

Renseproblematikk knyttet til historiske tekstiler med metalltråder

- Belyst ved en sammenlignende studie av syv rensemetoder benyttet på et silketekstil med kobberbaserte metalltråder tvunnet rundt en bomullskjerne

Maren Jensen Midtdal



Masteroppgave i konservering
Institutt for arkeologi, konservering og historie
Det humanistiske fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Høst 2009

Sammendrag

Materialgruppen i denne oppgaven er tekstiler med metalltråder og omhandler renseproblematikken som er knyttet til dette gjenstandsmaterialet. Materialsammensetningen i slike tekstiler varierer stort. Forsøksmaterialet som er undersøkt og benyttet som testmateriale i prosjektet er nærmere bestemt et silketekstil med messing- og kobberbaserte metalltråder tvunnet rundt en kjernetråd av bomull.

Problemstillingen for oppgaven er å avdekke hvilke rensemeterer som kan være egnet for tekstiler av silke og/eller bomull som inneholder metalltråder av messing eller kobber, og hvilke metoder man bør unngå.

En sentral del av oppgaven går ut på å kartlegge hvilke rensemeterer som blir benyttet i nordiske museer i dag og hvilke metoder som virker lovende for fremtidig forskning. Dette er avdekket gjennom en spørreundersøkelse utført blant nordiske museer og konserverings-institusjoner.

Ut fra svarene på spørreundersøkelsen og påfølgende korrespondanse med konservatorer er syv rensemeterer benyttet i eksperimentelle forsøk på originalmaterialet. Forsøkene omfatter rensing med Nd:YAG og Er:YAG laser, rensing med vann og Synperonic A7, rensing med vann, etanol og ammoniakk, rensing med white sprit-løsning, samt rensing med EDTA-løsning og potensialstyrt elektrolyse. Det ble tatt sikte på å inkludere et større utvalg av rensemeterer, både mekaniske og kjemiske, for å få et godt sammenligningsgrunnlag for å evaluere resultatene.

Det viktigste kildegrunnlaget for å besvare og klargjøre problemstillingen i denne oppgaven er studiet av forsøksmaterialet før og etter rensing med ulike metoder. Eventuelle visuelle, fysiske, kjemiske eller mekaniske endringer i forsøksmaterialene som følge av rensingen ble dokumentert gjennom kvalitative og kvantitative målinger og analyser.

Resultatene av renseforsøkene viser at få av rensemeterene oppfyller alle se satte kriteriene for en egnet metode, og at valget av rensemeterer på mange måter avhenger mest av hva som er målet med en eventuell rensing. Basert på de resultatene som foreligger er to metoder anbefalt for bruk og eventuell videre forskning, mens to metoder er anbefalt å unngå som rensemeterer for tekstiler med kobberbaserte metalltråder.

Forord

“The problems of cleaning metal which has been used for its decorative effect on a textile are amongst the most common and the most difficult to be faced by the conservator” (Landi 1998:39).

Det var trolig kombinasjonen av et vanlig gjenstandsmateriale og en utfordrende konserveringsprosess som trigget meg til å skrive denne oppgaven. Interessen og fascinasjonen av intrikate utsmykninger i metaller og delikate og stilfulle tekstiler har alltid vært der, og når en kombinasjon av dette i forbindelse med konservering ble oppdaget, våknet det et ønske om å lære mer om emnet og kanskje bidra til ny kunnskap på området.

Oppgaven er skrevet i tidsrommet 17. august til 18. desember 2009.

Gjennom prosessen med å skrive denne oppgaven har mange parter vært involvert i prosjektet og vært til uvurderlig hjelp. Jeg vil først og fremst takke min veileder, Douwtje van der Meulen, universitetslektor ved konserveringsstudiet, for faglige råd og trygg veiledning gjennom hele prosjektet.

Mange har svart velvillig på spørsmål, hjulpet til med praktiske oppgaver og analyser og ellers bidratt på ulike måter. I den forbindelse vil jeg rette en takk til alle de som svarte på spørreundersøkelsen som dannet et viktig grunnlag for det videre prosjektet.

Jeg vil også takke følgende personer:

- Sissel Myhrvold, tekstilkonservator ved Nasjonalmuseet, for tekstilet som ble benyttet som forsøksmateriale i oppgaven, og god hjelp i startfasen av prosjektet.
- Eriikka Wessel, tekstilkonservator ved Folkemuseet, for invitasjon til å være med på rensingen av en statsministeruniform ved Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss.
- Kåre Nilsen, innehaver av Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss, for å sette av en hel dag til å fortelle om mulighetene og begrensningene for rensing av metalliserte tekstiler ved dette renseriet og for midler benyttet under praktiske rensforsøk.
- Mette Westergaard, konservator ved Fælleskonserveringen Øst i Helsingør, for gjennomføringen av rensforsøkene med Nd:YAG laser.
- Karen Urth, konservator ved Bevaringstjenesten Næstvedt, for gjennomføringen av rensforsøkene med Er:YAG laser.
- Anne Kjellberg, seniorkurator ved Nasjonalmuseet, for hjelp med datering av forsøksmaterialet.
- Sara Almgren, avdelingsingeniør ved SIFO, for opplæring i testmetoder for tekstiler.

- Bodil Taarnskov, konservator ved Nationalmuseet i København, for utfyllende svar på ulike laser- og elektrolyserelaterte spørsmål.
- Hartmut Kutzke, kjemiker ved KHM, og Susan Braovac, konservator ved KHM, for hjelp med elektronmikroskopet.
- Hilde Falck-Andersen og Lise Jensen for korrekturlesning av oppgaven.
- Espen Nygaard Hansen for hjelp med strekkstyrketester og for stor tålmodighet med prosjektet.

Til slutt vil jeg rette en varm takk til mine medstudenter, venner og familie for å ha gjort tiden med dette prosjektet til en minnerik opplevelse!

Innholdsfortegnelse

<u>1. Innledning</u>	<u>1</u>
1.1 "Tekstiler av gull"	1
1.2 Variasjoner i materialer og produksjonsteknikk	1
1.3 Renseproblematikk knyttet til tekstiler med metalltråder	2
1.4 Målsetninger og problemstillinger i oppgaven	3
1.5 Tilnærming til prosjektet og oppgavens oppbygning	3
<u>2. Metodikk</u>	<u>5</u>
2.1 Identifikasjon av materialene i det historiske tekstilet og deres tilstand	5
2.2 Utvelgelse av rensemeterer som inngikk i det eksperimentelle forsøket	6
2.3 Evaluering av resultat og rensemeterenes egnethet	7
<u>3. Forskningshistorikk og forsøksmaterialets kontekst</u>	<u>9</u>
3.1 Produksjonen av tekstiler med metalltråder i Europa	9
3.2 Forskningshistorikk knyttet til karakterisering av metalltråder i tekstiler	11
3.3 Beskrivelse av forsøksmaterialet	12
3.4 Datering av forsøksmaterialet	14
<u>4. Forsøksmaterialets materialer og tilstand</u>	<u>16</u>
4.1 Visuell undersøkelse av tekstilet i arbeidsmikroskop	16
4.2 Fiberidentifikasjon i analysemikroskop	17
4.3 Måling av silkens og bomullens gjennomsnittlige pH-verdi	19
4.4 Undersøke fluorescense med UV-lampe	20
4.5 Røntgen av tekstilet	20
4.6 Undersøkelse av metall og tekstil med EDXRF	21
4.7 Undersøkelse av bunnstoff, kjernefiber og metalltråder med (SEM) og (EDS)	22
4.8 Strekkstyrken til det historiske silkestoffet sammenlignet med nytt silkestoff	25
4.9 Nytt stoff av silke og bomull som supplement til det historiske materialet	26
<u>5. Oppsummering av spørreundersøkelse</u>	<u>27</u>
5.1 Utforming av spørreskjemaer	27
5.2 Vanlige rensemeterer i museer og bevaringsinstitusjoner i dag	27
5.2.1 Mekaniske metoder	28
5.2.2 Kombinerte mekaniske og kjemiske metoder	29

5.2.3 Kjemiske metoder	29
5.3 Andre punkter i spørreundersøkelsen	30
5.4 Kriterier som ligger til grunn for valget av rensemetode	31
6. Renseproblematikken og valg av rensemetoder	32
6.1 Renseproblematikk knyttet til tekstiler med metalltråder	32
6.1.1 Silke som materiale	32
6.1.2 Bomull som materiale	33
6.1.3 Kobber som materiale	33
6.2 Hvorfor rense tekstiler med metalltråder?	34
6.3 Kriterier for valg av metode og evaluering av renseresultatet	35
6.4 Begrunnelse for valget av rensemetoder benyttet til eksperimentelle forsøk	37
6.4.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser	37
6.4.2 Mekanisk rensing med Er:YAG laser	38
6.4.3 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7	39
6.4.4 Kjemisk rensing med vann, etanol og ammoniakk	40
6.4.5 Kjemisk rensing med EDTA-løsning	40
6.4.6 Kjemisk rensing med white spirit-løsning	41
6.4.7 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med elektrolyse	42
7. Beskrivelse av forsøk	43
7.1 Utvelgelse og oppdeling av forsøksmaterialet	43
7.2 Analyse av forsøksmaterialet før og etter rensing	43
7.2.1 Visuell undersøkelse i arbeidsmikroskop og belysning med UV-lys	44
7.2.2 Strekkstyrketest av silke- og bomullstoff	44
7.2.3 Avdekke kjemiske og fysiske endringer med SEM og SEM-EDS	44
7.2.4 Sammenligne pH i tekstilet	45
7.3 Fremgangsmåter for rensemetodene	45
7.3.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser	46
7.3.2 Mekanisk rensing med Er:YAG laser	47
7.3.3 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7	48
7.3.4 Kjemisk rensing med vann, etanol og ammoniakk	48
7.3.5 Kjemisk rensing med EDTA-løsning	48
7.3.6 Kjemisk rensing med white sprit-løsning	49

7.3.7 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med elektrolyse	49
7.4 Akselerert aldring i klimakammer	51
8. Resultatet av forsøk	52
8. 1 Visuelle endringer observert i optisk mikroskop	52
8. 1.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser	52
8. 1.2 Mekanisk rensing med Er:YAG laser	53
8. 1.3 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7	53
8. 1.4 Kjemisk rensing med vann og vaskemiddel og ammoniakk	55
8. 1.5 Kjemisk rensing med EDTA-løsning	56
8. 1.6 Kjemisk rensing med white spirit-løsning	58
8. 1.7 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med elektrolyse	59
8. 1.8 Ubehandlet kontrollprøve utsatt for akselerert aldring	60
8.2 Mekaniske endringer i strekkstyrke	61
8.3 Endringer av fluorescens	62
8.4 Kjemiske og fysiske endringer avdekket i SEM-EDS	63
8.5 Endringer i pH-verdi	71
9. Evaluering og diskusjon over resultatene	73
9.1 Evaluering og sammenligning av resultatene av rensforsøkene	73
9.1.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser	73
9.1.2 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7	74
9.1.3 Kjemisk rensing med vann, etanol og ammoniakk	74
9.1.4 Kjemisk rensing med EDTA-løsning	75
9.1.5 Kjemisk rensing med white spirit-løsning	75
9.1.6 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med elektrolyse	76
9.2 Mulige feilkilder	76
9.2.1 Variasjoner i testmaterialet	76
9.2.2 Evaluering av metodikk	77
9.2.3 Forskerens bakgrunn	77
10. Konklusjon	78
10.1 Anbefalt metode for rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder	78
10.2 Forslag til videre forskning	79
11. Referanser	81

Personlig kommunikasjon	87
Nettsider	87
12. Vedlegg	89
<hr/>	
Vedlegg 1: Bilder av forsøksmaterialet og plassering av prøveuttak	89
Vedlegg 2: FTIR-spektra av silke og bomull	90
Vedlegg 3: UV-belysning	91
Vedlegg 4: XRF-målinger av metalltråder	94
Vedlegg 5: Spørreskjema benyttet til spørreundersøkelsen	96
Vedlegg 6: Liste over kontaktede museer	98
Vedlegg 7: Oppsummering av svar på spørreskjemaer	100
Vedlegg 8: Befaring ved Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss	107
Vedlegg 9: Skjema utfylt etter utført rensing med Nd:YAG laser	109
Vedlegg 10: SEM-målinger av tekstil og metalltråder	111
Vedlegg 11: Liste over produkter benyttet i oppgaven	116

Liste over figurer

- Figur 1: Maleri av Elizabeth I med en kjole dekorert med metalltråder
- Figur 2: Tabell over ulike typer metalltråder
- Figur 3 : Det broderte silketekstilet som utgjør forsøksmaterialet
- Figur 4: Detaljfoto av tekstilets bestanddeler
- Figur 5: Baksiden av tekstilet
- Figur 6: Fløyelstekstil fra ca 1700
- Figur 7: Detaljbilde av lerretsvevet silke
- Figur 8: Detaljbilde av kobberbaserte metalltråder med kjerner av tvunnet bomullsfibre
- Figur 9: Mikrografier av tre fibertyper fra forsøksmaterialet
- Figur 10: Røntgen av tekstilet viser områder med metalltråder
- Figur 11: Røntgen av metalltrådene
- Figur 12: Røntgen av innslagstråden og renningstråd
- Figur 13: Spekter av XRF-måling av separert messingfarget og kobberfarget metalltråd
- Figur 14: Spekter av samme XRF-måling, mindre utsnitt
- Figur 15: Mikrografi av metalltråder
- Figur 16: Tabell over elementanalysene
- Figur 17: Tverrsnitt av messingfarget metalltråd i SEM
- Figur 18: Puntmålinger fra metalltrådens tverrsnitt med SEM-EDS
- Figur 19: Mikrografi av tekstil med tydelige mekaniske skader
- Figur 22: Diagram over forskjeller i elementanalysen på to områder på metalloverflaten
- Figur 23: Spektra av fire silkestoffer undersøkt med FTIR
- Figur 24: Diagram over strekkstyrken til historisk og nytt silkestoff
- Figur 25: Skjematisk oversikt over svarene fra spørreundersøkelsen angående rensemetoder
- Figur 26: Skjematisk oversikt over svarene fra spørreundersøkelsen angående andre punkter
- Figur 27: Oppsettet av renseforsøket med potensialstyrt elektrolyse
- Figur 28: Tabell over registrert volt- og ampereverdi benyttet under elektrolysen
- Figur 29: Tekstilprøve før rens med Nd:YAG laser
- Figur 30: Tekstilprøve etter rens med Nd:YAG laser
- Figur 31: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring
- Figur 32: Detaljbilde av tekstilprøve før rens med Nd:YAG laser
- Figur 33: Detaljbilde av samme område etter rens med Nd:YAG laser
- Figur 34: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring
- Figur 35: Tekstilprøve før rens med vann og Synperonic A7
- Figur 36: Tekstilprøve etter rens med vann og Synperonic A7
- Figur 37: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring
- Figur 38: Detaljbilde av tekstilprøve før rens med vann og Synperonic A7
- Figur 39: Detaljbilde av samme område etter rens med vann og Synperonic A7
- Figur 40: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring
- Figur 41: Tekstilprøve før rens med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 42: Tekstilprøve etter rens med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 43: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring
- Figur 44: Detaljbilde av tekstilprøve før rens med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 45: Detaljbilde av samme område etter rens med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 46: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring
- Figur 47: Tekstilprøve før rens med EDTA-løsning

- Figur 48: Tekstilprøve etter rens med EDTA-løsning
- Figur 49: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring
- Figur 50: Detaljbilde av tekstilprøve før rens med EDTA-løsning
- Figur 51: Detaljbilde av samme område etter rens med EDTA-løsning
- Figur 52: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring
- Figur 53: Tekstilprøve før rens med white sprit-løsning
- Figur 54: Tekstilprøve etter rens med white sprit-løsning
- Figur 55: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring
- Figur 56: Detaljbilde av tekstilprøve før rens med white sprit-løsning
- Figur 57: Detaljbilde av samme område etter rens med white sprit-løsning
- Figur 58: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring
- Figur 59: Tekstilprøve før rens med elektrolyse
- Figur 60: Tekstilprøve etter rens med elektrolyse
- Figur 61: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring
- Figur 62: Detaljbilde av et område som ikke var nedsenket i elektrolytten under rensforsøket
- Figur 63: Detaljbilde av et område som var nedsenket i elektrolytten under rensforsøket
- Figur 64: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring
- Figur 65: Tekstilprøve før akselerert aldring
- Figur 66: Tekstilprøve etter akselerert aldring
- Figur 67: Detaljbilde av tekstilprøve før akselerert aldring
- Figur 68: Detaljbilde av samme område etter akselerert aldring
- Figur 69: Diagram over strekktester på ny silke rensed med seks ulike metoder
- Figur 70: Diagram over strekktester på ny bomull rensed med seks ulike metoder
- Figur 71: Tekstilprøve belyst med UV-lampe før rensing
- Figur 72: Tekstilprøve belyst med UV-lampe etter rensing med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 73: Mikrografi av tekstilets overflate før behandling
- Figur 74: Mikrografi av tekstilets overflate etter rensing med white sprit-løsning
- Figur 75: Mikrografi av område før rensing med Nd:YAG laser
- Figur 76: Mikrografi av område etter rensing med Nd:YAG laser
- Figur 77: Diagram over elementanalysen før og etter rensing
- Figur 78: Mikrografi av område før rensing med vann og Synperonic A7
- Figur 79: Mikrografi av område etter rensing med vann og Synperonic A7
- Figur 80: Diagram over elementanalysen før og etter rensing med vann og Synperonic A7
- Figur 81: Mikrografi av område før rensing med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 82: Mikrografi av område etter rensing med vann, etanol og ammoniakk.
- Figur 83: Diagram over elementanalysen før og etter rensing med vann, etanol og ammoniakk
- Figur 84: Mikrografi av område før rensing med EDTA-løsning
- Figur 85: Mikrografi av område etter rensing med EDTA-løsning
- Figur 86: Diagram over elementanalysen før og etter rensing med EDTA-løsning
- Figur 87: Mikrografi av område før rensing med white sprit-løsning
- Figur 88: Mikrografi av område etter rensing med white sprit-løsning
- Figur 89: Diagram over elementanalysen før og etter rensing med white sprit-løsning
- Figur 90: Mikrografi av område før rensing med elektrolyse
- Figur 91: Mikrografi av område etter rensing med elektrolyse
- Figur 92: Diagram over elementanalysen før og etter rensing med elektrolyse
- Figur 93: Mikrografi av område på første ubehandlet referanseprøve
- Figur 94: Mikrografi av område på andre ubehandlet referanseprøve
- Figur 95: Diagram over elementanalysen målt av to ubehandlede metalloverflater

- Figur 96: Mikrografi av metalloverflate før rensing med white sprit-løsning
Figur 97: Mikrografi av metalloverflate etter rensing med white sprit-løsning
Figur 98: Mikrografi av metalloverflate før rensing med vann, etanol og ammoniakk
Figur 99: Mikrografi av metalloverflate etter rensing med vann, etanol og ammoniakk
Figur 100: Mikrografi av metalloverflate før rensing med elektrolyse
Figur 101: Mikrografi av metalloverflate etter rensing med elektrolyse
Figur 102: Mikrografi av metalloverflate før rensing med Nd:YAG laser
Figur 103: Mikrografi av metalloverflate etter rensing med Nd:YAG laser
Figur 104: Resultatet av pH-testene gjort av det historiske silkestoffet etter rensing
Figur 105: Resultatet av pH-testene gjort av kjernen i metalltrådene etter rensing
Figur 106: Skjematisk fremstilling av endringene i pH-verdier

Så fremt det ikke er oppgitt kildehenvisninger under bilder og illustrasjoner som inngår som figurer i oppgaven, er disse fotografert eller laget av forfatteren.

1. Introduksjon

1.1 ”Tekstiler av gull”

Materialgruppen i denne oppgaven er historiske tekstiler med dekorasjonselementer av metall, hovedsakelig i form av metalltråder av gull, sølv og kobber. Å tilføre metalltråder i tekstiler som klær, veggtepper, broderingsarbeider og kniplinger har en lang tradisjon. De eldste litterære kildene hvor ”tekstiler av gull” omtales er i Det gamle testamentet, Illiaden av Homer og Pliny den eldres tekster, hvor slike tekstiler ofte tillegges en rituell verdi (Higgins 1993:7). Arkeologiske tekstiler med metalltråder, i form av tynne metallremser av gull vevd inn i silketekstiler eller tvunnet rundt en



Figur 1: Maleri av Elizabeth I som prinsesse, med en kjole dekorert med metalltråder. Malt ca 1546, tilskrevet William Scrots (The Royal Collection e-Gallery, URL 2009).

fiberkjerne, er datert tilbake til det 4. århundre f.kr., men slike tekstiler ble trolig også produsert tidligere (Colicchia 1991:51).

Produksjonen av metalliserte tekstiler har forutsatt tilgang på dyre råmaterialer, spesialisert utstyr, og faglært arbeidskraft. Det å tilføre gull- og sølvtråder til tekstiler har derfor signalisert et budskap om høy sosial rang, økonomi og makt. Metalliserte tekstiler er et fenomen som stort sett har vært knyttet til de øverste samfunnslag, til kongelige, geistlige og adelen i europeisk sammenheng. Figur 1 viser eksempelvis et maleri av Elizabeth Tudor iført en kjole som er dekorert med metalltråder, karakteristisk for tiden.

1.2 Variasjoner i materialer og produksjonsteknikk

Vitenskapelige undersøkelser av metalltråders morfologi, teknologi og kjemiske sammensetning har vist at det er en stor variasjon i materialer og teknikker for å framstille tekstiler av gull. Gylne metalltråder i klesplagg, interiør- og møbelstoffer har siden middelalderen blitt produsert på måter som skulle gjøre produksjonen mer effektiv og mindre kostbar. Først ble forgylte sølvtråder tatt i bruk, deretter kunne disse erstattes med elektroplattede kobberplater og andre teknikker som introduserte

nye metaller som sink, aluminium og ulike legeringer. Mange metalltråder produsert etter 1700-tallet er kobbertråder med et skinnende ytre lag av andre metaller eller legeringer. Bomull og lin erstattet også silke som fiber i grunnvev og kjernen av metalltråden. Forsøksmaterialet i denne oppgaven tilhører denne sistnevnte gruppen tekstiler, og inneholder kobberbaserte metalltråder tvunnet rundt en kerne av bomull. Ut fra litteraturen å bedømme er det imidlertid gjort mest forskning på gull- og sølvtråder, og ikke så mye på de mer moderne metalltrådene.

1.3 Renseproblematikk knyttet til tekstiler med metalltråder

Mange av museene i Europa har samlinger som inneholder tekstiler med metalltråder, og på grunn av sin sammensatte og komplekse natur byr de på utfordringer når det kommer til konservering.

Kombinasjonen av metalltråder og tekstiler er særlig problematisk når det gjelder rensing, siden de to materialgruppene er svært forskjellige i natur. Metallene og tekstilfibrene varierer også i ulike tekstiler og i ulike stilperioder, noe som forutsetter en detaljert undersøkelse av materialene før valg av rensemetode. Hvis det dekorative metallet er mulig å fjerne før en eventuell rensing, slik som eksempelvis knapper eller andre påsydde metallelementer, kan komponentene demonteres og metall og tekstil renses hver for seg. I tilfeller hvor metalltrådene er vevet eller brodert inn i tekstilet, er eneste mulighet å renses både metallet og tekstilet mens de er i kontakt. Det er tidligere gjort flere forsøk på å undersøke hvilke rensemetoder som gir best resultat, men siden materialvariasjonen er så stor innenfor denne gruppen er det imidlertid ingen fasit for hvordan slike tekstiler bør renses.

Rensemetsoden må tilpasses hver enkelt tekstil ut fra materialer, tilstand og kontekst. I de fleste artikler og fagbøker blir imidlertid metalltrådene og tekstilet behandlet separat ut fra om målet med forsøket er å renses tekstilet, eller om det er å renses metalltråden. Færre forsøk ser ut til å omhandle metoder som både renses tekstil og metalltråd for smuss, uten å påføre de involverte materialene verken kjemiske eller fysiske skader. Dette ble derfor ett av hovedformålene med denne oppgaven.

Rensingen av metalltråder i tekstiler kan både ses på som teknisk og etisk vanskelig. Teknisk vanskelig fordi de mekaniske og kjemiske metoder som er effektive til å fjerne korrosjonsprodukter på metall kan skade det tynne forgyllingslaget på metalltråden ved oppskraping, føre til slitasje på tekstilet rundt og kjernen i metalltråden, eller danne ufordelaktige pH-nivåer for det organiske materialet. Rensing av metalltråder i tekstiler er også etisk vanskelig fordi valget av metode i noen tilfeller kan gå på bekostning av ett av materialene, enten ved å velge en metode som renses tekstilet men som utsetter metallet for en risiko, eller omvendt. Det kan også være vanskelig å velge om målet for rensingen er å tilbakeføre tekstilet til sitt opprinnelige uttrykk med glansfulle metalltråder, eller å

bevare eventuell patina som beskytter metallet mot videre nedbrytning. Det kan med andre ord være vanskelig å bestemme hvilke verdier ved slike tekstiler som veier tyngst og som bør ivaretas.

1.4 Målsetninger og problemstillinger i oppgaven

Forskningsmaterialet denne oppgaven baseres på er et historisk tekstil fra Kunstindustrimuseet i Oslo, og siden det ikke er en del av museets samlinger kunne det benyttes i forskningsøyemed. Etter undersøkelse og analyse viste det seg at tekstilet var et silketekstil med messing- og kobberbaserte metalltråder tvunnet rundt en kjernetråd av bomull. I følge tilgjengelige litterære og muntlige kilder fremstod materialkombinasjonen i tekstilet som relativt uvanlig, og det har ikke kommet frem eksempler på tidligere sammenlignende forsøk som har hatt som formål å undersøke effekten av ulike rensemetoder på denne type tekstiler. Problemstillingen i oppgaven ble derfor å avdekke hvilke rensemetoder som kan være egnet for å rense silketekstiler med kobberbaserte metalltråder med bomullskjerne, og hvilke metoder som kan være uegnet.

Det viktigste kildegrunlaget i denne sammenheng ble å studere forsøksmaterialet før og etter det var blitt rensed med ulike metoder, og også sammenligne resultatet med tidligere forsøk. For å bedømme metodene ut fra deres egnethet, ble et nødvendig delmål å finne ut hvilke kriterier som bør veie tyngst når man vurderer et resultat og hva som regnes som målet for en eventuell rensing av denne materialgruppen. For å svare på dette ble både konserveringslitteratur gjennomgått og tekstilkonservatorer i hele Norden kontaktet gjennom en spørreundersøkelse.

Et viktig ledd for å komme frem til hvilke rensemetoder som skulle inngå i rensetestene var å kartlegge hvilke rensemetoder som blir benyttet i nordiske museer i dag og hvilke metoder som virker lovende for fremtiden. Derfor ble en spørreundersøkelse sendt ut til over 70 ulike institusjoner i Norden, enten museer med samlinger som kunne inneholde metalliserte tekstiler eller konserveringstjenester som trolig hadde konserverte slike. På grunnlag av svarene og påfølgende korrespondanse med konservatorer ble metoder valgt ut for eksperimentelle forsøk.

1.5 Tilnærming til prosjektet og oppgavens oppbygning

De følgende kapitlene viser hvordan prosjektet ble bygget opp og hvordan problemstillingen og viktige delmål ble tilnærmet. Først vil forsøksmaterialet settes inn i en større historisk kontekst og det blir gitt en redegjørelse for forskningen som omhandler utviklingen i produksjon og bruk av tekstiler med metalltråder. Deretter kommer en presentasjon av forsøksmaterialet, i form av resultater fra undersøkelser gjort av dets materialer, tilstand og kulturhistoriske kontekst.

Neste del er en oppsummering av svarene som kom frem av spørreundersøkelsen. Gjennom korrespondansen med museer og konserveringsinstitusjoner ble det av mange uttrykket et ønske om tilbakemelding på resultatet av undersøkelsen. Derfor er denne gitt større plass i oppgaven enn opprinnelig tenkt. Tilbakemeldingen viste tydelig at oppgavens tema er av interesse for tekstilkonservatorer, 90 % av de spurte mente det er behov for mer forskning på dette materialet.

Siste del av oppgaven omhandler de eksperimentelle forsøkene på gjenstandsmaterialet. Et kapittel tar for seg de involverte materialenes egenskaper og bakgrunnen for hvorfor det er en renseproblematikk knyttet til tekstiler med metalltråder. Hvorfor man eventuelt ønsker å rense slike tekstiler er også diskutert. Videre er kriteriene for evalueringen av resultatene gitt, samt en begrunnelse for valget av rensemethodene som inngår i forsøket og en gjennomgang av disse. De påfølgende kapitler beskriver hvordan forsøket ble gjennomført og hvordan de påvirket forsøksmaterialet. Resultatene av forsøkene blir deretter diskutert og forsøkt forklart og tilslutt blir det gitt en oppsummerende konklusjon.

2. Metodikk

Den overordnede problemstillingen med oppgaven er å avdekke hvilke rensemetoder som er egnet for å rense silketekstiler med kobberbaserte metalltråder med bomullskjerne. I dette kapitlet gis det en kort introduksjon og begrunnelse for metodikken som dannet grunnlaget for å komme frem til en konklusjon. Begrunnelser for metodevalgene og diskusjoner knyttet til de, er også til dels gitt fortløpende i teksten. Metodene som er benyttet for å besvare problemstillingen er litterære og muntlige kilder, samt eksperimentelle forsøk på forsøksmaterialet. På grunn av at forsøksmaterialet ikke er en museumsgjenstand, kunne metodevalgene for å undersøke og analysere materialene og tilstanden velges relativt fritt, uten å følge vanlige prinsipper innenfor konservering om å gjøre minimale inngrep og unngå destruktive prøveuttak.

2.1 Identifikasjon av materialene i det historiske tekstilet og deres tilstand

En grundig undersøkelse og identifikasjon av materialene i tekstilet var nødvendig for å kartlegge hvilken historisk kontekst tekstilet tilhører, og hvilken forskningshistorie som er knyttet til denne materialgruppen. Tekstiler med metalltråder er komplekse gjenstander som kan variere stort i utforming og materiale. Undersøkelsesmetodene ble derfor valgt med tanke på å kartlegge teknologi, materialer, tilstand og eventuelle tegn til tidligere behandling. Ved å kartlegge disse faktorene ble det enklere å bestemme hvilke rensemetoder som kunne benyttes i de eksperimentelle forsøkene.

Visuell undersøkelse med arbeidsmikroskop ble benyttet for å undersøke teknologiske trekk ved forsøksmaterialet som kunne sette det i en historisk kontekst. Da det underveis i prosjektet ble erfart at det ikke finnes tilsvarende undersøkelser av denne gjenstandstypen, ble det grundigere forundersøkelsene enn det som var nødvendig for å evaluere renseforsøkene.

Å identifisere fibertypen var vesentlig med tanke på at ulike fibre reagerer forskjellig på faktorer som eksempelvis fukt, temperatur og pH. Fibertype i både grunnvev, broderingstråd og kjernen av metalltråden ble identifisert ut fra karakteristiske trekk i langsgående profil og tverrsnitt i analysemikroskop. For å kvalitetssikre denne identifikasjonen ble også FTIR benyttet for å sammenligne spektra til fibertypene med kjente fiberreferanser. Ved å identifisere fibermaterialene kunne rensemetodene tilpasses disse på best mulig måte.

For å identifisere metallet i metalltrådene ble fargen og karakteren til metallet undersøkt i arbeidsmikroskop, men også mer nøyaktig identifisert med bruk av røntgenfluoresens (XRF). XRF viste seg å ikke gi god nok informasjon om metalltrådene var laget av en legering av flere metaller,

eller besto av en lagstruktur av rene metaller. Derfor ble overflaten og tverrsnittet av metalltrådene undersøkt og analysert ved hjelp av elektronmikroskop med tilhørende energidispersivt spektrometer (SEM-EDS). Dette er en veletablert metode for å undersøke og identifisere ulike typer metalltråder, og resultatet kunne dermed sammenlignes med andre tilfeller i litteraturen hvor metodene er benyttet (Hoke og Petrasheck-Heim 1977; Stodulski m. fl 1983; Darrah 1990; Indictor og Blair 1990; Járó og Tóth 1991; Járó 2003; Hacke m.fl. 2004; Karatzani 2008).

Å kartlegge tekstilets tilstand var det viktig for å få et godt sammenligningsgrunnlag å evaluere metodenes egnethet på i etterkant av rensforsøkene og oppdage eventuelle feilkilder. Mengden og karakteren av patina og korrosjonsprodukter ble undersøkt visuelt i både arbeidsmikroskop og SEM, sammen med mekaniske skader i metalloverflaten. Ved å benytte SEM-EDS kunne den kjemiske sammensetningen til patinalaget også analyseres.

Stoffets tilstand kunne i stor grad bedømmes ut fra visuell undersøkelse på grunn av tydelige mekaniske skader som hull, revner, flekker og lignende. For å sammenligne tekstilets mekaniske styrke i ulike områder og retninger, og dermed få et bilde på hvilke variasjoner det var i materialet, ble det foretatt strekkstyrketester. For å få en indikasjon på hvor nedbrutt det historiske stoffet var i forhold til nytt stoff ble strekkstyrketester også gjennomført av et nytt stoff av samme fibertype. For å undersøke fibernes kjemiske tilstand og graden av hydrolytisk nedbrytning ble det gjort pH-målinger av både bunnstoffet og fiberkjernen i metalltråden.

For å utelukke at tekstilet hadde blitt behandlet tidligere, noe som kunne fremstå som en feilkilde under forsøket, ble spor etter tidligere behandling undersøkt visuelt under arbeidsmikroskop og ved ultrafiolett (UV) belysning. Forstørrelse ble brukt for å avdekke eventuelle synlig sekundære materialer som eksempelvis reparasjonstråder, lakkeringslag på metalloverflaten eller spor etter tidligere rensing som har ført til fysiske endringer i materialet. UV-lys ble benyttet for å se etter materialer som fluoriserte annerledes enn originalmaterialet, noe som kunne tyde på at det var sekundære tilføyelser.

2.2 Utvelgelse av rensmetoder som inngikk i det eksperimentelle forsøket

Kun et begrenset og relevant utvalg rensmetoder kunne testes i de eksperimentelle forsøkene på forsøksmaterialet på grunn av begrensning i tid og testmateriale. Valget av rensmetoder ble gjort på bakgrunn av flere faktorer. For å skaffe en oversikt over hvilke rensmetoder som har vært benyttet, som fortsatt benyttes eller som har et lovende potensiale for denne typen tekstiler, ble det gjort litteraturstudier av konserveringsrelaterte artikler og bøker. Siden litteraturen ikke nødvendigvis

reflekterer realiteten i museer i det skrivende å ble det også gjennomført en spørreundersøkelse. Denne ble sendt til 70 ulike institusjoner i Norden, både museer med samlinger som kunne inneholde metalliserte tekstiler og konserveringstjenester som trolig hadde konserverte slike tekstiler. Hensikten med spørreundersøkelsen var å kartlegge hvilke museer som har tekstiler med metalltråder i samlingen, og hvilke rensemetoder som blir benyttet på slike tekstiler. Ved å studere svarene på skjemaene kunne et utvalg rensemetoder baseres på erfaringer gjort av tekstilkonservatorer gjennom en lengre periode. Svarene fra spørreundersøkelsen bekrefter på denne måten at metodene som inngår i de eksperimentelle forsøkene blir brukt og at det derfor er relevant å undersøke virkningen av de. Svarene på undersøkelsen tyder imidlertid på at forsøksmaterialet i dette prosjektet ikke er vanlig å finne i Nordiske museer. Likevel ble rensemetodene som har gitt gode resultater på vanligere materialkombinasjoner testet, for å undersøke om metodene også egnet seg for å rense materialene i forsøksmaterialet.

2.3 Evaluering av resultat og rensemetodenes egnethet

For å kunne bedømme metodenes egnethet ble det forsøkt å avdekke endringer og eventuell nedbrytning i både stoff, kjernefiber og metalltråd i hver av tekstilprøvene som ble utsatt for ulike rensemetoder. Endringene ble avdekket gjennom å dokumentere forsøksmaterialet på samme måte før og etter rensing og deretter sammenligne dataene. Både visuelle, fysiske, kjemiske og mekaniske endringer ble forsøkt målt. Dokumentasjonen ble blant annet gjort visuelt, fotografisk og skriftlig ved bruk av skadekart, der variasjoner og uregelmessigheter i stoff og metalltråder ble registrert for hver enkelt tekstilprøve. SEM og SEM-EDS ble benyttet til å dokumentere både stoff og metalltråder kvalitativt og kvantitativt før og etter rensing. Kvalitativt gjennom å dokumentere mengden smuss og korrosjon, samt eventuelle skader i metalloverflate, og semi-kvantitativt ved å sammenligne elementanalyser av stoff og metalloverflate før og etter rensing. PH-målinger av både bunnstoff og kjernefiber før og etter rensing gav informasjon om kjemiske endringer i tekstilet.

For å undersøke om rensemetodene eventuelt renser bort urenheter eller legger igjen produktrester i materialet, ble tekstilprøvene fotografert i UV-belysning før og etter rensing, og graden av fluorescens sammenlignet kvalitativt. For å avdekke om rensemetodene hadde en sterk negativ effekt på fibermaterialets mekaniske styrke, ble strekkstyrketest benyttet. Siden stoffet i forsøksmaterialet var svært nedbrutt og tilstanden i ulike områder av tekstilet varierte stort, ble nye tekstilprøver benyttet til å sammenligne strekkstyrken før og etter rensing. Dette ble gjort for å utelukke feilkilder grunnet variasjoner mellom, og innad i prøvene som utgjorde testmaterialet. Siden

det var vanskelig å oppdage eventuelle endringer i fiberkjernen av metalltrådene, ble parallelle rensforsøk også utført på et nytt stoff av samme fibertype. De nye stoffene ble sammenlignet med de historiske materialene både visuelt og ved hjelp av infrarød spektroskopi (FTIR) for å finne materialer som lignet både fysisk og kjemisk. Eventuelle visuelle eller mekaniske endringer på stoffene etter rensing kunne gi indikasjoner på endringer som også fant sted i det historiske tekstilet. Nye materialer er ikke nødvendigvis like sensitive overfor behandling og rensing som nedbrutte, historiske materialer, men vil imidlertid gi en indikasjon på en eventuell radikal nedbrytning.

For å få en indikasjon på langtidseffekten av metodene ble prøvene av både det historiske tekstilet, de nye stoffene og ubehandlede referanser utsatt for akselerert aldring. Deretter ble prøvene undersøket visuelt for sammenligne korrosjonsraten på metalloverflaten og andre visuelle endringer. De nye stoffprøvene ble også testet mekanisk i strekkstyrketest for å avdekke om behandlingene kunne føre til redusert styrke i et lengre tidsperspektiv.

For å bedømme metodenes resultater ble det satt opp en liste med kriterier som metodene måtte imøtekomme for å kunne betegnes som egnede rensemetoder for forsøksmaterialet. Kriteriene ble basert på svar fra spørreundersøkelsen og viktige prinsipper innenfor konservering. Ut fra disse kriteriene ble de ulike resultatene av rensemetodene sammenlignet og diskutert, og enten anbefalt eller ikke til videre bruk og forskning.

3. Forskningshistorikk og forsøksmaterialets kontekst

For å sette forsøksmaterialet og prosjektet inn i en større kontekst ble litteratur som dekket utvikling innenfor tekstilproduksjon, metallproduksjon og mer spesifikk produksjon av tekstiler med metalltråder undersøkt.

3.1 Produksjonen av tekstiler med metalltråder i Europa

Produksjon av tekstiler med metalltråder har sin opprinnelse i Kina, og det antas at teknikken kan være like gammel som vevstolen selv, fra omtrent 3000 år f. kr (Higgins 1993:9). Ulike produksjonsformer av metalltråder var gjeldende i forskjellige deler av verden, men denne oppgaven omhandler først og fremst forekomsten av metalltråder i Europa. Tekstiler av silke dekorert med gull- og sølvtråder ble importert via silkeveien til blant annet romerne allerede 102 år f. kr (Higgins 1993:9). Metalltrådene som ble benyttet var både rene metallremser eller metallremser snodd rundt en kjernetråd av silke. Tvinningen av metallremsene rundt fiberkjernen ble først utført manuelt med en spinnetein, men senere utført maskinelt (Colicchia 1991:55). Fra det sjette århundre ble det etablert produksjon også i Europa, nærmere bestemt i det bysantinske riket, hvorfra teknikkene spredte seg videre både gjennom islamsk og kristen kultur (Higgins 1993:12,14). Gull og sølvtråder ble benyttet til dekorative og symbolske religiøse formål som ble viktig for den vestlige estetikken (Higgins 1993:21). Frem til det syvende århundre var remser av gull det mest vanlige å finne som dekorasjon i tekstiler, men fra det åttende til det niende århundre var det vanligere å tvinne gullremser rundt en fiberkjerne (Jaro 1990:43, 45).

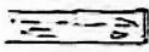



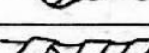

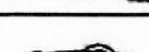
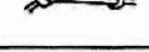
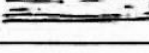
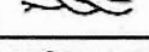
Konstantinopel og Kypros var de ledende produksjonssentrene for metalltråder i Europa i middelalderen. Teknikken med å forgylle sølv som erstatning for rene gulltråder ble tatt i bruk i slutten av middelalderen, sammen med nye teknikker for å feste metallet i effektfulle vinkler (Higgins 1993:29). Fra 1000-tallet ble sølvremser forgylt med gull den rådende teknikken for å produsere gulltråder, men også eksempler på metalltråder av rent gull og gullegeringer finnes fra denne tiden (Járó 1990:45). En teknikk med å dra tynne vaiere av forgylt sølv gjorde produksjonen mer effektiv (Colicchia 1991:55). Fra 1100-tallet ble teknikken med å forgylle eller forsølve membrantråder av sener, tarm og lignende også vanligere (Járó og Toth 1991:175). Denne typen metalltråd blir kalt ”kyprisk gull” og de forgylte membranremsene ble vanligvis tvunnet rundt kjernetråder av farget silke, bomull og lin (Braun-Ronsdorf 1961:5). Disse metalltrådene var mer fleksible og vesentlig lettere i vekt i forhold til de rene metalltrådene (Járó 1990:45), men ble ikke benyttet til broderier på

grunn av sin lave slitestyrke. Introduksjonen av de nye teknikkene førte til at tekstiler med metalltråder ble mindre kostbare og derfor mer tilgjengelig, men de fineste og mest prestisjerike metalltekstilene ble fortsatt lagd med edle metaller og især gull. Europas aristokrati benyttet en stor del metalltråder i sine overdådige klær og interiør (Higgins 1993:33, 34).

Produksjonen av silketekstiler som fløyel, brokade og damask, med eller uten metalltråder, forutsatte store investeringer i spesialisert utstyr, faglært arbeidskraft og tilgang på dyre råmaterialer og var derfor knyttet til relativt få produksjonssentre. Under siste del av middelalderen, renessansen og frem til 1600-tallet ble det meste av luksuriøse silketekstiler produsert i italienske produksjonssentre som Venezia, Firenze og Genoa (Watt, URL 2003). Etter hvert som motebevisstheten vokste frem på siste halvdel av 1600-tallet ble metalltråder av gull og sølv viktig innenfor fransk design og kunst representert ved Versailles, og franske byer som Lyon tok over som ledende produksjonssentre i Europa (Braun-Ronsdorf 1961:13). Den franske stilen var betegnet av mer ornamentale motiver i stedet for figurative, og særlig blomstermotiver ble populære. Den industrielle revolusjonen på slutten av 1700-tallet førte til en effektivisering av tekstilindustrien, og i løpet av 1830-årene gikk industrien med metalliserte tekstiler fra håndverksbasert til mekanisert arbeid (Higgins 1993:67). I 1860 kom ”japansk gull” på det europeiske markedet. Dette var metalltråder laget av forsølvet eller forgylt papir tvunnet rundt kjerne av silke. Denne typen metalltråd ble mye brukt i tiden som fulgte (Higgins 1993:65). Også andre typer metalltråder, laget av billigere materialer og legeringer ble utforsket i denne perioden. Eksempelvis ble det i tidsrommet 1730- 1820 produsert kobberbaserte metalltråder, forgylt med sølv eller gull, kalt "Nuremberg-type". Denne typen metalltråd ble som regel tvunnet rundt en kjernetråd av bomull eller lin (Darrah 1990:53, 56). Nurembergmetallene var legeringer produsert i flere farger, både gull, hvitt sølv og rød bronse. Galvanisering ble også tatt i bruk som en billigere og mer effektiv metode for å legge sølv og gull på kobber, enn den tidligere forgyllingen av sølvtråder (Higgins 1993:67). Billigere etterligninger av sølvtråder ble samtidig produsert gjennom å gi kobbertråder et ytre lag med sink som lignet sølv (Braun-Ronsdorf (1961:6)). Mens de masseproduserte metalliserte tekstilene ble produsert med billigere materialer, benyttet noen seg fortsatt av silke og metalltråder av edle metaller. Dette gjelder særlig innenfor Haute Couture i parisiske motehus fra siste halvdel av 1800-tallet og gjennom hele 1900-tallet. I mellom- og etterkrigstiden fulgte enda flere oppfinnelser som kunne erstatte de edle metalltrådene, som lurex og syntetiske vakummetalliserte fibre, samt aluminiums-laminater og kunstig fremstilt silke av regenerert cellulose (Higgins 1993:67,78; Schreier og Bresee 1979:138). For

mer detaljert informasjon om forgyllingsmetoder henvises det til boken *Gilded Metals: History, Technology and Conservation*, redigert av T. Drayman-Weisser(2000).

3. 2 Forskningshistorikk knyttet til karakterisering av metalltråder i tekstiler

Sign of the thread	Description of the thread	Picture of the thread
A	metal strip	
B	metal strip (A) wound around a fibrous core	
B1	B type metal thread wound around a fibrous core	
B2	B type metal thread wound around another, also B type thread	
B3	A type metal thread (strip) wound around a B type thread	
B4	two B type threads twisted	
BX	A type thread (strip) wound around a B type thread held together with metal strips (A type)	
C	wire	
C1	two wires (C type) twisted	
D	wire (C type) wound around a fibrous core	

Figur 2: Tabell over ulike typer metalltråder (Johansen 2009:80).

Vitenskapelig undersøkelser av metalltråders morfologi, teknologi og kjemiske sammensetning er et fagfelt av nyere opprinnelse. Tekstilhistorisk litteratur omhandler sjelden informasjon om metalltråder, særlig ikke hvilken teknologi som ligger bak (Jenkins 2003; Geijer 1979), en oppfatning som også er uttrykt av andre (Járó 1990:43). De siste tyve årene har imidlertid flere forskere begynt å undersøke teknologien bak tekstiler med metalltråder. På slutten av 1970-tallet og frem til i dag er det gjort flere studier på metalltråder i form av kartlegging av teknikk og kjemisk sammen-setning, blant annet av E. Hoke og I. Petrasheck-Heim (1977), L. P. Stodulski, H. F. Mailand, D. Nauman, og M. Kennedy (1983A, 1983B, 1986) og M. Járó (1984) ; I. R. Harden og F. J. Duffield (1986); N. Indictor og R. J. Koestler (1986); J. A. Darrah (1987); N. Indictor m.fl. (1989); Indictor m.fl 1989); N. Indictor og C. Blair (1990); J. A. Darrah (1990); M. Bergstrand m. fl. (1999); M. Járó (1990); M Járó, E. Gondár og A. A. Tóth (1993); M. Hacke, C. M. Carr og A. Brown (2004 og 2005) og M. Bergstrand og E. Hedhammar (2006). Disse undersøkelsene har vist en stor variasjon i

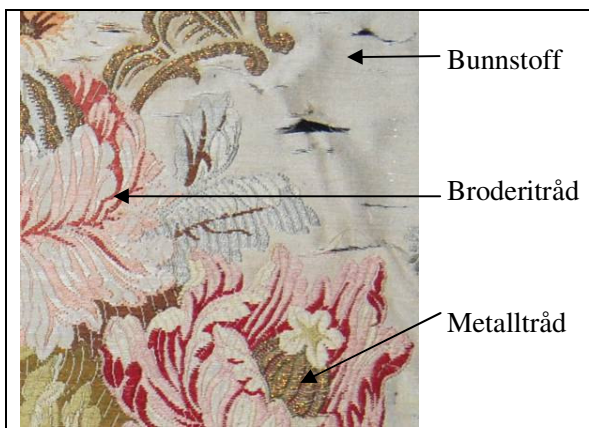
materialer og teknikker for å framstille metalltråder. Men de mest vanlige metallene er som nevnt i forrige avsnitt, metalltråder av gull, forgylt sølv eller forsølv og forgylt kobber. Metalltrådene av sølv og gull har vanligvis en fiberkjerne av silke, mens kobberbaserte metalltråder vanligvis er tvunnet rundt bomullskjerner (Darrah 1990:54). I figur 2 er det gitt en oversikt over de viktigste former for metalltråder. Ofte er disse teknikkene også kombinert i samme metalltråd eller tekstil. Forsøksmaterialet i denne oppgaven inneholder metalltråder som består av flate metallremser tvunnet rundt en fiberkjerne (se avsnitt 4.1). Dette er gitt som kategori B i figur 2.

3.3 Beskrivelse av forsøksmaterialet

Ut fra de undersøkelser som ble gjort kom det frem at forsøksmaterialet i denne oppgaven består av et silkestoff brodert med silkebroderinger i ulike farger og kobber- og messingbaserte metalltråder (se kapittel 4). Bilde av tekstilet er vist i figur 3.



Figur 3 : Det broderte silketekstilet som utgjør forsøksmaterialet i oppgaven.



Figur 4: Detaljfoto av tekstilets bestanddeler.

For å klargjøre tekstens videre terminologi presiseres det at ordet *tekstil* her blir brukt som betegnelse på hele tekstilet med broderinger, *stoffet* blir brukt som betegnelse på grunnveven i tekstilet som utgjør *bunnstoffet* for broderingene, mens *broderiet* som utgjør overflatedekoren og mønsteret består av to typer tråder, henholdsvis *broderitråd* og *metalltråd*, som vist i figur 4.

Tekstilet måler 49 cm i bredde og 48 cm i lengde på det lengste, men smalner noe på midten i både bredde- og lengderetning. Regelmessige hull langs kanten av tekstilet, samt gjenværende jernspikre viser at tekstilet har vært spikret til et underlag. Dette og formen på tekstilet kan tyde på at det opprinnelig har vært trekk til et stolsete. En tydelig kant rundt tekstilet har vært dekket til og derfor ikke blitt solbleket på samme måte som størsteparten av tekstilet. Tykkelsen på bunnstoffet ble målt til 0,2 mm, med et 100 g lodd og trykk på 1,0 [kPa] med tykkelsesmåler etter standard ISO 5084 på Statens institutt for forbruksforskning (SIFO). Tykkelsen i områder med metalltråder ble målt til ca 1,45 mm.



Figur 5: Baksiden av tekstilet.

Broderingsmønsteret i tekstilet er et symmetrisk blomstermotiv som følger tekstilets midtakse. Store blomster i fargene plomme, fersken og blått og grønne rullende blader utgjør det midtre feltet, mens de gylne metalltrådene danner blomsterbukettens base, samt dekorative blad, ornamenter og nettingmønster langs sidene og ved øvre del av tekstilet. Metalltråder er også benyttet til å dekorere blomstenes frø kapsel.

Fargen på bunnstoff er lys beige, mens broderiene går i fargene hvit, beige, lys grønn, olivengrønn, rosa, lys fersken, fersken, rustrød, plomme, brun, lys blå, mørk blå. Både silke tråd og metalltråd er orientert langs innslagstråden. Derfor kan tekstilet i første omgang se vevet ut, men når man studerer baksiden er det lettere å se at mønsteret er brodert på et vevet grunnstoff og at broderingsrådene danner lange flotteringer på baksiden (se figur 5). Trådbroderingene består av en

type forsting i varierende lengder som følger innslagstråden, en teknikk som kalles *smøyg* (Sjøvold 1976:47).

Man skiller som regel mellom to måter å brodere med metalltråder (Lemon 1987:114). Metalltrådene kan danne leggsøm, der mange parallelle tråder legges på stoffet og festes til stoffet med en annen tråd. Med en annen metode, som kalles *senking*, kan selve metalltråden trekkes gjennom bunnstoffet (Sjøvold 1976:48). I dette tekstilet er begge metodene anvendt. Noen steder er metalltrådene trukket gjennom stoffet, og andre steder er større felter av parallelle rader med metalltråder festet til stoffet med to tråder av samme type som i grunnstoffet, spent på tvers av hver enkelt metalltråd. Denne sistnevnte teknikken kalles *dobbelt leggsøm* (Sjøvold 1976:48).

3.4 Datering av forsøksmaterialet

Undersøkelsen og analysene som ble gjort av tekstilet viste som tidligere nevnt at metalltrådene var kobberbaserte, og noen av metalltrådene hadde et tynt lag med messing. Produksjonen av kobberbaserte metalltråder kan spores tilbake til 1400-tallet og trolig også tidligere (Járó og Tóth 1991:175). Den tidligere nevnte "Nurembergtypen" ble produsert i Europa i tidsrommet 1730-1820. Dette er en kobbertråd forgyllt med sølv eller gull og tvunnet rundt en bomullskjerne (Darrah 1990:53,56). Materialkombinasjonen i forsøksmaterialet er imidlertid uvanlig siden kobberbaserte metalltråder som regel ble benyttet i tekstiler av bomull eller en sjelden gang lin. Kun ett tekstil av samme type, med kombinasjonen av kobbertråd i silketekstil, er registrert i den tilgjengelige litteraturen. Dette er et veggteppe produsert i England rundt 1670 (Darrah 1990:53). Metalltråden i dette tekstilet er imidlertid forøvet, noe som ikke er tilfelle i forsøksmaterialet.

På bakgrunn av det tynne laget med messing som ble detektert på noen av metalltrådene under undersøkelsen, kan metalltråden være produsert med "Pinchbeck-metoden". Dette er en teknikk for å produsere "falsk gull" ved å utsette kobbertråden for sinkdamp slik at det dannes et lag med messinglegering som ligner gull i fargen. Det virker imidlertid som at det er en viss begrepsforvirring rundt denne metoden, og messinglegeringer fra denne tiden er kalt ved mange navn (Thornton 2000:311). M. Járó (1990:42) nevner Pinchbeck-messing som et vanlig materiale i metalltråder i sin tekst om gullbroderier og stoffer i 10-1300-talls Europa. De fleste andre oppgir imidlertid at dette er en metode som først er vanlig i tiden etter første halvdel av 1700-tallet, siden metallegeringen refererer til en metode som først ble introdusert av C. Pinchbeck i 1725-tallet (Schreier og Bresee 1979:138; Thornton 2000:311; Selwyn 2004:54). I andre kilder er denne teknikken også blitt koblet til produksjonen av tekstiler med metalltråder i Lyon på denne tiden (Thornton 2000:311, videre referert

til Ure 1866:239). Braun-Ronsdorf (1961:6) nevner i sin artikkel at kobbertråder behandlet med sink ble brukt til etterlignende sølvtråder, men de fleste andre tilfeller hvor kobbertråder ”forgylt” med messing er nevnt i litteraturen, er det snakk om en gullfarget metalltråd. Det er imidlertid vanskelig å konkludere med en eksakt datering av tekstilet basert på materialanalysene.



Figur 6: Fløyelstekstil fra ca 1700
(URL Metropolitan Museum of Art, 2009).

Tekstilet har mange stilistiske likhetstrekk med tekstiler fra 1700-tallet. Eksempelvis et fløyelstekstil, trolig produsert i Genoa i Italia, som befinner seg på Metropolitan Museum of Art. Tekstilene har likheter i form av dristige og symmetriske store blomstermotiver med bølgende blader og nettingmønster (figur6). Enkelte fagpersoner som har vært kontaktet mener imidlertid at tekstilet trolig er en senere stilkopi (A. Kjellberg, pers komm., 2009). Antagelsen er blant annet basert på kvaliteten og vevnaden på silkestoffet, og identifikasjonen av de kobberbaserte metalltråden med bomullskjerne (se avsnitt 4.1). I følge Kjellberg er det sjeldent å finne så lange flotteringer av tråder på baksiden av eldre stoffer, som dette tekstilet har (figur 5). Grunnen til dette er naturlig nok at produsentene ønsket å spare på dyre materialer som metall- og silketråder. Tekstilet bærer også spor av å være maskinlaget. Kvaliteten på veven er ikke spesielt god siden det er mange gjennomgående feil i

form av at innslagstråden har hoppet over et par renningstråder og lignende.

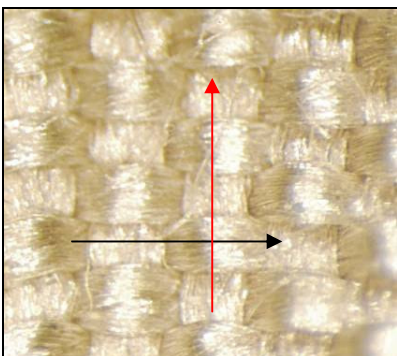
Innenfor konserveringslitteraturen er det få kasestudier som undersøker metalltråder av kobber og messing og særlig ikke i forbindelse med rensing. W. A. Mohamed (2005) beskriver et lignende historisk tekstil fra et stolsete med metalltråder av messing som innslagstråd, datert til ca 15-1600-tallet og Enguita m.fl. (2002:332) beskriver en analyse gjort av en lignende metalltråd, men forgylt med sølv. Siden denne typen metalltråd ikke har vært gjenstand for mye forskning ble tekstilet undersøkt med et stort utvalg analysemetoder.

4. Forsøksmaterialets materialer og tilstand

Når man skal konservere og eventuelt rense et tekstil er det vesentlig å undersøke dets tilstand og materialer, og så langt det lar seg gjøre identifisere materialene. Undersøkelse og analyse av forsøksmaterialet i denne oppgaven ga viktig informasjon som kunne knytte tekstilet til en historisk kontekst og som la grunnlaget for valget av rensemetoder som ble benyttet i de eksperimentelle forsøkene. Siden tekstilet avviker noe fra majoriteten av tekstiler med metalltråder (se kapittel 3), ble det gjort grundige undersøkelser og analyser. Flere analysemetoder ble tatt i bruk for å undersøke teknologi, materialsammensetning og tilstand til tekstilet.

4.1 Visuell undersøkelse av tekstilet i arbeidsmikroskop

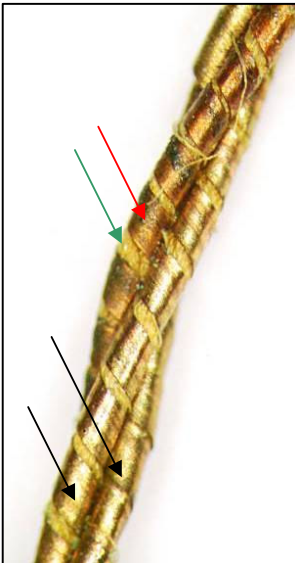
Undersøkelse av tekstilet i *Leica M26* arbeidsmikroskop (forstørrelse 40x) med reflektert lys ga en grunnleggende informasjon om teknologien bak tekstilet, i form av morfologi, spinneretning og farge på metalltråd og tekstilfibre. Det ga også mulighet for å vurdere tilstanden på tekstilet og metallet, eksempelvis graden av mekaniske skader og korrosjon.



Figur 7: Detaljbilde av lerretsvevd silke (ca 40x). Renningstråden markert med rød pil, innslagstråden med sort pil.

Bunnstoffet i tekstilet ble karakterisert som lerretsvevd, også kalt *toskaft*, med en trådtetthet på 26 tråder innslag og 54 tråder renning pr cm^2 (figur 7). Fibertype og farge så tilsynelatende lik ut i både renning og innslag, men ved separasjon av renning- og innslagstråd ble det tydelig at renningstråden var lysere enn innslagstråden. Ulike farger på trådene i renning og innslag kan tyde på at stoffet er *organza*, en metode som bidrar til skinnende effekt (Lemon 1987:58). Fibrene i bunnstoffet var ikke spunnet, men hadde en lett vridning. Tilstanden til veven var relativt dårlig. Den hadde tydelige skader og hull flere steder (figur 3). Styrken så ut til å variere noe i de ulike områdene på tekstilet. Generelt virket renningstråden mer nedbrutt enn innslagstråden siden de fleste revnene var orientert langs innslagstrådene. I tillegg var det tydelige mekaniske skader i området rundt metalltrådene som trolig kommer av slitasje og spenninger mellom metallet og tekstilet da stoltrekket var i bruk. Det er ingen synlige tegn på at tekstilet har blitt konservert eller reparert tidligere. Urenhetene som kunne ses på tekstilet var hovedsakelig løst sittende overflatestøv og noe mer

integreerte urenheter i form av gulbrune flekker orientert rundt områder med metalltråder. Gule flekker kan skyldes nedbrytningsprodukter fra polymerkjedene i silkeproteinet (Landi 1998:36).



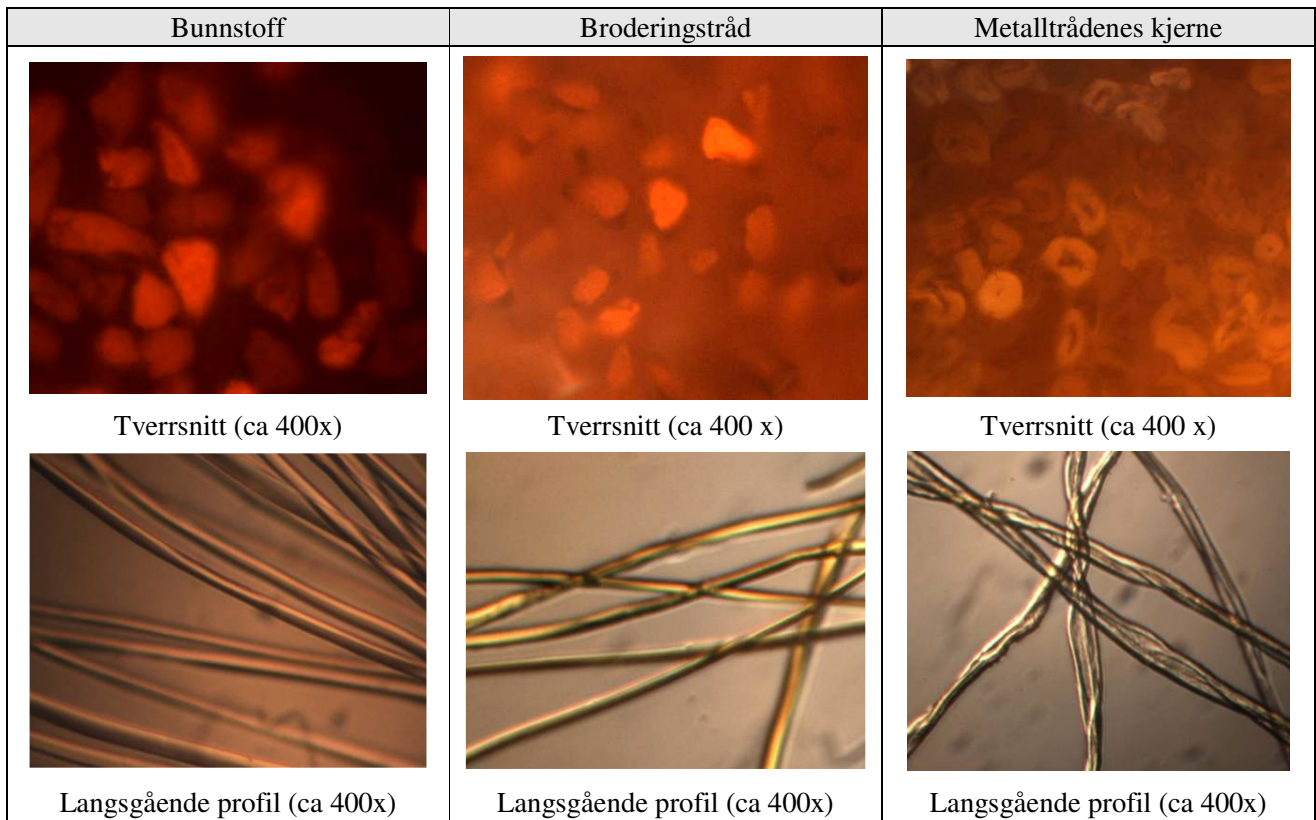
Figur 8: Detaljbilde av kobberbaserte metalltråder med kjerner av tvunnet bomullsfibre (ca 35x).

Metalltrådenes morfologi ble identifisert som flate metallremser tvunnet rundt en kjerne av fiber. Fiberkjernen var spunnet med en venstrevridd spinneretning, såkalt Z-spinn. Metalltrådene var snodd rundt fiberkjernen i motsatt retning, altså som S-spinn. Tre metalltråder var igjen tvunnet om hverandre med Z-tvinn (figur 8). Det var tydelig at metalltrådene varierte i sammensetning. I hver tretrådstvunnete metalltråd var det konsekvent en kobberfarget metalltråd (rød pil) og to messingfargede metalltråder (sorte piler), begge tvunnet rundt fiberkjerner (grønn pil). Et grønnlig skjær i tekstilet rundt metalltråden i visse områder, samt grønn korrosjon på selve metallet var en tydelig indikasjon på at metalltrådene var kobberbaserte. Graden av korrosjon varierte i ulike områder, og metalltrådene var tydelig mindre korrodert på undersiden av tekstilet, siden denne har vært mer beskyttet mot atmosfærisk nedbrytning. Grønn korrosjon var særlig synlig på metalltrådene som var dratt gjennom bunnstoffet, i området hvor disse materialene hadde nær kontakt. Det er også tydelig mer spor etter slitasje på både metalltråder og stoff i midten av tekstilet enn langs de ytre kantene. Overflaten på metalltrådene som ligger høyest topografisk bar tydelige spor etter mekanisk skade og trolig slitasje etter bruk. Dette var særlig synlig på de messingfargede metalltrådene, hvor de slitte ”toppene” hadde en synlig rødere farge enn resten av metalloverflaten. Dette ble tolket som indikasjon på at de messingfargede metalltrådene har en kjerne av samme metall som de kobberfargede trådene, og kun et tynt ytre lag med en annen legering. Langsgående linjer på overflaten av metallremsene på både den kobberfargede og messingfargede metalltråden kan være en indikasjon på at metallet er dratt gjennom et trekkjern under produksjon og ikke hamret, men presset flat ved valsning (Bergstrand og Hedhammar 2006:14).

4.2 Fiberidentifikasjon i analysemikroskop

Forskjellige fibertyper har ulike egenskaper og reaksjoner på mekaniske og kjemiske påvirkninger når de utsettes for konservering. For å identifisere fiberne i bunnstoffet, metalltrådkjernen og broderingstråden ble fiberens farge, størrelse, overflatetekstur, diameter og form undersøkt i *Leica DMLM* analysemikroskop i transmittert lys. Fibrene ble undersøkt i langsgående profil og i tverrsnitt.

For å unngå å bruke for stor prøve av tekstilet ble fibrene fra testmaterialet blandet med bleket bomull som er lett gjenkjennelig og bidrar til at det slippes mer lys gjennom prøven. Både lengdesnitt og tverrsnitt ble fotografert ved bruk av *Analysis® Colour View – soft imaging system*. I figur 9 er fibrene forstørret 400 ganger, men forstørrelsen variere noe på grunn av redigering i bildebehandlingsprogram.



Figur 9: Mikrografier av tre fibertyper fra forsøksmaterialet. Karakteristiske trekk i langsgående profil og tverrsnitt påviste at fibertypene var henholdsvis silke, silke og bomull.

Fibrene i både innslag og renning i bunnstoffet og broderingstråden ble identifisert som silke på grunn av karakteristiske kjennetegn som at fibrene i langsgående profil er rette, lange filamenter uten vridninger eller ledd. Også parallelle linjer i overflaten kunne observeres. Fibrene hadde en relativt konstant størrelse og diameter på omtrent 30 μm , noe som er vanlig for silke (Landi 1998:32). Tverrsnittene av fibrene har en triangulær form og ingen synlig medula. Identifikasjonen ble også bekreftet med undersøkelse i FTIR (vedlegg 2). Man skiller mellom kultivert silke og villsilke, og silkefiberene i både bunnstoff og broderingstråd er trolig villsilke. Indikasjoner på dette er at formen på tverrsnittet er mer kileformet enn likesidet, og fibrene ligger enkeltvis (Brooks m.fl. 1996: 671). I

kultivert silke ligger filamentene parvis, men disse kan separeres ved degummiering, en prosess som mykner silkefiberen ved å fjerne proteinet sericin (Timar-Balaszky og Eastop 1998:43).

Fibrene i kjernen av metalltrådene ble derimot identifisert som bomull, noe som stemmer overens med andre funn i litteraturen hvor metallet i metalltråden er kobberbasert (Mohamed 2005; Abdel-Kareem og Harith 2008). Karakteristiske trekk som ble observert under optisk mikroskop var at fibrene hadde en vridning i langsgående retning. Diameteren på fibrene var ca 20 μm , noe som er vanlig for bomull (Landi 1998:21). Tverrsnittet av fibrene hadde form som et øre eller bokstaven U, med en hul medula eller kjerne. At fibrene i kjernen av metalltrådene var bomull ble også identifisert gjennom FTIR (se vedlegg 2).

4.3 Måling av silkens og bomullens gjennomsnittlige pH-verdi

PH-verdien til et stoff gir viktig informasjon om hvor nedbrutt det er, og er derfor en faktor som bør tas med i betraktning når man velger rensemetode for et tekstil. Hydrolyse- og oksidasjonsprosesser fører til en høyere andel syre og en lavere pH. Rester eller påvirkning fra produksjon, oppbevaring eller håndtering kan bidra til oksidasjon og hydrolyse på grunn av syrer som virker som katalysatorer i nedbrytningsprosesser (URL AIC 1998). Nedbrytningsprosessene fører til molekylære endringer i fibrene og det dannes sure nedbrytningsprodukter som eksempelvis kan føre til at tekstilet blir skjørt og kan øke skadeomfanget ved en eventuell rensing som innebærer vann (Landi 1998:33). Bomull og andre cellulosebaserte fibre bør inneha en nøytral eller svakt alkalisk pH, mens silke bør holdes ved en pH rundt 6 (URL AIC 1998).

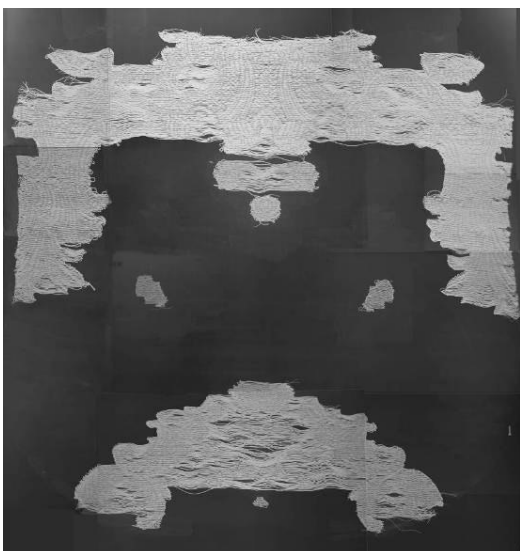
For å undersøke silketekstilets gjennomsnittlige pH-verdi ble det gjort pH-målinger av kalde ekstraksjoner av stoffprøver fra tre ulike områder av silkestoffet og av kjernen på metalltråden. PH ble målt med et elektronisk pH-meter, en metode som anses for å være den mest nøyaktige metoden for å måle pH i tekstiler (Montague 1995:20). Etter CCIs (2007:12) retningslinjer for pH-måling ble tekstilprøvene tilsatt vann med pH 7.0 i forholdet 1:50 mg/ μL , og pH-verdien målt etter 1 time. Destillert vann ble nøytralisert til pH 7 med 0,1 M NaOH. Temperaturen på vannet holdt ca 21° C. Gjennomsnittsverdien til silken ble beregnet til 3,6, en relativt sur pH-verdi som tyder på at silkestoffet er relativt nedbrutt. Gjennomsnittsverdien til bomullskjernen ble beregnet til pH 5,0 som også kan betegnes som ufordelaktig surt, og som tyder på at det er relativt nedbrutt.

4.4 Undersøke fluorescens med UV-lampe

Tekstilet ble undersøkt under ultrafiolett lys for å se etter avvikende fluorisering i sekundære materialer, flekker eller lignende. Ingen tegn til senere tilføyde materialer eller tidligere reparasjoner ble observert, og kun få mindre flekker fluoriserte (vedlegg 3). Samtlige bestandeler av tekstilet så dermed ut til å være originale. Under UV-lys ble det imidlertid enklere å se hvilke områder som har vært utsatt for sollys, da disse fremsto som mørkere felter. Silke er svært sensitiv for fotokjemisk nedbrytning, og særlig ultrafiolett stråling i sollys kan føre til denne typen bleking (Timar-Balaszky og Eastop 1998:45).

4.5 Røntgen av tekstilet

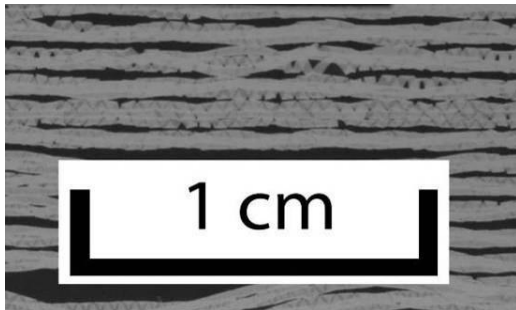
For å undersøke om den varierende nedbrytningsgraden til rennings- og innslagstråden i bunnstoffet skyltes kjemiske forskjeller ble det gjennomført en røntgenundersøkelse. Det har vært vanlig å tilsette vektingsmidler til silke for å øke dens vekt og draperingsevne (Brooks m.fl. 1996:674). Disse vektingsmidlene har vist seg å bidra til at silken nedbrytes raskere enn vanlig silke i form av at silken mister styrke og fleksibilitet. Både organiske stoffer som sukker, tanniner, dyrelim, harpikser og maursyre, og uorganiske stoffer som jern, tinn, bly, aluminium og arsenikk ble brukt som vektningmidler, og det vanligste var å tilsette slike vektningmidler i renningstråden (Brooks m.fl. 1996:674). I tilfelle et av tungmetallene var blitt benyttet som vektningmiddel i tekstilet ville trådene absorbere mer røntgenstråling enn vanlig og dermed komme tydeligere frem som hvite striper.



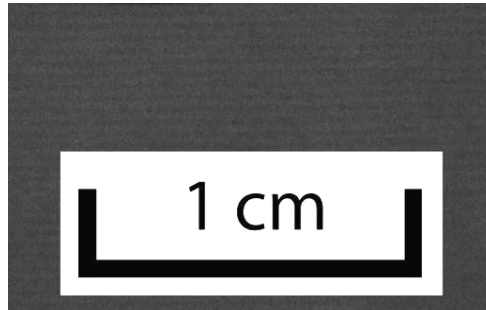
Figur 10: Røntgen av tekstilet viser områder med metalltråder.

Røntgen ble gjennomført med et PANTAK HF225 røntgenanlegg på *Strukturix D4 Pb Agfa NDT systems* film. For å finne en innstilling og eksponering som ga et detaljert bilde av både stoffet og metalltrådene ble det gjort tester med mange ulike kombinasjoner av varierende kV, mA og eksponeringstid. Etter evaluering av testresultatene ble innstillingene 20 kV, 4 mA og 4 minutter valgt (figur 10). Røntgen gav et mer tredimensjonal fremstilling av områdene med metalltråder siden både metalltrådene på oversiden og på undersiden av tekstilet kom tydelig frem (figur 11). Figur 12 viser en synlig forskjell mellom absorberingsgraden mellom renning- og innslagstråd i silken, men det ser ut til at

innslagstråden absorberte mest. Siden det var renningstråden som var mest nedbrutt i silkestoffet, burde det vært omvendt hvis det var tilsetningen av vektingsmiddel som var årsaken til nedbrytning. Metoden gav derfor ingen videre svar på hvorfor renningstråden er mer nedbrutt enn innslagstråden.



Figur 11: Røntgen gav et tredimensjonalt bilde av metalltrådene både på forsiden og baksiden.



Figur 12: Røntgen viste at innslagstråden absorberte mer røntgenstråler enn renningsstråden, som er orientert horisontalt på bildet.

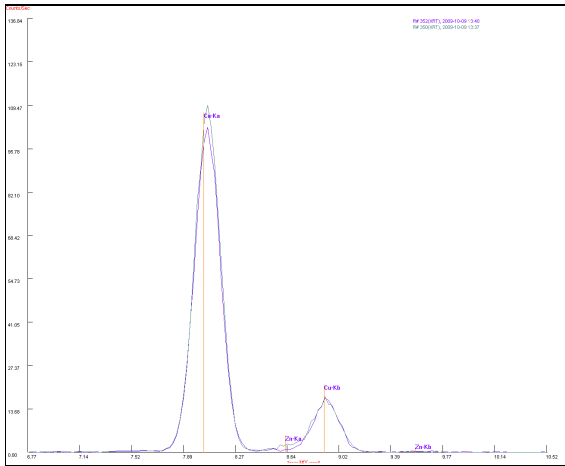
4.6 Undersøkelse av metall og tekstil med EDXRF

Den visuelle fargeforskjellen i metalltrådene ble ansett for å være et resultat av ulike legeringer med ulik metallsammensetning. For å avdekke metallsammensetningen til metalltrådene i tekstilet ble det utført analyse med en håndholdt energidispersiv røntgenfluorescens-spektrometer (EDXRF) av modellen *Nitor XLt 898* (røntgenrørbasert). Kobberfargede og messingfargede metalltråder ble derfor separert og analysert hver for seg. Spektrene av målingene er gitt i figur 13 og 14, og en oppsummering av målingene er gitt i vedlegg 4.

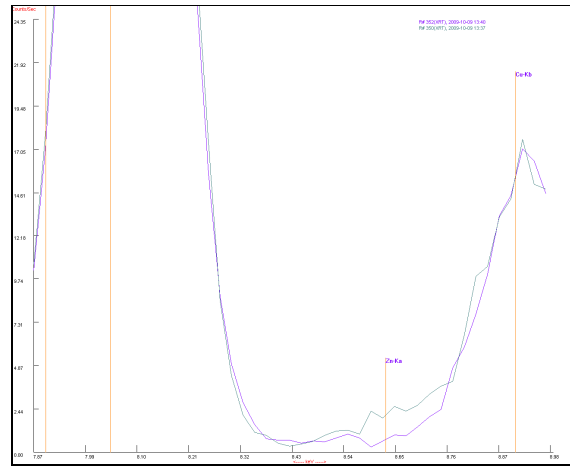
Innenfor konservering beregnes data fra XRF først og fremst som kvalitative, men verdiene kan også brukes som semi-kvantitative mål, men da med en viss usikkerhet. Målingen ble gjort med programmet *All Alloys* (uten heliumflush) som skal dekke alle typer legeringer og metallsammensetninger. Måletiden valgt til over 40 sekunder fordi metalltrådene var svært tynne og ikke dekker hele arealet av målevinduet. Spekteret på begge typer metalltråder gav et høyt utslag på kobber, lavt utslag på sølv og sink og ingen utslag på gull. Røntgenrøret i pistolen inneholder sølv og er derfor en vanlig feilkilde som kommer fram i spekteret, derfor må man være kritisk til deteksjonen av sølv der det er usannsynlig.

Utslaget på sink på de messingfargede metalltrådene gav en indikasjon på at de kunne være laget av nettopp messing. Vanlig sinkinnhold i moderne messing er mellom 5 og 40 %, og messing med et sinkinnhold på omtrent 15 % ligner gull i fargen (Selwyn 2004:53, 54). Men dette er betydelig mer enn det som ble detektert i målingen. Det lave utslaget på sink kunne imidlertid skyldes at røntgenstrålene penetrerer lenger ned i metalltråden enn det ytre messingslaget og at målingen derfor

ikke representerer legeringen på overflaten, men summen av legeringen på overflaten og kjernen som hadde et høyere kobberinnhold.



Figur 13: Spekter av XRF-måling av separert messingfarget (grønn) og kobberfarget (lilla) metalltråd. For større bilde, se vedlegg 4.



Figur 14: Spekter av samme XRF-måling, mindre utsnitt. Utslag på sink kan kun observeres på måling av messingfarget metalltråd (grønn).

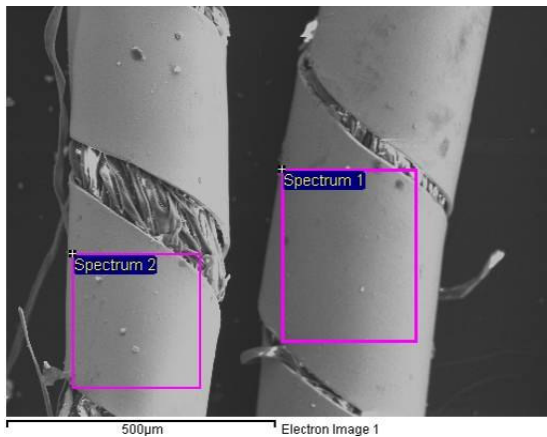
4.7 Undersøkelse av bunnstoff, kjernefiber og metalltråder med (SEM) og (EDS)

Sveipeelektronmikroskop (SEM) med tilhørende energidispersivt spektrometer (EDS) ble benyttet til å undersøke og analysere de to metalltrådene med ulike farger. Dette gav mer informasjon om metalltrådenes lagstruktur, som ikke kom godt nok frem av XRF-analysen. Eventuelle forgyllingslag på metalltrådene gjør valget av rensemethode enda mer viktig, siden det introduseres flere materialer å ta hensyn til, og siden tynne forgyllingslag kan være spesielt sensitive mot ulike behandlingsmetoder. Dette gjelder særlig mekanisk rensing.

Samtlige prøver ble karbonbestøvet før analyse. Mikrografier ble tatt av både kjernefiber og metalloverflate i ulike forstørrelser i sammenheng med elementanalyse. Elementanalyse av den kobberfargede og messingfargede metalltråden (figur 15) viste ulike forholdstall på grunnstoffene som ble detektert (figur 16). Metalltråden til venstre inneholder ikke spor av sink og er derfor trolig laget av ren kobber. Metalltråden til høyre inneholder over 9 % sink og er derfor trolig laget av kobber med et tynt lag messing på overflaten. Metalltråder med intakt kjerne ble montert i en støpning av Epotex epoksylin og slipt ned for å undersøke tverrsnittene til de ulike metalltrådene. Tverrsnittet av metalltrådene viste at metallremene hadde en omtrentlig tykkelse på 25 μm (figur 17). Diameteren på metalltrådene varierer noe, men diameteren på metalltråden vist i figur 17 er omtrent 300 μm (0,3

mm). Bredden på metallremmene varierer også noe, men er omtrent 300 - 400 μm (0,3 - 0,4 mm), noe som er relativt vanlig (Járó 1990:46; Timar-Balaszky og Eastop 1998: 129).

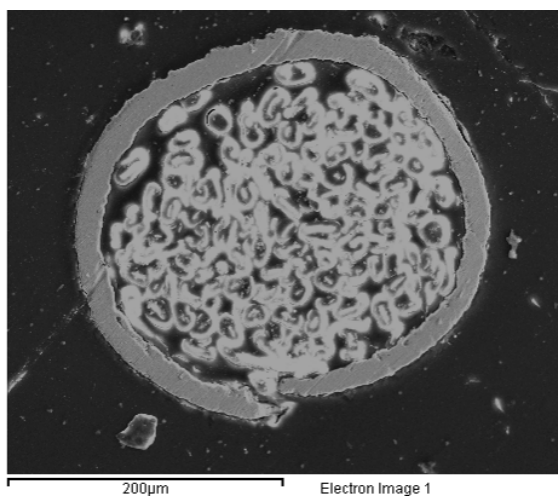
Tverrsnittet av metalltråden som gav utslag på sink ble undersøkt nærmere med punktvis målinger på en linje fra ytterkanten av metalloverflaten mot metallens kjerne for å undersøke tykkelsen til messinglaget (figur 18). Sinkinnholdet minket fra 15 til 0 % fra måling 1 til måling 6, og tykkelsen på messinglaget ble målt til ca 1 μm .



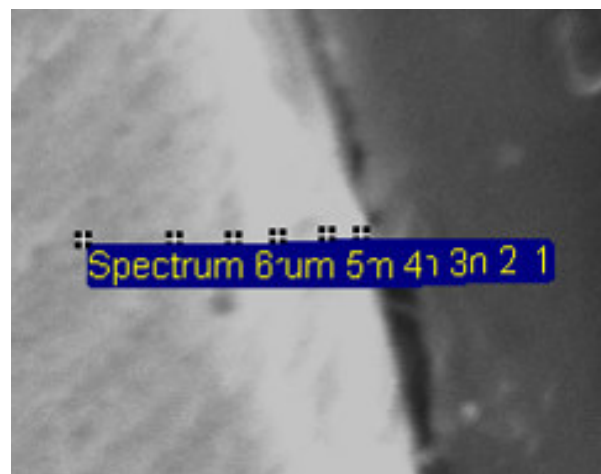
Figur 15: Mikrografi (120x) av metalltråder. De rosa feltene viser området som ble analysert.

Grunnstoff	Område 1 (atomprosent)	Område 2 (atomprosent)
O	20.32	21.45
Si	-	0.35
S	0.41	0.41
Cl	0.20	0.23
Cu	69.80	77.55
Zn	9.27	-

Figur 16: Tabell over elementanalysene gjort av områdene vist i figur 15. Område 1 inneholder sink i motsetning til område 2.



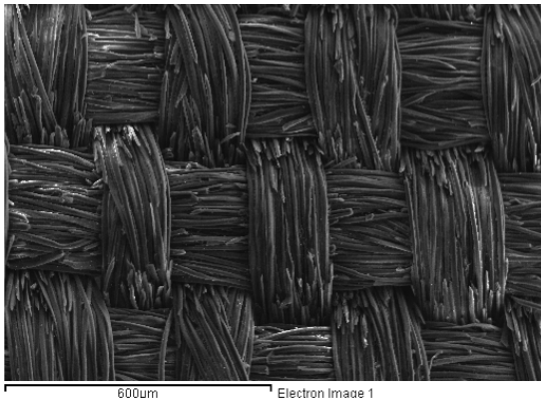
Figur 17: Tverrsnitt av messingfarget metalltråd.



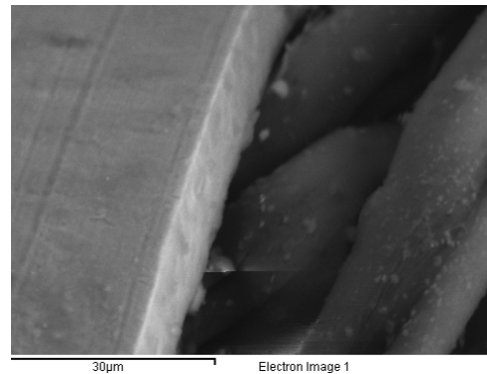
Figur 18: Puntmålinger fra metalltrådens ytterkant og innover viste at messinglaget var omtrent 1 μm .

Undersøkelse av silkestoffet viste at renningstrådene hadde flere mekaniske skader enn innslagstråden (figur 19). Grunnen til dette er trolig slitasje etter tekstilet var i bruk som stolsete. Renningstrådene ser ut til å ligge noe høyere topografisk og har derfor fått mest slitasje og til en viss grad beskyttet innslagstråden som ligger under.

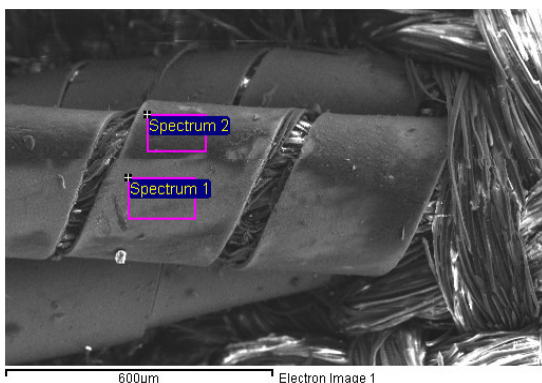
SEM ble også brukt til å undersøke om kantene på metalltråden var runde eller kantete, noe som gir informasjon om hvordan metalltrådene er produsert. Er den rund i kantene tyder det på at den er en dratt vaier som har blitt presset flat, mens hvis kanten av metallremsen er rettvinklet tyder det på at den er kuttet ut av en større metallplate (Timar-Balaszky og Eastop 1998:406). Kanten på figur 20 viser at metalltråden trolig er kuttet, men de langsgående stripene i metallet kan som tidligere nevnt tyde på at metallet er dratt gjennom et trekkjern.



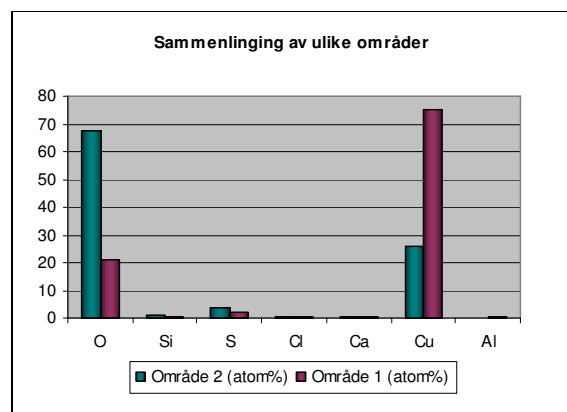
Figur 19: Mikrografi (100x) viser at tekstilet har tydelige mekaniske skader, særlig på renningstråden (orientert vertikalt på bildet).



Figur 20: Mikrografiet (1700x) viser at kanten av metalltråden er rettvinklet, ikke avrundet, noe som tyder på at den er kuttet.



Figur 21: Mikrografi (100x) tatt med SEM viser slitasje på metalltrådene som ligger øverst.

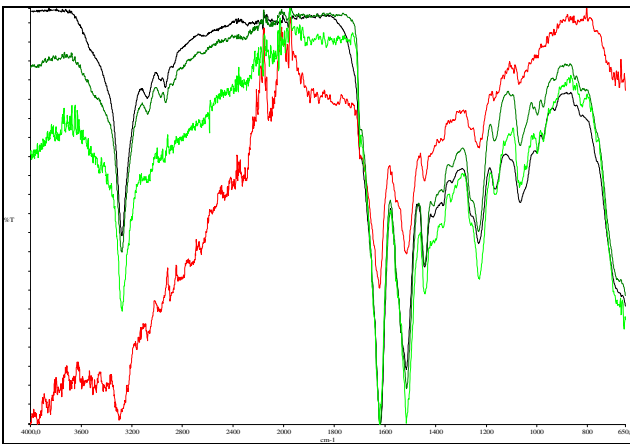


Figur 22: Diagrammet viser forskjeller i elementanalysen på de to områdene.

Figur 21 viser et mikrografi av metalltråder som viste tydelige tegn til slitasje på den metalloverflaten som ligger høyere topografisk. En sammenlignende elementanalyse av område 1 og 2 viser en tydelig forskjell i forholdet mellom kobber og oksygen (figur 22). Diagrammet viser at det slitte området har høyt kobberinnhold og lavt oksygeninnhold fullstendig motsatt fra området som ikke er slitt. Dette kan trolig forklares ved at det område 2 har et intakt oksidasjonslag hvor kobberet har dannet en patina bestående av rødlig *kupritt* (Cu_2O) og noe sort *tentoritt* (CuO), mens mekanisk slitasje har ført til at patinalaget er fjernet i område 1.

4.8 Strekkstyrken til det historiske silkestoffet sammenlignet med nytt silkestoff

Strekkstyrken til silkestoffet ble målt og sammenlignet med strekkstyrken til et nytt silkestoff i omtrentlig samme tykkelse og finhet for å få en indikasjon på hvor skjør den historiske silken var, og hvor mye styrke og elastisitet den eventuelt hadde mistet. Det nye silkestoffet som den historiske silken ble sammenlignet med ble valgt ut fra visuell likhet i trådtetthet, tykkelse og vevnad i tillegg til kjemisk likhet. Infrarød spektroskopi (FTIR) ble benyttet for å finne et silkestoff som lignet mest mulig kjemisk på den historiske silken ved å sammenligne spektre.



Figur 23: Spektra av fire silkestoffer undersøkt med FTIR.

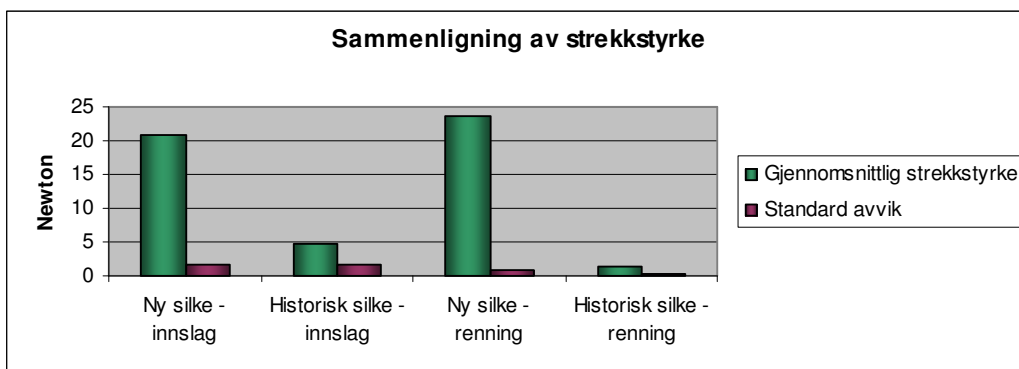
Plasseringen av de ulike toppene i spekteret viser hvilke kjemiske forbindelser og elementer et materiale inneholder og størrelsen på toppene sier noe om hvor mye det er av hver atomgruppe i materialet.

Målinger av tre ulike silkestoffer som lignet den historiske silken ble derfor sammenlignet. Figur 23 viser spekteret av de ulike prøvene. Sort linje viser analysen av den historiske silken, rød linje viser analysen av

silkeprøve 1, grønn linje viser analysen av silkeprøve 2 og lys grønn linje viser analysen av silkeprøve 3. Silkeprøve nummer 2 ble valgt å benyttes som supplement til den historiske silken på grunn av sin likhet både i kjemiske sammensetning og fysikk i form av vevnad, trådtetthet og tykkelse. Som nevnt tidligere hadde den historiske silken en trådtetthet på 26 tråder innslag og 54 tråder renning pr cm². Den nye silken hadde en noe lavere trådtetthet på 33 tråder innslag og 40 tråder renning cm². Tykkelsen på den nye silken ble målt til 0,2 mm, identisk som den historiske silken. Målingene ble gjort med tykkelsesmåler med 100 g lodd og 1,0 [kPa] etter standard ISO 5084.

Strekktestene ble gjennomført ved Statens Institutt for Forbruksforskning (SIFO) i Oslo, på en strekktestmaskin. Ved testing av strekkstyrke måler man hvor mye stoffet tåler å strekkes før brudd. En tråd eller stoffprøve festes mellom to klemmer på en strekktestmaskin. En av klemmene er stasjonær, og den andre beveger seg med konstant hastighet (100 mm/min) under testen. Apparatet måler den kraften som trengs for å strekke prøven og registrerer maksimumstyrken ved brudd i Newton. Samtidig kan man måle forlengelsen av prøven, og dermed få informasjon om elastisiteten av stoffet. Disse endringene registreres elektronisk og målingene kan uttrykkes skjematisk i en kurve over spenning og elastisitet.

Strekkestyrketestene ble gjort med en vektcelle på 100 N tilpasset testing av garn. Vanligvis utføres strekktester i henhold til standarder som eksempelvis ”Bestemmelse av bruddstyrke og bruddforlengelse (ISO 2062:1993)”. Denne standarden er basert på måling av monofilamenter, men forsøk viste at metoden måtte tilpasses den nedbrutte silken og det ble bestemt å benytte tekstilprøver på 0,5 cm x 3,5 cm i stedet for monofilamenter og en klemmeavstand på 2 cm. Tester ble gjennomført av stoffprøvene både renningsorientert og innslagsorientert. For hver test ble 5 prøver benyttet og eventuelle misvisende prøver ble ekskludert fra resultatet. Resultatet av strekktestene gjort av forskningsmaterialet og ny silke er vist skjematisk i figur 24 der gjennomsnittlig bruddstyrke og standard avvik for alle fire målingene er gitt. Målingene viste at den historiske silken har mistet mye av sin opprinnelige styrke og elastisitet og er svært nedbrutt, særlig i renningstråden.



Figur 24: Sammenligning av strekkstyrken til historisk og nytt silkestoff viste at den historiske silken var svært nedbrutt og hadde mistet mye av sin opprinnelige styrke, særlig i renningstrådene.

4.9 Nye stoffprøver av silke og bomull som supplement til det historiske materialet

Siden strekkstyrketestene beskrevet i forrige avsnitt viste at silkestoffet i forsøksmaterialet var svært nedbrutt og tilstanden i ulike områder av tekstilet varierte stort, ble tekstilprøver av ny silke benyttet til å sammenligne strekkstyrken før og etter rensing og akselerert aldring. Siden det også ble ansett som vanskelig å oppdage eventuelle visuelle eller mekaniske endringer i bomullskjernen av metalltrådene ble parallelle renseforsøk også utført på et nytt lerretsvevet og ubleket bomullsstoff. Bomullsstoffet ble sammenlignet med bomullskjernen i metalltrådene ved hjelp av FTIR, og disse viste seg å ha en relativt lik kjemisk sammensetning (vedlegg 2). Eventuelle visuelle eller mekaniske endringer som kunne registreres på bomullsstoffet etter rensing, kunne dermed gi en indikasjon på endringer som fant sted i metalltrådenes kjerne. Ved å benytte ny silke og bomull kunne den store variasjonen i tilstand utelukkes som feilkilde, men det må likevel presiseres at nytt materiale trolig ikke er like sensitivt overfor behandling og rensing med ulike metoder som det nedbrutte, historiske materialet. Men eventuelle radikale endringer ville imidlertid gi en indikasjon på nedbrytning.

5. Oppsummering av spørreundersøkelse

Ett av formålene med denne oppgaven er å undersøke hvordan metodene som benyttes på tekstiler med metalltråder påvirker materialene. Litterære kilder gir ikke nødvendigvis et riktig bilde på realiteten i alle museer, da det stort sett er forskere på større museer som undersøker nye metoder og publiserer. For å avdekke hvilke rensemetoder som faktisk benyttes på nordiske museer og nordiske konserveringstjenester ved nåværende tidspunkt ble det sett på som nødvendig å kontakte museene direkte, og dette ble gjort ved hjelp av en spørreundersøkelse.

5.1 Utforming av spørreskjemaer

Tre spørreskjemaer ble laget over stort sett samme mal, ett for museer med en samling, ett for bevaringstjenester som ikke nødvendigvis er tilknyttet museum/samling og en engelsk versjon. Spørreskjemaene ble sendt elektronisk til museer og bevaringstjenester tilknyttet tekstiler eller tekstilkonservering i Norge, Sverige, Danmark, Finland og Island.

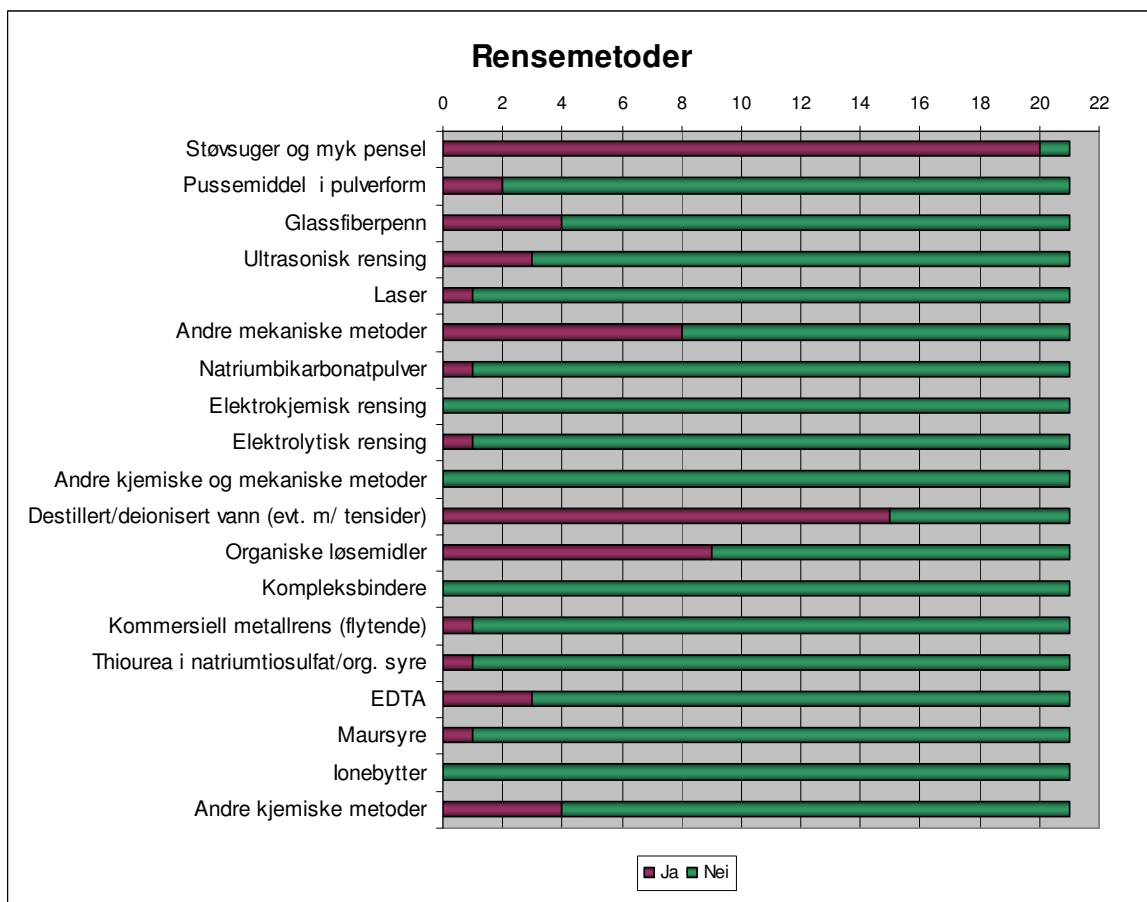
Skjemaene ble utformet på en måte som gjorde det mulig å svare raskt for de som ønsket det, men som også gav mulighet for en mer utfyllende tilbakemelding (vedlegg 5). Spørsmålene ble formulert som ja/nei-spørsmål, men for hvert spørsmål var det plass for kommentarer etter avkrysningsfeltet. Avkrysningsformen gav dermed lett tolkelige data. Spørsmålene ble formulert med hensikt å avdekke hvilke museer/bevaringstjenester som har håndtert tekstiler med metalltråder og hvilke metoder som eventuelt er benyttet både i fortiden og i dag. De vanligste metodene ut fra litteraturen å bedømme ble oppført i skjemaet, inndelt i tre kategorier for mekanisk rensing, kombinert mekanisk og kjemisk rensing, og kjemisk rensing. Denne tredelingen skulle også gjøre skjemaet enklere å svare på.

5.2 Vanlige rensemetoder i museer og bevaringsinstitusjoner i dag

Totalt ble spørreundersøkelsen sendt til 68 konserveringsinstitusjoner over hele Norden. En fullstendig liste over de kontaktede institusjonene er gitt i appendiks (vedlegg 6). Antall svar på henvendelsen var 52, og 26 av dem valgte å fylle ut skjemaet. Av disse svarene ble 21 besvarelser foretrukket som kilder i statistikken. De resterende 5 ble funnet enten for mangelfulle i besvarelsen grunnet for liten kjennskap til emnet, eller utelukket fordi de omhandlet kun arkeologisk materiale og ikke historiske tekstiler. Et sammendrag av svarene som ble gitt i spørreundersøkelsen er gitt i et

vedlegg 7, hvor svarene er summert og tilleggskommentarer er gitt for hvert punkt. Svarene er anonymisert.

Besvarelsen på hvilke metoder som foretrekkes for å rense tekstiler med metalltråder i nordiske museer i dag er oppsummert skjematisk i figur 25 nedenfor. Variasjonen i metoder som benyttes er relativt stor, men noen metoder er helt klart foretrukket fremfor andre. Den mest brukte metoden er rensing med støvsuger og myk pensel, som 95 % av de spurte benytter på tekstiler med metalltråder. Deretter er rensing med destillert/deionisert vann eventuelt tilsatt tensider den mest anvendte rensemetoden, som 71 % av de spurte bruker. Så mange som 42 % benytter også organiske løsemidler til å rense tekstiler med metalltråder.



Figur 25: Skjematisk oversikt over svarene fra spørreundersøkelsen angående hvilke rensemetoder som benyttes på tekstiler med metalltråder på 21 museer og konserveringsinstitusjoner i Norden.

5.2.1 Mekaniske metoder

Støvsuger og myk pensel blir benyttet til å rense tekstiler med metalltråder fordi det er en skånsom, effektiv og sikker metode for å fjerne overflatesmuss. Metoden fjerner imidlertid ikke fettete smuss eller korrosjonsprodukter (se vedlegg 7, spørsmål 6). Pussemidler i pulverform anvendes ikke i noen

større grad, heller ikke ultrasonisk rensing. 19 % av de spurte oppga imidlertid bruk av glassfiberpenn som rensemetode. Dette er noe overraskende, siden metoden har vært frarådet i basislitteraturen (Timar-Balaszky og Eastop 1998:243; Landi 1998:39). Det meldes også om mekaniske skader på metalloverflaten ved bruk av denne metoden av flere som svarte på spørreundersøkelsen (se vedlegg 7, spørsmål 6).

Laser, som blir sett på som et lovende verktøy innenfor konservering, og særlig til rensing av tekstiler med metalltråder, benyttes av langt færre enn det man kan få inntrykk av i litteraturen. To av konserveringsinstitusjonene som deltok i spørreundersøkelsen hadde utstyr til å gjøre det, men kun en av dem hadde benyttet det til tekstiler i samlingen som inneholder metalltråder. Laserteknologien regnes fortsatt for å være i startfasen og det er trolig ikke gjort nok forskning på lignende materialer til at konservatorer velger det som en trygg metode for rensing av tekstiler med metalltråder. Andre metoder som kom frem av spørreundersøkelsen og som ikke er oppgitt i skjemaet ,var trepinner, bomullspinner, Alkablastpulver, ”Vinyl Eraser” og sotsvamp.

5.2.2 Kombinert mekanisk og kjemisk metode

Ingen av metodene som kombinerer mekanisk og kjemisk rensing, som natriumbikarbonat-pulver, elektrokjemisk rensing og elektrolytisk rensing er brukt i noe større omfang. Men en av de spurte har erfart at potensialstyrt elektrolyse kan fungere godt på metallbånd og frynser som kan avmonteres og legges ned i en væske, særlig forgylte sølvtråder (vedlegg 7, spørsmål 6). En annen ytrer imidlertid skepsis til denne metoden (vedlegg 7, spørsmål 5).

5.2.3 Kjemiske metoder

Som tidligere nevnt er rensing med destillert/ionisert vann, eventuelt tilsatt tensider, den mest benyttede kjemiske metoden. I skjemaet ble det oppgitt en rekke ulike foretrukne tensider, eksempelvis Mini Risk (finsk merke), Synperonic A7 og Ufarol, mens andre oppga kun bruk av destillert/deionisert vann uten noen form for tensider (vedlegg 7, spørsmål 5). Mange benytter også organiske løsemidler til å rense tekstiler med metalltråder, mest brukt er etanol, men også aceton, toluene og white sprit benyttes (vedlegg 7, spørsmål 5).

Metoder som kompleksbindere, maursyre og ionebytter benyttes ikke av noen av de spurte, mens metoder som kommersiell flytende metallrens, thiourea i sitronsyre og EDTA benyttes av relativt få. Andre kjemiske metoder som kom frem av spørreundersøkelsen, som ikke var oppgitt i spørreskjemaet er blandinger av vann og ammoniakk, blandinger av vann, etanol og ammoniakk, Marseillesåpe, og saliva. 25 % av de spurte museene har benyttet renseri til å rense tekstiler med

metalltråder, to av disse har gjennomført tørrensing med white spritløsning på kjoler og uniformer med metalltråder, ved Arne W. Nilsen Tepperenseri.

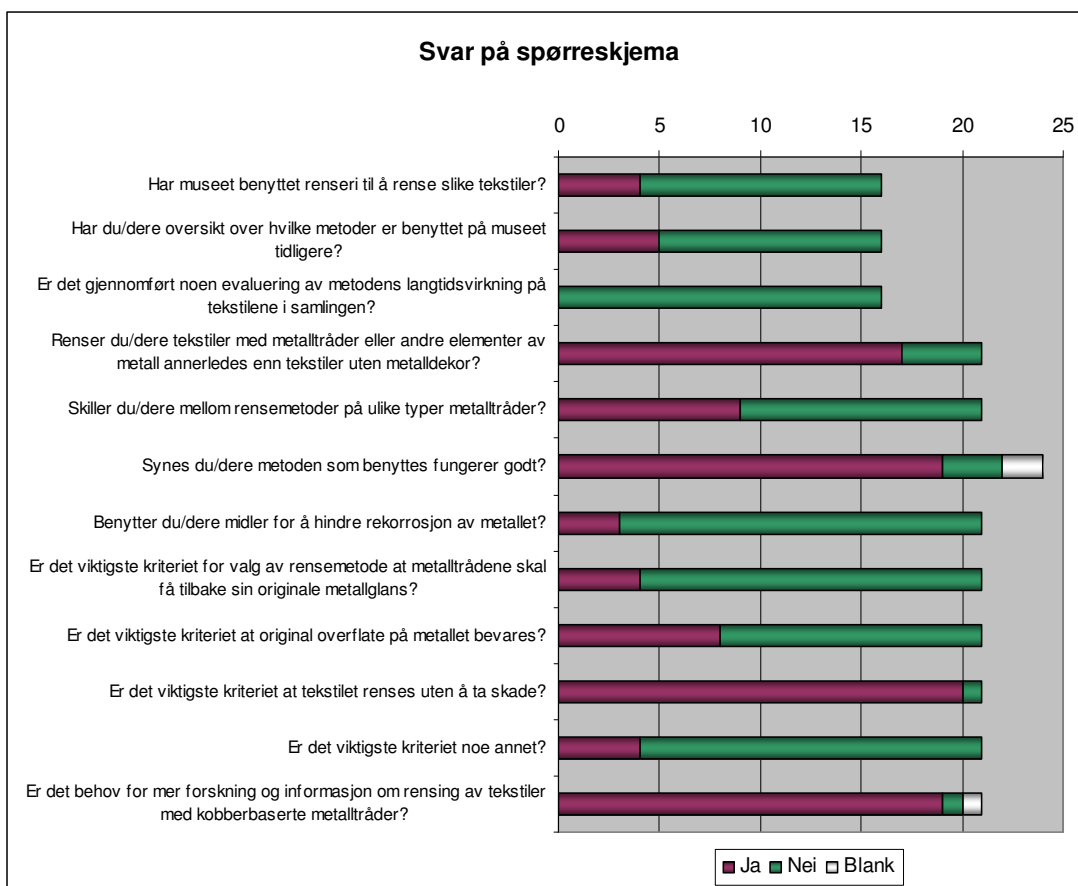
5.3 Andre punkter i spørreundersøkelsen

Svarene som ble gitt på andre spørsmål angående behandling av tekstiler med metalltråder er oppsummert i figur 26. Det er tydelig at de fleste konservatorer (80 %) skiller mellom hvilke rensemetoder som benyttes på rene fibertekstiler, og hvilke rensemetoder som benyttes på tekstiler som inneholder ulike former for metalldekor. Bare halvparten så mange (42 %) skiller mellom hvilke metoder som benyttes på ulike typer metall (gull, sølv, kobber) og på ulike fibertyper. Dette har trolig en sammenheng med at de to mest anvendte rensemetodene, støvsuging og rensing med vann (eventuelt med tensid), ofte benyttes på alle materialene.

14 % oppgir at de i enkelte tilfeller har benyttet midler for å hindre rekorrosjon av metallet etter behandling, hvorav den ene har benyttet lakkering av metalloverflaten (ikke oppgitt hvilken type lakk). En annen oppgir bruk av Paraloid B72 for å forsegle metalloverflaten og en tredje oppgir bruk av sølvimpregnert tekstil (Purafil) for å beskytte mot reoksidering av sølvtråder i tekstiler, under oppbevaring (vedlegg 7, spørsmål 9).

Når det gjelder spørsmålet om hvorvidt konserveringsinstitusjonen er fornøyd med metoden som den benytter på nåværende tidspunkt er svarene ganske varierte. Så mange som 76 % oppgir at de er fornøyd, mens 14 % svarte både ja og nei, og 10 % svarte blankt. Ut fra kommentarene å bedømme er de fleste fornøyde med metodene, som hovedsakelig består av støvsuging og rensing med destillert/deionisert vann eventuelt tilsatt tensid, fordi de er effektive mot overflatesmuss og gir metallet en viss blankhet. Men det er mange som synes disse to metodene ikke fjerner nok korrosjonsprodukter eller oksidasjonslag (vedlegg 7, spørsmål 7). Svarene på hvorfor de foretrukne metodene ble valgt viste også at hovedformålet for mange var nettopp å fjerne overflatesmuss på tekstil og metalltråder og samtidig følge prinsippet om minimal intervensjon (vedlegg 7, spørsmål 8). Likevel svarer 90 % at de synes det er behov for mer forskning på og informasjon om rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder, noe som synliggjør behovet for forsøk som dette.

Det kom også frem fra spørreundersøkelsen at kun 31 % av de spurte museene har oversikt over hvilke metoder som har blitt benyttet på tekstiler med metalltråder ved deres museum tidligere, og det er heller ikke gjennomført noen evaluering av langtidseffekten av metodene som blir eller har blitt benyttet på noen av de aktuelle museene.



Figur 26: Skjematisert oversikt over svarene fra spørreundersøkelsen angående behandling av tekstiler med metalltråder. De tre første spørsmålene er basert på svar fra 16 museer, mens resten av spørsmålene er basert på 21 svar fra både av museer og konserveringstjenester.

5.4 Kriterier som ligger til grunn for valget av rensemetode

95 % av de spurte svarte at det viktigste kriteriet for valg av rensemetode er at metoden renses tekstilet uten at det tar skade, 38 % har også krysset av for at bevaringen av original overflate på metallet er et viktig kriterie, mens 19 % mener at metallglansen er viktig for valg av metode. Når majoriteten svarer at er det viktigste kriteriet ved valget av rensemetode er at den renses tekstilet uten at det tar skade, kan dette tolkes som at tekstilets bevaring som regel kommer i fremste rekke. Dette synet styrkes også av kommentarer som at ”det er ingen vits i å få tilbake original metallglans hvis stoffet rundt er smusset” og ”å ta vare på tekstilet er det viktigste, metaller er ofte bare en mindre detalj” (vedlegg 7, spørsmål 10). Dette viser at behovet for å rense tekstilet ofte er like stort som behovet for å rens metalltrådene, og derfor vil kun metoder som har potensiale til å rense både tekstiler og metaller samtidig inngå i de eksperimentelle forsøkene i denne oppgaven. Andre kriterier og begrunnelser for valg av forskningsmetodene er gitt i de to neste kapitlene.

6. Renseproblematikken og valg av rensemetoder

For å forstå hvorfor det er problematisk å rense tekstiler med metalltråder er det viktig å se på hvilke motsatte egenskaper og nedbrytningsmønstre som materialene i slike tekstiler har. Det er også viktig å tenke over hvilke grunner man har for å rense metalliserte tekstiler, hvilke grunner man har for å ikke rense de, samt hvilke resultater man eventuelt ønsker å oppnå.

6.1 Renseproblematikk knyttet til tekstiler med metalltråder

Tekstiler som inneholder metalltråder er generelt i dårligere tilstand enn tekstiler uten metalltråder. Dette skyldes at metallet tilfører ekstra vekt som fører til mekanisk slitasje, og gjør samtidig nedbrytningsprosessen i tekstilet mer kompleks (Abdel- Kareem og Al-Saad 2008:23). Ut fra litteraturen om emnet er det lett å få et inntrykk av at man står ovenfor en nærmest umulig oppgave når man ønsker å rense tekstiler med metalltråder, på grunn av materialenes forskjellige natur. Mange av problemene vil være de samme for alle typer tekstiler med metalltråder, men på bakgrunn av at materialene i forsøksmaterialet ble identifisert som silke, bomull, kobber og messing er det hovedsakelig disse materialene som omtales her. For mer detaljert informasjon henvises det til bøker som *The Textile Conservators Manual* av S. Landi (1998) og *Chemical Principles of Textile Conservation* av A. Timar-Balaszky og D. Eastop (1998), *Copper and bronze in art* av D. A. Scott, (2002) og *Metals and Corrosion: A Handbook for the Conservation Professional* av L. Selwyn (2004).

6.1.1 Silke som materiale

Silkefiber består av lange filamenter laget av silkeorm (Timar-Balaszky og Eastop 1998:43). Filamentene består hovedsakelig av proteinet fibroin, som både har krystallinske og amorfe områder. Den høye andelen krystallinske områder fører til at silke har en høy strekkstyrke og god motstandsdyktighet mot slitasje (Timar-Balaszky og Eastop 1998:44). Silke påvirkes av nedbrytningsfaktorer som fuktighet, temperatur, ultrafiolett og synlig lys, biologisk nedbrytning og pH (Timar-Balaszky og Eastop 1998:43). Tekstiler av silke bevares best i svakt sure miljøer, og bør ha en pH rundt 6 (URL AIC 1998). Fiberene vil kunne gjennomgå hydrolyse av peptidbåndene i molekylet hvis det utsettes for sterke syrer eller baser. Silke tar imidlertid mer skade av syre enn av base, fordi syren går til angrep på hele peptidkjeden, mens basen går kun til angrep på ekstremitetene i kjeden (Landi 1998:19).

De amorfe områdene gjør at absorberingsevnen til silke ligger på omtrent 10 % (Landi 1998:23). I vannlige løsninger sveller silken ca 17 % i diameter, og ca 1,3 % i langsgående retning, men nedbrutte fibre kan reagere forskjellig (Timar-Balaszky og Eastop 1998:45). Når silke brytes ned vil det også gi utslag i en redusert strekkstyrke og bøyelighet (Landi 1998:19). Hvis silke oppbevares i et tørt miljø (under 40 % relativ fuktighet) kan fibre tørke ut og bli svært stive og skjøre (Timar-Balaszky og Eastop 1998:45).

6.1.2 Bomull som materiale

Bomullsfibre består hovedsakelig av cellulose som har en krystallinitet på omtrent 70-80 % og en absorberingsevne på 7-8 % (Timar-Balaszky og Eastop 1998:33). Fiberen har en kompleks oppbygning bestående av mange lag med ulike strukturer, som sammen danner en spiralformet fiber med hul kjerne. På lik linje som silke påvirkes bomull av nedbrytnings-faktorer som fuktighet, temperatur, ultrafiolett og synlig lys, biologisk nedbrytning og pH (Timar-Balaszky og Eastop 1998:43). Bomull kan også bli svært skjør og miste mye av sin opprinnelige strekkstyrke hvis det utsettes for fotokjemisk nedbrytning eller for lav relativ fuktighet (Landi 1998:33). Bomull og andre cellulosebaserte fibre bør ha en nøytral eller svakt alkalisk pH (URL AIC 1998). Fiberen er relativt resistent mot basiske behandlinger, men er spesielt sensitiv for syre (Timar-Balaszky og Eastop 1998:28, 29). Fortynnede løsninger av syre penetrerer inn til de amorfe områdene i bomullsfiberen og fører til syrehydrolyse av bomullspolymeret (Landi 1998:19). Cellulose vil også svekkes av sterke baser eller rensemidler, noe som kan resultere i vektreduksjon og videre nedbrytning (Landi 1998:19).

6.1.3 Kobber som materiale

Kobber er et mindre stabilt metall enn gull og sølv og vil derfor korrodere raskere enn disse (Timar-Balaszky og Eastop 1998:136). Kobber danner korrosjonsprodukter som er polare, kovalente komponenter og som ikke lar seg løse lett i vann (Sipos 1998:242). Man kan fjerne korrosjonsprodukter ved hjelp av syrer eller baser, foruten mekanisk, men dette er på mange måter i konflikt med behovet for en nøytral pH for silke- og bomullsfibrene.

Nedbrytningsmønsteret til kobber og kobberlegeringer avhenger av hvilke klimatiske faktorer de utsettes for. De vanligste formene for korrosjon er dannelsen av et tynt og beskyttende oksidasjonslag på metalloverflaten i form av en rødlig farget *kupritt* [Cu₂O], også kalt kobber(I)oksid, og sort farget *kobberoksid* [CuO], kalt kobber(II)oksid (Gettens 1963:89). Andre forurensende komponenter i atmosfæriske miljøet, eller i materialer i kontakt med metallet, vil det kunne dannes andre korrosjonsprodukter som kobberklorider, -karbonater og -sulfater. Disse danner patinaer eller

korrosjonsprodukter med ulike farger og komponenter som eksempelvis grønnfargede *kuproklorid* [CuCl], *kobberklorid* [CuCl₂], og *atacamitt* [Cu₂(OH)₃Cl], blå eller grønne kuprokarbonatene *malakitt* [Cu₂(OH)₂CO₃] og *azuritt* [Cu₃(OH)₂(CO₃)₂], eller lys grønn *brochantitt* [CuSO₄·3Cu(OH)₃] (Gettens 1963:89, 90). Noen av disse komponentene danner beskyttende oksidasjonslag, mens andre korrosjonsprodukter regnes som ikke beskyttende (Timar-Balaszky og Eastop 1998:136). Det som er tilfelle med kobber er at transformasjonen av metall til metalloksider ikke stopper når det første beskyttende laget er dannet, slik som tilfellet er med eksempelvis sølv. Oksidasjonslaget av enverdig kobber(I)oksid blir bare tykkere og tykkere og transformerer over tid til toverdig kobber(II)oksid, som gjør metallet sort. Metalltrådene i forsøksmaterialet inneholder også sink, noe som vil kunne bidra til andre korrosjonsprodukter. Metalltråder i tekstiler vil også påvirkes av belastninger gjennom bruk og slitasje, noe som fører til fysiske forandringer i form og sprøhet på grunn av svakere punkter som dannes når metallkrystallene endrer posisjon (Landi 1998:20, 21). Metalltråder av kobber er som regel i relativ god tilstand (Darrah 1990:54), men det finnes også eksempler på at kobberbaserte metalltråder er svært korroderte og hvor rensing vil være et naturlig alternativ å vurdere (Mohamed 2005).

6.2 Hvorfor rense tekstiler med metalltråder?

For å kunne forsvare et valg om å rense et tekstil med metalltråder må man ha tenkt gjennom grunnene for og i mot. Det er mange grunner til å ønske å rense et tekstil, men rensing er også forbundet med en høy risiko for å svekke tekstilet eller andre komponenter i gjenstanden. Med andre ord er det viktig å veie risikoen ved en eventuell rensing mot formålet med behandlingen. Hva er viktigst av intensjon og bevaring og hvorfor?

Det er en allmenn oppfatning at rensing av metalltråder må utføres svært forsiktig. Ofte er det mest riktige valget å ikke rense i det hele tatt, eller avgrense rensingen, i stedet for å utsette tekstilet for den potensielle risikoen rensingen medfører (Timar-Balaszky og Eastop 1998:271). Rensing er en irreversibel metode, og man bør derfor alltid vurdere fordeler og ulemper ved en slik handling og ved de ulike alternativene man har. Siden all rensing til en viss grad vil føre til tap av fibre bør man aldri gjøre mer enn nødvendig (Landi 1998:37). Rensing er likevel en av de viktigste delene av en konserveringsbehandling av historiske tekstiler. En av de viktigste grunnene og målet for konserverende rensing, er å fjerne skadelig smuss som kan virke skjæmmende eller føre til fysisk eller kjemisk nedbrytning av tekstilet. Vanligvis har derfor rensing flere fordeler enn ulemper og fremmer bevaringen av tekstilet i det lange løp, særlig siden urenheter kan være katalysatorer for nedbrytning

av tekstilet (Abdel-Kareem og Harith 2008:5854). Hvis et tekstil har ugunstige pH-verdier kan rensing, da i form av våtrensing, være viktig for å nøytralisere lave pH-verdier (URL AIC 1998). Ut fra svarene på spørreundersøkelsen er det tydelig at det overordnede målet for rensing av tekstiler med metalltråder er å oppnå en mild renseeffekt for å fjerne overflatesmuss med forurensinger (se vedlegg 7, spørsmål 7).

Målet med å rense tekstiler med metalltråder kan i mange tilfeller være å tilbakeføre metallens utseende til det opprinnelige ved å gjenskape metallglansen, samt forhindre at metallet korroderer fullstendig (Timar-Balasz og Eastop 1998:242). S. Landi (1985:31) mener at årsaken til at man velger å rense metalltråder kun er basert på estetikk og et ønske om å tilbakeføre tekstilet til dets opprinnelige utseende. Dette oppgis også som den viktigste grunnen og målet med rensingen av flere som deltok i spørreundersøkelsen. Eksempelvis er det uttalt at selve grunnen for å rense metalliserte tekstiler er at metalltrådene skal få tilbake sin opprinnelige glans, eller i det minste øke metallglansen (se vedlegg 7, spørsmål 10). Det er særlig i forbindelse med utstilling at man velger å rense slike tekstiler, dette for å vise dets opprinnelige uttrykk eller gi det et mer estetisk tilfredsstillende utseende.

Rensing av metalltrådene involverer imidlertid en risiko for overrensing, eksponering av helsefarlige løsemidler og at korrosjonsraten blir høyere når ny metalloverflate avdekkes (Abdel-Kareem og Al-Saad 2008:28). Med unntak av metalltråder av gull vil rensing av metalloverflaten kunne avdekke ueksponert og ustabil metall. Dette metallet vil starte og oksidere eller korrodere igjen når det eksponeres, hvis det ikke beskyttes mot atmosfærisk nedbrytning. Det er flere eksempler på kilder hvor lakkering gis som en mulig metode for å beskytte metallet etter rensing, eksempelvis av S. Landi (1998:20). Men svarene på spørreundersøkelsen viste imidlertid at dette var en metode som man har gått bort i fra og som ikke blir benyttet i noe større omfang på nordiske museer (se vedlegg 7, spørsmål 9).

6.3 Kriterier for valg av metode og evaluering av renseresultatet

All rensing bør utføres med respekt og omtanke for objektets originale form, funksjon og materialer. Det er derfor viktig å finne en konserveringstilnærming og materialer som respekterer objektets integritet og kan bevare både metall- og fibermaterialet. Nedenfor er det gitt et sett kriterier som i dette prosjektet har blitt ansett som viktige for å velge og senere evaluere rensemetodene i det eksperimentelle forsøket. Kriteriene er stort sett basert på informasjon hentet fra svarene på spørreundersøkelsen (vedlegg 7), og viktige prinsipper innenfor konserveringsfaget.

1. Metoden skal ha som hensikt å rense både tekstil og metall.
2. Metoden skal ikke fjerne beskyttende patina/oksidasjonslag, noe som vil øke sjansen for rekorrosjon.
3. Metoden skal være relevant, enten ved at den benyttes i dag eller har vist potensiale for fremtidig bruk.
4. Metoden skal ikke involvere unødvendig bruk av miljøfarlige og helsefarlige stoffer.
5. Metoden skal påføre minimalt med mekanisk slitasje på tekstil og metall.
6. Metoden skal ikke legge igjen stoffer i materialet som kan bidra til videre nedbrytning.
7. Metoden skal ikke bidra til mindre gunstige pH-verdier i fibermaterialet, men heller bidra til å nøytralisere for sure pH-verdier.
8. Metoden skal ikke føre til fysisk eller kjemisk nedbrytning som medfører til nedsatt styrke.

Kriteriet om at metoden skal ha som hensikt å rense både tekstil og metall er gjort fordi flere har påpekt at prinsippet med delvis rensing ikke er lett å gjennomføre i praksis, eksempelvis Stemann-Petersen og Taarnskov (2006:281). Det kan derfor virke tryggere å rense hele tekstilet for å unngå at enten kjemikalier eller rester fra mekaniske rensemidler blir liggende igjen i tekstilet og kan føre til videre nedbrytning. En ujevn oppfuktning kan også skape spenninger i tekstilet når det tørker. Ut fra svarene på spørreundersøkelsen kom det også frem at de fleste mener at det viktigste er at metoden renser tekstilet på en trygg måte, og hvis det i tillegg renser metallet er det en "bonus". Som det ble ytret av en av de spurte, er det "ingen vits i å få tilbake original metallglans hvis stoffet rundt er smusset" (vedlegg 7). Når det gjelder definisjonen av et "renset metall" er det ulike oppfatninger av hvor langt man bør gå for å fjerne estetisk skjemmende korrosjon/oksidasjon. Siden det tynne oksidasjonslaget på kobber passiverer metallet og beskytter det mot videre korrosjon og nedbrytning (Burmester m.fl 2005:62, ble det satt som kriterie for rensemetoden at dette laget ikke skulle fjernes.

Det andre kriteriet er valgt på bakgrunn av at dette prosjektet var begrenset i tilgang på testmateriale og tid. Derfor måtte et utvalg rensemetoder som hadde et lovende potensiale for det aktuelle forsøksmateriale velges ut. Fremgangsmåter og eventuelle konsentrasjoner eller innstillinger brukt under renseforsøkene ble basert på erfaringer som andre konservatorer har gjort seg i praksis, eller på resultater fra tidligere forsøk.

De siste tiårene har fokuset på miljøvern og helsesikkerhet blitt viktigere innenfor konservatorfaget, derfor har dette blitt inkludert som ett av kriteriene. Man går mer og mer bort fra metoder som innebærer bruk av svært helsefarlige og miljøfarlige kjemikalier, og det utvikles også nye produkter som tar hensyn til disse endringene. Derfor bør også ny forskning fokusere på å teste og forbedre metoder som fremmer bruken av tryggere produkter.

Mange av metodene som tidligere har blitt benyttet på metalltråder har påført metallet og tekstilet mekaniske skader eller lagt igjen produktrester i materialet. Eksempel på dette er rensing med glassfiberpenn som skraper opp metalloverflaten og legger igjen skarpe glasspartikler i det omliggende tekstilet som kan føre til skade (Timar-Balaszky og Eastop 1998:243). Metodene som er plukket ut til rensforsøk i dette prosjektet er derfor valgt med tanke på at de ikke skal påføre materialene mekanisk skade i form av oppskraping eller polering. Heller ikke legge igjen fysiske eller kjemiske rester i materialet som kan føre til videre mekanisk eller kjemisk nedbrytning, eksempelvis i form av ugunstige pH-forhold.

6.4 Begrunnelse for valg av rensemetoder benyttet til eksperimentelle forsøk

På bakgrunn av svarene på spørreundersøkelsen, gjennomgang av konserveringslitteratur og publiserte forsøk på lignende materiale ble syv rensemetoder valgt til eksperimentelle forsøk på tekstilet. Selv om forundersøkelser gjort av tekstilet viste at særlig silken i bunnstoffet var svært nedbrutt, er ikke tilstanden til forsøksmaterialet tatt hensyn til i valget av metoder som skulle inngå i forsøket. Siden materialet ikke tilhører noen samling, var det mulig å teste alle metodene og sammenligne resultatene uten tanke på eventuelle risikoer. En begrunnelse for valget av metodene vil presenteres her, mens fremgangsmåtene under selve forsøket er beskrevet i kapittel 7.

6.4.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser

Svarene på spørreundersøkelsen viste at rensing med Nd:YAG laser ikke er en vanlig rensemetode for tekstiler med metalltråder ved nordiske museer, men fordi metoden har gitt lovende resultater i tidligere forsøk på lignende materiale ble den tatt med i forsøket. Det meste av nyere forskning som omhandler rensing av metalltråder er nettopp forskning på bruk av laser til rensing av korrosjon og overflatesmuss på metalltrådene (Degrigny 2000; Degrigny m.fl 2003; Lee, Yu, og Koh 2003; Sokhan m.fl. 2003; Sokhan, Hartog og McPhail 2005; Gervais m.fl. 2007; Panzner m.fl. 2007; Abdel-Kareem og Harith 2008). I tillegg til forskning på rensing av metalltråder, er det også gjort forskning på bruk av laser på andre materialer. Aktuelt for denne oppgaven er eksempelvis forsøk på silke (von Lerber m.fl. 2007; Krüger, Pentzien og von Lerber 2007), cellulosemateriale som bomull, papir og lignende (Sutcliffe, Cooper og Farnsworth 2000; Kolar m.fl. 2000; Ochocińska m.fl. 2003; Elliott m.fl. 2007), samt kobber og kobberlegeringer (Kearns m.fl. 1998; Batishche m.fl. 2005; Mottner m.fl. 2005; Burmester m.fl 2005; Siatou m.fl 2006; Koh m.fl. 2006; Agnoletti m.fl. 2007). I de fleste forsøkene er

lasertypen Nd:YAG benyttet i ulike bølgelengder i UV, synlig eller IR-spekteret med en Q-switched lukkermekanisme som gjør pulsene kortere og mer energirike.

Laserrensing er en svært kompleks rensemetode som ikke kan utdypes i detalj her. For en mer detaljert beskrivelse av metoden henvises leseren til bøker som *Laser Cleaning in Conservation: An Introduction* av M. Cooper (1998). I tillegg er det svært mange parametere som kan kombineres i ulike variasjoner for å tilpasse metoden til et materiale. Noen av de viktigste parametrene er bølgelengde (nm), energistyrke pr puls (J), pulslengde (ns), pulsfrekvens (Hz), og avstand mellom laser og overflaten som skal renses (Cooper 1998:59). *Fluens* er også et viktig begrep som benyttes videre i oppgaven. Dette beskriver den faktiske energien (J/cm^2) som påføres materialet, avhengig av energistyrke per puls og strålearealet som laseren treffer.

Laser som rensemetode har mange fordeler, først og fremst fordi metoden renser uten å være i kontakt med materialet fysisk. Ved å velge en bølgelengde som absorberes sterkt av urenheter og svakt av originalmaterialet kan man unngå overrensing og rense selektivt. Resultatet av rensingen er umiddelbart synlig, og rensingen kan avsluttes umiddelbart om man ser tegn til skader. Laser har i de siste årene blitt en etablert metode for rensing av steingjenstander. Selv om det blir sett på som et lovende verktøy innenfor rensing av kunstverk og museumsgjenstander av andre materialer, er det ennå ikke en velutprøvd metode. Rensing med laser har imidlertid vist seg å være en kostnadseffektiv og tidseffektiv metode framfor tradisjonelle mekaniske, kjemiske og elektrokjemiske metoder (Batishche m.fl. 2005:87; Pini m.fl. 2000:136).

6.4.2 Mekanisk rensing med laser (Er:YAG laser)

Rensing med Er:YAG laser er på lik linje som Nd:YAG laser ikke benyttet i noen stor grad på tekstiler med metalltråder i nordiske museer og konserveringsinstitusjoner (vedlegg 7, spørsmål 5). Rensing med Er:YAG laser ble likevel valgt som en av metodene i de eksperimentelle forsøkene. Dette fordi denne typen laser har blitt benyttet til å rense delikate materialer som ikke kan renses med Nd:YAG laser, eksempelvis selektiv fjerning av overflatelag og rensing av malerier (Andreotti m.fl. 2007A). Det er imidlertid forsket lite på bruken av Er:YAG laser på metalliserte tekstiler.

Er:YAG laser er begrenset til bølgelengde på 2940 nm (infrarødt spekter), og man har ikke mulighet til å moderere denne slik man kan med en Nd:YAG-laser. Er:YAG-laser er i motsetning til Nd:YAG laser en homogen og OH-selektiv rensemetode fordi bølgelengden på 2940 nm absorberes svært godt av OH-bindinger (Andreotti m.fl. 2007 C:204). Derfor benyttes denne laseren ofte sammen med fuktmidler som legges på overflaten før laser-rensingen. Mange typer fuktmidler kan

benyttes, både vann, alkoholer og andre organiske løsemidler. Ved å tilføre vann eller andre hydroksylerte midler er det påvist at man øker renseeffektiviteten eller pulseffektiviteten til laseren på overflaten av materialet, og terskelen for å skade fiberne i ny silke øker med 40 % ved fukting (Andreoetti m.fl. 2007 B: 215, 216).

6.4.3 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7

71 % av de spurte i spørreundersøkelsen svarte at de benytter destillert vann eventuelt tilsatt ikke-ionisk rensemiddel som rensemetode på tekstiler med metalltråder. Denne metoden ble først og fremst valgt for å fungere som en referansemetode som mange konservatorer har erfaring med. Mange benytter trolig vann og rensemiddel til lokal rensing av metallet uten å rense tekstilet, men i dette forsøket vil hele tekstilet senkes ned i løsningen for å avgjøre om metoden egner seg for å rense både tekstil og metall.

Vann regnes som det mest polare løsemiddelet og kan derfor løse mange typer polare urenheter av både organiske og uorganisk natur (Timar-Balaszky og Eastop 1998:194). Vann løser derfor opp de fleste nedbrytningsprodukter som dannes i naturlige fibre, noe som er positivt både for tekstilets estetikk og videre bevaring. Vann, med eventuelle fuktmidler, har også den egenskap at det trekker inn i fibre i tekstilet slik at de sveller opp og blir mer plastiske og fleksible. Dette gjør at integrerte partikler lettere slipper ut av veven og at spenninger i fibre, tråder og stoff løses opp og man kan reorientere fibre og tråder hvis tekstilet er ute av sin originale form (Timar-Balaszky og Eastop 1998:194). Vann er også det beste midlet for å korrigere en eventuell ugunstig pH-verdi i tekstilet (Landi 1998:38). Svellingen av fibre er imidlertid ikke bare en positiv egenskap siden det kan føre til dimensjonale endringer og krymping. Svelling av fibre er spesielt kritisk i tekstiler med metalltråder, siden fibre og metallet reagerer ulikt på vann, fordi metaller ikke er hygroskopiske. Særlig i tilfeller hvor metallet er tvunnet for stramt rundt fiberkjernen vil ikke disse kunne utvide seg og cellestrukturen kan gjennomgå kompresjonskrymping (Johansen 2009:77). Når vannet fordamper vil også noe av cellestrukturen i fibre kunne kollapse på grunn av vannets overflatespenninger og kapillære krefter. Det mekaniske trykket på metallet rundt den svellende fiberkjernen kan også føre til at eventuelle tynne forgyllingslag på metallet faller av (Timar-Balaszky og Eastop 1998:194).

Vann har en svært høy overflatespenning på grunn av sin di-polare natur, noe som forhindrer vannet å penetrere fibre og fører til ødeleggelser når det fordamper. Overflateaktive stoffer kan imidlertid redusere overflatespenningen slik at vannet lettere absorberes i hydrofile materialer. Overflateaktive stoffer deles inn i fire grupper, anionisk, ikke-ionisk, kationisk og amfoterisk (Timar-

Balaszky og Eastop 1998:195). Synperonic A7 er et 100% aktiv alkoholetoksilat, som er et fullstendig biologisk nedbrytbar og mild tensid og fuktmiddel som benyttes til konserverende rensing av mange materialer (URL Conservation Resources International 2009). Synperonic A7 er benyttet av flere av deltagerne i spørreundersøkelsen (vedlegg 7, spørsmål 5).

6.4.4 Kjemisk rensing med vann, etanol og ammoniakk

Rensemetsoden som baseres på en løsning av vann, etanol og ammoniakk er tatt med i de eksperimentelle forsøkene fordi tre av de spurte konserveringsinstitusjonene (14 %) oppgav denne som et alternativ de benyttet seg av (vedlegg 7, spørsmål 5). En av disse nevnte metoden i sammenheng med rensing av sølvtråder. For å undersøke om denne metoden har potensiale for å rense tekstiler med kobberbaserte metalltråder, ble det valgt å innlemme den i renseforsøkene. Metoden er trolig mest benyttet lokalt på metalloverflaten, men for å undersøke hvilken effekt det har på det omliggende tekstilet og siden ett av kriteriene i dette prosjektet var å finne en rensemetode som kunne benyttes på både metall og tekstil ble metoden brukt med full immersjon. Etanol (C_2H_5OH) er et svært polart løsemiddel som er effektiv for å fjerne urenheter med polare kjemiske bindinger, for eksempel fettholdig smuss (Timar-Balaszky og Eastop 1998:180). Ammoniakk (NH_3) er en svak dipolar base som fungerer som kompleksbinder og danner vannløselige komplekser med eksempelvis kobberioner og korrosjonsprodukter.

6.4.5 Kjemisk rensing med EDTA-løsning

I spørreundersøkelsen oppgav også 14 % at de hadde benyttet EDTA for å rense metalltråder i tekstiler (vedlegg 7, spørsmål 5). En av disse presiserte imidlertid at metoden kun ble anvendt på demonterte metalldetaljer og frynser. EDTA er et middel som benyttes til å fjerne korrosjon fra kobber ved å danne vannløselige komplekser med kobberioner (Timar-Balaszky og Eastop 1998:346). EDTA-løsninger er tidligere benyttet for å rense metalltråder i tekstiler. Abdel-Kareem og Harith (2008) konkluderte etter sine eksperimentelle forsøk på et arkeologisk bomullstekstil med kobberbaserte metalltråder at metoden som innebar lokal rensing med en emulsjon av EDTA, IMS og vann gav et godt resultat. De rangerte imidlertid metoden bak rensing med Nd:YAG laser. Under dette forsøket ble ikke tekstilet nedsenket i løsning, men kun renses lokalt. Siden ett av kriteriene i dette prosjektet var å finne en rensemetode som kunne benyttes på både metall og tekstil ble metoden brukt med full immersjon. E. Sipos (1998) beskriver også rensing av en damelue med forgylte metalltråder av sølv hvor det ble benyttet en 2 % løsning av EDTA-dinatriumsalt i en emulsjon med løsemiddel og

et overflateaktivt stoff (ikke oppgitt hvilke midler). I dette tilfellet ble løsningen bufret til pH 6-7 siden EDTA har en relativ sur pH som kan skade på tekstilet (Sipos 1998:125). Denne løsningen løste opp nærmere alle korrosjonsproduktene på metalltråden. En variasjon av samme metode, med 3 % EDTA og ikke-ionisk tensid, ble benyttet av Sipos og Gondar (1989:86) på kobbermetalltråder.

6.4.6 Kjemisk rensing med white sprit-løsning

47 % av de spurte i spørreundersøkelsen benytter løsemidler til å rense metalltråder, og de fleste av disse oppgav at de benyttet etanol. Under rensforsøket i dette prosjektet vil imidlertid et annet løsemiddel benyttes. To av de største museene i Norge oppgav at de hadde benyttet rensing i whitespritløsning, også kalt "tørrensing", til å rense større historiske klesplagg som dronningkjoler og uniformer ved Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss.

Tekstilkonservatorene Erika Wessel og Sissel Myhrvold mener at denne metoden har stort potensiale for å rense metalliserte tekstiler. Dette fordi metoden ikke fører til oppsvelling av fibre og at man derfor unngår spenninger mellom fiber og metall, samt at overflatesmuss og integrert smuss i stoffet vaskes ut (pers. komm. 2009). Løsemidler har en fordel framfor vann fordi de ikke trekker inn i fibre og fører til svelling og spenninger slik som vann kan gjøre. Siden tekstilfibre ikke endrer form, kan løsemidler benytte for å rense tekstiler som har historisk signifikante spor etter bruk, som bretter og folder spesielle folder. White sprit er et alifatisk hydrokarbon og regnes som et ikke-polart løsemiddel (Timar-Balaszky og Eastop 1998: 179). Alifatiske hydrokarboner løser opp komponenter som fett, oljer og voks med mere, men som regel ikke fargestoffer. Det løser heller ikke opp korrosjonsprodukter som ikke er festet til fettholdig smuss (Timar-Balaszky og Eastop 1998:244). White sprit er et av de vanligste løsemidlene i bruk, men den er imidlertid brannfarlig og helsefarlig og regnes som spesialavfall. Grunnen til at det likevel tas med som rens metode i dette prosjektet er at rensiet som gjennomfører denne typen rensing har et system hvor white spriten filtreres slik at den kan benyttes på nytt. Når white spriten har fått farge kan den destilleres i vakuum, slik at den kan brukes på nytt uten fare for å tilsette farge på nye tekstiler. Renseløsningen er derfor 100 % gjenbrukbar, og metoden har ingen utslipp av farlig avfall. White spriten som benyttes har handelsnavnet Actrel 3356 D. Denne white spriten er i følge K. Nilsen (pers. komm. 2009) fri for aromatiske stoffer, noe som gjør den luktfri, mindre brannfarlig, og mindre helsefarlig. I vedlegg 8 er det gitt en mer detaljert beskrivelse på rens metoden som benyttes ved Arne W. Nilsen Tepperenseri.

6.4.7 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med potensialstyrt elektrolyse

Elektrolyse, eller elektrolytisk reduksjon, er en behandlingsmetode hvor man forsøker å tilbakeføre korrosjonsprodukter til grunnstoffene de består av. Når korrosjon finner sted blir metallatomene oksidert ved at de mister elektroner og danner positive ioner. Med elektrolyse forsøker man å gjeninnføre elektroner til ionene, slik at disse tilbakeføres til et stabilt metall. Elektrolyse er derfor en metode som benyttes innenfor metallkonservering, men er tilsynelatende ikke benyttet i noe større omfang på metalltråder i tekstiler, ut fra spørreundersøkelsen og litteraturen å bedømme. K. Stemmann-Petersen og B. Taarnskov gjorde i 2006 forsøk med elektrolyse forgylte sølvtråder for å fjerne sølvsulfid. De kom frem til at en gjentatt tosteglig behandling, med 3 minutter reduksjon og 15 sekunder oksidasjon gav det beste resultatet på de forgylte sølvtrådene (Stemmann-Petersen og Taarnskov 2006:285). Metoden ble derfor benyttet på silkebånd og frynser med metalltråder på Dronning Juliane Maries kiste. I tillegg til rensingen av metallet førte våtbehandlingen i elektrolytten og de etterfølgende vannbadene til at smuss i tekstilet ble rensert ut. Siden metoden ser ut til å ha et potensiale for å rense både tekstil og metalltråder uten å påføre mekaniske skader og lignende, ble den valgt ut til å benyttes i renseforsøkene.

7. Beskrivelse av forsøk

De eksperimentelle forsøkene i denne oppgaven innebærer å teste de syv rensemetodene som ble presentert i forrige kapittel på prøver av det historiske tekstilet, samt nye stoffprøver av silke og bomull. Eventuelle endringer som følge av rensingen med de respektive metodene ble registrert gjennom ulike analysemetoder som skulle avdekke både visuelle, fysiske og kjemiske endringer. For å få en indikasjon på langtidseffekten av metodene ble det også gjennomført akselerert aldring av prøvene i etterkant av rensingen. Endringer i dimensjon og vekt ble ikke målt fordi de ble ansett som for unøyaktige, særlig fordi kantene av prøvene ikke var sikret slik at det lett løsnet tråder og metalltråder fra stoffet. Resultatet av analysene før og etter rensing og akselerert aldring er gitt i neste kapittel.

7.1 Utvelgelse og oppdeling av forsøksmaterialet

Kvadratiske prøver på ca 5 x 5 cm ble klippet ut fra områder i det historiske tekstilet, plasseringene av prøvene er vist i vedlegg 1. Områdene ble valgt ut fra tilstand på silkeveven og metalltråder, slik at prøvene skulle være i relativt lik stand. For å konsentrere om endringene i materialene silkestoff, og bomullskjerne og metall i metalltrådene, ble områder med mye farget broderingstråd valgt bort. I de tilfeller hvor de fargede broderingstrådene likevel er med på prøvene er det ikke gjort noen før- og etteranalyser for å avdekke endringer i disse. Men i de tilfeller hvor rensemetoden førte til blødning av fargen i tråden er dette nevnt, selv om det ikke er gjort noen konsekvent undersøkelse av dette.

Stoffprøvene av ny silke og bomull beskrevet i avsnitt 4.8 og 4.9 ble klippet i prøver på 7 x 7 cm og behandlet på samme måte som prøvene fra det historiske tekstilet. I tillegg til tekstilprøvene som ble utsatt for ulike rensesetester ble også ubehandlede tekstilprøver undersøkt som referanse og for å kontrollere analyse- og undersøkelsesmetodenes feilmargin. Dermed ble det lettere å kontrollere om endringene var et resultat av rensingen, eller av andre uforutsette påvirkningsfaktorer som oppbevaring og lignende.

7.2 Analyse av forsøksmaterialet før og etter rensing

Samme metoder som ble benyttet til å dokumentere og analysere forsøksmaterialet før utførte rensesetester ble også benyttet til å undersøke forsøksmaterialet etter rensing, for å avdekke eventuelle kvalitative og kvantitative endringer i metall og fibere på grunn av rensingen.

7.2.1 Visuell undersøkelse i arbeidsmikroskop og belysning med ultrafiolett lys

Alle prøvene ble undersøkt i arbeidsmikroskop og dokumentert fotografisk og skriftlig. Variasjoner i tilstand på tekstil og metall, fargeforskjeller og andre faktorer som kunne påvirke evalueringen av resultatet ble også registrert i form av skadekart. Faktorer som farge, graden av korrosjon, flekker, deformeringer og skader i på metalltråder og bunnstoff ble registrert for hver prøve både før og etter gjennomførte renseseter og deretter sammenlignet for å avdekke endringer.

Tekstilprøvene ble også undersøkt og fotografert i UV-lys for å se om tekstilet hadde urenheter eller lignende som fluoriserte på overflaten før behandling og om eventuelle rester av rensmiddel fluoriserte etter behandling. UV-lys kan eksempelvis avdekke endringer i fargen som følge av rensing (France 2005:7).

7.2.2 Strekkstyrketest av silke- og bomullsstoff

Strekkstyrketestene ble gjort på tilsvarende måte som beskrevet i avsnitt 4.8 for lettere å kunne sammenligne resultatene med den historiske silken. Strekkstyrken til både silke og bomull ble målt før og etter rensing. Alle prøvene var orientert langs renningen av tekstilet. For hver test ble fem prøver benyttet og eventuelle misvisende prøver ble ekskludert fra resultatet. Ut fra disse ble gjennomsnittet og standard avvik beregnet. Fibrenes strekkstyrke påvirkes av fuktighet, eksempelvis kan en fuktig bomullsfiber kan ha opptil 30 ganger høyere strekkstyrke enn en tørr bomullsfiber (Timar-Balaszky og Eastop 1998:34). Derfor ble tekstilprøvene klimatisert i 65 % RF i 12 timer før testing.

Siden stoffprøvene besto av ny silke og bomull ble det antatt at rensemetodene ikke ville ha en umiddelbar innvirkning på strekkstyrken. For å akselerere en eventuell nedbrytende effekt som rensemetoden kunne ha over lengre tid ble stoffprøvene utsatt for akselerert aldring sammen med ubehandlede referanser. Metoden er forklart i avsnitt 7.4.

7.2.3 Avdekke kjemiske og fysiske endringer med SEM og SEM-EDS

Elektronmikroskopet ble både benyttet til å se visuelle og fysiske endringer i materialet (forstørrelse 100 – 1500 x), eksempelvis mengden av smuss, korrosjon og mekaniske skader og til å måle kjemiske endringer mer kvantitativt. Prøver på ca 0,5 x 1,0 cm fra hver enkelt tekstilprøve ble undersøkt før og etter rensing. Prøvene ble tatt fra samme område på prøven for å unngå store variasjoner, og inneholdt både silkestoff og metalltråder. Alle prøvene ble karbonbestøvet for å gi et godt bilde av både stoff og metalltråder med kjernefiber.

Gjennom å sammenligne mikrografiene av metalltrådene (1500x) og tekstilet (100x) før og etter rensing kunne rensemetodenes effektivitet bedømmes, ved å se etter overflatestøv i form av partikler og graden av gjenværende korrosjon. Særlig områdene hvor metalltråden er senket gjennom bunnstoffet og de to materialene er i kontakt ble undersøkt, siden disse var mest utsatt for grønn og voluminøs korrosjon som var lett å kjenne igjen (350 x).

Elementanalyse ble tatt av både silkestoff, metalloverflaten på kobbertråden og den messingbelagte metalltråden. Disse dannet grunnlaget for en kvantitativ sammenligning av resultatet til rensemetodene. Eksempelvis ble mengden oksygen som ble målt på metalloverflatene på de ulike prøvene sammenlignet for å undersøke om dette kunne gi informasjon om patinalaget var bevart gjennom rensingen eller ikke. Også sinkinnholdet på overflaten av den messingbelagte metalltråden ble sammenlignet før og etter rensing for å se om dette var påvirket. Alle kjemiske målinger ble gjort med områdemåling og ikke punktmåling, for å øke nøyaktigheten av målingene.

7.2.4 Sammenligne pH i tekstilet

Et av målene med rensing, særlig våtrensing er å nøytralisere lave pH-verdier, og det er derfor viktig å vite utgangspunktet (Landi 1998:33). I etterkant av samtlige renseseter ble det gjennomført pH-målinger for å avdekke eventuelle pH-endringer i både silken i bunnstoffet og bomullen i kjernen av metalltrådene. På grunn av teknisk feil på det elektriske pH-meteret benyttet i forundersøkelsen ble pH-målingene utført med pH-strips med kolomerisk indikator. Disse regnes ikke som like nøyaktige som elektriske pH-metre, men gir likevel en god indikasjon på eventuelle endringer. For å kontrollere nøyaktigheten på målemetoden ble pH målt også av tre ekstaksjoner av ubehandlet silke og bomull for å kontrollere om det gav en differanse fra den tidligere målte pH-verdien på henholdsvis 3,6 og 5,0. Tre ekstrakter av hver tekstilprøve ble gjort etter samme metode som gitt i avsnitt 4.3, tatt fra ulike områder på den behandlede prøven og snittet beregnet.

7.3 Fremgangsmåter for rensemetodene

Nedenfor er fremgangsmåten for de syv rensemetodene som inngår i rensesforsøket gitt.

Fremgangsmetodene er basert på erfaringer fra tidligere forsøk på lignende materiale som kom frem av svarene på spørreundersøkelsen eller annen korrespondanse, samt faglitteratur.

Alle rensemetoder som inkluderer fuktige løsninger ble utført ved romtemperatur på 21° (± 1), siden både nedbrutt bomull og silke kan ta skade hvis de utsettes for høye temperaturer (Timar-Balaszky og Eastop 1998:36, 46). Siden bomull på den ene siden bevares best i svakt basisk miljø og

silke bevares best i svakt surt miljø ble alle vannholdige løsninger også bufret/nøytralisert til pH 7 ved å tilsette dråper med 0.1 M NaOH.

Det er anbefalt å oppbevare tekstiler som skal renses i vannholdige løsninger i et miljø med høy relativ fuktighet før rensing, for å unngå spenninger grunnet for raske svingninger i fuktighet (Johansen 2009:79). Derfor ble det gjort forsøk med å legge en tekstilprøve med metalltråder i et klimakammer laget av en mettet løsning med kaliumklorid, som holder en relativ fuktighet på 86 % ved romtemperatur (20° C). Forsøket var imidlertid mislykket, da det dannet seg kondens i kammeret av uvisse grunner, noe som førte til at dråper oppfuktet tekstilet. Derfor ble klimakammer ikke benyttet videre i forsøkene, og tekstilprøvene ble oppbevart i en relativ fuktighet på ca 45 %.

7.3.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser

For å drive en laser må man ha spesiell tillatelse og opplæring. Et godt resultat på et så komplekst forsøksmateriale som dette forutsetter også at personen som utfører rensingen har opparbeidet seg en viss erfaring med metoden. Det er ingen i Norge som ennå har investert i egnet laserutstyr, og derfor måtte forsøket settes bort til Fælleskonservering Øst i Helsingør i Danmark.

Innstillinger valgt for dette forsøket ble basert på forsøksresultater gjort på lignende materialer og særlig forsøk på silke, bomull og kobberlegeringer. Effekten av laserrensing er imidlertid vanskelig å beregne teoretisk siden alle materialer har en terskel for rensing av smuss og en terskel for overflateskade. Disse tersklene er materialavhengig, men påvirkes også av faktorer som hvor nedbrutt materialet er (von Lerber m.fl. 2007:316). Vanligvis finner man en energi som ligger midt mellom disse tersklene ved å teste på materialet, men siden forsøket ble satt bort til en annen, ble det heller gitt forslag til hvilke innstillinger som ut fra litteraturen ser ut til å fungere godt på samme type materialer.

Rensforsøkene ble gjort med en Nd:YAG laser av modellen *Leonardo* fra produsenten Quanta System. Denne laseren kan operere med bølgelengder på 266, 355, 532 og 1064 nm. Den har en fiksert repetisjonsrate på 25 Hz og pulslengde under 10 ns. Innstillingene som ble valgt ble derfor delvis bestemt ut fra laserens begrensninger i form av fiksert repetisjonsrate og pulslengde for hver bølgelengde. Med dette som grunnlag ble det valgt å teste effekten av bølgelengde på 532 nm, med en pulslengde på 6 ns og fluensverdi på 0.16 J/cm². En fluensverdi på 0.16 J/cm² kan eksempelvis oppnås med 50 mJ (0,05 J) pr puls og en strålediameter på ca 6,2 mm.

Bølgelengden på 532 nm ble valgt på grunnlag av at denne bølgelengden ved flere forsøk har gitt gode resultater på kobber og kobberlegeringer (Abdel-Kareem og Hariths 2008), samt at den virker mindre destruktivt på cellulosebasert materiale enn andre bølgelengder (Ochocińska m.fl.

2003; Kolar m.fl 2000:90) og kan rense silke uten at den tar skade (Von Lerber m.fl. 2007:319). Den ønskelige fluensverdien ble satt til mellom 0.16 – 0.2 J/cm². Denne fluensverdien har vist seg å være nok til å fjerne korrosjonsprodukter fra kobberoverflaten uten å skade forgyllingslag (Abdel-Kareem og Hariths 2008; Batishche m.fl. 2005), samtidig som at verdien ligger under terskelen for å skade overflaten på kobberlegeringer og fjerne patina på kobberlegeringer (Batishche m.fl. 2005; Kearns m. fl. 1998:775). Verdien ligger over terskelen for å fjerne overflatesmuss fra silke, men under terskelen for å risikere termisk nedbrytning i form av deformering og smelting i de krystallinske områdene (Krüger m.fl 2007; Von Lerber m.fl. 2007:319). Samtidig ligger verdien også under terskelen for å skade bomull (Ochocińska m.fl. 2003; Kolar m.fl 2000:90; Abdel-Kareem og Hariths 2008). Med andre ord skulle denne verdien i teorien være nok til å fjerne alle typer overflatesmuss fra både fibre og metalloverflaten uten å føre til kjemiske eller mekaniske skader.

De foreslåtte innstillingene ble imidlertid ikke benyttet under forsøket. Dette skyldes stort sett begrensninger i instrumentet og erfaringene av forundersøkelsen av de gitte innstillingene. Tester ble utført med de ønskede innstillingene på et testmateriale av det historiske tekstilet, men siden det ikke gav noen rensende effekt ble fluensverdien høynet til konservatoren kunne se en effekt og deretter ble fluensverdien beregnet (M. Westergaard, pers. komm 2009). Selve forsøket ble derfor utført med bølglengde 532 nm, repetisjonsrate på 25 Hz, pulslengde under 10 ns, en energistyrke på 0,14 J pr puls og en strålediameter på ca 6,2 mm. Dette gav en fluens på 0,47 J/cm². Testene i forkant av rensingen tok omtrent tre timer, mens selve rensingen ble gjort på under en time (vedlegg 9).

7.3.2 Mekanisk rensing med Er:YAG laser

Det er som tidligere nevnt ikke gjennomført mange forsøk med Er:YAG laser på lignende tekstiler. Men i et forsøk med Er:YAG på et historisk silketekstil gav en behandling med 2940 nm bølglengde, 5 Hz pulsfrekvens, 5 mJ per puls og fluens på 0.25 J/cm² ingen tydelige tegn på å skade silkefibre (Andreotti m.fl. 2007 B:217). I dette tilfellet var det ikke metalltråder i tekstilet og det var dekket av en kompleks blanding av leire og andre komponenter etter flomskade, som ikke kunne fjernes ved bruk av andre rensemetoder. Siden forsøksmaterialet i dette prosjektet ikke var dekket med like mye overflatesmuss og fordi metalltrådene ville generere varme ved en for høy fluensverdi var det ønskelig å benytte en fluens på omtrent 0.16 J/cm² på lik linje med forsøkene med Nd:YAG laser, og eventuelt senke denne til under 0.08 J/cm² hvis det oppstod en rødlig eller fiolett farge i kobberoverflaten. Dette for å unngå skader i silkestoffet og bomullskjernen. Det var også ønskelig å holde pulsfrekvensen så

lav som mulig for at metallet skulle kunne avkjøles noe mellom hver puls, og derfor ble en repetisjonsrate på 2-5 Hz foreslått, og en begrensning på 1-4 pulser per område gitt.

Laseravrensingen med Er:YAG laser ble av samme grunn som tidligere satt bort til Bevaringstjenesten Næstvedt, en annen konserveringsinstitusjon i Danmark. På grunn av begrensninger i laseren ble rensingen forsøkt gjort med 50 mJ styrke/puls, et stråleareal på ca 1 mm², en repetisjonsrate på 10 Hz og en pulslengde med makropulsering på 250 mikrosekunder, hvor hver puls inneholder flere mikropulseringer på 1 mikrosekund hver (Karen Urth, pers. komm, 2009). Grunnet tekniske problemer måtte imidlertid forsøket avbrytes, og rensingen kunne ikke gjennomføres.

7.4.3 Kjemisk rensing med deionisert vann og Synperonic A7

Tekstilprøven ble lagt i et vannbad av en liter destillert, nøytralisert vann tilsatt 0.2 g Synperonic A7, en konsentrasjon anbefalt av flere, blant annet Timar-Balaszky og Eastop (1998:211). Ved hjelp av rørepinne ble vannet holdt i sirkulasjon. Overflatesmuss ble også rensed/børstet forsiktig med en myk pensel. Tekstilet lå i løsningen i 20 minutter og ble deretter skylt i tre nøytraliserte vannbad på 500 ml i 15 minutter pr bad. Sirkulasjon i løsningen ble holdt ved hjelp av rørepinne. Deretter ble tekstilet forsiktig tørket for overflødig vann mellom to trekkpapir og lagt til lufttørring i romtemperatur.

7.4.4 Kjemisk rensing med deionisert vann, etanol og ammoniakk

Tekstilprøven ble lagt i en liter løsning av 50 % nøytralisert vann og 50 % etanol [C₂H₅OH], tilsatt 1 % ammoniakk [NH₃]. Løsningen hadde en svært basisk pH mellom 9 og 10. Tekstilprøven ble lagt i løsningen og denne ble holdt i sirkulasjon ved hjelp av rørepinne. Overflatesmuss ble også rensed/børstet forsiktig med en myk pensel. Tekstilet lå i løsningen i 20 minutter og ble deretter skylt i tre skyllebad på 500 ml i 15 minutter pr bad. Det første skyllebadet bestod av 50 % nøytralisert vann og 50 % etanol, neste av 30 % nøytralisert vann og 70 % etanol og neste av 100 % etanol. Vannet ble gradvis erstattet av løsemiddelet etanol for å unngå den negative effekten overflatespenningen av vann har når det fordamper. Deretter ble tekstilet forsiktig tørket for overflødig etanol med tørkepapir og lagt til lufttørring i romtemperatur. PH-verdien til de tre skyllebadene ble målt til henholdsvis 5, 6 og 7 etter skyllingen var gjennomført.

7.4.5 Kjemisk rensing med EDTA-løsning

EDTA-løsningen ble laget av 990 ml destillert vann, 10 ml rektifisert sprit (etanol tilsatt 2 % metylisobutylketon), 20 g EDTA - Dinatruimsalt [C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈, 2 H₂O] og 0,1 g Synperonic A7.

Løsningen ble bufret med 0.1 M NaOH til pH 7. Tekstilet fikk ligge i løsningen i 1 time fordi EDTA reagerer relativt sakte (Timar-Balaszky og Eastop 1998:246). Ved hjelp av rørepinne ble løsningen holdt i sirkulasjon med jevne mellomrom. Tekstilet ble deretter skylt i 3 vannbad bestående av 990 ml destillert, nøytralisert vann og 10 ml rektifisert sprit, 40 minutter i hvert bad. Så ble tekstilet tørket forsiktig mellom to trekkpapir og lagt til lufttørking i romtemperatur.

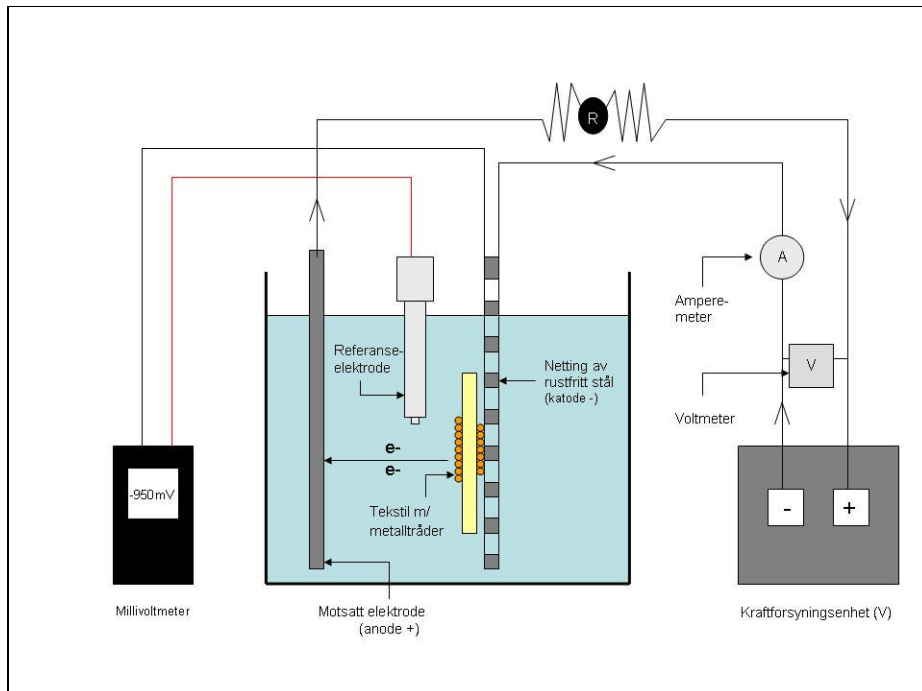
7.4.6 Kjemisk rensing med whitespritoløsning

Fremgangsmåten i denne metoden er basert på de observasjoner som ble gjort på Arne W. Nilsen Tepperenseri under rensingen av statsministeruniformen fra Kunstindustrimuseet beskrevet i vedlegg 8 og anbefalinger fra K. Nilsen (pers. komm. 2009). På grunn av størrelsen på tekstilprøven som utgjør prøvematerialet kunne ikke denne renses i maskinen på renseriet. Derfor ble det laget et oppsett som skulle ligne rensesprosessen i en mindre skala, hvor de samme løsningene som benyttes på renseriet er anvendt. I stedet for trommel med gjennomstrømmende løsemiddel ble prøven renses ved hjelp av flere løsemiddelbad. Områder med metalltråder på tekstilprøven ble først penslet med whitespritoløsning tilsatt 1 % rensforsterker, Benzapon Sanofres, på både overside og underside. Dette fikk trekke inn i 15 minutter før tekstilet ble lagt i en beholder med whitespritoløsning, også tilsatt 1% rensforsterker. For å simulere tromlingen ble det holdt en jevnlig sirkulasjon av løsningen ved hjelp av rørepinne. Sirkulasjonen av løsningen skulle bidra til å løsne smuss og partikler på både overflaten og lengre inn i tekstilet slik at det gikk ut i løsningen. For å hindre at partiklene ble avsatt på tekstilet igjen ble tekstilet flyttet over i nye bad. Totalt ble tekstilet senket i 5 bad. To bad med whitespritoløsning tilsatt tensid, og tre påfølgende bad i ren whitespritoløsning uten tensid. Hvert bad inneholdt ca 2,5 dl løsning og tekstilet var 5 minutter i hvert bad. Etter siste bad ble tekstilprøven tørket for overflatevæske mellom to trekkpapir og deretter lagt til lufttørking i romtemperatur.

7.4.7 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med potensialstyrt elektrolyse

Fremgangsmåten til denne metoden er basert på forsøkene til K. Stemann-Petersen og B. Taarnskov (2006:278-288) og råd fra B. Taarnskov (pers. komm. 2009). Oppsettet av forsøket er vist grafisk i figur 27. Etter råd fra B. Taarnskov (pers. komm. 2009) ble det valgt å benytte en elektrolytt på 0.1 M natriumnitrat [NaNO₃] under rensforsøket. Natriumnitrat har en pH på 6, og er derfor relativt nøytral. Under forsøkene til K. Stemann-Petersen og B. Taarnskov ble samme elektrolytt bufret til pH 5 med sitronsyre og natriumacetat. En lav pH bidrar til å løse opp fettholdige komponenter og mer korrosjonsprodukter av metaller, også av kobber og kobberlegeringer (Timar-Balaszky og Eastop 1998:218). Men en for lav pH er ikke ønskelig siden både silke og bomull brytes lettere ned i sure

miljøer. Derfor ble valgt å ikke senke pH-verdien under dette forsøket. Potensialet ble holdt ved -950 mV SCE under reduksjonen og ved $+645$ mV SCE under oksidasjonen. Ved å holde potensialet over -1150 mV unngår man utvikling av hydrogenbobler på metalloverflaten som kan føre til skadelige avsprengetninger (Stemann-Petersen og Taarnskov (2006:280)). Siden utstyr som potensiostat ikke var tilgjengelig ble potensialet observert og holdt ved ønskede verdier ved bruk av en referanseelektrode og et millivoltmeter som vist i figur 27.



Figur 27: Oppsettet av rensforsøket med potensialstyrt elektrolyse med 0.1 M natriumnitrat som elektrolytt. Illustrasjonen er laget av forfatteren.

Tekstilprøven ble sydd fast til et metallnett av rustfritt stål slik at det ble kontakt mellom metalltrådene og metallnettet som er koblet til kraftforsyningseenheten. Sammen utgjør disse katoden under reduseringen, mens under oksideringen går prosessen motsatt vei og da er metalltrådene anoden og platene av rustfritt stål katoder. En plate av rustfritt stål ble brukt som motsatt elektrode. For å kunne oppnå ønsket potensial under oksideringen ble en annen 0.1 M natriumnitratløsning brukt som motstand, vist som "R" i figur 28. Forsøket ble utført i en klar glassbeholder slik at tekstilet kunne observeres under hele forsøket. Kun ca $1,5$ cm av tekstilprøven ble nedsenket i elektrolytten under forsøket, resten av tekstilprøven var over vannoverflaten slik at disse områdene kunne sammenlignes. Metalltrådene ble behandlet med 3 minutter reduksjon (-950 mV SCE) og deretter 15 sekunder oksidasjon ($+645$ mV SCE) tre ganger i samme løsning, før tekstilet ble rensset/børstet forsiktig i vannbad. Under behandlingen ble den elektriske spenningen (V) som måtte til for å holde det ønskede

potensialet avlest sammen med den elektriske strømmen (A), og variasjonene er gitt i figur 28. Det tok imidlertid over 1 minutt å gå fra -950 mV til +645 mV, og denne tiden kommer derfor i tillegg. Totalt tok forsøket derfor 15 minutter å gjennomføre før tekstilet ble skylt i tre vannbad. For å minimere den destruktive effekten av immersjonen ble både elektrolytten og det første rensebadet tilsatt 0,1 g/L Synperonic A7 pr liter vann eller løsning. Både elektrolytt og rensebadene holdt romtemperatur på ca 21° C. Tekstilet ble skylt i 20 minutter i første bad, deretter 10 minutter i de følgende tre vannbadene før det ble tørket forsiktig mellom to trekkpapir og lagt til lufttørking i romtemperatur.

Potensiale	Tid	Volt	Milliampere
-950	3 min	ca 6,5 → 5,5	ca 50 → 25
+645	15 sek	ca 7,0	ca 150
-950	3 min	ca 6,5 → 5,5	ca 80 → 50
+645	15 sek	ca 8,0	ca 150
-950	3 min	ca 7 → 6	ca 100 → 60
+645	15 sek	ca 8,5	ca 150

Figur 28: Tabell over registrert volt- og ampere-verdi benyttet til å holde ønskede potensialverdier.

7.4 Akselerert aldring i klimakammer

Akselerert aldring er en metode som kan benyttes for å undersøke aldringsegenskapene til materialer, og er mye benyttet i sammenheng med å teste ulike konserveringsmetoder. Mange metoder er utviklet for dette, som tar i bruk ulike parametre som fuktighet, temperatur, stråling og pH. Akselerert aldring er en noe omtalt metode, fordi det ikke nødvendigvis gjengjenskaper det samme nedbrytningsmønsteret som et historisk materiale vil kunne gjennomgå i virkeligheten (Young 2005). Men metoden kan likevel gi en indikasjon på hvilke langtidseffekter rensemetodene kan føre til i enkelte tilfeller, eksempelvis ved langvarig uegnet oppbevaring. Under dette forsøket ble det ikke tatt i bruk noen standard metode for kunstig aldring på grunn av begrensninger i tid. For å få en indikasjon på langtidseffekten av metodene ble prøvene av både det historiske tekstilet og de nye stoffene av silke og bomull lagt i et klimakammer som holdt 100 % RF og 60 grader i 14 dager. Deretter ble prøvene undersøket visuelt for å se om det var ulik korrosjonsrate eller lignende. De nye stoffprøvene av silke og bomull ble testet mekanisk i strekkstyrketest får å avdekke om behandlingene kunne føre til redusert styrke. Endringene som følge av rensing med de ulike metodene og etterfølgende akselerert aldring er oppsummert i følgende kapittel.

8. Resultat av forsøk

Resultatene av de visuelle, kjemiske og mekaniske undersøkelsene som ble utført før og etter rensing med de seks ulike rensemåtene er oppsummert i dette kapitlet. Evaluering og en sammenlignende gjennomgang av resultatene er gitt i kapittel 9.

8.1 Visuelle endringer observert i optisk mikroskop

Visuelle endringer i form av faktorer som farge, flekker, deformasjoner, mengde overflatestøv og metalltrådenes utseende er gitt fotografisk og skriftlig i de følgende avsnittene. Fotografierne er tatt under samme lysforhold og skal derfor gi en riktig fargegjengivelse. Dimensjonene på prøvene er ikke konstant på før- og etterbildene fordi det ble tatt ut prøver til analyser og undersøkelse underveis i prosessen. For bedre fargegjengivelse henvises det til pdf-versjonen av oppgaven.

8.1.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser

Figur 29-34 viser de visuelle endringene som kunne observeres på makronivå etter at tekstilprøvene ble rensert med Nd:YAG laser og deretter utsatt for akselerert aldring. Verken silke eller bomull endret farge etter rensingen (figur 29 og 30), og det var ingen tegn til brennskader på fibrene. Gulbrune flekker ble kraftig redusert, men er fortsatt synlig. Det meste av overflatestøv og partikler er rensert bort, men det er mer smuss igjen etter denne rensingen sammenlignet med våtreningsmetodene. Særlig er det gjenliggende smuss og partikler bak metalltrådene og der metalltrådene er dekket av stoff. Den akselererte aldringen førte imidlertid til tydelige visuelle endringer i både stoff og metall (figur 31).

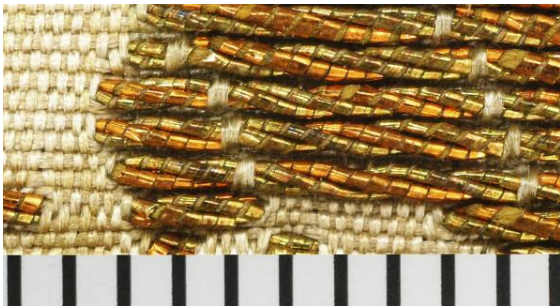


Figur 29: Tekstilprøve før rens.

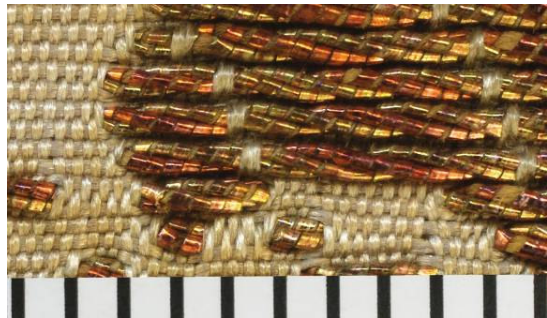
Figur 30: Tekstilprøve etter rens med Nd:YAG laser.

Figur 31: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring.

Metallet ser blankere ut på makronivå (figur 32 og 33), men på mikronivå var det tydelig at metallet har endret noe farge, og det er en stor fargevariasjon, fra lys rosa til gul og oransje. Messinglag så ut til å være bevart. Metalloverflaten har imidlertid ikke en uniform farge, men er noe ujevn. Det sorte laget på messingoverflaten så ut til å være fjernet. Det meste av grønn korrosjon ble fjernet, men noen områder der metalltråden er dratt gjennom silkestoffet, og på baksiden er ikke rensingen fullstendig. Etter akselerert aldring var metalltrådene svært korroderte, særlig metalltrådene som opprinnelig var messingfarget. Oksideringen gjorde metallet matt og grå i fargen (figur 34).



Figur 32: Detaljbilde av tekstilprøve før rens.



Figur 33: Detaljbilde av samme område etter rens med Nd:YAG laser.



Figur 34: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring.

8.1.2 Mekanisk rensing med Er:YAG laser

På grunn av en teknisk feil som oppstod under forsøkene på materialet, kunne dessverre ikke forsøkene gjennomføres og evalueres. Forsøket vil imidlertid gjennomføres når laseren er reparert for å undersøke potensialet av rensemetoden på denne materialgruppen.

8.1.3 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7

Figur 35-40 viser de visuelle endringene som kunne observeres etter at tekstilprøvene ble rensset med vann og Synperonic A7 og deretter utsatt for akselerert aldring. Fargen på silken eller bomullskjernen ble tilsynelatende ikke endret (figur 35 og 36). Gulbrune flekker ble redusert, men ikke fullstendig

vasket ut. Svellingen og krympingen hadde ført til noe deformasjoner i form av bukler (figur 36). Området med skjør renningstråd er forverret, trolig har området mistet en del fibermasse. Overflatestøv og partikler er rensset bort, noe som har ført til at silken fremstår som mer glansfull. Partikler er også fjernet fra bak metalltrådene og lignende.



Figur 35: Tekstilprøve før rens.

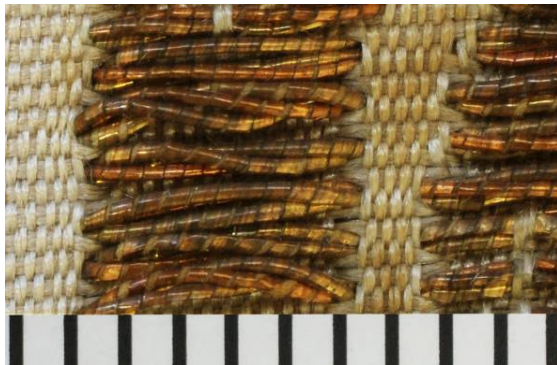


Figur 36: Tekstilprøve etter rens med vann og Synperonic A7.

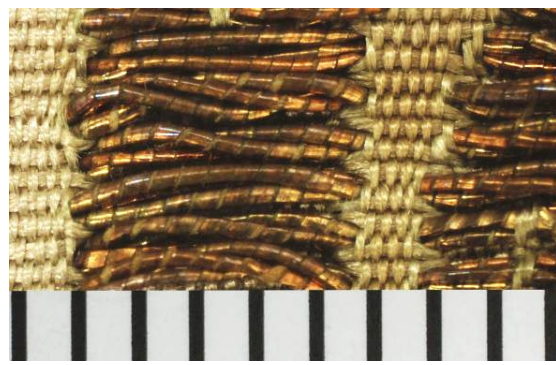


Figur 37: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring.

Metalltrådene er relativt uendret i utseende også på mikronivå (figur 38 og 39), men er blankere fordi overflatesmuss er fjernet. Messingslaget på metalltrådene er bevart, det samme er oksidasjonslaget /patinaen på både messing og kobber. Noe grønn korrosjon er fjernet, men stort sett er denne gjenværende. Den akselererte aldringen førte ikke til dramatiske endringer, men forsterket flekker og misfarginger som allerede var til stede på stoffet (figur 37 og 40).



Figur 38: Detaljbilde av tekstilprøve før rens.



Figur 39: Detaljbilde av samme område etter rens med vann og Synperonic A7.



Figur 40: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring.

8.1.4 Kjemisk rensing med vann, etanol og ammoniakk

Figur 41-46 viser de visuelle endringene som kunne observeres etter at tekstilprøvene ble rensset med vann, etanol og ammoniakk og deretter utsatt for akselerert aldring. Silken hadde tydelig endret farge, fra beige til en lysere grå valør. Silkestrådene som holder metalltrådene nede hadde særlig fått en synligere og mørkere grå farge. Gulbrune flekker var ikke vasket ut. På grunn av svelling og krymping hadde tekstilet også bølget seg noe. Overflatestøv og partikler ble rensset bort, men tekstilet fikk likevel ikke en høyere glans, og så mattere ut. Den akselererte aldringen førte til tydelige visuelle endringer i både stoff og metall (figur 43).



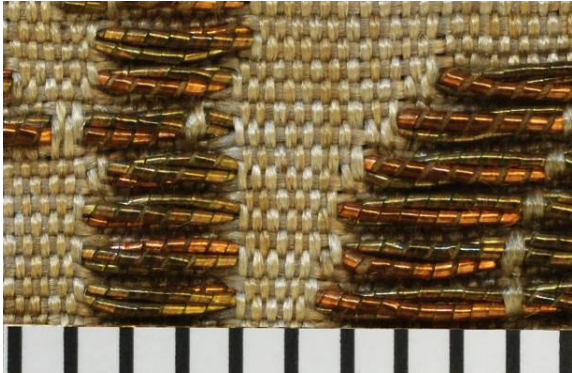
Figur 41: Tekstilprøve før rens.

Figur 42: Tekstilprøve etter rens med vann, etanol og ammoniakk.

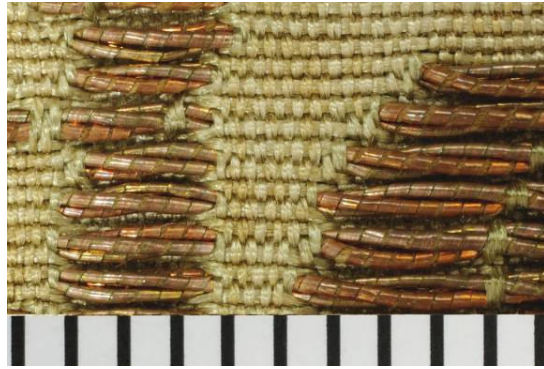
Figur 43: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring.

På mikronivå så mer eller mindre all messing ut til å være fjernet slik at alle overflater fikk en mer rødlig farge (figur 44 og 45). Det kunne også se ut til at metoden hadde fjernet oksidasjonslaget/patina på både kobber- og messingtrådene siden fargene på metalloverflaten varierte fra lys rosa til oransje. Metalltrådene hadde fått en relativt blank overflate, men på grunn av en grålig

valør kan den virke litt mattere. All grønn korrosjon ble fjernet. Etter akselerert aldring var metalltrådene svært korroderte, noe som gav metalltrådene en matt og grå farge (figur 46).



Figur 44: Detaljbilde av tekstilprøve før rens.



Figur 45: Detaljbilde av samme område etter rens med vann, etanol og ammoniakk.



Figur 46: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring.

8.1.5 Kjemisk rensing med EDTA-løsning

Figur 47-52 viser de visuelle endringene som kunne observeres etter at tekstilprøvene ble rensset med EDTA-løsning og deretter utsatt for akselerert aldring. Ingen fargeendring i verken silke eller bomull kunne observeres etter rensingen og gulbrune flekker var mer eller mindre fullstendig fjernet (figur 47 og 48). På grunn av svelling og krymping hadde tekstilet bølget seg noe. Overflatestøv og partikler ble effektivt rensset bort, også bak metalltråder og lignende. Den akselererte aldringen førte ikke til dramatiske endringer, men forsterket flekker og missfarginger som allerede var til stede på stoffet (figur 49).

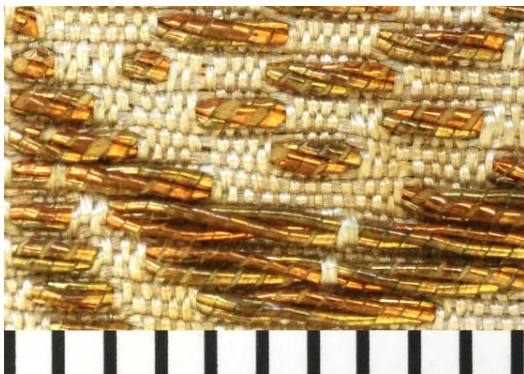


Figur 47: Tekstilprøve før rens.

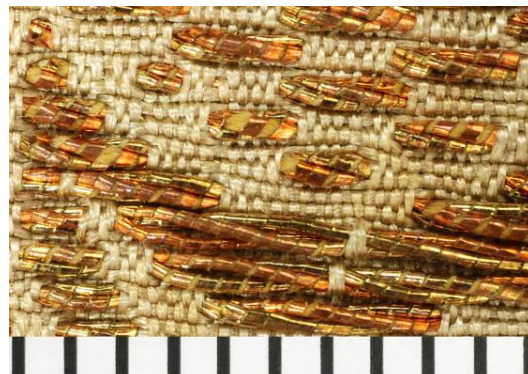
Figur 48: Tekstilprøve etter rens med EDTA-løsning.

Figur 49: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring.

Metalltrådene ble synlig blankere etter rensing både på makronivå og mikronivå (figur 50 og 51), men det er ingen fargeendringer mot rosa som på metalltrådene rensset med laser og ammoniakk-løsning. Det sorte oksidasjonslaget på messingtrådene så ut til å være fjernet, og etterlot en mer gyllen messingfarget metalloverflate. Grønn korrosjon ble nærmest fullstendig fjernet, kun få antydninger var å se der metalltrådene er dratt gjennom silkestoffet. Akselerert aldring gav heller ingen indikasjoner på langtidsskadende effekt av rensetemetoden (figur 52).



Figur 50: Detaljbilde av tekstilprøve før rens.



Figur 51: Detaljbilde av samme område etter rens med EDTA-løsning.



Figur 52: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring.

8.1.6 Kjemisk rensing med white sprit-løsning

Figur 53-58 viser de visuelle endringene som kunne observeres etter at tekstilprøvene ble rensert med white sprit-løsning og deretter utsatt for akselerert aldring. Fargen på verken silke eller bomull ble endret som følge av rensingen (figur 53 og 54). Gulbrune flekker ble ikke vasket ut eller dempet. Siden tekstilet ikke hadde gjennomgått svelling og krymping var det ikke noen deformasjoner å se. Overflatestøv og partikler ble effektivt rensert bort. Den akselererte aldringen førte til synlige visuelle endringer på både stoff og metalloverflate (figur 55).

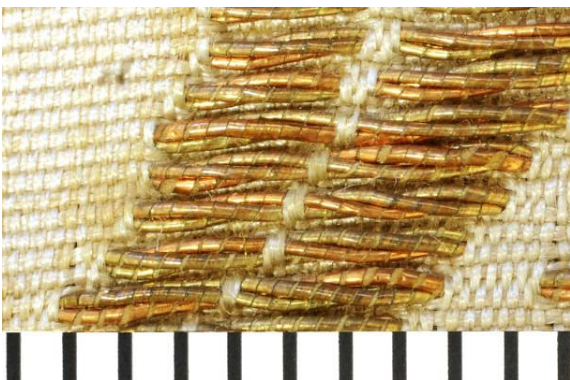


Figur 53: Tekstilprøve før rens.

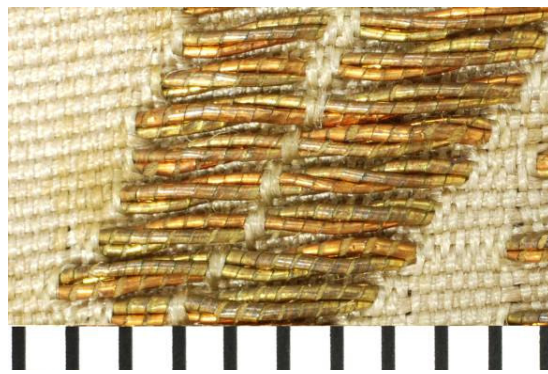
Figur 54: Tekstilprøve etter rens med white sprit-løsning.

Figur 55: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring.

Metalltrådene så relativt uendret ut på mikronivå (figur 56 og 57), men så blankere ut fordi overflatesmuss er fjernet. Messingslaget på metalltrådene så ut til å være bevart, det samme var det sorte oksidasjonslaget på messingen. Noe grønn korrosjon ble rensert bort, men noen områder der metalltråden er dratt gjennom silkestoffet har gjenværende korrosjon. Etter akselerert aldring var metalltrådene relativt oksiderte og hadde fått en mørkere og mattere farge (figur 58).



Figur 56: Detaljbilde av tekstilprøve før rens.



Figur 57: Detaljbilde av samme område etter rens med white sprit-løsning.



Figur 58: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring.

8.1.7 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med elektrolyse

Figur 59-64 viser de visuelle endringene som kunne observeres etter at tekstilprøvene ble rensset med elektrolyse og deretter utsatt for akselerert aldring. Fargen på silken endret fra beige til grå etter gjennomført rensing, noe som er spesielt synlig i områdene rundt metalltrådene (figur 59 og 60). Gulbrune flekker er reduserte, men fortsatt noe synlig. På grunn av svelling og krymping hadde tekstilet bølget seg noe. Støv og partikler ble rensset bort fra tekstilprøven i de områdene som lå over elektrolyttløsningen under elektrolysen. Området som ble utsatt for elektrolyse så imidlertid ut til å holde på støvpartiklene. I disse områdene ser det ut til at partikler har festet seg framfor å vaskes bort (figur 63). Den akselererte aldringen førte til moderate visuelle endringer på både stoff og metall (figur 61 og 64). De elektrolyserensede metalltrådene fikk et mattere og mer grålig utseende enn originalt (figur 62 og 63). Messinglaget ser ut til å være fullstendig fjernet ut fra fargen å bedømme. All grønn korrosjon ser imidlertid ut til å være fjernet. Etter akselerert aldring var metalltrådene relativt oksiderte og hadde fått en mørkere og mattere farge (figur 64).



Figur 59: Tekstilprøve før rens.

Figur 60: Tekstilprøve etter rens med elektrolyse. Streken markerer området som ble utsatt for elektrolyse.

Figur 61: Tekstilprøve etter rensing og akselerert aldring.



Figur 62: Detaljbilde av et område som ikke var nedsenket i elektrolytten under renseforsøket.



Figur 63: Detaljbilde av et område som var nedsenket i elektrolytten under renseforsøket.



Figur 64: Detaljbilde av samme området etter akselerert aldring.

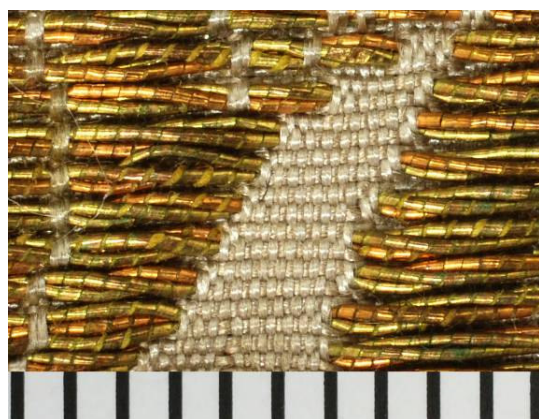
8.1.8 Ubehandlet kontrollprøve utsatt for akselerert aldring

Figur 65-68 viser de visuelle endringene som kunne observeres etter at en ubehandlet tekstilprøve ble utsatt for akselerert aldring. Silkestoffet i tekstilet hadde endret farge, mot en mørkere brun valør, særlig i områdene nære metalltråder (figur 65 og 66). Disse områdene har et grønnlig skjær i fargen. Flekker som i utgangspunktet ikke var særlig fremtredende ble forsterket og kom tydeligere frem. Metalloverflatene på både kobbertrådene og de messingbelagte trådene hadde endret farge. Særlig de slitte toppene av metalltrådene, som trolig er uten et beskyttende patinalag, har fått en dypere rød farge, men samtidig også en mer grålig valør. Metallglansen ble redusert på grunn av dette grålige laget. Mye av den opprinnelige gylne fargen på messingoverflaten hadde også endret seg mot en rødere fargekarakter (figur 67 og 68).



Figur 65: Tekstilprøve før akselerert aldring.

Figur 66: Tekstilprøve etter akselerert aldring.



Figur 67: Detaljbilde av tekstilprøve før akselerert aldring.



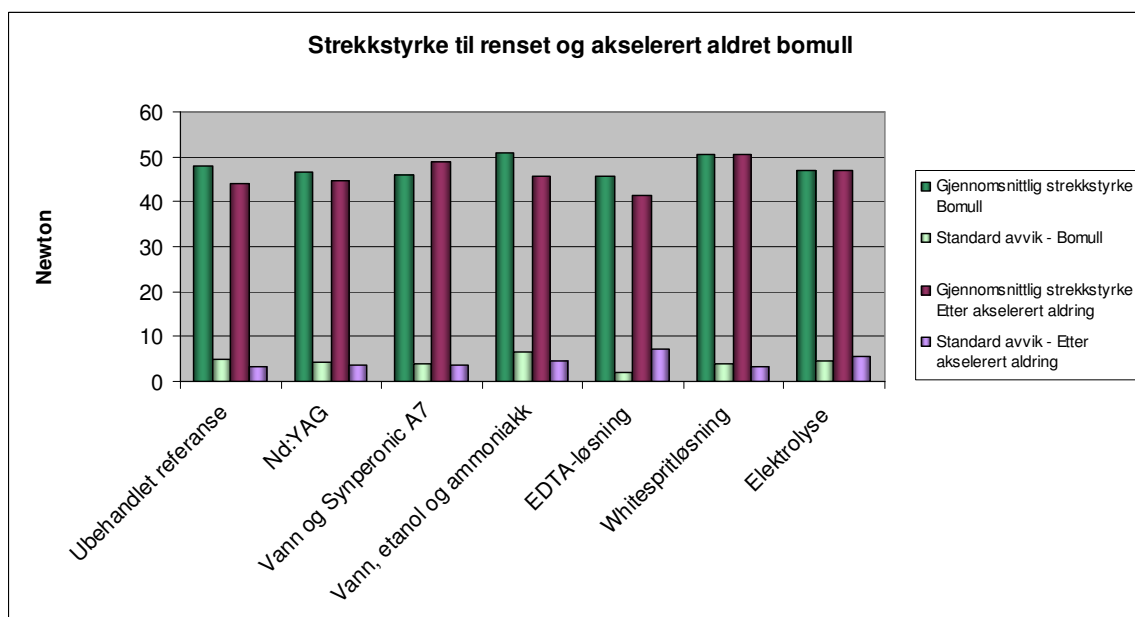
Figur 68: Detaljbilde av samme område etter akselerert aldring.

8. 2 Mekaniske endringer strekkstyrke

Den målte strekkstyrken til de ubehandlede, behandlede og akselerert aldrede stoffprøvene av silke og bomull er gitt i diagrammene nedenfor (figur 69 og 70). Hver måling er gitt som gjennomsnittet av 5 målinger sammen med standardavviket på målingene. Strekktestene viste ingen dramatiske endringer i strekkstyrken til verken silke eller bomull på grunn av rensemetodene. Det er imidlertid en tydelig tendens at strekkstyrken til både silke og bomull minker når det utsettes for akselerert aldring, bortsett fra målingen på bomull behandlet med vann og Synperonic A7. Variasjonene i strekkstyrken kan ikke med sikkerhet krediteres mekaniske endringer som følge av rensing, men kan også skyldes naturliger variasjoner i materialet og feilmargin i testmetoden. Dette er tydelig når man sammenligner strekkstyrken til de behandlede stoffene med de ubehandlede, hvor den ubehandlede silken og bomullen i noen tilfeller har lavere registrert strekkstyrke enn de rensede. I tillegg er det målt høye verdier på standard avvik, opptil 3,2 på målinger av silken og 7,3 på bomullen. Bomullstoffet viste seg å ha omtrent dobbelt så høy strekkstyrke som silkestoffet.



Figur 69: Diagrammet viser sammenlignende strekktester på ny silke renset med seks ulike metoder og akselerert aldret.

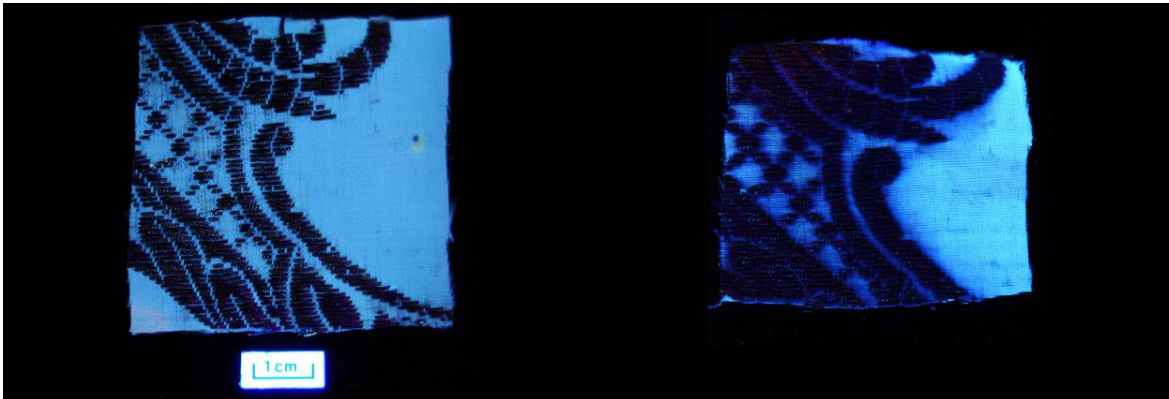


Figur 70: Diagrammet viser sammenlignende strekktester på ny bomull renset med seks ulike metoder og akselerert aldret.

8.3 Endringer av fluorescens

Bilder av samtlige tekstilprøver fotografert i ultrafiolett lys før og etter rensing er gitt i vedlegg 3. Prøvene som ble renset med Nd:YAG laser, EDTA-løsning og white sprit-løsning viste ingen endringer i fluorescens, men på alle de andre metodene som inkluderte våtrensing med vannholdige løsninger er det endringer i varierende grad. Det ser ut til at noe, mulig metallioner, har trukket ut av

metalltrådene og inn i det omliggende tekstilet. Dette kommer tilsyne gjennom mørke flekker i områdene rundt metalltrådene. Fenomenet er mest fremtredende på tekstilet som ble utsatt for rensing med vann, etanol og ammoniakk (figur 71 og 72). Disse områdene kan også sees som noe mørkere i vanlig lys. Elementanalysen av stoffet i disse områdene gav en svak økning i prosent av detektert kobber (vedlegg 10), men trolig ikke nok til å kunne konkludere med at det er dette som har ført til fargeendring.

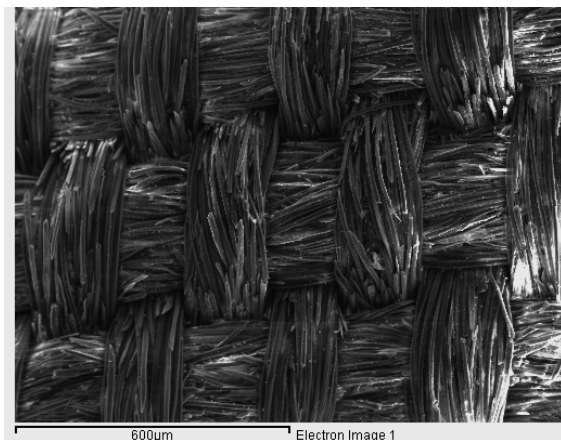


Figur 71: Tekstilprøve belyst med UV-lampe før rensing.

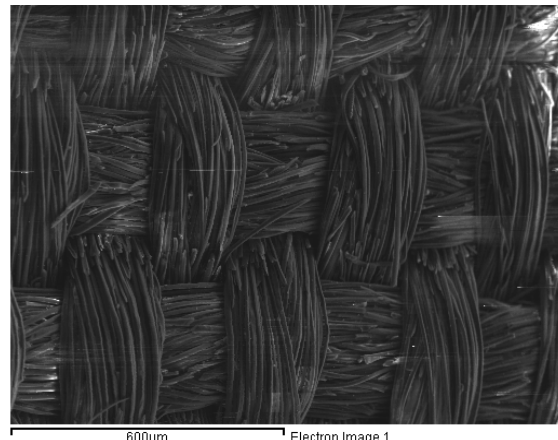
Figur 72: Tekstilprøve belyst med UV-lampe etter rensing med vann, etanol og ammoniakk.

8.4 Kjemiske og fysiske endringer avdekket i SEM-EDS

Ingen av prøvene som ble undersøkt viste noen klare tendenser til visuelle endringer i overflaten av tekstilet, bortsett fra mengden overflatesmuss, som er beskrevet i avsnitt 8.1. Ett eksempel på mikrografier (100x) av tekstilet før og etter rens er gitt i figur 73 og 74 nedenfor. Mikrografier og elementanalysene av stoffet på de forskjellige prøvene før og etter rensing med de respektive rensemetodene er gitt i vedlegg 10.



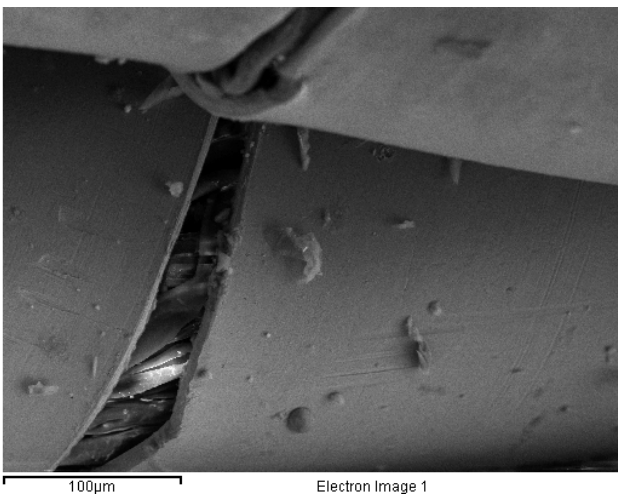
Figur 73: Mikrografi (100x) av tekstilets overflate før behandling.



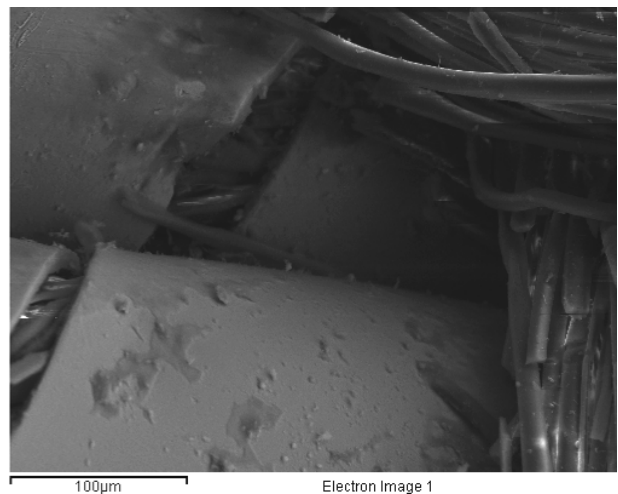
Figur 74: Mikrografi (100x) av tekstilets overflate etter rensing med white sprit-løsning.

Renseeffektiviteten var imidlertid lettere å se visuelt på metalltrådene, spesielt i overgangen mellom metalltråd og tekstil der tråden var i kontakt med tekstilet. Figur 75 til 92 viser mikrografier (350x) av områder på metalltråden før og etter rensing med de seks forskjellige rensemetodene, sammen med diagrammer som viser grunnstoffanalysene gjort av overflaten på kobbertråden og den messingbelagte tråden. Diagrammene viser kun innholdet av oksygen, kobber og sink. Det har imidlertid blitt ytret skepsis mot å tolke oksygeninnhold på metalloverflater lest med SEM-EDS, for selv om oksygeninnholdet måles er ikke tallene pålitelige nok (Korenberg og Baldwin 2006:3). Oksygen er likevel tatt med i diagrammene nedenfor for å gi et mer helhetlig bilde av analysen (figur 77, 80, 83, 86, 90 og 93). I vedlegg 10 er alle grunnstoffer som ble detektert før og etter rensing vist.

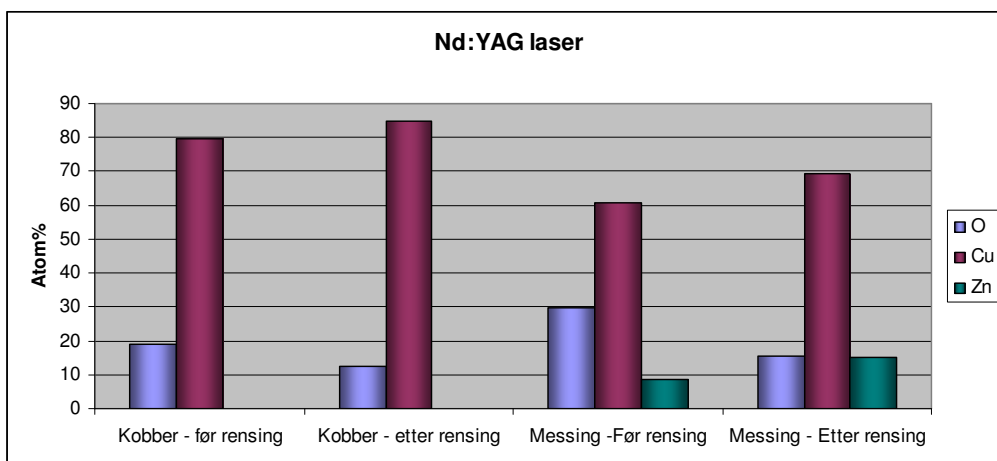
Mikrografiene av metalltrådene renses med Nd:YAG laser (figur 75 og 76), vann og Synperonic A7 (figur 78 og 79) og white sprit-løsning (figur 88 og 89) viser at det fortsatt ligger noe korrosjon på metalltråden der den er trukket gjennom silkestoffet. Mikrografiene av metalltrådene renses med vann, etanol og ammoniakk (figur 81 og 82) og EDTA-løsning (figur 84 og 85) og elektrolyse (figur 91 og 92) viser imidlertid ingen eller få tegn til gjenværende korrosjon.



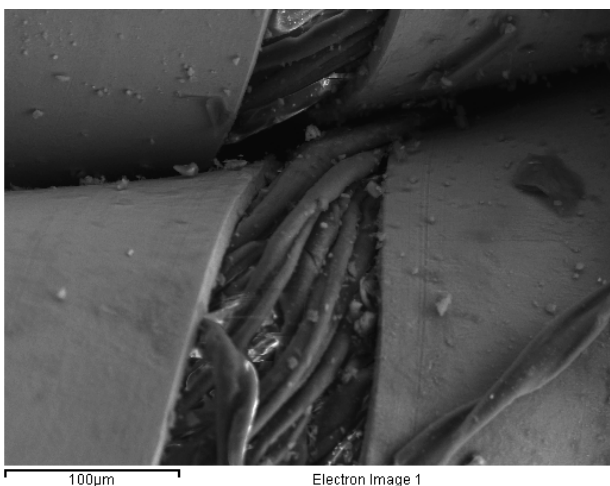
Figur 75: Mikrografi (350x) av område med smuss på metalltrådene før rensing med Nd:YAG laser.



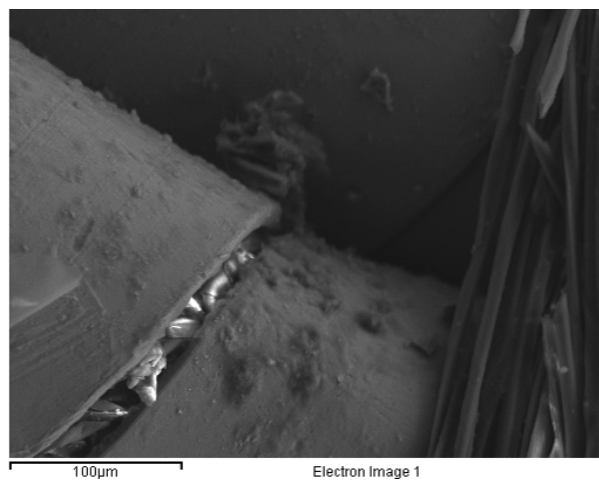
Figur 76: Mikrografi (350x) av område forsøkt renses for smuss med Nd:YAG laser.



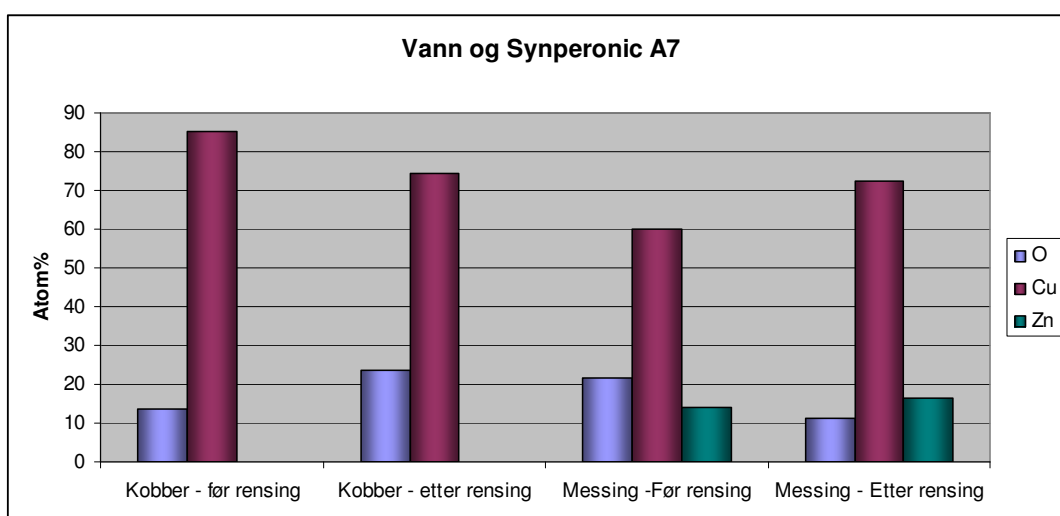
Figur 77: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på metalloverflatene før og etter rensing med Nd:YAG laser.



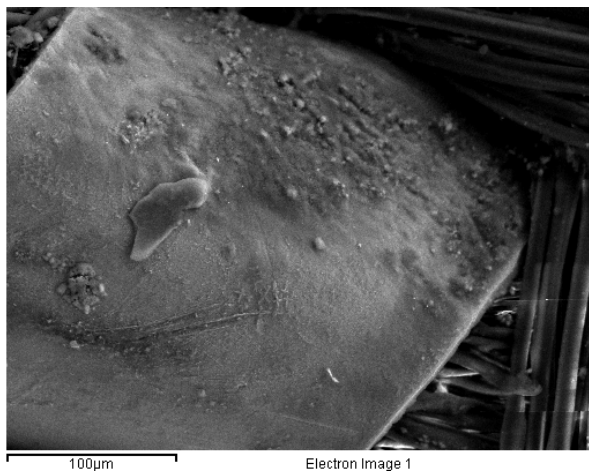
Figur 78: Mikrografi (350x) av område med smuss på metalltrådene før rensing med vann og Synperonic A7.



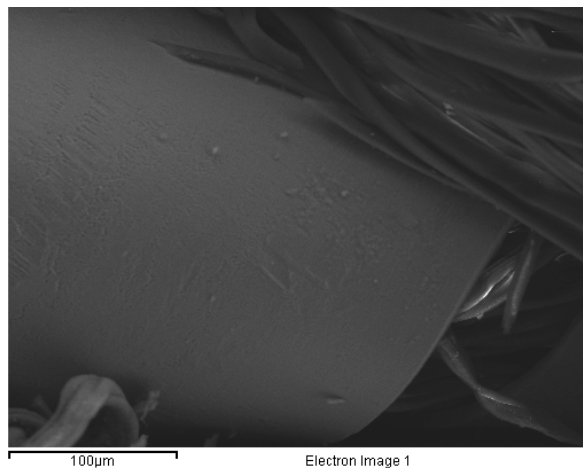
Figur 79: Mikrografi (350x) av område forsøkt rensert for smuss med vann og Synperonic A7.



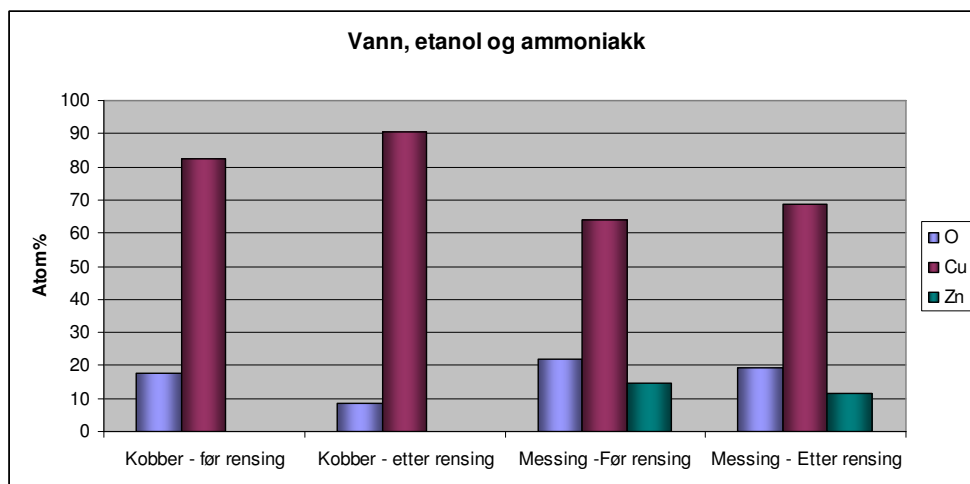
Figur 80: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på metalloverflatene før og etter rensing med vann og Synperonic A7



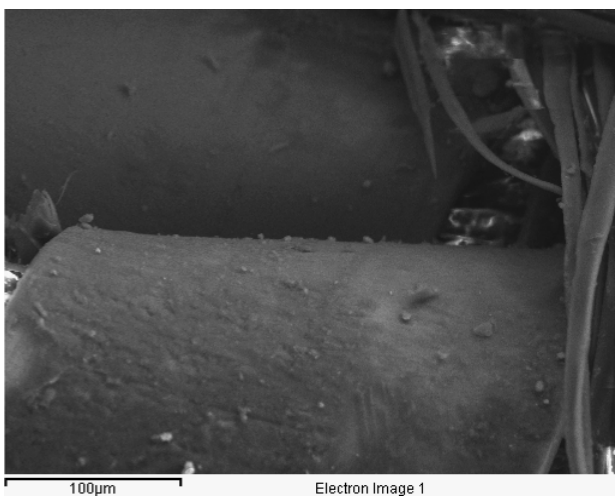
Figur 81: Mikrografi (350x) av område med smuss på metalltrådene før rensing med vann, etanol og ammoniakk.



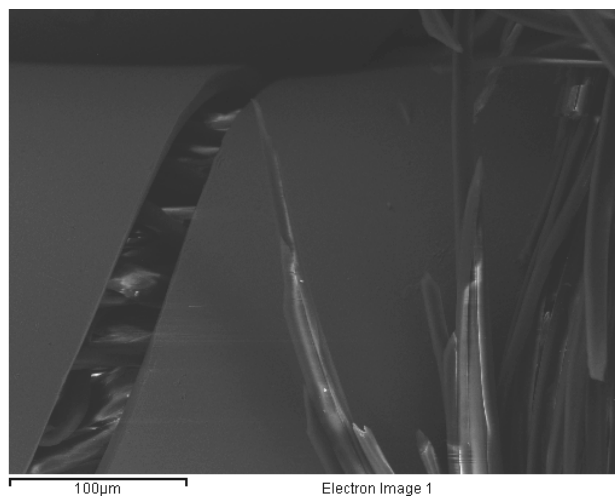
Figur 82: Mikrografi (350x) av område forsøkt rensset for smuss med vann, etanol og ammoniakk.



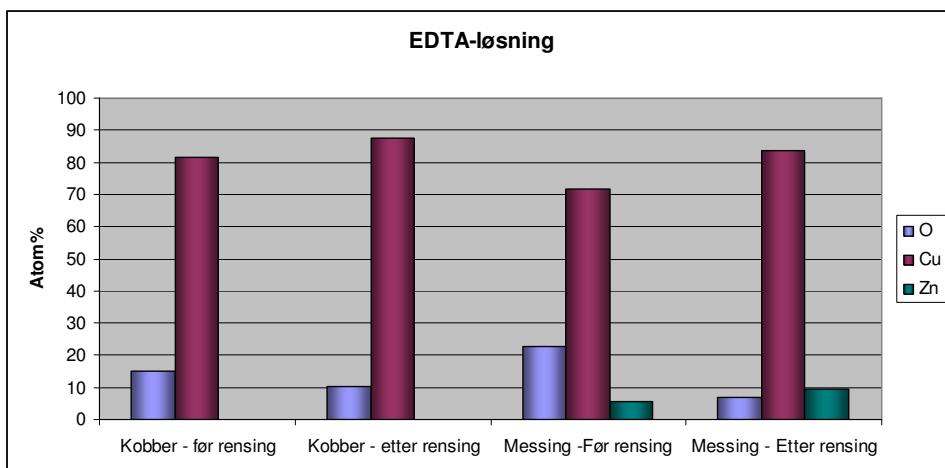
Figur 83: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på metalloverflatene før og etter rensing med vann, etanol og ammoniakk.



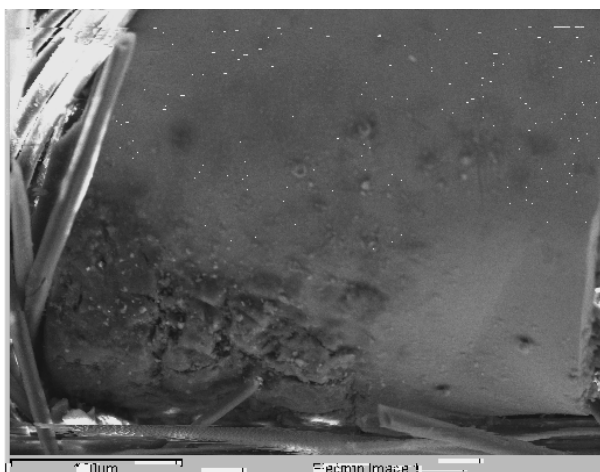
Figur 84: Mikrografi (350x) av område med smuss på metalltrådene før rensing med EDTA-løsning.



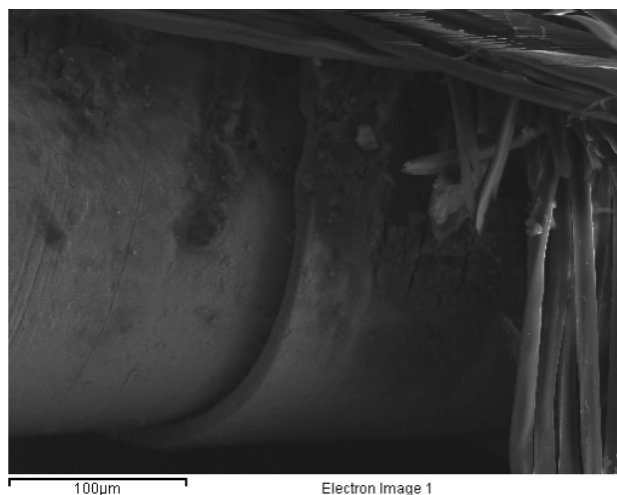
Figur 85: Mikrografi (350x) av område forsøkt rensset for smuss med EDTA-løsning.



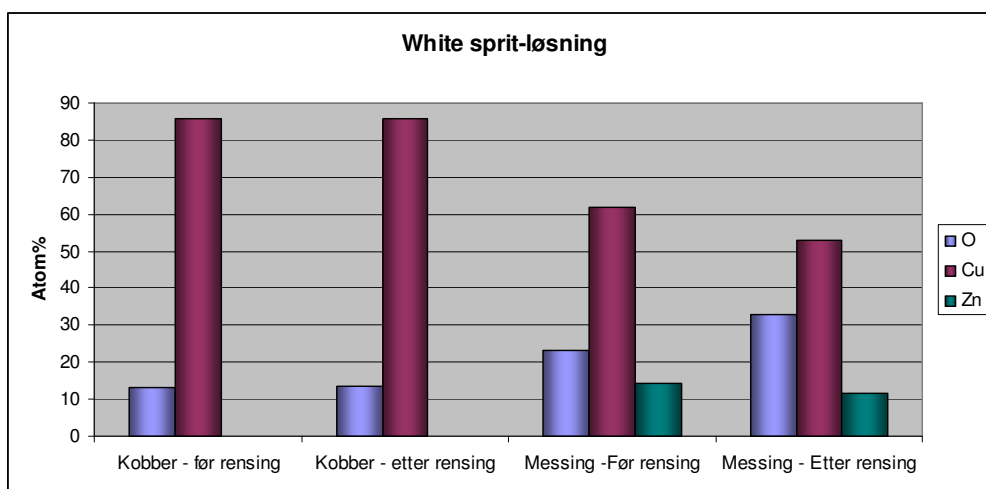
Figur 86: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på metalloverflatene før og etter rensing med EDTA-løsning.



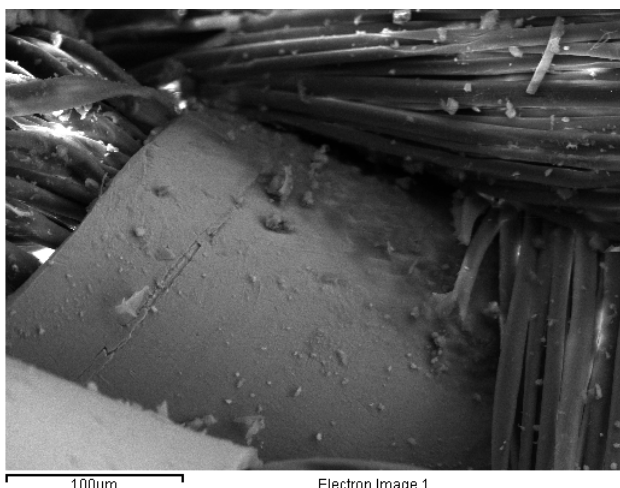
Figur 87: Mikrografi (350x) av område med smuss på metalltrådene før rensing med white sprit-løsning.



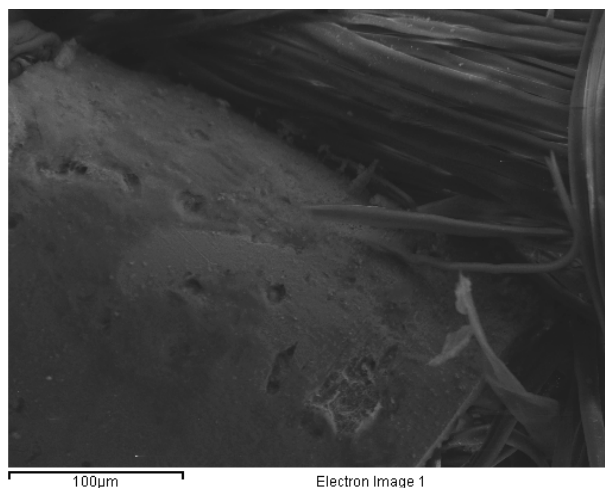
Figur 88: Mikrografi (350x) av område forsøkt rensert for smuss med white sprit-løsning.



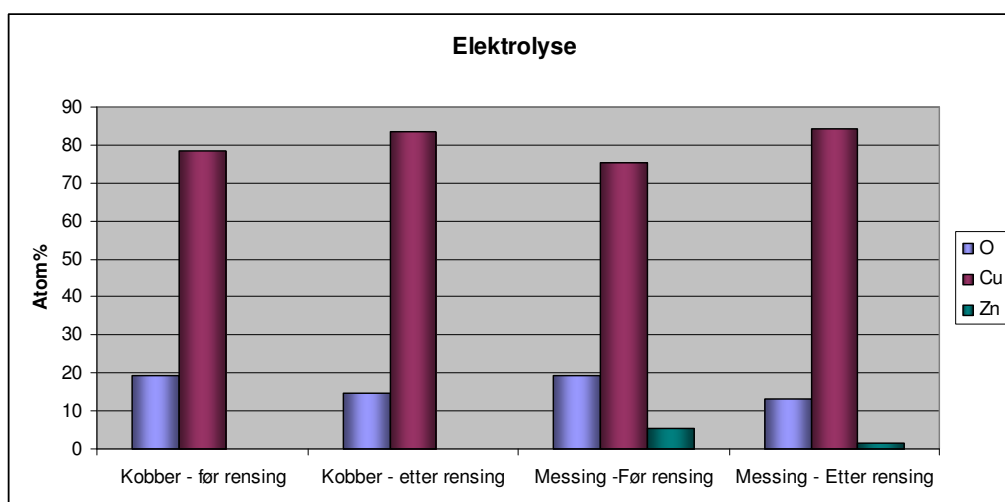
Figur 89: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på metalloverflatene før og etter rensing med white sprit-løsning.



Figur 90: Mikrografi (350x) av område med smuss på metalltrådene før rensing med elektrolyse.

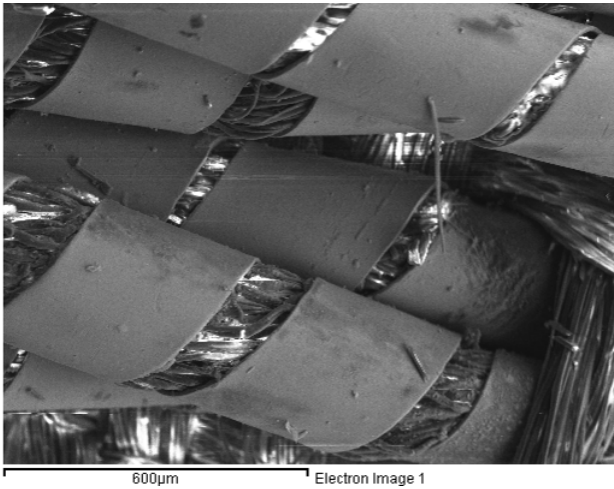


Figur 91: Mikrografi (350x) av område forsøkt renses for smuss med elektrolyse.

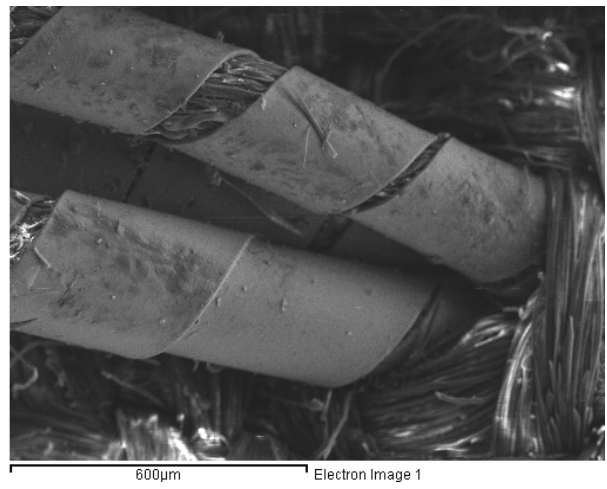


Figur 92: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på metalloverflatene før og etter rensing med elektrolyse.

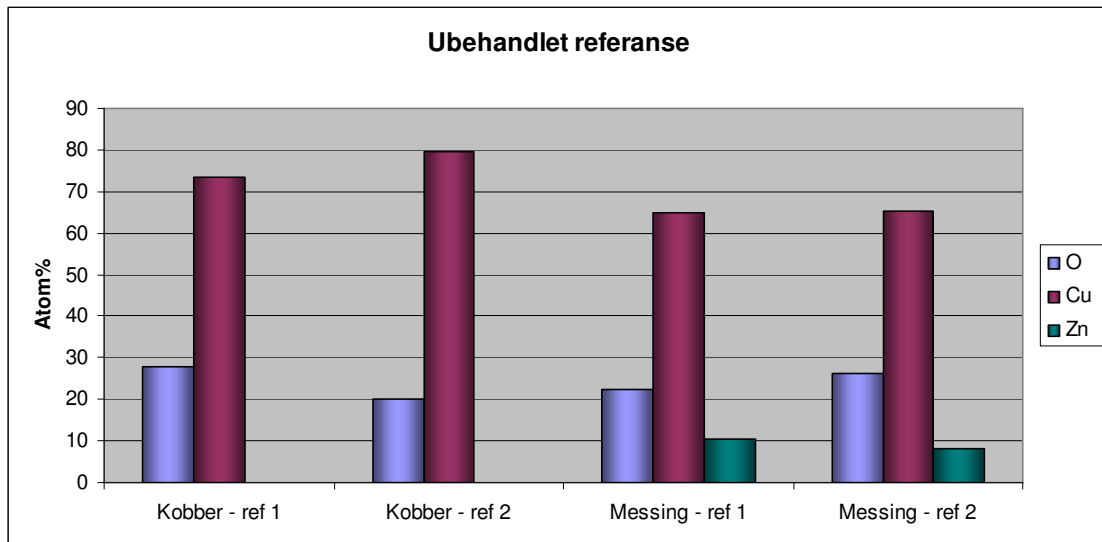
Figur 93 og 94 viser mikrografier (100x) tatt av to nærliggende områder på en ubehandlet referanseprøve. Variasjonen i mengden smuss er tydelig, selv om prøven er ubehandlet. Dette viser at metoden har en viss feilmargin, siden tilstanden og mengden smuss på prøvene varierer stort, selv innenfor små områder. Figur 95 viser en grafisk fremstilling av elementanalysen som ble gjort på de to typene metalltråder og viser at forholdene mellom atomprosentene til kobber, oksygen og sink også varierer mellom områder som er ubehandlet.



Figur 93: Mikrografi (100x) av område med smuss på metalltrådene på første ubehandlet referanseprøve.



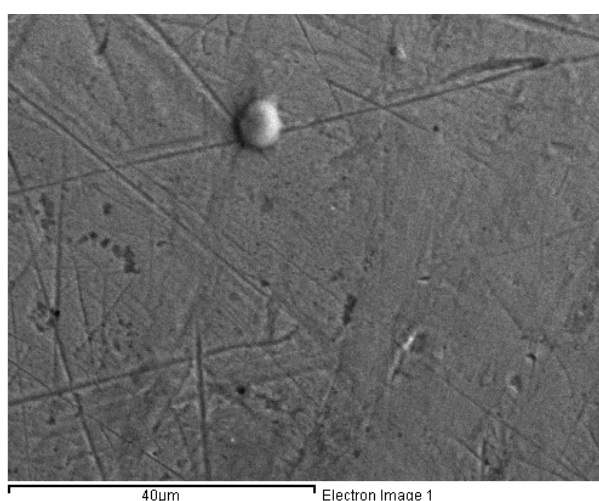
Figur 94: Mikrografi (100x) av område med smuss på metalltrådene på en annen ubehandlet referanseprøve.



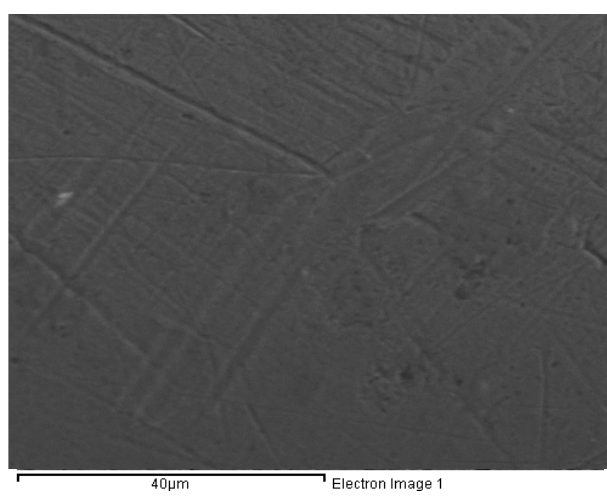
Figur 95: Diagrammet viser hvor mange atom% av elementene oksygen, kobber og sink som ble målt på to ubehandlede metalloverflater.

Metalloverflatene til alle prøvene ble undersøkt med høy forstørrelse (1500-3500 x) for å se etter kjemiske og fysiske endringer. Særlig to av metodene hadde gitt tydelige fysiske endringer i metalloverflaten, henholdsvis rensing med vann, etanol og ammoniakk, og rensing med elektrolyse. De andre rensemåtene gav ingen tydelige fysiske endringer i metalloverflaten. Figur 96 og 97 viser metalloverflaten til en av metalltrådene (kobber) før og etter rensing med white sprit-løsning, der man ikke kan se antydning til fysiske endringer. Figur 98 og 99 viser metalloverflaten på prøven rensing med vann, etanol og ammoniakk før og etter rensing. Her er det tydelige endringer i metalloverflatens topografi i form av hull, noen av hullene på bildet har en diameter på ca 4 µm. Dette var synlig både på metalltråden av ren kobber og den messingbelagte metalltråden, men mest fremtredende på

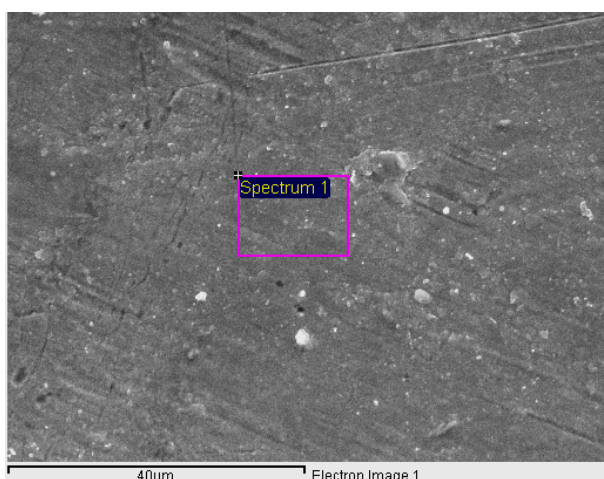
kobbertråden. Også mikrografiene av metalloverflaten før og etter rensing med elektrolyse viser at det har ført til visuelle fysiske endringer i topografien, med dype og uregulære hull (figur 100 og 101). Noen av hullene på bildet har en diameter på opptil 12 μm . Figur 102 og 103 viser metalloverflaten på en messingbelagt metalltråd før og etter rensing med Nd:YAG laser. Det er ingen tydelige tegn til lokale skader etter termisk oppvarming, i form av kratere som er oppsvert i andre kasusstudier hvor kobberlegeringer er renses med laser (Kearns m.fl 1998:777). Heller ikke ved høyere forstørrelse ble det funnet noen tegn til dette. Mikrografiene tatt før rensing er noe lysere på grunn av for tynt karbonlag, noe som fører til "lading" i form av lyse felter.



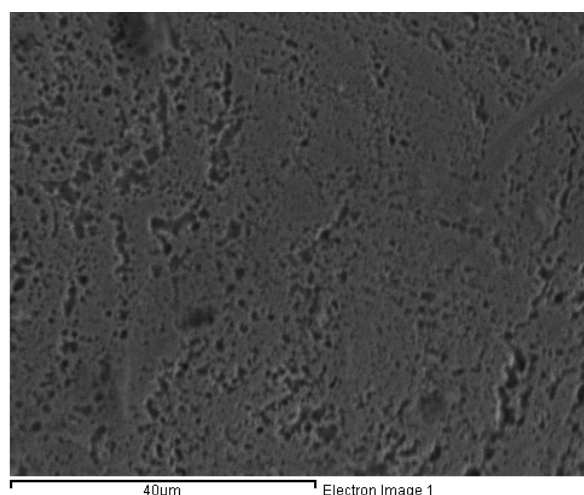
Figur 96: Mikrografi (1500x) av metalloverflate før rensing med white sprit-løsning.



Figur 97: Mikrografi (1500x) av metalloverflate etter rensing med white sprit-løsning.



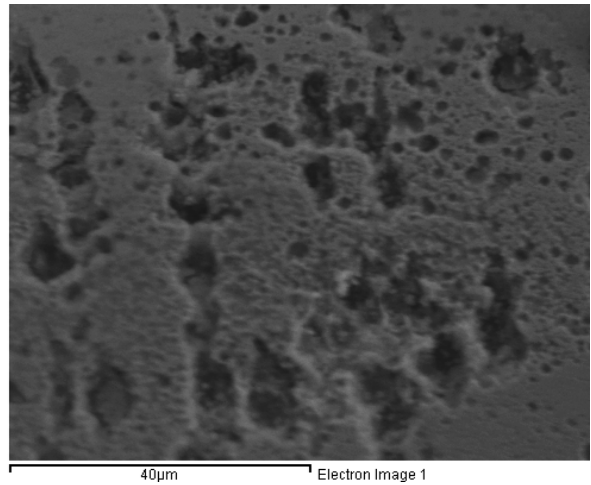
Figur 98: Mikrografi (1500x) av metalloverflate før rensing med vann, etanol og ammoniakk.



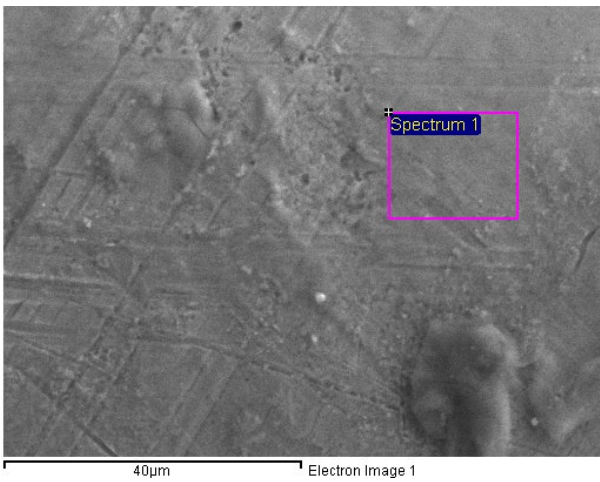
Figur 99: Mikrografi (1500x) av metalloverflate etter rensing med vann, etanol og ammoniakk.



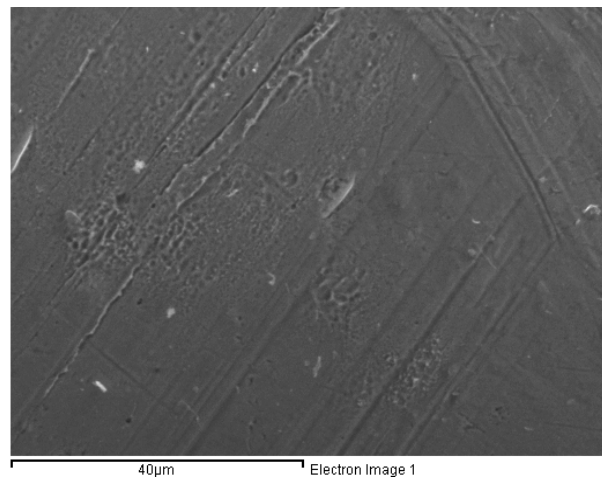
Figur 100: Mikrografi (1500x) av metalloverflate før rensing med elektrolyse.



Figur 101: Mikrografi (1500x) av metalloverflate etter rensing med elektrolyse.



Figur 102: Mikrografi (1500x) av metalloverflate før rensing med Nd:YAG laser.



Figur 103: Mikrografi (1500x) av metalloverflate etter rensing med Nd:YAG laser.

8.5 Endringer i pH-verdi

PH-målingene av silkestoffet i tekstilprøvene etter rengjøring med ulike rensemetoder er vist fotografisk i figur 104 oppsummert skjematisk i figur 106. Fargene på den øvre rekken er noe blussere enn de på nedre rekke på grunn av tørking. Øverst fra venstre vises test av nøytralisert vann (pH 7). Stripsene nummerert fra 1-6 viser test av silkestoff rensed med ulike metoder: 1. Vann og Synperonic A7 (pH 6-6,5); 2. White sprit-løsning (3-3,5); 3. Vann, etanol og ammoniakk (pH 5,5-6); 4. Nd:YAG laser (pH 3); 5. Elektrolyse (pH 5); 6. EDTA-løsning (pH 5,5-6). De tre siste testene er målt av ubehandlet silkestoff som referanse og for å kvalitetssikre metoden (pH 3-3,5).

PH-målingene gjort av bomullskjernene i metalltrådene fra tekstilprøver etter at de er rensed med ulike metoder er vist fotografisk i figur 105 oppsummert skjematisk i figur 106. Øverst fra

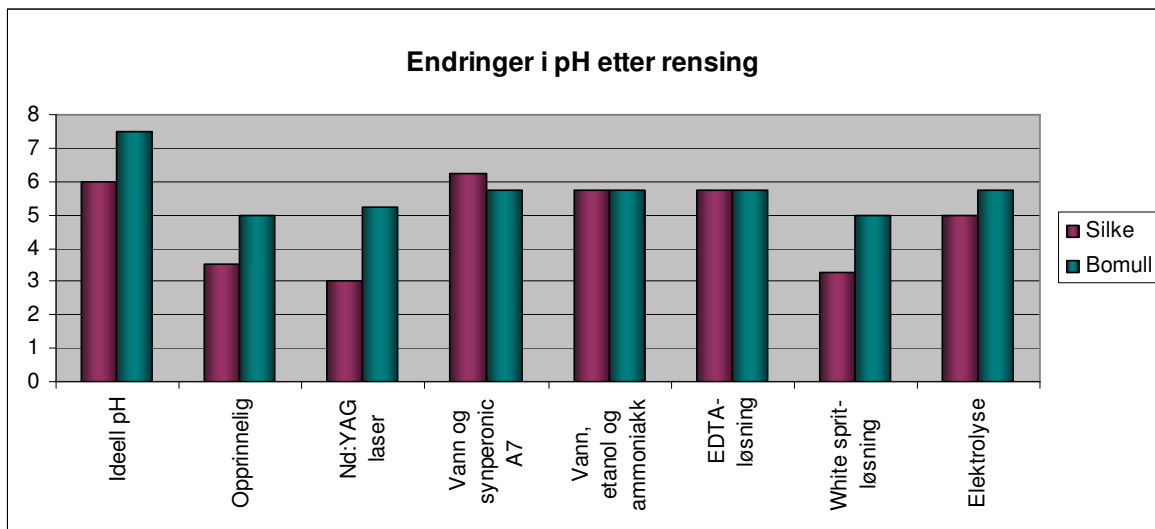
venstre vises test av nøytralisert vann (pH 7). De tre neste testene er målt av ubehandlet bomullskjerne som referanse og for å kvalitetssikre metoden (pH 5,0). Stripsene nummerert fra 1-6 viser test av silkestoff rensert med ulike metoder: 1. Vann og Synperonic A7 (pH 5,5 - 6,0); 2. White sprit-løsning (pH 5,0); 3. Vann, etanol og ammoniakk (pH 5,5 - 6,0); 4. Nd:YAG laser (pH 5,0 - 5,5); 5. Elektrolyse (pH 5,5 - 6,0); 6. EDTA-løsning (pH 5,5 - 6,0).



Figur 104: Resultatet av pH-testene gjort av det historiske silkestoffet etter rensing med seks ulike rensemetoder.



Figur 105: Resultatet av pH-testene gjort av kjernen i metalltrådene i det historiske tekstilet etter rensing med seks ulike rensemetoder og fra et nytt bomullsstoff.



Figur 106: Skjematisk fremstilling av endringene i pH-verdier, med en ideell pH og den opprinnelige pH-verdien som referanse.

9. Evaluering og diskusjon over resultatene

Resultatene av de eksperimentelle forsøkene er diskutert og evaluert i dette kapittelet. Det er forsøkt å gi mulige forklaringer på de ulike visuelle, fysiske, mekaniske og kjemiske endringene som ble observert under og etter forsøket presentert i forrige kapittel. Metodene settes deretter opp mot hverandre, og basert på de evalueringer som er gjort av metodene, fremgangsmåtene og analysene blir det foreslått mulige forbedringer.

9.1 Evaluering av resultatet og mulige forklaringer på endringer i materialet

Resultatet for hver enkelt metode er satt opp mot de kriterier som ble satt for evalueringen før forsøket ble gjennomført, gitt i avsnitt 6.3.

9.1.1 Mekanisk rensing med Nd:YAG laser

Rensemetsoden imøtekommer kriteriet om å rense både tekstil og metall, og ser ut til å ha en relativt god renseseffekt på overflatesmuss og korrosjon, men har ikke like god effekt på mer integrert smuss. Den var en av få metoder som reduserte de gulbrune flekkene på stoffet. Den er forutsetter ikke bruk av kjemikalier eller produserer miljøfarlige restprodukter. Hvis sikkerhetsreglene følges er den heller ikke helsefarlig for konservatoren. Siden det ikke er snakk om bruk av kjemikalier er det ingen fare for å tilføre eller legge igjen produkter i tekstilet som kan virke nedbrytende i et lengre tidsperspektiv. Metoden ser ikke ut til å ha noen umiddelbar negativ innvirkning på silkens og bomullens strekkstyrke, og utsetter ikke fibermaterialet for svelling og krymping. Dette er en viktig egenskap ved en rensemetode hvis fibermaterialet er svært nedbrutt. Av samme grunn påvirket heller ikke rensingen tekstilfibrenes pH-verdi.

Det som ser ut til å være den største negative effekten av denne metoden er at den trolig fjernet det meste av det beskyttende patinalaget på metalloverflaten på både kobber- og messingtrådene. Laserrensingen avdekket en svakt rosa metalloverflate. Dette skyldes trolig termisk skadepåvirkning (M. Westergaard, pers. komm. 2009). Det ser ikke ut til at fibermaterialene i tekstilet er påført umiddelbare termiske skader, men det kan ikke utelukkes at dette først kan komme til syne etter en tid. Det visuelle resultatet av den akselererte aldringen gav også en indikasjon på at metallet har mistet sin naturlige beskyttelse mot korrosjon, siden metalloverflaten endret karakter. Mye litteratur som omhandler bruk av laser på metalltråder ser ikke ut til å diskutere hvor langt en rensing skal gå, hva som bør regnes som original overflate og hvorvidt man ønsker å bevare patina (Degrigny m.fl 2003;

Lee, Yu, og Koh 2003; Sokhan m.fl. 2003; Gervais m.fl. 2007; Panzner m.fl. 2007; Abdel-Kareem og Harith 2008). Dette skyldes trolig at metoden først og fremst er benyttet på sølv- og gullbelagte metalltråder, som ikke danner like komplekse oksidasjonslag eller patina som kobberbaserte metaller gjør. Som tidligere nevnt forutsetter metoden imidlertid at konservatoren har erfaring nok for å oppnå et godt resultat. I følge B. Taarnskov og M. Westergaard, som begge har jobbet mye med laserrensing, skyldes trolig problemene med termisk påvirkning at laseren ikke kan finstilles så godt som dette forsøksmaterialet forutsetter (pers. komm. 2009). På tross av noen negative faktorer viser resultatet at denne metoden har potensiale til å rense både tekstil og metalltråder, og ikke bare metalltråder, som har vært fokuset i de fleste forskningsarbeider som omhandler materialgruppen hittil. Men mer forskning må gjøres på langtidseffekten av metoden, og før man har laserutstyr som kan benyttes med lavere energinivåer er ikke denne metoden tilpasset museumsgjenstander.

9.1.2 Kjemisk rensing med vann og Synperonic A7

Rensemetsoden som involverer bruk av vann og ikke-ionisk resemiddel er velkjent for de fleste tekstilkonservatorer. Metoden imøtekommer kriteriet om å rense både tekstil og metall, og ser ut til å ha en relativt god renseseffekt på overflatesmuss og gulbrune flekker. Den renses både tekstilet og metallet uten å påføre det umiddelbare fysiske eller kjemiske skader, og lå ikke igjen skadelige produkter i tekstilet. Metoden var den klart beste til å nøytralisere sur pH i både silke- og bomullsstoff. Den akselererte aldringen viste at langtidseffekten av metoden ikke førte til raskere nedbrytning sammenlignet med de andre prøvene og referanseprøven. At metalltrådene ikke endret seg stort under den akselererte aldringen kan tyde på at det beskyttende patinalaget på både kobber- og messingoverflaten var intakt etter rensingen. Metoden ser ikke ut til å ha noen umiddelbar negativ innvirkning på silkens og bomullens strekkstyrke. Deformasjonen som kunne observeres etter tørking av prøven skyldes trolig like mye tørkingsprosessen som selve rensingen, og tiltak som mer kontrollert tørking ville trolig gitt et bedre resultat. Basert på resultatene i denne undersøkelsen ser denne metoden ut til å fungere godt, men på grunn av krymping og svelling av fibermaterialet bør man være oppmerksom på at det kan oppstå spenninger mellom materialene og mekanisk skade.

9.1.3 Kjemisk rensing med vann, etanol og ammoniakk

Rensemetsoden som inkluderte vann, etanol og ammoniakk innfridde ikke de satte kriteriene for egnede metoder. Rensingen hadde positiv innvirkning på den lave pH-verdien i fibermaterialet, og fjernet overflatestøv og korrosjon godt. Men den førte til store fargeendringer på både silkestoff og metalloverflate. I tillegg førte rensingen til fysiske skader på metalltråden observert med SEM og

fjernet trolig det beskyttende patinalaget på metalltrådene. Denne antagelsen baseres på fargeendringene på metalltrådene og på den høye korrosjonsraten etter akselerert aldring sammenlignet med de andre metodene og den ubehandlede referansen. Belysning med UV-lampe viste tydelige endringer i områdene rundt metalltrådene, selv om årsaken er noe usikker. Siden ammoniakk fungerer som en kompleksbinder og danner vannløselige komplekser med kobberioner vil den trolig ikke bare løse opp korrosjonsprodukter, men også kobberioner i selve metallet (Timar-Balaszky og Eastop 1998:245). Den høye pH-verdien som ble målt under forsøket kan potensielt skade fiberen i kjernen av metalltråden og resten av tekstilet (Timar-Balaszky og Eastop 1998:245). Ut fra disse resultatene å dømme har ikke denne metoden å anbefale for å rense tekstiler med metalltråder av kobber og messing. Metoden kan imidlertid ha et bedre potensiale for å rense metalltråder av sølv, som en av de spurte i spørreundersøkelsen oppgav at denne metoden ble benyttet på (vedlegg 7).

9.1.4 Kjemisk rensing med EDTA-løsning

Rensemetsoden basert på EDTA-løsning imøtekommer på mange måter alle de satte kriteriene. Metoden ga det mest estetisk tilfredstillende resultatet av alle metodene siden den fjernet det sorte oksidasjonslaget på messingoverflaten slik at den gyldne fargen kom tydeligere fram. I tillegg renses den tekstilet for overflatesmuss og skjemmende flekker. Hvis det overordnede målet med rensingen er å høyne metallglansen vil denne metoden kunne anbefales. Noen kan imidlertid mene at denne metoden overrenser metallet noe, siden den fjerner det sorte oksidasjonslaget. Men som den akselererte aldringen viste, førte ikke rensingen til en forverring i korrosjonsraten sammenlignet med den ubehandlede referansen. Det beskyttende patinalaget er derfor trolig bevart. Resultatene tyder på at dette er en metode som har et stort potensiale for rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder, og kan anbefales.

9.1.5 Kjemisk rensing med white spirit-løsning

Rensemetsoden basert på gjentatte white spirit-bad imøtekom også de satte kriteriene på en tilfredstillende måte. Renseeffekten var på lik linje med våtrensemetsodene som inkluderte vann, men tekstilet ble ikke utsatt for svelling og krymping som kan være risikabelt med tanke på den forskjellige utvidelsesraten som tekstilfibre og metall har. Rensingen med white spirit hadde ingen innvirkning på pH, og heller ikke på de kjemiske analysene gjort av metalltråden i SEM. Den tydelige visuelle endringen som fant sted etter akselerert aldring er imidlertid noe vanskelig å forklare. I prinsippet skal ikke white spirit ha noen innvirkning på oksidasjonslaget på metalltrådene siden løsemidler som dette ikke løser opp metallforbindelser (Timar-Balaszky og Eastop 1998:244). Likevel

har metalltrådene i den rensede prøven en synlig høyere korrosjonsrate enn den ubehandlede referansen. Dette kan imidlertid skyldes at prøven var fra et mer slitt område på tekstilet enn referansen. På tross av resultatene av den kunstige aldringen, har metoden et godt potensiale for rensing av tekstiler med metalltråder. Mer forskning bør imidlertid gjøres for å avdekke langtidseffekten.

9.1.6 Kombinert kjemisk og mekanisk rensing med elektrolyse

Rensemetsoden basert på potensialstyrt elektrolyse er kanskje den metoden som minst imøtekommer de satte kriteriene. Metoden resulterte ikke i at overflatesmuss ble rensert bort, førte til fargeendringer i silken og til tydelige fysiske skader i form av hull i metalloverflaten (figur 101). Det kan også se ut til at metoden fjernet noe av sinkinnholdet på den messingbelagte metalltråden (figur 92). Ut fra resultatet på forsøksmaterialet å dømme kan ikke elektrolyse anbefales som rensemetode for tekstiler med kobber- og messingbelagte metalltråder. Fremgangsmåten som ble benyttet i dette forsøket er som tidligere nevnt basert på en metode for å rense metalltråder av sølv, og det utelukkes ikke at metoden har et forbedringspotensiale og kan tilpasses kobber og kobberlegeringer.

9.2 Mulige feilkilder og evaluering av metodikk

I forsøk som dette er det flere mulige feilkilder som kan påvirke analysene og resultatene. Når man benytter historisk materiale som forsøksmateriale, må man være inneforstått med at det kan innebære store variasjoner i materialsammensetning og tilstand. De undersøkelses- og analysemetoder som benyttes innenfor konservering har en viss usikkerhet ved seg siden de ofte ikke resulterer i kvantitative data, men gir mer informasjon om kvalitative endringer og eventuelt semikvantitative målinger.

9.2.1 Variasjoner i testmaterialet

Abdel- Kareem og Al-Saad (2008:26) har påpekt viktigheten av å ta med i beregningen at metalltrådenes tilstand varierer stort på ulike steder i et tekstil og varierer også lokalt på samme metalltråd. Det samme gjelder også tilstanden på fibre i et tekstil. Ved etterprøving av rensemetodene på et lignende tekstil, vil ikke nødvendigvis de resultater og reaksjoner foreligge, selv om materialer og rensemetoder er de samme.

Når man benytter historisk materiale som gjenstand for forskning må man også være klar over muligheten av at de kan inneholde reparasjoner, ha vært utsatt for konservering tidligere, eller at de ikke er representative på grunn av variasjoner i teknikk, slitasje eller irregulær produksjonsteknikk og

produksjonsfeil. I tillegg er det også en mulighet for at selve håndteringen under prøveuttakningen kan føre til endringer i materialet.

9.2.2 Evaluering av metodikk

Noen av analysemetodene viste seg å ikke være sensitive nok overfor små endringer i materialet, eksempelvis strekkstyrketestene og elementanalysene av både tekstil og metalltråd gjort med SEM. Metodene er ikke nøyaktige nok til at man kan benytte dataene kvantitativt, men eventuelle store avvik fra referanseprøvene kan tolkes som indikasjon på endringer.

Elementanalysene var preget av de store variasjonene som opprinnelig var i forsøksmaterialet, og var derfor ikke en god nok metode for å påvise kjemiske endringer i metalloverflaten. Som forstørrelse virket denne metoden svært godt, særlig for å studere endringer i mikrostrukturen på metalloverflaten. Strekktestene på ny bomull og silke kunne trolig gitt mer pålitelige og nøyaktige data hvis de hadde blitt utført på monofilamenter, for eksempel silke- og bomullstråder med en konstant tykkelse. Denne metoden var ikke eksakt nok til med sikkerhet å påvise svake endringer i materialene, kun gi en indikasjon på eventuelle store endringer.

Svelling og krymping i fibermaterialet i prøvene som ble utsatt for våtrensing, lot seg imidlertid vanskelig detektere med de metodene som inngikk i prosjektet. Særlig endringer i bomullskjernen av metalltrådene var vanskelig å undersøke. Undersøkelser av metalltrådenes tverrsnitt med intakte bomullskjerner i SEM kunne trolig gitt informasjon om en eventuell kompresjonskrymping av kjernefiberen. Men også dette vil være vanskelig å gjennomføre konsekvent på historisk materiale, siden metalltrådene varierer både i form og størrelse.

Når det gjelder renssetestene, ville det gitt et bedre sammenligningsgrunnlag og sikrere resultater hvis flere innstillinger, fremgangsmåter og konsentrasjoner for alle metodene i rensforsøket ble testet. Dette ble imidlertid vurdert som for omfattende i med tanke på begrensninger i tid og prøvemateriale.

9.2.3 Forskerens bakgrunn

Et faktum for alt forskningsarbeid er at forskerens bakgrunn og intensjoner med prosjektet, eller mangel på erfaringer, kan påvirke resultatene av forsøkene. Under dette prosjektet er det forsøkt å utvikle og benytte en metodikk som baseres på gjennomsnittlige verdier som er representative for prøvene. Mye av vurderingsgrunnlaget for metodenes egnethet ble lagt på visuelle og andre kvalitative endringer. Selv om objektivitet er idealet vil slike vurderinger kunne være noe subjektive ut fra tidligere erfaringer og tilnærming.

10. Konklusjon

Problemstillingen i oppgaven var å avdekke hvilke rensemetoder som kan være egnet for å rense silketekstiler med kobberbaserte metalltråder med bomullskjerne, og hvilke metoder som kan være uegnet. Basert på de resultater som ble diskutert i forrige kapittel, vil noen eksempler på egnede og uegnede rensemetoder trekkes frem.

10.1 Anbefalt metode for rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder

Ut fra resultatene av rensemetodene som ble diskutert i forrige kapittel, er det vanskelig å trekke en konkret slutning og anbefaling om metode. Samtlige av de utvalgte metodene har fordeler og ulemper knyttet til seg, og valget av rensemetode avhenger på mange måter av hva som er målet med en eventuell rensing. Målet kan for eksempel være å nøytralisere pH-verdien i fibermaterialet, fjerne estetisk forstyrrende flekker på tekstilet, rense det for overflatestøv eller fjerne korrosjon eller oksidasjonslag på metalltrådene.

Våtrensning metodene som er basert på vannholdige løsninger har for eksempel en bedre påvirkning på fibrenes pH-verdi og bidrar til å nøytralisere tekstilet. Rensing med laser og white sprit gjør ikke dette. Våtrensning metodene kan imidlertid ha en negativ innvirkning på fibermaterialet i form av at svelling og krymping som kan føre til fysiske skader. Våtrensning metodene og white sprit-rensing har en tydelig bedre renseeffekt på overflatestøv og integrerte partikler, enn det rensing med laser gir. Derimot er rensing med laser den eneste metoden som har potensiale for å rense tekstilet uten å være i kontakt med materialene.

Målet for oppgaven var ikke å komme frem til en universal metode som fungerer på alle typer tekstiler med metalltråder. Derimot var hensikten å avdekke eventuelle fordeler og ulemper ved noen av de mest benyttede og lovende metoder i bruk ved nordiske museer. Avhengig av faktorer som tekstilets opphav, tilstand, materialer vil det alltid være behov for å evaluere hvert enkelt tilfelle og komme frem til en passende metode. Det er nødvendig å gjennomføre forundersøkelser der alternative rensemetoder testes på mindre synlige områder på materialene, for å undersøke hvilken effekt de har. Ofte vil valget om å ikke gjøre noe være riktigere enn å rense, særlig hvis risikoen er for stor i forhold til resultatet man kan oppnå.

De fleste tekstilkonservatorer som svarte på spørreundersøkelsen mente at det viktigste kriteriet for valg av rensemetode er at det renser tekstilet uten at det tar skade. Deretter kom kriteriet om å bevare original metalloverflate og tilslutt kriteriet om å få en høyere metallglans. Basert på disse kravene vil mine anbefalinger falle på rensemetodene med EDTA-løsning og white sprit-løsning.

Dette er metoder som ut i fra resultatene kan anbefales som alternative rensemetoder for å rense silketekstiler med kobberbaserte metalltråder med bomullskjerne. Rensing med EDTA-løsning anbefales som rensemetode for de som ønsker en høyere metallglans på kobberbaserte metalltråder enn det som er mulig med white sprit-løsning. Metoden gav metalltrådene en synlig blankere overflate, tilsynelatende uten å forstyrre patinalag eller messinglag og hadde en spesiell god renseeffekt på både overflatesmuss, flekker i tekstilet og grønnlig korrosjon. White sprit-løsning anbefales på grunn av at man unngår svelling og krymping av fibre, men likevel fjerner overflatesmuss like godt som ved en ”våt” rensemetode som involverer vann. Derfor kan metoder som inkluderer vann og ikke-ionisk resemiddel i mange tilfeller erstattes at denne metoden, så fremt det ikke er spesielt ønskelig å nøytralisere pH-verdi eller andre faktorer som white sprit ikke påvirker. Det må imidlertid presiseres at langtidseffekten av disse metodene bør undersøkes nærmere, særlig med tanke på effekten den akselererte aldringen hadde på tekstilet renses med white sprit-løsning.

Rensemethodene som inkluderer vann, etanol og ammoniakk og potensialstyrt elektrolyse er ikke å anbefale for tekstiler med kobberbaserte metalltråder, basert på de resultatene som kom frem i dette forsøket. Som nevnt tidligere kan resultatet være påvirket av forskerens manglende erfaring med metodene, men også dette er en grunn til å oppfordre konservatorer til å være forsiktige med å bruke disse metodene uten å gjøre forundersøkelser.

10.2 Forslag til videre forskning

Etter hvert som arbeidet med denne oppgaven har gått fram har det blitt avdekket flere områder som kunne vært interessante forskningsområder for videre undersøkelse. Både i form av andre rensemetoder som kunne blitt undersøkt, preventive tiltak for å hindre rekorrosjon av rensede metalltråder og ikke minst å undersøke langtidseffekten av ulike rensemetoder.

Det er behov for å undersøke langtidseffektene av de metodene som er i bruk i dag, men også på nye metoder som eksempelvis Nd:YAG laser og Er:YAG laser. Ut fra spørreundersøkelsen viste det seg at ingen av de spurte museene hadde gjennomført noen evaluering av metodene som var brukt på tekstiler med metalltråder. Ved å undersøke tekstiler i museumssamlinger hvor det er registrert hvilke metoder som er benyttet, kan man trolig få et mer autentisk bilde på langtidseffektene enn det som kommer frem ved akselerert aldring. Men som alltid når det er snakk om historisk materiale er det et vanskelig å avdekke om eventuell nedbrytning skyldes påvirkning av rensemetode, eller om det skyldes variasjoner i materialene eller andre ytre påvirkninger.

Som nevnt tidligere i oppgaven ville et interessant forskningsområde være å teste Er:YAG laser som en mulig rensemetoder for denne gjenstandsgruppen. Med svært hurtige laserpulser vil man mulig kunne unngå den termiske skadevirkningen som kunne observeres på metalltrådene etter rensing med Nd:YAG laser. Rensing med hurtige pulser er et relativt nytt og spennende forskningsområde. Laserrensing er et forskningsområde i stadig utvikling. For eksempel har B. Taarnskov nettopp avsluttet sin doktoravhandling (i trykk) om effekten av ulike laserinnstillinger med Nd:YAG laser på metalltråder. Der gis det forslag til innstillinger som forhindrer skadeomfanget på metallet (pers. komm. 2009).

Ut fra spørreundersøkelsen kom det frem at få benytter seg av preventive tiltak for å hindre rekorrosjon eller reoksidering av rensede metalltråder. Resultatene i denne oppgaven har vist finnes det rensemetoder som har potensiale for å renses både tekstiler og metaller på en tilfredstillende måte. Disse fjerner både overflatesmuss, bevarer original metalloverfalte og høyner metallglansen uten at det påfører tekstilet umiddelbare visuelle, fysiske, kjemiske, eller mekaniske skader. Et varig problem er imidlertid at metalltrådene vil kunne rekorrodere etter rensing. Et viktig forskningsområde vil derfor være å se på preventive tiltak som forhindrer dette.

11. Referanser

Abdel-Kareem, A., og Harith, M. A.

2008 "Evaluating the use of laser radiation in cleaning copper embroidery threads on archaeological Egyptian textiles", i *Applied Surface science* 254, side 5854-5860. Elsevier, Amsterdam.

Abdel-Kareem, A. og Al-Saad, Z.

2008 *Conservation Strategy of Metal Embroidery Threads in Textile Objects in Museum of Jordanian Heritage*. Conservation Department, Faculty of Archeology and Antropology, Yarmouk University, Irbid, Jordan.

Agnoletti, S., Brini, A. og L. Nicolai

2007 "Current Work in Laser Cleaning of the Porta del Paradiso", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 29-36. Springer, Berlin Heidelberg.

Andreotti, A., Colombini, M. P., Conti, S., de Cruz, A., Lanterna, G.,

Nussio, L., Nakahara, K., og F. Penaglia

2007 B "Preliminary Results of the Er:YAG Laser Cleaning of Textiles, Paper and Parchment", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 239-247. Springer, Berlin Heidelberg.

Andreotti, A., Bracco, P., Colombini, M. P., de Cruz, A., Lanterna, G.,

Nakahara, K., og F. Penaglia

2007 A "Novel Applications of the Er:YAG Laser Cleaning of Old Paintings", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 213-220. Springer, Berlin Heidelberg.

Andreotti, A., Colombini, M. P., Felici, A., de Cruz, A., Lanterna, G., Lanfranchi, M., Nakahara, K. og F. Penaglia

2007 C "Preliminary Results of the Er:YAG Laser Cleaning of Mural Paintings", i *Lasers in the Conservation of Artworks LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 203-210. Springer, Berlin Heidelberg.

Batishche, S., Kouzmouk, A., Tatur, H., Gorovets, T., Pilipenka, U. og V. Ukhau

2005 "1320 nm Range Nd:YAG-Laser in Restoration of Artworks Made of Bronze and Other Metals", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA V Proceedings, Osnabrück, Germany, Sept. 15–18, 2003, Springer Proceedings in Physics Volume 113*, side 87-93. Springer, Berlin Heidelberg.

Belli, R., Miotello, A., Mosaner, P. og L. Toniutti

2005 "Laser cleaning of ancient textiles", i *Applied Surface Science* 247, side 369–372. Elsevier, Amsterdam.

Bergstrand, M. og Hedhammar, E.

2006 "European metal threads in Swedish churches 1600-1751", i *Studies in conservation* 51, s. 11-28

Bergstrand, M., Hedhammar, E., Nord, A. G., og Tronner, K.

1999 "All that glitters is not gold. An examination of metal decorations in ecclesiastical textiles". i *Pre-prints, ICOM-CC 12th Triennial Meeting Lyon*, side 621-624. James & James, London.

Braun-Ronsdorf, M.

1961 "Gold and silver fabrics from medieval to modern times", i *CIBA Review* 3, side 2-16. CIBA Limited, Basle, Switzerland

Brooks, M. M., O'Connor, S. og J. G. McDonnell

1996 "The application of low-energy x-radiography in the examination and investigation of degraded historic silk textiles: Preliminary report", i *Preprints of ICOM Committee for Conservation 11th triennial meeting, Edinburgh, Scotland, 1-6 September, Vol. 2*, side 670-679. James & James Science Publishers Ltd., London.

Burmester, T., Meier, M., Haferkamp, H., Barcikowski, S., Bunte, J. og A. Ostendorf

2005 Femtosecond Laser Cleaning of Metallic Cultural Heritage and Antique Artworks", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA V Proceedings, Osnabrück, Germany, Sept. 15-18, 2003, Springer Proceedings in Physics Volume 113*, side 61-69. Springer, Berlin Heidelberg.

Canadian Conservation Institute (CCI)

2007 *Guidelines for pH Measurement in Conservation, Technical Bulletin 28*. CCI/Canadian Heritage.

Colicchia, A. D.

1991 "Metal Threads – Notes on History and Technology", i *The Altar-Frontal of Sixtus IV in Assisi. Research and Restoration*, side 51-?, red. av R. Varoli-Piazza, Istituto Centrale per il Restauro.

Cooper, M.

1998 *Laser Cleaning in Conservation: An Introduction*. Butterworth-Heinemann, London,

Darrah J. A.

1990 "The microscopic and analytical examination of three types of threads", I *Conservation of Metals: Problems in the treatment of metal-organic and metal-inorganic composite objects*. International Restorer Seminar, Veszprém, side 53-64. Ungarn.

Darrah, J.A.

1987 "Metal threads and filaments", i *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts*, red. J. Black, Institute of Archeology, Jubilee Conservation Conference, University of London Summer Schools Press, London. Side 211-221.

Degrigny, C.

2000 *Laser cleaning of tarnished metal surfaces - Application to the cleaning of metal threads inserted in fabrics*. Intern rapport, 23 sider, Arc'Antique, Nantes, France.

Degrigny, E., Tanduy, E., Le Gall, R., og Zafirooulos, V.

2003 "Laser cleaning of tarnished silver and copper threads on museum textiles", i *Journal of Cultural Heritage, Volume 4, Supplement 1*, side 152-156. Elsevier.

Elliott, A., Bezúr, A. og J. Thornton

2007 "An Evaluation of Nd:YAG Laser-Cleaned Basketry in Comparison with Commonly Used Methods", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21-25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 229-237. Springer, Berlin Heidelberg.

France, F. G.

2005 "Scientific analysis in the identification of textile materials", i *Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation*, redigert av Janaway, R. og P. Wyeth, side 3-11. AHRB Research Centre for Textile Conservation and Textile Studies First Annual Conference. Winchester.

- Gervais, A., Meier, M., Mottner, P., Wiedemann, G., Conrad, W. og G. Haber
2007 "Cleaning Historical Metals: Performance of Laser Technology in Monument Preservation", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 37-44. Springer, Berlin Heidelberg.
- Geijer, Agnes
1979 *A history of textile art*. Biblio Distribution Center, London.
- Hacke A. M., Carr C. M., og Brown, A.
2004 "Characterisation of metal threads in Renaissance tapestries", i *Metal 04*, redigert av Ashton J, Hallam D. National Museum of Australia, Canberra. Side 415.
- Hacke, A. M., Carr, C. M. og Brown, A.
2005 "Characterisation of metal threads in Renaissance tapestries", i *Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation*, red. R. Janaway og P. Wyeth, side 71-78. Archetype, London.
- Hardin, I. R., og Duffield, F. J.
1986 "Characterization of metallic yarns in historic Persian textiles by microanalysis", i *Historic Textile and Paper Materials Conservation and Characterization*, red. av H. L. Needles og S. H. Zeronian, side 231-252, American Chemical Society, Washington DC.
- Higgins, J. P.P.
1993 *Cloth of Gold. A History of Metallized Textiles*. The Lurex Company Limited, London.
- Indictor, N., Koestler, R. J., Blair, C., og Wardwella, E.
1988 "The evaluation of metal wrappings from mediaeval textiles using scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray spectrometry", I *Textile History 19*, side 3-22.
- Hoke, E., og Petrasheck-Heim, I.
1977 "Microprobe analysis of gilded silver threads from mediaeval textiles", i *Studies in Conservation 22*, side 49-62.
- Indictor, N., og C. Blair
1990 "The examination of metal from historic Indian textiles using scanning electron microscope-energy disper-sive X-ray spectrometry", *Textile History 21(2)*, side 149-163.
- Indictor, N., Koestler, R. J., Wypynski, M. og E. Wardwella
1989 "Metal threads made by proteinaceous substrates examined by scanning electron microscopy-energy dispersive X-ray spectrometry", I *Studies in Conservation 34*, side 171-182.
- Indictor, N., og Koestler, R. J.
1986 "The identification and characterization of metal wrappings in historic textiles using microscopy and energy dispersive X-ray spectrometry. Problems associated with identification and characterization", I *Scanning Electron Microscopy 11*, side 491-497.
- Járó, M.
2009 "Metal thread variations and materials: Simple methods of pre-treatment identification for historical textiles", i *Conserving Textiles: Studies in honour of Ágnes Timár-Balázszy. ICCROM Conservation Studies 7*, side 68-75. Redigert av B. Perjés m.fl. International Center for the Study of the Preservation and Restauration of Cultural Property (ICCOM), Roma.

Járó, M., Gondár E. og Tóth, A.

1993 "Technical revolutions in producing gold threads used for European textile decoration", i *Antiquités Nationales, Mémoire 2*, Saint Germain-en-Laye, side 119-124. Société des Amis du Musée des Antiquités Nationales et du chateau de Saint-Germain-en-Laye, Saint-Germain-en-Laye.

Járó, M., og Tóth, A.L.

1991 "Scientific identification of European metal thread manufacturing techniques of the 17-19th century", i *Endeavour, Volume 15, Issue 4, 1991*, side 175-184. Elsevier, Amsterdam.

Járó, M.

1990 A "Gold embroidery and fabrics in Europe: XI-XIV centuries", i *Gold Bulletin 23*, side 40-57. World Gold Council, London.

Jenkins, D. (red)

2003 *The Cambridge History of Western Textiles III*. Redigert av D. Jenkins. Cambridge University Press, Cambridge

Johansen, K.

2009 "Assessing the risk of wet-cleaning metal threads", i *Conserving Textiles: Studies in honour of Ágnes Timár-Balázs*. ICCROM Conservation Studies 7, side 77-86. Redigert av B. Perjés m.fl. International Center for the Study of the Preservation and Restauration of Cultural Property (ICCOM), Roma.

Kearns, A., Fischer, C., Watkins, K.G., Glasmacher, M., Kheyrandish, H.,

Brown, A., Steen, W. M. og P. Beahan

1998 "Laser removal of oxides from a copper substrate using Q-switched Nd:YAG radiation at 1064 nm, 532 nm and 266 nm", i *Applied surface Science* 129, side 773-780. Elsevier, Amsterdam.

Koh, Y. S., Bergström, D., Powell, J., Åberg, G., Grahn J. og A. F. H. Kaplan

2006 "Cleaning oxides from copper artifacts using a frequency-double Nd:YAG laser" i *Laser Cleaning as a Conservation Technique for Corroded Metal Artefacts, Paper E*, doktor-avhandling, side 85-95. Luleå Tekniska Universitetet, Institutt for Tillämpad fysik, maskin- och materialteknik / Produktionsutveckling. Elektronisk tilgjengelig på: <http://epubl.luth.se/1402-1544/2006/02/index.html>.

Kolar, J., Strlic, M., Pentzien, S. og W. Kautek

2000 "Near-UV, visible and IR pulsed laser light interaction with cellulose", i *Applied Physics A 71*, side 87-90. Springer, Berlin Heidelberg.

Korenberg C. og A. Baldwin

2006 "Laser Cleaning Tests on Archaeological Copper Alloys Using an ND:YAG Laser", i *Laser Chemistry, Volume 2006*, Article ID 75831, elektronisk tilgjengelig på: <http://www.hindawi.com/journals/lc/2006/si.1.html>, side 1-7. Hindawi Publishing Corporation.

Krüger, J., Pentzien, S. og K. von Lerber

2007 "Determination of a Working Range for the Laser Cleaning of Soiled Silk", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21-25, 2005*, Springer Proceedings in Physics Volume 116, side 321-327. Springer, Berlin Heidelberg.

Landi, S.

1998 *The Textile Conservators Manual*, 2nd ed., Butterworth & Heinemann.

Lee, L. M., Yu, J. E. og Koh, Y. S.

2003 "Experimental study on the effect of wavelength in the laser cleaning of silver threads", i *Journal of Cultural Heritage* 4, side 157-161. Elsevier, Amsterdam.

von Lerber, K., Strlic, M., Kolar, J., Krüger, J., Pentzien, S., Kennedy, C., Wess, T., Sokhan, M. og W. Kautek
2007 "Laser Cleaning of Undyed Silk: Indications of Chemical Change", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 312-320. Springer, Berlin Heidelberg.

Lemon, J.

1987 *Metal Thread Embroidery: Tools, Materials and Techniques*. B. T. Batsford, London.

Mohamed, W. A.

2005 "Analysis, Identification and Deterioration Aspects of Metallic Threads", i *Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation*, redigert av R. Janaway og P. Wyeth, side 241-245. Archetype, London.

Montague, M.

1995 "pH testing methods in textile conservation", i *Textile Speciality Group Postprints, AIC 23rd Annual Meeting, St. Paul, Minnesota, June 1995, vol. 5*, side 20-22. AIC, Stanford, CA.

Mottner, P., Wiedemann, G., Haber, G., Conrad, W., og A. Gervais

2005 "Laser Cleaning of Metal Surface – Laboratory Investigations" ", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA V Proceedings, Osnabrück, Germany, Sept. 15–18, 2003, Springer Proceedings in Physics Volume 113*, side 79-86. Springer, Berlin Heidelberg.

Ochocińska, K., Kamińska, A. og G. Śliwiński

2003 "Experimental investigations of stained paper documents cleaned by the Nd:YAG laser pulses", i *Journal of Cultural Heritage, Volume 4, Supplement 1*, side 188-193. Elsevier, Amsterdam.

Panzner, M., Wiedemann, G., Meier, M., Conrad, W. Kempe, A. og T. Hutsch

2007 "Laser Cleaning of Gildings", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA VI Proceedings, Vienna, Austria, Sept. 21–25, 2005, Springer Proceedings in Physics Volume 116*, side 21-28. Springer, Berlin Heidelberg.

Pini, R., Siano, S., Salimbeni, R., Pasquinucci, M. og M. Miccio

2000 "Tests of laser cleaning on archeological metal artefacts", i *Lasers in the Conservation of Artworks, LACONA III Proceedings, Journal of Cultural Heritage, Volume 1, Supplement 1*, side 129-137. Elsevier, Amsterdam.

Schreier, B. A., og Bresee, R.R.

1979 "History of decorative metallic yarns", i *Book of Papers, AATCC 1979 National Technical Conference, Delaware*, side 137-140. The American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC), North Carolina.

Scott, D. A

2002 *Copper and bronze in art*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Selwyn, L.

2004 *Metals and Corrosion: A Handbook for the Conservation Professional*. Canadian Conservation Institute, Ottawa.

- Siatou, A., Charalambous, D., Argyropoulos, V., og P. Pouli
2006 "A Comprehensive Study for the Laser Cleaning of Corrosion Layers due to Environmental Pollution for Metal Objects of Cultural Value: Preliminary Studies on Artificially Corroded Coupons", i *Laser Chemistry, Volume 2006*. Hindawi Publishing Corporation, New York.
- Sipos, E.
1998 "Restoration of a sixteenth-century bonnet from St Martin's Church in Szombathely", i *International Perspectives on Textile Conservation*, side 121-126, red. A. Timar-Balazsy and D. Eastop, Archetype, London.
- Sipos, E. og E. Gondár
1989 "Effect of different treatments on textiles with metal threads", i *Conservation of metals: problems in treatment of metal-organic and metal-inorganic composite objects*, side 83–86. International Restorer Seminar, Veszprém, Hungary.
- Sjøvold, A. B.
1976 *Broderikunst og prydsøm: En liten historisk oversikt*. Kunstindustrimuseet i Oslo, Oslo.
- Sokhan, M., Hartog, F., og McPhail, D.
2005 "Surface Analysis of the Laser Cleaned Metal Threads", i *Springer Proceedings in Physics, Volume 100*, side 237-246. Springer, Berlin Heidelberg.
- Sokhan, M., Gaspar, P., McPhail, D. S., Cummings, A., Cornish, L., Pullen, D., Hartog, F., Hubbard, C., Oakley, V. og J. F. Merkel
2003 "Initial results on laser cleaning at the Victoria & Albert Museum, Natural History Museum and Tate Gallery", i *Journal of Cultural Heritage 4*, side 230-236. Elsevier, Amsterdam.
- Stemann-Petersen, K. og B. Taarnskov
2006 "Electrolytic cleaning of silver- and gilt silver threads in silk textiles – Possibilities and limitations", i *Zeitschrift für Kunst-technologie und Konservierung/Journal for Art Technology and Conservation 20, hefte 2*, side 278-289. Wernersche Verlagsgesellschaft, Worms.
- Stodulski, L. P., Mailand, H. F., Nauman, D., og Kennedy, M.
1986 "Atomic emission spectrographic and SEM. EDXR studies of European, Middle Eastern and Oriental metallic threads", i *Application of Science in Examination of Works of Art*, Museum of Fine Arts, Boston, side 76-91.
- Stodulski, L.P., Mailand, H. F., Nauman, D., og Kennedy, M.
1983 (A) "Scanning electron microscope/energy dispersive X-ray and atomic emission spectrographic studies of precious metal threads from European, Middle Eastern, and Oriental textiles", abstract, i *Application of Science in Examination of Works of Art*, Museum of Fine Arts, Boston.
- Stodulski, L.P., Mailand, H. F., Nauman, D., og Kennedy, M.
1983 (B) "Analysis of precious metal threads", appendix til *Fabrics in Celebration, from the collection of Peggy Stratt Gilpy*, side 361-375. Indianapolis Museum of Art.
- Sutcliffe, H., Cooper, M. og J. Farnsworth
2000 "An initial investigation into the cleaning of new and naturally aged cotton textiles using laser radiation", i *Journal of Cultural Heritage 1*, side 241–246. Elsevier, Amsterdam.
- Thornton, J.
2000 "All that Glitter is not Gold: Other surfaces that appear to be Gold", i *Gilded Metals: History, Technology and Conservation*, side 307-317. Redigert av T. Drayman-Weisser. Archetype.

Timar-Balaszky, A. og D. Eastop
1998 *Chemical Principles of Textile Conservation*. Butterworth- Heinemann, Oxford.

Watt, Melinda.
2003 "Textile Production in Europe: Silk, 1600–1800", i Heilbrunn Timeline of Art History. Elektronisk tilgjengelig på: http://www.metmuseum.org/toah/hd/txt_s/hd_txt_s.htm. The Metropolitan Museum of Art, New York.

Young, C.
2005 "Accelerated aging of fabric: Is it possible?", i *Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation*, redigert av Janaway, R. og P. Wyeth, side 111-116. AHRB Research Centre for Textile Conservation and Textile Studies First Annual Conference. Winchester.

Personlig kommunikasjon

Kjellberg, A.
2009 Senior kurator i avdelingen for samling og utstilling på Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design. Personlig kommunikasjon.

Urth, K.
2009 Leder og konservator ved Bevaringscenter Næstved - Kunst og Kultur i Danmark
Personlig kommunikasjon.

Westergaard, M.
2009 Konservator ved Fælleskonservering Øst i Danmark. Personlig kommunikasjon.

Myhrvold, S.
2009 Tekstilkonservator ved Nasjonalmuseet. Personlig kommunikasjon.

Wessel, E.
2009 Tekstilkonservator ved Folkemuseet. Personlig kommunikasjon.

Nilsen, K.
2009 Innehaver av Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss. Personlig kommunikasjon.

Nettsider (URL):

Conservation Resources International (CRI)
2009 "Synperonic A7". Tilgjengelig på:
http://www.conservationresources.com/Main/section_31/section31_19.htm. Dato: 23.11.09.

The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works (AIC)
1998 "TSG Chapter V: Analysis and Testing Methods for Textiles: Section A. Determining pH", i *The Textile Conservation Catalog, Research and Testing Methods*. Elektronisk dokument tilgjengelig på:
http://www.conservation-wiki.com/index.php?title=TSG_Chapter_V._Analysis_and_Testing_Methods_for_Textiles_-_Section_A._Determining_pH. Publisert 1995, redigert 1998. The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works, Washington, DC. Dato: 5.12.09.

The Royal Collection e-Gallery

2009 "Elizabeth I of England". Elektronisk dokument, tilgjengelig på:

<http://www.royalcollection.org.uk/eGallery/object.asp?category=276&pagesize=20&object=404444&row=177>

Dato: 6.12.09.

Metropolitan Museum of Art

2009 "Velvet panel, ca. 1700". Elektronisk dokument, tilgjengelig på:

http://www.metmuseum.org/toah/hd/txt_s/ho_38.182.2.htm. Dato: 11.11.09

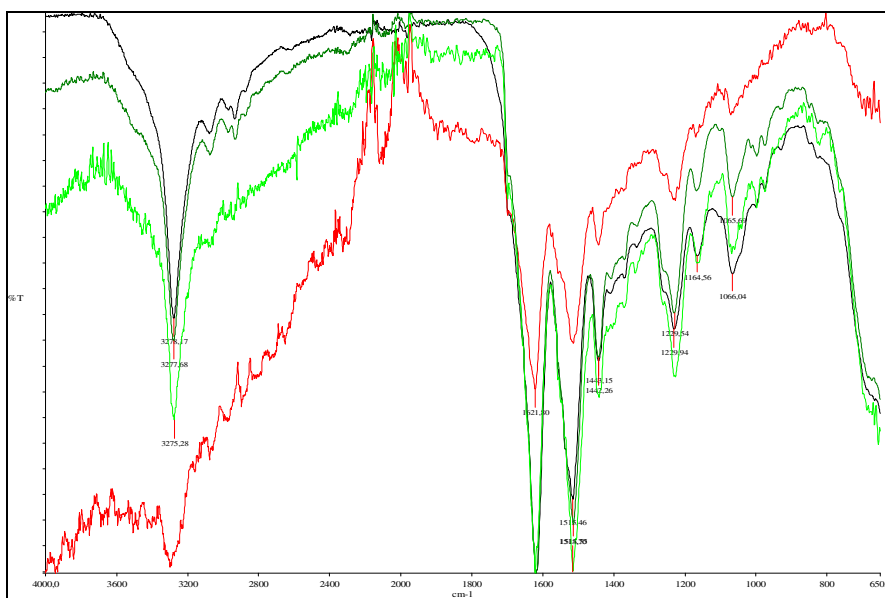
Vedlegg 1: Bilder av forsøksmaterialet og plassering av prøveuttak



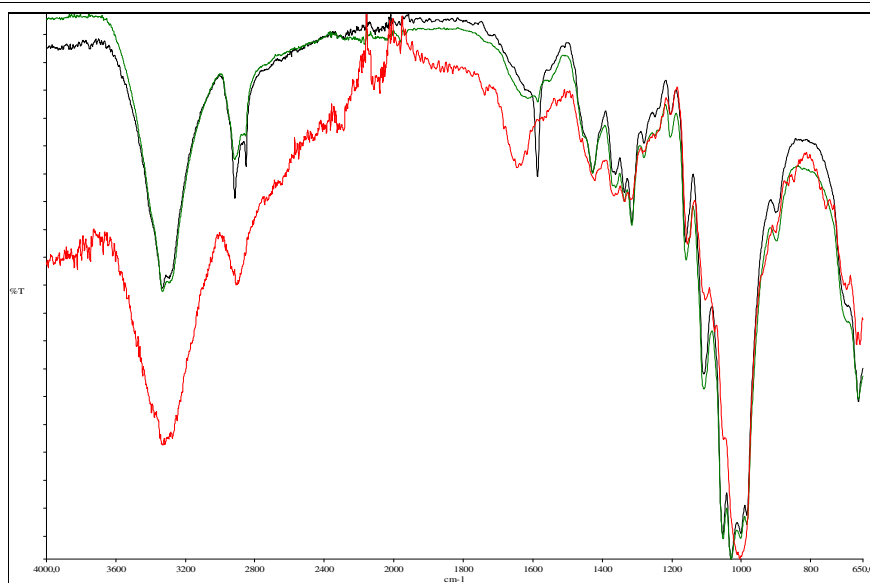
Uttak til tekstilprøver (fra øverst til venstre) ble benyttet til følgende renseseter:

1. Vann og Synperonic A7
2. Whitespritløsnig
3. Nd:YAG laser – test for innstillinger
4. Er:YAG laser
5. Vann, etanol og ammoniakk
6. Nd:YAG laser
7. Ubehandlet referanse
8. EDTA-løsning
9. Er:YAG laser – test for innstillinger

Vedlegg 2: FTIR-spektra av silke og bomull




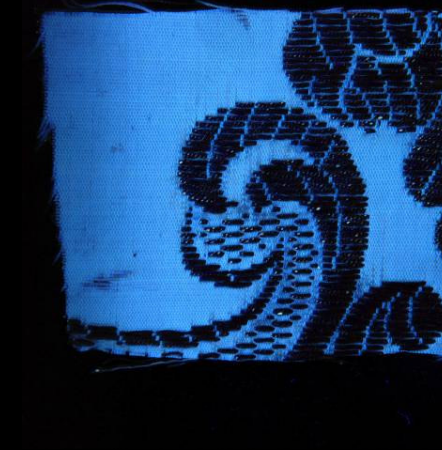

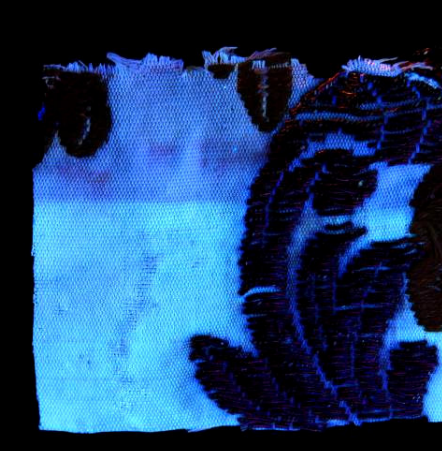
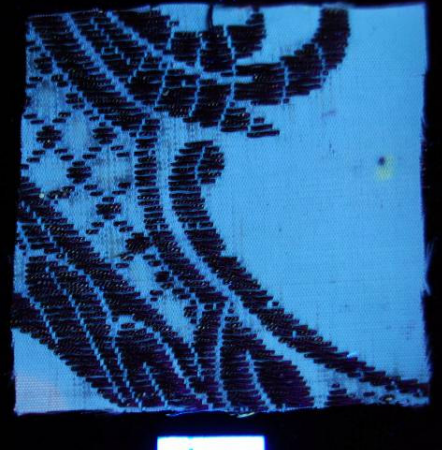
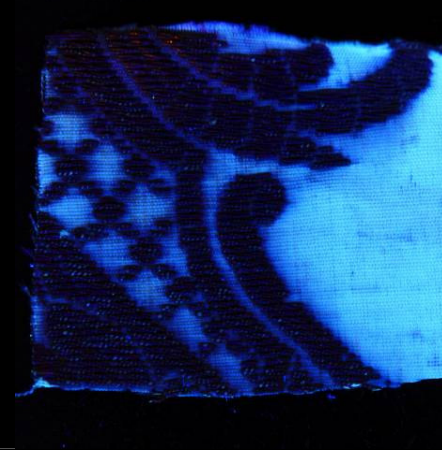
Sort linje viser analysen av silken i forsøksmaterialet
Grønn linje viser analysen av silkeprøve 2
Rød linje viser analysen av silkeprøve 1
Lys grønn linje viser analysen av silkeprøve 3




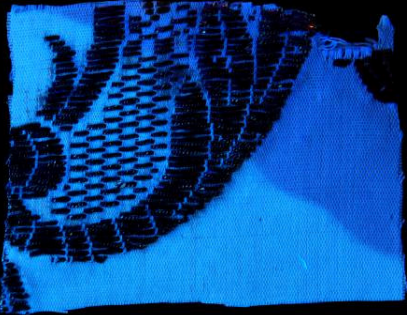

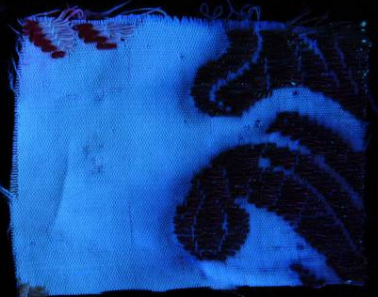


Sort linje viser analysen av bomullstråd fra kobberfarget metalltråd
Grønn linje viser analysen av bomullstråd fra messingfarget metalltråd
Rød linje viser analysen av bomullsstoff

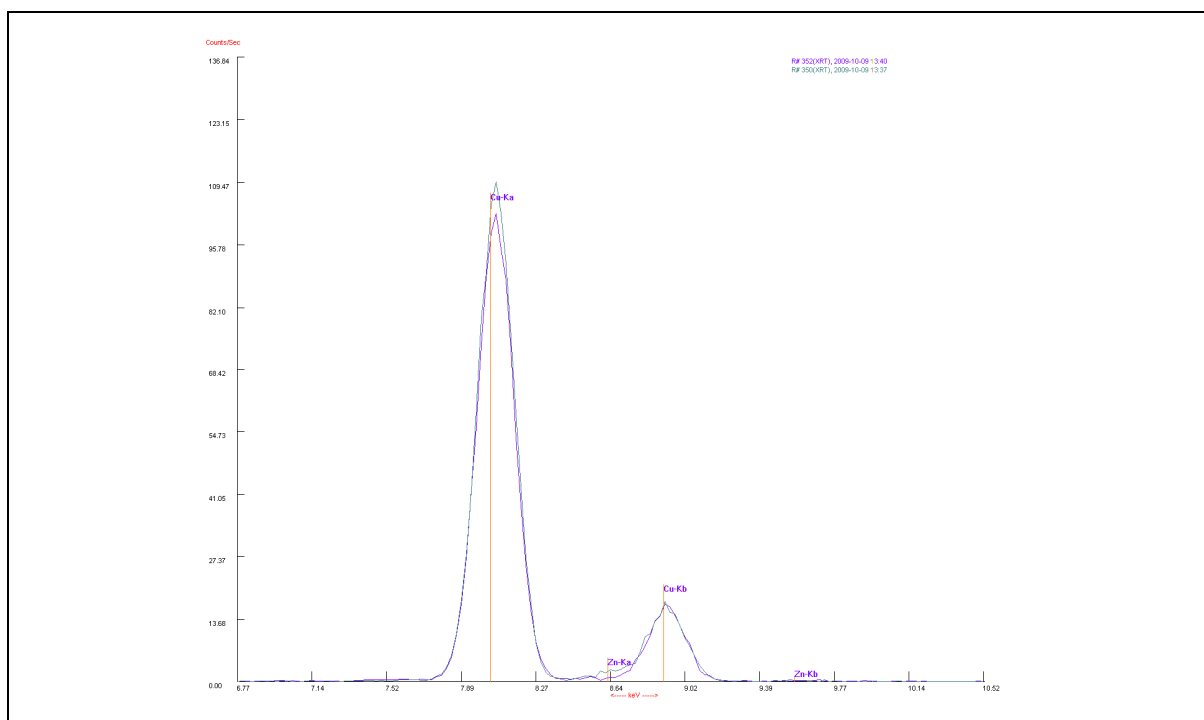
Vedlegg 3: Tekstilprøver belyst med UV-lys før og etter rensing



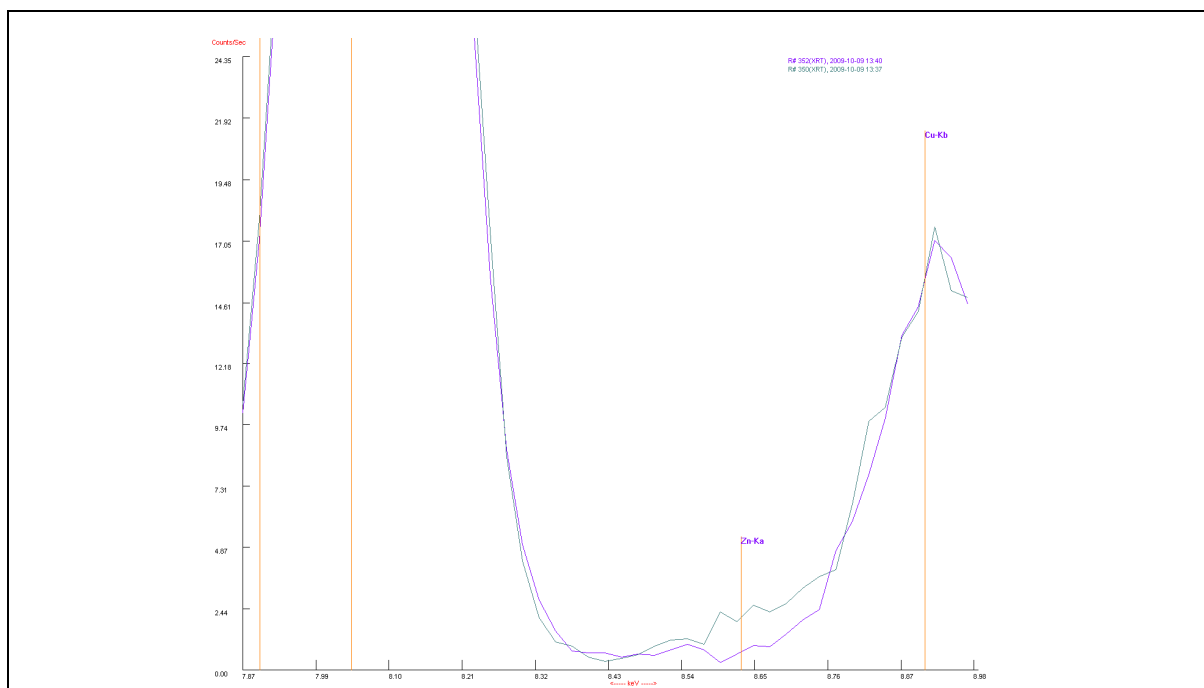
Metode	Før	Etter
Nd:YAG Laser		
Vann og Synperonic A7		
Vann, etanol og ammoniakk		

<p>EDTA-løsning</p>		
<p>White sprit-løsning</p>		
<p>Elektrolyse</p>		

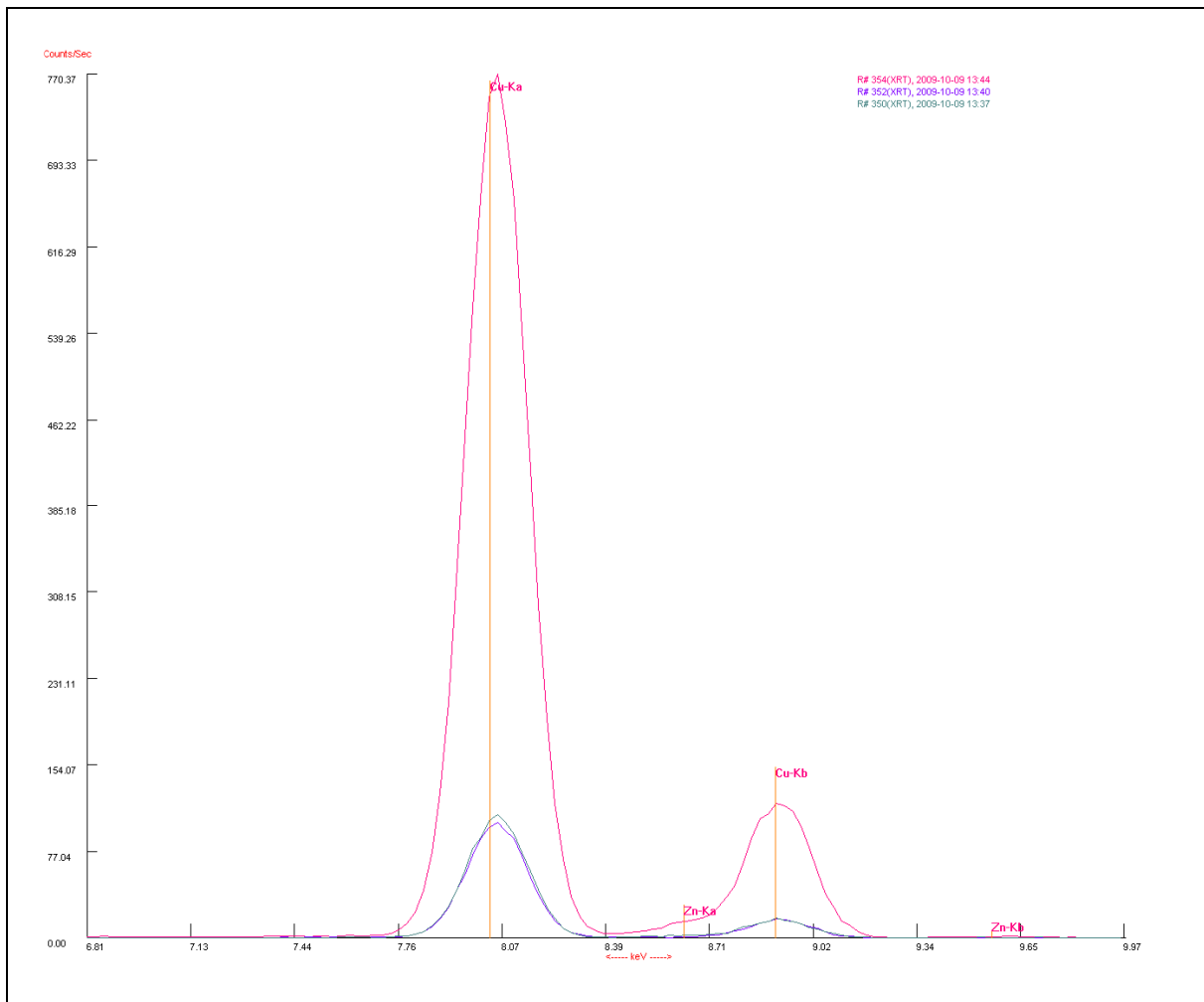
Vedlegg 4: XRF-målinger av metalltråder



Grønn linje viser måling for messingfarget metalltråd separert
Lilla linje viser måling av kobberfarget metalltråd separert



Utsnitt av forrige bilde viser ingen store forskjeller mellom metalltrådene, men sinknivået er noe ulikt. Den messingfargede metalltråden har et klarere utslag på sink enn det den kobberfargede metalltråden har.



Rosa er måling mot område med metalltråder fastmontert i tekstilet
 Grønn er måling for messingfarget metalltråd separert
 Lilla er måling av kobberfarget metalltråd separert

Vedlegg 5: Skjema benyttet under spørreundersøkelsen

Tusen takk for at du tar deg tid til å svare på disse spørsmålene. Dataene vil benyttes i masteroppgaven "Rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder: En evaluering av rensemetoder". Kryss av i svarrutene og skriv gjerne mer utfyllende i kommentarfeltet.

Husk å lagre dokumentet på nytt (i en kjent mappe) etter utfylling og send skjemaet som vedlegg til mjmidtdal@hotmail.com.

Spørsmål		Ja	Nei	Kommentar:	
1	Inneholder museets samlinger tekstiler med metalltråder?				
2	Renser du/dere tekstiler med metalltråder eller andre elementer av metall annerledes enn tekstiler uten metalldekor?				
3	Skiller du/dere mellom rensemetoder på ulike typer metalltråder? Eks. mellom metalltråder av gull, sølv og kobber?				
4	Hvordan renses du/dere tekstiler med metalltråder? (sett kryss nedenfor)				
	Mekanisk rensing	Støvsuger og myk pensel			
		Pussemiddel (magnesiumkarbonat eller metallpuss)			
		Glassfiberpenn			
		Ultrasonisk rensing			
		Laser			
		Annet:			
	Kombinert mekanisk og kjemisk rensing	Natriumbikarbonatpulver			
		Elektrokjemisk rensing			
		Elektrolytisk rensing			
		Annet:			
	Kjemisk rensing	Vann (evt. m/ ikke-ionisk rensmiddel)			Evt. hvilket rensmiddel?
		Organiske løsemidler			Evt. hvilke?
		Kompleksbindere			Evt. hvilke?
		Kommersiell metallrens			Evt. hvilket merke?
		Thiourea i natriumtiosulfat/org. syre			
		EDTA			
Maursyre					
Ionebytter					
Annet:					

Spørsmål		Ja	Nei	Kommentar:
5	Synes du/dere metoden som benyttes fungerer godt?			Hvorfor:
6	Hvorfor velger du/dere denne metoden?	-	-	Hvorfor:
7	Har museet benyttet renseri til å rense slike tekstiler?			Evt. navn på renseri?
8	Benytter du/dere midler for å hindre rekorrosjon av metallet?			Evt. hvilke?
9	Hva er det viktigste kriteriet for valg av rensemetode?	At metalltrådene skal få tilbake sin originale metallglans		
		At original overflate på metallet bevares		
		At tekstilet renses uten å ta skade		
		Annet:		
10	Har du/dere oversikt over hvilke metoder er benyttet på museet tidligere?			(skriv gjerne hvilke metoder i ruten nedenfor)
11	Er det gjennomført noen evaluering av metodens langtidsvirkning på tekstilene i samlingen?			
12	Er det behov for mer forskning og informasjon om rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder?			

<p><u>Tilleggs kommentar:</u> (Skriv gjerne litt om erfaringer du eller museet har gjort med ulike rensemetoder og eventuelle problemer som har oppstått som følge av disse).</p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Vedlegg 6: Kontaktede museer og konserveringsinstitusjoner

Norge
1. Nationalmuseet Kunstindustrimuseet (Oslo)
2. Kulturhistorisk Museum (Oslo)
3. Norsk Folkemuseum (Oslo)
4. Forsvarsmuseet (Oslo)
5. Maihaugen (Lillehammer)
6. Nordenfjeldske Kunstindustrimuseum (Trondheim)
7. Vestlandske Kunstindustrimuseet (Bergen)
8. Bergen Museum (Bergen)
9. Vitenskapsmuseet (Trondheim)
10. Sverresborg, Trønderlag folkemuseum (Trondheim)
11. Domkirkeodden (Hamar)
12. Museumstjenestene i Østfold, Østfoldmuseet (Sarpsborg)
13. Museumssenteret i Salhus, Bevaringstjenestene (Salhus)
14. Universitetsmuseet (Tromsø)
15. Privatpraktiserende tekstilkonservator

Sverige
16. Världskulturmuseet (Göteborg)
17. Etnografiska museet (Göteborg)
18. LSH (Livrustkammaren, Skoklosters slott, Hallwylska museet) (Stockholm)
19. Nordiska Museet- Textilhalleriet (Stockholm)
20. Textilateljé, Uppsala Domkyrka (Uppsala)
21. Nationalmuseet, Waldemarsudde (Stockholm)
22. Statens försvarshistoriska museer (Stockholm)
23. Malmö museer (Malmö)
24. Göteborgs stadsmuseum (Göteborg)
25. Västergötlands museum (Skara)
26. Bohusläns museum (Uddevalla)
27. Jämtlands läns museum (Östersund)
28. Jönköpings länsmuseum (Jönköping)
29. Kalmar länsmuseum (Kalmar)
30. Studio Västsvensk Konservering (SVK) (Göteborg)
31. Riksantikvarämbetet (Gotland)
32. Murberget, Textilarkivet Västernorrland (Sollefteå)
33. Textilmuseet i Borås (Borås)
34. Historiska museet (Stockholm)
35. Kungl. Husgerådskammaren (Stockholm)
36. Privatpraktiserende tekstilkonservator (Smålands museum)

Danmark
37. Museum for husflid (Kerteminde)
38. Aalborg Historiske Museum (Aalborg)
39. Amalienborg, De Danske Kongers Kronologiske Samling (København)

40. Den Gamle By, Danmarks Købstadmuseum (Århus)
41. Kunstindustrimuseet (København)
42. Kvindemuseet (Århus)
43. Nationalmuseet (København)
44. De Danske Kongers Kronologiske Samling, Rosenborg (København)
45. Dansk Museumscenter for Textilindustri og –design, Herning Museum (Herning)
46. Viborg Stiftsmuseum (Viborg)
47. Bevaringscenter Øst (Køge)
48. Bevaringscenter Nordjylland (Vodskov)
49. Museernes Bevaringscenter i Skive (Skive)
50. Bevaringen på kulturhistorisk Museum Randers (Randers)
51. Moesgård Museums Konserverings- og naturvidenskabelige afdeling (Århus)
52. Konserveringscenter Vest (Ølgod)
53. Konserveringscentret i Vejle (Vejle)
54. Bevaringscenter Næstved (Næstved)
55. Bevaringsfunktionen, Odense Bys Museer (Odense)
56. Konserveringsværkstedet på Langelands Museum (Rudkøbing)
57. Museum-Sønderjylland, Konserveringen (Gram)
58. Kramer Moltke Restaurering og konservering (Asaa)

Finnland

59. Espoo City Museum (Espoo)
60. The Conservation Centre of the Lahti City Museum (Lathi)
61. The Museum Center of Turku (Turku)
62. Konserveringssenteret ved Finlands Håndverksmuseum (Turku)
63. Nasjonalmuseet (Helsinki)
64. Privatpraktiserende tekstilkonservator
65. Privatpraktiserende tekstilkonservator
66. Privatpraktiserende tekstilkonservator

Island

67. Nasjonalmuseet på Island (Reykjavik)
68. Privatpraktiserende tekstilkonservator

Vedlegg 7: Oppsummering av svar gitt i spørreundersøkelsen

Spørsmål merket med A ble sendt til museer med samlinger som inneholder tekstiler med metalltråder, spørsmål merket med B ble sendt til konserveringstjenester som ikke er knyttet til en museumssamling. 16 museer har svart på spørsmålene merket A og 5 konserveringstjenester har svart på spørsmålene merket B, totalt 21 svar.

Spørsmål		Ja	Nei	Kommentar:
1 A	Inneholder museets samlinger tekstiler med metalltråder?	16	0	1. Uniformer og kirketekstiler. 2. Ja, men mange har det fint og behøver ikke rensing. 3. Kun 5-10 tekstiler som inneholder metalltråder. 4. Mange av tekstilene inneholder metalltråder.
2 B	Har du/deres avdeling konserverte tekstiler med metalltråder?	5	0	1. Ja, det dreier seg da om broderier med forgylt sølv. 2. Ja, av ulike typer.
3 A B	Renser du/dere tekstiler med metalltråder eller andre elementer av metall annerledes enn tekstiler uten metalldekor?	17	4	1. Ja, karakteren av metalleden overveies. 2. Ja, som regel på man regne med at broderiet ikke tåler vann eller annen form for våt påvirkning. 3. Nei, den eneste metoden som utføres her er støvsuging. Andre oppgaver settes bort til eksterne bevaringstjenester. 4. Ja, når tekstiler inneholder komponenter som er ømfintlig for fuktig rengjøring vil slike metoder falle bort. 5. Ja, ved metalldekor er jeg mer skeptisk til bruk av vann. 6. Ja, men man må også skille mellom metalltråder og andre typer metalldekorasjon siden det er enklere å rense større metallornamenter enn metalltråder. Det er også en stor forskjell mellom metalltråder i historiske og arkeologiske tekstiler. 7. Ja, spesielt når det kommer til våtrengjøring. 8. Ja, av og til. 9. Nei, renser som regel alle typer tekstiler kun med støvsuging siden flekker kan være av historisk betydning.
4 A B	Skiller du/dere mellom rensemetoder på ulike typer metalltråder? Eks. mellom metalltråder av gull, sølv og kobber?	9	12	1. Ja, metoden avhenger av bevaringstilstanden både til tekstilfibrene og metallet. Ved for dårlig tilstand bør man ikke foreta rensing. 2. Ja, og det bør man gjøre fordi korrosjonsproduktene er forskjellige fra metall til metall. Hvilken type tekstil det er brodert på har også betydning. 3. Ja, det avhenger av hvilken type og hvor mye smuss som er på trådene. 4. Ja, gulltråder vil eksempelvis ikke trenge behandling for korrosjon.

				5. Nei, vi får ikke analysert metallet i trådene som ofte kan være forsølvvet eller legeringer.	
5 A B	Hvordan renser du/dere tekstiler med metalltråder?				
	Mekanisk rensing	Støvsuger og myk pensel	20	1	1. Ja, men det fjerner ikke korrosjonsprodukter.
		Pussemiddel (magnesiumkarbonat eller metallpuss i pulverform)	2	19	1. Nei, det sliter på både metall og tekstilfibre. 2. Ja, Pusseklut fra Hagerty eller Connoisseurs.
		Glassfiberpenn	4	17	1. Ja, til rustne kroker. 2. Nei, det etterlater skarpe partikler i tekstilet. 3. Nei, det benyttes ikke lengre, men har blitt brukt tidligere.
		Ultrasonisk rensing	3	18	
		Laser	1	20	1. Nei, den anvendes ikke på museumsgjenstander, men Nd:YAG laser har gitt gode resultater i forsøk. 2. Ja, men det er ikke gjort mange oppgaver på metallbroderier med (Er:YAG) laseren, siden den er relativt ny. Andre har imidlertid hatt gode resultater med tilsvarende.
		Annet:	8	13	1. For å rense f.eks. messing i beltespinner benyttes trepinner og bomullspinne. 2. Alkablasterpulver som arbeides inn med en myk pensel og etterfølges av støvsuging blir benyttet på gjenstander hvor både tekstilet og metallet er godt bevart. 3. Bomullspinne og trekkpapir. 4. På tekstiler som har påsydde metallelementer (ikke iverdte/broderte metalltråder) har "Vinyl Eraser" og etanol blitt benyttet med gode resultater. 5. Bomullspinner. 6. Bomullspinner. 7. Sotsvamp dersom metalloverflaten er stabil. 8. Sotsvamp.
	Kombinert mekanisk og	Natriumbikarbonat-pulver	1	20	
Elektrokjemisk rensing		0	21		

kjemisk rensing	Elektrolytisk rensing	1	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ja, en spesielt tilpasset 2-trinns metode med potensialstyrt spenning og nøytral elektrolytt kan benyttes. 2. Nei, det er en metode som virket lovende i starten, men testing av silkekjernen reaksjon på denne våtbehandlingen var ikke oppmuntrende.
	Annet:	0	21	
Kjemisk rensing	Destillert/deionisert vann (evt. m/ ikke-ionisk rensmiddel)	15	6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ja, men kun etter tester av metall og tekstil 2. Rensemiddel: Mini Risk (inneholder 13-15 % anionisk og under 5 % ikke-ionisk overflateaktivt stoff). 3. Ja, stort sett den valgte metoden. 3. Ja, rensmiddel Mini Risk. 4. Ja, ikke-ionisk, anionisk og amfolyttisk tensid. 5. Ja, rensmiddel Mini Risk, benyttet med en liten svamp. 6. Ja, kun destillert vann. 7. Ja, med Synperonic A7. 8. Ja, med Synperonic A7 på gull og kobbertråder. Men vi ønsker ikke å gjøre tekstilet vått, siden det ofte inneholder mye fargestoffer. Derfor benytter vi også bare rensmidler når det er umulig å oppnå et akseptabelt nivå uten. 9. Ja, med rensmiddelet Ufarol. 10. Ja, med Mini Risk. 11. Ja, med rensmiddelet Lissapol, for avspenning. Men kun hvis det er snakk om vannopløselig smuss.
	Organiske løsemidler	9	12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ja, blanding av vann og etanol, evt. tilsatt ammoniakkdråper. 2. Ja, 50 % vann og 50 % etanol. 3. Ja, en blanding av vann, etanol og noen dråper ammoniakk. 4. Ja, etanol. 5. Ja, etanol, aceton og toluene. 6. Ja, etanol. 7. Ja, etanol. 8. Ja, etanol. 9. Ja, en blanding av vann, etanol og ammoniakk på sølv.
	Kompleksbindere	0	21	
	Kommersiell metallrens (flytende)	1	20	1. Ja, Johnson og Silver Quick etterfulgt av deionisert vann.

		Thiourea i natriumtiosulfat/org. syre	1	19	1. Ja, i sitronsyre.
		EDTA	3	18	1. Ja, benyttet på frynser tilhørende faner, og demonterte større metalloverflater.
		Maursyre	1	20	
		Ionebytter	0	21	
		Annet:	4	17	1. 5 % ammoniakk, bomullstekstil, Merseilles såpe, salvia. 2. Salmiakkspiritus (ammoniakk + vann) benyttet på tilfeller med kobberkorrosjon. 3. Rensing i white sprit-løsning (tørrens) på Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss, med tilpasset utstyr. 4. Salvia.
6 A B	Synes du/dere metoden som benyttes fungerer godt?		19	3	1. Ja og nei, det er problemer med de mekaniske metodene (glassfiberpenn og ultrasonisk rensing) at de skader metalloverflater. Ofte er metalltrådene farget med en farget lakk slik at det ligner et edlere metall, og dette laget skades lett. Det er også et problem med de fleste kjemiske metoder (som vann med tensid, etanol, og EDTA) at det er risiko for å skade tekstilet akutt og at det kan avsettes kjemikalier i tekstilet som fremmer videre nedbrytning. 2. Ja, objekter har blitt synlig rensed av støv og oksidasjon med metodene støvsuging, glassfiberpenn, vann med tensider, løsemiddel, ammoniakk og andre kjemiske metoder. 3. Laser ser ut til å fungere godt til visse typer metalltråd, men mangler å prøves ut i praksis. 4. Potensialstyrt elektrolyse fungerer godt på metallbånd og frynser som kan avmonteres og legges ned i en væske. God erfaring på forgylte sølvtråder. 5. Ja, støvsuging, destillert vann med tensid og etanol renser for overflatesmuss. 6. Ja, mer eller mindre siden metodene (støvsuging, natriumbikarbonat, vann med tensid, etanol, kommersiell flytende metallpuss, og thiourea i organisk syre) ikke er skadelig for gjenstanden. 7. Ja, støvsuging skader ikke tekstilmaterialet som metallet er i kontakt med. 8. Ja, støvsuging tar bort overflatesmuss og støv. 9. Ja og nei, støvsuging er en god metode fordi den ikke har uønskede sideeffekter, ikke krever dyrt utstyr eller farlige kjemikalier. Men metoden har liten effekt på fett smuss, korrosjon eller anløpning. 10. Metoden med "Vinyl Eraser" og etanol fungerer godt på påsydde metallelementer, men kan ikke benyttes på metalltråder. 11. Ja, støvsuging, bomullspinner, destillert vann m/evt rensemiddel og etanol er skånsomme metoder både mot metall, forgylting og tekstilfibre.

				<p>12. Ja, bomullspinne fuktet med destillert vann fungerer, men ikke fantastisk godt.</p> <p>13. Ja, metodene (støvsuging, sotsvamp, vann med tensid, etanol, thiourea i sitronsyre, EDTA) har ført til synlig godt resultat.</p> <p>14. Ja, metodene (støvsuging, vann med synperonic A7 og blanding av vann, etanol og ammoniakk) fjerner ikke alle korrosjonsprodukter, men gir metallet tilbake glansen. De er også lette å håndtere uten å gjøre tekstilet vått. Vi ønsker ikke å påvirke tekstilet som metalltrådene er festet til mer enn høyst nødvendig.</p> <p>15. Både ja og nei, deionisert vann med Ufarol fjerner løselig overflatesmuss slik at metallet ser renere og blankere ut, men det fjerner ikke eventuelle skjemmende korrosjonsprodukter.</p> <p>16. Ja, støvsuging, vann med tensid og saliva er trygge og effektive metoder som ikke fukter tekstilet for mye, men som polerer metallet.</p>
7 A B	Hvorfor velger du/dere denne metoden?	-	-	<p>1. Metodene velges etter råd fra objektkonservator på museet, konserveringslitteratur og en finsk oppgave fra konserveringsskolen.</p> <p>2. Vi benytter ingen fast metode, det avhenger av objektet. Som regel velger vi å ikke behandle tekstilet.</p> <p>3. Metodene er valgt for å rense for overflatesmuss.</p> <p>4. Målet med rensingen er å oppnå en mild renseseffekt. Metodene velges ut fra hvor mye kontakt det er mellom tekstilfibre og metallelementer.</p> <p>5. Foreløpig har det ikke vært behov for andre metoder enn støvsuging. Men en gjennomgang av tekstilene i samlingen kan trolig vise at det er behov for andre metoder.</p> <p>6. Har ikke prøvd ut andre metoder (enn støvsuger og deionisert vann evt m/ikke-ionisk rensmiddel).</p> <p>7. Støvsuging følger prinsippet med minimal intervensjon/innblanding.</p> <p>8. Metodene er valgt for å fjerne smuss med forurensninger.</p> <p>9. Støvsuging og rensing med vann og tensid benyttes fordi jeg har sett for mange feilslåtte forsøk med andre metoder på metalltråder, som har ført til skader på tekstilet.</p>
8 A	Har museet benyttet renseri til å rense slike tekstiler?	4	12	<p>1. Nei, det benyttes ikke i dag, men har blitt gjort tidligere.</p> <p>2. Ja, Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss er benyttet ved flere anledninger. Dette rensieriet har unik kunnskap, erfaring og tilpasset utstyr til denne typen oppgaver.</p> <p>3. Ja, for historiske militæruniformer.</p> <p>4. Ja, Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss er benyttet ved flere anledninger.</p> <p>5. Ja, et renseri i Vanløse (Danmark).</p>
9 AB	Benytter du/dere midler for å hindre rekorrosjon av metallet?	3	18	<p>1. Ja, i sjeldne tilfeller lakk, men ikke på broderi. Om mulig beskyttes tekstilet mot metalldeleer etter behandling ved å isolere delene fra hverandre med syrefritt papir eller</p>

					papp. 2. Ja, der det er mulig beskyttes tekstilet med Purafil eller stoff impregnert med sølvkorn. 3. Ja, Paraloid B72.
10 A B	Hva er det viktigste kriteriet for valg av rensemetode?	At metalltrådene skal få tilbake sin originale metallglans	4	17	1. Ja, dette er selve grunnen til å rense, for metallkorrosjon beskytter for det meste metallet. 2. Ja, ikke nødvendigvis original metallglans, men vise at det metall. 3. Nei, korrosjonen fjernes ikke så lenge den ikke renses vekk med skånsomme metoder. 4. Ja, vi renser kun i forbindelse med utstilling av gjenstanden, og når vi ønsker et pent utseende selv om gjenstanden ikke er renset fullstendig.
		At original overflate på metallet bevares	8	13	
		At tekstilet renses uten å ta skade	20	1	1. Ja, enhver behandling påvirker tekstilet i større eller mindre grad. Det er viktig å veie risikoen ved en eventuell svekkelse mot formålet med behandlingen. 2. Å ta vare på tekstilet er det viktigste, metaller er ofte bare en mindre detalj.
		Annet:	4	17	1. Opplevelse av helhet og bevaring. 2. Effektivitet, hvor lang tid det er til objektet skal stilles ut.. 3. At metoden ikke etterlater noe på overflaten av gjenstanden, siden det alltid er vanskelig å etterrense metallbroderier. 4. Å fjerne løstsittende smuss slik at glansen blir høyere.
11 A	Har du/dere oversikt over hvilke metoder er benyttet på museet tidligere?	5	11	1. Nei, men vi har et godt eksempel på hvordan stoffer kan ødelegges hvis man kun har for øye å rense sølvbroderier uten å ta hensyn til tekstilet. Dette har resultert i skjolder på tekstilet.	
12 A	Er det gjennomført noen evaluering av metodens langtidsvirkning på tekstilene i samlingen?	0	16		
13 A B	Er det behov for mer forskning og informasjon om rensing av tekstiler med kobberbaserte metalltråder?	19	1	1. Ja, det vil det alltid være. 2. Ja og nei, det behøves forskning på effektive og skånsomme konserveringsmetoder. Det er viktigere å forske på metoder med videre bruk enn eldre konserveringsmetoder som ikke lengre er i bruk. 3. Ja, og helst i et utvidet begrep. Ikke bare metalltråder, men metaller på tekstiler generelt. 4. (Blank) Mye av den senere forskningen har undersøkt bruk av laser til slike konserveringsoppgaver, og dette ser ut til å være veien å gå videre. 4. Ja, absolutt! 5. Ja, det er alltid behov for mer forskning, men i denne samlingen er det sjeldent å kobberbaserte metalltråder.	

Tilleggs kommentarer:

1. "Vi renser kun i spesielle tilfeller hvor det kreves av hensyn til utstilling, da det er ønskelig å vise det opprinnelige utseende. Dette er fordi tekstilene ikke kan beskyttes effektivt mot gjenkorrosjon".
2. "Den viktigste metoden er forebyggende konservering, i form av ren luft og riktige materialer der slike tekstiler oppbevares".
3. "Det er vanskelig å rense metaller på tekstiler siden de ligger så nære."
4. "Det er ingen vits i å få tilbake original metallglans hvis stoffet rundt er smusset".
5. " Uansett metode er det viktig å teste ulike fremgangsmåter og metoder først".

Vedlegg 8: Befaring hos Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss

Arne W. Nilsen Tepperenseri i Moss er det eneste renseri i Skandinavia, trolig også Europa, som har spesialutstyr og kunnskap til å gjennomføre rensing av tekstiler med metalltråder. Dette henger sammen med et langt samarbeid mellom renseriet og tekstilkonservatorer ved Nasjonalmuseet og Folkemuseet, og at renseriet i generasjoner har blitt drevet av personer med lang erfaring og god kunnskap om kjemi og tekstilfibre (pers. komm. Wessel og K. Nilsen, 2009). Rensemaskinen er spesielt tilpasset denne type rensing fordi den har en trommel som kan styres manuelt (se figur a). Slike maskiner produseres ikke lengre, og nye rensesmaskinmodeller er fullautomatiske, noe som gir mindre kontroll.



Figur a: Rensemaskin med manuelt styrt trommel, brukt til å rense tekstiler med metalltråder fra flere norske museer.

Jeg fikk være med tekstilkonservator ved Folkemuseet i Oslo, Eriikka Wessell, og rense en statsministeruniform (tilhørende Kunstindustrimuseet) med denne metoden. Både uniformsjakken og -buksen var dekorert med ulike typer forgylte metalltråder, paljetter og lignende. Før plagget ble lagt i trommelen ble metallbåndene og -dekorasjonene på både buksen og jakken penslet med white sprit tilsatt rensforsterker. Etter ca 15 minutter ble plagget lagt i trommelen med white sprit (se figur b). Tekstilet fikk ligge i noen minutter for å trekke inn løsningen, og deretter ble trommelen manuelt styrt en runde eller en halv runde frem og tilbake med noen minutters mellomrom. I første omgang ble tekstilet renseset i en white sprit-løsning tilsatt rensforsterker, deretter ble denne løsningen erstattet med en ren white

sprit. Renseforsterkeren, med navnet Benzapon Sanofres, bærer smusset i væsken over i filteret vist i figur a. Tekstilet ligger relativt i ro i trommelen, mens løsemiddelet strømmer forbi og ut av trommelen, filtreres og sendes inn i trommelen igjen. På denne måten tar løsemiddelet med seg urenheter som partikler og fettløselig smuss ut av trommelen og partiklene blir sittende igjen i pulverfilteret. Plagget ble rensset i trommelen i omtrentlig 30 minutter før det tatt opp og sentrifugert liggende flatt i en stor sentrifuge. Deretter ble plaket rullet i en bomullshåndkle og sentrifugert igjen for å få ut så mye løsemiddel som mulig. Deretter kunne tekstilet legges/henges til all white sprit fordampet. Siden white sprit fordamper fullstendig blir det ikke liggende igjen produktrester i tekstilet etter rensing. Det er anbefalt å oppbevare tekstiler i et miljø med høy relativ fuktighet (60-65 %) og lav temperatur mens løsemidlene fordamper slik at løsemidlet erstattes av vann. Tørking tar mellom 24-72 timer, avhengig av løsemidlets flyktighet (Timar-Balasz og Eastop 1998:183).



Figur b: Buksen til statsministeruniformen lagt i trommelen med white sprit-løsning. Første løsemiddelbad er tilsatt rensforsterker, deretter renses tekstilene i white sprit uten rensforsterker.

Vedlegg 9: Skjema utfylt av Mette Westergaard

Utfyllingsskjema for den som gjennomfører rensforsøk med laser

1. Modellnavn på laser:

Leonardo fra Quanta System

2. Hva koster denne laseren?

ca. 340.000 kr.

3. Hvilke materialer benyttes den vanligvis på ved deres avdeling?

Sandsten og tilsoddede malerier

4. Har du utført rensing på lignende materiale med laser tidligere?

Nei.

5. Hvilke erfaringer har du eventuelt gjort deg på lignende materiale?

Ingen

6. Ble tekstilet fuktet før rensing?

Nei

7. Innstillinger brukt ved forsøket på tekstil med metalltråder:

Bølgelengde (nm): 532 nm

Avstand (cm): ?

Omtrentlig areal på strålen (cm²): 0,62 cm

Styrke pr puls (J): 0,14 J

Pulslengde (pico-/nanosekunder): ns

Pulsering (Hz): 25

Energistyrke/Fluence (J/cm²): 0,47 J/cm²

8. Forstørrelse (hvis utført under arbeidsmikroskop):

9. Tid brukt på teste innstillinger og måle styrke: 3

10. Tid brukt på selve "rensingen": 1 (inkl. rapport)

11. Umiddelbar evaluering av resultatet med disse innstillingene:

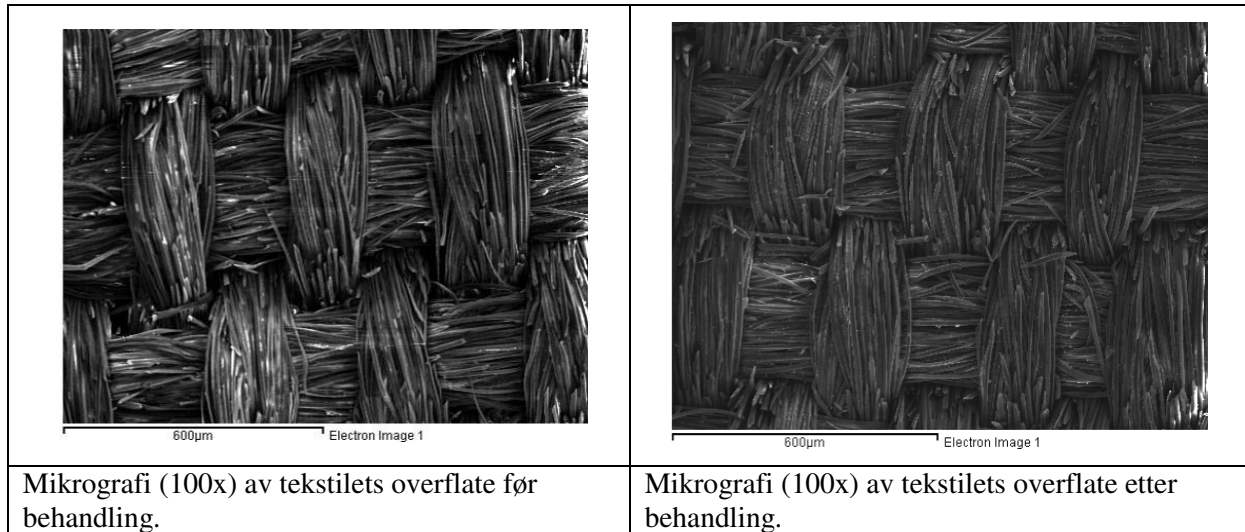
Godt utrensingsresultat på brokadedstoffet
v. 532 nm

12. Forsalg til forbedringer? Hva kunne blitt gjort annerledes?

Flere forsøg m. diverse parametre

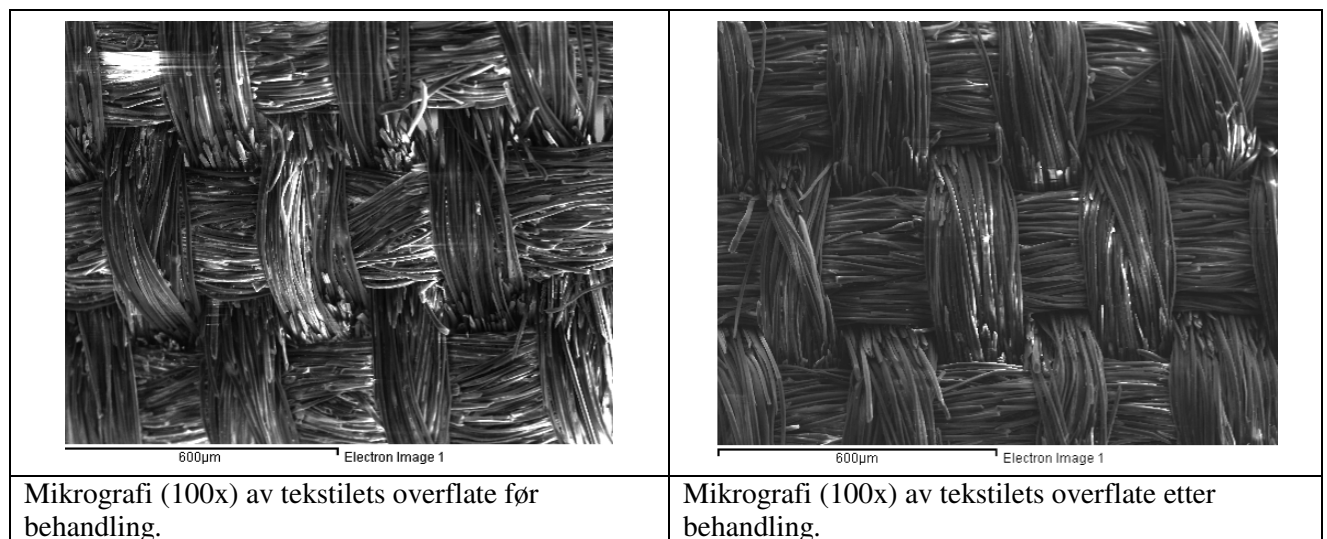
Vedlegg 10: SEM-målinger av tekstil og metalltråder

Prøve renset med laser (Nd:YAG laser)



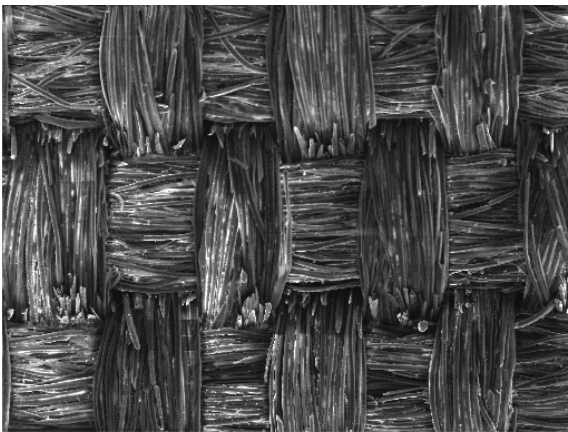
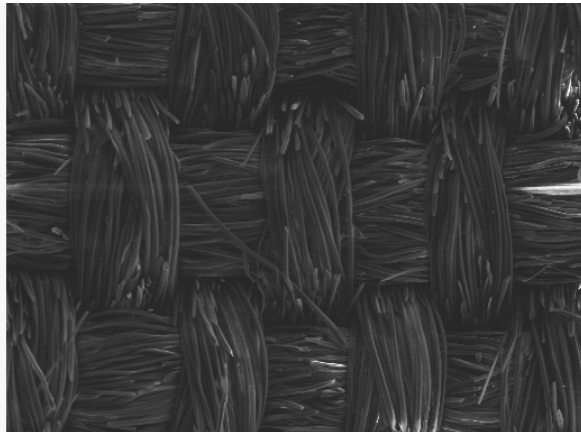
Prøve	Grunnstoffer	Måling før behandling (atom%)	Måling etter behandling (atom%)
Tekstil renset med Nd:YAG laser	O	95.23	88.36
	Na	-	2.36
	Al	-	2.54
	S	2.54	2.99
	Cl	-	1.36
	Ca	-	0.76
	Cu	2.23	1.63

Prøve renset med destillert vann og Synperonic A7



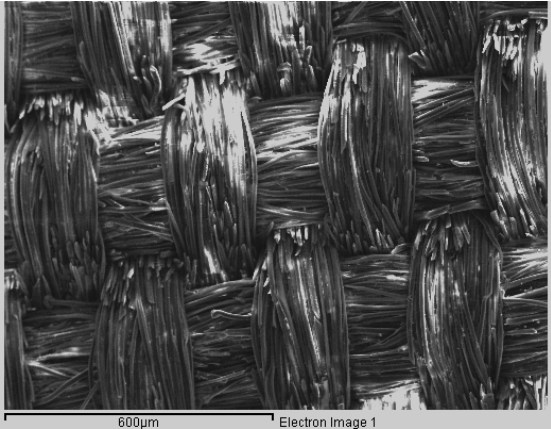
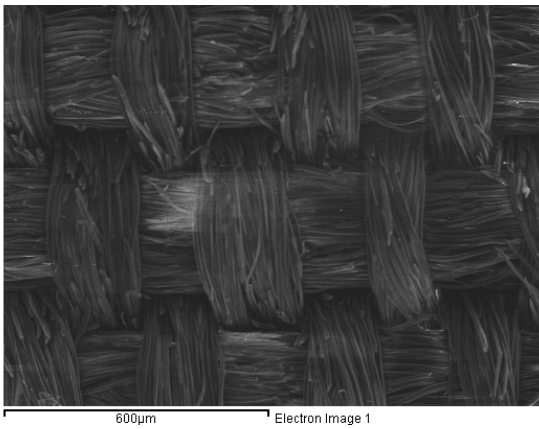
Prøve	Grunnstoffer	Måling før behandling (atom%)	Måling etter behandling (atom%)
Tekstil renset med vann og Synperonic A7	O	84.95	91.91
	S	4.40	0.94
	Cl	1.24	0.83
	K	2.03	-
	Ca	1.49	-
	Cu	5.90	2.08
	Na	-	4.23

Prøve renset med vann, etanol og ammoniakk

	
Mikrografi (100x) av tekstilets overflate før behandling.	Mikrografi (100x) av tekstilets overflate etter behandling.

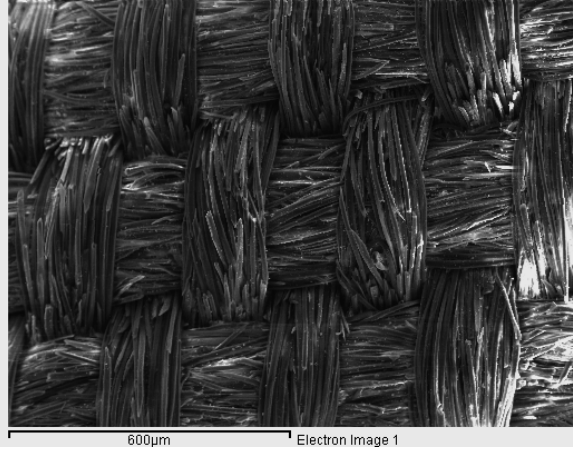
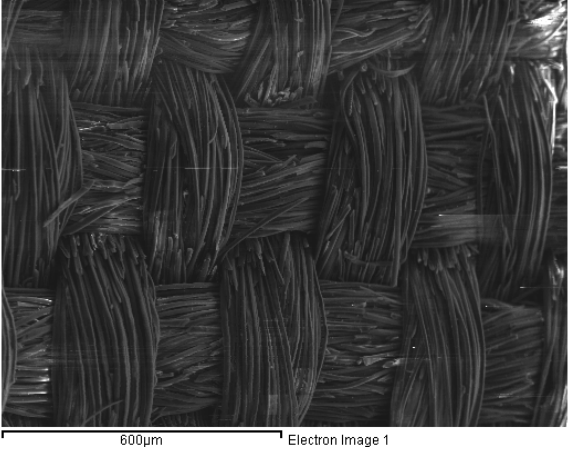
Prøve	Grunnstoffer	Måling før behandling (atom%)	Måling etter behandling (atom%)
Tekstil renset med vann, etanol og ammoniakk	O	92.97	96.47
	S	3.68	-
	Cl	1.39	-
	Cu	1.96	3.53

Prøve rensed med EDTA-løsning

	
<p>Mikrografi (100x) av tekstilets overflate før behandling.</p>	<p>Mikrografi (100x) av tekstilets overflate etter behandling.</p>

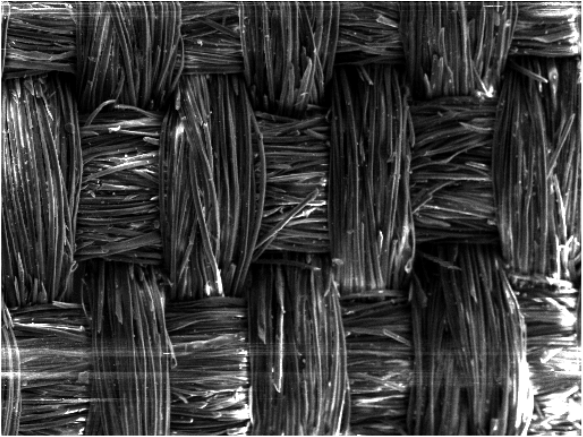
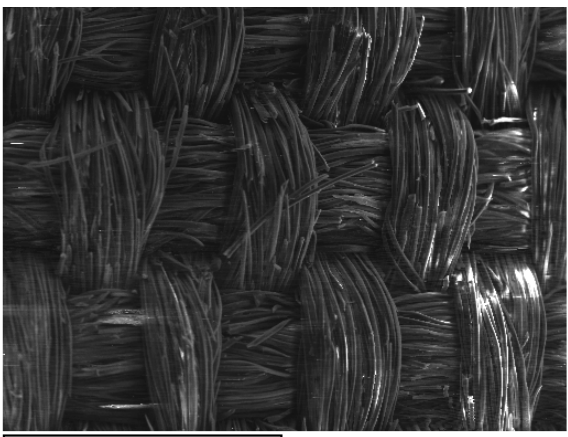
Prøve	Grunnstoffer	Måling før behandling (atom%)	Måling etter behandling (atom%)
Tekstil rensed med EDTA-løsnin	O	87.24	86.50
	Na	2.74	8.55
	Si	1.98	-
	S	2.79	-
	Cl	1.68	-
	K	1.09	-
	Ca	0.93	-
	Cu	1.56	4.95

Prøve rensed med white sprit-løsning

	
<p>Mikrografi (100x) av tekstilets overflate før behandling.</p>	<p>Mikrografi (100x) av tekstilets overflate etter behandling.</p>

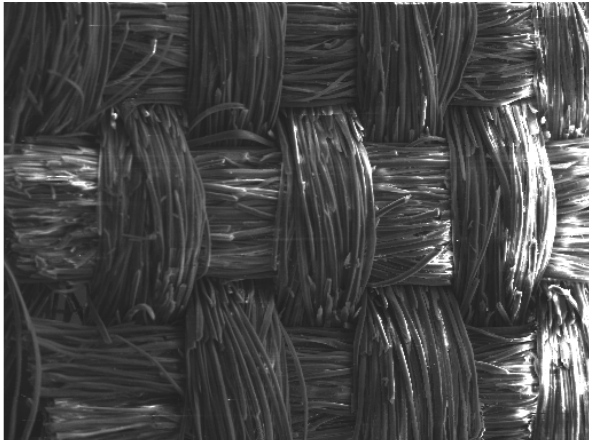
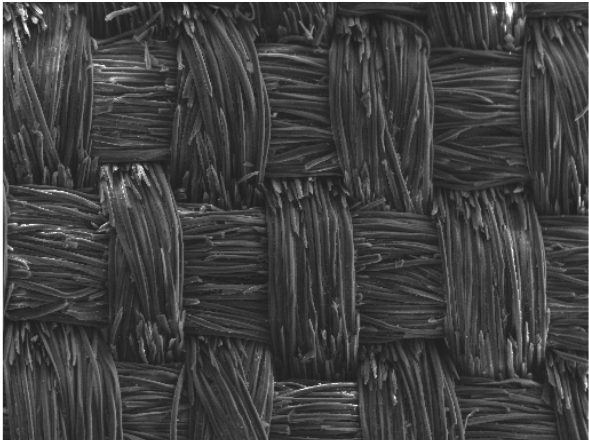
Prøve	Grunnstoffer	Måling før behandling (atom%)	Måling etter behandling (atom%)
Tekstil renset med white sprit-løsning	N	20.94	-
	O	74.95	90.96
	Na	-	3.24
	Mg	0.35	-
	Al	0.40	0.80
	Si	0.80	0.83
	S	1.52	2.95
	K	0.23	-
	Ca	0.53	-
	Cu	0.29	1.22

Prøve renset med elektrolyse

 <p>600µm Electron Image 1</p>	 <p>600µm Electron Image 1</p>
Mikrografi (100x) av tekstilets overflate før behandling.	Mikrografi (100x) av tekstilets overflate etter behandling.









Prøve	Grunnstoffer	Måling før behandling (atom%)	Måling etter behandling (atom%)
Tekstil renset med elektrolyse	O	94.69	90.67
	Si	1.23	-
	S	3.17	-
	Ca	0.92	-
	Cl	-	1.48
	Cu	-	3.72
	S	0.71	-
	Cl	0.50	1.24
	K K	-	0.37
	Cu	78.35	83.54







Kontrollprøver som ikke er rensset

	
<p>Mikrografi (100x) av tekstilets overflate på ubehandlet referanseprøve.</p>	<p>Mikrografi (100x) av tekstilets overflate på ubehandlet referanseprøve.</p>

Prøve	Grunnstoffer	Måling 1 (atom%)	Måling 2 (atom%)
Kontrollprøve	O	91.39	92.29
	Al	3.54	-
	Si	1.14	1.83
	S	3.04	2.76
	Cl	-	0.86
	Ca	-	1.00
	Cu	0.89	1.25

Vedlegg 11: Produktliste over benyttede kjemikalier

Produkt	HMS-anmerkninger:
White sprit Handelsnavn: Actrel 3356 D Produsent: Exxon	  
Renseforsterker Handelsnavn: Benzapon Sanofresh Produsent: Büfa	
Ikke-ionisk tensid Handelsnavn: Synperonic A7 Produsent: Conservation Resources	
Natriumhydroksid (NaOH) Produsent: Kebo Lab	
Natriumnitrat (NaNO ₃) Produsent: Stuers Kebo Lab A/S	
Kaliumklorid (KCl) Produsent: Kebo Lab	
Etanol Handelsnavn: Rektifisert sprit Produsent: Arcus Kjemi	
IMS Handelsnavn: Rektifisert sprit tilsatt 2% metylisobutylketon Produsent: Arcus Kjemi	

<p>Ammoniakk Produsent: J. T. Baker</p>	 ETSENDE	 MILJØSKADELIG	
<p>EDTA Dinatriumsalt Produsent: Prolabo</p>	 HELSEKADDELIG		
<p>Epofix resin/hardener Produsent. Stuers Kebo Lab A/S</p>	 HELSEKADDELIG	 ETSENDE	 MILJØSKADELIG