

3.1

KONSTTEKNOLOGISK KÄLLFORSKNING MED ETT HANTVERKS- OCH KONSERVERINGSVETENSKAPLIGT PERSPEKTIV

Ingalill Nyström

Konstteknologi innebär studiet av ett konstverks uppbyggnad och tillverkning.¹⁰⁶ För att förstå tillverkningsteknik och materialsammansättning kan olika teknologiska undersökningar utföras. Dessa görs vanligtvis med hjälp av teknisk apparatur, specialbelysning och mikroskop. Hjälpmedlen bidrar till att se föremålet och dess olika lager på djupet, det vill säga mikronivå. Även andra metoder kan användas för att förstå ett föremåls tillverkningsprocess. Nedan presenteras de olika metoder som, använda tillsammans, ger kunskaper om tillverkningsprocesser, tekniker och material.

Att rekonstruera en hantverksprocess

Att ”utläsa spår av ett historiskt handlingsförlopp genom det bevarade resultatet” och att lära sig ”förstå kulturspåret genom rekonstruktion och inlevelse i motsvarande arbete” är en metod som nyttjas inom den hantverksvetenskapliga forskningen (Almevik 2017). Tillvägagångssättet kan i korthet beskrivas som *observation, dialog och försök*. Observation görs av spår från verktygsanvändning och tillverkningsprocessen på bevarade historiska objekt. Dialog förs sedan med levande traditionsbärare och med skriftliga källor. Därefter utförs egna försök och experiment för att testa och pröva det som observerats och hörsammats. Almevik har valt att kalla tillvägagångssättet för ett ”forensiskt perspektiv” med en anspelning på kriminaltekniken. Han talar även om en ”autentisk processuell konstruktion”.

106. Kapitlet baseras på och utvecklar diskussionen i Nyström 2012.

Genom att nyttja en autentisk processuell konstruktion eller rekonstruktion, där forskaren utifrån verktygsspår och historiska källor prövar att tillverka och rekonstruera ett föremål eller en hantverkssituation kan en mer autentisk bild av hur ett föremål tillverkats ges. En liknande metod kallas inom arkeologi för experimentell arkeologi. En skillnad är dock att inom experimentell arkeologi finns sällan källtexter att tillgå. I vårt fall har flera av deltagarna i forskargruppen en professionell utbildning och lång erfarenhet av de hantverk som undersöks.

Även i de fall historiska källtexter finns att tillgå med recept och beskrivningar kan det vara svårt att förstå exakt hur processerna utfördes. Detta eftersom förgivettagna situationer och steg i processen ofta har uteslutits i källtextens beskrivning. Den oformulerade, självklara, kunskapen kan vara sinnesförmålor som lukt, utseende och den taktila känslan. Dessa aspekter kan vara avgörande för att förstå och tolka en tillverkningsprocess.

Historiska hantverk som inte längre utövas kan därför vara svåra att rekonstruera. Det kan alltså även inom hantverksvetenskap handla om ett experimenterande och prövande för att förstå en tillverknings-situation. Naturvetenskapliga analysmetoder inom konserveringsvetenskap kan i de fallen bidra till den hantverksvetenskapliga analysen. Ett exempel är den materialkaraktärisering som kan genomföras genom kemiska analyser av historiska föremål. På motsvarande sätt kan historiska recept kritiskt analyseras genom förståelsen av de olika kemiska processerna och deras resultat. Konserveringsvetenskapen kan därmed vara ett komplement till hantverksvetenskapen. Det är detta som bland annat *Heritage Science* handlar om.

ATSR och historisk källforskning

Vi har ett allomfattande (holistiskt) synsätt på kulturarvsfältet och vi använder olika perspektiv från såväl humaniora som naturvetenskap (se fig. 1). I en konstteknologisk undersökning av ett föremål kombineras källforskning, rekonstruktion och naturvetenskapliga materialkaraktäriseringsmetoder. Den övergripande metoden kallas internationellt för *Art Technological Source Research* och förkortas ATSR.

ATSR innebär att källor av olika slag nyttjas för att förstå ett föremål och dess tillverkningsmetoder på ett så allomfattande vis som möjligt. Framför allt nyttjas historiska källtexter vilka bidrar till djupare förståelse för studieobjektets (föremålets) kontext och den tidsanda som

att finna texter som beskrev den historiska användningen av vejde och indigo (Nyström & Roxvall 2018). Studien syftade primärt till att finna recept som beskrev tillverkning av färgämnet som pigment och som ämne för infärgning. Ytterligare en studie genomfördes i syfte att undersöka möjliga färgämnen använda i Hälsingland under 1700- och 1800-talen (Olars 2015). Dessa studier låg till grund för den referenstillverkning som utfördes inom ramen för projektet och som använts vid de kemiska analyserna¹⁰⁷ (se fig. 2).



Figur 2 (3.1.2): Exempel på referensprover som tillverkats enligt historiska recept i projektet. Vejdeinfärgade prover och vejdepigment. Foto: Ingalill Nyström

¹⁰⁷. Referenstillverkningen av färgämnen utfördes 2014 av textilkonstnär Mia Olsson och textilkonservator Katarina Olars. Även bindemedelsreferenser tillverkades av målerikonservator Andreas Roxvall.

Naturvetenskapliga metoder och tillvägagångssätt i projektet

För att kunna tolka analysresultat krävs inte bara erfarenhet och expertis inom analysområdet. Det krävs också att den som tolkar resultaten har hantverksmässig kunskap liksom kunskap inom konserveringsvetenskap. För att kunna tolka de slutgiltiga resultaten vid en bindemedelsanalys krävs kunskap om såväl tänkbara bindemedel som kemiska beståndsdelar i bindemedlet liksom måleritekniska kunskaper (se fig. 3). Risken är annars stor att fel slutsatser dras. Dessutom kan viktiga fakta förbises som den ursprungliga hantverkaren haft att ta ställning till (se fig. 4 samt 3.2 *Trä, textil och papper som underlag* och 3.4 *Målarens tekniker, verktyg och tillvägagångssätt*).

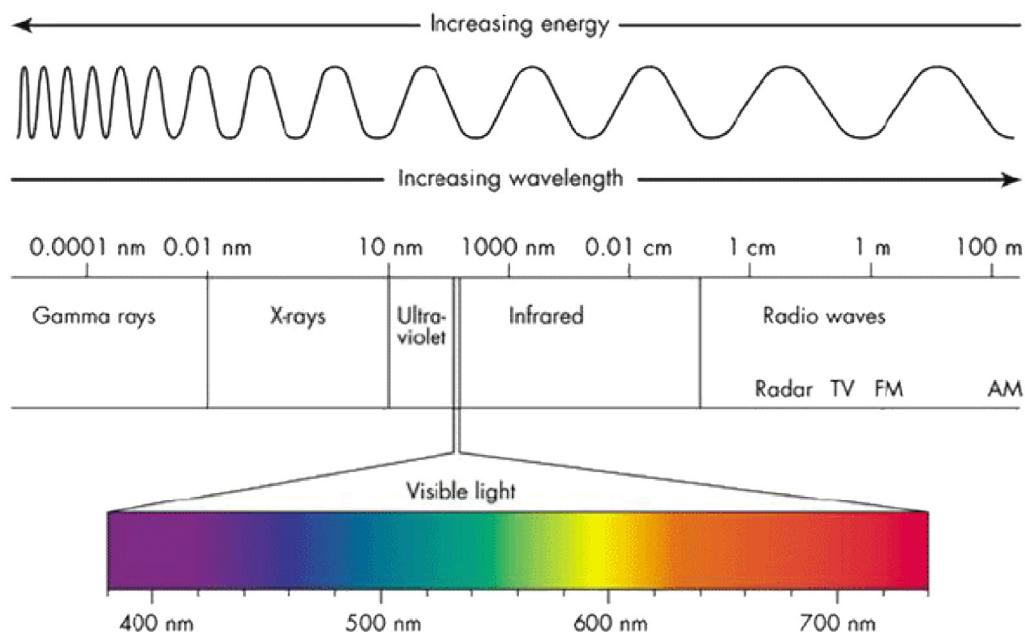
De naturvetenskapliga metoderna som nyttjats i studien är framför





← **Figur 3** (3.1.3): Hantverkarens kunskap. Om ett prov tas från drickamåleriet på denna bordsyta finns risker för feltolkning av resultatet. Utifrån kunskaper om måleritekniker och målarfärgen kan den erfarna hantverkaren se att det rör sig om ett drickamåleri som fernissats för att tåla våttorkning och slitage. Ytbehandlingen skulle kunna vara sekundär. Vid en bindemedelsanalys med hjälp av gaskromatografi kan ett sådant här prov innehålla såväl terpenoider som vegetabiliskt fett. En tolkning skulle kunna vara i ett sådant fall att provet är kontaminerat med terpenoider på grund av att måleriet är på ett träunderlag. En annan tolkning kan vara att terpenoiderna finns i drickamåleriet, att det är en harts-oljelasur. En tredje tolkning kan vara att det är en oljelasur med hartsfernissa ovanpå. En fjärde möjlig tolkning kan vara att det är ett dextrinbaserat bindemedel i drickamålningen och att den fernissats med en lackfernissa av kokt linolja med harts. Här krävs alltså kunskaper om möjliga måleritekniker samt att en del av provet gjutes in som ett tvärsnitt för att kunna se de olika lagren. Signerat bord av Mats Dahlström, privat ägo. Foto: Ingalill Nyström

↑ **Figur 4** (3.1.4): Konservatorns kunskap. Den ljusblå linoljebaserade bottenfärgen består av ett ljuskänsligt indigotinnehållande färgämne från vejde eller exotisk indigo. Den mörkare grönbå ytan som dolts av skåpdörren har inte blekts lika mycket som övrig ljusblå färg. Däremot har det oljehaltiga bindemedlet gulnat, varför färgen ter sig grönaktig. För att kunna göra denna bedömning av färgytan krävs kunskaper i konserveringsvetenskap och kunskaper om färg som kemiskt material. Golvskåp (HM 9042) av Jöns Månsson från 1800. Foto: Ingalill Nyström



Figur 5 (3.1.5): Det elektromagnetiska fältet. <https://www.hemmaodlat.se/odla/fotosyntesendel-1/> [2019-10-10]

allt ljusspektroskopiska metoder, där ljus (elektromagnetisk strålning) får växelverka med ett material. Olika ämnen tar upp (absorberar) eller sänder ut (emitterar) ljuset olika och det ger information om materialets sammansättning. På så vis kan en materialkaraktärisering göras. Det elektromagnetiska fältet kan ses i figur 5.

Följande metoder har nyttjats: multispektralteknik; röntgenfluorescens (XRF); dispersiv Raman, Fourier transform (FT) Raman; direct sampling time-of-flight mass spectrometry (DSA-ToF-MS); Fourier transform infraröd spektroskopi (FTIR) och gaskromatografi med masspektroskopi (GC-MS). Multispektralteknik och XRF utfördes direkt i fält. Den förra för att identifiera originaltytor samt få en första strukturell indikation om måleriskikten och den senare för en identifiering av grundämnen i färgpigmenten. Dispersiv Raman och FT-Raman har använts för såväl pigment- som färgämnesanalyser. Den förra har utförts i fält och den senare i laboratoriet. Kompletterande färgämnesanalyser har utförts med DSA-ToF-MS i laboratoriet. Bindemedelsanalyserna har utförts i laboratorium med hjälp av

FTIR i kombination med GC-MS. Det stegvisa tillvägagångssättet och analysmetoderna beskrivs nedan i korthet och på ett förenklat vis.

Det första steget vid en undersökning av ett bemålat föremål görs genom okulär besiktning och med hjälp av olika enklare spektraltekniker, såsom exempelvis multispektralteknik (se fig. 6). Denna första analys av föremålet brukar inom konserveringsfältet kallas för översiktsanalys och ger information om originalsikt och senare tillägg (Nyström 2012:35ff). Även indikationer om materialets sammansättning och stratigrafi eller uppbyggnaden av föremålet kan fås. Vanligtvis används synligt ljus, med en våglängd mellan cirka 400 och 700 nm (se fig. 3) och en kamera för dokumentation. Ljuset kan vara diffust eller mer fokuserat. Diffust ljus som faller in i ungefär 45 graders vinkel mot ett föremål används för att undvika reflektioner i en glansig plan yta. Ljus som faller in från baksidan på ett föremål, till exempel ett måleri på duk, kan göra att håligheter och glesvävd struktur blir mer synliga genom att de transmittarar (släpper igenom) ljuset. Med samlat släpljus, en

Figur 6 (3.1.6): Multispektralundersökning av väggmåleri. Foto: Ingalill Nyström

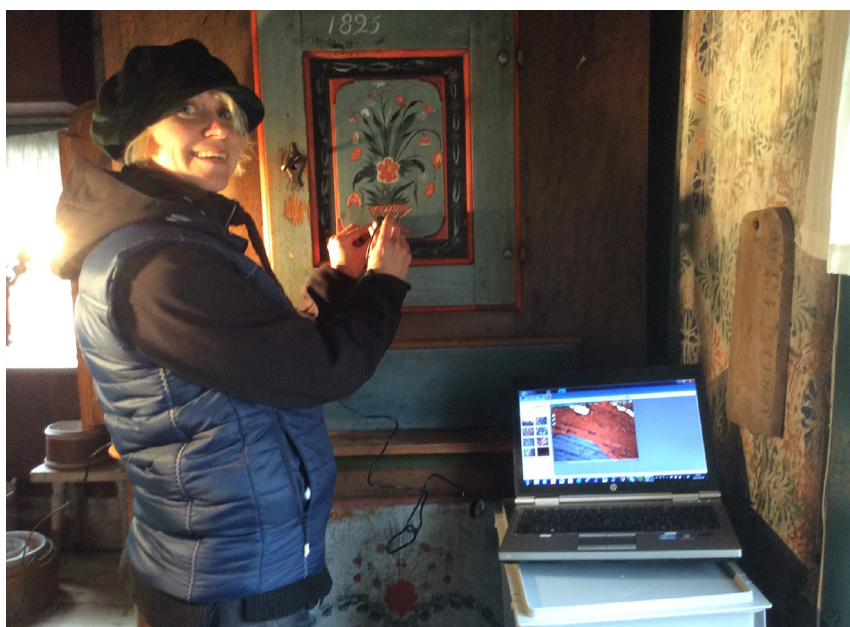


spaltad ljuskälla från sidan, kan ytstrukturer uppfattas tydligare såsom exempelvis ett måleri med tjocka färgskikt (pastost måleri).

Även ljuskällor inom andra spektralområden går att använda tillsammans med specialfilter och kamera för att dokumentera det som annars kan vara osynligt för blotta ögat. UV-ljus med våglängdsband mellan 320 och 400 nm, som ligger nära det synliga violetta ljuset tillsammans med ett speciellt filter (som bara släpper igenom reflekterat UV-ljus) kan användas för att se ytstrukturer som penselstråk i en färg. UV-ljus kan även användas för att se UV-fluorescens. Det betyder att material som har benägenhet att fluorescera vid UV-bestrålning ger specifika lysande kulörer. För att fotografiskt dokumentera UV-fluorescens används ett gult filter som filtrerar bort det violetta ljuset och UV-strålningen. På så vis blir fluorescensen tydligare. Vissa pigment har specifik fluorescenskulör och därmed kan en indikation om vilka pigment som ingår erhållas. Likaså kan senare tillägg som exempelvis retuscher bli synliga på grund av att åldrat material generellt fluorescerar mer. Senare tillägg ter sig då som mörka fläckar.

Nära Infrarött (NIR) ljus med en våglängd mellan cirka 700 och 1250 nm kan användas för att få ytterligare information om den bemålade ytans underliggande skikt. Med hjälp av detta ljus och tillsammans med ett NIR-filter som stänger ute allt synligt ljus kan underliggande skisser bli synliga. För att de ska synas måste dock ovanpåliggande färgskikt innehålla pigment som släpper igenom (transmitterar) NIR-strålning och god kontrast finnas i skissen. Det kan till exempel handla om ett blyvittinnehållande färgskikt med en kolteckning ovanpå en vit kritgrund.

Efter översiktsanalysen kan ytterligare analyser utföras med hjälp av mer avancerade spektroskopiska metoder. Vissa analyser kan utföras direkt på ett föremål med portabla instrument. Om kompletterande prover behövs för vidare analys i laboratoriet tas cirka en millimeter stora prover från samtliga originalkulörer och färgpartier som är av intresse. Prover tas företrädesvis vid färgbortfall och där ingreppet är så osynligt som möjligt. Detta för att bevara helhetsintrycket av föremålets olika färg- och ytbehandlings. Varje prov dokumenteras i bild och registreras i ett provformulär med en kort föremålsbeskrivning, provtillfälle och provtagare. Samtliga analyser utförda och prover tagna registreras sedan i en databas. Den databas som visade sig mest lämpad för projektet var KD-Tools databassystem utformat för färgarkeologiska undersökningar av byggnader (Edvardsson & Verweij 2016). Varje



↑ **Figur 7** (3.1.7): Inmarkering av prover och analysområden. I det här fallet markering av områden där XRF-analyser har utförts. Salen på bottenvåningen i Bortom Åa, Fågelsjö. Foto: Ingaliill Nyström

← **Figur 8** (3.1.8): Provtagning av färg för kompletterande analyser i laboratorium. Ca 1 mm stora prover tas företrädesvis i områden som ej är iögonenfallande eller i anslutning till befintlig skada eller färgbortfall. Foto: Ingaliill Nyström

undersökt föremål fick ett registreringsnummer. Samtliga analyser på plats och prover som togs i en provserie från respektive föremål markerades in på en översiktsbild (se fig. 7 och 8).

De avancerade spektroskopiska analysmetoderna består alltjämt av



Figur 9 (3.1.9): Att utföra analyser ute i fält kräver tillgång till el. Här utförs XRF-analyser, Ramana-analyser samt FTIR-analyser. Ljusdalsbygdens museum. Foto: Anders Assis

tekniker baserade på ljusstrålning som interagerar med material på olika vis, därtill behövs speciella detektorer och andra hjälpmedel för att registrera de emitterade eller absorberade fotonerna. Spektroskopiska undersökningar kan utföras i fält (se fig. 9) och i laboratorium beroende på hur instrumentet är utformat.

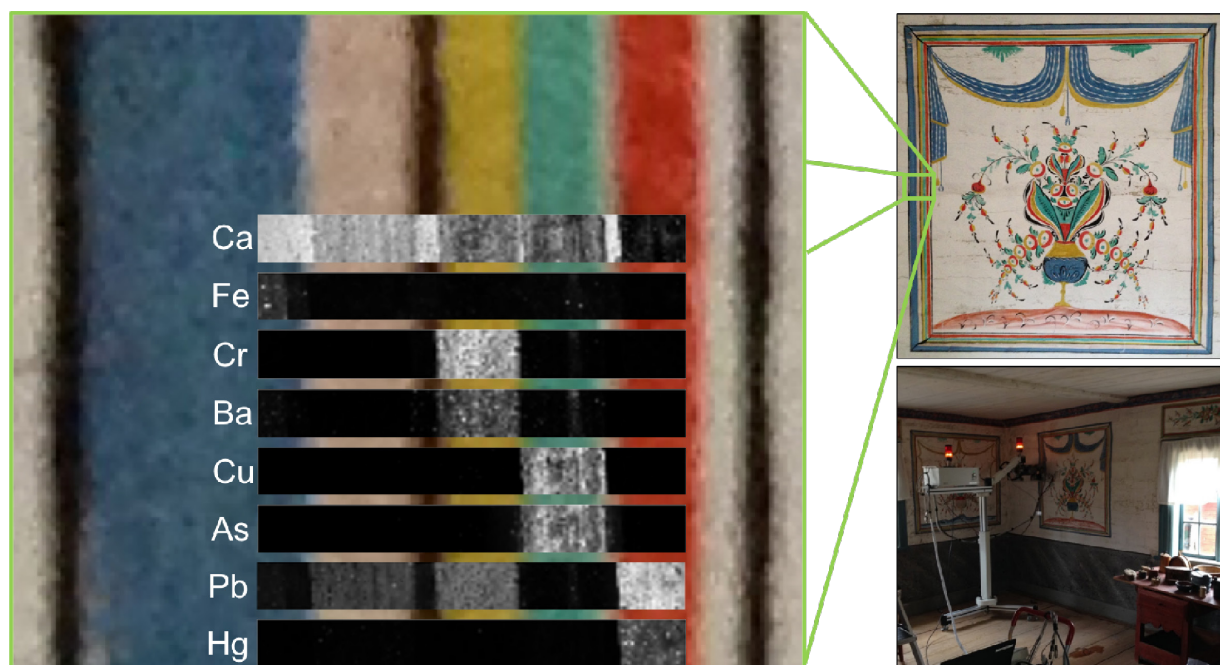
Infrarött ljus som beskrevs tidigare kan användas för att undersöka de funktionella grupperna i organiska ämnen som bindemedel och färgämnen. Funktionella grupper med dipol-dipolbindningar tar upp (absorberar) energi från ljuskällan, varpå de börjar vibrera. Den reflekterade eller transmitterade ljusspridningen som då uppstår har nu lägre energi och kan med hjälp av speciella gitter, som finns i en infraröd spektrometer (FTIR) spaltas upp och separeras ut. Med en detektor kan de olika uppspaltade ljusvågorna registreras i form av ett spektrum som är specifikt för de olika funktionella grupperna i färgskiktet.

Med hjälp av röntgenstrålning kan grundämnena i exempelvis oorganiska pigment analyseras. Röntgen är dock en mycket energirik strålning varför specialutrustning krävs. I ett röntgenfluorescens-instrument

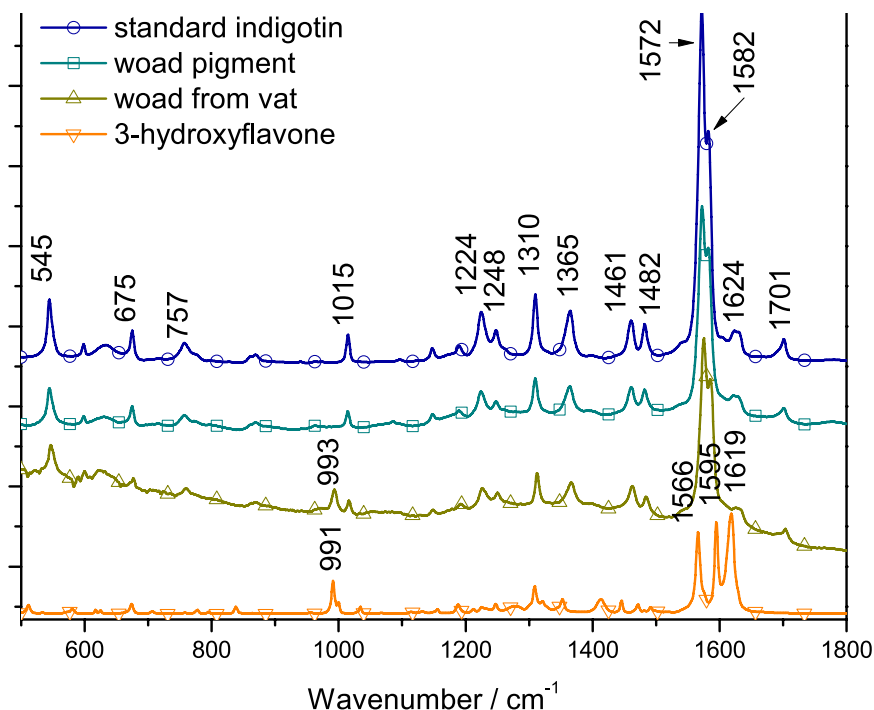
sveper röntgenstrålen över den yta som ska analyseras. Det uppstår då fluorescens, emitterat röntgenljus med lägre energi, från varje punkt på provytan. Energin på detta ljus kan registreras i form av olika energilinjor specifika för respektive grundämne. Tekniken ger en fingervisning om vilka möjliga pigment som kan ingå i färgskiktet (se fig. 10).

Laserljus kan också användas för analys av pigment och färgämnen. Laser är ett monokromatiskt ljus av en enda våglängd. Det finns lasrar inom det ultraviolettera (UV), gröna, röda och nära infraröda (NIR) området. När ett material med polariserbara bindningar – till exempel pigment eller färgämne – bestrålas med laserljus utstrålas en svag ljusspridning som kallas Ramanspridning (Edwards & Chalmers 2005:18ff). Ramanspridningen går att separera ut från det infallande laserljuset med hjälp av filter. Det är denna teknik som används inom Ramanspektroskopi. Ramanspektrometrar med lasrar inom UV-, synliga och NIR-fältet upp till ungefär 800 nm nyttjar en spektrometer innehållande ett gitter och en CCD-kamera som detektor. När en laser med infrarött ljus med en våglängd på 1064 nm används krävs en interferometer, som separerar ut Ramansignalen i spektrometern. För att detektera Ramanspridningen i detta instrument behövs också en speciell kyld detektor. Ramanspridningen som detekteras, registreras i form

Figur 10 (3.1.10): XRF-analys av väggfält målat av Anders Beck Hansson i gården Bortom Åa. Bilden till vänster visar analysresultatet vid XRF-mappningen. De ljusa partierna visar på respektive grundämne som listas. Det första, Ca, betyder kalcium som finns i grunderingen varför stora delar är vitaktiga på mappbilden. Foto: Kaj Thuresson

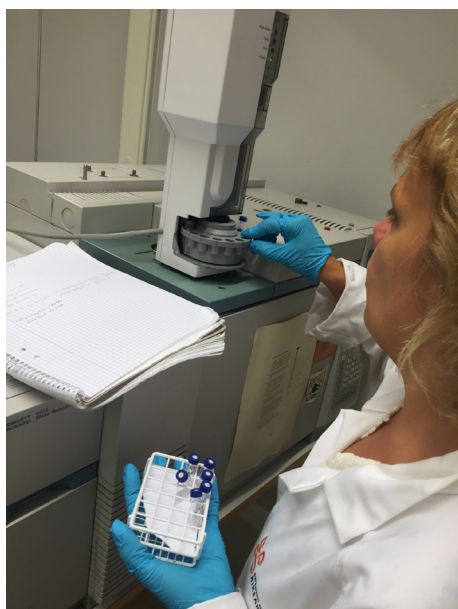


Figur 11
(3.1.11): Ra-
manspektrum
över vejde-
referensprov
från skummet
av färgkypen,
olivgrön linje.
Referens-
spektrum av
indigotin, blå
linje. Notera
den avvikande
toppen på 993
vågtalet i provet
från vejdekypen.
Här är en topp
som eventuellt
kan särskilja vejde
från exotisk vejde
(Nyström et al.
2016). Foto: Inga-
lill Nyström



av ett vågtalsspektrum. Det erhållna spektrumet är specifikt för varje ämne (pigment och färgämne) och kan därefter jämföras med spektra från olika kända referenser (se fig. 11). En matchning ger då svar på vilket pigment som ingår i provet.

Masspektrometri används för att undersöka massan av fragment av en stor molekyl (Harris 2003) för att kunna avgöra vilka beståndsdelar molekylen är uppbyggd av. Det undersökta ämnet förångas först med hjälp av hög värme, i till exempel en gaskromatograf (se fig. 12), varpå molekylerna sönderfaller till mindre laddade partiklar, joner. Jonerna accelereras av ett elektromagnetiskt fält så att lätta och tunga joner avlänkas på olika sätt för att sedan träffa detektorn på olika punkter. Partiklar med samma massa och laddning rör sig till samma punkt på detektorn och därmed kan provet karaktäriseras. Detta är en förstörande (destruktiv) metod, varför analysen sker i slutskedet av hela analysprocessen.



Figur 12 (3.1.12): Förbearbetade prov laddas i gaskromatografen. Med hjälp av hög värme förångas sedan provet, varpå molekylerna faller sönder till mindre laddade partiklar. Partiklarna åker runt i ett elektromagnetiskt fält för att beroende av laddning, storlek och massa träffa detektorn på olika punkter. Detta är en förstörande metod, varför analysen sker i slutskedet av hela analysprocessen. Foto: Ingall Nyström

Referenser

Tryckta källor

- Almevik, Gunnar (2012). *Byggnaden som kunskapskälla*. Diss. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Edvardsson, David & Edwin Verweij (2016). *Att fånga dekorationshistoriken av interiörens ytskikt: ett digitalt dokumentationsverktyg inom färgundersökningsfältet*. Sammanfattningar av föredrag, Färgforum 2016, Karlstad. Visby: Riksantikvarieämbetet.
- Edwards, Howell G. M. & John M. Chalmers (2005). *Raman Spectroscopy in Archaeology and Art History*, RSC Analytical Spectroscopy Monographs. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Harris, Daniel (2003). *Quantitative Chemical Analysis*. 6 uppl. New York: Freeman.
- Nyström, Ingall (2012). *Bonadsmåleri under lupp: spektroskopiska analyser av färg och teknik i sydsvenska bonadsmålningar 1700–1870*. Diss. Göteborg: Göteborgs universitet. Tillgänglig på: <http://hdl.handle.net/2077/30154>
- Nyström, Ingall & Andreas Roxvall (2018). Översikt: Färgväxten vejdes användning i Sverige under 1700- och 1800-talen: en källöversikt. *Rig: kulturhistorisk tidskrift* 2018:2–3.
- Nyström, Ingall, Susanne Wilken & Jacob Thomas (2016). FT-Raman Analyses of Blue Dyes Stuff Common in Swedish Folk Art from Hälsingland during 18th and 19th Century. *Chemical Sciences Journal* 2016 7:2. DOI: 10.4172/2150-3494.1000123
- Olars, Katarina (2015). *Hälsingegårdarnas textila färglandskap: en kartläggning av tänkbara kulörer, färgämnen och färgningsmetoder i hälsingegårdarnas interiöra textilier under 1700- och 1800-talen*. Kandidatuppsats. Göteborg: Göteborgs universitet, Institutionen för kulturvård.