

# Frystorkning

Kontrollerad torkning av kulturhistorisk dräkt?



Eva Ahlström

Uppsats för avläggande av filosofie kandidatexamen i  
Kulturvård, Konservatorsprogrammet  
15 hp  
Institutionen för kulturvård  
Göteborgs universitet

2009:15





# Frystorkning

## Kontrollerad torkning av kulturhistorisk dräkt?

Eva Ahlström

Handledare: Elizabeth E. Peacock och Elle Kuhmunen

Kandidatuppsats, 15 hp  
Konservatorsprogrammet



UNIVERSITY OF GOTHENBURG  
Department of Conservation  
P.O. Box 130  
SE-405 30 Göteborg, Sweden

www.conservation.gu.se  
Tel +46 31 7864700  
Fax +46 31 786 47 03

Program in Conservation of Cultural Property  
Graduating thesis, BA/Sc, 2009

By: Eva Ahlström  
Mentors: Elizabeth E. Peacock and Elle Kuhmunen

## Freeze-drying — Controlled Drying of Historic Costumes?

### ABSTRACT

Cultural objects may become wet by deliberate water cleaning, water disaster or water soaked for other reasons. Air drying textile objects and even other organic materials from a water wet state, involves many problems depending on the strong capillarity action of water. Damages and changes such as bleeding of dyes, stains or lines of impurities from water movement, shrinking or stiffness can occur. Freeze-drying as an alternative drying method has often been used for wet archaeological and marine objects, but more seldom for historical materials.

This bachelor thesis addresses the issue of whether freeze-drying can be an alternative controlled drying method for historic costumes. Costumes and related objects are often composite objects, consisting of multiple materials, as well as being three dimensional, all of which will complicate drying. The purpose of this study was to investigate whether it is possible to handle costume objects after wet cleaning for drying by freeze-drying, and if damages due to surface tension of water, can be avoided in this way. A literature survey was carried out into the characteristics of water, the processes of wetting and drying, the properties of textile and skin, alternative drying methods and the theory of freeze-drying.

Another aim of this thesis was to develop a practical procedure based upon experience. Seven case studies are reported. All objects are Sámi costumes: four "gákti"/clothing and three "gahpir"/caps made of textile, with some skin details. The freeze-drying process was carried out without vacuum in an ordinary freezing room. Different procedures and handling of the objects were tested from wet state through freezing, freeze-drying, and to the final air drying. Changes in dimension, colour and staining from water movement was evaluated afterwards. Observations were carried out during the whole drying process on the drying behavior. Appropriate drying equipment and how to decide the drying rate are discussed.

The results suggest that freeze-drying can be an alternative drying method and a way to control the drying of historic costumes after wet cleaning. Damages due to air drying should in most cases be avoided by freeze-drying. A method to handle objects before freezing was investigated, in which the goal was to keep the object as wet as possible prior to placing in the freezer. This reduced the risk of damage from water movement and also the pressure of time. Some guidelines are given for practical use.

Titel in original language: Frystorkning - kontrollerad torkning av kulturhistorisk dräkt?

Language of text: SWE

Number of pages: 59+23

Keywords: freeze-drying, drying, textile, leather, skin, costume, composite object, conservation

ISSN 1101-3303

ISRN GU/KUV—09/15—SE



## Förord

Under min utbildning på konservatorslinjen vid Institutionen för kulturvård, ingick det i fördjupningskursen att både praktiskt och teoretiskt studera våtrengöring av textil, med fokus på olika rengöringsmetoder, vatten och tvätthjälpande ämnen.

I mitt påbörjade examensarbete ville jag uppmärksamma riskerna med vattenrengöring och öka förståelsen kring färgfällning. Ett antal kulturhistoriska textilföremål med känd låg färghärdighet i vatten ingick i min undersökning, där jag utvärderade olika rengöringsmetoder genom färgmätning. I ett samarbete utfördes också en färgämnesanalys, som visade att ett färgämne med låg vattenhärdighet ingick i samtliga undersökta föremål. Vidare genomfördes intervjuer med yrkesverksamma textilkonservatorer om deras erfarenheter kring färgförändringar i samband med vattenrengöring. Examensarbetet blev aldrig slutfört i en uppsats.

Under senare år har jag vid olika tillfällen arbetat vid Ájtte, Svenskt fjäll- och same-museum i Jokkmokk tillsammans med ansvarig kulturhistorisk konservator Elle Kuhmunen. Elle är den som varit inspirationskällan till mitt ”nya” ämnesval och hon har också varit min handledare under det praktiska genomförandet. Ämnet är på sätt och vis en fortsättning på mina tidigare tankegångar.

I första hand vill jag nu varmt tacka mina handledare Elizabeth Peacock och Elle Kuhmunen, som kommit med värdefulla synpunkter och goda råd under arbetets gång. Ett stort tack riktas till Ájtte, Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk och Hövens stipendiefond som gjorde det möjligt för mig att utföra fallstudierna, samt även Ájtte museivänner för utlån av arbetsrum. Slutligen vill jag också tacka familjerna som lånade ut föremålen till min undersökning och bibliotekarie Birgitta Edeborg för all hjälp med att få tag i artiklar.

Jokkmokk maj 2009

Eva Ahlström





# Innehållsförteckning

<b>Innehållsförteckning .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrund och problemformulering .....	9
1.2 Frågeställningar.....	10
1.3 Avgränsning .....	10
1.4 Målsättning och syfte.....	10
1.5 Metod och material.....	11
1.6 Teoretisk referensram .....	11
1.7 Tidigare forskning och tillämpning .....	12
1.8 Källkritik.....	14
<b>2. Teoretisk bakgrund .....</b>	<b>16</b>
2.1 Vattnets egenskaper .....	16
2.2 Vätning och torkning.....	17
2.3 Textil och skinn.....	18
2.4 Alternativa torkmetoder .....	21
2.5 Frystorkning .....	21
<b>3. Undersökning .....</b>	<b>25</b>
3.1 Val av föremål .....	25
3.2 Metod .....	25
3.3 Pilotstudie.....	26
3.4 Torkning .....	27
3.5 Förberedelser och åtgärder före torkning.....	29
3.6 Fallstudier.....	31
3.6.1 Föremål Nr 1 .....	31
3.6.2 Föremål Nr 2 .....	32
3.6.3 Föremål Nr 3 .....	33
3.6.4 Föremål Nr 4 .....	35
3.6.5 Föremål Nr 5 .....	36
3.6.6 Föremål Nr 6 .....	38
3.6.7 Föremål Nr 7 .....	39
3.7 Utvärdering.....	41
3.7.1 Fysiska och kemiska förändringar i materialet .....	41

3.7.2 Torkprocessen .....	43
3.7.3 Förfaringssätt och hantering under torkförloppet.....	44
3.7.4 Liten slutundersökning .....	47
<b>4. Slutdiskussion .....</b>	<b>49</b>
4.1 Analys och tolkning av resultaten.....	49
4.2 Slutsatser.....	50
4.3 Rekommendationer och riktlinjer.....	51
4.4 Framtida undersökningar och nya frågor.....	51
<b>5. Sammanfattning.....</b>	<b>52</b>
<b>Termer och förkortningar.....</b>	<b>53</b>
<b>Bildförteckning .....</b>	<b>53</b>
<b>Käll- och litteraturförteckning.....</b>	<b>54</b>
Tryckta källor och litteratur.....	54
Internetkällor.....	58
Opublicerade källor.....	59
Muntliga källor.....	59

## **Bilagor**

Bilaga 1 Data för utvärdering.....	I-II
Bilaga 2 Checklista för arbetsgång och kontroller.....	III
Bilaga 3 Test av färghärdighet i vatten .....	IV-V
Bilaga 4 Test av päls hårs härdighet i vatten .....	VI
Bilaga 5 Vikttabell.....	VII
Bilaga 6 Vikttabell Kvinnomössa Nr 6.....	VIII
Bilaga 7 Data för utvärdering, Föremål Nr 1 .....	IX-X
Bilaga 8 Data för utvärdering, Föremål Nr 2 .....	XI-XII
Bilaga 9 Data för utvärdering, Föremål Nr 3 .....	XIII-XIV
Bilaga 10 Data för utvärdering, Föremål Nr 4 .....	XV-XVI
Bilaga 11 Data för utvärdering, Föremål Nr 5 .....	XVII-XVIII
Bilaga 12 Data för utvärdering, Föremål Nr 6 .....	XIX-XX
Bilaga 13 Data för utvärdering, Föremål Nr 7 .....	XXI-XXIII

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund och problemformulering

En viktig åtgärd vid bevarande av kulturhistoriska föremål är ofta rengöring. Rengöring sker i första hand med torra metoder. Många gånger är det tillräckligt. I konserveringsarbetet är det aldrig frågan om en överdriven renlighet, fläckar och andra spår av olika slag kan ha ett historiskt värde.

Rengöring i vatten med tillsättning av olika rengöringssubstanser är en vedertagen och vanlig metod inom textilkonservering. Ett beslut att rengöra ett föremål i vatten fattas alltid utifrån en noga avvägning, med tanke på risker och nödvändighet. Vattenrengöring kan vara motiverad då ett föremål är kraftigt smutsigt, kanske luktar illa eller är mögligt. Genom att avlägsna olika slag av smuts kan materialnedbrytningen förhoppningsvis minskas. Många gånger undviks ändå rengöring i vatten då riskerna antas vara för stora.

I en vattenrengöring ingår själva rengöringsprocessen med vätning, viss mekanisk bearbetning och sköljning, samt därefter torkprocessen. Ofta är det torkningen som är det mest kritiska momentet, då förändringar i material och färg kan uppstå.

Traditionell långsam lufttorkning kan ofta vara det mest skonsamma, men vid avdunstning kan vattnets kapillärkrafter vålla problem. Färgämnen med låg hårdighet i vatten kan falla ut i materialet. Föremål som är sammansatt av olika slags material eller består av ojämnt tjocka material, kan torka ojämnt med risk för fuktränder. Tjocka textilmaterial, som föremål med tjocka vadderingar eller material lager på lager, torkar dessutom långsamt i sig. Vid mycket långsam torkning finns risk för mögelbildning. En påskyndad lufttorkning kan däremot ge problem med krympning, deformation eller fysisk nedbrytning av materialet. Ytterligare ett problem gäller sammansatta textiltföremål, med detaljer av skinn<sup>1</sup>. Lufttorkning av skinn är speciellt svårt att kontrollera, det finns stor risk att skinn krymper och blir hårt, pälskinn kan dessutom tappa hår.<sup>2</sup>

Ett antal dräkter och tillbehör från 1900-talets mitt, kom till Åjtte Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk, mycket mögliga och kraftigt smutsiga. Omhändertagandet av föremålen som bestod av olika sammansatta material, gav upphov till flera frågor. En rengöring var nödvändig. Men en vattenrengöring med efterföljande lufttorkning skulle kunna ge problem med färgfällning, fuktränder, mögelbildning, krympning eller deformation.<sup>3</sup> Hur skulle en kontrollerad torkning kunna genomföras?

Praktiska erfarenheter från vardagslivet, i nordligt klimat, att hänga ut textil och även skinn för torkning då minusgrader råder, har visat sig vara ett sätt att slippa ifrån nämnda problem. Genom frysning stabiliseras tillståndet i det våta föremålet och därmed minskar riskerna med fuktvandring och långvarig fukt i materialet.<sup>4</sup> Kunde frystorkning vara en alternativ torkmetod efter vattenrengöring av dessa dräkter? Rengöring av föremålskategorin dräkt innebär många gånger en komplex problem-

<sup>1</sup> Termen skinn inbegriper också läder och pälskinn

<sup>2</sup> Kuhmunen (2003-10-13) muntlig uppgift

<sup>3</sup> Kuhmunen (2003-10-13) muntlig uppgift

<sup>4</sup> Kuhmunen (2003-10-13) muntlig uppgift

bild, där både sammansättningar av olika material och ojämnt tjocka material förekommer. Dräktföremål är också tredimensionella, vilket i sig kan medföra svårigheter vid torkning.

## 1.2 Frågeställningar

Följande frågor ska mitt arbete försöka ge svar på.

- Kan frystorkning vara en alternativ torkmetod efter vattenrengöring av kulturhistorisk dräkt, för att undvika eller minimera färgfällning, fuktränder, mögelbildning eller krympning?
- Har frystorkning efter vattenrengöring tillämpats tidigare för kulturhistoriskt dräktmaterial?
- Hur kan frystorkning av dräkter genomföras i ett vanligt frysrum utan vakuum?
- Hur kan momentet från upptagning ur sköljbad till infrysning praktiskt utföras, för att undvika riskerna med fuktvandring?
- Hur kan man följa frystorkningsförloppet och när ska frystorkningen avbrytas?

## 1.3 Avgränsning

En viktig och omfattande fråga i sammanhanget är frysningens skadliga inverkan på fibermaterialet. Vetskapen om att vatten som fryser till is, ökar i volym ger anledning till slutsatsen att det skulle kunna ske en sprängning i fibern. En ”torr” fiber innehåller alltid ett visst mått av fuktighet, beroende av omgivningens fukthalt. Frågan om eventuella skadliga effekter vid frysning av ”torrt” material har behandlats i flera studier, som gällt upprepad frysning vid skadedjursanering. Även skaderisker vid frysning av våta nedbrutna textilfibrer har undersökts. Problemområdet ligger utanför min undersökning, däremot vill jag ge en sammanfattning av resultaten från genomförda studier, där frysningens eventuella skadliga inverkan har undersökts.

Frågeställningen, om frystorkning kan vara en alternativ torkmetod, avgränsas till föremålskategorin kulturhistorisk dräkt och riktas främst mot den typ av dräkter och dräkttillbehör som förekommer vid Åjtte Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk.

## 1.4 Målsättning och syfte

Målsättningen är att belysa och föra fram frystorkningen, som en alternativ torkmetod för kulturhistoriskt dräktmaterial. Uppsatsen riktas i första hand till konservatorer inom området, med förhoppning att den kan leda till en ökad förståelse kring torkprocessen. Målet är också att ge användbara riktlinjer för frystorkning utifrån resultatet av arbetet.

Syftet är att undersöka om det är praktiskt möjligt att hantera dräktföremål efter en vattenrengöring för vidare infrysning och frystorkning samt om riskerna som förekommer vid lufttorkning på det viset kan minimeras. Syftet är även att utarbeta en fungerande arbetsgång genom hela torkförloppet. Avsikten med arbetet är att få en djupare förståelse kring frystorkningsprocessen och även processerna vid vätning och lufttorkning. Slutligen är också meningen att få en överblick över tillämpningar och studier som gjorts om frystorkning och även andra torkmetoder.

## 1.5 Metod och material

För att kunna besvara frågeställningarna och som förutsättning till den praktiska undersökningen fordras en teoretisk bakgrund. Dels av torkprocessen för material av textil och skinn samt frystorkningens teori och teknik och dels en orientering om alternativa torkmetoder. Utgångspunkten för det är en litteraturstudie.

För att besvara frågorna genomförs en empirisk studie. En praktisk tillämpning av frystorkning, som bygger på fallstudier av några utvalda dräktföremål. Föremålen i fallstudien bör vara jämförbara med de föremål för vilka frågan väcktes, med hänsyn till materialsammansättning, användningstid och nedsmutsning. Föremålen frystorkas efter rengöring i vatten. Undersökningen riktas främst mot arbetsgångens utformning och föremålens status under hela torkprocessen, där eventuella förändringar i föremålen utvärderas efter torkningen. Beskrivning och utvärdering görs utifrån insamlad data, som till stor del består av direkta observationer med en visuell uppskattning. Genomförandet sker i Åttio Svenskt fjäll- och samemuseums lokaler, med den utrustning som finns tillgänglig.

## 1.6 Teoretisk referensram

Den teoretiska utgångspunkten i allt arbete med bevarande av det materiella kulturarvet, är formulerad i grundläggande riktlinjer utfärdade av ICOM i dokumentet ”ICOM – Code of Ethics for Museums”.<sup>5</sup> Yrkesetiska regler för konservatorer är definierade av ICOM-CC i ”The Conservator-Restorer: A Definition of the Profession”<sup>6</sup> och för konservatorer i Europa finns också rekommendationer angivna av E.C.C.O. i ”Professional Guidelines”<sup>7</sup>. Här betonas att huvudändamålet med konservering är att fördröja eller minska och förebygga framtida nedbrytning eller skada på kulturföremål. Varje föremål är unikt och måste uppfattas som ett oersättligt original med stort konstnärligt, religiöst, historiskt, vetenskapligt, känslomässigt, kulturellt, socialt eller ekonomiskt värde. Värdet ligger i dess autenticitet och dess tillverkningsätt, som ett historiskt dokument och källmaterial. Målet måste vara att bevara föremålen som sanna dokument och att bevara dess fysiska integritet.

Preventiv konservering, det vill säga förebyggande indirekta åtgärder, går alltid före fysiska ingrepp, aktiv konservering, vilka bör undvikas så långt det är möjligt och begränsas till det allra nödvändigaste. För att lösa ett konserveringsproblem och för att kunna överväga konsekvenserna av en direkt åtgärd, måste arbetet präglas av ett tillvägagångssätt där alla beslut som fattas är väl underbyggda. En åtgärd innebär att något förändras, något tas bort och något läggs till. Principen är att varje direkt åtgärd ska vara reversibel, tillkomna förändringar ska kunna återkallas utan att skada föremålet.

En vanlig åtgärd vid konservering är rengöring. En rengöring kan genomföras med torra eller våta metoder. Rengöring är ett direkt ingrepp i föremålet och innebär borttagning av något och en förändring, en rengöringsprocess kan vara svår att kontrollera. Rengöring kommer alltid att vara en oåterkallelig åtgärd och principen om reversibilitet är svår att infria. Därför krävs kunskap och erfarenhet, både tekniska och etiska frågeställningar måste övervägas innan ett beslut tas. En vattenrengöring kan

---

<sup>5</sup> ICOM (2001)

<sup>6</sup> ICOM-CC (1984) Internet

ICOM Svensk översättning Tidens tand (1999) s. 433-436

<sup>7</sup> E.C.C.O. (2002) Internet

vara nödvändig, inte bara för att minska riskerna med nedbrytning av materialet, utan också för att möjliggöra hantering av ett föremål, som i sin tur ger en ökad tillgänglighet för studium och utställning.

## 1.7 Tidigare forskning och tillämpning

Publicerade studier som specifikt behandlar frystorkning av våta kulturhistoriska textilföremål är få. När det gäller frystorkning av kulturhistoriskt skinnmaterial finns en experimentell undersökning från 1987, som beskriver frystorkning av inuitiska skinnföremål.<sup>8</sup> I allmänna riktlinjer för räddningsinsatser vid vattenkatastrofer, rekommenderas ofta frysning och frystorkning som en räddningsåtgärd.<sup>9 10 11</sup> När det gäller textilsamlingar omnämns ofta frysning, men sällan frystorkning.<sup>12 13</sup> En studie från 1998 undersöker dock frystorkningens eventuella skadliga påverkan på ull, för att reda ut om frystorkning skulle kunna vara en torkmetod för vattenskadade textilsamlingar.<sup>14</sup> För övrigt har en hel del forskning bedrivits kring frystorkning av vattendränkt arkeologiskt och marint material. Vidare finns också flera forskningsstudier som undersöker skaderisker med upprepade frysning, vid insektssanering av torrt organiskt material.<sup>15 16</sup> Flera sådana studier har undersökt textila fibrer.<sup>17 18 19 20 21</sup>

Kunskapen om frystorkningstekniken växte fram starkt under 1970-talet, vilket influerade det arkeologiska och marina konserveringsfältet. Konserveringsmetoden användes främst för vattendränkt nedbrutet trä och läder, men anammades också för arkeologisk textil, som därför blev en del i den metodutveckling som pågick under 1980-talet. 1982 utvecklades en frystorkningsmetod för arkeologisk textil<sup>22</sup>, därefter har ett flertal forskningstudier publicerats kring frystorkning av arkeologisk och marin textil.<sup>23 24 25 26</sup>

Det finns några forskningsresultat från genomförda studier som undersöker skaderisker vid frysning av våta fibrer. Fischer<sup>27</sup> undersöker frystorkningens påverkan på nytt vått ulltyg, där lufttorkning, frysning med efterföljande lufttorkning samt frysning med efterföljande frystorkning jämförs. Resultatet av undersökningen visade att inga förändringar skedde i draghållfasthet vid någon behandling, däremot var krympningen större för proverna som frystes och frystorkades än proverna som lufttorkades utan föregående frysning. Foton från svepelektronmikroskop(SEM) visade att frysta

<sup>8</sup> Wills, Calver, Cruickshank (1987)

<sup>9</sup> McCleary (1987)

<sup>10</sup> Riksantikvarieämbetet (2008)

<sup>11</sup> Francis (1990)

<sup>12</sup> Turkovic-Kiseljev (1995)

<sup>13</sup> Ellis (1999)

<sup>14</sup> Fischer (1999)

<sup>15</sup> Florian (1986), (1987)

<sup>16</sup> Carrlee (2003)

<sup>17</sup> Holt, Yi, Dodd (1993)

<sup>18</sup> Dawley (1993)

<sup>19</sup> Sidenbladh, Stenmark, Wallenborg (1993) och Jansson, Shishoo, (1998)

<sup>20</sup> Kneppel (1995), övers.: Stenmark (1998)

<sup>21</sup> Peacock (1998), (1999)

<sup>22</sup> Peacock (1987), (1990)

<sup>23</sup> Peacock (1990), (1992), (1993), (2004)

<sup>24</sup> Cooke, Peacock (1992)

<sup>25</sup> Peacock, Schofield (1996)

<sup>26</sup> Tarleton, Ordoñez (1995)

<sup>27</sup> Fischer (1999)

och frystorkade prover hade mer skador på fiberytorna än prover som lufttorkats utan att frysas. Prover som lufttorkats utan föregående frysning visade också minsta dimensionsförändring.

Peacock<sup>28</sup> undersöker i vilken grad storleken på den bildade iskristallen har för betydelse och därmed kan påverka de fysiska egenskaperna hos nedbrutet textilmaterial. Provttyger av bomull, lin, silke och ull utsattes för upprepad frysning – tining, upp till 64 cykler, vid två frystemperaturer -20° C och -80° C. Proverna innehöll antingen omgivningens fuktighet (20° C och 65 % RH) eller var helt vattendränkta före frysningen. Undersökningen visade inga avsevärda förändringar i fysiska egenskaper för torra eller våta prover. Förekomst av vatten i proverna antydde en möjlig betydlig fysisk förändring för ullmaterial. Här påpekas att frysning av våta nedbrutna textilier inte behöver påverka fysiska egenskaper, men vid många upprepade frysningar och tinings cykler kan fysisk förändring utvecklas, för vått ylletyg. Det innebär att en upprepad frysning och tining av våta nedbrutna textilier kan leda till fysiska skador.

Frystorkning utan vakuum har rapporterats i några fall, för textil- och lädermaterial. Ofta betonas då fördelarna med atmosfärisk frystorkning, som att ingen större specialiserad utrustning krävs och att genomförandet är ganska enkelt. Men också nackdelarna, som att behandlingen är långsam och övervakningen svårhanterlig.<sup>29 30</sup>

Torkbeteende och möjligheten att kontrollera torkningen av textila material, diskuteras och utreds av flera författare.<sup>31 32 33 34 35</sup> När det gäller kulturhistoriska läder- och skinnföremål, undviks vanligen genomvätning, på grund av materialets känslighet. Befuktning förekommer dock i samband med återformning av skinnföremål. Ämnet återkommer ofta i konserveringslitteraturen för skinn och läder. Några exempel på diskussioner och fallbeskrivningar kring befuktning av läder och skinn, spänner över fyra decennier. Det första exemplet är från 1978<sup>36</sup>, sedan 1986<sup>37</sup>, därefter 1992<sup>38</sup> och slutligen från 2006 i "Conservation of Leather and related materials". I den senare omnämns befuktning, dels rent allmänt<sup>39</sup> och dels av så kallat etnografiskt läder och skinn<sup>40</sup>, samt även för pergament<sup>41</sup>.

Några intressanta undersökningar behandlar frystorkning utifrån ett isblock, kallat "blockmetoden".

Från Danmark beskrivs frystorkningsmetoden "Frankfurter Method", vid användning för ett vått arkeologiskt rep. Det våta och mycket nedbrutna repet placerades i en plastbag, som fylldes med vatten. Repet frystes fritt flytande i vattnet. Då förpack-

---

<sup>28</sup> Peacock (1998) (1999)

<sup>29</sup> Storch (1997) s. 17

<sup>30</sup> Bradley (2004)

<sup>31</sup> Tímar-Balázsy, Eastop (1998) s. 10-12, 15-16, 275-279, 284-287

<sup>32</sup> Peacock (1992)

<sup>33</sup> Francis (1992)

<sup>34</sup> Tímar-Balázsy (1999)

<sup>35</sup> Bengtsson (2005)

<sup>36</sup> Hiekkänen (1978)

<sup>37</sup> Boulton (1986)

<sup>38</sup> Sully (1992)

<sup>39</sup> Kite, Thomson, Angus (2006) s. 125-126

<sup>40</sup> Doyal, Kite (2006) s. 188

<sup>41</sup> Woods (2006) s. 211-213

ningen var frusen togs plastbagen bort och isblocket ”Frankfurter” placerades i en vakuumtank för frystorkning. Efter frystorkningen impregnerades repet. Torkmetoden resulterade i att repet bibehöll sin originalform och struktur.<sup>42</sup>

I metodundersökningar för konservering av vattenedbrutna arkeologiska rep i Trondheim användes olika torkmetoder i jämförande syfte, däribland frystorkning från ett isblock. Föremålen förfrysades i en liten mängd vatten. Denna metod undersöktes också för vattendränkta arkeologiska textilier.<sup>43</sup>

En annan undersökning genomfördes 2002, för att bestämma en användbar metod för konservering av mycket nedbrutna våta textilier, från marin miljö. Metoden innebar en utveckling av den tidigare ”blockmetoden”. Materialet frystes in i en liten mängd avjoniserat vatten, så mycket vatten att det täckte hela det svällda textilmaterialiet. Vattnet fungerade som ett stöd och bar upp det nedbrutna tyget före infrysningen. Ingen förbehandling med impregnering genomfördes. Metoden utvärderades mot andra torkmetoder. Resultatet var att genom ”blockfrystorkning” kan fiberkollaps undvikas och ytfibrerna bevaras då textilen bärs upp i vatten. Med minsta ingrepp kunde textilmaterialiet stabiliseras.<sup>44</sup>

I en rapport från 1987 *“Experimental freeze-drying of ethnographic skins and gut”*, där olika torkmetoder undersöktes för våta inuitföremål, bestod materialet av skinn-, tarm- och pälsmaterial. Bland annat ingick en blötlagd dragrem brukad i hundspann. Undersökningen visade att det fanns en tydlig skillnad mellan frystorkning och lufttorkning. Frystorkning gav materialet ökad flexibilitet och svällningen från blötläggningen hölls kvar. Experimentet visade att det fanns fördelar med frystorkning, som framförallt minskad risk för krympning av materialet.<sup>45</sup>

Det är inte ovanligt att ”textilföremål”, då ofta kategorin dräkt, består av eller är sammansatt av andra material än textil. Vanligt förekommande är exempelvis läder-, skinn-, pälsmaterial, hår, pergament, tarmskinn, ben eller horn och även detaljer av olika oorganiska material. Bevarandefrågor som gäller föremål av sammansatta material är relativt väl uppmärksammat i konserveringslitteraturen. En artikel från 1992, *“Skin-related materials incorporated into textile objects”*, är relevant för mitt arbete.<sup>46</sup> Författaren beskriver och diskuterar olika involverade problem, samt vikten av materialkunskap, då skinnrelaterade material ingår i textilföremål.

## 1.8 Källkritik

En stor del av litteraturen om frystorkning, både i allmänhet och inom konserveringsfacket, är i huvudsak från början av 1970-talet och fram till 1990-talets slut. Från det senaste decenniet finns relativt få artiklar som behandlar ämnet. Den avtagande mängden artiklar som rör frystorkning av vått historiskt material från marin eller arkeologisk miljö, kan bero på att ämnet är uttömt och att kunskapsluckan är fylld. Men ändå tycks frågan om möjligheten att frystorka kulturhistoriska föremål av textil och skinn, fortfarande hänga i luften. När det gäller kulturhistoriska föremål har det överhuvudtaget varit svårt att hitta relevanta rapporterade undersökningar. Naturligt-

---

<sup>42</sup> Koefoed Bojesen, Meyer, Straitkvern, Jensen (1993) s. 263, 264

<sup>43</sup> Peacock, Schofield, 1996 s 117, 118

<sup>44</sup> Peacock (2004) s. 501-504

<sup>45</sup> Wills, Calver, Cruickshank (1987)

<sup>46</sup> Kite (1992)



vis kan frystorkning ha genomförts på flera håll, men utan att en skriftlig redovisning har skett. Den allmänna tendensen till ett mer preventivt förhållningssätt i konserveringsarbetet idag, kan också ha en viss betydelse. Det kan ha lett till att man är mer försiktig och återhållsam med rengöringsbehandlingar i vatten. Diskussionerna kring vattenrengöring inom textilkonservering tycks i största allmänhet ha avtagit.

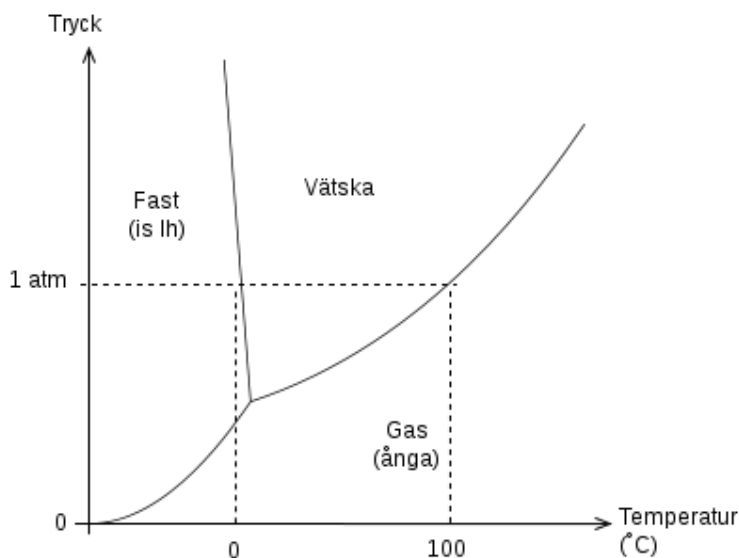
I den praktiska undersökningen var genomförandet beroende av befintlig teknisk utrustning, vilket avspeglade sig i hur vägningen under torkförloppet utfördes. Andra brister var av praktiska skäl, eftersom torkningen pågick under en så lång tid, gick det inte att kontinuerligt kontrollera torkförloppet. Kontrollerna i frysrummet gjordes då det var möjligt och då också samtidigt för alla föremål.

## 2. Teoretisk bakgrund

### 2.1 Vattnets egenskaper

En grundläggande kännedom om vattnets beskaffenhet och beteende, ger en bättre förståelse av torkprocessen för ett material som har blivit dränkt i vatten. Vatten har flera unika egenskaper.

- Vatten har hög viskositet, jämfört med många andra organiska lösningsmedel, vilket beror på starka sekundära bindningar och därför är vatten inte så flyktigt. Vid normalt lufttryck har vatten en hög kok- och fryspunkt i relation till sin molekylvikt.<sup>47</sup>
- Vattnet har sin högsta densitet vid +4° C. Vid temperaturer över eller under det värdet, ökar vattnets volym, till skillnad mot de flesta andra ämnen vars volym minskar vid kylning.<sup>48</sup>
- Vattnets starka polära egenskaper gör att vatten lätt löser saltföreningar och organiska ämnen som innehåller polära grupper.<sup>49</sup> I dess vätskefas, ger denna starka polaritet en hög ytspänning, som medför starka kapillärkrafter.<sup>50</sup>
- Vatten kan reagera både som syra och bas, pH för rent vatten är därför 7. Det ger en låg jonkoncentration och därför har rent vatten låg elektrisk ledningsförmåga.<sup>51</sup>



**Fig. 1** Fasdiagram för vatten.

Ett ämne kan befinna sig i olika fysikaliska fastillstånd, som gas, flytande eller fast form. För vatten gäller, vattenånga, flytande vatten och is, vilket beror på omgivningens temperatur och tryck. Vid en fasgräns kan två former vara stabila och där tre

<sup>47</sup> Science for Conservators s. 76 (1983)

<sup>48</sup> Olovsson (2009) Internet

<sup>49</sup> Moncrieff, Weaver s. 76 (1983)

<sup>50</sup> Moncrieff, Weaver s. 46-47 (1983)

<sup>51</sup> Olovsson (2009) Internet

faser möts, är alla tre faserna i jämvikt. En övergång kan ske direkt mellan fast fas och gasfas, det kallas sublimering (se fig. 1).<sup>52</sup>

Då vattenvätska övergår till fast form bildas iskristaller. Den vanliga formen av is är stabil vid normalt lufttryck och har en hexagonal struktur, som medför unika egenskaper. När vatten omvandlas till is frigörs värme, som kan medföra en temperaturstegring i omgivningen. Vatten underkyls lätt. Rent vatten kan underkylas ned till  $-20^{\circ}\text{C}$  innan det kristalliserar, små vattendroppar ända ned till  $-40^{\circ}\text{C}$ .<sup>53</sup> Vid infrysning av vått material sker alltid någon grads underkylning innan iskristallbildningen börjar.<sup>54</sup>

Vattenaktivitet är ett mått på vattnets energitillstånd i ett material. Den beror på vattnets bindning till det adsorberande materialet och kan uttryckas som fritt eller bundet vatten. Det är en fördel att känna till skillnaden i dessa två former av vatten vid torkning. Fritt vatten betecknas som mer tillgängligt och rörligt. Bundet vatten är i olika grad molekyllärt bundet till materialet och kan kräva tillförsel av energi för att lösgöras. Ett fåtal skikt vattenmolekyler kan bindas till en yta. Vid svagare bindningar kan det adsorberade vattenskiktet innehålla flera molekyllager men vid en starkare kemisk adsorption innehåller det bundna vattenskiktet ofta bara ett monolager och då blir desorptionen svårare.<sup>55</sup> Torra fibrer i fuktjämvikt med omgivningen innehåller en viss fukthalt. Den fukten är i form av bundet vatten, vanligen flerskiktat och har svårt att frysa.<sup>56</sup> Bundet vatten fryser alltså inte lika lätt som fritt vatten<sup>57</sup>. Vidare tenderar vatten att röra sig från områden med hög vattenaktivitet till områden med låg vattenaktivitet, ett exempel på det är fuktvandring.<sup>58 59</sup>

En fiberpolymer, som skinn eller textil, kan befinna sig i tre olika fysiska fastillstånd, glasartad, elastisk eller flytande. Glastemperatur ( $T_g$ ) är temperaturen hos ett material, då materialet övergår från glasfas till elastisk fas. En polymer kan föras över dess glastemperatur genom upphettning eller tillförande av ett plasticerande ämne. Vatten kan fungera som ett sådant plasticerande ämne i fibrer och kan göra dem mer elastiska. Därför är fiberns egenskaper olika i torrt och vått tillstånd.<sup>60</sup> I svällt tillstånd blir molekylerna mindre fast bundna tillsammans och det gör dem mer elastiska. Vattnet kan på det viset öka töjbarheten eller elasticiteten och därmed minska spänningen i fibrerna.<sup>61 62</sup>

## 2.2 Vätning och torkning

Rengöring i vatten är en åtgärd som förekommer för kulturhistoriskt textilt material, men sällan eller aldrig för kulturhistoriskt läder- och skinnmaterial. Rengöring av skinnföremål sker ofta genom en torr mekanisk ytrensning eller en våt ytlig vattenrensning, utan genomblötning av föremålet. Däremot är befuktning av hårt skinn-

<sup>52</sup> Rasmuson, Åquist (2009) Internet

<sup>53</sup> Olovsson (2009) Internet

<sup>54</sup> N.E. (2009) *Underkyld vätska* Internet

<sup>55</sup> Jonsson (2009) Internet

<sup>56</sup> Peacock (2009-05-04) muntlig uppgift

<sup>57</sup> Carrlee (2003)

<sup>58</sup> Wikipedia, Internet

<sup>59</sup> Jansson (2009) Internet

<sup>60</sup> Tímar-Balázsy (1999) s. 662, 663 Tímar-Balázsy, Eastop (1998) s. 12, 15

<sup>61</sup> Tímar-Balázsy (1999) s. 663

<sup>62</sup> Peacock (1992) s. 198

material vanligt vid återformning, vilket kan ske med vattenånga i en fuktkammare.<sup>63</sup> Det är avgörande under vilka former vätning och torkning sker. I diskussioner kring olika fysiska och kemiska skador, som kan uppkomma vid torkning, utgår man vanligtvis från vattenavdunstning i luft.

#### *Vätning – absorption av vatten*

Hygroskopiskt materialet har förmågan att ta upp vatten. Vattnet penetreras genom fibrerna. Vattenrörelsen i materialet beror på fibrernas struktur, som hålutrymmen och hur kristallina och amorfa områden är orienterade.<sup>64</sup> Lättast kan vatten tränga genom de amorfa områdena och det är där svällningen främst sker.<sup>65</sup> Vid vätning sväller både textil- och skinnfibrer. En vätning innebär också att vattenlösliga ämnen, lätt löses upp. Det medför att lösliga substanser som egentligen ingår i materialet kan lösas, exempelvis garvämnen, fettämnen i skinn eller lanolin i ull och färgämnen med låg vattenhärdighet.

#### *Torkning - Avrinning och avdunstning i luft*

Vid torkning av ett vattendränkt material är syftet främst att avlägsna det fria vattnet. Första steget innebär borttagning av flytande vatten genom avrinning och uppsugning och andra steget genom vattenavdunstning. Under den första avdunstningsfasen sker en ytavdunstning, materialets yta är våt och vattentransporten sker utan motstånd. Vid den andra avdunstningsfasen blir vattentransporten mer begränsad, vattnet måste diffundera genom det redan torkade ytskiktet. Torkningshastigheten sjunker och yttemperaturen stiger för att möjliggöra ångtransporten.<sup>66</sup> Skador orsakade av lufttorkning sker sannolikt under den andra mer kritiska avdunstningsfasen. Tidpunkten då den andra avdunstningsfasen inleds, skulle allmänt kunna avläsas i en hastig temperaturökning av materialet.<sup>67</sup>

#### *Fuktjämvikt och hysteresis*

Fibrernas fuktinnehåll strävar mot en jämviktsfukthalt (EMC) med omgivningens fuktinnehåll.<sup>68</sup> Torkning eller desorption av vatten från fibrerna är ingen spontan process. Avlägsnande av vatten kräver någon form av energi, antingen genom att sänka RH eller att höja temperaturen kring det våta materialet. Uppfuktning eller absorption är däremot en spontan process och beror på omgivningens RH och temperatur, samt tiden för absorptionen. Fibrerna hamnar vid absorption i ett mer energistabilt tillstånd. En fiber får olika fuktinnehåll, beroende på om fuktjämvikt har uppnåtts genom torkning eller fuktning. Vid ett givet RH är fuktinnehållet i en fiber högre om jämvikt uppnåtts genom desorption och lägre om jämvikt uppnåtts genom absorption. Företeelsen kallas hysteresis.<sup>69</sup>

## **2.3 Textil och skinn**

### *Textil*

Egenskaperna för protein-, cellulosa och syntetfibrer skiljer sig i flera avseenden. Olika fiberslag påverkas bland annat inte på samma sätt av syror och alkali och infärgning sker med olika typer av färgämnen. Dessutom kan olika efterbehandlingsmetoder

<sup>63</sup> Kite, Thomson, Angus (2006) s. 126

<sup>64</sup> Gohl, Vilensky (1983) s. 27-29

<sup>65</sup> Tímar-Balázsy, Eastop (1998) s. 11

<sup>66</sup> Hallström (2009) Internet

<sup>67</sup> Bengtsson (2005) s. 26

<sup>68</sup> Tímar-Balázsy, Eastop (1998) s. 15

<sup>69</sup> Tímar-Balázsy (1999) s. 664

tillverkningsprocessen ytterligare förändra egenskaperna. Cellulosafibrer som bomull, lin och regenererad cellulosa har inbördes ganska likvärdiga kemiska egenskaper. Proteinfibrer som silke och ull skiljer sig något mer, silke är till exempel mer känsligt för både syror och alkali än ull.<sup>70</sup> Gemensamt för cellulosa- och proteinfibrer är att de absorberar vatten lättare än syntetfibrer. Syntetfibrernas sämre hygroskopiska egenskaper beror på att dess polymerer är mer kristallina än naturfibrernas.<sup>71</sup>

Fiber-, garn- och tygstruktur har betydelse för vattnets rörelse i materialet och för kapillärkrafterna, som beror på storleken och mängden hålutrymmen i strukturen.<sup>72</sup> Skillnader i fiberstruktur ger också olika svällning och krympning vid vätning. Cellulosa- och ullfibrer förändras mer än de övriga fiberslagen vid vätning, de visar också en större benägenhet för krympning än andra fiberslag.<sup>73</sup> Olika egenskaper för textilt material medför därför olika beteende och känslighet vid vätning och torkning.

Vid en okontrollerad torkning av textila föremål kan krympning, hårdhet, skörhet, färgfällning eller fuktränder uppkomma. En varierande torkgrad i ett föremål kan ge kemiska skador från fuktvandring, som bruna ränder från nedbruten cellulosa eller färgfällning från färger med låg vattenhärdighet. Att kunna reglera torkhastigheten kan ha betydelse för att undvika olika skador vid lufttorkning. Alltför långsam torkning kan ge risker med fuktvandring och mögelbildning. Vid en alltför snabb torkning kan materialet krympa eller bli övertorkat, vilket också resulterar i en mer skör och hård textil.<sup>74</sup>

### *Skinn*

Genomvätning med efterföljande lufttorkning i rumstemperatur av läder eller skinn kan ge upphov till förvriddning, missfärgning, förhårdning, vandring av salter och garvämmen med fuktränder. En lufttorkning innebär stor risk för krympning och kollaps av hela fiberstrukturen.<sup>75</sup>

Skinn eller hud är till större delen uppbyggt av proteinet kollagen. I levande eller rå hud omges kollagenfibrerna av en vätska som övervägande består av vatten.<sup>76</sup> Beredning av hud eller skinn innebär egentligen att byta ut vattnet mot olika garvämmen och/eller fettämnen för att behålla hudens smidighet och styrka. Skinnen eller lädrets egenskaper är dels beroende av från vilket djur huden kommer och dels den ursprungliga kvalitén. Egenskaperna beror också på olika behandlingsmetoder som garvning, färgning eller infettning, samt graden av nedbrytning.

Förändringar av skinnets fysiska egenskaper, som styrka och nedbrytning, kan mätas i dess hydrotermiska stabilitet. Det vill säga kollagenfibrernas speciella egenskap att plötsligt krympa vid uppvärmning i vatten. Krymptemperaturen ( $T_c$ ) är ett mått på mängden och stabiliteten för vätebindningarna i kollagenet. Vid tillförsel av värmeenergi kan tvärbindingarna brytas, den spiralformade kollagenkedjan omformas och den krymper oåterkalleligt.<sup>77</sup> Rå kollagen uppvärmt i vatten krymper normalt vid 60-67° C. Tillförande av ämnen, som garvämmen, ökar mängden tvärbindingar och

<sup>70</sup> Gohl, Vilensky (1983) s. 87

<sup>71</sup> Gohl, Vilensky (1983) s. 89-119

<sup>72</sup> Francis (1992) s. 2

<sup>73</sup> Tímar-Balázsy (1999) s. 662

<sup>74</sup> Tímar-Balázsy (1999) s. 664

<sup>75</sup> Kite, Thomson, Angus (2006) s. 125

<sup>76</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 37

<sup>77</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 123

krymptemperaturen höjs. Vegetabiliskt garvat läder krymper vid 70-90° C.<sup>78</sup> Krymptemperaturen faller i takt med nedbrytningsgraden. Allteftersom nedbrytningen fortskrider minskar krympningsaktiviteten och slutligen avtar krympningsförmågan helt.<sup>79</sup> Mätningar av krymptemperaturer för kulturhistoriska skinnföremål från arktis och subarktis har undersökts av Klokkernes och visat att nedbrutet skinnmaterial kan ha en mycket låg krymptemperatur.<sup>80</sup> I undersökningen bedömdes tillståndet för föremål med en krymptemperatur mellan 50° C-60° C som ganska bra, en krymptemperatur mellan 40° C-50° C som ganska dåligt och en krymptemperatur under 40° C bedömdes som dåligt.<sup>81</sup>

Hydrolytiska reaktioner vid lågt pH ökar ytterligare hastigheten för skinnets nedbrytning. En hög vätejonkoncentration i vattnet medför att aminosyrabindningar bryts i kollagenet. Polymerstrukturen kan på det sättet brytas ner bit för bit och slutligen återstår endast en gelatinlösning av proteinet.<sup>82</sup>

Det har uppmätts krympningstemperaturer ned till 33° C på nedbrutet vegetabiliskt garvat läder. En sådan temperatur kan lätt uppnås vid våtbehandling av läder i rums-temperatur. Försök har också visat att temperaturen i vegetabiliskt garvat läder kan stiga med minst 5° C under en uppfuktning.<sup>83</sup> Utifrån det kan man förstå faran i att väta mycket nedbrutet skinnmaterial.

Hårdhet i skinn och läder kan orsakas av svängningar i fukttinnehåll. Om materialet tvingas till upprepad desorption och absorption under lång tid, sker en slags utmattning, tvärbindingar bryts och fibrerna förlorar förmågan att adsorbera fukt. Vätebindningar som tidigare bundit vatten till fiberpolymeren, blir istället bindningar mellan polymererna och därav blir skinnets hårt. Förlust av fritt vatten i skinnmaterial ger en hårdhet, men materialet kan åter göras mjukt vid tillförsel av vatten, så länge den fysiska strukturen är bibehållen och kan återfås. Borttagning av bundet vatten orsakar definitiv hårdhet.<sup>84</sup>

Pälshår består av proteinet keratin, som har en hydrofob karaktär, vilket innebär att vatten hålls borta.<sup>85</sup> Hårväxten förekommer i överhuden, som består av epidermis och narvlagret. Det yttersta skyddande hornlagret i överhuden, epidermis, är på pälskinn hårt och osmidigt. Ofta är också hela narvlagret i överhuden hårt, som ett resultat av uttorkning. Läderhuden, dermis, under överhuden är mer smidig och rörlig. Vid rörelse i skinn kommer de två strukturerna arbeta olika och det kan medföra att fibrerna som gränsar mellan lagren knäcks. Pälsskinn riskerar då lätt att tappa hår eller även hela epidermis.<sup>86</sup> Keratin sväller vid ett pH under 4 och över 11. Normalt är keratin relativt motståndskraftigt. Men vid pH under 2 och över 7 finns risk att keratinmolekylens struktur förstörs.<sup>87</sup>

---

<sup>78</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 76

<sup>79</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 77

<sup>80</sup> Klokkernes (2007) s. 163

<sup>81</sup> Klokkernes (2007) s. 174

<sup>82</sup> Florian (2006) s. 38

<sup>83</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 81

<sup>84</sup> Florian (2006) s. 42

<sup>85</sup> Kite (2006) s. 149, 150

<sup>86</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 89

<sup>87</sup> Larsen, Poulsen, Rahme (2005) s. 91

## 2.4 Alternativa torkmetoder

För att kringgå problem som kan uppstå vid torkning, har varierande torkmetoder utvecklats inom konserveringsfältet. Vid lufttorkning av kulturhistoriska textilföremål används olika tekniker. Genom att reglera temperaturen, luftfuktigheten eller luftströmmen runt materialet kan hastigheten för vattenavdunstningen kontrolleras. Vanligt är också att suga vattnet ur materialet med vattenabsorberande material eller genom användning av lågtryck.

Generellt används kallluftsfläktar inom textilkonservering, bordsfläktar eller mindre handfläktar för mer lokal torkning. Att helt kunna kontrollera torkningen med hjälp av fläktar är svårt. Tillämpningen av lågtrycksbord har utvecklats för kulturhistorisk textil, där lufttryck och temperatur kan regleras. Ett lågtrycksbord passar för plana textilier och är användbart bland annat för att motverka färg- eller fuktvandring och för att öka eller sänka torkhastigheten. För lokal uppsugning av vätska, kan en så kallad ”suction disk” användas. Det är en filterskiva monterad i en glastratt, som i sin tur är ansluten till en vakuumpump.<sup>88</sup> En sådan lämpar sig också för tredimensionella föremål.

En torkmetod som kan vara användbar för kulturhistoriska textilföremål med välhållt fibermaterial är vakuomtorkning i rumstemperatur.<sup>89</sup> Det kan vara en lösning för textilmaterial med fukt- eller färgvandringproblem, om en vakuomtork finns tillgänglig. Möjligheten att torka textilier med hjälp av mikrovågor har undersökts i Frankrike. Metoden beskrivs som tillfredsställande vid användning av den speciella utrustning som utvecklades i undersökningen, där föremålen placerades på ett transportband som passerade mikrovågorna. Vissa material som metall är helt olämpliga och får inte förekomma, som del av textilföremålet. Metoden är speciellt användbar för textilmaterial som absorberar mycket vatten och tekniken tillåter också större föremål.<sup>90</sup>

En metod som ibland förekommer både för textil- och skinnmaterial är torkning utifrån ett lösningsmedel efter en vattenrengöring eller genomvättning. Metoden beskrivs också vid återformning av skinn.<sup>91</sup> Proceduren innebär att vattnet byts ut i det vattendränkta materialet mot en mindre polär vätska följt av lufttorkning. Utbytet sker stegvis med en gradvis ökande koncentration av lösningsmedlet till 100 %. Fördelarna vid avdunstningen är att organiska lösningsmedels har en lägre ytspänning och att förångningen sker snabbare än för vatten. Nackdelarna med organiska lösningsmedel är att de kan lösa önskade fettämnen och fälla ut färgämnen, samt även brandrisken och giftigheten.<sup>92 93</sup>

## 2.5 Frystorkning

En alternativ torkmetod till lufttorkning är frystorkning. Grundtanken med frystorkning är att genom infrysning låsa materialets sammansättning och struktur på plats, för att förhindra fysiska eller kemiska skador som polärt fritt flytande vatten kan or-

---

<sup>88</sup> Mathisen, Ashton (1991)

<sup>89</sup> Peacock (1987) s. 18

<sup>90</sup> Oger, Reyer, Brandt (1990)

<sup>91</sup> Doyal, Kite (2006) s. 188

<sup>92</sup> Peacock, (1992) s. 201

<sup>93</sup> Tarleton, Ordoñez (1995) s. 83

saka. Efter infrysningen torkas materialet genom sublimation och desorption, som innebär omvandling av fast vatten till vattenånga samt borttagning av vatten.

### *Infrysning*

Själva infrysningsfasen är den mest kritiska delen i frystorkningsprocessen. Vid infrysning av ett material som innehåller vatten, fryses det fria vattnet till is. På så vis sjunker vattenaktiviteten. Porösa material kan innehålla stora mängder fritt vatten i hålutrymmen, resterande vatten är molekylärt bundet. Fritt vatten bildar ganska lätt iskristaller, däremot inte det bundna vattnet.<sup>94</sup> Fryshastigheten är avgörande för iskristallernas storlek i materialet, som också påverkar torkhastigheten.<sup>95</sup> Långsam infrysning ger större iskristaller och snabb infrysning ger mindre iskristaller. En snabb infrysning bör ske vid en temperatur på helst  $-40^{\circ}\text{C}$  och minst  $-25^{\circ}\text{C}$ .<sup>96</sup>

### *Fukt i låg temperatur*

Frost är iskristaller från luftens vattenånga och rimfrost är i sin tur en anlagring av iskristaller.<sup>97</sup> Frost bildas genom utfällning av vattenånga på kalla ytor, till exempel på föremål som avkylts under frostpunkten (ej fryspunkten) och egentligen är det frusen kondensation. Kondensation är en följd av den minskade förmågan för luften att hålla fukt då temperaturen sjunker.<sup>98</sup> Då luften kyls kan den inte hålla lika mycket fukt som vid högre temperatur. Allmänt tenderar fukttätheten i ett föremål att öka om temperaturen sänks, en kallare och torrare omgivning betyder följaktligen inte att föremålet är torrare.

### *Sublimation*

Sublimation innebär att ett ämne övergår direkt från fast form till gasform, för vatten gäller att isen förångas utan att passera vätskefasen. Precis som vid vattenavdunstning, sker vattensublimation då vattenmolekylerna har tillräckligt med energi för att frigöras. Men dessutom måste vattnet befinna sig inom fasområdet fast form - gasform, vilket beror på temperatur och tryck, enligt vattnets fasdiagram (se fig. 1).

Drivkraften för sublimationen beror på skillnader i ångtryck mellan det frysta och torkade materialet och ångtrycket vid kondensorn. Frystorkningen inleds med en kort torkningsperiod, då vattenånga strömmar från den yttre fria isytan på materialet. Därefter sker en lång period med sjunkande sublimationshastighet, då vattenånga transporteras genom det torkade lagret genom diffusion. Isytan dras in i materialet allteftersom isen sublimeras.<sup>99</sup> Gränsen mellan det frusna och det torkade skiktet kallas sublimeringsfronten, från vilken vattenången avgår. Två processer sker samtidigt under frystorkningen, den första är värmetransporten till sublimeringsfronten och den andra är masstransporten av vattenånga från sublimeringsfronten till kondensorn.<sup>100</sup> Vattenånga vandrar från ett område med högre ångtryck till ett område med lägre ångtryck. Eftersom ångtrycket beror på temperaturen, så ger en högre temperatur ett högre ångtryck och vice versa. Därför måste det frusna materialets temperatur vara högre än kondensorns temperatur.<sup>101</sup> Om istället kondensorns temperatur är högre än

---

<sup>94</sup> Mellor (1978) s. 10

<sup>95</sup> Gieseler (2008) Internet

<sup>96</sup> Tegner (2009) Internet

<sup>97</sup> N.E. (2009) *Frost. Rimfrost*. Internet

<sup>98</sup> Carrlee (2003) s. 145-146

<sup>99</sup> Mellor (1978) s. 25

<sup>100</sup> Mellor (1978) s. 23

<sup>101</sup> Gieseler, H. (2008) Internet



det frysta materialet, kommer vattenånga att röra sig mot materialet som ska torkas och torkningen avstannar.

### *Teknik*

Frystorkning kan ske under vakuum eller vid atmosfäriskt tryck. Vanligtvis används ett reglerbart temperatur- och vakuumsystem, där lufttrycket sänks nära vakuum, för att påskynda torkprocessen.

Ett vakuumfrystorkningssystem består av tre delar, en torkkammare med temperaturkontroll och kylsystem, en kondensor som fångar vattenånga från materialet och återfryser det, samt en vakuumpump som sänker lufttrycket i kammaren.<sup>102</sup> Utrustningen används och har utvecklats, inom konserveringsfältet, främst för vattendränkt marint och arkeologiskt material. Den är då ofta anpassad för olika föremål med torkkammare i varierande storlek. Frystorkningen sker först genom att frysa in materialet i kammaren, därefter sänks lufttrycket och värmeenergi tillförs för att få det frusna vattnet i materialet att sublimera. Temperaturen och lufttrycket hålls hela tiden under den så kallade trippelpunkten, där tre faser möts (se fig. 1). Vattendränkta organiska föremål är ofta mycket nedbrutna. Det är därför vanligt att behandla sådana föremål före frystorkningen med impregnering eller fyllnadsmedel, som ersätter vattnet i hålutrymmen. Behandlingen ger en bättre flexibilitet och stabilitet åt föremålet, risken för krympning och förvridning blir mindre. Hygroskopiska och lågmolekylära ämnen som glycerol eller PEG (polyetylenglycol) har använts för textil och skinn för det ändamålet.<sup>103</sup>

Frystorkning vid normalt atmosfäriskt lufttryck innebär en längre torktid. Vid sådan frystorkning krävs en cirkulation av kall torr luft, som gör det möjligt för isen att sublimera från materialet genom konvektion. Frystorkningen drivs framåt, som tidigare nämnts, av tryckskillnaderna mellan isens ångtryck och i det här fallet den omgivande luftens ångtryck och även ångtrycket över kylaggregatet. Ångtrycket i omgivningen måste vara lägre än ångtrycket över det frusna materialet, för att sublimation ska kunna ske. I en undersökning om temperaturen har någon inverkan på sublimationshastigheten vid frystorkning under normalt lufttryck, fann man att frystorkningen gick snabbare vid temperaturer över  $-10^{\circ}\text{C}$ .<sup>104</sup>

Metoder för att bestämma torkgraden vid frystorkning utan vakuum kan variera. Med hjälp av termoelement infört i det frusna materialet kan temperaturförändringar avläsas. Materialet kan anses torkat då temperaturen är densamma inuti och utanpå föremålet som i dess omgivning. Ett annat sätt att följa minskningen av fuktvikten är genom periodiska vägningar. En vägning av föremålet efter infrysningen ger startvikten. När föremålet närmar sig torrvikten bör frystorkningen avbrytas. En slutlig metod är att då och då känna på materialet för att testa torrheten.<sup>105 106</sup>

Diagrammet (se fig. 2) visar tillbakadragandet av isytan, sublimationsfronten, vid atmosfärisk frystorkning. Värmetransporten eller sublimationsvärmén, ( $q$ ) strömmar från det torkade lagret in mot sublimationsfronten, den drivs av temperaturskillnaden mellan isen ( $T_{is}$ ) och atmosfärens temperatur ( $T_a$ ). Samtidigt sker masstransporten

<sup>102</sup> Peacock (1992) s. 203

<sup>103</sup> Peacock (1992) s. 203, 204

<sup>104</sup> Mellor (1978) s. 68

<sup>105</sup> McCleary (1987)

<sup>106</sup> Schmidt (1985) s.23

(m) av vattenånga genom det torkade lagret från sublimationsfronten, som drivs av tryckskillnaden mellan isens ångtryck ( $P_{is}$ ) och atmosfärens tryck ( $P_a$ ).<sup>107</sup>

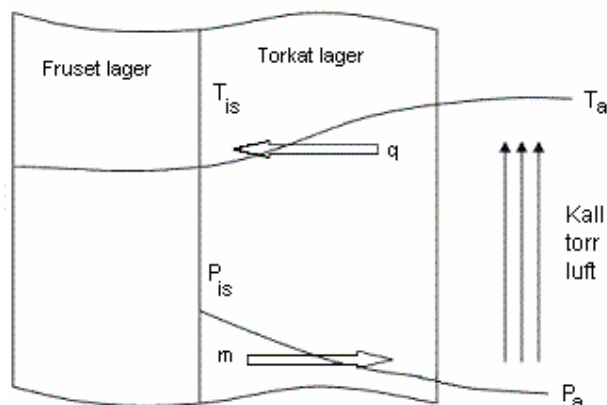


Fig. 2 Schematiskt diagram över atmosfärisk frystorkning

#### *Materialegenskaper vid låg temperatur*

En mycket långtgående frystorkning kan ge en övertorkning, som innebär borttagning av bundet vatten i både skinn- och textilmaterial. I skinn- och pälsmaterial kan fuktupptagningsförmågan försämrats så mycket, att en varaktig förändring sker i proteinernas fiberstruktur, vilket kan yttra sig i en krympning av materialet.<sup>108</sup>

Materialets förändring i värmeutvidgning, styvhet, värmeledningsförmåga och styrka vid låg temperatur har betydelse för dess kyltålighet. Organiska material har vanligtvis hög värmeutvidgningsförmåga, låg värmeledningsförmåga, låg elastisk styvhet. De är därför ofta mindre känsliga för snabba temperaturväxlingar. Vid låg temperatur ändras materialet från mjukt till fast och minskar i volym. Nästan alla material krymper då temperaturen sjunker. Vid nedkylning under materialets glastemperatur ( $T_g$ ) kan sköra brott ske. Materialet förlorar då sin elasticitet och blir skört, vilket beror på molekylstrukturens minskade förmåga att omformas.<sup>109</sup> Därmed finns det risker vid oförsiktig hantering i fryst tillstånd. Frysning av sammansatta material kan ge ökad risk för skador, som sprickbildningar. Om två sammansatta material har olika värmeutvidgning uppstår spänningar. Ett material med låg värmeutvidgning spänns ut, ett material med hög värmeutvidgning trycks ihop. Även enkla material där bindningarna är riktningberoende och expanderar olika i olika riktningar, kan spricka, exempelvis trä, horn och ben.<sup>110</sup>

<sup>107</sup> Mellor (1978) s. 69

<sup>108</sup> Florian (2006) s. 42

<sup>109</sup> Carrlee (2003) s. 146-148

<sup>110</sup> Carrlee (2003) s. 146-148

### 3. Undersökning

#### 3.1 Val av föremål

Eftersom frystorkning aktualiserades som en alternativ torkmetod i samband med bevarande av samiska dräkter, var det den föremålstypen som kändes intressant att undersöka. Då undersökningen var av experimentell natur, skulle inte museiföremål ingå i studien. Utöver villkoret att föremålen skulle vara samiska dräkter eller dräkt-  
delar och att det inte skulle vara musealt material, så ställdes följande utgångspunkter upp.

Föremålen skulle:

- vara brukade och äldre
- inte användas längre
- ha en viss nedbrytning i materialet, men med en sammanhängande konstruktion
- vara smutsiga, eventuellt möjliga och därför i stort behov av rengöring i vatten
- förutsättas ha någon riskfaktor, som ojämn eller långsam torkning, färger med låg färghärdighet eller detaljer av skinn, päls eller läder
- vara ett representativt undersökningsmaterial, jämförbart med de dräkter för vilka frågan om frystorkning uppkom, med hänsyn till ålder, materialsammansättning och nedsmutsning

För att få en bredd i undersökningen fanns dessutom ett önskemål att föremålen, sinsemellan, skulle ha en viss variation i storlek och material, några föremål skulle ha inslag av skinn, päls eller läder.

Föremålen som valdes ut var fyra samiska koltar och tre samiska mössor, vilka har varit i bruk under 1900-talets mitt, samtliga är i privat ägo. Samiska dräkter eller dräkt-  
delar består vanligen av en mängd varierande material, ofta ull, silke, bomull i många olika färger och kvalitéer, samt även inslag av skinn-  
detaljer. De har dessutom i sin konstruktion ofta partier med många lager tyg lagda på varandra, vilket kan ge en ojämn tjocklek. Allt detta sammantaget, gör att lufttorkning efter rengöring i vatten kan vara riskabelt.

#### 3.2 Metod

Den praktiska undersökningen bygger på fallstudier av ett antal föremål, som frystorkas efter rengöring i vatten. Efter torkningen görs en utvärdering för varje föremål, dels av eventuella fysiska och kemiska förändringar i föremålens material och dels av förfaringssättet och hanteringen under torkförloppet. Dessutom sammanställs iakttagelser av förändringar under torkprocessen.

Fysiska och kemiska faktorer är dimension, färg och fuktfläckar eller fuktränder, samt mögelförekomst. Förändringarna analyseras genom att jämföra data före och efter genomförandet. I iakttagelser under torkprocessen ingår materialets torkbeteen-

de, som fuktvandring före infrysningen och efter frystorkningen, samt förändringar under själva frystorkningen. Vidare också tiden för frystorkningens fortskridande. Förfaringssättet och hanteringen under torkförloppet, från sista sköljbad till avslutad torkning, utgår från en förplanerad arbetsgång. I utvärderingen uppmärksammas tillkomna förändringar och här ingår också en bedömning av torkutrustningen, föremålets placering i frysrummet och bestämningen av torkgrad.

Den insamlade datan i undersökningen är av olika kategorier. Mätbar data och data som erhålls genom observation. Observationerna kan ske utifrån visuella, taktila eller erfarenhetsmässiga bedömningar. Ett formulär upprättas för detta (se bilaga 1).

### 3.3 Pilotstudie

I uppsatsens undersökning är syftet att utreda torkningen, med fokus på frystorkning, efter en vattenrengöring. Själva rengöringen i vatten, som föregår frystorkningen, medför också risker med olika kemiska eller fysiska förändringar, som kan orsakas av exempelvis färgutfällning eller svällning av materialet. Händelser under rengöringsprocessen kan därför påverka det slutliga resultatet efter torkningen. För varje föremål som ingick i undersökningen krävdes därför också en noga planering av rengöringsmetod. Arbetet med val av metod, genomförande och en resulterande metodförändring, utfördes som en pilotstudie: *Metod vid vattenrengöring av kulturhistorisk textil*. Det följande är en kort sammanfattning av pilotstudien.<sup>111</sup>

Tester för prövning av materialens hårdighet i vatten utfördes på föremålen som ingick i undersökningen, vilket redovisas i kapitel 3.5. Tvättmetoden anpassades också efter resultaten från färghårdighetstesten.<sup>112</sup> För nästan samtliga föremål fanns risk för färgutfällning, utifrån tidigare erfarenheter med liknande material.<sup>113</sup>

Det första föremålet som rengjordes var föremål Nr 1 i studien, en kvinnokolt av blått kläde i ren ull med applikationer av bland annat gult och rött kläde (se kap. 3.6.1). Vattenrengöringen utfördes i ett tvättbord och avjoniserat vatten användes genom hela processen, temperaturen i rengöringsbadet var omkring +30° C, i sköljbadet sänktes temperaturen successivt från omkring +28° C till omkring +18° C. I rengöringsbadet tillsattes en lösning av anjonisk och nonjonisk tensid, samt natriumkarboxymetylcellulosa (CMC), vilken fungerar som så kallad smutsbärare. Blötläggningen gjordes i det första rengöringsbadet, därefter följde två kortare rengöringsbad och tre sköljbad. Mellan varje bad sköljdes föremålet i rinnande vatten, växelvis med att vattnet torkades upp med svamp. Efter sista sköljningen torkades vattnet upp, först med svamp och därefter med torkdukar.

Under rengöringsbad två och tre fälldes en kraftig blå färg ut i vattnet. Blå färg fälldes också ut i efterföljande sköljbad, men försvagades undan för undan. Under det andra sköljbadet syntes plötsligt en tydlig blå anfärgning i gult kläde. Sannolikt uppstod anfärgningen vid upptorkningen av vattnet. Förfaringssättet att torka upp vatten med svamp mellan de olika baden och sköljningarna, är alltså mycket riskfyllt, vid närvaro av färgämnen med låg vattenhårdighet. En kraftig fuktvandring på grund av vattnets starka kapillärkrafter, verkar uppstå vid en viss upptorkningsnivå. Andra omständigheter som kan ha spelat in är tiden för bearbetningen i de olika baden,

---

<sup>111</sup> Ahlström (2004)

<sup>112</sup> Ahlström (2004)

<sup>113</sup> Kuhmunen (2003-10-13) muntlig uppgift

vattnets pH värde och temperatur, samt det avjoniserade vattnet som kan vara mer reaktionsbenäget än kranvatten.

För att om möjligt undvika en anfärgning under vattenrengöringen med de efterföljande föremålen ändrades därför rengöringsproceduren. Förutom att det avjoniserade vattnet byttes ut mot vanligt kranvatten och att tiden för bearbetningen i vattnet kortades ner till ungefär halva tiden, så slopades också upptorkningen av vattnet helt och hållet mellan baden. Genom att hålla materialet ordentligt genomvått under hela rengöringsprocessen skulle riskerna med fuktvandring kunna minskas. Metodförändringen bestod i att placera föremålet i en vattenfylld balja mellan de olika baden, då nytt vatten fylldes upp och att sköljningen hela tiden utfördes i ett bad med cirkulerande rinnande vatten. Sådan sköljning genomfördes dels vid den avslutande sköljningen och dels mellan varje bad. Metoden visade ett gott resultat för de efterföljande föremålen, inte någon anfärgning förekom, trots att det förekom färgutfällning i baden.

### 3.4 Torkning

Föremålen frystorkas efter vattenrengöring, i ett frysrums under atmosfäriskt tryck och med en temperatur omkring  $-30^{\circ}$  C. Frysrummet är beläget en våning under konserveringsateljén. Transporten från rengöringsplatsen till frysrummet sker i en korridor och en lagerhiss, vilket tar cirka 5 minuter. Föremålen placeras fritt i frysrummet på olika torkställningar, i en hjulhurts respektive rullställning.

Torkprocessen räknas från att föremålet tas upp ur sista sköljbadet till att det bedöms torkat i rumstemperatur. I torkförloppet ingår därför även moment före infrysning och efter uttag ur frys. Den mest kritiska delen i hela processen är sannolikt från upptagning ur sköljbad till att föremålet är infrys. Här finns en stor osäkerhet hur momentet ska utföras på bästa sätt. Det praktiska arbetet med varje föremål får därför en prägel av trial-and-error, där hantering och procedur hela tiden kan förbättras. Det gäller även bedömningen av föremålets torkgrad och när frystorkningen ska avslutas.

Vägning med jämna mellanrum under frystorkningen är ett sätt att följa torkprocessen. Ett annat sätt är att göra temperaturmätningar på föremålets yta och inuti med termoelement, i form av nålar som sticks in i föremålet före infrysningen. När temperaturen i frysrummet, på föremålets yta och inuti är densamma, anses sublimationsprocessen vara avslutad<sup>114</sup>. Metoden är framförallt användbar på föremål med större volym och oftast inte på textil och skinn material, som vanligen har en ganska liten volym i relation till ytan. I den här undersökningen används inte den typen av temperaturmätning, även om det förekommer delar i föremålen som har relativt tjocka partier med något större volym.

En preliminär planering av arbetsgången under torkprocessen sammanställs i form av en checklista, där också olika data kan fyllas i (se bilaga 2). Efter utvärderingen av undersökningen kan den formuleras om och användas, som en del i underlaget, vid utarbetande av riktlinjer för frystorkning av kulturhistorisk dräkt.

Moment i arbetsgången:

- Upptagning ur sköljbad eller uttömning av sköljvatten

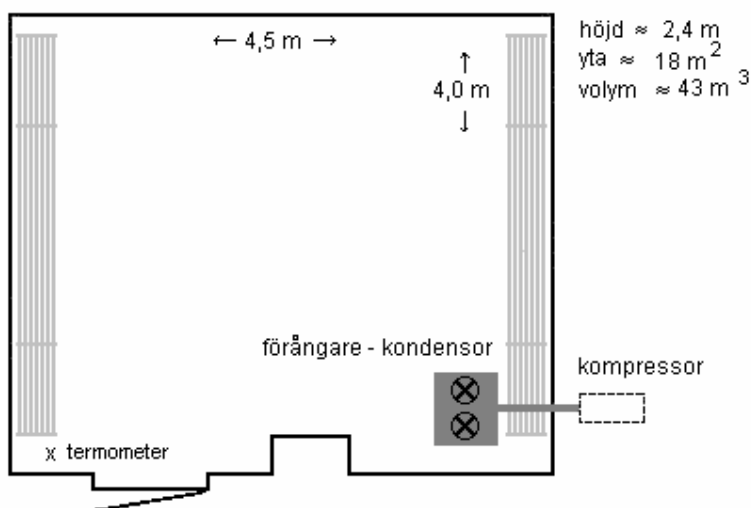
---

<sup>114</sup> Fastner (1987) s. 24

- Avrinning och upptorkning av vatten med svamp och torkdukar
- Vägning av vått föremål
- Uppstoppning av föremålet med tyll och placering på utprovad torkställning
- Vägning av föremålet med torkutrustning
- Transport till frysrum och infrysning
- Kontroll efter cirka 15 minuter
- Kontroller utförs sedan efter cirka 1 dygn, 1 vecka, 1 månad och därefter en gång i månaden, med vägning direkt utanför frysrummet för bedömning av torkgrad
- Avslutning av frystorkningen och uttagning av föremålet med vägning
- Transport och placering i rumstemperatur
- Upptining i torkställning
- Slutlig lufttorkning och konditionering
- Vägning av föremålet efter 1 dygn och 1 vecka

I samband med upptining och vid varje vägning av föremålen, avläses också temperaturen och den relativa luftfuktigheten i rummet.

Utrustningen som används är sådan som finns tillgänglig vid museet. En stor (30 liter) och en liten (8 liter) plastbalja för upptagning av våta föremål och vägning. För upptorkning av vatten används tvättsvamp samt torkdukar av vit bomullsfrotté och linne. Vid vägning nyttjas två digitala bänkvågar, en större med kapacitet 8000 g och upplösning 0,1 g, en mindre med kapacitet 1200 g och upplösning 0,1 g. Vågarna kan flyttas på rullvagnar till utrymmet utanför frysrummet. Mätning av temperatur och relativ luftfuktighet, sker dels med en mekanisk termohygrograf och dels med separat vätsketermometer och hårhygrometer. I frysrummet finns en vätsketermometer och en digitaltermometer med maximum och minimum värden, vilka avläses utanför frysrummet.



**Fig. 3** Frysrum

Frysrummet som normalt används för kulturhistoriska föremål vid insektskontroll och förvaring, har en yta på cirka 18 m<sup>2</sup> och en volym på cirka 43 m<sup>3</sup> (se fig. 3). I frysrummet förvaras en hel del plastinpackade museiföremål och utifrån det beräknas luftvolymen till ungefär 34 m<sup>3</sup>.

Frysrummets kylsystem består av ett kompressorkylaggregat, där förångaren med kondensorn är inne i frysrummet och kompressorn med drivmotorn är placerad utanför i ett särskilt rum.<sup>115</sup> Kylsystemets kondensorn skapar en skillnad i ångtryck inne i frysrummet genom att temperaturen vid kondensorn är lägre än temperaturen i de frusna föremålen, vilket syns tydligt genom att frost och is bildas runt kylsystemet. Som tidigare sagts ger en lägre temperatur vid kondensorn ett lägre ångtryck i dess omgivning och en högre temperatur i de frusna föremålen ger ett högre ångtryck för isen i föremålen. Torkningen eller sublimationens framåtskridande drivs av denna tryckskillnad.<sup>116</sup> Förångaren har två fläktar, vilka bidrar till luftcirkulationen i frysrummet. Luftens rörelse i rummet gör att kall torr luft från kylsystemet ger energi till förångningsprocessen i materialet och därmed påskyndas sublimationen av isen.

### 3.5 Förberedelser och åtgärder före torkning

Föremålen dokumenteras med tekniska data och tillståndsbedömning. Väsentliga uppgifter för undersökningen är föremålens material och färg, samt mått och vikt. Föremålen vägs först i torrt skick och sedan efter avrinning och upptorkning, för bestämning av vattenhalten före frystorkningen. En uppmätning för bedömning av eventuell krympning i materialet görs genom mätning av längd och bredd, av ett bestämt markerat område, före och efter åtgärd. I tillståndsbedömningen är tidigare förändringar av exempelvis blekning, färgfällning, fuktränder, mögelbildning eller krympning viktiga att notera före åtgärd. Se bilaga 1.

Vissa undersökningar utförs på föremålen före rengöring. När pälskinn ingår i föremålet kan päls hårets känslighet i vatten bestämmas<sup>117</sup> (se bilaga 4). För samtliga föremål utförs ett test av färgernas hårdighet i vatten (se bilaga 3).

I färghårdighetstestet tas små materialprover från områden med färg som bedöms ha låg hårdighet i vatten. Testet utförs enligt Landis metod.<sup>118</sup> Små tyg eller garnprover genomfuktas i fem olika lösningar och placeras därefter mellan vitt filterpapper under glasskivor. Efter cirka en timme analyseras eventuella tecken av färg på pappret. Följande lösningar ingår i testet:

1. Kranvatten, pH 7,4.
2. Avjoniserat vatten, osäkert pH.
3. Neutral lösning (avjoniserat vatten, an- och nonjonisk tensid, CMC), pH 7,3.
4. Sur lösning (neutral lösning + HAc), pH 4,3.
5. Alkalisk lösning (neutral lösning + NaCO<sub>3</sub>), pH 10,6.

Ett test för att undersöka päls hårs hårdighet i vatten genomförs genom att ett mindre område på kött sidan, penetreras med tvättlösning (avjoniserat vatten, anjonisk och nonjonisk tensid, CMC). Provningsområdet ska efterlikna den planerade

<sup>115</sup> Kuorak (2008-09-26) muntlig uppgift

<sup>116</sup> Mellor (1978) s. 68

<sup>117</sup> Kuhmunen (2004-03-16) muntlig uppgift

<sup>118</sup> Landi (1985) s. 97

vattenrengöringen och utförs under cirka två timmar. Före vätning dras håren lätt med pincett för att kontrollera hårens fästning. Med 20 minuters intervaller provas sedan hårens fästning igen, med efterföljande penetrering av tvättlösning på testområdet.<sup>119</sup>

För att utvärdera färgförändringar i föremålet efter torkningen, tas före själva rengöringen små garn- eller tygprover från områden där anfärgning kan ske och dessutom sys vit bomulls- och ulltråd in i områden med potentiell låg färghärdighet.

Före genomförandet planeras och tillverkas också torkutrustningen. Ställningar och uppstoppning, utformas och specialtillverkas för varje föremål. Placering på torkställningen och plats i frysrummet förbereds och provas. Gemensamt för alla föremål är att de stoppas upp med nylontyll, för att öka möjligheten till luftcirkulation runt materialet. En uppvägning görs också av torkutrustningen med och utan föremål.

För de fyra koltarna provas olika torkställningar, som sedan jämförs i utvärderingen. Två koltar torkas plant liggande, den ena på en träram med mjukt plastnät av polyeten, med maskor (2,5 x 2,5) mm, den andra på en träram med tvättad tunn bomullsväv. Koltarna placeras med framsidan ned, på grund av många veck på baksstycket och med ärmarna liggande längs sidorna. Båda ramarna placeras högst upp, över och under varandra, i en hjulhurts. Två koltar torkas hängande i en rullställning, en slags klädhängare. Den ena koltan hängs med midjan över ett plaströr av PVC med tubgas, cirka 20 cm i diameter, röret är fäst drygt en meter från golvet i rullställningen. Den andra koltan hängs med ärmarna rakt ut med hjälp av en polyetenplast-inklädd trästav, som träas igenom ärmarna. Staven är fäst drygt en meter från golvet i samma rullställning. Koltarna stoppas upp med nylontyll.



**Fig. 4** Provning av uppstoppning och torkställningar före åtgärd.

De tre mössorna placeras på var sin ställning, en trästav med ”fibervaddboll”, inplastad med polyetenplast. Mössorna stoppas upp med nylontyll, för att sitta stadigt på ställningen och för att tyllen möjliggör en bättre luftcirkulation. Den stora tofsen på två av mössorna, binds upp med nylontyll underifrån för att få bättre luftcirkulationen under tofsen. Ställningarna med mössorna placeras i en stor papplåda längst ned i hjulhurtsen och fixeras med band i lådan.

<sup>119</sup> Kuhmunen (2004-03-16) muntlig uppgift



Slutligen genomförs rengöringsåtgärderna, först torrengöring och sedan vattenrengöring, varpå den efterföljande planerade frystorkningen sker.

### 3.6 Fallstudier

Föremålen som valdes ut till undersökningen var använda och mycket smutsiga. Smutsen bestod genomgående i hög grad av fet kroppsnära smuts och fläckar från mat, svett, fukt eller annat slag. Tre av koltarna, Nr 1, 2 och 4 var mögliga och lukta- de illa. Resultatet av själva rengöringen var tillfredsställande för alla föremålen. På koltarna förekom i efterhand inget synligt mögel och lukten var också borta, fukträn- der och vissa fläckar hade försvunnit. Gemensamt för alla föremålen var att de fick klarare färger och blev avsevärt mycket renare från fet smuts.

#### 3.6.1 Föremål Nr 1

*Kvinnokolt (Nissonolbmo gákti, Sa N)*

Kolten är från 1930-tal. Den är till största delen av ull, maskinsydd i blått kläde med många kilar och har en innerficka av blått och vitt bomullstyg. Dekoren består av röda och gula klädesremсор med smala blå, röda, gröna och gula sicksackband i bomull samt grönt och gult ullgarn.



**Fig. 5**

Nr 1 Kvinnokolt, framsida före åtgärd.



**Fig. 6**

Nr 1 Kvinnokolt, baksida före åtgärd.

Låg färghärdighet kunde förekomma i blått och rött kläde med risk för anfärgning i gult kläde och ljusare band. Färghärdighetstestet visade färgutfällning i alkalisk lösning från blått, gult och rött kläde samt kraftigast från gult och blått prov (se bilaga 3). Under rengöringen i vatten skedde en blå färgutfällning, som ökade för varje bad. Vattenrengöringen av kolten resulterade i en metodförändring (se kap. 3.3 Pilotstudie s. 26).

Efter sköljningen torkades vattnet upp med svamp och torkdukar mycket väl. Därefter vägdes kolten, stoppades upp med nylontyill och placerades på torkramen med plastnät. Kolten med hela torkutrustningen vägdes före transporten till frysrummet.

Inne i frysrummet placerades ramen med kolten högt upp i hjulhurtsen. Temperaturen var omkring  $-31^{\circ}\text{C}$ . I enkla tyglager var vattnet fryst inom några minuter, i veck och dubbla tyglager efter omkring 20 minuter. Materialet blev hårt och hela kolten

täcktes av ett frostlager. Efter ett dygn fanns frost kvar endast över axelpartierna och efter en vecka syntes ingen kvarvarande frost. Senare vid drygt två månaders frystorkning började enkla tyglager mjukna och samtidigt syntes ett nytt frostlager över axel- och ryggpartier. Efter nästan fyra månader hade frostbildningen försvunnit och enkla tyglager hade mjuknat, tjockare material var ännu relativt hårt.

Vid nästan fem månaders frystorkning kändes större delen av materialet i kolten mjukt, en svag hårdhet kunde anas i tjockare tyglager, som axelsömmar, dekorband och veck. Vid den tidpunkten togs kolten ut för vägning utanför frysrummet för att bestämma torkgrad. Vägningen visade att omkring 68 % av vattnet hade sublimerats (se bilaga 5). Frystorkningen avslutades med en uppskattad kvarvarande fukthalt på 30 %.

Den fortsatta torkningen fick ske genom lufttorkning i rumstemperatur. Den svaga hårdheten i tjockare tyglager mjuknade inom några minuter. Efter knappt två timmar i rumstemperatur fanns en påtaglig fuktighet i vissa områden, som sömmar, dekorband och veck. Efter ett dygn kändes materialet ganska torrt, en vägning visade att ungefär 82 % av vattnet hade sublimerats och avdunstat. Vid en ny vägning efter en vecka kunde kolten anses torkad (se bilaga 5). Frystorkningen varade drygt 20 veckor och den totala torktiden blev drygt 21 veckor.

Den noggranna upptorkningen efter sköljningen ökade möjligen fuktvandringen. Men det var svårt att bedöma om någon färgfällning förekom under momentet fram till infrysning, eftersom en blå färgfällning redan skett under rengöringsprocessen. Analysen på insydda trådar, visade att vitt ullgarn insytt i blått kläde hade en tydligt blå anfärgning, vit bomullstråd insydd i blått kläde hade däremot ingen tydlig anfärgning, möjligen en något svag. Vid den jämförande utvärderingen med prover, tagna före åtgärd, syntes en tydlig färgförändring i rött kläde och en mycket tydlig blå färgfällning i gult kläde (se bilaga 7). Utvärderingen visade förövrigt ingen krympning eller annan förändring i materialet (se bilaga 7).

### 3.6.2 Föremål Nr 2

*Flickkolt (Nieidamáná gákti, Sa N)*



**Fig. 7**  
Nr 2 Flickkolt, framsida före åtgärd.



**Fig. 8**  
Nr 2 Flickkolt, baksida före åtgärd.

Kolten är tillverkad 1956 och använd fram till 1970-tal. Den är sydd på maskin och har handsyddas fallar. Kolttyget är av mörkblått yllekypert och dekoren av röda och gula klädesremсор med smala röda, gula, gröna och blå sicksackband i bomull.

Låg färghärdighet kunde förekomma i mörkblått kolttyg och rött kläde med risk för anfärgning i gult kläde och ljusare band. Färghärdighetstestet visade en svag röd färgutfällning i neutral och sur lösning och kraftigare röd utfällning i alkalisk lösning (se bilaga 3). Under vattenrengöringen fälldes också röd färg ut från rött kläde.

Efter sköljningen i rinnande vatten syntes ingen röd utfällning eller antydan till röd anfärgning i materialet. Vattnet fick rinna av och kolten rullades därefter in i torkdukar utan att pressa ut vattnet. Därefter följde vägning, uppstoppning med nylontyll och placering av kolten hängande över ett rör i rullställningen, allt i snabb följd.

Då kolten hade placerats i frysrummet var temperaturen omkring  $-31^{\circ}\text{C}$ . Efter några minuter var tunnare tyglager hårda och efter ungefär 15 minuter var allt material hårt, med ett frostlager på ytan, som var helt borta efter ett dygn. Vid kontrollen efter fem dygn kändes materialet mycket hårt, sju dygn senare började tunnare tyglager vid midjan att mjukna. Långt senare, efter drygt två månaders frystorkning, kändes kolttyget i enkla lager mjukt, tjockare material var ännu hårt, men med en viss antydan av mjukhet i vissa områden.

Efter knappt fyra månader fanns ännu en svag hårdhet kvar i tjockare dubbla tyglager. Vid knappt fem månaders frystorkning hade hårdheten minskat, men kunde anas i dekorbandet nedtill. Kolten togs då ut för vägning utanför frysrummet och mängden sublimerat vatten uppskattades till ungefär 86 % (se bilaga 5).

Kolten bedömdes nästan torkad och fördes till rumstemperatur. Inom en timme hade materialet tinat, en svag fuktighet antyddes i sömmar och tjockare tyglager. Den slutliga lufttorkningen bedömdes klar efter ett dygn. Frystorkningen varade knappt 20 veckor och efter ett dygns lufttorkning bedömdes kolten torkad.

Mindre mängd vatten torkades upp från kolten, jämfört med kvinnokolt Nr 1, som därför var något våtare vid infrysningen. Det fanns ingen synlig röd anfärgning under upptorkningen. Analysen på insydda trådar visade ingen anfärgning i något fall och i utvärderingen av jämförande prover fanns inga synliga färgförändringar för något prov. Det förekom inte heller några andra förändringar i materialet (se bilaga 8).

### 3.6.3 Föremål Nr 3

*Kvinnokolt (Nissonolbmo gákti, Sa N)*

Kolten är sannolikt från tidigt 1940-tal eller sent 1930-tal. Den är maskinsydd i blått kläde med röda och gula klädesremсор, som är dekorerade med smala blå, röda, gröna och gula sicksackband i bomull samt maskinsömmar i blått, gult och rött. Kolten har en skotskrutig innerficka av regenatfibertyg i blått, rött, grönt, gult och vitt. I halssprundet sitter rundflätade snoddar av rött, gult och blått ullgarn. Det blå, röda och gula klädet består av en blandfiber av ull och regenererad cellulosa.

Låg färghärdighet kunde förekomma i blått och rött kläde med risk för anfärgning i gult kläde och gult band. Färghärdighetstestet visade en svag utfällning från gult och rött kläde i sur lösning och en kraftigare utfällning från blått, gult och rött kläde i

alkalisk lösning (se bilaga 3). En kraftig röd och blå utfällning skedde i rengöringsbadet och en svagare röd utfällning i första sköljbadet.

Efter avrinningen hölls kolten så våt som möjligt, ingen röd eller blå anfärgning syntes vid inrullning i torkdukar. Kolten vägdes i vått tillstånd före uppstoppningen med nylontyll. För denna kolt provades en plant liggande torkning på en ram med tunt bomullstygg.

Temperaturen i frysrummet var omkring  $-31^{\circ}\text{C}$  vid infrysningen. Inom 10 minuter hade enkla tyglager hårdnat och efter nästan 20 minuter var även tjockare material mycket hårt, samtidigt hade ett frostlager bildats över ytan. Efter ett dygn fanns frost kvar endast över tjockare tyglager. Vid kontrollen efter fyra dygn fanns ännu lite frost kvar, vilket var helt borta efter en vecka. Senare efter drygt två månaders frystorkning hade ny frost bildats över tjockare material, i rygg- och axelpartier, samtidigt hade enkla tyglager i livet börjat mjukna.



**Fig. 9**  
Nr 3 Kvinnokolt, framsida före åtgärd.



**Fig. 10**  
Nr 3 Kvinnokolt, baksida före åtgärd.

Efter nästan fyra månaders frystorkning var materialet som låg vänt ned mot tyget i ramen, ännu hårt och täckt med ett tunt frostlager. Däremot började tunna tyglager, som låg vänt upp, att mjukna. Vid ny kontroll efter drygt fyra månaders frystorkning så hade materialet i ärmarna, axlarna, ryggen och framsidan till stor del mjuknat. Dock kunde en mycket svag hårdhet kännas i tjockare tyglager vid veck och rygg, samt också framsidan som låg mot tyget i ramen. En vägning utanför frysrummet visade då att omkring 87 % av vattnet hade sublimerats (se bilaga 5). Frystorkningen avslutades och kolten transporterades för fortsatt lufttorkning i rumstemperatur.

Kolten fick tina liggande på tygramen och efter nästan två timmar fanns en tydlig fuktighet i vecken på bakstycket och i tjockare tyglager. Mer tyll stoppades in under vecken och i halsringningen. Ett dygn senare kändes materialet torrt och kolten bedömdes helt torkad efter något dygns lufttorkning. Den totala torktiden var knappt 19 veckor, frystorkningen varade i drygt 18 veckor.

Vid upptorkningen syntes ingen antydning till anfärgning som följde av den blåa och röda utfällningen i rengöringsbadet, inte heller jämförelseproverna visade någon färgförändring. Analysen av insydda trådar visade en svag blå anfärgning på ulltråden insydd i blått kläde och en svag gul anfärgning på bomullstråden insydd i gult

kläde. I helhet förekom inga förändringar vad gäller dimension, färg eller utseende efter åtgärd (se bilaga 9).

### 3.6.4 Föremål Nr 4

*Manskolt (Dievdoolbmo gákti, Sa N)*

Kolten är sannolikt tillverkad under sent 1930-tal eller tidigt 1940-tal. Den är maskinsydd i ett tunt och glesvävt mörkblått klädestyg av ren ull. Dekoren består av röda och gula klädesremсор dels med smala blå, röda, gröna och gula samt bredare röda och gula sicksackband av bomull och dels gult ullgarn samt tre smala flerfärgade band i bomull och silke och en smal klarblå klädesremsa. Vidare utgör maskinsömmar i rött, grönt, gult och turkos en kontrasterande dekor på klädesremсорna. Kragen är sydd av mörkblått kläde och dekorerad med band på rött kläde, samt har knytsnoddar av rundflätat ullgarn i rött, gult och blågrönt. Kragen är tjockt vadderad med bomullsflanell och fodrad med ett tunt mönstrat crêpetyg av silke i vitt, ljusgrönt, orange, grått och gult. Kragen är kantad med gult kläde, dess konstruktion gör den mycket tjock.



**Fig. 11**  
Nr 4 Manskolt, framsida före åtgärd.



**Fig. 12**  
Nr 4 Manskolt, baksida före åtgärd.

Låg färghärdighet kunde förekomma i mörkblått och rött kläde med risk för anfärgning i gult kläde och ljusare band. Tjockare materialpartier i kragen innebar en ojämn och långsam torkning. Färghärdighetstestet visade en kraftig utfällning från blått och gult kläde, samt en svagare utfällning från rött kläde i alkalisk lösning (se bilaga 3). Under rengöringen i vatten uppstod också en kraftig blå utfällning. I sköljbaden fälldes en svag blå färg ut.

Efter sköljning i rinnande vatten och avrinning i tvättbordet, placerades kolten omedelbart i en balja, vattnet fick ”droppa av” under tiden kolten vägdes och transporterades till utrymmet utanför frysrummet. Därefter monterades kolten på en stav som trädde in i ärmarna och stoppades sedan upp med nylontyll. Staven med kolten hängdes upp i rullställningen inne i frysrummet. Under själva monteringen droppade en hel del vatten på golvet utanför frysrummet.

Vid infrysningen var temperaturen omkring  $-30^{\circ}\text{C}$ . Enkla tyglager var hårda inom 20 minuter och efter en timme kändes det tjocka materialet i kragen hårt. Ett frostlager bildades omedelbart över hela ytan. Vid kontrollen efter ett och ett halvt dygn fanns frost endast kvar över tjockare tyglager. Efter tre dygn hade frostlagret minskat

ytterligare och efter en vecka fanns ingen frost kvar. Långt senare efter två månaders frystorkning syntes på nytt ett frostlager över axelpartiet, kragen och områden med tjockare material. Enkla tyglager hade nu börjat mjukna, däremot var tjockare material i banddekorena och halskragen ännu mycket hårda.

Efter knappt fyra månaders frystorkning var den senaste uppkomna frosten borta. Enkla tyglager kändes mjuka och även materialet i kragen. En viss hårdhet fanns kvar i banddekor och veck vid koltens nedre del. Vid drygt fem månaders frystorkning kändes större delen av koltens material mjukt, förutom en svag hårdhet i veck och sömmar i ett område längst ned på kolten. Vägningen utanför frysrummet visade att ungefär 90 % av vattnet hade sublimerats (se bilaga 5).

Kolten togs ut för upptining, upphängd på sin ställning i rumstemperatur. Efter någon timme i rumstemperatur fanns en svag fuktighet i hela materialet, framförallt var vecken på koltens baksida relativt fuktiga. Ett dygn senare kändes materialet torrare, en vägning antydde en fukthalt på några procent (se bilaga 5). Efter en vecka var kolten torkad. Frystorkningen varade i 21 veckor och den totala torktiden var 22 veckor.

Före infrysningen syntes ingen blå anfärgning, som följd av den kraftiga blå utfällningen under rengöringen i vatten. Analysen av insydda trådar visade en svag anfärgning på ulltråd insydd i blått och rött kläde samt något starkare anfärgning från mellanblått kläde. Jämförelseproverna visade ingen synlig färgförändring för något prov. Några andra förändringar i materialet efter torkning, som krympning eller fukt-ränder förekom inte heller (se bilaga 10).

### 3.6.5 Föremål Nr 5

#### *Mansmössa (Cuipi, Sa N)*

Mössan är från 1930-tal och har använts då och då under 30 till 40 år. Den är maskinsydd i blått kläde med tolv kilar och har en stor röd tofs samt en läderskärm. Kilsömmarna har mellanlägg av rött och gult kläde. Mössans breda bård av rött och gult kläde är dekorerad med många smala band och en handklippt uddbård i gult kläde. Banden är enfärgade eller mönstervävda i flera färger och består till största delen av silke med inslag av bomull. Den svarta halvmåneformade läderskärmen, fäst vid mössan med rött ullgarn, är dekorerad med hålnitar av vitmetall. Tofsen är av rött ullgarn i fin kvalitet.

För läderskärmen fanns risk för krympning eller förändring i form samt ökad hårdhet. Låg färghärdighet kunde förekomma i blått och rött kläde, samt det röda garnet i tofsen med risk för anfärgning i gult kläde och ljusare band. Tjockare materialpartier i tofs, banddekor och skärm innebar ojämn och långsam torkning. Färghärdighetstestet visade utfällning från blått, gult och rött kläde i alkalisk lösning (se bilaga 3). Under rengöringen i vatten skedde en kraftig röd utfällning från garnet i tofsen.

Efter sköljning i rinnande vatten och avrinning, torkades överflödigt vatten upp i tofsen med svamp och torkduk, upptorkat vatten var svagt rödfärgat. En lätt upptorkning gjordes också av läderskärmen med torkduk. I snabb följd därefter skedde vägning, uppstoppning med nylontyll inne i mössan och under tofsen, samt montering på torkställningen. Därefter vägdes mössan med torkställningen. Det fanns inga tecken på anfärgning under momenten före infrysning.



**Fig. 13**  
Nr 5 Mansmössa, före åtgärd.

I frysrummet placerades mössan ganska lågt ner i hjulhurtsen och temperaturen var då omkring  $-31^{\circ}\text{C}$ . Efter några minuter inne i frysen bildades frost över hela mössan, det tog däremot nästan mer än en halvtimme innan materialet kändes hårt. Vid kontrollen ett dygn senare var materialet mycket hårt och helt täckt av frost. Senare efter fem dygn började frostagret avta på mösstyget. På tofsen och skärmen fanns däremot frost kvar. Efter två månaders frystorkning hade garnet i den yttersta delen av tofsen börjat mjukna, enkelt tyglager och den breda bandbården var ännu hårt, frosten var emellertid borta.

Långt senare efter nästan fyra månaders frystorkning var tofsen i stort sett ännu hård, utom det yttersta garnet. Även banddekoren och sömmen mitt bak var hård, däremot kändes läderskärmen mjuk. Efter drygt fyra månader började delar av mössan kännas mjuk, sömmen mitt bak, garnet inne i tofsen och mösstyget under tofsen var ännu hårda. För att bestämma torkgraden togs mössan ut för vägning. Kvarvarande vatteninnehåll uppskattades då till ungefär 42 % (se bilaga 5). Den största fuktmängden fanns sannolikt i själva tofsen, vilket avgjorde beslutet att ta ut mössan i rumstemperatur för upptining och slutlig lufttorkning.

Efter ungefär två timmar i rumstemperatur hade materialet tinat. Garnet i tofsen kändes mycket fuktigt, främst på undersidan och i tofsens knut, men även sömmen mitt bak och övre delen av mösstyget. Nedre halvan av mössan med banddekoren och skärmen kändes torr. För att skapa bättre luftcirkulation under den återstående lufttorkningen bands tofsen upp med hjälp av tyll och tyllstoppningen inne i mössan togs ut. Efter ett dygn var materialet ännu fuktigt vid tofsens fästning samt sömmen mitt bak. En vägning visade en möjlig kvarvarande vattenhalt på några procent (se bilaga 5). Vid sju dygns lufttorkning bedömdes mössan torkad. Frystorkningen varade nästan 21 veckor och den totala torkningen av mössan tog 22 veckor.

Ingen anfärgning syntes vid upptorkningen på grund av röd utfällning under rengöringen i vatten. Anfärgning på insydda trådar förekom på vitt ullgarn från rött och blått kläde och mycket svagt från gult kläde, samt på vit bomullstråd från rött, gult och blått kläde. I jämförelseproverna syntes ingen färgförändring för något prov utom en svag röd ton i ett silkeband med vit botten. I helhet förekom inga föränd-

ringar som krympning eller annat i materialet, med undantag av läderskärmen som blev något lite torrare och möjligen en aning ojämn i formen (se bilaga 11).

### 3.6.6 Föremål Nr 6

#### *Kvinnomössa (Jorbá, Sa N)*

Mössan är från 1930-tal och har förmodligen varit i bruk fram till någon gång under 1940-talet eller möjligen in på 1950-talet. Den är handsydd av rödgult kläde och rött tunt bomullstyg i tuskaft. Den traditionellt tillhörande breda vita spetsen är borttagen. Dekoren består av sidentyg och sidenband i många olika färger samt mönstervävda bomullsband med vit botten. Insidan har en foderkant av mönstertryckt bomullsflanell i brunt och orange mot vit botten. Vid öronlapparna sitter knytsnoddar av grönt tunt ullgarn.



**Fig. 14**  
Nr 6 Kvinnomössa, före åtgärd.

Före rengöringen i vatten fanns det en mycket tydlig röd färgfällning i bomullsbanden med vit botten. Av den anledningen var risken stor att ny färgvandring kunde ske under vattenrengöring eller torkning, från antingen rödgult kläde eller rött bomullstyg. Färghärdighetstestet visade en mycket svag eller en viss antydning av utfällning från rödgult kläde i neutral lösning och en kraftigare röd utfällning i alkalisk lösning. Från rött bomullstyg fanns inga tecken på utfällning i någon lösning (se bilaga 3). Under rengöringen i vatten fälldes kraftig röd färg ut i vattnet och det fanns en stor osäkerhet om ytterligare röd anfärgning kunde ske i de vita bomullsbanden.

Efter sköljningen i rinnande vatten fick mössan rinna av och torkades upp mycket lätt. Den placerades i en liten plastbalja och fördes till utrymmet utanför frysrummet. Mössan hölls något våtare än föregående mössa Nr 5 under vägning, uppstoppning och montering på torkställningen.

Mössan frystes in i en temperatur på ungefär  $-29^{\circ}\text{C}$ . Inom några minuter bildades ett lager frost över hela mössan, materialet var hårt efter cirka 15 minuter. Vid kontroll två timmar senare var mössan ännu täckt av frost. Efter omkring ett dygn var frosten borta, förövrigt var materialet mycket hårt och vid en kontroll tre dygn senare hade inga förändringar skett. Långt senare efter två månader, hade materialet börjat mjukna vid öronlappar och kanter, däremot var mösskullen ännu hård. Efter drygt fyra och en halv månaders frystorkning kändes mössan helt mjuk och den togs ut för vägning. Vägningen visade att omkring 76 % av vattnet hade sublimrats (se bilaga 5). Knapast någon hårdhet kunde kännas i materialet. Mössan togs ut från frysrummet för upptining och lufttorkning i rumstemperatur.



Efter ungefär en timmes upptining kändes en svag fuktighet i materialet, en timme senare hade en stor del av fukten avdunstat. Då lufttorkningen varat ett dygn upplevdes materialet torkat och mössan vägdes. Frystorkningen varade drygt 19 veckor och efter omkring ett dygns lufttorkning bedömdes mössan helt torkad.

Uppstoppning och montering på torkställningen gjordes i en plastbalja utanför frysrummet och visade sig fungera bra. Ingen synlig röd anfärgning verkar ha skett före infrysningen. Analysen av insydda trådar i rödgult kläde visade för vitt ullgarn en svag röd anfärgning, för vit bomullstråd en svag röd ton och för vit silketråd en tydlig röd anfärgning. I utvärderingen med jämförande prover fanns ingen synlig färgförändring för något prov, vita bomullsband ingick inte i provserien. Den tidigare röda anfärgningen, i vitt bomullsband nära mösskullen och i vitt bomullsband vid öronlapparna, var i stort sett helt borta efter torkningen. Utvärderingen visade förövrigt inga andra förändringar i materialet (se bilaga 12). Den tidigare röda färgfällningen i de vita bomullsbanden löstes ur under rengöringen i vatten och återkom inte heller efter torkningen. Det lyckade resultatet var oväntat.

### 3.6.7 Föremål Nr 7

#### *Mansmössa med pälsbräm (Cuipi viergegahpir, Sa N)*

Mössan är tillverkad omkring 1965 och är använd fram till tidigt 1980-tal. Den är både maskinsydd och handsydd. Mösstyget är av mörkblå vadmal med gult och rött kläde i kilsömmarna. Mössan har ett pälsbräm av renskinn kantat med breda remsor av rött kläde. Remsorna är dekorerade med två uddklippta bårder av gult kläde, vita, blå och flerfärgade sicksackband i bomull samt ett vitmetalliknande sicksackband av syntetmaterial. Överst i brämet finns en kanal av rött kläde för knytsnoddar med tofsar. Snoddarna är rundflätade av gult, rött och blått ullgarn och tofsarna är av kläde och filt i grönt, rött och gult. Mössan har en stor röd tofs av ullgarn och är fodrad med ett mönstervävt grågrönt och vitt trikåtyg av konstfibermaterial. Den är också kantad med vitt getskinn och har vid framkanten en läderskärm, som är fastsydd med rött ullgarn. Skärmen är dekorerad med vitmålade metallnitar.



**Fig. 15**  
Nr 7 Mansmössa med pälsbräm, före åtgärd.

Under vattenrengöringen och torkningen fanns stor risk för förändringar, som krympning, hår avfall samt ökad hårdhet av skinnet. Låg färghärdighet kunde förekomma i mörkblå vadmal, grönt och rött kläde, rött och gult filttyg med risk för färgfällning. Tjocka materialpartier i tofs och bräm kunde innebära ojämn och långsam torkning.

Testet för pälshårens härdighet i vatten visade att inget hår lossnade på getskinnet och att en liten mängd hår lossnade på renskinnet. Det mesta av håret i renskinnet satt dock fast i testområdet efter undersökningen. Mössan bedömdes därför klara en vattenrengöring (se bilaga 4). Färghärdighetstestet visade från gult filttyg, en svag utfällning i kranvatten, neutral och sur lösning. Svag utfällning från rött filttyg i neutral lösning. Utfällning från gult och rött kläde, samt svag utfällning från grönt kläde i alkalisk lösning och svag utfällning från rött kläde i neutral lösning (se bilaga 3). Under vattenrengöringen fälldes röd färg ut och vid sköljningen syntes en svagt röd och blå utfällning.

Efter sköljningen i rinnande vatten torkades överflödigt vatten upp, endast i tofsen, med svamp och torkduk. Därefter rullades hela mössan lätt in i torkduk, utan att pressa ut vattnet, för att sedan omgående vägas, stoppas upp med tyll och monteras på torkställningen. Den våta mössan vägdes med hela torkutrustningen. Några tecken på anfärgning fanns inte före infrysningen.

Vid infrysningen var temperaturen omkring  $-31^{\circ}\text{C}$ , mössan placerades lågt ner i hjulhurtsen tillsammans med de andra mössorna. Ett tjockt frostlager bildades genast över hela ytan. En kvart senare var materialet i tofsen och skinnen ännu mjuka, däremot kändes mösstyget hårt. Efter två dygn var allt material hårt, vid sex dygns frystorkning var frosten över tofsen och pälskinnen borta.

Vid två månaders frystorkning började garnet i den allra yttersta delen av tofsen att mjukna, mösstyget och pälsbrämet var ännu hårt. Efter nästan fyra månader var yttersta delen av tofsen mjuk, övriga delar var hårda. Vid fyra och en halv månad var snoddar, tofsar och enkla tyglager mjuka, men tyget under tofsen, läderskärmen, och brämet var fortfarande hårda. För att uppskatta torkgraden togs mössan ut ur frysen för vägning. Det visade sig att pälsskinnet och insidan av brämet ännu innehöll mycket fukt. Vägningen visade att omkring 52 % av vattnet hade sublimerats (se bilaga 5). I motsats till mössa Nr 5 sattes denna åter in i frysen för fortsatt frystorkning.

Fem månader senare, efter mer än nio månaders frystorkning, kändes tofsen och mösstyget mjukt. Brämet hade en svag hårdhet, men var i stora delar mjukt. Vägningen visade att omkring 93 % av vattnet hade sublimerats (se bilaga 5). Mössan togs ut i rumstemperatur och efter en halvtimmes upptining kunde en viss fuktighet kännas i tjockare partier. Efter en veckas lufttorkning bedömdes mössan torkad. Frystorkningen av mössan varade i drygt 40 veckor och den totala torktiden var 41 veckor.

Före infrysningen fanns inga synliga tecken på röd eller blå anfärgning i ljusare områden. Analysen av insytt ullgarn i gul filt visade en tydlig anfärgning och ullgarn insytt i grön och röd filt, rött kläde samt blå vadmal visade en mycket svag anfärgning. Insydd vit bomullstråd visade för rött kläde en tydlig stark anfärgning samt för gul och röd filt en tydlig anfärgning. Granskningen av jämförande prover visade

dock inga tecken på färgförändringar för något prov. Inte heller några stora dimensionsförändringar förekom i materialet. Pälsskinnen kändes relativt mjuka efter torkningen och det förekom ingen krympning, däremot uppstod en liten töjning i omkrets efter torkning. (se bilaga 13).

### 3.7 Utvärdering

Här presenteras en sammanställning av resultaten från fallstudierna. Mätningarna av olika förändringar i föremåls material är ganska grova. För mätning av dimension har ett tygmåttband använts, eftersom både tygmåttbandet och materialet i sig självt är töjbart, så bedöms en skillnad på någon centimeter inte som någon större förändring. Övriga förändringar i materialen har uppskattats okulärt och taktilt. En förändring bedöms ha skett om skillnaden märks tydligt och utan tvivel. Stor del av utvärderingen utgörs också av en analys av erfarenheterna som undersökningen gett.

#### 3.7.1 Fysiska och kemiska förändringar i materialet

##### *Dimension*

Det förekom inga större förändringar i storlek för något material efter torkningen. En liten krympning på en centimeter för måttet ”största längd” i föremål Nr 1 och Nr 3 (se bilagor 7, 9), samt en halv centimeters krympning för måttet ”varprikning” i föremål Nr 1. För läder och pälsskinn förekom inte heller någon krympning. En liten töjning skedde i några fall, för både textil- och skinnmaterial. I föremål Nr 7 förekom en töjning på 1 cm i pälsbrämets omkrets (se bilaga 13) och en töjning på 2 cm i skärmbredd (se bilaga 13). Samtliga mätningar redovisas i bilagor 7-13.

##### *Färgförändringar*

Resultatet av anfärgningar på insydda trådar, efter torkningen, visade att en svag anfärgning förekom i alla föremål utom i Nr 2. Anfärgning skedde främst från ullmaterial som kläde, vadmal och filttyg. En tydligare och kraftigare anfärgning syntes från blått kläde i föremål Nr 1, blått kläde i föremål Nr 4, rött och blått kläde i föremål Nr 5, samt rött kläde i föremål Nr 6 (se tabell 1 och bilagor 7-13). Resultaten överensstämmer väl med den färgutfällning som uppstod i vattnet under rengöringsprocessen.

Resultatet av jämförelsen med prover tagna före åtgärd mot motsvarande material efter torkning, visade att det förekom en tydlig och otvivelaktig färgskillnad för material i tre föremål (se tabell 2 och bilagor 7-13).

Övriga föremål visade inte för något material någon färgförändring. Det negativa resultatet för föremål Nr 1, berodde på den färgutfällning som uppstod redan under rengöringsprocessen, (se kap.3.3 Pilotstudie). Föremål Nr 5 visade egentligen det enda negativa resultatet, en mycket svag röd ton i ett vitt dekorband, som möjligen kan ha skett under torkprocessen. En kraftig röd utfällning uppträdde från rött ullgarn i tofsen under vattenrengöringen, men det vita silkebandet är också monterat mot rött kläde, som visade en röd anfärgning på insydd tråd (se tabell 1). Eftersom färgförändringen uppmärksammades först efter åtgärd, kvarstår frågan hur och när färgutfällningen uppstod. Kanske var upptorkningen av vattnet före infrysningen alltför noggrann. Resultatet för föremål Nr 6, där den tidigare röda färgutfällningen i vitt bomullsband försvann, var positivt. I det fallet fanns inget jämförelseprov från före åtgärd, men färgförändringen var ändå så tydlig efter torkningen att det inte fanns något tvivel.

**Tabell 1** Resultat av anfärgning på insydda trådar efter torkning.

Föremål	Vit ulltråd	Vit bomullstråd	Vit silketråd
Nr 1	Tydlig blå anfärgning, kläde.	Möjligen en svag blå anfärgning, kläde.	-
Nr 2	Ingen anfärgning.	Ingen anfärgning.	-
Nr 3	En mycket svag blå anfärgning, kläde.	En mycket svag gul anfärgning, kläde.	-
Nr 4	En svag blå och röd anfärgning, kläde samt blå anfärgning, mellanblått kläde.	Ingen anfärgning.	-
Nr 5	Röd, blå anfärgning, kläde och svag gul anfärgning, kläde.	Röd anfärgning, kläde och svag blå anfärgning, kläde samt en mycket svag gul anfärgning, kläde.	-
Nr 6	Svag röd anfärgning, kläde.	Svag röd anfärgning, kläde.	Tydlig röd anfärgning, kläde.
Nr 7	Gul, mycket svag grön och svag röd anfärgning, filttyg. Svag röd anfärgning, kläde och svag blå anfärgning, vadmal.	Gul och röd anfärgning, filttyg. Svag röd anfärgning, kläde, stark röd anfärgning, fint kläde. Rödblå anfärgning, blå vadmal.	-

**Tabell 2** Resultat som visade en tydlig färgskillnad mellan prover före åtgärd och efter åtgärd.

Föremål	Material	Färgförändring
Nr 1	Ull, rött och gult kläde.	Tydlig färgförändring av rött kläde till en mörkare blå-röd nyans, gult kläde till en grön-gul, kraftigt mörkare nyans.
Nr 5	Silkeband, vit botten.	En svag röd ton i det vita.
Nr 6	Bomullsband, vit botten.	Den tidigare röda anfärgningen i det vita försvann, vit botten blev vitare.

### *Fuktränder*

Fuktränder i materialen förekom före åtgärd hos föremål Nr 1 och Nr 3, av typen svettfläckar och annan okänd fuktvandring. Dessa löstes upp i samband med vattenrengöringen och några nya fuktränder syntes inte på något av föremålen efter torkningen.

### *Mögelbildning*

Det synliga möglet som förekom på föremål Nr 1, 2 och 4, fanns inte kvar efter vattenrengöringen och efter torkningen fanns inte heller någon synlig mögelbildning på något av föremålen.

Sammanfattningsvis visade utvärderingen inga stora kemiska eller fysiska förändringar i föremålen efter torkningen. Det uppstod nästan ingen krympning eller formändring i något material, pälsskinn uppvisade en liten töjning samt läder en möjlig töjning och knappt märkbar formändring. Både pälsskinn och läder kändes något torrare. Någon färgförändring genom anfärgning under torkprocessen skedde i stort sett inte alls, en mycket svag anfärgning skedde möjligen i ett föremål under torkprocessen.

### 3.7.2 Torkprocessen

Torkprocessen i den här undersökningen kan delas in i tre moment. Först momentet då föremålet tas upp ur sköljbadet tills det är infrysst, sedan själva frystorkningen och därefter upptiningen med den slutliga lufttorkningen.

#### *Torkbeteende och fuktvandring*

Under det första momentet i undersökningen visade det sig att ju mer vatten som torkades upp ur materialet, desto starkare verkade vattnets kapillärkrafter och därmed ökade riskerna för fuktvandring, vilket också pilotstudien visade (se kap.3.3 Pilotstudie).

Iakttagelser av materialet under själva frystorkningen, visade att förloppet följde ett likartat mönster. Vattnet i materialet var i de flesta fall fryst inom fem till tio minuter, i större materialvolym kunde det ta upp till 20 minuter. Det annars mjuka materialet blev hårt som ”pansar”. Efter infrysningen bildades ganska omgående ett frostlager på materialets yta. Efter något dygn hade frostlagret försvunnit. I material med större volym, kunde det efter ett tag bildas, ytterligare ett frostlager över ytan. Det kan förklaras av att när det yttre lagret torkat, transporteras vattenångan genom det torkade materialet från den tillbakadragande isytan.<sup>120</sup> Då vattenångan når den yttre torkade ytan bildas ett nytt frostlager. Allteftersom torkningen fortskrider dras isytan in i materialet och materialet mjuknar alltmer.

Det kunde också finnas en risk för fuktvandring direkt efter upptiningen under den slutliga lufttorkningen. Den kvarvarande fukthalten varierade för de olika föremålen. De föremål som hade högst fukthalt, omkring 30 %, visade inga synliga tecken på fuktvandring.

#### *Tiden*

En strävan var att det första momentet skulle gå så fort som möjligt och det innebar en stor stressfaktor. För de tre första koltarna tog det drygt 20 minuter från sköljbad till infrysning, för kolt Nr 4, där tillvägagångssättet var förändrat blev tiden något kortare, omkring 14 minuter. För mössorna tog det första momentet omkring 8-15 minuter. Den kortare tiden gäller för mössa Nr 6, som transporterades efter en mycket snabb och lätt upptorkning i en balja till utrymmet utanför frysen, där monteringen på torkställningen utfördes.

Frystorkningstiden varade, för alla föremål utom ett, fyra till fem månader. En brist eller begränsning i undersökningen är att frystorkningen av dessa föremål avbröts samtidigt, oberoende av torkgrad. Anledningen var att det inte var praktiskt genomförbart att över en så lång tid individuellt kontrollera föremålen, det skulle ha krävt en större arbetsinsats. Därför är frystorkningstiden för varje föremål inte ett mått på att sublimationen var klar. Exempelvis för föremål Nr 1, som frystorkades drygt 20 veckor, så uppskattades sublimationen till omkring 68 %. För föremål Nr 7, som sattes tillbaka in i frysen efter fyra och en halv månad, var det däremot nödvändigt att förlänga frystorkningen. Efter nio och en halv månad, 41 veckor, togs föremålet ut från frysen och sublimationen uppskattades till omkring 93 %. Den slutliga lufttorkningen och konditioneringen av föremålen varade från ett till några dygn.

---

<sup>120</sup> Mellor (1978) s 25

### 3.7.3 Förfaringssätt och hantering under torkförloppet

#### *Hantering*

Det första föremålet, kolt Nr 1, visade att en alltför noga upptorkning med svamp och torkduk direkt efter upptagningen ur sista sköljbadet, gav ökad risk för fuktvandring (se kap.3.3 Pilotstudie). För de efterföljande föremålen minskades därför upptorkningen av vattnet successivt. Slutresultatet blev, vilket var det mest fördelaktiga, att nästan inget vatten torkades upp före infrysningen. Koltarna Nr 2 och Nr 3 torkades upp måttligt, utan att pressa ut vattnet. Kolt Nr 4 fick rinna av något, men vattnet torkades aldrig upp. Vattnet i mössorna, Nr 5 och Nr 7, torkades upp ur tofsarna och läderskärmarerna med både svamp och torkduk. Mössa Nr 6 togs upp från sköljbadet och torkades upp mycket lätt.

Efterföljande moment före infrysning, som vägning och placering i torkställning, upplevdes som tidskrävande och ökade stressen i det kritiska momentet. Först placerades föremålen i en balja för vägning och omgående därefter monterades torkutrustningen. En andra vägning var planerad för föremålen med torkutrustningen, direkt före infrysning, den var speciellt omständlig för de större föremålen och inte heller helt nödvändig. Därför slopades den för föremål Nr 2, Nr 3 och Nr 4. Föremål Nr 4, som knappast torkades upp och föremål Nr 6, som torkades upp mycket lätt transporterades i en balja direkt till utrymmet utanför frysrummet, där torkutrustningen monterades. Momentet blev mindre stressande jämfört med föremålen som torkats upp och monterats före transport till frysrummet.

Den planerade vägningen av föremålen, vid varje kontroll under frystorkningen, genomfördes inte för något föremål. Då vattnet i föremålen fryst till is, blev materialet likt ett hårt ”pansarskal” och upplevdes som mycket skört. En flyttning eller hantering av föremålet i det tillståndet kunde innebära risker med fysiska skador. Efter avslutad frystorkning fick föremålen tina i torkställningen. Därefter plockades tyllstoppningen bort, koltarna fick lufttorka liggande på torkkramen eller i tvättbordet och mössorna på torkställningen. I några fall stoppades ny tyll upp för att påskynda lufttorkningen.

#### *Torkutrustning*

Torkställningarna för mössorna utformades likartat, som beskrivs i kap. 3.5. Den uppbyggda ”fibervaddbollen” kunde ha gjorts mindre, uppstoppningen av mössan hade då blivit mindre kompakt. För koltarna provades olika varianter av torkställningar. En sammanställning redovisas i tabell 3, där en jämförelse görs mellan de olika torkställningarna, med för och nackdelar, som värderas med plus eller minus.

Plastmaterial i torkställningarna är att föredra, eftersom materialet då inte fastnar, framförallt i delar som har direkt beröring med föremålet. Utvärderingen visade att en liggande plan torkning på ram med plastnät är det mest skonsamma och att en hängande torkning, över ett rör, är ett enkelt sätt som kan passa bra för dräkter som inte är så sköra. Samtliga föremål stoppades upp med nylontyll för att öka luftcirkulationen runt materialet. I undersökningen visade det sig att luftcirkulationen blev sämre om tyllstoppningen var för kompakt. Det gällde framförallt för mössorna. En mindre mängd tyll eller inget tyll alls, alternativt en mindre uppbyggd ”fiberboll” på ställningen, hade kunnat påskynda torkningen inuti mössorna.

**Tabell 3** Utvärdering av torkställningarna för dräkt.

	<b>Liggande plant på ram med tunn bomullsväv</b>	<b>Liggande plant på ram med grovmaskigt plastnät</b>	<b>Hängande med midjan över ett brett rör</b>	<b>Hängande med ärmarna i en lång stav</b>
<b>Torkställning</b>	Frostbildningen på föremålet fastnade i ramens tyg -	Det grovmaskiga plastnätet fastnade inte, gav inte heller något avtryck i materialet +	Väven på röret gjorde att kolten låg säkrare +	Passande för den rakt skurna kolten med krage +
<b>Montering</b>	Enkel och snabb +	Enkel och snabb +	Mycket enkelt och snabbt ++	Något omständlig -
<b>Uppstoppning av tyll</b>	Mer effektiv uppstoppning +	Mer effektiv uppstoppning +	Mindre mängd tyll, nästan ingen uppstoppning +	Mycket omständligt -
<b>Torkhastighet</b>	Sämre luftcirkulation med tyg -	God luftcirkulation med plastnät +	Sämre luftcirkulation i områden mot röret -	Mycket god luftcirkulation ++
<b>Belastning</b>	Ingen belastning på föremålet +	Ingen belastning på föremålet +	Belastning i midjan -	Belastning på axelpartiet -
<b>Resultat</b>	3+	5+	4+	3+

Undersökningen visar också att tekniken, att genomföra frystorkning i ett frysrums utan vakuum, är användbar för textil och skinn material som har liten volym i förhållande till ytan och därför kan sublimeras inom en rimlig tid. Det bildades dock mycket frost kring aggregaten och i taket i frysrumsrummet, speciellt i början av frystorkningsprocessen. Temperaturen vid infrysningen av föremålen var omkring  $-31^{\circ}\text{C}$  och under frystorkningen växlade temperaturen mellan  $-31^{\circ}\text{C}$  och  $-27^{\circ}\text{C}$ . För att bilda minsta möjliga iskristaller är rekommendationen att infrysningen bör ske på några timmar och att temperaturen bör vara kring helst  $-40^{\circ}\text{C}$  eller minst  $-25^{\circ}\text{C}$ .<sup>121</sup> Den ideala temperaturen vid infrysningen hade alltså varit  $-40^{\circ}\text{C}$ .

#### *Placering i frysrumsrummet*

Föremål som var placerade lågt nära golvet i frysrumsrummet och föremål som hade ett mindre luftutrymme runt om, verkade torka långsammare. Möjligen kan frystorkningshastigheten vara beroende av hur och var föremålet är placerat i frysrumsrummet.

#### *Bestämning av torkgrad*

Eftersom vägning är ett sätt att bestämma den kvarvarande vattenhalten i föremålet, var avsikten att genomföra en vägning vid varje kontroll under frystorkningen. Föremålen skulle vägas utanför frysrumsrummet i sin torkställning. Under arbetet med undersökningen förändrades planen, eftersom det frusna materialet upplevdes så skört. Ett skonsammare alternativ var att bestämma torkgraden genom att med handen känna hur materialet mjuknade allteftersom. Metoden är enkel och lämplig för ”mjuka” material som textil och skinn. För hårdare läder och vissa skinnsorter är det dock inte

<sup>121</sup> Tegner (2009), Internet

alltid möjligt.<sup>122</sup> I undersökningen genomfördes för samtliga föremål en slutvägning, då föremålen kändes mjuka, materialet var då också mindre skört i fryst tillstånd.

**Tabell 4** Fukthalten i föremålen direkt efter avslutad frystorkning.

Föremål	Kvarvarande fukthalt efter frystorkning
Nr 1 Kvinnokolt	32 %
Nr 2 Flickkolt	14 %
Nr 3 Kvinnokolt	13 %
Nr 4 Manskolt	10 %
Nr 5 Mansmössa	42 %
Nr 6 Kvinnomössa	24 %
Nr 7 Mansmössa	7 %

Vägningen direkt efter avslutad frystorkning visade en stor variation i fukthalt hos föremålen. De uppskattade värdena är ungefärliga, men visar ändå skillnaden mellan föremålen. Fukthalten är uttryckt i procent utifrån torrvikten före åtgärd. Värdena påverkas av den relativa fuktigheten i rummet vid vägningen och även av en möjlig materialförlust under rengöringen (se tabell 4 och bilaga 5). Den högsta fukthalten vid avslutad frystorkning hade mössa Nr 5, 42 %, troligen fanns den mesta fukten i den stora tofsen. Mössa Nr 7 togs ut ur frysen för vägning samtidigt med de övriga föremålen och hade då en fukthalt på 48 %, som också delvis kan hänföras till den stora tofsen. Men eftersom också pälskinnen bedömdes ha hög fukthalt, sattes mössan in i frysen igen för fortsatt frystorkning. För både föremål Nr 1, Nr 5 och Nr 6 hade frystorkningen mycket väl kunnat fortsätta längre. En stor osäkerhet finns i uppskattningen av fukthalt. Fukthalten är beräknad utifrån föremålets våtvikt före montering av torkutrustning och transport till frysum, vilket tog från 8 minuter till 20 minuter för de olika föremålen. Under den tiden skedde naturligtvis hela tiden avdunstning och ”avdroppning” av vattnet fram till infrysningen. Frågan är om skillnaden mellan den uppmätta våtvikten och vikten efter infrysningen är stor.

#### *Förändringar i arbetsgången*

Utifrån de erfarenheter som undersökningen gav gjordes förändringar i den preliminära arbetsgången (se kap. 3.4 och bilaga 2). Förändringarna innebar minskad upp-torkning av vatten, färre vägningar, montering på torkställning utanför frysummet och bestämning av torkgrad genom att känna hur materialet mjuknar efter hand.

- Upptagning ur sköljbad
- Lätt avrinning
- Vägning av vått föremål
- Transport i balja till utrymme utanför frysum
- Placering på torkställning och eventuell uppstoppning med tyll
- Infrysning
- Kontroll efter cirka 15 minuter
- Kontroller efter cirka 1 dygn, 1 vecka och därefter varannan vecka, då torkgraden uppskattas genom att följa hur materialet mjuknar
- Föremålet tas ut från frysen för kontrollvägning då materialet har mjuknat, torkgraden uppskattas för fortsatt eller avslutad frystorkning

<sup>122</sup> Kuhmunen (2009-05-13) muntlig uppgift



- Avslutad frystorkning med vägning
- Upptining i torkställning
- Slutlig lufttorkning och konditionering
- Vägning efter 1 dygn och 1 vecka

### 3.7.4 Liten slutundersökning

Utifrån erfarenheterna i undersökningen ville jag testa de nya tankegångarna med att hålla föremålet så vått som möjligt. En idé var att transportera föremålet i balja med det sista sköljvattnet till utrymmet utanför frysen. För att, efter snabb avrinning, placera föremålet på torkställningen och sedan omedelbart frysa in det. Det skulle vara ett sätt att undvika stressmomentet. Den andra idén var att helt utesluta uppstoppningen av nylontyll, för att pröva nödvändigheten av att stoppa upp föremål som ska frystorkas. Den mindre mössan Nr 6 valdes ut till undersökningen, mössan kunde utan en ny rengöring vätas på nytt. Frågan som uppstod om viktskillnaden mellan vått och infrost föremål ville jag också utreda. Ett mindre föremål som mössa Nr 6 kunde enkelt plockas ut ur frysen för kontinuerlig vägning under frystorkningsprocessen, enligt den första planen.

Den torra mössan vägdes och blötlades. Efter genomvättning någon timme utanför frysrummet, togs mössan upp direkt ur badet, för avrinning utan upptorkning och med påföljande vägning. Därefter placerades mössan omgående på den inplastade ställningen utan tyllstoppning och frystes in i en temperatur på  $-28^{\circ}\text{C}$ . Kontrollen efter cirka tio minuter, visade en tydlig frostbildning över hela ytan och små istappar från det droppande vattnet. Efter en halvtimmes infrysning bedömdes mössan genomfrost och togs ut från frysen, under någon minut, för vägning. Därefter vägdes mössan kontinuerligt tills torrvikten nästan var uppnådd (se fig. 16 och bilaga 6).

Resultatet av den sista undersökningen visade att det var möjligt att praktiskt hantera ett vått föremål fram till infrysning. Eftersom vatten hela tiden droppar från materialet är det bra att hålla föremålet över en plastbalja under vägning och montering på torkställningen. Skillnaden mellan våtvikten och frysvikten var cirka 12 gram (se fig. 16 och bilaga 6), viktminskningen efter infrysning antas bero på den mängd vatten som ”droppade bort” från mössan, strax före infrysningen.

För ett så pass stabilt föremål, som mössa Nr 6, var en uppstoppning med nylontyll inte nödvändig och det visade sig också att luftcirkulationen blev bättre utan tyll inuti mössan. Den här gången var mössan placerad högt på en hylla i frysrummet. Den höga placeringen med stort luftutrymme runt mössan i frysrummet och den utelämnade uppstoppningen, kan ha bidragit till en snabbare torkning än i den första undersökningen.

Mössan hade i slutundersökningen en fukthalt på omkring 83 gram efter infrysning. Vid avslutad frystorkning efter omkring tolv veckor var fukthalten 3,6 gram och då hade omkring 95 % vatten sublimierats (se bilaga 6). Redan efter drygt 40 dygns frystorkning, började kurvan plana ut (se fig. 16). Det kan jämföras med den första undersökningen där mössan frystes in med en fukthalt, beräknad utifrån våtvikten, på omkring 36 gram och frystorkades under 19 veckor. Där den uppskattade kvarvarande fukthalten efter frystorkningen var cirka 9 gram, vilket motsvarar en sublimation på 76 % (se bilaga 6).

Upptorkningen verkar alltså inte ha någon större betydelse för frystorkningshastigheten i det här fallet. Däremot kan placeringen i frysrummet och luftcirkulationen kring materialet ha haft betydelse. Vidare visade den senare slutundersökningen först och främst, att det går att hålla föremålet mycket vått före infrysningen och att man på så sätt kan undvika stressmomentet.

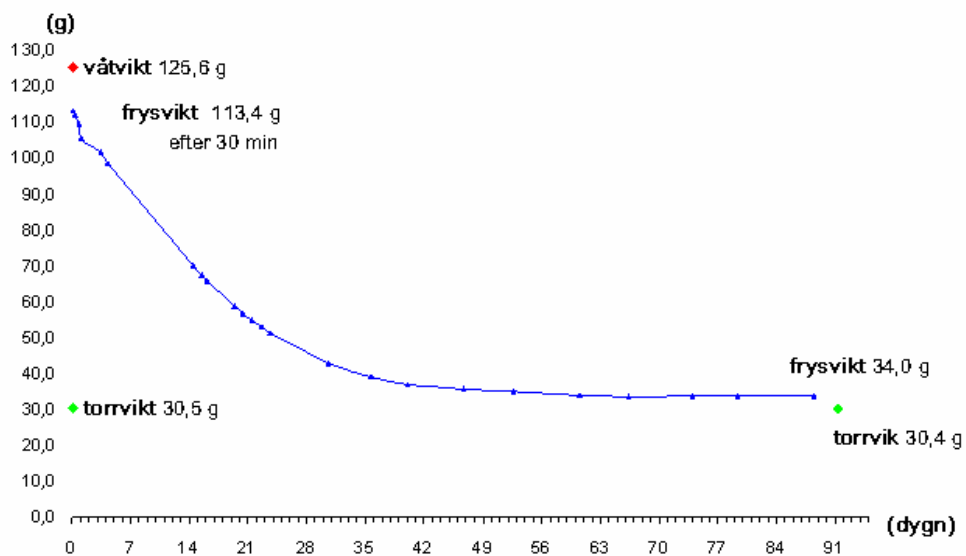


Fig. 16 Torrsvikt, våtvikt, frysvikt och viktminskning under frystorkning, mössa Nr 6.

## 4. Slutdiskussion

### 4.1 Analys och tolkning av resultaten

I undersökningen uppstod inte några stora fysiska eller kemiska förändringar i föremålen under torkprocessen. Det grundas på den ganska grova mätbara datan och de uppskattade iakttagelserna. Den svaga uttänjningen av pälsskinnet efter torkningen skulle kunna förklaras av att det vattensvällda materialet fixerades, samt vattnets volymökning vid frysningen och att tillståndet bibehölls efter torkningen. Resultatet att varken pälskinn eller läder hade krympt efter torkningen är positivt och antyder att torkning under låg temperatur kan vara en mindre skadlig torkmetod för skinn.

Pilotstudien och undersökningen visade också att risker med fuktvandring verkar kunna undvikas om materialet hålls helt vått, från vätning till infrysning och om torkningen sedan sker genom sublimation. Det fanns svårigheter i hanteringen före själva infrysningen men under arbetets gång utvecklades en metod för att hålla materialet så vått som möjligt. Tillvägagångssättet innebar att transportera föremålet genomvått i en balja och genomföra monteringen direkt utanför frysrummet. Genom att hålla föremålet vått fram till infrysningen, kunde tidspressfaktorn minimeras. Vägningen före infrysningen innebar också en stressfaktor och dessutom var vägningen efter infrysningen och under frystorkningen svår att genomföra, för de större föremålen. Däremot för de mindre mössorna visade det sig, i slutundersökningen, att placeringen på flyttbara torkställningar var praktisk vid vägningen utanför frysrummet.

För dräkterna var en liggande torkning på ram med plastnät den mest skonsamma och enligt utvärderingen gav också plastnät en bättre luftcirkulation än tyg. En hängande torkning över ett rör visade sig också kunna vara ett bra alternativ för dräkter som inte är så sköra. Nackdelen att hänga dräkten över ett rör var den sämre luftcirkulationen vid röret, jämfört med dräkten som hängde mer fritt i en stav, instucken i ärmarna. En bedömning om det fanns någon skillnad i frystorkningstid om dräkterna var plant liggande eller hängande är svår att göra, på grund av det olikartade materialet i dräkterna. Men utifrån iakttagelserna och den samlade utvärderingen är uppfattningen ändå att en hängande placering verkar ge en kortare frystorkningstid. Om förklaringen är att luftutrymmet och luftcirkulationen var större runt materialet för dräkterna som hängde vertikalt, det är osäkert. Undersökningen gav också en påminnelse om, det kända fakta, att material av trä, bomullsväv eller metall, lätt fastnar i fruset vått material. Plastmaterial som hade direkt beröring med de frusna föremålen fastnade däremot inte. Uppstoppning med nylontyll visade sig inte vara helt nödvändig, i vissa fall kunde uppstoppningen till och med hindra luftcirkulationen.

Frystorkningstiden varierade från två månader till tolv månader, beroende på materialets volym. Stort luftutrymme runt föremålet påskyndade sublimationen. En låg placering i frysrummet antydde en tendens till långsammare frystorkning. Förklaringen till det kan vara kylaggregatets och fläktarnas placering i frysrummets tak, som gjorde att luftcirkulationen blev bättre högt upp i frysrummet. Man kan också tänka sig att temperaturen nära golvet är lägre än högre upp i frysrummet. Enligt Mellor<sup>123</sup> går sublimationen fortare vid en högre frystemperatur, egentligen över  $-10^{\circ}\text{C}$ , (se kap. 2.5). I så fall skulle en högre placering i frysrummet ge en snabbare sublimation. Om

---

<sup>123</sup> Mellor (1978) s. 68)

frystorkningshastigheten ökar vid en högre frystemperatur, skulle också frystemperaturen kunna höjas efter infrysningen och på det viset skulle torkprocessen kunna påskyndas. Efter avslutad frystorkning och upptining fanns fukt kvar i samtliga föremål. Slutundersökningen visade att lite fukt alltid finns kvar i materialet även då ”kurvan planat ut” (se fig. 16). En fortsatt frystorkning i det stadiet, skulle möjligen kunna medföra en övertorkning, med risker för fysiska skador. Inte i något fall verkade den kvarvarande fukthalten orsaka problem med fuktvandring under slutlig lufttorkning. Vid en närmare granskning av torkkurvan (se fig. 16) borde frystorkningen kunna avbrytas för vidare lufttorkning långt tidigare och det skulle också vara ett sätt att förkorta torktiden. Redan efter 40 till 46 dygn börjar kurvan plana ut, mössan innehöll då en genomsnittlig fukthalt på 5-7 %. Om inga risker med fuktvandring finns vid en sådan fukthalt, skulle frystorkningen kunna avbrytas tidigare än vad som gjordes i undersökningen. Lufttorkningen tog från några timmar till några dygn, beroende på materialets tjocklek. Torktiden vid atmosfärisk frystorkning för material av textil och skinn, kan ändå anses rimlig i ett konserveringssammanhang.

## 4.2 Slutsatser

Frystorkning kan vara en alternativ torkmetod och ett sätt att bättre kontrollera torkningen efter en vattenrengöring av kulturhistorisk dräkt. Speciellt då risker med färgfällning eller inslag av skinnmaterial komplicerar torkningen. Skador som kan uppstå vid lufttorkning på grund av fuktvandring, långvarig fukt i materialet eller vattenavdunstning kan genom frystorkning i många fall undvikas. Det är också praktiskt möjligt att hantera dräktföremål efter en vattenrengöring fram till infrysning och vidare frystorkning, men hanteringsmetoden skulle säkert kunna utvecklas ännu mer.

Tekniken att frystorka material i ett vanligt frysrums utan vakuum är enkel och lämplig för föremål med liten volym i relation till ytan, som föremål av skinn och textil, då frystorkningen går relativt fort. Plastmaterial är att föredra närmast föremålet i torkställningar. Sköra stora dräkter bör helst ligga på en ram med plastnät. God luftväxling runt föremålet ökar torkhastigheten. Uppstoppning med exempelvis nylontyll är inte helt nödvändig.

Vägning av föremålet för att bestämma torkgraden innebär nackdelar, som ökad stress i momentet före infrysning och risker vid hantering av frysta föremål. Föremålen bör egentligen inte alls röras eller flyttas i fryst tillstånd, eftersom materialet förlorar sin elasticitet och blir skört, så kan fysiska skador uppstå. Vägning är egentligen inte heller nödvändig då det rör sig om mjuka material som skinn och textil. Ett bättre och enklare alternativ är att följa torkningen genom att känna med handen, hur materialet mjuknar allteftersom och utifrån det bestämma när frystorkningen ska avslutas. För material med tjockare volym kan termoelement stickas in i föremålet före infrysningen och torkningens fortskridande kan följas genom en jämförande temperaturavläsning i föremålet och frysrumsrummet.

Från vätning fram till infrysning, bör föremålet hela tiden hållas vått. Upptorkning av vatten bör helt undvikas, för att inte riskera skador som kan uppkomma vid fuktvandring och vattenavdunstning. Föremålet bör hållas i ett sådant tillstånd att vattnet ännu rinner från materialet. En jämförelse kan här göras med den så kallade ”block” frystorkningsmetoden. Där tankegången är att låta materialet vara genomvått och täckt av vatten, för att hålla fibrerna svullda av flytande vatten fram till infrysningen.

### 4.3 Rekommendationer och riktlinjer

Kulturhistoriska föremål som dräkter eller andra liknande föremål av textil eller skinn, kan av olika anledningar blivit våta och måste torkas. Orsaken kan vara en noga avvägd vattenrengöring, en blötläggning, en vattenolycka eller annat. Vanlig vattenavdunstning i luft kan på grund av vattnets starka kappillärkrafter orsaka olika förändringar eller skador i materialet, som fuktränder, fläckar, färgfällning, hårdhet, krympning eller ojämn torkning av materialet. För föremål med sådana risker vid lufttorkning och när andra torkmetoder inte är möjliga kan frystorkning vara ett bra sätt att kunna kontrollera torkningen. Frystorkning av kulturhistoriskt material förekommer relativt sällan. Torkmetoden borde oftare användas som ett alternativ till lufttorkning. Infrysning som en akut åtgärd, för att tillfälligt stoppa riskerna, för vattenskadade föremål av textil och skinn är oftast den lämpligaste räddningsåtgärden. Att därefter lufttorka föremålen kan vara riskabelt, frystorkning kan vara ett bättre alternativ.

Föremål av skinn och textil kan frystorkas utan vakuum. Tiden kan variera från någon månad upp till omkring ett år, beroende på materialets tjocklek. Större föremål kräver ett frysrum, mindre föremål kan frystorkas i en frysbox eller ett frysskåp. Även om inte alla museer eller institutioner har ett frysrum, finns det ofta att tillgå på annat sätt. Har man tillgång till en vakuumfrystork där torkkammaren rymmer det föremål som ska torkas är det naturligtvis att föredra.

Allmänna råd:

- Föremålet hålls så vått som möjligt och torkas inte upp före infrysningen.
- Föremålet transporteras till frysrummet i en balja eventuellt med sköljvattnet kvar.
- Direkt före infrysning och utanför frysrummet monteras föremålet på torkställningen, uppstoppning är inte nödvändig.
- Material som kommer i beröring med det frysta föremålet bör vara av plast eller överdraget av plastmaterial.
- Torkningsförloppet kan följas genom att torkgraden bestäms utifrån kontinuerlig vägning, temperaturavläsning med termoelement eller det enklaste sättet att känna på materialet när det mjuknar allteftersom.
- Undvik helst att röra föremålet i fryst tillstånd.
- Det är viktigt att hela tiden hålla föremålet under uppsikt vid frystorkningen. Kontroll av torkgrad bör göras kontinuerligt, hur ofta beror på föremålets material och volym. I slutet av frystorkningsprocessen är det extra viktigt att ofta bedöma torkgraden för att inte riskera övertorkning.
- Vid upptiningen behåller man föremålet kvar i torkställningen.

### 4.4 Framtida undersökningar och nya frågor

Den här undersökningen pekar på att frysning och frystorkning i ett praktiskt perspektiv är ett bra sätt att stabilisera våta textil- och skinnmaterial. Men för att välja en frystorkningsbehandling måste utgångspunkten vara att behandlingen inte skadar mer än den gör nytta. Frågan är om skaderisken vid frysning är tillräckligt utredd för våta svällda textil- och skinnfibrer? I vilken mån kan det fria vattnet orsaka skador? Innebär en töjning efter frystorkning en skaderisk för skinnmaterial? Hur stora är egentligen riskerna med övertorkning? Det finns också behov av fler undersökningar med dräktmaterial för att utveckla och förfina hanteringsmetoden före infrysningen och efter avslutad frystorkning.

## 5. Sammanfattning

I uppsatsens inledande del presenteras vilka olika problem och skaderisker som kan uppstå vid traditionell lufttorkning av vattenvåta kulturhistoriska textil-, skinn- eller dräktföremål. Här riktas fokus på den typ av dräkter som förekommer vid Åttio Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk. Föremålskategorin består ofta av olika sammansatta material och frågan ställs om frystorkning kan vara en alternativ torkmetod för dessa. Utifrån en litteraturstudie ges sedan en teoretisk bakgrund. Där de första avsnitten är en redogörelse om vattnets grundläggande egenskaper. Vattnets egenskaper i relation till ett hygroskopiskt organiskt material, där processerna vid vätning och torkning, samt begreppet fuktjämvikt tas upp. Vidare utreds egenskaperna för textil- och skinnmaterial och dess påverkan av vatten. De sista avsnitten i litteraturstudien ger en översikt av alternativa tillämpade torkmetoder inom konserveringsfältet och den grundläggande teorin och tekniken om frystorkning. I redovisningen av undersökningen, som bygger på fallstudier av sju stycken dräktföremål, presenteras först utvärderingsmetoden, sedan valet av föremål, planeringen av arbetsgången, samt vilka förberedelser och åtgärder som utfördes före torkningen. Därefter presenteras varje fallstudie var för sig. I utvärderingen sammanställs den insamlade datan, gällande materialförändring, torkprocess, förfaringssätt och hantering, i form av diagram, tabeller och kommentarer. Slutligen rapporteras om en mindre avslutande undersökning, där de nya tankegångarna testas. Uppsatsen avslutas med ett försök att tolka resultaten och att ge en slutledning. Till sist ges några rekommendationer för frystorkning och tankar om framtida undersökningar.

Syftet med undersökningen var att ta reda på om det är praktiskt möjligt att hantera dräktföremål efter en vattenrengöring för vidare frystorkning och om skador som krympning, färgfällning eller fuktränder på så vis kan undvikas. Men också att utifrån de erhållna erfarenheterna från undersökningen utarbeta en fungerande arbetsgång. Dessutom var syftet att ge en grundläggande teoretisk förståelse om frystorkning, processerna vid vätning och torkning samt en överblick av ämnet inom konserveringsfältet. Genom en ökad förståelse och en beprövad arbetsgång var målet att andra konservatorer inom området skulle kunna se frystorkning som en möjlig alternativ torkmetod.

Utifrån fallstudier av sju dräktföremål, där frystorkning tillämpades praktiskt, var metoden att genom experimentella inslag prova olika förfaringssätt och behandlingar. Där utvärderingen gjordes utifrån insamlad data, som erhöles genom olika mätningar men också genom direkta observationer med visuella, taktila eller erfarenhetsmässiga uppskattningar.

Resultatet visade att frystorkning kan vara en alternativ torkmetod och ett sätt att bättre kontrollera torkningen efter en vattenrengöring av kulturhistorisk dräkt. Utvärderingen av undersökningen visade att skador som kan uppstå vid lufttorkning i många fall kan undvikas genom frystorkning. Undersökningen resulterade i en metod för hantering av föremålet före själva infrysningen, som gick ut på att hålla materialet så vått som möjligt genom att inte torka upp något vatten ur föremålet. Det minskade riskerna med fuktvandring och tidspressen blev även mindre. Undersökningen gav också en vägledning i lämplig utformning av torkutrustning, bestämning av torkgrad och det praktiska förfarandet.

## Termer och förkortningar

Absorption	- en process som innebär att en gas eller vätska tränger in i och upptas av ett ämne
Adsorption	- då ett fast ämne upptar och binder ämnen från en gas eller vätska till sin yta, en adsorption kan vara fysikalisk eller kemisk
Amorf	- formlös, strukturlös, fasta ämnen är antingen kristallina eller amorfa i sin struktur
CMC	- carboxy methylcellulose, karboxymetylcellulosa, ett ämne som motverkar återsmutsning
Dehydrering	- torkning, uttorkning
Desorption	- motsatsen till adsorption, avlägsnande av ämnen, molekyler som är bundna till ytan av ett fast ämne lämnar ytan
Diffusion	- spontan materialtransport eller utbredning av ett ämne
E.C.C.O.	- European Confederation of Conservator-Restorers' Organisation
EMC	- equilibrium moisture content, fuktjämvikt
Hydro	- anger att något innehåller eller har samband med vatten
ICOM-CC	- International Council of Museums – Conservation Committee
Kläde	- vanligen ren ull, ett ylletyg i tuskaft eller kypert som valkats, ruggats, överskurits, samt pressats
Konditionering	- ett förfarande för att få textila material i fuktjämvikt med omgivningsluften eller att fukta textila material till viss bestämd fukthalt
Konvektion	- värmetransport genom rörelse i ett medium, gas eller vätska, som exempelvis när varm luft stiger
Kristallin	- en regelbunden struktur som upprepar sig exakt i alla tre dimensioner, fasta ämnen är antingen kristallina eller amorfa
Monolager	- monomolekylärt vattenlager innehåller ett enkelt molekyllager
RH	- relative humidity, relativ fuktighet (RF)
Sa N	- nordsamiska
Skinn	- inbegriper också läder och pälskinn
Termisk	- värme, avser eller beror på temperaturen
Termoelement	- temperaturgivare med två från varandra isolerade metalltrådar, för mätning av temperaturskillnader, eng. thermo couple

## Bildförteckning

**Omslagsbild** Foto: Jan Gustavsson/JokkmokkBild, 2008

- Fig. 1** Ritning: Image Copyright © 2007 Petr Sládek  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fasdiagram\\_vatten.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fasdiagram_vatten.svg)  
 GNU Free Documentation License. Hämtad från Internet 2009-06-21.
- Fig. 2** Avritad från Mellor J. D. (1978) *Fundamentals of Freeze-Drying* s. 69  
 Eva Ahlström, 2008
- Fig. 3** Ritning: Eva Ahlström, 2008
- Fig. 4-15** Foto: Eva Ahlström, 2003
- Fig. 16** Diagram: Eva Ahlström, 2009
- Tabell 1-4** Tabell: Eva Ahlström, 2009

## Käll- och litteraturförteckning

### Tryckta källor och litteratur

Bengtsson, K. (2005) *Kontrollerad torkning av textila material*. Magister uppsats. Göteborg: Göteborgs universitet.

Boulton, A., (1986) "The examination, treatment and analysis of a pair of boots from the Aleutian islands including a note about possible pesticide contamination." *Journal of the American Institute for Conservation*. 1986: 25(1), s. 1-13.

Bradley, A. R. (2004) *The Archaeologist's Manual for Conservation, A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization, Chapter 8 Organics Other than Wood*. US, Springer, 2004: s. 160-183.  
ISBN 978-0-306-48466-7 (Print) 978-0-306-48467-4 (Online).

Carrlee, E. (2003) "Does low-temperature pest management cause damage? Literature review and observational study of ethnographic artifacts" *Journal of the American Institute for Conservation*. 2003: 42(2), s. 141-166.

Cooke, W. D. och Peacock, E. E. (1992) "Quantitative research in ancient textiles and freeze-drying." I: *Archaeological Textiles in Northern Europe*. Tidens Tand 5, 1992, red. Bender Jørgensen, L. och Munksgaard, E. Köpenhamn: Konservator skolan, s. 218-228.

Dawley, C. A. (1993) *The Effect of Conservation Freezing Treatments on Selected Properties of Wool*. A Thesis, Master of Science. Department of Clothing and Textiles. Edmonton: University of Alberta. Author's Abstract in thesis, BCIN Nr: 162510, AATA Nr: 33-1096 (Abstractor: Kerr N.) Sammanfattning: Howell, D. (1998) "Ageing and Degradation of Textiles: The 83rd Scientific Session of the Institute of Textile Science, Rapport Conference CCI, Ottawa, 1997" I: *CCI Newsletter*. 1998: 21, March.

Doyal, S. och Kite, M. (2006) "Ethnographic leather and skin products." I: *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN: 0-7506-4881-3, 2006, s. 184-191.

Ellis, S. (1999) "Disaster recovery at the University of Alberta, or, every flood has a silver lining." *Journal of the American Institute for Conservation*. 1999: 39(1), 9.

Fastner, J. (1987) "Konserveringslaboratoriets frysetørnings-utstyr." *Meddelelser om Konservering*. 1987: 1, s. 21-25.

Fischer, S. G. (1999) "The effect of freeze-drying on selected properties of wool fabric." I: *Textile Specialty Group Postprints 1998*: 8. Washington: AIC, 1999, s. 53-61.

Florian, M. (1986) "The freezing process effects on insects and artifacts materials." *Leather Conservation News*. 1986: 3(1), s. 1-13, 17.

Florian, M. (1987) "The effect on artifact materials of the fumigant ethylene oxide and freezing used in insect control." I: *ICOM committee for conservation: 8th triennial meeting, Sydney, Australia, 6-11 September, 1987: preprints*. Vol.1, s. 199-208.



Florian, M-L. E. (2006) "The mechanisms of deterioration in leather." I: *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN: 0-7506-4881-3, 2006, s. 36-57.

Francis, K. (1990) *Disaster Prevention, Preparedness and Recovery: Special Concerns for Museum Textile Collections, Federation Files*. The Federation of Historical Service. Textile Conservation Center. Museum of American Textile History. New York: 1990.

Francis, K. (1992) "Observations on the drying behavior of textiles" I: *Textile Specialty Group Postprints AIC 20th Annual Meeting, Buffalo, New York, June 1992 Vol. 2*. Washington: 1992, s. 1-6.

Guttorm, G. och Labba, S. (2008) *Ávdnasis duodjiin Dipmaduodjesánit*. DAT. ISBN: 978 82 90625 60 8.

Gohl, E.P.G. och Vilensky, L.D. (1983) *Textile Science*. Melbourne: Longman Cheshire, 1980. ISBN: 0 582 68595 8.

Hiekkänen, K. (1978) "En kvinnodräkt av fiskskinn från Amurområdet: konservering och undersökning." I: *Konservering och restaurering av läder, skind og pergament*. Kompendium fra Nordisk Videreuddannelseskursus 1978. Kulturen, Lund, Sverige. Konservatorskolen Det Kongelige Danske Kunstakademi. København 1980: s.321-327.

Holt, L. A., Yi, C. och Dodd, W. (1993) "The effect on wool fabrics of multiple freeze/thaw treatments for insect control." *AICCM Bulletin*.1993: 19 (1-2), s. 57-66.

ICOM, International Council of Museums (2001) *ICOM Code of Ethics for Museums*. Paris: ICOM 2002, ISBN: 92-9012-052-5.

Jansson, P. och Shishoo, R. (1998) "Effect of repeated freezing treatment on the mechanical properties of new wool fibres." I: *Proceedings of the 3 rd Nordic Symposium on Insect Pest Control in Museums*. Stockholm: 1998, s. 57-60.

Kaye, B., Cole-Hamilton, D. J. och Morphet, K. (2000) "Supercritical drying: a new method for conserving waterlogged archaeological materials." *Studies in Conservation*.2000: 45(4), s. 233-252.

Kite, M. (1992) "Skin-related materials incorporated into textile objects." I: *Conservation of Leathercraft and Related Objects: Interim Symposium at the Victoria and Albert Museum*. London: 1992, s. 33-35. BCIN Nr: 117053, AATA Nr: 31-1811 (Abstractor: Smithsonian Center for Materials Research and Education).

Kite, M., Thomson, R. och Angus, A. (2006) "Materials and techniques: past and present." I: *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN: 0-7506-4881-3, 2006, s. 121-129.

Klokkernes, T. (2007) *Skin Processing Technology in Eurasian Reindeer Cultures. A Comparative Study in Material Science of Sámi and Evenk Methods –Perspectives on Deterioration and Preservation of Museum Artefact*. PhD avhandling, The Royal

Danish Academy of Fine Arts, The School of Conservation. Museum of Cultural History, University of Oslo. Langlands museum 2007. ISBN: 978-87-88509-33-5.

Kneppel, B. (1995) "Control of damages on textile works of art means of high and extreme temperatures: researches on consequences on wool and silk" I: *Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut; Band 2*. München: Anton Siedl GmbH Fachbuchhandlung. Abstract: BCIN Nr: 164932, AATA Nr: 34-1086 (Abstractors: Barbara Niemeyer and Author's Abstract)

Koefoed Bojesen, I. M., Meyer, I., Straitkvern, K. och Jensen, P. (1993) "Conservation of wet archaeological rope." I: *ICOM Committee for Conservation tenth Triennial Meeting, Washington, DC, 22-27 August 1993: Preprints*. International Council of Museum Committee for Conservation, 1993: 1, s. 262-265.

Landi, S. (1985) *The Textile Conservator's Manual*. London: Butterworth & Co. ISBN: 0-408-10624-7.

Larsen, R., Poulsen, D. V., och Rahme, L. (2005) *Læder, pergament og skind. Fremstilling, historie og nedbrytning*. Konservatorskolen Det Kongelige Danske Kunstakademi. København: 2005, 2 rev. upplaga. ISBN: 87-89730-22-4.

Mathisen, S. A., och Ashton, M. M. (1991) "The suction disk and the quilt square: further investigations." I: *Proceedings of the Paintings and Textiles Specialty Groups, Joint Session, 1991*. American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works 1991: s. 28-37.

McCleary, J. M. (1987) *Vacuum Freeze-Drying, a Method used to Salvage Water-Damaged Archival and Library Materials: a RAMP Study with Guidelines*. General Information Programme, RAMP Program. UNESCO, (PGI-87/WS/7), Paris: 1987, 63 s.

Mellor, J. D. (1978) *Fundamentals of Freeze-Drying*. London: Academic Press.

Moncrieff A. och Weaver G. (1983) *Science for Conservators Book 2 Cleaning*. Red. Ashley-Smith J. och Wilks H., Conservation Science Teaching Series, The Conservation Unit, Museum and Galleries Commission, London: 1987, ISBN: 0948630043.

Oger, B., Reyer, D. De och Brandt, A.C. (1990) "Use of micro wave drying for textiles" I: *Technologie Industrielle. Conservation, Restauration du Patrimoine Culturel. Colloque AFTPV/SFIIC. Nice, 19-22 septembre 1989*. Puteaux: 1990, s. 44-50 (franska), Abstract BCIN Nr: 104053.

Peacock, E. (1987) "Frysetørring av vått arkeologisk lær.", "Frysetørring av arkeologiske tekstiler." *Meddelelser om Konservering*. 1987: 1, s. 11-18.

Peacock, E. (1990) "Freeze-drying archaeological textiles: The need for basic research." *Archaeological Textiles*. Ed. O'Connor S.A., Brooks M.M., London: UKIC, Occasional Paper, 1990: 10, s 22-30.

Peacock, E. (1992) "Drying archaeological textiles." I: *Archaeological Textiles in Northern Europe*. Tidens Tand 5, red. Bender Jørgensen, L. och Munksgaard, E. Copenhagen: School of Conservation, 1992, s. 197-207.

Peacock, E. E. (1993) *The Development and Drying of Simulated Water-degraded Archaeological Textiles*. PhD avhandling, Manchester, Victoria University of Manchester, 1993.

Peacock, E. E. och Schofield, G. (1996) "A survey of conservation methods for Trondheim's water-degraded archaeological rope." I: *Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, York, 9-13 September 1996*. Bremerhaven: Schiffahrtsmuseum, 1997, s. 113-126.

Peacock, E. E. (1998) "Freezing natural fibre textiles." I: *Proceedings of the 3rd Nordic Symposium on Insect Pest Control in Museums Stockholm September 24-25 1998*. PRE-MAL and ICOM. Stockholm: Naturhistoriska riksmuseet, s. 61-70.

Peacock, E. E. (1999) "A note on the effect of multiple freeze-thaw treatment on natural fibre fabrics." *Studies in Conservation*. 1999: 44(1), s. 12-18.

Peacock, E. E. (2004) "Investigation of conservation methods for a textile recovered from the American Civil War submarine H.L. Hunley (1864)." I: *Proceedings of the 9th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Copenhagen, 2004*. Hoffmann, P., Straetkvern, K., Spriggs, J. A. och Gregory, D. Red. H.M. Hauschild GmbH, Bremerhaven International Council of Museums, Commit, ISBN 3-89757-308-3, 2005, s. 497-509.

Riksantikvarieämbetet (2008) *Handbok i katastrofberedskap och restvärdesräddning RVR*. Red. Nilsen L. ISBN: 978-91-7209-519-9, www.raa.se.

Schmidt, J. D. (1985) "Freeze drying of historic/cultural properties: A valuable process in restoration and documentation." *Technology and Conservation*. Boston: Technology Organization, 1985: 9(1), s. 20-26.

Sidenbladh, R., Stenmark, A. och Wallenborg, I. (1993) "Erfarenheter av försök över frysningens inverkan på museala ullfibrer." I: *Nordiskt Symposium om Bekämpning av Skadedjur i Museer*. PRE-MAL red. Stenmark, A. och Åkerlund, M. Stockholm: Naturhistoriska riksmuseet, s. 100-118.

Storch, P. S. (1997) "Non-vacuum freeze-dry treatment of two leather objects." *Leather Conservation News*. 1997: 13(2), s. 15-17.

Sully, D.M. (1992) "Humidification: the reshaping of leather, skin and gut objects for display." I: *Conservation of Leathercraft and Related Objects: Interim Symposium at the Victoria and Albert Museum, London, 1992*. ICOM, Paris: 1992, s. 50-54. BCIN Nr: 117060, AATA Nr: 31-1824 (Abstractor: Smithsonian Center for Materials Research and Education)

Tarleton, K. S. och Ordoñez, M. T. (1995) "Stabilization methods for textiles from wet sites." *Journal of Field Archaeology*. 1995: 22(1), s. 81-95.

*Tidens tand Förebyggande konservering*. (1999) "Bilaga 2, ICOM:s definition av konservatorsyrket." Red. Fjæstad, M. Riksantikvarieämbetet Stockholm ISBN: 91-7209-135-5, 1999: s. 433-436.

Tímar-Balázs, Á. och Eastop, D. (1998) *Chemical Principles of Textile Conservation*. 6 utg. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. ISBN: 0 7506 2620 8.

Tímar-Balázs, Á. (1999) "Drying behaviour of fibres." I: *Triennial Meeting (12th), Lyon, 29 August – 3 September 1999: Preprints*. ICOM Committee for Conservation, London: 1999: 2, s. 661-666.

Turkovic-Kiseljev, D. (1995) "Rescuing water-damaged textiles during the Los Angeles riots." *Journal of the American Institute for Conservation*. 1995: 34(1) s. 77-83.

Wills, B., Calver, A. och Cruickshank, P. (1987) "Experimental freeze-drying of ethnographic skins and gut." I: *International Council of Museums. Committee for Conservation. 8<sup>th</sup> Triennial Meeting, Sydney, Australia, 6-11 September, 1987: Preprints I*. Los Angeles Getty Conservation Institute 1987: s. 225-230.

Woods, C.S. (2006) "The conservation of parchment." I: *Conservation of Leather and Related Materials*. Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN: 0-7506-4881-3, 2006, s. 200-224.

### Internetkällor

E.C.C.O. (2002) *Professional Guidelines*. Brussels, March 2002.

<http://www.ecco-eu.org/about-e.c.c.o./professional-guidelines.html>

Hämtat från Internet 2009-03-08.

Gieseler, H. (2008) *A Short Introduction: The Basic Principle of Freeze Drying*. Freeze-Drying.eu, Department of Pharmaceutics, University of Erlangen, Germany.

<http://www.freeze-drying.eu/html/introduction.html>

Hämtad från Internet 2008-06-17.

Hallström, B. *Torkning*. N.E. Nationalencyklopedin Lång

<http://www.ne.se/artikel/329555>

Uppgift hämtad från Internet 2009-03-14

ICOM-CC (1984) *The Conservator - Restorer: a Definition of the Profession*. Copenhagen, September 1984© ICOM Committee for Conservation.

<http://www.icom-cc.org/47/about-icom-cc/definition-of-profession/>

Hämtat från Internet 2009-03-08.

Jansson, P-E. (2009) *Bundet vatten*. N.E. Nationalencyklopedin Lång

<http://www.ne.se/artikel/138089>

Uppgift hämtad från Internet 2009-03-10

Jonsson, M. (2009) *Adsorption*. N.E. Nationalencyklopedin Lång

<http://www.ne.se/lang/adsorption#>

Uppgift hämtad från Internet 2009-05-08

N.E. (2009) *Frost. Rimfrost*. Nationalencyklopedin Lång

<http://www.ne.se/artikel/293864>

Uppgift hämtad från Internet 2009-03-30.

N.E. (2009) *Underkyld vätska*. Nationalencyklopedin Lång  
<http://www.ne.se/artikel/335585>  
Uppgift hämtad från Internet 2009-03-30.

Olovsson, I. (2009)  
*Vattnets kemiska och fysikaliska egenskaper*. N.E. Nationalencyklopedin Lång  
<http://www.ne.se/artikel/339881>  
*Is. Vanlig is (I h) hexagonal*. <http://www.ne.se/artikel/213435>  
Uppgift hämtad från Internet 2009-03-09

Rasmuson, A. och Åquist (2009), C. *Fas* N.E. Nationalencyklopedin Lång  
<http://www.ne.se/artikel/167559>  
Uppgift hämtad från Internet 2009-03-09

Tegner, G. (2009) *Djupfrysning*. Nationalencyklopedin Lång.  
<http://www.ne.se/artikel/154690>  
Uppgift hämtad från Internet 2009-02-02.

Wikipedia, *Water activity*.  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_activity](http://en.wikipedia.org/wiki/Water_activity)  
Uppgift hämtad från Internet 2009-03-10.

### **Opublicerade källor**

Ahlström, E., (2004) *Metod vid vattenrengöring av kulturhistorisk textil*. Pilotstudie utförd vid Ájtte, Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk, juni 2004.

Stenmark, A. (1998). Sammanfattande översättning till svenska, samt allmänna synpunkter. Kneppel, B. (1995) *Schädlingsbekämpfung an Textilem Kulturgut unter Einsatz hoher und tiefer Temperaturen: Untersuchungen zur Auswirkung auf Wolle und Seide I: Kölner Beiträge zur Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut Band 2*, München: Anton Siegl GmbH Fachbuchhandlung. PRE-MAL 1998, 4 s.

### **Muntliga källor**

Kuhmunen, Elle. Kulturhistorisk konservator. Ájtte, Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk. Handledarmöten 2003-10-13, 2004-03-16, 2009-05-13.

Kuorak, Håkan. Drifttekniker. Ájtte, Svenskt fjäll- och samemuseum i Jokkmokk. Samtal 2008-09-26.

Peacock, Elizabeth E. Professor. Institutionen för kulturvård, Göteborgs universitet. Handledarmöte 2008-10-17 och mailkontakt hösten 2008, våren 2009.



**Bilaga 1****Data för utvärdering**

Föremål:

<b>Fysiska och kemiska förändringar</b>		
	<b>Före</b>	<b>Efter</b>
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	Längd: Omkrets: Största längd: Största bredd: Varpriktning: Inslagsriktning: Skärm, största bredd: Skärm, största höjd: Pälsskinn get: Pälsskinn ren:	Längd: Omkrets: Största längd: Största bredd: Varpriktning: Inslagsriktning: Skärm, största bredd: Skärm, största höjd: Pälsskinn get: Pälsskinn ren:
<b>Material<sup>2)</sup></b>	Färg/Blekning: Fuktränder: Skinn/Läder:	Färg/Blekning: Fuktränder: Skinn/Läder:
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>		
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>		

<b>Torkprocessen<sup>5)</sup></b>	
<b>Före infrysning</b>	
<b>Infrysning</b>	
<b>Frystorkning</b>	
<b>Sluttorkning</b>	
<b>Torktid</b>	

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	
<b>Moment före infrysning</b>	
<b>Torkutrustning</b>	
<b>Placering under frystorkning</b>	
<b>Bestämning av torkgrad</b>	
<b>Sluttorkning</b>	

<sup>1)</sup> Dimension. Bedömning av eventuell krympning i materialet efter åtgärd, genom mätning av längd och bredd av ett bestämt markerat område.

Mätvärden för koltarna erhålls genom att två mätområden på 30 cm, ett i varpriktning och ett i in-slagsriktning, markeras med vit bomullstråd. Dessutom görs två mätningar på hela koltan, största bredd och största längd. Plant liggande med ärmarna rakt ut, mäts avståndet mellan ärmlinningarna samt avståndet för ryggstyckets mittlängd från halskant till bakstyckets nederkant.

Mätvärden för mössorna erhålls genom att två mätområden på 10 cm, ett i varpriktning och ett i in-slagsriktning, markeras med vit bomullstråd. Dessutom görs två mätningar på hela mössan, mösskantens omkrets, samt på mansmössorna avståndet från höger sidas kant till tofsens fästning och för kvinnomössan mäts avståndet från högra öronlappens kant till vikningen vid mössans kulle. På mansmössornas läderskärms tas två mätvärden, största höjd och största bredd, som markeras. För pälskinnets på mansmössan tas två mätvärden vinkelrät i ett markerat område.

Mätningen görs med mjukt tygmåttband och anges i cm, med 1-0,5 cm noggrannhet. Mätvärdena jämförs före och efter åtgärd.

<sup>2)</sup> Material. Förändringar av färg, blekning, fuktränder, mjukhet i skinn och läder efter åtgärd bedöms genom en okulär och taktill jämförelse före och efter.

<sup>3)</sup> Anfärgning, insydda trådar. Vit bomullstråd och vitt ullgarn sys in i områden på föremålet med potentiell låg färghärdighet, efter åtgärd jämförs trådarna okulärt i dagsljus med referenstrådar mot vit bakgrund.

<sup>4)</sup> Anfärgning, prover. Små tyg eller trådprover tagna före åtgärd, från områden där anfärgning kan ske, efter åtgärd läggs proverna mot samma område på föremålet för en okulär jämförelse i dagsljus.

<sup>5)</sup> Faktorer i torkprocessen är materialets torkbeteende, eventuell fuktvandring och andra iakttagelser eller förändringar under torkprocessen.

<sup>6)</sup> Här kan förändringar i utrustning och behandling, fördelar och nackdelar, nya frågor och uppslag anges.



## Bilaga 2

## Checklista för arbetsgång och kontroller

Föremål:

	Datum/Tid	Temp	RH	Vikt	Kommentar
• Upptagning ur sköljbad					
• Avrinning och upptorkning					
• Vägning av vått föremål					
• Uppstoppning och montering på torkställning					
• Vägning med torkutrustning					
• Transport och infrysning					
• Kontroll efter ca 15 min					
• Kontroll efter ca 1 dygn vägning					
• Kontroll efter ca 1 vecka vägning					
• Kontroller en gång i månaden, vägning, bedömning av torkgrad					
• Avslutad frystorkning vägning					
• Transport, upptining i rumstemperatur med torkutrustning, vägning					
• Lufttorkning					
• Vägning efter 1 dygn					
• Vägning efter 1 vecka					
• Föremålet torkat					

## Bilaga 3

## Test av färghärdighet i vatten

Föremål	Prover	Kranvatten pH 7,4	Avjoniserat vatten pH -	Neutral lösning pH 7,3	Sur lösning pH 4,3	Alkalisk lösning pH 10,6
Nr 1 Kvinnokolt	Ull: Blått kläde från kolttyg, rött kläde och gulrött kläde från banddekor, gult-kläde från rygg passpoal. Bomull: Grön, gul, blå, röd tråd från sicksackband, blå tråd från innerficka.	Ingen färgfällning från något prov	Ingen färgfällning från något prov	Ingen färgfällning från något prov	Ingen färgfällning från något prov	Anfärgning från blått, gult, gulrött och rött kläde.
Nr 2 Flickkolt	Ull: Blå ylleväv från kolttyget, rött och gult kläde från banddekor. Bomull: Grön, gul, blå, röd tråd från sicksackband.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Svag anfärgning från rött kläde och röd bomull.	Mycket svag eller nästan ingen anfärgning från rött kläde, något större anfärgning från röd bomull.	Mycket kraftig anfärgning från rött kläde, någon anfärgning från gult kläde och blå ylleväv, svag anfärgning från röd bomull.
Nr 3 Kvinnokolt	Ull/regenat: Blått kläde från kolttyg, rött och gult kläde från banddekor. Bomull: Grön, gul, blå, röd tråd från sicksackband. Regenat, cellulosa: grön, röd och blå tråd från tyg i innerficka.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Mycket svag anfärgning från gult kläde.	Svag anfärgning från gult kläde, mycket svag anfärgning från rött kläde.	Anfärgning från blått, gult och rött kläde.
Nr 4 Manskolt	Ull: Mörkblått kläde från kolttyg, rött, gult och klarblått kläde från banddekor, gult kläde i passpoal och turkost ullgarn från snodd.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Kraftig anfärgning från blått, gult kläde och något från rött kläde.
Nr 5 Mansmössa	Ull: Blått kläde från mösstyg, rött och gult kläde från passpoal och dekor. Rött ullgarn från tofs. Silke: Tråd från mörkblått sicksackband.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Anfärgning från blått, gult och rött kläde, övriga ingen färgfällning.

Föremål	Prover	Kranvatten pH 7,4	Avjoniserat vatten pH -	Neutral lösning pH 7,3	Sur lösning pH 4,3	Alkalisk lösning pH 10,6
Nr 6 Kvinnomössa	Ull: Rödgult kläde från mösstyg. Bomull: Rött bomullstygg från mösstyg och röd mönstertråd i band.	Ingen färgfällning från något prov.	Ingen färgfällning från något prov.	Mycket svag an- färgning från rödgult kläde. Ingen färgfällning från övriga pro- ver.	Ingen färgfällning från något prov.	Anfärgning från röd- gult kläde. Ingen färg- fällning från övriga prover.
Nr 7 Mansmössa med pälsbräm	Ull: Mörkblå vadmal, rött, gult och grönt kläde, rött och gult filttyg och rött ull- garn.	Svag anfärgning från gult filttyg.	Mycket svag an- färgning från gult filttyg.	Svag anfärgning från gult och rött filttyg samt rött kläde.	Anfärgning från gult filttyg.	Anfärgning från gult filttyg, gult och rött kläde, svagt från grönt kläde.

(I färghärdighetstestet togs små materialprover från områden med färg som bedömdes ha låg härdighet i vatten. Testet utfördes enligt Landis metod. Små tyg eller garnprover genomfuktades i fem olika lösningar och placerades därefter mellan vitt filterpapper under glasskivor. Efter cirka en timme analyserades eventuella tecken av färg på pappret.)

- 1) Kranvatten, pH 7,4
- 2) Avjoniserat vatten, osäkert pH
- 3) Neutral lösning (avjoniserat vatten, an- och nonjonisk tensid, CMC), pH 7,3
- 4) Sur lösning (rengöringsmedel+HAc), pH 4,3
- 5) Alkalisk lösning (rengöringsmedel+NaCO<sub>3</sub>), pH 10,6

## Test av pälshårs hårdighet i vatten

**Föremål:** Nr 7 Mansmössa med pälsbräm

	Start	Efter 25 min	Efter 50 min	Efter 1 tim 15 min
<b>Skinn:</b> Renskin	Håren sitter fast.	Håren sitter till stor del fast, några lossnar.	Håren sitter till stor del fast, skörare och enstaka hår lossnar lätt.	Håren sitter till stor del fast, skörare och enstaka hår lossnar lätt.
<b>Skinn:</b> Getskin	Håren sitter fast.	Håren sitter fast.	Håren sitter fast.	Håren sitter fast.
<b>Efter 1 tim 35 min:</b>	Undersökningen avslutas och lösningen i testområdet suggs upp med mjukt papper, därefter penslas området med rent avjoniserat vatten och suggs upp med papper. Det sista upprepas några gånger. Därefter används linneduk för upptorkning.			
<b>Resultat:</b>	Från getskinnet lossnade inget hår, från renskinnet lossnade något hår, renskinnet kändes skörare, men det mesta av håret satt dock fast i testområdet efter undersökningen. Utifrån undersökningens resultat, bedöms mössan klara en våtrengöring.			

Test för att undersöka pälshårens hårdighet i vatten genomfördes genom att ett mindre område på köttssidan, penetrerades med en lösning (avjoniserat vatten, anjonisk och nonjonisk tensid, CMC). Provningsområdet skulle efterlikna den planerade vattenrengöringen och utfördes under cirka två timmar. Före vätningen drogs håren lätt med pincett för att kontrollera hårens fästning. Med 20 minuters intervaller provades sedan hårens fästning igen, med efterföljande penetrering av lösningen på testområdet.

## Bilaga 5

## Vikttabell

Föremål	Nr 1 Kvinnokolt			Nr 2 Flickkolt			Nr 3 Kvinnokolt			Nr 4 Manskolt		
	Vikt (g)	Temp	RH	Vikt (g)	Temp	RH	Vikt (g)	Temp	RH	Vikt (g)	Temp	RH
<b>Torr</b>	<b>888,2</b>	26° C	27 %	<b>578,1</b>	24° C	32 %	<b>901,8</b>	25° C	33 %	<b>720,0</b>	24° C	31 %
<b>Våt</b>	<b>2 176,6</b>	26° C	32 %	<b>1 087,4</b>	26° C	33 %	<b>2 013,5</b>	25° C	37 %	<b>1 934,0</b>	25° C	37 %
<b>Frystorkad</b>	<b>1 294,9</b>	19° C	27 %	<b>650,5</b>	19° C	27 %	<b>1 043,7</b>	19° C	27 %	<b>838,3</b>	19° C	27 %
<b>Lufttorkad 1 dygn</b>	<b>1 123,6</b>	22° C	24 %	<b>553,9</b>	22° C	24 %	<b>864,7</b>	22° C	18 %	<b>757,1</b>	22° C	24 %
<b>Sluttorkad</b>	<b>849,1</b>	22° C	18 %	<b>544,5</b>	22° C	18 %	<b>851,9</b>	22° C	18 %	<b>674,8</b>	22° C	18 %

Föremål:	Nr 5 Mansmössa			Nr 6 Kvinnomössa			Nr 7 Mansmössa		
	Vikt (g)	Temp	RH	Vikt (g)	Temp	RH	Vikt (g)	Temp	RH
<b>Torr</b>	<b>315,1</b>	24° C	39 %	<b>32,0</b>	24° C	43 %	<b>317,4</b>	24° C	37 %
<b>Våt</b>	<b>750,1</b>	26° C	41 %	<b>68,1</b>	25° C	44 %	<b>716,7</b>	24° C	38 %
<b>Frystorkad 1</b>	<b>498,9</b>	18° C	27 %	<b>40,6</b>	18° C	27 %	<b>509,8</b>	18° C	28 %
<b>Frystorkad 2</b>	-	-	-	-	-	-	<b>344,1</b>	23° C	25 %
<b>Lufttorkad 1 dygn</b>	<b>328,1</b>	22° C	24 %	<b>29,1</b>	23° C	24 %	-	-	-
<b>Sluttorkad</b>	<b>293,4</b>	22° C	18 %	<b>29,9</b>	22° C	18 %	<b>285,1</b>	20° C	17 %

## Bilaga 6

## Vikttabell Kvinnomössa Nr 6

## Slutundersökning

Tid	Temp frys	Vikt (g)	Temp	RH	Kommentar
-	-	30,5	+19° C	29 %	Torr
Start infrysning	- 28° C	125,6	+19° C	40 %	Våt vikt före infrysning
Efter 30 min	- 24° C	113,4	+19° C	40 %	Fryst
Efter 3 tim 30 min	- 28° C	112,9	+19° C	40 %	
1 dygn	- 25° C	109,9	+19° C	43 %	
2 dygn	- 25° C	105,7	+19,5° C	51 %	
3 dygn	- 28° C	101,9	+20° C	48 %	
4 dygn	- 26° C	98,9	+20° C	47 %	
14 dygn	- 25° C	70,3	+20° C	43 %	Enkelt bomullstyg mjukt
15 dygn	- 28° C	67,7	+20° C	44 %	
16 dygn	- 28° C	65,9	+19,5° C	43 %	
19 dygn	- 28° C	59,0	+20° C	33 %	Mösskullen delvis mjuk
20 dygn	- 26° C	56,9	+19° C	44 %	
21 dygn	- 28° C	54,9	+20° C	38 %	
22 dygn	- 28° C	53,2	+19° C	36 %	
23 dygn	- 26° C	51,5	+19° C	25 %	
30 dygn	- 25° C	43,1	+19° C	30 %	
35 dygn	- 26° C	39,3	+20° C	37 %	
40 dygn	- 28° C	37,1	+21° C	42 %	Något hård i klädets rynkning bak
46 dygn	- 27° C	35,8	+21° C	37 %	Ännu något mindre hård i rynkning
52 dygn	- 29° C	35,1	+21° C	21 %	Mycket svag hårdhet kvar
60 dygn	- 26° C	34,1	+20° C	12 %	Ännu svagare hårdhet
66 dygn	- 25° C	33,8	+20° C	15 %	Materialet känns nästan helt mjukt
74 dygn	- 28° C	34,0	+20° C	21 %	Relativt mjuk, fuktig känsla
79 dygn	- 28° C	33,9	+20° C	33 %	
88 dygn	- 28° C	34,0	+20° C	36 %	Helt mjuk, ut ur frys
91 dygn	+19° C	30,4	+20° C	38 %	Lufttorkad tre dygn

## Första undersökning och slutundersökning

	Första undersökning				Slutundersökning			
	Vikt (g)	Fukthalt (g)	Temp	RH	Vikt (g)	Fukthalt (g)	Temp	RH
Torr	32,0	-	+24° C	43 %	30,5	-	19° C	+29 %
Våt	68,1	36,1	+25° C	44 %	125,6	95,1	+19° C	40 %
Infryst	-	-	-	-	113,4	82,9	+19° C	40 %
Frystorkad	40,6	8,6	+18° C	28 %	34,0	3,5	+20° C	36 %
Sluttorkad	29,9	-	+22° C	18 %	30,4	-	+20° C	38 %

## Bilaga 7

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 1 Kvinnokolt

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Största längd:</b> 97 cm <b>Största bredd:</b> 116 cm <b>Varpriktning:</b> 30 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm	<b>Största längd:</b> 96 cm <b>Största bredd:</b> 118 cm <b>Varpriktning:</b> 29,5 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Blekning i blått kläde, främst fram och ärmarnas bakstycke. <b>Fuktränder:</b> Fuktfläckar vid hals, svettfläckar under ärmarna.	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen synlig förändring i blått och rött kläde, klarare färger. Gult kläde har anfärgats till en grönare ton. <b>Fuktränder:</b> Fuktfläckar vid hals och svettfläckar under ärmarna är borta.
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i blått kläde visade en tydlig blå anfärgning i ullgarnet. Vit bomullstråd insydd i blått kläde visade ingen tydlig anfärgning, möjligen en svag.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring i blått kläde, grönt, gult, blått, rött sicksackband och vitt/blått tyg. Tydliga förändringar syntes i rött kläde: mörkare röd nyans, gult kläde: grön-gul, kraftigt mörkare nyans.	

Torkprocessen <sup>5)</sup>	
<b>Före infrysning</b>	Upptorkningen gjordes först med svamp och sedan torkdukar ganska noga. Under upptorkningen och även under vägningen och monteringen kan fuktvandringen ha ökat, det var svårt att bedöma om en ytterligare färgfällning förekom, eftersom en blå färgfällning redan skett under rengöringsprocessen.
<b>Infrysning</b>	Inom några minuter var tunnare tyglager hårda, veck och dubbla tyglager var hårda efter omkring 10-20 min. Hela föremålet täcktes av frost.
<b>Frystorkning</b>	Efter ett dygn var materialet hårt och frost fanns kvar över axelpartier. Efter en vecka syntes ingen frost, material var hårt. Efter dryga två månader började enkla tyglager mjukna, ny frostbildning syntes över axel- och ryggpartier. Efter nästan fyra månader var frosten försvunnen, enkla tyglager hade mjuknat, dubbla tyglager var ännu relativt hårda. Vid knappt fem månader kändes materialet relativt mjukt, men med en svag hårdhet i tjockare tyglager. En mycket svag hårdhet fanns kvar då koltens plockades ut ur frysen. Vägningen angav, i jämförelse med vikten före infrysning, att det fanns en viss fukt, ca 1/3, kvar i materialet.
<b>Sluttorkning</b>	Den svaga hårda känslan i tjockare dubbla tyglager, mjuknade inom några minuter i rumstemperatur. Efter en och en halv timme, fanns en påtaglig fuktighet i vissa områden. Efter ett dygn i kändes materialet torrt, en vägning visade att en viss fukt fanns kvar i materialet. Vid vägning efter en vecka hade fukthalten sjunkit, koltens vikt var lägre än torrvikten före åtgärd.
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade drygt 20 veckor och den totala torktiden var drygt 21.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Upptorkningen med svamp och sedan torkdukar var förnoga. Proceduren kan förändras för resterande föremål genom att torka upp så lite vatten som möjligt. Droptorkning och möjligen en lätt upptorkning med torkduk före vägning och montering på ställning.
<b>Moment före infrysning</b>	Tiden från upptorkning till placering i frysrums var ca 22 min. Vägning genomfördes två gånger med och utan torkutrustning. Vägning med utrustning kan slopas för resterande föremål.
<b>Torkutrustning</b>	Kolten torkades liggande, på en ram med plastnät, en liggande placering gav möjlighet till en större uppstoppning med tyll. Ramen med föremålet kunde lätt fraktas till frysrumsrummet separat. Det grovmaskiga nätet gav inget mönster i materialet, bättre luftcirkulation underifrån med nät.
<b>Placering under frystorkning</b>	Den höga placeringen, överst i hjulhurtsen, gav fri luft över och under föremålet.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	Efter infrysningen blev kolten mycket hård och det fanns en känsla av skörhet. En hantering och flyttning för att väga kolten undveks därför så länge materialet var hårt. Istället uppskattades torkgraden genom att bedöma mjukheten i materialet. Direkt utanför frysen vägdes kolten för slutgiltig bedömning.
<b>Sluttorkning</b>	Slutlig lufttorkning skedde i rumstemperatur liggande på ramen ungefär en vecka. Det är svårbedömt om den fukt som fanns kvar i materialet efter tining innebar några risker med fuktvandring.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Kolten var allmänt mycket smutsig och fläckig, med både råttlort och renhår. Mögelprickar över hela ytan och vita, gråbruna fläckar på frambdelen. Fet smuts vid ärmlinningar och hals, fuktfläckar vid halsdekor och svettfläckar under armar, samt i övrigt mycket solkig i gul och röd dekor vid ärmlinning, halssprund och nedtill.

### Vattenrengöring:

Under vattenrengöringen fälldes blå färg ut, vilket ökade för varje bad, vid sköljbad 3 surgjordes badet med HAC.



## Bilaga 8

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 2 Flickkolt

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Största längd:</b> 89 cm <b>Största bredd:</b> 120 cm <b>Varpriktning:</b> 30 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm	<b>Största längd:</b> 91 cm <b>Största bredd:</b> 120 cm <b>Varpriktning:</b> 30,5 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Det blå ylletyget är bleknat vid ärmarna och nederdelen, rött kläde är blekt vid ärmarna och kjolkanten. <b>Fuktränder:</b> Inga	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen färgförändring, klarare färger. <b>Fuktränder:</b> Inga
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i blått ylletyg visade ingen direkt synlig anfärgning, möjligen har garnet blivit något mörkare. Vitt ullgarn insytt i rött kläde visade ingen anfärgning. Vit bomullstråd insydd i blått ylletyg och rött kläde visade ingen anfärgning.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring i blått ylletyg, rött och gult kläde eller blå, gul, röd och grön bomull från sicksackband.	

Torkprocessen <sup>5)</sup>	
<b>Före infrysning</b>	Kolten hölls våt för att undvika fuktvandring. Ingen röd anfärgning syntes vid inrullning i torkduk. En strävan var att hålla föremålet vått, men droppfritt, under vägning, uppstoppning och montering på torkställningen fram till infrysning.
<b>Infrysning</b>	Materialet blev snabbast hårt i tunnare tyglager. Kolttyget var relativt tunt, i dubbla tyglager var materialet hårt efter några minuter. Hela kolten täcktes av frost.
<b>Frystorkning</b>	Efter ett dygn var frosten borta och materialet hårt. Efter fem dygn fanns ingen frost kvar, materialet var hårt. Vid nästan sju dygn började kolten mjukna något vid midjan. Senare efter drygt två månader var det blå kolttyget mjukt, tjockare tyglager kändes hårda, men började mjukna något i vissa områden. Efter knappt fyra månader fanns en svag hårdhet kvar i tjockare tyglager, förövrigt var materialet mjukt. Efter ytterligare 25 dygn kändes materialet helt mjukt. Vägningen visade att sannolikt minst 90 % av vattnet hade sublimerats.
<b>Sluttorkning</b>	Efter tining kändes en mycket svag fuktighet i sömmar och tjockare tyglager. Efter ett dygn i rumstemperatur kändes materialet helt torrt. Vägningen visade en lägre vikt än före åtgärd och efter ytterligare en vecka var vikten ännu lägre, men även RH var lägre. Den lägre vikten än före åtgärd kan även bero på materialförlust. Kolten var tillräckligt torkad under frystorkningsprocessen, den lilla mängd fukt som fanns kvar, kunde knappast orsaka fuktvandring.
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade knappt 20 veckor. Efter ett dygns lufttorkning bedömdes kolten torkad.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Kolten fick rinna av och vattnet torkades mycket lätt upp med torkduk.
<b>Moment före infrysning</b>	Ingen vägning med torkutrustning. Tiden från upptorkning till att kolten var i frysen var ca 23 minuter.
<b>Torkutrustning</b>	Monteringen av kolten hängande över ett rör var enkel och snabb, lite svårare att stoppa upp med tyll.
<b>Placering under frystorkning</b>	Tyget i kolten var något tunnare än i övriga koltar, torktiden blev därför kortare. Med midjan hängande över röret blev möjligen luftcirkulationen sämre. Förövrigt fanns det mycket lufttrum runt kolten. Den låga placeringen verkar förlänga torktiden.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	En hantering och flyttning för att väga kolten undveks även för denna kolt, så länge materialet var hårt. Istället uppskattades torkgraden genom att bedöma mjukheten i materialet. Direkt utanför frysen vägdes kolten för slutgiltig bedömning.
<b>Sluttorkning</b>	Kolten transporterades till rumstemperatur för upptining och lufttorkning, uppstoppad och hängande i sin torkställning. Upptining och sluttorkning tog ungefär ett dygn.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Hela kolten var mycket smutsig och möjlig, med löst skräp som renhår, träfibrer, jord och damm. Den luktade starkt och hade stora grågröna fläckar över hela ytan och på fram- och baksidan fanns små vita fläckar. Dessutom fanns ingrodd fet smuts och smutsen syntes väl i det gula sicksackbandet. Efter användning har kolten först förvarats ute i ett förråd och sedan, under senare tid, hängande över en takbjälke i ett ladugårdsloft.

### Vattenrengöring:

En kraftig röd utfällning skedde efter bearbetning i första badet och även i andra badet. I det tredje badet tillsattes HAc och utfällningen blev något svagare. Under sköljbadet försvagades den röda färgen. HAc tillsattes i sista sköljbadet. Proceduren ändrades så upptorkningen med svamp mellan bad och skölj togs bort, istället sköljdes kolten under längre tid i rinnande vatten och placerades i balja med vatten, då nytt bad fylldes upp.

## Bilaga 9

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 3 Kvinnokolt

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Största längd:</b> 95 cm <b>Största bredd:</b> 123 cm <b>Varpriktning:</b> 30 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm	<b>Största längd:</b> 94 cm <b>Största bredd:</b> 124 cm <b>Varpriktning:</b> 30 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen synlig blekning eller färgförändring utom i nötta partier på mellanblått kläde, som förändrats till en mörkare rödblå nyans. <b>Fuktränder:</b> Mörkare missfärgning från svett under ärmar.	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen synlig förändring. <b>Fuktränder:</b> Svettfläckar under ärmar ej synliga.
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i blått kläde visade en mycket svag blå ton. Vit bomullstråd insydd i gult kläde visade en mycket svag anfärgning.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring i blått, rött och gult kläde, eller blå, gul, röd och grön bomull från sicksackband, eller rödrutigt tyg, eller gult, rött, blått ullgarn från snoddar.	

Torkprocessen <sup>5)</sup>	
<b>Före infrysning</b>	Kolten hölls våt, endast en lätt inrullning i torkduk. Ingen anfärgning från tidigare röd och blå utfällning i bad kunde märkas. Ännu mindre mängd vatten kunde ha torkats upp. Möjligen skulle kolten kunna ha hanterats droppande under vägning, uppstopning och montering på torkställningen fram till infrysning.
<b>Infrysning</b>	Enkla tyglager var hårda inom några minuter och efter omkring 10-20 minuter var även dubbla tyglager hårda. Ett lager frost bildades ganska omedelbart över hela ytan.
<b>Frystorkning</b>	Efter ett dygn var hela kolten hård, frostbildningen fanns kvar över tjockare tyglager. Vid fyra dygn fanns ännu lite frost kvar, men som efter en vecka hade försvunnit. Dryga två månader senare hade ny frost bildats över rygg- och axelpartier. Enkla lager tyg hade mjuknat, tjockare tyglager var hårda. Efter nästan fyra månader fanns lite frost på koltens undersida som låg mot tyget i ramen, tyget var även hårdare där. Enkla tyglager kändes mjuka som var vända uppåt. Efter fyra och en halv månad var materialet som låg mot tyget i ramen mjukt och kolten kändes till stora delar mjuk, med en svag hårdhet i dubbla tyglager. Vägningen visade att sannolikt minst 87 % av vatten hade sublimerats.
<b>Sluttorkning</b>	Efter en och en halv timme i rumstemperatur var veck och tjockare tyglager ännu fuktiga. Efter ytterligare en halvtimme kändes materialet något fuktigt i tjockare tyglager. Efter ett dygn kändes materialet torrare och efter ytterligare sex dygn var materialet helt torrt. Vägningen efter en vecka i rumstemperatur visade en lägre vikt än före åtgärd, men även RH var då lägre. Sannolikt var materialet redan torkat efter ett dygn.
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade 18,5 veckor. Efter sju dygns lufttorkning, bedömdes kolten torkad.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Efter avrinning torkades droppande vatten upp med torkduk, koltén hölls så våt som det var möjligt.
<b>Moment före infrysning</b>	Koltén vägdes inte med torkutrustning. Den sammanlagda tiden från upptorkningen till infrysning var ca 23 minuter.
<b>Torkutrustning</b>	Koltens placering, liggande på ram, gjorde att uppstoppningen med tyll blev enklare. Tyg i ramen var sämre än plastnät, materialet låg tätt intill och torkade långsammare.
<b>Placering under frystorkning</b>	Koltens placering i hyllan var på en höjd av ungefär 1,5m från golvet, med ett ganska stort luftutrymme ovanför.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	En hantering och flyttning för att väga koltén undveks även för denna kolt, så länge materialet var hårt. Istället uppskattades torkgraden genom att bedöma mjukheten i materialet. Koltén vägdes före tining utanför frysrummet för slutgiltig bedömning.
<b>Sluttorkning</b>	Koltén tinades och fick lufttorka liggande på tygramen i rumstemperatur, mer tyll stoppades under veck och i halsringning, vecken lades ut.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Koltén luktade mycket illa och var allmänt smutsig med olika slag av fläckar. Brunaktiga fläckar på halsdekoren, vita och vitgrå fläckar på ärmarna samt bland annat större brungröna fläckar på framsidorna. Svettfläckar under ärmarna, en hel del fet smuts kring ärmarna och hals, samt smutsgrå vid ärmdekor.

### Vattenrengöring:

Under första och andra rengöringsbadet fällde kraftig röd och blå färg ut, i tredje badet tillsattes HAC och ingen färg fälldes ut. Under sköljningen fällde röd färg ut i första badet, i resterande sköljbad skedde ingen utfällning, HAC tillsattes i sista sköljbadet.

## Bilaga 10

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 4 Manskolt

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Största längd:</b> 85 cm <b>Största bredd:</b> 133 cm <b>Varpriktning:</b> 30 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm	<b>Största längd:</b> 86 cm <b>Största bredd:</b> 134 cm <b>Varpriktning:</b> 30 cm <b>Inslagsriktning:</b> 30 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Det röda klädet är något blekt och det gula klädet i halskragens skoning. Sytråd av turkos bomull har bleknat kraftigt. <b>Fuktränder:</b> Inga	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen synlig förändring. <b>Fuktränder:</b> Inga
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i blått kläde visade en svag blå ton. Vitt ullgarn insytt i rött kläde visade en svag röd anfärgning. Vitt ullgarn insytt i mellanblått kläde visade en blå anfärgning.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring av blått, rött och gult kläde eller blå, gul, röd och grön bomull från sicksackband eller dekorband och inte heller kragfoder av mönstrat tyg.	

Torkprocessen <sup>5)</sup>	
<b>Före infrysning</b>	Ingen anfärgning i ljusare områden syntes från den svaga blå utfällningen i sköljbadet. Efter sista sköljbadet fick koltan rinna av lätt och placerades sedan i balja för transport till frysrum. Utanför frysrummet droppade vatten hela tiden från koltan under vägning, uppstoppning och montering på torkställningen.
<b>Infrysning</b>	Enkla tyglager blev hårda på några minuter, den tjockare halskragen tog längre tid, inom en halvtimme var den dock hård. Små istappar bildades från det droppande materialet. Ett lager frost bildades ganska omedelbart över hela ytan.
<b>Frystorkning</b>	Efter ett och ett halvt dygn var materialet mycket hårt, frost fanns kvar över tjockare tyglager. Vid tre dygn hade frostbildningen minskat, hela koltan var hård och efter en vecka hade all frost försvunnit. Efter två månader syntes ny frost över området med tjockt tyglager, enkla tyglager hade börjat mjukna. Efter knappa fyra månader syntes ingen frost och materialet kändes mjukt i enkla tyglager. Kragen, banddekor och veck kändes något hårda. Efter ytterligare 25 dygn var materialet mjukt, med undantag av en viss hårdhet vid veck i banddekor och sidor. Vägningen visade att sannolikt minst 90 % av vattnet hade sublimerats.
<b>Sluttorkning</b>	Efter en och en halv timme i rumstemperatur var vecken i dekorbanden, på bakstycket och i sidorna, fuktiga. Annars kändes tjockare tyglager torra. Efter ett dygn kändes vecken ganska torra, en vägning antydde att fukt fanns kvar i materialet. Vägningen efter en vecka i rumstemperatur visade en lägre vikt än före åtgärd, men RH var då också lägre.
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade drygt 21 veckor. Efter sju dygns lufttorkning, bedömdes koltan torkad.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Kolten fick rinna av något och torkades aldrig upp med svamp eller torkduk.
<b>Moment före infrysning</b>	Efter avrinning placerades kolten i en balja under vägning och transport ner till frysrummet, där kolten sedan monterades utanför. Total tid från avrinning till infrysning var ca 14 minuter.
<b>Torkutrustning</b>	Monteringen med kolten hängande, med stav genom ärmarna, var lite mer omständlig än den hängande monteringen över ett rör. Däremot gjorde den upprätthängande monteringen med ärmarna rakt ut uppstoppningen med tyll lättare.
<b>Placering under frystorkning</b>	Placeringen på en höjd av ungefär en och en halv meter från golv nivå, var möjligen något lågt. Den tjocka kragen torkade på kortare tid än tjocka delar längst ner på kolten.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	Torkgraden uppskattades genom att bedöma mjukheten i materialet, som för övriga föremål. Kolten vägdes direkt utanför frysrummet för slutgiltig bedömning.
<b>Sluttorkning</b>	Kolten transporterades för upptining och lufttorkning i rumstemperatur och fick fortsatt hänga i torkställningen.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Kolten var smutsig och väl använd, med en hel del fläckar av olika slag, varav en stor mängd på framsidorna och ärmarna består av mögel. Fet smuts och svart smutsbeläggning förekommer vid ärmlinningarna och halskragen, tydligast syns det på ljusare banddekor.

### Vattenrengöring:

Under första och andra rengöringsbadet fälldes kraftig blå färg ut, vid första badet skedde utfällningen direkt. HAC tillsattes i tredje badet, ingen färg fälldes då ut. Vid sköljning fälldes på nytt blå färg ut, men något svagare. Därför tillsattes HAC i sista sköljbadet. Kolten sköljdes därefter noga i rinnande kranvatten.

## Bilaga 11

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 5 Mansmössa

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Längd:</b> 26 cm <b>Omkrets:</b> 56 cm <b>Varpriktning:</b> 10 cm <b>Inslagsriktning:</b> 10 cm <b>Skärm, största bredd:</b> 18 cm <b>Skärm, största höjd:</b> 5,5 cm	<b>Längd:</b> 27 cm <b>Omkrets:</b> 56 cm <b>Varpriktning:</b> 10 cm <b>Inslagsriktning:</b> 10 cm <b>Skärm, största bredd:</b> 18 cm <b>Skärm, största höjd:</b> 5,5 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Blått och rött kläde är något blekt. <b>Fuktränder:</b> Inga. <b>Läder:</b> Mjukt.	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen synbar förändring. <b>Fuktränder:</b> Inga. <b>Läder:</b> Något torr. Vågig.
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i rött kläde visade en röd anfärgning. Vitt ullgarn insytt i blått kläde visade en blå anfärgning. Vitt ullgarn insytt i gult kläde visade en mycket svag gul anfärgning. Vit bomullstråd insydd i rött kläde visade en röd anfärgning. Vit bomullstråd insydd i gult kläde visade en mycket liten svag gul anfärgning. Vit bomullstråd insydd i blått kläde visade en svag blå anfärgning.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring i blått, rött och gult kläde, rött garn eller de mångfärgade banden. Möjligen en svag röd ton i silkeband med vit botten.	

Torkprocessen <sup>5)</sup>	
<b>Före infrysning</b>	Ingen anfärgning syntes från den röda utfällningen som skett under rengöringsprocessen. Mösstyget hölls vått. Vattnet i garnet torkades lätt upp av torkduk och torkade något under vägning, uppstoppning och montering på torkställningen fram till infrysning.
<b>Infrysning</b>	Omedelbart inne i frysrummet bildades ett lager frost över mössan, det tog något längre tid för mössan att bli hård, jämfört med koltarna, knappt en halvtimme.
<b>Frystorkning</b>	Efter ett dygn var mössan hård och täckt av frost. Efter fem dygn fanns frost kvar på tofsen och skärmen och hela mössan var mycket hård. Efter två månader började den yttersta delen av tofsen mjukna. Enkelt tyglager och banddekor var hårt. Frost var helt borta. Vid när fyra månader var tofsen ännu hård, utom det yttersta garnet. Läderskärmen kändes då mjuk, men dekorband och sömmen mitt bak var hård. Efter fyra och en halv månad hade banddekoren börjat mjukna, men sömmen kändes ännu hård, tofsen var hård inuti och intill mösstyget, som också var hårt. Då mössan togs ut för vägning kändes nedre delen mjuk, söm och tyg under tofsen, samt tofsens kärna var hård. Vägningen visade att ungefär 60 % av vattnet hade sublimerats. Stor del av kvarvarande fukthalten antogs vara i tofsen.

<b>Sluttorkning</b>	Efter ungefär två timmar i rumstemperatur kändes en tydlig fuktighet i garnet i tofsens kärna och på undersidan, samt sömmen mitt bak. Den övre delen av dekorbandet och hela övre halvan av mössan kändes också fuktig. Mössans nedre halva med skärm, kändes torr. Senare efter ett dygn kändes materialet fortfarande fuktigt vid tofsens fästning, vid sömmen och mössans insida nära tofsen. Sex dygn senare kändes materialet mycket torrare. Vägning efter en vecka i rumstemperatur visade en lägre vikt än före åtgärd, men även RH var då lägre.
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade nästan 21 veckor. Efter sju dygns lufttorkning, bedömdes mössan torkad.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Vattnet i mösstyget torkades inte upp, hölls så vått som det var möjligt. Vattnet i tofsen torkades upp med torkduk och även läderskärmen.
<b>Moment före infrysning</b>	Mössan vägdes även monterad på torkställningen. Upptorkningen tog ca 7 minuter, vägning, uppstopning och montering ca 10 minuter.
<b>Torkutrustning</b>	Fixering av ställningen i lådan med band gjordes i frysen. Uppstopning med tyll inne i mössan och sedan placeringen på ställning kan ha försämrat luftcirkulationen, med en långsammare torkning inifrån som följd.
<b>Placering under frystorkning</b>	Mössans låga placering i frysrummet, omkring 30 cm från golvnivå, kan ha förlängt torktiden.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	Under frystorkningen togs aldrig mössan ut för vägning, torkgraden bedömdes utifrån materialets mjukhet. Mössan hade möjligen kunnat frystorka en längre tid.
<b>Sluttorkning</b>	Mössan fick först tina på sin ställning i rumstemperatur, därefter plockades tyllen ut undre den fortsatta lufttorkningen. Tofsen knöts upp något mer med nylontyll.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Mössan var kraftigt smutsig och luktade illa. Insidans och utsidans kantning var täckt av fet smuts i form av en grågrön beläggning. Även banddekoren var mycket smutsig med en blanksvart beläggning. Svagt brunsvarta fläckar syntes på mössans bakre del. Tofsen var allmänt solkig och garnet filtat, med rester från insektsangrepp, som baggar och larvskal. Skärmen var något nött men välhållen med en smutsgrå beläggning, som syntes på det röda garnet. Några nitar i skärmen var nötta i vitmetallen och korroderade, med tjock grön ärg på baksidan.

### Vattenrengöring:

Under första och andra rengöringsbadet fälldes kraftig röd färg ut. Vid tredje badet var den röda utfällningen svagare. Vid första sköljbadet fälldes en svag röd färg ut, under efterföljande sköljningar syntes en svag röd ton.



## Bilaga 12

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 6 Kvinnomössa

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Längd:</b> 47 cm <b>Omkrets:</b> 52 cm <b>Varpriktning:</b> 10 cm <b>Inslagsriktning:</b> 10 cm	<b>Längd:</b> 47 cm <b>Omkrets:</b> 52 cm <b>Varpriktning:</b> 10 cm <b>Inslagsriktning:</b> 10 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen blekning. En tydlig röd anfärgning på de vita bomullsbanden, på kullen och öronlapparna. <b>Fuktränder:</b> Inga.	<b>Färg/Blekning:</b> Den tidigare röda anfärgningen i de vita bomullsbanden hade efter åtgärd försvunnit. <b>Fuktränder:</b> Inga.
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i rödgult kläde visade en svag röd anfärgning. Vit bomullstråd insydd i rödgult kläde visade en svag röd anfärgning. Vit silketråd insydd i rödgult kläde visade en röd anfärgning. Trådar insydda i rött bomullstyg visade ingen anfärgning.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring av rödgult kläde, rött bomullstyg, gult sidestyg, mönstrat bomullsflanellfoder, grönt ullgarn eller gult sidenband nära röd bomullstråd.	

Torkprocessen <sup>5)</sup>	
<b>Före infrysning</b>	Mössan hölls helt våt med droppande vatten för att undvika fuktvandring. Ingen anfärgning syntes från den röda utfällningen som skett under rengöringsprocessen. Under vägning, uppstoppning och montering på torkställningen fram till infrysning, droppade vatten från mössan.
<b>Infrysning</b>	Omedelbart inne i frysrummet bildades ett lager frost över mössan, som på några minuter blev hård.
<b>Frystorkning</b>	Efter två timmar var materialet täckt av ett tunt frostlager. Efter fyra dygn fanns ingen frost kvar på mössan, i övrigt var den hård. Efter två månader började materialet mjukna vid öronlappar och kanter, kullen var ännu hård. Vid nära fyra månader kändes hela mössan ganska mjuk. Efter fyra och en halv månad gjordes en vägning, vilken visade att någon fukt sannolikt fanns kvar i materialet.
<b>Sluttorkning</b>	Efter ungefär en timmes tining kändes materialet svagt fuktigt. Efter två timmar kunde nästan ingen fukt kännas. Efter ett dygns lufttorkning kändes mössan torr och vägningen visade ungefär samma vikt som före åtgärd med hänsyn till RH. Vägning en vecka senare visade ingen förändring i vikt.
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade drygt 19 veckor. Efter ett dygns lufttorkning, bedömdes mössan helt torkad.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Mössan hölls våt, direkt från sköljbaljan placerades den droppande på torkställningen, utan upptorkning.
<b>Moment före infrysning</b>	Avrinning före montering tog ca 1 minut, uppstoppning, montering och vägning, på torkställningen tog ca 7 minuter. Den totala tiden fram till infrysning blev ca 8 minuter.
<b>Torkutrustning</b>	Lite tyll krävdes för uppstoppning av den lätta mössan, vilket gav något bättre luftcirkulation.
<b>Placering under frystorkning</b>	Mössans låga placering i frysrummet, gav möjligen en förlängd torktid.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	Liksom för de andra föremålen togs aldrig mössan ut för vägning under frystorkningen, torkgraden bedömdes utifrån materialets mjukhet. En vägning genomfördes som en slutgiltig bedömning.
<b>Sluttorkning</b>	Mössan tinades i rumstemperatur på sin ställning och tyllstopningen plockades ur.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Mössan var allmänt smutsig och fläckig. Ljusbruna fläckar syntes här och där på banddekoren. På insidan vid foder och öronlappar fanns en hel del fet smuts, samt lite hårstrån. En tydlig röd missfärgning eller anfärgning fanns i bomullsbanden med vit botten vid öronlappar och nära mösskullen.

### Vattenrengöring:

Under första och andra rengöringsbadet fälldes kraftig röd färg ut, vid första badet skedde utfällningen direkt. Vid sköljningen försvagades successivt den röda utfällningen och under de efterföljande sköljningarna i rinnande vatten syntes en svag antydning till röd utfällning, med risk för ytterligare röd anfärgning i de vita bomullsbanden.

## Bilaga 13

## Data för utvärdering

Föremål: Nr 7 Mansmössa med pälsbräm

Fysiska och kemiska förändringar		
	Före	Efter
<b>Dimension<sup>1)</sup></b>	<b>Längd:</b> 22 cm <b>Omkrets:</b> 56 cm <b>Varpriktning:</b> 10 cm <b>Inslagsriktning:</b> 10 cm <b>Skärm, största bredd:</b> 22 cm <b>Skärm, största höjd:</b> 3,5 cm <b>Pälsskinn get:</b> 10 cm <b>Pälsskinn ren:</b> 10 cm	<b>Längd:</b> 22 cm <b>Omkrets:</b> 57 cm <b>Varpriktning:</b> 10 cm <b>Inslagsriktning:</b> 10 cm <b>Skärm, största bredd:</b> 24 cm <b>Skärm, största höjd:</b> 3,5 cm <b>Pälsskinn get:</b> 10 cm <b>Pälsskinn ren:</b> 10 cm
<b>Material<sup>2)</sup></b>	<b>Färg/Blekning:</b> Blekning i blå vadmal och rött kläde. Grönt kläde i tofsar har i exponerade partier blivit gula. <b>Fuktränder:</b> Inga. <b>Läder:</b> Mjukt. <b>Skinn:</b> Renspälshåret är mycket slitet, på höger sida, vid sömmen har allt hår nötts ned. Getpälshåret är kraftigt nedslitet i vissa partier, från skärmens högra sida till mitt bak, är håret helt borta.	<b>Färg/Blekning:</b> Ingen färgförändring efter åtgärd. <b>Fuktränder:</b> Inga. <b>Läder:</b> Något torrare. <b>Skinn:</b> Renskinnet känns helt mjukt, som före åtgärd. Från renskinnet har något hår fallit bort under åtgärd, men bortfallet är knappt märkbart, lite renhår lossnar hela tiden. Getskinnskanten är tydligt renare. Den har behållit sin mjukhet. Knappt något hår har fallit bort under åtgärd.
<b>Anfärgning, insydda trådar<sup>3)</sup></b>	Vitt ullgarn insytt i: Gul filt - gul anfärgning, grön filt - mycket svag anfärgning, röd filt - något svag röd anfärgning, fint rött kläde - möjligen en svag anfärgning, blå vadmal - svag blå anfärgning. Vit bomullstråd insydd i: Gul filt - gul anfärgning, röd filt - röd anfärgning, rött kläde - svag röd anfärgning, fint rött kläde - stark röd anfärgning, blå vadmal, nära rött och gult kläde - rödblå anfärgning.	
<b>Anfärgning, prover<sup>4)</sup></b>	Ingen synlig färgförändring av blå vadmal, rött, grönt och gult kläde, röd och gul filt, rött, gult och blått garn eller vitt/blått dekorband.	

<b>Torkprocessen<sup>5)</sup></b>	
<b>Före infrysning</b>	Mösstyget hölls vått för att undvika fuktvandring. En liten mängd renhår lossnade hela tiden vid upptorkning. Ingen anfärgning syntes från den röda utfällning som skett under rengöringsprocessen. Under vägning, uppstoppning och montering på torkställningen fram till infrysning var materialet nästan droppfritt.
<b>Infrysning</b>	Inne i frysrummet bildades ett frostlager över materialets yta, det tog något längre tid för mössan att bli hård, jämfört med övriga föremål.
<b>Frystorkning</b>	Efter två dygn var mössan mycket hård och helt täckt av frost. Efter sex dygn hade frostlagret minskat något, vid tofsen och på pälskinnen i brämet. Efter två månader var frosten borta och yttersta delen av tofsen började mjukna, förövrigt var tyg och skinn mycket hårt. Vid nästan fyra månader var tofsen mjuk i det yttersta garnet, den blå vadmalen var ännu hård, framförallt mot brämet, läderskärmen var hård. Efter fyra och en halv månad hade tofsens garn mjuknat, men var något hårt inuti tofsen. Den blå vadmalen var mjuk i enkla tyglager, men hård under tofsen. Pälskinnen var hårda. Garnsnoddar och tygtofsar hade däremot mjuknat, men hela banddekoren på brämet var mycket hård. Rött kläde vid brämet hade mjuknat. Läderskärmen var ännu hård. Då mössan togs ut för vägning kändes stora delar av materialet hårt och det fanns en osäkerhet om kvarvarande fukthalt, efter en dryg timmes upptining kändes mössan alltför våt i pälskinnen och på insidan av brämet för lufttorkning. Vägningen angav att omkring 52 % vatten hade sublimerats. Mössan sattes in i frysen igen för fortsatt frystorkning. Efter drygt nio månader kändes garnet i tofsen mjukt och även den blå vadmalen. Brämet med pälskinn och banddekor var något svagt hårt, men i stora delar mjukt. En vägning visade att omkring 93 % av vattnet hade sublimerats.
<b>Sluttorkning</b>	Efter en halvtimmes tining i rumstemperatur, fanns en viss fukt i de tjockare partierna vid brämet och under pälskinnen samt i sömmarna. Materialet kändes fuktigt i några dygn. Efter sju dygns torkning kändes mössan helt torkad
<b>Torktid</b>	Frystorkningen varade nästan 41 veckor eller drygt tio månader. Efter sju dygns lufttorkning, bedömdes mössan torkad.

<b>Procedur och hantering<sup>6)</sup></b>	
<b>Avrinning och upptorkning</b>	Vattnet i mösstyget torkades inte upp, däremot torkades vattnet upp i tofsen skinnen, läderskärmen och fodret inuti mössan, först med svamp sedan torkduk.
<b>Moment före infrysning</b>	Upptorkning tog ca 5 minuter, vägning ca 2 minuter, uppstoppning och montering ca 5 minuter, vägning igen ca 2 minuter, samt transport ca 3 minuter. Den totala tiden från upptorkning till infrysning tog ca 17 minuter. Mössan vägdes även monterad på torkställningen.
<b>Torkutrustning</b>	Mössan var väl uppstoppad med tyll inuti och under tofsen, ställningen inne i mössan kan ha medfört att torkningen gick något långsammare.
<b>Placering under frystorkning</b>	Mössans låga placering, kan ha inverkat på torkningens hastighet.
<b>Bestämning av torkgrad</b>	Bedömningen gjordes först utifrån materialets mjukhet. Vägning under frystorkningens gång slopades för alla föremål, torkgraden bedömdes utifrån materialets mjukhet. För mössorna kunde dock en snabb vägning utanför frysen lättare ha genomförts, men för att undvika onödig upptining var alternativet att följa materialets mjuknande. Denna mössa med inslag av pälskinn och tjocka tyglager, torkade mycket långsamt. Här gav en vägning efter drygt fyra månader, möjligen en bättre uppfattning om uppnådd torkgrad. Efter vägning vid fyra och en halv månad gjordes en bedömning att fortsätta frystorka mössan.
<b>Sluttorkning</b>	Mössan fick först tina i rumstemperatur på sin ställning, därefter plockades tyllen inuti mössan ut under den fortsatta lufttorkningen. Tofsen knöts upp med mer nylontyll.

## Övrig dokumentation

### Tillstånd före åtgärd:

Mössan var kraftigt smutsig och har använts mycket väl. På insidans foder och utsidans nedre del fanns ett tjockt lager fet smuts, blanksvartsmuts, som syntes tydligt i fodret på snoddar, tofsar, garnet vid skärmen och banden. Det fanns gråsvarta och vitgrå fläckar över hela mössan. Renskinnets pälsår var mycket nednött men välhållet under klädet, getskinnskantningen var mycket smutsig och gulnad med pälsåret nött i vissa partier. En blekning hade skett i den blå vadmalen och i det röda klädet, det gröna klädet hade på utsatta delar gulnat.

### Vattenrengöring:

Under första rengöringsbadet fälldes kraftig röd färg ut och även en del hår från renskinnet. Vid andra och tredje badet var den röda utfällningen något mindre och renhår lossnade även i mindre mängd. Vid första sköljbadet fälldes röd färg och möjligen blå färg ut, liten mängd renhår lossnade. Vid andra sköljbadet syntes röd utfällning då mössan togs upp och vid tredje sköljbadet fanns ingen direkt synlig utfällning, möjligen en mycket svag ton. I sista sköljbadet var vattnet nästan helt klart. Knappast något renhår lossnade under sista badet.