla den med den ljusgula vattenglaskaseinfärgen. Den täcker bra och är lätt att stryka ut. När jag målat urnan, efter en 20 minuter, är limmet ännu mer geléartad. Jag stryker ut lim på en träbit. Knappt en vecka senare känner jag på urnan och den känns lite fet, och smiter litegrann. Avsikten är att använda denna grundfärg till trädgårdslejonet.

LASYR TILL SANDSTEN blandar jag av Silins Rein Mineral 1:1, lite gulockra och oxidröd i ca 2 dl lasyr. Jag använder pigmentpastorna på palett också. Därefter dekorationsmålar jag betonglejonet för att efterlikna sandsten. Jag använder solfjäderspenseln, jag marmorerar, skvätter, drar ifrån och förstärker med lasyr och pastor. Bra att färgen stannar ganska fort, t.ex. kan jag skvätta prickar som jag strax därpå ådrar över utan att prickar försvinner. Det är inte mycket tid till att vela, den stannar ganska fort. Färgen ljusnar, och det är lurigt att avgöra vilken kulör det kommer att bli. Lejonet blev lite gulare än vad jag hade tänkt mig. Så, nu kan jag göra ett lejon till, och då blir det som jag tänkt mig. Noterar att täckfärgen krackelerat på några ställen där det blivit för tjockt i vecken.



En trädgårdsurna av betong målas med vattenglaskaseinfärg. Färgen blir påtagligt geléartad. Egentligen blandar jag färgen för att vara grundfärg till betonglejonet.



Betonglejonet målas för att efterlikna sandsten. Lasyren blandas av Silins Rein Mineral 1:1, lite gulockra och oxidrött.

Samma ljusgula lasyr använder jag för att **LASERA MINERITSKIVAN**. När jag ska lyfta fram dagar noterar jag att täckfärgen smiter. Det är den mineritskiva som sög extremt mycket. Jag laserar klart men använder inte trasan annat än lyfter av lasyren på något ställe. Jag använder temperamoddlare. I anvisningarna står att fixativ 1:1 ska användas på starkt sugande underlag. Det här är uppenbarligen ett mycket starkt sugande underlag. Hur skulle jag ha gjort för att få det att sluta suga? Jag strök ytan (i ett) 4-5 gånger och det fortsatte suga. Kanske skulle jag ha upprepat detta ytterligare en gång eller tagit starkare koncentration av vattenglas. Bernt Johansson på Keim säger att jag kunde ha strukit täckfärgen en gång till eller grundat fler gånger.

Jag gör en **BLÅGRÅ TÄCKFÄRG** till den stora mineritskivan (den är grundad på båda sidor) och stryker upp den. Jag använder Keims Purkristalat från källaren och tillsätter lite Silins pigmentpastor ultrablå och gulockra. Jag blandar mellan systemen för att testa, det hade jag inte gjort om det varit ett uppdrag åt kund, men det verkar fungera utmärkt.

Scablonerung med vattenglasfärg på laserad minerit.



Lasering av mineritskivor och schablonerung av betongmur



DEN 19 MAJ

MINERITSKIVORNA LASERAS med Keims fixativ 1:1 och pigmentpastor. Till den gula väljs oxidröd och gulockra. Till den blå ren ultrablå. Laseringen upprepas efter 4 timmar. Försöker lämna torra, olaserade fläckar. Det är små ytor att måla in sig på.

SCHABLON MED STJÄRNOR tillverkas. Mönstret målas med en tunn moddlare i svinborst. Prov på minerit går bra att målas på, medan putsen lättast stöpplas för att fylla ojämnheter. Den ultrablå pigmentpastan från Silin används. Den liknar oljefärg, mycket välriven och krämig, fyller schablonen bra. Bäst blir det när pastan inte späds ut, utan den är ganska tjock och appliceringen sker tunt men jämnt. Är det så här Barcelonas berömda schablonmålade putsfasader är gjorda? Jag jobbar utan handskar. Det känns inte. Så farlig var den alltså inte.



Målad lumpapp har ett segt, duktilt färgskikt.

Ett lämnat kärl med gammal vattenglasfärg har fått en krympt torkad skorpa. Färgskiktet är tjockt, och därför sprött.

MATERIALPROVERNA i tegel, skiffer, lera, trä, galvaniserad plåt, betong, sten och lumpapp mm målas med täckfärgen. Det fungerar utmärkt på alla materialen. Just när jag målat betongsten börjar det regna och färgen sköljs bort delvis för den har inte hunnit torka tillräckligt. Pappen blir styv men elastisk, färgen visar inga krackeleringar eller flagningar fast jag veckar och böjer den rätt hårdhänt. Hyvlat trä går att polera upp viss glans efter att den torkat (porerna sluts). Proverna ställs utomhus och efter ca. 6 veckor går det att skönja små skador på liggande prover, natursten och skiffer. Efter 4 månader syns inga skador på underlagen av carraramarmor, betong och kalksten d.v.s. de som innehåller kalcium/kalk. Andra ytor har stora färgbortfall.

KASEINLIMMET känns helt slät och doftar gott. Jag undrar om det är limstyrka i den och limmar papper med den. Den har legat i en varm svart bil över helgen. Pappret är ihoplimmat när jag provar dagen därpå. Det gör mig lite förvånad, den var mycket fast vid tillverkningen så jag antog att den hade lika kort livslängd som stark kalkkasein på kaseinpulver. Nu inser jag att det förmodligen var ett mellanting mellan limbildning och/eller gel. När kaseinlimmens viskositet ändras till tunna, brukar deras limstyrka avta/upphöra. Vattenglaskaseinet har visst en lång utplaningskurva och är tålig mot organisk tillväxt.

Ett kärl för att skopa över färg med (Silin Rein Mineral bruten vit färg) har en krympt torkad **SKORPA** av vattenglasfärg i sig. Vattenglasfärg krymper således när den torkar. Det går ju även att se när den appliceras i håligheter. Ju tjockare skorpa, desto hårdare och sprödare och när de krossas uppstår kantiga flisor, liknande som krossat äggskal. Ju tjockare skorpa, desto större flisor. Tunn skorpa är mjuk och lättsmulad.

Gips stryks med natriumvattenglas och kaliumvattenglas.

Vattenglasfärg på natursten.



DEN 20 MAJ

MÅLNING AV MINERITSKIVOR. Skivorna täckmålas och några laseras. Jag börjar komma på hur jag ska lasera för att få mer kontrast.

NÅGRA MATERIALPROVER täckmålas; cementplattan som hamnade i regnet, en rödfärgad och vattenglasgrundad bräda med rödfärg. Nästa dag ser jag att rostfläckar på mineritskivan blött igenom silikatfärgen.

DIVERSE Stolpen i källaren målas med Keims Purkristalat (luktar fortfarande skumt när den målas). På en natursten målas en ouroboros/orm som biter sig i svansen. Jag målar ormen med röd vattenglaspasta från Silin. Färgen är inte helt röd, det är vitt i den. Baksidan av en gipstavla stryks med natronvattenglas (Alfort & Cronholm) och kaliumvattenglas (Rein Mineral Fixativ). Nästa dag är natronvattenglasets delvis glänsande men annars syns inget särskilt. Efter tio dagar ser jag att ytan för natronvattenglas flagar och har krympt ihop. På kaliumvattenglasytan syns inget.

DEN 20 MAJ

DEKORATIONSMÅLNING med Silins vattenglasfärger på murstock i godsexpedition. Jag gör en provmålning på mineritskiva innan jag börjar med putsytan. Jag använder RM Fixativ och svart pigmentpasta. Vitt är deras färdigblandade vita RM. Färgen läggs på palett och jag har Fixativ 1:1 brevid och späder den ibland. Det går bra att måla med vattenglasfärgen, men p.g.a. den ojämna ytan på murstock är det svårt att få färgerna att följa med. Färgen känns kort och det blir inte samma svung i måleriet. Jag övervägde att använda Silins Universal fixativ (konsthartstillsats) eftersom jag upplevde att jag hade svårt att få den sista laseringen att fästa på de ljusa ytorna. När jag hällde upp det vita fixativet i en plastbytta blev den alldeles blå! Det är inte ett optiskt fenomen, för fixativet blir också blått, inte bara byttans kanter. Det blir blått



Den laserade murstocken dekorationsmålades med vattenglasfärg.



Utfällningar på murstock i tvättstugan, troligen p.g.a. vattenläckage.

Akrylatinnehållande vattenglas har ett mjölkigt utseende.

när jag håller upp det även vid ett annat tillfälle, dock inte i ett glas. Jag läser i databladen att den kan användas för t.ex. förbehandling av gipshaltiga ytor. RM fixativet funkade bra till muren. Jag noterade att lasyren följt/anrikats i spricknätverket och framhäver dem. I det här fallet gör det ju ingenting.

MURSTOCKEN i tvättstugan har fått vita utfällningar mot övre vänstra hörnet, som kunde skönjas förut men även mitt på vänstra kindmuren. Det är som ett mjukt vitt ludd (något salt?). Det är lätt att borsta bort men det kommer tillbaka.

Betongurnan, med vattenglaskasein får en **SANDSTENSLASERING** med RM Fixativ 1:1 och ockragul pigmentpasta. Jag vill se om kaseinfärgen eller gammal bemålning tränger igenom. En vecka senare konstaterar jag att urnan ser bra ut, det finns inga tecken på missfärgningar.

Schablonmåleri med
silkatgulfärg.



Silikatfärg för dekorationsmåleri
på laserad minerit. Skimrar som
äkta guld.



DEN 6 JUNI

Jag provar **GULD OCH SILVER SOM VATTENGLASFÄRG**, Keim Optil. Den innehåller inte akrylat men ett gel som gör att den kan appliceras på andra typer av färger både ute och inne. Guld och silver verkar dock vara avsedd för inomhusbruk. Den laserade blå mineritskivan målas med guld, både frihand med mårdhår och akvarellpenslar samt linjering med snedklippta penslar. Guldet följer med fint och har en underbar guldtön, som lyser starkt och som reflekterar ljuset. Det ändras med infallande ljus och var man betraktar det. Man får se till att göra rätt från början, för det går inte att göra om. Silvret är också bra, men gör sig förmodligen bättre på en något mörkare bakgrund så kontrasten blir större. Jag provar lite schablonmålning med pensel, det funkar bra. Riktig schablonplast fungerar bättre till vattenglasfärg än ritfilm.

Arja Källbom har sin bakgrund inom industrin, där hon under femton års tid arbetade med FoU inom metallurgi. Hon har examen som byggnadsantikvarie från Högskolan på Gotland och har erövat målerikunskaper genom praktiskt arbete och utbildning. Idag arbetar hon tvärvetenskapligt inom materialteknik, det antikvariska arbetsfältet och traditionellt byggnadsmåleri i det egna företaget Station Ormaryd.



Adress: Stinsgatan 4, 571 72 Ormaryd

Telefon: 070-657 34 75

E-post: arja@stationormaryd.se



