

**Undersøkelse og forslag til behandling av  
marmorskulptur av Stinius Fredriksen, dedikert  
komponisten Johan Svendsen i 1940**

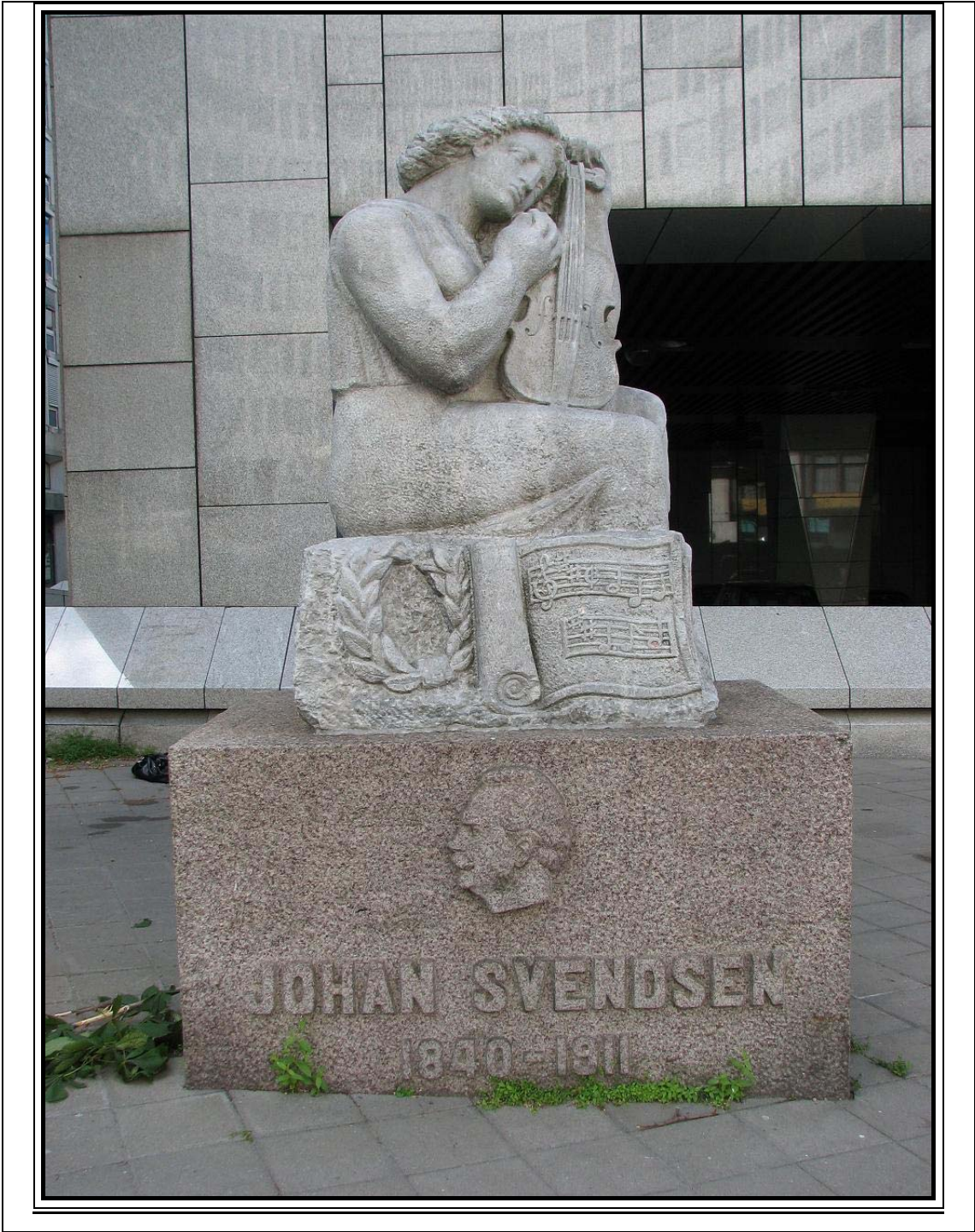
Kandidatnummer 9001



Masteroppgave i objektkonservering  
Institutt for arkeologi, konservering og historie

UNIVERSITETET I OSLO

16. 06. 2008



## **Sammendrag**

Denne oppgaven tar for seg behandling av Johan Svendsen-monumentet som ble utført av kunstneren Stinius Fredriksen. Monumentet ble ferdigstilt og avduket i 1940, og består av en skulptur i marmor plassert på en sokkel av granitt. Dette monumentet har stått utendørs i Oslo sentrum siden 1940, med unntak av 4 års lagring innendørs fra 1976-80, og ble flyttet til sin nåværende posisjon ved konserthuset i 1980. Her har det stått utsatt for trafikk, forurensning, nedbør samt klima- og temperatursvingninger. Dette er antatt å ha en medvirkende årsak til at marmorskulpturen og granittsokkelens overflater er blitt dekket av både mørke og grønne belegg, samt sprekker som forekommer over flere områder på marmorskulpturen. Disse skadene er også dokumentert tidligere, så det er usikkert når disse har oppstått, men det er sikkert at miljøet monumentet nå står i ikke er gunstig, særs ikke for marmorskulpturen. Partikkelbelegget er skjemmende for monumentets estetiske uttrykk og kan gjøre den svært sårbar for videre nedbrytning. Vesentlig for oppgaven har vært å undersøke hvilke årsaker som kan identifiseres som medvirkende til dannelse av de mørke og de grønne beleggene på overflaten, og hvilke metoder som er best egnet for å fjerne dette belegget med minst mulig inngripen i monumentet, med hovedvekt på marmorskulpturen.

## **Summary**

This thesis is focused around the treatment of the Johan Svendsen monument created by the artist Stinius Fredriksen. The monument was completed and unveiled in the city centre of Oslo in 1940, and consist of a base of granite and a statue made out of marble. This monument has been standing outdoors since 1940, with the exception of four years from 1976-80 when it was stored indoors, and then moved to its current position by the concert hall in Oslo in 1980. Situated in this position the monument is exposed to traffic, pollution, weather and fluctuations in climate and temperature.

This is assumed to be the cause that has lead to the formation of dark grey and greenish layers on the monuments surface, and the formation of cracks and lines on several areas on the marble sculpture. The lines and cracks have been registered also earlier, but it is not known at what time they first occurred, but what is known is that the environment which in the monument is standing now is not favorable for the continuing preservation of the monument, particularly not the marble sculpture.

These dark areas are disfiguring for the aesthetical impression of the statue, and the particle layers may be an important cause for further decay of the marble.

The main focus has been to examine what causes than can be identified in the formation of the dark grey and the greenish layers on the monuments surface, and which methods that has the best ability to remove this layer. The choice of methods has been based on methods that exert the least intervention with the monument, especially the marble sculpture.

## **Forord**

Takk til min veileder Douwtje van der Meulen,

Takk til alle som har besvart mine spørsmål og gitt meg råd via telefon og e-mail, blant disse en spesiell takk til alle fagfolk og sten-entusiaster som har hjulpet meg, Inge Bryhni, Tom Andersen, Tom Heldal, Jon Lønnve, og Øyvind Johansen ved Johansen Monumenthuggeri AS. Takk også til Kjell ved Gardermoen for marmorplater fra avgangshallen på Gardermoen, og til Hans-Petter Hellmann ved Grønseth Monument for hjelp av oppdeling av marmorplatene. En stor takk til Monica Hovdan, Ingrid S. Skomedal og Helena Strandberg ved Kunst i Oslo, Oslo Kommune, som har "lånt" meg skulptur til mitt prosjekt og for entusiasme og e-mailutveksling. Takk også til Hartmut Kutzke for hjelp med analyse og tolkning av FTIR og SEM(EDX) og Elin Storbekk for hjelp og lærerik innføring i bruk av SEM(EDX), begge ved Historisk Museum i Oslo. Takk til Solveig Schytz og Cathrine Whist ved Mycoteam for prøvemateriell og analyse. En takk også til Siri Refsum og Joanna Hench ved Vigelandsanlegget for gode tips og samtaler, samt lån av litteratur og bilder. En takk til Miriam Liu for hjelp og tolkning av XRF. Dessuten takk til Steinar Iversen og Kjell Moltzau ved Oslo Konserthus for lån av utstyr, og de polske bygningsarbeiderne i bygget ved siden av monumentet for underlig selskap og lån av stige. En stor klem til min mor, Torill Tourniaire Callesen, som har ringt meg jevnlig under hele prosessen for å gi meg støtte.

Og tilslutt den største takken til min samboer, Erik Johannson Grøttum, for tålmodighet, støtte og utmerkede evne til å fungere som assistent og klagemur.

En stor takk også til alle andre jeg har samtalt med som jeg har glemt å takke.

## **Billedliste**

*Bilde 1: Monument venstre side.*

*Bilde 2: Monument bakside*

*Bilde 3: Monument høyre side*

*Bilde 4: Monument forside/front*

*Bilde 5: Nærbilde av mineralene i granitten*

*Bilde 6: Nærbilde av bruddflate med ren marmorsten*

*Bilde 7: Avflaket område til venstre og overheng med fare for avflaking til høyre.*

*Bilde 8: Nærbilde av spesifikke skader som sprekker og partikkelbelegg i overflaten.*

*Bilde 9: Trekasse satt over skulptur cirka tre måneder hver vinter.*

*Bilde 10: Trekassen løftes av og på med kran.*

*Bilde 11: Kassens nedre del smuldrer opp.*

*Bilde 12: Innsiden av kassen er møkkete, med spindeltev og vepsebol.*

*Bilde 13: SEM(EDX) bilde av løst partikkelbelegg.*

*Bilde 14: Mikroskopibilde av tapestrips fra overflaten(forstørrelse 1,5 x 200).*

*Bilde 15: Prøvebiter av Antique Foncé*

*Bilde 16: Prøvebit med Melinex-mal*

*Bilde 17: Resultat av steamer*

*Bilde 18: Nærbilde av resultat av steamer*

## Innholdsfortegnelse

|   |    |
|---|----|
| 1. Innledning .....   | 10 |
| 1.1 Presentasjon av monumentet.....                                       | 10 |
| 1.2. Motiv og materiale.....  | 11 |
| 1.3. Presentasjon av problematikk .....                                   | 14 |
| 1.4. Problemstilling.....   | 15 |
| 2. Metode .....   | 16 |
| 2. 1. Materialeidentifikasjon .....                                       | 16 |
| 2. 2. Kartlegge monumentets tilstand .....                                | 17 |
| 2. 3. Identifikasjon av årsaker til nedbrytning .....                     | 17 |
| 2. 4. Kartlegge metoder som benyttes til rens av sten .....               | 18 |
| 2. 5. Evaluere hvilke metoder som er best egnet og mest skånsomme .....   | 18 |
| 2. 6. Vurdere hvilke videre tiltak og undersøkelser som bør utføres ..... | 18 |
| 3. Kulturhistorisk kontekst.....  | 19 |
| 4. Originale materialer, teknikker og opprinnelig utseende.....           | 22 |
| 4. 1. Marmor .....  | 23 |
| 4. 2. Granitt .....   | 24 |
| 4. 3. Teknikk .....   | 25 |
| 4. 4. Identifikasjon av sten .....  | 26 |
| 4. 5. 1. Litteratur- og arkivsøk .....                                    | 27 |
| 4. 5. 2. Visuell analyse og samtale med geolog.....                       | 28 |
| 4. 5. 3. Resultat av XRF – analyse.....                                   | 29 |
| 4. 5. 4. Resultat av FTIR – analyse.....                                  | 29 |
| 4. 5. 5. Resultat av SEM(EDX) – analyse.....                              | 30 |
| 4. 5. 6. Konklusjon om identifikasjon av sten.....                        | 30 |
| 5. Behandlings- og skadehistorikk.....                                    | 32 |
| 5. 1. Tidligere tilstand .....  | 32 |
| 5. 2. Tidligere behandlinger .....  | 34 |
| 5. 3. Tilstandsbeskrivelse per i dag(vår 2008).....                       | 35 |
| 6. Årsaker til nedbrytning av monumentet .....                            | 38 |
| 6. 1. 1. Mekanisk og fysisk nedbrytning.....                              | 38 |

|  |    |
|--|----|
| 6. 1. 2. Kjemisk nedbrytning.....                                      | 39 |
| 6. 1. 3. Biologisk nedbrytning.....                                    | 40 |
| 6. 1. 4. Salter .....  | 41 |
| 6. 2. Årsaker til nedbrytning av marmor.....                           | 41 |
| 6. 3. Årsaker til nedbrytning av granitt.....                          | 42 |
| 6. 4. Identifikasjon av mulige årsaker i omgivelsene.....              | 43 |
| 6. 4. 1. Temperatur, fuktighet og nedbør .....                         | 44 |
| 6. 4. 2. Atmosfæriske komponenter: salter .....                        | 44 |
| 6. 4. 3. Partikler og gasser fra forurensing.....                      | 44 |
| 6. 5. Undersøkelse av kassen og miljøet under kassen .....             | 45 |
| 6. 6. Konklusjon.....  | 47 |
| 7. Test av partikkelbelegg på monumentets overflate .....              | 48 |
| 7. 1. XRF.....   | 48 |
| 7. 2. FTIR.....  | 48 |
| 7. 3. SEM(EDX) .....   | 48 |
| 7. 4. Analyse av tapestrips fra Mycoteam.....                          | 49 |
| 7. 5. Måling av salter.....  | 50 |
| 7. 6. Svakheter og feilkilder ved målinger og analyseinstrumenter..... | 50 |
| 7. 6. Konklusjon.....  | 51 |
| 8. Rensemeter til behandling av stenoverflater.....                    | 52 |
| 8. 1. Vannbaserte metoder .....  | 53 |
| 8. 2. Mekaniske metoder.....   | 54 |
| 8. 3. Kjemiske metoder .....   | 55 |
| 8. 4. Absorberende omslag metoder .....                                | 56 |
| 8. 5. Varmebaserte metoder .....                                       | 56 |
| 8. 6. Kriterier for behandling .....                                   | 57 |
| 9. Test av rensesmetoder .....   | 58 |
| 9. 1. Utvalgte rensesmetoder .....                                     | 59 |
| 9. 2. Forsiktighet og tiltak før og etter behandling .....             | 60 |
| 9. 3. Gjennomføring av rensesmetoder på stenprøver .....               | 61 |
| 9. 4. Gjennomføring av rensesmetoder på monumentets overflate .....    | 61 |
| 9. 5. Resultat av tester på stenprøver .....                           | 62 |



|   |    |
|---|----|
| 9. 6. Resultat av tester på monumentets overflate ..... | 62 |
| 9. 7. Konklusjon og diskusjon av resultat .....         | 63 |
| 10. Ethiske vurderinger .....                           | 64 |
| 11. Behandlingsforslag .....                            | 65 |
| 12. Videre forskning .....                              | 66 |
| 13. Referanser .....                                    | 67 |
| 14. Arkivalia .....                                     | 71 |
| 15. Personlig kommunikasjon.....                        | 73 |
| 16. Url: Nettadresser og lesedato:.....                 | 73 |
| 17. Vedlegg .....                                       | 74 |

# **1. Innledning**

## **1.1 Presentasjon av monumentet**

Monumentet tilegnet Johan Svendsen ble utført av billedhugger og maler Stinius Fredriksen, på oppdrag av Filharmonisk Selskap, for å hedre komponisten Johan Svendsen. Stinius Fredriksen ble født i 1902 i Stavanger, og døde 1977. Han har laget en rekke skulpturer, deriblant flere av figurene på Nidarosdomens vestfront og flere minnesmerker i Oslo, Trondheim, Stavanger, og Drammen. Blant disse er statuen av P. A. Munch utenfor universitetsplassen i Oslo(1932-33), stadsingeniør Carl Adolf Dahl ved jernbanestasjonen i Trondheim(1930), Johan Halvorsen i Drammen(1958), Johan Sverdrup utenfor Stortinget(reist i 1963), og skulpturen tilegnet Johan Svendsen ved Oslo Konserthus(1940). Johan Svendsen monumentet består av en skulptur i marmor på en sokkel av granitt som står utendørs. Andre skulpturer i marmor er "Pikehode"(1927) og "Mor med barn"(1939), men disse to befinner seg innendørs(Parmann 1969: 132, 135 og 136).

Monumentet tilegnet Johan Svendsen, skjenket av Filharmonisk Selskap, ble avduket på Johan Svendsens 100-års dag den 29. september 1940 vis a vis nedgangen til T-banestasjonen ved Nasjonalteateret(nedgangen i 1940 befant seg på andre siden av teateret nær "Spikersuppa"). Monumentet ble i 1973 demontert, grunnet gravearbeid for T-banen, og ble så lagret på en tomt på Ekeberg tilhørende Oslo Kommune, kontor for park- og idrettsanlegg. (se arkivalia brev 6, 22. 03. 1973). Dokumentasjon fra 1980(se arkivalia brev 13(17. 09. 1980)) viser at monumentet ble flyttet til nåværende posisjon ved Oslo konserthus, mot Munkedamsveien, rundt året 1980. I dag(2008) er det Kunst i Oslo, Oslo Kommune, som har tilsyn med monumentet.

## 1.2. Motiv og materiale

Monumentet består av to deler; en skulptur i marmor og en sokkel i granitt.

Skulpturen er plassert på toppen av sokkelen, og langs kanten nederst rundt hele skulpturen er den festet til sokkelen med mørtel(ca 2 centimeter bred).

Skulpturen er cirka 1,85 meter høy, med bredde og lengde på 1,00 x 1,20 meter.

Granittsokkelen er cirka 1 meter høy, med en bredde på 1,30 meter og en lengde på 1,80 meter.

Skulpturen forestiller en kvinne som sitter med et strengeinstrument på fanget, og forsiden viser kvinnen sittende slik at det er hennes høyre side som vender ut mot bilveien. Kvinnens ansikt er lent mot strengeinstrumentet, og vender skrått ut mot forsiden. Hun sitter på en blokk av marmor som går i et med resten av skulpturen. Ved kvinnens forside, på marmorblokken ved hennes ben, er det hugget til en delvis utbrettet rull med notelinjer på høyreside. Til venstre for denne rullen, er det hugget inn en laurbærkrans. Marmorblokken kvinnen sitter på har en inskripsjon hugget inn nederst til høyre for hennes ben. På denne inskripsjonen står det: "Stinius F 40". Stinius F er billedhuggerens navn, og 40 betyr sannsynligvis at skulpturen ble utført i 1940. Skulpturen er plassert på en sokkel av granitt som har inskripsjonen Johan Svendsen 1840 – 1911, og Svendsens hode i profil over inskripsjonen. Inskripsjonen og hodet er hugget slik at de står ut fra sokkelen, og de er plassert midt sokkelens framside.

Skulpturen blir omtalt som å være av gråhvit marmor fra Fauskeområdet i ulike brev og bøker(se arkivalia brev 15(29.08. 1985), og brev 17(23. 11. 1990) og Oslo Byleksikon). Visuell analyse av geolog Inge Bryhni beskriver marmoren som ikke helt homogen, med en relativt grovkornet kalkspatmarmor med små klaster av hvit dolomitt. Han mener det er grunn til å tro at marmoren er fra Fauskedistriktet – om marmoren er norsk. Bryhni har tidligere, ved visuell analyse i 1999, beskrevet marmoren som en Fauske konglomerat omdannet til marmor, der konglomeratstrukturen er vanskelig å se. Flere steder på skulpturens overflate kan uregelmessigheter i partier på cirka 10 x 10 centimeter og i smale bånd observeres. Disse inneholder lyse, hvite stenmineraler som er hardere enn den øvrige stenen og som ligner kvarts.

Sokkelen er i en lys rød granitt, og det antas at denne er fra Norge grunnet at denne granittypen er lett tilgjengelig og vanlig i Norge. Granittsokkelen og marmorskulpturen har en ru og upolert overflate, som tyder på at teknikken som er benyttet på monumentets overflate er prikkhamring(Notat fra Inge Bryhni 18. 09. 2007).

Monumentet er, ut fra det som er kjent, konservert to ganger tidligere, i 1985 av Erling Låberg og i 1999 av Anne-Marie Lind. Monumentet er ikke inngjerdet, slik at det er tilgjengelig for berøring og klatring. Hver vinter fra rundt desember måned til april blir det satt en kasse i tremateriale over skulpturen, men ikke sokkelen. Kassen har hull øverst på den ene siden slik at det skal bli sirkulasjon av luft inne i kassen.



*Bilde 1: Monument venstre side.*



*Bilde 2: Monument bakside*



*Bilde 3: Monument høyre side*



*Bilde 4: Monument forside/front*

### 1.3. Presentasjon av problematikk

Monumentet har stått utendørs ved Munkedamsveien siden 1980, og var før dette lagret innendørs i 7 år. Fra avdukning av monumentet i 1940 og fram til lagring i 1973 sto monumentet utendørs ved "Spikersuppa" ved nasjonalteateret. Miljøet monumentet har stått i er urbant og svært trafikkert. Klimaet i Oslo er samtidig kjent for å være meget fuktig med store fluktuasjoner i temperatur og nedbør.

Et slikt klima er ikke gunstig for marmor, da dette materialet kan forvitre lett som følge av reaksjoner med partikler fra trafikk, svevestøv og salter, samt klimaet i form av nedbør, temperatursvingning og annet som befinner seg i omgivelsene rundt monumentet. Granitten i sokkelen er en mer robust sten, og vil tåle mer påkjenning, selv om også denne vil kunne forvitre gradvis som følge av det urbane klimaet som omgir monumentet.

Marmorskulpturen er flere steder dekket av mørke grå partikkelbelegg, samt at det på flere områder kan observeres sprekker og krakeleringer på overflaten. Partikkelbelegget kan observeres på granittsokkelens horisontale flater, og på sokkelens vertikale sider er det flere områder med et grønnlig skjær. Tilstanden til monumentet som helhet vurderes til å være preget av miljøet den står i, spesielt med tanke på forurensing fra partikler som anses som en betydelig årsak til nedbrytning, og en fortsatt plassering i dette miljøet er en potensiell faktor til videre nedbrytning av monumentet. Det mørke grå partikkelbelegget, og de grønne områdene vurderes til å være skjemmende estetisk, samtidig som substanser i belegget kan inneholde elementer som kan reagere med stenen. En slik nedbrytning kan føre til for eksempel tap eller endring av overflaten og utvidelse av sprekker, i form oppløsning av mineraler, dannelse av nye produkter og sprengning av stenens porer som følge av krystalldannelse grunnet frost eller salt (Ashurst og Ashurst 1988:2-3).

Det er derfor ønsket å finne en egnet rensemetode som fjerner dette belegget og gir skulpturen et bedre estetisk utseende, samtidig som nedbrytningen kan stanses eller forsinkes. Rensemetoder er et inngrep i selve gjenstanden og kan påvirke den allerede sårbare skulpturen, så metoder som skal benyttes må ta i betraktning monumentets øvrige tilstand. Rensemetoder må vurderes ut fra hvilke reaksjoner de kan frembringe, men samtidig ut fra hvor egnet de faktisk er til å rense overflaten. I Rensemetoder må i tillegg vurderes ut fra med hvilken enkelhet den kan benyttes,

hvilken kostnad den har, hvor tidkrevende den er og hvilke negative og positive konsekvenser den kan forventes å ha for monumentets framtidige tilstand.

Fokus i denne oppgaven har derfor vært å undersøke om misfarging og partikkelbelegg på overflaten kan identifiseres, og hvilke metoder som er best egnet og mest skånsomme for å kunne fjerne eller rense bort dette belegget. Hovedfokus vil være rettet mot marmorskulpturen, fremfor granittsokkelen, da marmorskulpturen tilstand og materialets art vurderes som å være mest sårbar overfor både nedbrytning forårsaket av partikkelsubstanser og ulike rensemetoder.

#### **1.4. Problemstilling**

*Har monumentets tilstand blitt forverret siden siste konserveringsbehandling, og hva er årsaken til denne eventuelle nedbrytningen, og hvilke rensemetoder er best egnet til behandling av monumentet uten å forårsake ytterlig skade?*

**For å svare på problemstilling vil følgende delmål bli belyst:**

- 1; Materialeidentifikasjon
- 2; Kartlegge monumentets tilstand
- 3; Identifikasjon av årsaker til nedbrytning
- 4; Kartlegge hvilke metoder som benyttes til rens av sten
- 5; Evaluere hvilke metoder som er best egnet og mest skånsomme
- 6; Vurdere hvilke konserveringstiltak som bør gjennomføres videre

## **2. Metode**

Det som skal belyses er hvordan monumentet som befinner seg *in situ* i et urbant og forurenset miljø kan undersøkes og behandles, og hvilke metoder som er tilgjengelige og kan gjennomføres, med minst inngripen og risiko for skade. Metodene for å undersøke må være både praktiske og meningsfulle. Ved undersøkelse av monumentet var det derfor viktig å finne metoder som både var tilgjengelige, lettvinne, gjennomførbare, økonomisk forsvarlige og praktiske å benytte i felt, siden monumentet er for stort og tungt til å flyttes til et laboratorium. Dispensasjon til prøvetaking er kun begrenset til minimale skrapeprøver fra partikkelbelegg på overflaten. Metodene som skal benyttes til å undersøke monumentet må derfor være portable og ikke-destruktive, samt mulige å utføre.

### **2. 1. Materialeidentifikasjon**

For å identifisere stenen, er det utført arkivundersøkelser, litteraturundersøkelser og rådføring med geologer, samt analyse av stenens overflate med XRF-Niton XLt og analyse av skrapeprøver med FTIR(Perkin Elmer Universal Sampling Accessory med programmet spectrum fra Perkin Elmer) og SEM(EDX)av typen JEOL JSM – 840 Scanning Microscope med programmet INCA . Dispensasjon til prøvetaking har vært begrenset til skrapeprøver på størrelse 0,5 x 0,5 cm. Det ble undersøkt om portable og ikke-destruktive analyseinstrumenter kunne benyttes til å identifisere elementer i stenen. Til dette ble det besluttet å benytte en XRF som er både ikke-destruktivt og portabelt, samt tilgjengelig. Skrapeprøver ble tatt fra monumentets overflate, og analysert med FTIR og SEM(EDX). Analyse av elementer i stenen ble utført for å undersøke om de ulike mineralene kunne identifiseres, slik at mulige reaksjoner som kan forekomme eller allerede har funnet sted i monumentet kan vurderes ut fra mineralenes forventede egenskaper og svakheter.



## **2. 2. Kartlegge monumentets tilstand**

Målet er å undersøke monumentets tidligere tilstand og hvordan tilstanden er per i dag, samt å undersøke hvilke tidligere behandlinger som er utført på monumentet og hvilken effekt disse har hatt. Dette ved å gå søke gjennom arkivlitteratur ved Munchmuseet og Vigelandsmuseet, for å finne tidligere fotodokumentasjon, tilstandsrapporter, konserveringsrapporter og annen korrespondanse i arkivene. Det er dessuten gjort litteraturundersøkelser for å finne informasjon om monumentet og kunstneren. For å kartlegge dagens tilstand er monumentet fotografert med et Canon kamera av typen Ixus 75. Skadetyper er inndelt i; sprekker, sort partikkelbelegg, grønnlig partikkelbelegg, tidligere konserveringer, og annet. Tilstandsvurdering er utført ved bruk av lupe og det blotte øye.

## **2. 3. Identifikasjon av årsaker til nedbrytning**

For å få en oversikt over mulige årsaker til nedbrytning av marmor og granitt er det blitt undersøkt i både konserveringslitteratur og geologisk litteratur. I tillegg ble det undersøkt målinger og data som er gjort av miljøet monumentet står i, for å se om det er faktorer her som kan forventes å føre til nedbrytning, i form av nedbør, luftforurensing og temperatur, samt svingninger i temperatur. Skrapeprøver av belegg på monumentet overflate ble analysert med XRF, FTIR og SEM(EDX). XRF ble benyttet for å undersøke om belegget kunne analyseres med en ikke-destruktiv metode. FTIR vil gi et spekter, som vil bli sammenlignet med kjente spektra for å kunne identifisere partikkelbelegget. SEM(EDX) vil kunne identifisere hvilke elementer som befinner seg i partikkelbelegget. Analysene ble utført for å vurdere om partikkelbelegget kunne være årsak til eller føre til nedbrytning av monumentet, samt for å undersøke hvor belegget kunne stamme fra. Avtrekk fra monumentets overflate ble utført med Tapestrips fra Mycoteam og analysert av biolog ved Mycoteams laboratorium. Tapestrips ble benyttet for å identifisere om det var biologiske vekster på monumentets overflate.

## **2. 4. Kartlegge metoder som benyttes til rens av sten**

Målet er å få en oversikt over de benyttede rensemetoder for spesielt marmoroverflater og for- og bakdeler med de ulike metodene. For å finne egnet rens metode ble det undersøkt i konserveringslitteratur for å se hvilke metoder som er tilgjengelige, og hvilke metoder som har gitt best resultat og er mest benyttet. Det ble tatt kontakt med konservatorer, og andre som jobber med behandling av sten for å undersøke hvilke metoder de benytter.

## **2. 5. Evaluere hvilke metoder som er best egnet og mest skånsomme**

Målet har vært å undersøke hvilke metoder som var best egnet og mest skånsomme for behandling av marmoroverflater. For å vurdere dette ble det undersøkt i konserveringslitteratur og kontaktet fagpersonell og konservatorer. Dette for å kunne finne ut hvordan evaluering av rens metoder gjennomføres og dokumenteres. For å svare på dette ble 22 ulike rens metoder testet ut, på stenprøver av norsk marmor og på selve monumentet. På stenprøver av norsk marmor ble rens metodene evaluert ved å dokumentere prøvenes overflate før og etter behandling med et Leica DMLM med Color View – soft imaging system og programmet analySIS. Overflatene ble fotografert med forstørrelsen 1,5 x 200. Evaluering av rens metodene på stenprøver i laboratoriet ble utført ved å vurdere om metodene hadde endret stenens overflate etter behandling i form av gjensittende rens produkt eller synlige skader på overflaten. Rens metoder testet ut på monumentets overflate ble evaluert visuelt og ved fotodokumentasjon før og etter med et Canon Ixus 75. Vektlagt for bedømming av rens metodene på monumentets overflate var hvor enkle metodene var å utføre, hvordan resultatet av rensingen ble og hvilke innvirkning metodene hadde på monumentets overflate.

## **2. 6. Vurdere hvilke videre tiltak og undersøkelser som bør utføres**

For å besvare dette ble samtlige undersøkelser, uttestinger og resultater vurdert. Litteratur- og arkivundersøkelser ble undersøkt for å vurdere hvilke tiltak og undersøkelser som tidligere er anbefalt.

### **3. Kulturhistorisk kontekst**

Monumentet ble utformet av billedhugger Stinius Fredriksen, på oppdrag av Filharmonisk Selskap som ville hedre komponisten Johan Svendsen.

Monumentet ble avduket på Johan Svendsens 100-års dag den 29. september 1940 vis a vis nedgangen til T-banestasjonen ved Nasjonalteateret (der nedgangen var i 1940 ved Studenterlunden).

I 1957 ble det sendt et brev fra Svendsens slektninger til Oslo bys ordfører angående monumentet som slektningene beskriver som gjemt og glemt bak høye trær, og at monumentet ikke blir hedret slik de øvrige monumenter i lunden (se arkivalia brev 1 (17.06. 1957)). Svaret viste at det var enighet om at monumentets plassering ikke var tilfredsstillende, og at saken skulle diskuteres i et møte hos Oslo Kommunes Kunstsamlinger (se arkivalia brev 2 (12. 08. 1957)). Ved dette møtet ble det fattet et vedtak om omplassering av monumentet, med forutsetning om at monumentet allikevel skulle bli stående i nærheten av Nasjonalteateret (se arkivalia brev 3 (14.10.1957)). I et brev til Hilda Didriksen (se arkivalia brev 4 (20.11.1957)) cirka en måned senere blir det antydnet at monumentet muligens er tiltenkt en plass innenfor det nye konserthusområdet. Det tyder ikke på at denne flyttingen har funnet sted, da det i 1973 blir sendt et brev til O. K. K. (se arkivalia brev 5 (22. 03.1973)) angående flytting av monumentet i forbindelse med gravarbeid for T-banen. I samme brev nevnes det at marmorskulpturen har flere sprekker, og at besiktigelse av monumentet vil bli utført av fagpersonell før monumentet lagres på en tomt på Ekeberg tilhørende P. O. I.

I 1976 blir det sendt et brev til kulturrådmannen (se arkivalia brev 7 (18.10.1976)) der muligheten for å plassere monumentet på Johan Svendsens plass (plassen foran konserthuset) vil bli undersøkt. Svaret på dette er at plasseringen må avgjøres snarest, da det er planlagt en konkurranse for utsmykning av akkurat denne plassen (se arkivalia brev 8 (03.11.1976)). Intet mer er kjent om plasseringen av monumentet, før det i 1980 blir sendt et brev fra Gulbrand Svendsen til Kulturrådmannen i Oslo Kommune (se arkivalia brev 9 (28. 03.1980)). G. Svendsen har besøkt Johan Svendsens datter Sigrid i København, og hun vil gjerne ha opplysninger om plassering av monumentet. I svaret sendt til datteren Sigrid (se arkivalia brev 10 (24. 04. 1980)) blir det opplyst om at monumentet fortsatt står lagret,

og at det i forbindelse med utsmykningskonkurransen av plassen foran konserthuset er besluttet å plassere to andre skulpturer på denne plassen. I samme brev kommer det videre frem at Svendsens monument er tiltenkt en annen plass i tilknytning til konserthuset. Forslag til plassering er triangelplassen mellom Dronning Mauds gate og Haakon VIIIs gate eller et grøntområde ved Ruseløkkveien. I et brev datert 19. 08. 1980(se arkivalia brev 11) blir triangelplassen beskrevet som noe øde og bortgjemt, og en tredje plassering på fortauet mot nord ved Munkedamsveien blir foreslått og anbefalt.

Kort tid etter blir det utført en befaring, hvor plassering av monumentet er utmålt på fortauet ved Munkedamsveien(se arkivalia brev 12(17.9.1980)). I forbindelse med plasseringen vil det bli utført uthugging for fundamentering av grunnen, slik at monumentets sokkel blir forsenket så langt som nødvendig. Fortaets stendekke vil bli ført helt inntil sokkelen, slik at den avsluttes i en rett omhyggelig linje langs sokkelen. I et brev av samme dato(se arkivalia brev 13) nevnes det at monumentet skal plasseres slik at det fungerer formmessig med Konserthusets fasade, og at monumentets sokkel plasseres parallelt med denne slik at monumentets front vender ut mot gaten. I nærheten er det også beplantet tre kastanjetrær. Alf Bø beskriver også monumentet som å stå i samklang med det store buede rom som formes av fasaden på Storebrand-bygget, og i spenningsfylt kontrast med Arnold Haukelands skulptur der borte. I et brev datert 19. 05. 1981(se arkivalia brev 14) fremkommer det at monumentet er blitt plassert på denne plassen på fortauet ved Munkedamsveien.

Befaring av monumentet ble utført av Erling Låberg ved LITHOS i 1985(se arkivalia brev 15(29. 03. 1985)). Monumentet blir beskrevet som å inneha de mest typiske former for degradering(nærmere beskrevet i kapittel 5), og konservering blir utført. Vedlikehold anbefales å utføres 3/4 de år, og om dette ikke gjennomføres bør monumentet flyttes innendørs. I oktober 1985 ble det skrevet en artikkel av Eva Braathen Dahr i intervju med Bjørn Bjørnseth, medlem av kulturutvalget i Oslo Kommune(ukjent i hvilken avis, kun kopi av utklipp er funnet). I artikkelen blir det påpekt at plasseringen er umusikalsk og lite verdig en betydelig komponist. Monumentet er omringet av parkerte biler og med garasje som bakgrunn, utsatt for endeløse eksosutslipp. I en artikkel fem år senere(Aftenposten 10.10.1990 av Rolf

Ulfrstad) blir plassering av monumentet igjen kritisert, og marmoren beskrevet som allerede skadet som følge av klimaet. Ulfrstad uttrykker samme år (november 1990), i en artikkel i Norsk Musikerblad nummer 11, ønske om flytting av monumentet. Samme år blir det tatt opp forespørsmål om omplassering av monumentet, da det har vist seg at marmorfiguren ikke tåler påkjenning fra kaldt klima, sur nedbør og luftforurensinger (se arkivalia brev 17(23. 11. 1990)). Det blir sendt en forespørsel om plassering i passasjen i folketeaterbygningen, i konserthuset eller i musikkhøyskolen, men det ser ut til at størrelse og tyngde gjør monumentet uønsket hos samtlige.

Da monumentet ikke blir flyttet, blir det i 1995 foreslått å dekke til monumentet hver vinter slik at frostsprengninger hindres (se arkivalia brev 20(13. 03. 1996)). Det blir i 1998 foretatt befaring og konservering av monumentet av den svenske konservatoren Anne-Marie Lind. . I år 2000 takker også Institutt for musikk og teater nei til henvendelsen om plassering av monumentet her (se arkivalia brev 21(09. 05. 2000)). I november 2000 nevnes det at området rundt skulpturen skal graves opp grunnet innlegging av bredbånd (fra journalutskrift tilhørende O. K. K. vedrørende Svendsen-monumentet). Mindre restaureringer og vasking utføres i 2000. Det er ikke kjent hva som ble foretatt i forbindelse med påtenkt graving i 2000. Fra 2000 og fram til befaring av undertegnede (2007) er ikke tiltak eller historikk i forbindelse med monumentet kjent. Monumentet står per i dag (mai 2008) fortsatt plassert på fortauet ved Munkedamsveien.

## **4. Originale materialer, teknikker og opprinnelig utseende**

Ulike typer stein kalles bergarter, og er bygd opp av en eller flere mineraler. Bergarter kan inneholde samme type mineraler, men blandingsforhold og kornstørrelse vil variere. Sten kan inneholde få mineraler eller være sammensatt av en rekke forskjellige mineraler. Et mineral er et naturlig forekommende fast grunnstoff med veldefinert kjemi som er formet av geologiske og biokjemiske prosesser, hvor morfologien kan være ulik og gi forskjellig oppbygning og variasjon i indre struktur og kjemisk komposisjon(Wenk og Bulakh 2004: 255).

Bergarter kan deles inn i tre hovedgrupper; magmatiske, sedimentære og metamorfe bergarter. Gruppen stenen tilhører forteller hvordan bergarten har blitt dannet. Magmabergarter er dannet fra størknet magma, sedimentære ved avsetning av sammenpresset løst materiale som så er herdet, og metamorfe har blitt omdannet under trykk og/eller varme(Jensen 2006: 57). Bergartene bestemmes ut fra hvilke mineraler de inneholder. Mineraler har en spesiell kjemisk struktur og sammensetning, og er det som gir mineralene bestemte fysiske egenskaper slik som for eksempel spaltbarhet, krystallform, farge og glans(Jensen 2006: 58). Det spesielle mineralinnholdet i en sten er også bestemmende for egenskaper som hardhet, porøsitet og hvor lett stenen vil smuldre(Naudé og Wharton 1993: 38).

Mineralenes egenskaper kan være med å identifisere hvert enkelt mineral. Mineraler har *krystallform*, som er grunnstoffatomer i en gitterstruktur som er spesielt for hvert enkelt mineral. *Glans* er hvordan lyset reflekterer fra mineralets overflate. Glans kan beskrives som å ha metallglans, silkeglans, glassglans og diamantglans. *Fargen* til et mineral kan variere, slik som eksempelvis kvarts som kan ha ulike farger. *Strekfarge* er fargen mineralet har i pulverform. *Hardhet* er skalert fra 1 til 10, og kalles Mohs' hardhetsskala. Skalaen forteller om mineralets motstand til å bli risset, der mineraler med en høy hardhet kan risse i mineraler med en hardhet som er lavere. Hardhet 10 er det hardeste, og hardhet 1 det bløtteste(Jensen 2006: 60-62). Hardhet 1-2 kan risses med en negl, opp til 5 kan risses med en kniv og hardhet over 6 kan risse i glass(Garmo 1995: 21). *Spaltelighet* er den tendensen mineraler har til å spaltes langs bestemte plan. Spalteflaten kan observeres når en sten er slått eller brutt(Jensen 2006: 62). Noen mineraler har ingen bestemt spalteredning, mens andre

har spesifikk retning og utseende(Jensen 2006: 8). Et mineral har en spesifikk *tetthet*, der vanlig stentetthet er  $2,7 \text{ g/cm}^3$ . Noen mineraler kan også ha distinkt smak, bruse ved kontakt med fortynnet syre, eller være magnetiske(Jensen 2006: 63). Ved kjennskap til de ulike mineralenes egenskaper vil man kunne få en forståelse for hvordan mineralene vil reagere og nedbrytes, og hvilken betydning dette kan ha for sten som er sammensatt av ulike typer mineraler.

#### **4. 1. Marmor**

Marmor er en metamorfisk kalksten som er dannet i forbindelse med fjellkjedefoldinger. Marmor er bygget opp av karbonater, som betyr at de har en struktur som består av et karbonation( $\text{CO}_3^{2-}$ ) og en eller flere metallioner. De vanligste er kalsitt( $\text{CaCO}_3$ ) og dolomitt( $\text{Ca, Mg}(\text{CO}_3)_2$ ), og marmor består hovedsakelig av bare kalsitt eller en blanding av kalsitt og dolomitt(Jensen 2006: 68).

I tillegg kan marmor inneholde små mengder av andre mineraler som kan være med å gi farge eller fargede årer i marmoren, slik som manganoksid/grafitt(mørk/grå/sort), jernoksider og hydroksider(rosa, rød, oransje og brune farger), diopsid(blålig), epidot/fuchsitt(grønnlig), limonitt/goetitt(gule årer) og kloritt(grønne årer)(Garmo 1995: 232 og Kemp 2006: 218). Ulike silikatmineraler kan også være å finne i marmor (Jensen 2006: 191). Kornstørrelsen til marmor er normalt mellom 0,2 til 2 mm, men kan finnes helt opp til 5 mm. Normal porøsitet for marmor er fra 0,5 % til 2,0 % (Urquhart 1999: 16). Dannelsen av marmor ved fjellkjedefoldinger har gitt marmoren en foldestruktur som ofte kan observeres som mørkere lag i marmorstenen. Ren kalsittmarmor er sjeldent i Norge, og norsk marmor består stort sett av dolomitt, kalksten og/eller blandingsbergarter(Garmo 1995: 232).

Kalsitt har en farge som er hvit til svakt gulaktig, med en hardhet på 3(Mohs) og tetthet på  $2,7 \text{ g/cm}^3$ . Den vil bruse ved kontakt med svak saltsyre(Jensen 2006: 84). Dolomitt er noe hardere enn kalsitt(3,5 til 4 Mohs), men kan også bruse svakt i kald saltsyre og sterkt i varm(Garmo 1995: 86). Dette betyr at marmor er en myk sten, som lett vil kunne reagere, spesielt i forbindelse med forvittringsprosesser som innebærer fuktighet, sur nedbør eller reaktive partikler, samt at den kan inneholde innslag av mineraler som også kan være sårbare mot ulike typer nedbrytning.

## 4. 2. Granitt

Granitt er en størkningsbergart som er dannet under høyt trykk og høy temperatur. Mineraler som er å finne i granitt er hovedsakelig plagioklas, feltspat, kvarts og biotitt, men mindre mengder av andre mineraler som for eksempel magnetitt, zirkon, titanitt, muskovitt og apatitt kan også forekomme. Granitt varierer i farge fra rødt, gult, grått, hvitt eller grønt, men er for det meste lyse med en kornstørrelse som varierer fra fin til grov (Garmo 1995: 206). Granitter har lav porøsitet som varierer fra 0,5 % til 1,5 % (Urquhart 1999: 15). Prosentandel og komposisjon av de ulike mineralene i granitter kan variere, men "normale granitter" består vanligvis av 20-60 vol % kvarts, 30-75 vol % alkalifeltspat og 20-50 vol % plagioklas i følge Wenk og Bulakh (Wenk og Bulakh 2004: 331). Jensen viser til at granitten har et SiO<sub>2</sub> (kvarts)-innhold på 70-72 % (Jensen 2006: 131). En granittstein som er rødlig tyder på at stenen inneholder en høy prosentandel med kalium-feltspat (kalifeltspat), og mørke silikatmineraler er oftest biotitt eller amfibol (utgjør generelt mindre enn 10 % i de fleste granitter) (Lutgens og Tarbuck 2003: 53-54). Hovedmineralene i en granitt har en hardhet mellom 6 og 7, som gjør den til en hard bergart, men andre mineraler som befinner seg i granitten kan ha ulike hardhetsgrader, slik som for eksempel biotitt med en hardhet fra 2,5 til 3, eller Zirkon med en hardhet på 7,5 Mohs. Ulike mineraler i en granittstein kan derfor ha ulike egenskaper og svakheter, slik som biotitt som forvitrer lett eller Zirkon som er kjent for å være motstandsdyktig ved forvitningsprosesser (Jensen 2006: 74 og Prestvik et. al 1995: 30). Mineralinnhold og sammensetning i granitten vil kunne si noe om hvilke prosesser som kan inntreffe om stenen utsettes for ulike typer nedbrytning.



### 4. 3. Teknikk

Uttagning av sten kan forekomme på tre ulike måter; Uttagning kan skje fra et felt som ligger i fjellsiden, eller fra et underjordisk felt under overflaten eller fra et bakkefelt. Et felt kan utvikle seg til å bli en annen type felt etter som uttagningen pågår og bruddets karakter endres(Shadmon 1996: 41). Et underjordisk felt har vist tendensen til å gi materiale av høyere kvalitet, hvor en årsak er at dette materialet er mindre utsatt for forvitring enn det som befinner seg over bakken og er eksponert for større grad av nedbrytning(Shadmon 1996: 42). Åpningen av et brudd starter med å rydde overflaten fri fra jord, vekster, småstein og annet som dekker stenen. Dette kan utføres med ulike typer utstyr, som bulldoser, gravmaskin, høytrykksspyler, spader, raker og annet verktøy som varierer i forhold til overflatebeleggets natur(Shadmon 1996: 47).

Til uttagning av selve stenmaterialet kan en rekke med ulike metoder og utstyr benyttes, som avhenger av både forekomsten og materialet. Til å kutte løs stenen fra stenmassen blir det brukt kutteutstyr som for eksempel drillmaskin, beltesag, og diamantsag, men også andre metoder som bruk av ulike typer eksplosiver, mekaniske anretninger i form av løftekraner, hydrauliske systemer og/eller apparatur som benytter seg av varme, slike som for eksempel kan kutte sten ved hjelp av varmestråler eller med elektriske bølger. Videre vil materialet kunne bli fraktet fra bruddet ved hjelp av kran, vinsj, skuffer, rullebånd og annet(Shadmon 1996: 48). Før materialet blir sendt videre fra bruddet kan materiale bearbeides for å skape ønskede former og størrelser. Dette kan utføres med utstyr av varierende art slik som kiler, meisler, hammer, håndkutter, og motorsag(Shadmon 1996: 50). Stenmaterialet har derfor undergått en rekke påkjenninger fra ulike verktøy innen det ankommer billedhuggeren som igjen skal arbeide videre på stensblokken.

Bearbeidelse av stenmaterialet for billedhuggeren består i å forme, brette, fragmentere, splitte, kløyve, børste, flake, slipe og polere, slik at ønsket form og overflate oppnås(Shadmon 1996: 73). Hovedverktøy til arbeid på sten er ulike typer hammere, meisler, driller og forskjellige varianter av sag, hvor det i nyere tider også i større grad er blitt benyttet mekanisk utstyr. Tilhugging av stensblokken utføres ved å hugge av sten ved bruk av utstyr som hammer, bormaskin og planeringsverktøy. Overflaten kan bearbeides ved å knuse med en stjernehammer eller kantmeisel, og

slipes ned ved bruk av andre typer meisler og høveljern. Polering utføres ved å bruke mange slags teknikker og verktøy(Shadmon 1996: 75).

Til behandling av overflaten kan det benyttes en rekke fremgangsmåter. Børster kan benyttes på overflaten slik at den dannes til pulver som etterpå blåses bort og etterlater overflaten jevn. Hammer og meisel kan gi en overflate som er mer ru(Shadmon 1996: 74). I tillegg kan en rekke andre verktøy med ulike form og størrelse benyttes til å få fram ønsket fasong og overflateeffekt. Størrelse, form og vekt av verktøyet, samt i hvilken vinkel og retning verktøyet rettes, har betydning for hvilket resultat det gir på overflaten(Shadmon 1996: 79).

#### **4. 4. Identifikasjon av sten**

For å identifisere sten var metoder i petrografi og mikrostudier av tynnslip lenge de eneste metodene som ble benyttet. I første halvdel av 20-århundre ble også *XRD-spektra* brukt. Et slikt spekter gir et kjemisk fingeravtrykk av en prøve. *Isotop-metoder* ble introdusert til bruk på marmor rundt 1970, og er den metoden som er den mest suksessfulle for å bestemme opprinnelsen til marmor. Andre metoder som har kommet på banen siden begynnelsen av 1980-tallet for undersøkelse av sten, er for eksempel *magnetic resonance*, *cathodoluminescence*, *laser reflectance*, *xeroradiography*, *porosimetric studies*, og *colour spectrophotometry analyse*(Attanasio 2003: 52), og andre metoder som *optisk emisjons spektroskopi*(OES), *atomic absorption spectroscopy*(AAS), *X-ray fluorescence*(XRF), *electron microprobe*(EMP), *neutron activation analysis*(NAA) og ulike metoder som benytter plasma teknologi(Attanasio 2003: 40).

I henhold til Attanasio er det ingen av de øvrige metodene som har erstattet isotop-metoder og petrografisk data i studie av marmor. En kombinasjon av metoder har vist seg å være nødvendig, da ingen av metodene (i følge Attanasio)egenhendig har vist seg å besvare alle problemer relatert til identifikasjon og lokasjon.(Attanasio 2003: 33-34). Mange av metodene som benyttes for å klassifisere og undersøke utføres på preparerte prøver, slik som for eksempel tynnslip. Dette krever at det er mulig å fjerne en bit av selve stenmaterialet som skal undersøkes. I svært mange tilfeller, spesielt med materiale av kulturell art, er dette ikke etisk forsvarlig eller en

ønsket tilnæringsmåte. På stengjenstander av slik sort er det hensiktsmessig å finne ikke-destruktive analyse metoder. Flere av metodene kan også vise seg å være vanskelig tilgjengelige, kostbare og kreve inngående kompetanse ved bruk av instrumenter.

#### **4. 5. 1. Litteratur- og arkivsøk**

Befaringsrapport av Erling Låberg fra Lithos, datert 29. 03.1985(se arkivalia brev 15), henviser til monumentet som grå norsk marmor fra Salten i Lofoten. I et annet brev(se arkivalia brev 18(12. 12. 1990) blir Fredriksens monument omtalt som å være av rød granitt og hvit Fauske-marmor. Også i et brev datert 14. 09. 1995(se arkivalia brev 19) blir skulpturen beskrevet å være i hvit Fauske-marmor med en sokkel i rød granitt. Det er ikke henvisninger til hvor noen av de overnevnte personer har hentet informasjon angående skulpturens materiale fra. I litteratur fra NGU blir den hvite og grå marmortypen fra Fauske kalt *Antique Foncé*, eller *Hermelin*(tidligere kalt *Antique Veiné*)(se vedlegg 1 for mineraloversikt). Det viser seg at det ikke alltid blir differensiert mellom *Antique Foncé* og *Hermelin*(tidligere kalt *Antique Veiné*), og at den grå-hvite marmoren ofte går under begge betegnelser. Ved en av marmorforekomstene i dette området i Nordland blir konglomeratlagene beskrevet som oftest linseformet og atskilt av tynne, kalkfattige sandsteinslag. I bruddet kan det være stor variasjon i tykkelsen på konglomeratlagene så vel som størrelsen på bollene og fordelingen av dem, som vil si at marmoren kan varierer mye i utseende, farge og "renhet". Historien viser at stenbruddsvirksomheten i dette området regnes med å ha startet opp på 1880-tallet. Da var det hvit dolomittmarmor og produksjon av mer fargerik kalkspatmarmor og dolomitt-kalkspatmarmor med undervarianter av den hvite og grå *Antique Veiné* og *Antique Foncé* marmoren, som var mest i fokus. Det viser seg at marked i dag er mer rettet mot andre typer marmor, og at den hvite dolomitten er en sjelden vare i dagens marked(<http://www.ngu.no/no/hm/Georessurser/Naturstein/Viktige-natursteinsforekomster/Fauskemarmor/>). Da marmoren i skulpturen mest antagelig er fra 1940, da monumentet ble framstilt, kan det være mulig at stenen er fra et felt hvor denne typen ikke lenger hentes ut eller at feltet er tømt, eller at selve bruddet er stengt.

#### 4. 5. 2. Visuell analyse og samtale med geolog

Tom Andersen ved Geologisk institutt (privat telefonsamtale den 16. oktober 2007) viser til at Oslo Byleksikon fra åttitallet forteller at skulpturen er av Fauske-marmor, mens utgaven fra sekstitallet kun nevner at skulpturen er av marmor. Hvem eller hvilken informasjon som har ført til endring av denne opplysningen er uklart. Om marmoren ikke er fra Fauske mener Tom Andersen at kan det være snakk om annen norsk marmor, slik som for eksempel den fra Tjøtta eller Gjellebekk, men det er heller usikkert. Han uttrykker videre at om marmoren skulle vise seg å være en dolomitmarmor er det mer sannsynlig at den er norsk, men om det er en kalsittmarmor er den nok heller fra utlandet (e-mailkorrespondanse våren 2008). Norsk Billedhugger Forening (privat telefonsamtale den 19. oktober 2007) har ikke registrert materialebruk benyttet i Svendsen-monumentet. Det er også fra ukjent hold gjort antydninger om at det kan være snakk om marmor fra Italia, muligens Carraramarmor.

Visuell undersøkelse av skulpturen ble utført av geolog Inge Bryhni før behandling i 1999. Han beskrev skulpturstenen som en Fauske konglomerat omdannet til marmor. Konglomeratstrukturen er der, men er vanskelig å se. Stenen har boller av kalksten og dolomitt, og ble omtalt som en hvit dolomitt-sten. Overflaten viser at den er blitt prikkhamret (privat telefonsamtale med Inge Bryhni, 27.09.07). Bryhni uttalte at om dette er en norsk marmor, så er det mest sannsynlig en marmor fra Fauske-området. Skulpturstenen ble beskrevet over telefon til geolog Tom Heldal (privat telefonsamtale 02.10.07), sammen med et referat fra Inge Bryhnis observasjoner. Heldal mente ut fra denne samtalen at den hvite marmorstenen enten var en *Antique Foncé* (hvit og grå marmor med mest grått), eller en *Hermelin* (hvit og grå marmor med mest hvitt). Visuell sammenligning med prøver (marmorplater tidligere ligget i avgangshallen på Gardermoen) av Fauske-marmor typen *Antique Fonce*, tyder på at marmorplatene har en farge som er noe mørkere og blåligere enn skulpturmarmoren, samt mer homogen.

Tom Andersen beskriver granitten som en lys bergart, en helt udeformert og middelkornig granitt med kvarts og feltspat, samt biotitt som det mest fremtredende mørke mineralet. Den flekkvise rødfargen skyldes finfordelt hematitt ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) på sprekker og korn grenser. Bergarten mangler helt deformasjonsstruktur, men har noen

feltspatkorn som er litt større enn de andre, det som kalles fenokrystaller. Rødfargen er dannet ved prosesser etter at bergarten var størknet, men antakelig fortsatt mens den var nokså varm (rundt 200-300 grader C). Jern i magnetitt og andre jernholdige mineraler har oksidert og falt ut som en tynn film av hematitt. Opprinnelsessted for bergarten er ukjent, det er ikke snakk om drammensgranitt, iddefjord/båhus-granitt eller noen av de andre velkjente granittene vi finner ellers i Oslo. og muligens er ikke granitten engang norsk(privat korrespondanse 2-4 juni 2008).

#### **4. 5. 3. Resultat av XRF – analyse**

Analyser av marmorskulpturens overflate har vist at skulpturen inneholder kalsium(Ca), og noen sporelementer av silisium og jern. Andre elementer som kan vises små mengder av i spekteret er svovel, klor, mangan og titan, men det er usikkerhet forbundet med disse(se vedlegg 2).

Analyser av granittsokkelen viste innhold av silisium, kalium, kalsium og jern, med mindre topper i spekteret av titan og svovel(se vedlegg 2).

Instrumentet har ikke vært gunstig når det gjelder å detektere grunnstoffer fra hydrogen til magnesium, og elementer innenfor dette området er ikke registrert i prøveresultatene.

#### **4. 5. 4. Resultat av FTIR – analyse**

Analyse av skrapeprøve av skulpturmarmoren viste at spekteretopp for prøven lå mellom spekteretopp for kalsitt( $\text{CaCO}_3$ ) og spekteretopp for dolomitt( $\text{Ca, Mg}(\text{CO}_3)_2$ ). Spekteretopp for dolomitt kan derimot variere noe avhengig av prosentforholdet mellom magnesium og karbonat(personlig kommunikasjon Hartmut Kutzke, kjemiker ved Historisk museum, Oslo ). Analyse av skrapeprøver fra prøvemarmoren(fra Gardermoen) viste at også spekteretopp for denne marmoren falt mellom spekteretoppene for dolomitt og kalsitt(se vedlegg 3). Det ble utført analyse kun av én skrapeprøve fra marmorplatene og skulpturmarmoren. Dette fordi det var ønsket å ta minst mulig destruktive prøver av skulpturen. FTIR analyse av granittsokkelen ble ikke utført.

#### **4. 5. 5. Resultat av SEM(EDX) – analyse**

Analyse av marmorskulptur ble utført på to prøver; en fra ren marmor og en fra marmor med partikkelbelegg. Den rene prøven viste innhold av kalsium(Ca), karbon og oksygen, og et felt på prøven ga utslag på en mindre mengde kobber(Cu). Prøven med partikkelbelegg viste store mengder med kalsium, samt mindre mengder silisium(Si), magnesium(Mg), jern(Fe) og strontium(Sr), samt karbon og oksygen.

Analyse av korn fra granittsokkelen, muligens med noe partikkelbelegg, viste innhold av silisium(Si), jern(Fe), aluminium(Al), kalium(K), kalsium(Ca), magnesium(Mg). Mindre mengder barium(Ba) og strontium(Sr) ble registrert på et felt(se vedlegg 4).

Instrumentet har vist seg å gi usikre eller ukorrekte målinger av elementer fra hydrogen til oksygen, og elementer innenfor dette er derfor ikke tatt med i alle prøveresultater.

#### **4. 5. 6. Konklusjon om identifikasjon av sten**

Nøyaktig identifikasjon av marmorskulpturen og granittsokkelen har vært vanskelig å utføre uten å benytte destruktive analysemetoder som krever større prøver enn små skrapeprøver. XRF-analyse viste at marmorskulpturen inneholder Ca(kalsium), FTIR-analyse viste at prøven fra marmorskulpturen har en spektrumtopp som sammenfaller med den for karbonater(CO<sub>3</sub>). FTIR-analyse av prøve fra marmorskulpturen og prøve av annen norsk marmor viste begge en topp i spekteret så lå mellom kalsitt og dolomitt. Dette kan tyde på at marmorskulpturen ikke er en ren kalsittmarmor, men at den inneholder både dolomitt og kalsitt. Dette stemmer godt med det som er beskrevet som mineralinnhold for grå og hvite marmortyper fra Fauskeområdet. SEM(EDX)-analyser viste derimot bare kalsium, og ingen magnesium på prøve av ren marmor. Men analyser av marmor med partikkelbelegg viste både innhold av silisium og magnesium. Det er usikkert om dette stammer fra partikkelbelegget eller fra selve marmorstenen. Da det kun er foretatt analyser av mindre skrapeprøver, må det konkluderes med at det er usikkert om marmorskulpturen er en dolomitt- eller kalsittmarmor, men på grunnlag av analyser, samtaler med geologer og litteratursøk kan det være sannsynlighet for at marmorskulpturen er en norsk marmor.

Ifølge geolog inneholder granitten mineraler som er typiske for granitter, slik som kvart, feltspat og biotitt, mens rødfargen skyldes finfordelt hematitt( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Både XRF- og SEM(EDX)analyse viste elementer som finnes i disse mineralene. Opprinnelsessted for granitten er ikke identifisert, men det er sannsynlig at den ikke er norsk.



*Bilde 5: Nærbilde av mineralene i granitten*



*Bilde 6: Nærbilde av bruddflate med ren marmorsten*

## **5. Behandlings- og skadehistorikk**

### **5. 1. Tidligere tilstand**

Fra monumentet ble avduket i 1940 og frem til demontering og lagring i 1973, stod monumentet plassert i nærheten av nasjonalteateret ved Studentperlunden. I et brev datert 17.juni 1957(undertegnet Hilda Didriksen), ble det påpekt at monumentet stod gjemt og glemt bak høye trær. Det er ikke kjent om det ble utført befarings på grunnlag av dette brev, men det blir fattet et vedtak om planer for omplassering av monumentet. Den første skadebeskrivelsen av monumentet, siden avduking i 1940, er å finne i 1973(Brev til Oslo Kommunes kunstsamlinger undertegnet Haakon Endreson og Ole Trana fra kontoret for park- og idrettsanlegg datert den 22.mars 1973). Grunnet gravearbeider for T-banen, blir det utført en befarings av monumentet, hvor marmorskulpturen blir beskrevet som å ha flere horisontale og vertikale sprekker, spesielt i bakre venstre hjørne. Det nevnes at dette er i slik omfang at det kan føre til at deler av hjørnet kan løsne. Granittsokkelen nevnes ikke. Monumentet demonteres i 1973, og står så lagret innendørs frem til 1980, da den blir plassert ved sin nåværende plass ved Munkedamsveien.

I 1985 blir det utført en befarings av monumentet av Erling Låberg(fra LITHOS – Stone Conservation Group Restoration, Consultation). Monumentet beskrives som å vise de mest typiske former for degradering, i form av sprekkdannelse og avskalling av materiale grunnet vann-absorpsjon med påfølgende frostskafer. Skitt og støv har blitt deponert på overflaten, til dels absorbert av marmoren. Belegg av CaSO<sub>4</sub>(gypsum) har dannet seg, samt biologiske angrep som mose, lav og etc. (Brev til Tone Wikborg, undertegnet Erling Låberg datert den 29.8.1985). Behandling av monumentet blir utført av Erling Låberg etter denne befaringsen. Han påpeker dessuten at vedlikehold av monumentet bør utføres hvert 3 / 4 de år, og om dette ikke kan gjennomføres, så bør monumentet flyttes innendørs.

I 1990 blir marmorskulpturen(heller ikke her blir sokkelen omtalt) igjen beskrevet som å ha mange sprekker, og at klimaet den befinner seg i ikke er gunstig(artikler av Rolf Ulfrstad, Aftenposten 10.10.1990 og Norsk Musikerblad - Nr. 11 1990). Dette blir støttet opp av konservator Tone Wikborg(brev til



Folketeaterbygningen datert 23.11.1990), som påpeker at marmorskulpturen viser påkjenninger som følge av kaldt klima, sur nedbør og luftforurensinger. Det beskrives på dette tidspunkt at marmoren smuldrer opp i overflaten, når ikke hele stykker rett og slett blir sprengt av (Brev fra Pål Hougen til Folketeaterbygningen, datert 12.12.1990). Også her nevnes det at skulpturen må flyttes under tak. Monumentets ugunstige plassering og eventuelle omplassering diskuteres i en rekke andre brev. I 1996 blir det fattet et vedtak om å plassere en trekasse rundt marmorskulpturen vinterstid.

I juni 1998 blir det utført en ny befarings av monumentet, men kun av marmorskulpturen. Denne gangen av konservator Anne-Marie Lind fra Sverige. Skulpturen beskrives her som å være generelt skitten over hele overflaten, av et belegg som stort sett består av sot og avgasspartikler, samt leire, grus og rester av graffiti. Det er ingen tegn til alger direkte på overflaten, men alger er å finne under overflaten der småbiter har eksfoliert. Eksfolieringen forekommer over hele skulpturen, i form av både store og små biter (opp til 5-6 centimeter), som har falt av eller snart vil komme til å falle av. Større eller mindre sprekker er å finne over hele skulpturen og i alle retninger. Hodet og nærliggende partier er mest skadet. Mindre hull på ulike områder på skulpturen er fylt med et materiale som ligner gips, og som viser spor av sulfater ved analyse. En senere analyse viste ingen spor av sulfater. Ingen spor av klorider ble funnet. Behandling av monumentet ble utført i etterkant av befarings av Anne-Marie Lind.

I 2000 blir det nevnt at området rundt skulpturen skal graves opp, men det er ikke funnet dokumentasjon på om dette ble utført eller hvordan dette har berørt monumentet. Samme år blir skulpturen rapportert å være skitten og tilgriset med fuglemøkk, samt sprekkdannelse og løse deler, Skulpturen beskrives som å være porøs og i dårlig stand (Journalutskrift om Svendsen-monumentet fra O. K. K. arkiver). Monumentet står fortsatt utendørs ved Munkedamsveien i dag (vår 2008).

## 5. 2. Tidligere behandlinger

Første kjente behandling av monumentet utføres av Erling Låberg i 1985. Kun hans konserveringsplan foreligger i Munch-museets arkiver, hvor påfølgende behandling av monumentet er planlagt:

- Rensing av skulpturen med absorberende leirer med  $\text{NH}_3\text{CO}_3$
- Fjerning av tusjpenpigment
- Manuell fjerning av  $\text{CaSO}_4$  – belegg(Gypsum)
- Fjerning av mikroflora
- Konsolidering av sprekker med kalk og marmorpulver
- Rensing av sokkel med absorberende leirer og  $\text{NH}_3\text{CO}_3$
- Beskyttelse av monumentet med spesialvoks

Det nevnes i konserveringsplan at fremgangsmåter og materiale som blir benyttet under behandling følger italiensk standarder for stenkonservering.

I 1999 ble det utført behandling av monumentet av Anne-Marie Lind fra Sverige. Det er bare registrert skadebeskrivelse og behandlingsrapport for marmorskulpturen. Rengjøring av skulptur utføres med lunkent vann og et tensid(et overflateaktivt stoff, som ofte benyttes i blant annet vaskemidler for å trekke skitten ut), samt nylonbørster. Etter vask ble skulpturen pakket inn i bentonitt-leire og 5 % ammoniumbikarbonat, men kun de områder som hadde behov for dette, noe som omfattet cirka tre fjerdedeler av skulpturen. Da leiren hadde tørket ut, ble skulpturen rengjort lett med vann. Da hadde mesteparten av det mørke belegget forsvunnet, men noe ble sittende igjen i mindre partier. Disse partier ble skrubbet med børster, hvor det meste av belegget forsvant, utenom enkelte grønne partier. Det ble ikke utført videre behandling av disse områder.

Konsolidering ble utført ved å injisere konsolideringsprodukt i sprekkeene gjentatt tre ganger med tork mellom hver påføring. Ved første injisering ble det anvendt produktet GypStop(se vedlegg 5 for produktinformasjon) P22 20 % 180 ml, andre injisering GS P 20 % 60 ml, og tredje injisering GS P 20 % 60 ml + litt aceton. Stenen var tett, og aceton løste problemet med inntregning. Til større sprekker ble det anvendt GS P 40 % med knust marmor. Sprekkene ble først injisert med en liten mengde GS P 10 %. Blandingen med knust marmor ble injisert, og gjentatt tre ganger med tork mellom hver. 3 ganger 30 ml GS P 20 % ble anvendt for å forsterke

blandingen. Siste injisering ble pigmentert med en enhetlig farge som ble benyttet over alle partier uansett fargenyanse. En helkonsolidering ble så utført med 20 % GS P med en anelse aceton, og påført med børster to ganger (til sammen 6 dl). Skulpturen ble pakket inn i vått cellostoffer og så tørket for å avsalte (se vedlegg 7 for fotodokumentasjon av denne behandlingen).

Monumentet er registrert vasket i 2000, ved å benytte lunkent vann og børste. Et løsnet stykke på cirka 1 x 3 cm ble satt på plass i front av skulptur, men usikker hvordan. Vedlikeholdsavdelingen ved konserthuset har fortalt at de har pleid å vaske skulpturen en gang i året, da med å spyle skulpturen med en vannslange.

Både Anne-Marie Lind og Erling Låberg påpeker at videre nedbrytning er å forvente, og at en god bevaring av monumentet kun kan forekomme om monumentet flyttes innendørs.

### **5.3. Tilstandsbeskrivelse per i dag (vår 2008)**

Monumentet består av to deler, en marmorskulptur og en granittsokkel. Granittsokkelen har en ru overflate grunnet teknikken den er uthugget med. Den har ingen synlige sprekker eller avskalninger på overflaten, bortsett fra på den venstre sidens bakre hjørne. Her er det et stort hakk som er cirka 10 x 3. Sokkelen har noen partier med brune linjer som kan observeres på baksiden nederst til høyre, og noe rundt det høyre hjørnet, og beveger seg rundt hakket i hjørnet. Det er usikkert om dette er komponenter i stenen eller om det er fremmedelementer som har satt seg fast på overflaten. Sokkelens horisontale flater har mange felter med mørkere belegg som skiller seg fra den øvrige stenen. Dette kan ikke observeres på sokkelens vertikale sider i samme grad, men her er det enkelte områder som skimter litt grønlige, spesielt på den venstre siden. Den nederste delen på sokkelen, stort sett rundt hele sokkelen er senket ned i fortauet omgitt av fliser. Langs denne linjen vokser enkelte grønne vekster opp, samtidig som sokkelen fra bakkenivå og cirka ti cm opp har en noe mørke nyanse som tyder på at fuktighet har trukket opp i stenen.

Marmorskulpturen har også en ru overflate grunnet uthuggingsteknikk. Fargen kan beskrives som grå og hvit i ulike nyanser. Overflaten har et utseende som kan beskrives som noe skjoldete. Dette kan skyldes uensartethet i selve stenen, men tyder

mer på at ulike nyanser i grått er dannet av belegg på stenen overflate. Dette belegget er noen steder å finne som tynt støv, og andre steder som er mer tettsittende belegg som sitter fast i overflaten. Belegget er tettest på de områder av skulpturen som er minst utsatt for vind og regn, nemlig i konkaviteter, fordypninger, overheng og hulrom. Dette kan observeres i hulrom i front som dannes mellom arm og nakke, og i hulrom ved hånd, ansikt og fiolinhalsen, men også i hulrom på baksiden som dannes ved andre arm, ansikt og nakke. I overhenget som dannes på fiolinens side og i kjolens draperinger på skulpturens høyre side sitter belegget mer fast i overflaten. På toppen av hodet og i skulpturens nakke er det også store områder som har lagt seg i alle småsprekker og linjer. Belegget i nakken har noe grønlig farge. Spredd over store deler av skulpturens overflate er små, hvite og matte flekker med størrelse fra noen få millimeter opp til 1-2 centimeter. Flekkene er godt integrert i stenen og antas å være boller av dolomitt.

Det er sprekkdannelse på flere områder av skulpturen. Disse sprekkene kan observeres flere steder på marmorblokken kvinnen sitter på, i hjørnet av notene, rundt kvinnens høyre skulder, over kvinnens venstre kne, øverst på ryggen, på kvinnens høyre hånd, flere steder på fiolin, store deler av hodet, langsmed kvinnens bakende og ellers rundt om på store deler av marmorblokken hun sitter på.. Sprekkene varierer i lengde fra noen få centimeter og opp til cirka 30 centimeter, og går både horisontalt, vertikalt og diagonalt, men er stort sett ikke bredere enn noen få millimeter. Sprekkene møter hverandre flere steder. Dette kan føre til fare for at større deler og biter kan falle av, slik som for eksempel hjørnet på marmorblokken eller store deler av skulderen. Dette kan gjelde biter fra 1 x 1 centimeter og opp til 10 x 10 centimeter. I fronten der notarket danner en spiral har dette allerede forekommet.

Flere steder på skulpturen er det fare for avskalninger av overflaten. Dette fordi overflaten er ru med mange områder med sprekker på kryss og tvers. Steder der dette allerede skjedd kan observeres som små områder med en diameter fra cirka 0,5 til 2 cm, som er lysere og med mer glans enn den øvrige overflaten. Denne fargen som observeres på undersiden av avskalninger kan tyde på at stenen opprinnelig har hatt en lysere grå farge med mer glans.

Edderkopper, spindellev og andre små insekter er å finne på skulpturen, samt fuglemøkk enkelte steder. Tidligere behandling er ikke alltid lett å observere, men en

linje med et lysere grått belegg er å se i sprekken som går langs skulderen i front. Det samme forekommer i sprekker i ansiktet. Enkelte sprekker tyder ikke på spor etter konsolidering da de virker åpne med en bredde på gjennomsnittlig 1-2 millimeter. Det er spor etter at samme konsolideringsprodukt er brukt der det har vært en grop eller avflaking på overflaten (se vedlegg 6 for tilstands- og skadekart).



## **6. Årsaker til nedbrytning av monumentet**

Nedbrytning av monumentet kan forårsakes av svakheter i selve stenen, eller som følge av ytre påvirkning. Svakheter i stenen kan skyldes at stenen inneholder elementer som er lett reaktive, eller at strukturelle svakheter har oppstått som følge av dannelse av stenen. Svakheter i stenen kan også ha oppstått ved uttakning fra brudd, transport av stenen eller ved kunstnerens uthugging av monumentet. Ytre påvirkning kan skyldes at monumentet reagerer med ulike substanser som finnes i miljøet den står i, eller at monumentet slites ned av vær og vind. Det at monumentet ikke er inngjerdet gjør den tilgjengelig for berøring, klatring og andre støtskader.

Dette monumentet står plassert i sentrum av Oslo by, nær et meget trafikkert veikryss. Den er ikke dekket til med tak eller annet og er derfor direkte utsatt for både vær og partikler fra luften og trafikken. Været og temperaturen kan variere meget i Oslo, slik at monumentet er utsatt for både snø, frost, nedbør og temperatursvingninger. Vinterstid dekkes monumentet i cirka tre måneder med en kasse i tre. Dette kan forhindre at monumentet utsettes for snø og sterk frost, men kan føre til at det danner seg et mikroklima under kassen. Monumentet vil i miljøet den står i være utsatt for både kjemisk, mekanisk og biologisk nedbrytning.

### **6. 1. 1. Mekanisk og fysisk nedbrytning**

Uttak av sten fra bruddet kan utføres ved å benytte kraftige metoder, slik som for eksempel av dynamitt. Dette kan føre til stress i stenen. Videre kan stenen utsettes for støt og verktøy til fremstilling av et monument, og hardt utstyr som brukes til behandling av overflaten. Alle disse prosessene kan føre til påkjenning på stenens struktur. Dette kan gjøre at det danner seg sprekker og fissurer i og på stenen (Torraca 1988: 23).

Mikrosprekker kan også oppstå som følge av endringer i temperatur. Sprekker i stenen kan gjøre stenen mer porøs og videre lede til at vann trenger lettere inn i stenen, noe som utgjør fare for sprenghet av stenen innefra, og til økt effektivt overflateområde som blir tilgjengelig for kjemisk nedbrytning (Kemp 2006: 222). Porøs sten kan utvide seg når de absorberer vann, og trekke seg sammen når vann

slipper ut(Torraca 1988: 29). Svingninger i temperatur vil kunne føre til rask utslipp av vann, eller til at vann i stenens porer fryser og danner iskrystaller, som presses mot poreveggene. Ulike mineraler kan utvide seg og trekke seg sammen ved forskjellige temperatur, og i sten med ulike mineralkomponenter kan dette føre til sprekkdannelse(Kemp 2006: 222).

## **6. 1. 2. Kjemisk nedbrytning**

Kjemisk reaksjon er en prosess der substanser reagerer med hverandre og danner nye stoffer(Brandt m. fl. 1998: 220). En slik reaksjon krever tilstedeværelse av vann(fuktighet), og i forbindelse med stenmaterialet vil kjemisk nedbrytning hovedsakelig dreie seg om oppløsning av elementer i stenen(Torraca 1988: 39). En kjemisk reaksjon kan oppstå i stenen selv, slik som ved for eksempel marmortyper som inneholder pyritt( $\text{FeS}_2$ ), hvor svovlet omdannes til svovelsyre ved tilstedeværelsen av vann(Kemp 2006: 224). Kjemisk nedbrytning kan også oppstå som følge av at komponenter i stenen reagerer med reaktive stoffer eller partikler som befinner seg i miljøet rundt stenen, noe sten som står utendørs er spesielt utsatt for. Det er ved tilstedeværelse av regnvann og annen type fuktighet at slike kjemiske reaksjoner kan forekomme. Partikler i luften kan legge seg på stenens overflate, og danne et belegg som inneholder ulike reaktive kjemiske komponenter som kan forventes å reagere med stenens overflate og føre til nedbrytning av stenen. Nedbrytning av stenmaterialet kan skje gradvis eller hurtig, og avhenger både av stenmaterialets komposisjon og hvilke partikler som befinner seg i miljøet rundt(Van Grieken m. fl. 1998: 2327). De sammensetningene som befinner seg i luften, og som er av størst betydning for nedbrytning av sten er; karbon dioksid( $\text{CO}_2$ ), svovel oksider( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ), nitrogen oksider( $\text{NO}_x$ ), partikkelsubstanser( $\text{PM}_x$  – particulate matter), ammoniak( $\text{NH}_3$ ), ozon( $\text{O}_3$ ), hydrogen fluorid( $\text{HF}$ ) og hydrogen klorid( $\text{HCl}$ )(Van Grieken 1998: 2327). Disse kan fungere som katalysatorer for ulike oksidasjonprosesser som fører til nedbrytning av stenen, ved at mineraler i stenen løses opp og/eller danner nye substanser, slik som for eksempel gypsum( $\text{CaSO}_4$ ). Dette vil kunne gjøre stenen mer porøs og kunne gi en svakere struktur, hvor stenen blir mer sårbar for videre nedbrytning.

### **6. 1. 3. Biologisk nedbrytning**

Biologisk angrep kan forekomme i form av mose, alger, bakterier, lav, mugg, insekter, og andre typer biologisk vekst. Slike organismer kan forringe gjenstandens estetiske uttrykk, og ulike biologiske organismer kan gi fra seg avfallsstoffer i form av organiske og uorganiske syrer som kan lede til kjemiske reaksjoner med materialet som er angrepet. Vekster kan formere seg og trenge inn i materialets struktur og porer som kan føre til mekanisk nedbrytning (Sterflinger 2004: 1).

Et eksempel på en slik biologisk nedbrytning kan observeres med vekster av lav, som kan føre til både kjemisk og mekanisk nedbrytning av stenmaterialet. Mekanisk kan stenen nedbrytes ved at sopptrådene trenger inn i stenen og ved at deler av veksten utvider seg og trekker seg sammen ved endringer i fuktighet. Dette kan føre til at stenen sprenger i porene. Kjemisk nedbrytning skjer ved at veksten avgir avfallstoffer slik som oksalsyre som kan reagere med kalsiumkarbonatet i stenen, slik at det dannes en ny sammensetning som legger seg som et belegg på overflaten (Price 1996: 10). Ulike bakterietyper kan produsere syrer, både sterke og svake, som kan korrodere stenmaterialer som er sensitivt for syrer (Torraca 1988: 49). Algeangrep skjer for det meste i meget fuktige miljøer, gjerne tropiske, men de trekker sjelden langt inn i stenen. Lav dannes ved symbiose av sopp og alger, men mange lavarter kan ikke leve i forurensede atmosfærer (Torraca 1988: 50). Mose kan bryte ned overflaten på sten, og det har vist seg at mose har en tendens til å danne seg i områder hvor sement er benyttet til konsolidering (Torraca 1988: 51). Dannelsen av ulike organismer avhenger av fuktighet, klima, luft- og lys-tilgang, der enkelte krever høy fuktighet for å trives og andre mindre, og noen krever sollys for videre formering, mens andre hindres i vekst ved eksponering av sol. Reaksjoner som kan forventes avgjøres også av hvilke mineraler som er i stenen, eller hvilke produkter som har dannet seg på stenen (Cronyn 1990: 39).



#### **6. 1. 4. Salter**

Skader grunnet salt kan forekomme på ulike måter, og føre til tap av materiale i form av avflaking av overflaten, sprekkdannelse, granuløs oppløsning og estetiske endringer(Lombardo et al. 2004: 203). Skader kan oppstå ved at salt i løsning krystalliserer seg slik at det dannes saltkrystaller som ekspanderer i stenens porer(Van Grieken m. fl. 1998: 2328). Ved økt fuktighet kan hydratsalter som befinner seg inne i stenen trekke til seg vann uten å løse seg opp, og slik kan de øke sitt volum slik at det utøves mer press på poreveggene i stenen som kan føre til kollaps av veggene(Cronyn 1990: 103). En mettet saltløsning vil kunne utfelles på eller under overflaten og føre til efflorescens eller skorpedannelse. Hovedsalter som er kjent å forekomme er karbonater, sulfater, klorider og nitrater, samt oxalater av natrium, kalium, kalsium, magnesium og ammonium(Arnold og Zehner 1989: 31-32). Saltskader styres av parametere som egenskapene til materialet, løsningen som er tilstede og type salt, samt innvirkning fra miljøet(Lombardo et al. 2004: 203).

#### **6. 2. Årsaker til nedbrytning av marmor**

Marmor inneholder en stor mengde kalsitt( $\text{CaCO}_3$ ), og er spesielt utsatt for sur nedbør. Karbondioksid, svovel oksider og nitrogen oksider kan løses i vann og reagerer med kalkholdig sten, slik som marmor(Van Grieken m. fl. 1998: 2327). Svoveldioksid( $\text{SO}_2$ ) kan føre til dannelsen av gypsym( $\text{CaSO}_4$ ) ved at  $\text{SO}_2$ -gass reagerer med den kalkholdige marmoren i nærvær av høy relativ fuktighet(RF), en oksidant og en katalysator. Karbonholdige partikler kan absorberes av gypsumlaget og føre til at det dannes en sort skorpe(Van Grieken m. fl. 1998: 2328).



Karbondioksid løser seg i regnvann å gi en svakt sur løsning som vasker ut kalsittmatrisen i marmoren. Nitrogen oksider er svært løselige i vann, og kan være vanskelig å spore, men kan virke som katalysator i oksidering av  $\text{SO}_2$ .

$\text{PM}_x$  og aerosols er definert som ulike typer partikkelsubstanser som befinner seg i atmosfæren. Disse kan føre til tilskitning av overflater, og inneholder kjemikaler som

kan virke som katalysatorer for oksideringsprosesser(Van Grieken m. fl. 1998: 2328). På kalksten, slik som marmor, vil belegg være kraftigst på beskyttede områder som er lite eksponert for regn og rennende vann. Dette fordi marmorens løselighet tillater belegg på eksponerte områder å bli vasket bort av regnvannet(Young et al. 2003: 5).

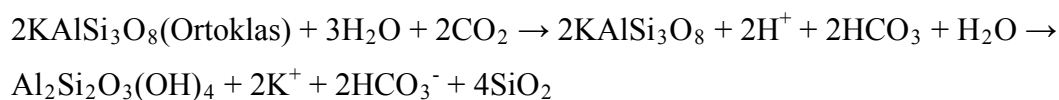
Biologiske angrep på marmor kan føre til at stenen sprenges der organismer får trenge inn i stensubstansen, og til misfarginger av områder hvor veksten har lagt seg. I tillegg kan visse organismer produsere kjemikaler som reagerer med komponenter i stenen, slik som for eksempel vekster som produserer oksalsyre som reagerer med kalsiumkarbonat( $\text{CaCO}_3$ ), og danner kalsium oksalat( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) som kan observeres som en gul patina(også kalt *scialbatura*)på overflaten(Kemp 2006: 224).

Marmor består hovedsakelig av kalsitt, som kan være fra fin til grovkornet(Jensen 2006: 207). Kalsittkrystaller utvider seg ikke likt i alle retninger, noe som kan føre til stress og dannelse av mikrosprekker ved svingninger i temperatur(Kemp 2006: 222). Både kalsitt og dolomitt, som er hovedbestanddeler i marmor, har en hardhet som er under 4 Mohs, noe som betyr at de lett kan rispes med skarpe gjenstander, slik som kniver, stålborster og lignende.

### **6. 3. Årsaker til nedbrytning av granitt**

Granitt er kjent for å være en hardfør sten, og er mer motstandsdyktig overfor forvitring enn en del andre steiner, slik som for eksempel sand- og kalksten(Jensen 2006: 135). Granitten inneholder nesten alltid større og mindre sprekker, noe som vil øke overflaten hvor vann kan trenge inn, slik at bergarten kan brytes opp eller forvitre langs sprekkene(Jensen 2006: 131), og kjemisk forvitring og oppsmuldring av granittsten starter først langs sprekkene(Jensen 2006: 138). Tilsmussing av granitt forekommer ofte som et tynt partikkellag som er tatt bundet til overflaten, en tykkere gypsumskorpe eller som følge av biologisk vekst. Analyser av sorte partikkelbelegg på granitt(i Skottland) har vist tilstedeværelsen av sot, jernoksider og hydroksider, sulfater, klorider, fosfater, blykompositter, silikatmineralstøv og stoffer fra avgasser, asfalt og bildekk(Urquhart et al. 1997: 7). På granittsten vil belegg være kraftigst utbredd på og i nærheten av hyppig vætete områder, på horisontale og skrånende flater, samt på eksponerte detaljer(Young et al. 2003: 5).

Eksempel på nedbrytning av granitt er der granitten utsettes for karbondioksidholdig vann slik at det krystalline nettverket i silikatmineraler angripes. Dette ved at hydrogen ionet( $H^+$ ) i vannet reagerer med silikatmineraler som feltspat, biotitt og andre mørke mineraler, noe som kan føre til at mineralene omdannes til leirmineraler som for eksempel kaolinit. Dette kan illustreres ved mineralet ortoklas:



Denne prosessen påskyndes av varme, og er derfor mer vanlig i varme strøk(Jensen 2006: 139). Surt regnvann kan føre til at jernholdige mineraler som biotitt og pyritt danner brune/gyllne flekker(Normandin og Slaton 2006: 133). Hovedmineralene i granitt har en hardhet mellom 6 og 7, men inneholder også mykere mineraler som biotitt og muskovitt som lett kan eroderes bort om de utsettes for skarpe redskaper i likhet med kalsitt- og dolomittmineraler som er å finne i marmor(Normandin og Slaton 2006: 135).

#### **6. 4. Identifikasjon av mulige årsaker i omgivelsene**

I det urbane miljøet er det tre faktorer som kan nevnes som kan påvirke nedbrytning av monumentet. Disse er meteorologiske faktorer, slik som temperatur og fuktighet, naturlige atmosfæriske komponenter, slik som for eksempel marine salter, og partikler og gasser i atmosfæren som er forekommet grunnet forurensing(Smith 1996: 5). Tilstedeværelsen av substanser som kan føre til nedbrytning behøver ikke å innebære at disse er årsaken til nedbrytningen, men kan bety at de kan være potensielle for senere skade(Warke 1996: 35).

Monumentets overflate er dekket av både sorte belegg og grønne belegg. Disse beleggene kan være av organisk og/eller uorganisk opprinnelse. Ofte er slike belegg en kombinasjon og samhandling mellom forurensede partikler fra luften, biologisk vekst og mineraler i stenen selv. Slike belegg fra forurensede urbane miljø kan inneholde en rekke ulike partikler og vekster, slik som partikler fra sot, olje- og kullfyring, asfalt og bildekk, hydrokarboner, hydroksider, jernoksider, bly

komponenter og andre metaller, sulfater, klorider og andre salter, silikatmineral støv, samt alger, lav, bakterier, sopp og andre vekster(Young et al. 2003: 5).

#### **6. 4. 1. Temperatur, fuktighet og nedbør**

Været og klimaet i Oslo er svært variert i løpet av et år, og det er hyppige svingninger i temperatur, fuktighet og nedbør. Målinger utført av været for bare de siste fem-seks årene viser en gjennomsnittlig temperaturforskjell på cirka 50 grader celsius fra årets laveste til årets kaldeste temperatur hvert år. Fuktigheten varierer i lik måte med en forskjell på over 80 % relativ fuktighet i løpet av året(<http://www.helse-og-velferdsetaten.oslo.kommune.no/-vedlegg> til årsrapport 2007; Luftkvaliteten i Oslo: 31).

#### **6. 4. 2. Atmosfæriske komponenter: salter**

Salter kan komme fra en rekke ulike kilder, heriblant salt fra havet, salt som er benyttet til salting av gatene om vinteren, luft forurensing, vann fra bakken, samt produkter eller vann som er benyttet til rensing av monumentet(Vitina et al. 2004: 221). Oslos gater har de siste årene vært fri for is og snø, noe som har ført til økt luftforurensing i sentrum. Tiltak for å dempe denne luftforurensingen har vært å salte veiene med en vannløsning av magnesiumklorid (<http://www.samferdselsetaten.oslo.kommune.no/article98721-8963.html> og <http://www.helse-og-velferdsetaten.oslo.kommune.no/article91405-6472.html>).

#### **6. 4. 3. Partikler og gasser fra forurensing**

Forurensende stoffer som finnes i luften er blant annet svevestøv(PM), nitrogendioksid, svoveldioksid, benzen, karbonmonoksid, PAH(organiske forbindelser), og ozon(<http://www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Lokal-luftforurensning/Forurensende-stoffer/>). Rapporter for 2007 har vist at det er trafikk og vedfyring som er hovedårsaken til luftforurensing(<http://www.byradsavdeling-for-miljo-og-samferdsel.oslo.kommune.no/miljo/article78554-4773.html>). Konsentrasjonen av stoffer som sot, bly og svoveldioksid ligger under det som er

anbefalt i henhold til luftkvalitetskriterier, men både utslipp og konsentrasjon av nitrogendioksid(NO<sub>2</sub>) og svevestøv(PM<sub>10</sub>) er fortsatt et problem([http://osloogakershus.miljostatus.no/msf\\_themepage.aspx?m=2451](http://osloogakershus.miljostatus.no/msf_themepage.aspx?m=2451)).

Svevestøv har vært et problem i norske storbyer siden 1980-tallet, og støvkonsentrasjonen er høy sammenlignet med andre store byer i Europa og USA(Erichsen et. al 2004: 5). I en undersøkelse utført av Erichsen et. al i 2004(NGU rapport nr: 2004.037), ble svevestøvet i Trondheim analysert for å dokumentere støvets innhold. Resultatene viste at støvet ble dominert av mineralsk materiale, med klare indikasjoner på at dette stammer fra asfaltdekket(Erichsen et. al 2004: 1). Metallinnhold i støvet var hovedsakelig sink, kobber og arsen, som antagelig stammer fra bildekk. Analyse av asfaltkjerner fra nærliggende veier har vist at alt tilslagsmateriale fra asfaltdekket var å finne i svevestøvet. Støv fra feiemaskiner ble også analysert, hvor partikler fra asfaltdekket, bildekk, bremsebelegg, eksosutslipp og vedfyring var å finne, samt små mengder toluen(Erichsen et. al 2004: 6)(se vedlegg 8).

## **6. 5. Undersøkelse av kassen og miljøet under kassen**

En trekasse med to hull øverst på den ene siden plasseres over kassen hver vinter. Dette utføres av park- og idrett(POI) ved å løfte kassen av og på med en vinsjekran. Kassen plasseres over marmorskulpturen slik at kassens bunn hviler på granittsokkelens horisontale flate på kortsidene. På langsidene stikker kassen 2-5 centimeter ut fra sokkelen, slik at det blir lufttilgang. Innvendig må kassen beskrives som å være noe skitten, med rester av et vepsebol i det ene hjørnet, samt en del spindelvev, støv og skitt. Kassens nedre del ser noe slitt ut, hvor trematerialet har begynt å smuldre opp og lett kan plukkes av. Resten av året står kassen lagret utendørs ved POIs anlegg på Sogn. Her står den, i følge personen ved POI som tar av og setter på kassen, direkte på gresset uten å tildekkes. Ingen rengjøring av kassen er kjent utført.

Datalogger under kassen har vist en temperatur på -6,9 °C på det laveste og 23,3 °C på det høyeste, med lavest relativ fuktighet(RF) på 22,9 % og høyest RF på 98,8 %. Sammenlignet med meteorologiske observasjoner ved Blindern hvor høyest

og lavest temperatur har vært henholdsvis  $-6,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , og RF på 40 % og 96 %. Temperatur og relativ fuktighet ved Blindern og ved monumentet kan variere noe grunnet ulik beliggenhet. Datalogger har vist at temperaturen har vært noenlunde stabil, med økende temperaturer utover våren som normalt, det samme for målinger tatt ved Blindern. Den relative fuktigheten målt under kassen har derimot hatt store svingninger i RF fra en RF over 90 % og helt ned til under 30 % i løpet av samme uken. Dette er ikke tilfelle ved Blindern, der største svingninger i RF er målt til fra rundt 90 % til litt over 40 % i løpet av en uke (se vedlegg 9 og 10). Det er usikkert om svingninger i RF under kassen skyldes miljøet under kassen, eller om dette også er kjennetegnet for miljøet rett utenfor kassen.

Det er derfor vanskelig å stadfeste hvilken effekt kassen har i forhold til beskyttelse mot svingninger i temperatur og relativ fuktighet, da temperaturen under kassen stort sett er lik den som er målt ved Blindern i samme periode, og den relative fuktigheten har enda større svingninger enn det som er målt ved Blindern.

Kassen vil derimot beskytte mot nedbør, og kanskje i en viss grad mot partikkeldeponering, noe som kan være gunstig spesielt i forhold til luftforurensing som har økt grunnet mindre is og snø i gatene de siste årene (se avsnitt 6. 4. 2.).



*Bilde 9: Trekasse satt over skulptur cirka tre måneder hver vinter.*



*Bilde 10: Trekassen løftes av og på med kran.*



*Bilde 11: Kassens nedre del smuldrer opp.*



*Bilde 12: Innsiden av kassen er møkkete, med spindelvev og vepsebol.*

## **6. 6. Konklusjon**

Monumentet ligger svært utsatt til for trafikk sentralt i Oslo sentrum, med kort avstand til havet(cirka 500 meter, avgrenset direkte med en 10 etasjers bygning), og det står eksponert til for vær og klima. Det er ikke skjermet for fysisk berøring av publikum, og tre meter unna står tre kastanjetrær hvor nedfall legger seg rundt og i nærheten av monumentet. Monumentet utsettes ved sin plassering for en rekke ulike faktorer som kan føre til nedbrytning, både ulike forurensingssubstanser, salter, biologiske organismer, vær, nedbør og svingninger i klima.

## **7. Test av partikkelbelegg på monumentets overflate**

I betraktning av undersøkelser utført i kapittel 6, med tanke på årsaker som kan føre til nedbrytning av monumentet og miljøet det befinner seg i nå, er det stor sannsynlighet for at monumentet er utsatt for en rekke ulike nedbrytningsmekanismer. Belegget som har dannet seg på monumentets overflate antas dermed å kunne inneholde varierende komponenter av både organisk og uorganisk materiale. Analyser av partikkelbelegget ble utført med ulike instrumenter for å se om innholdet i partikkelbelegget kunne kartlegges, slik at mulige årsaker og faktorer til nedbrytningen kunne diagnostiseres.

### **7. 1. XRF**

Instrumentet ble benyttet direkte på monumentet, og ulike områder på monumentet ble analysert. Resultatet ble det samme som for analyse utført i avsnitt 4. 5. 3.(se vedlegg 2). Det er derfor usikkert om instrumentet kan differensiere mellom elementer i selve stenen og partikkelbelegg på overflaten.

### **7. 2. FTIR**

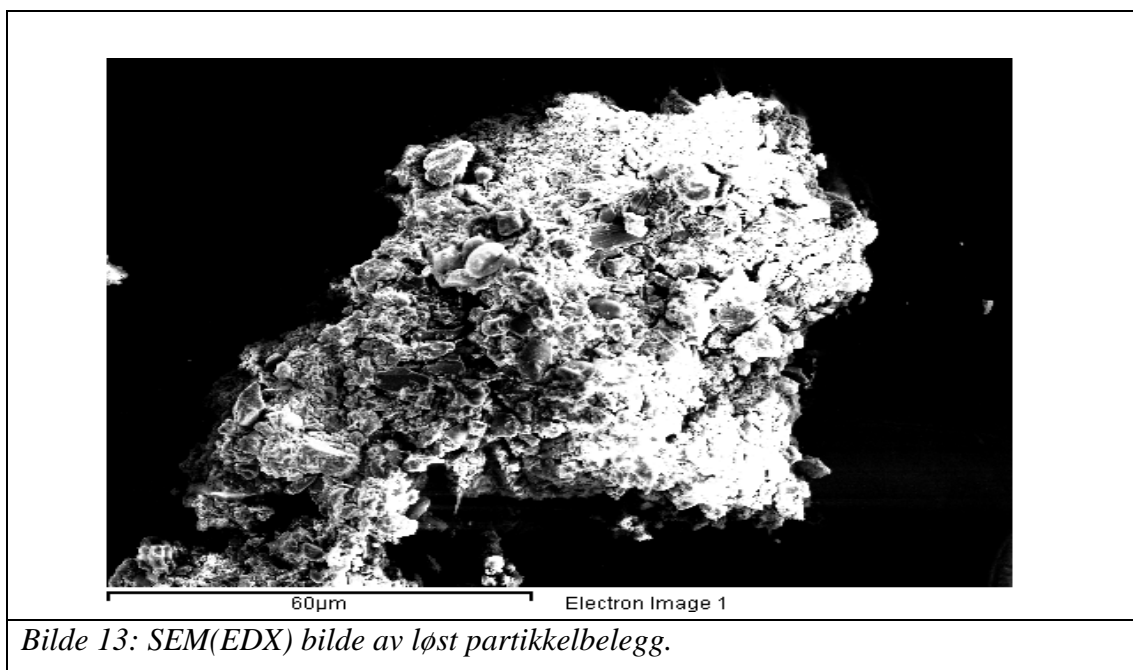
Partikkelbelegg ble skrapet av monumentets overflate på et område på cirka 0,5 x 0,5 cm. Prøve 1 viste topp på 1000, som er topp for silikater. Prøve 2 hadde topp på rundt 1400, som er kjennetegnet for karbonater, slik som kalsitt, og prøve 3 hadde topp rundt 1000, og en mindre topp rundt 1400(se vedlegg 13).

### **7. 3. SEM(EDX)**

Partikkelbelegg ble skrapet av monumentets overflate på et område på cirka 0,5 x 0,5 cm, og deretter preparert for analyse med SEM(EDX). Prøve 1(løst partikkelbelegg fra marmorskulpturens overflate) viste kalsium og silisium som hovedelementer, med noe aluminium og jern(se vedlegg 14). Analyser av skrapeprøver av ren overflate på marmorskulpturen viste stort sett kalsium, mens prøver av marmor med

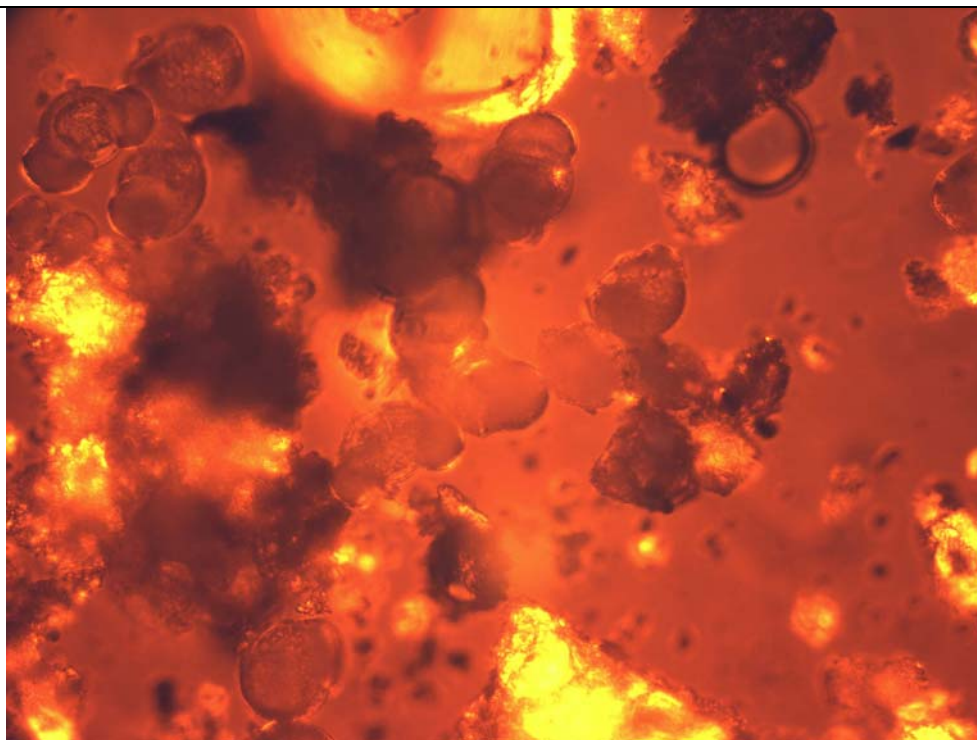


partikkelbelegg(fast partikkelbelegg) viste foruten kalsium, mindre mengder med silisium, magnesium, og jern. Analyse av granitt med mulig partikkelbelegg(fast partikkelbelegg) viste innhold av elementer som også finnes i granittens mineraler, og det har vist seg vanskelig å differensiere mellom elementer i granitten og mulige substanser som skyldes partikkelbelegg(se vedlegg 4).



#### **7. 4. Analyse av tapestrips fra Mycoteam**

Tapestrips fra Mycoteam ble presset mot et område på ca 2 x 8 cm. Seks prøver ble tatt på seks forskjellige områder på monumentet. Disse ble så analysert i laboratoriet ved Mycoteam av biolog(se vedlegg 11 for analyseresultater). Samtlige prøver viste tegn til svertesopp og alger fra moderat til rik mengde. I prøve en(nederst på venstre side av sokkelen) var det kombinasjon av sopp og alger i hverandre som tyder på begynnende dannelse av lav. Det brune belegget på sokkelens bakside er ikke biologisk vekst, og mer sannsynlig mineraler eller spor av rust. Det var høy forekomst av ikke biologiske partikler fra alle tre prøver tatt fra marmorskulptur. Dette er mest sannsynlig støv av ukjent art. En prøve(5) viste også store mengder med pollen, som kan være forventet av en prøvetaking gjort på våren(se vedlegg 12 for mikroskopbilder av tapestrips).



*Bilde 14: Mikroskopibilde av tapestrips fra overflaten (forstørrelse 1,5 x 200).*

### **7. 5. Måling av salter**

Målinger ble utført for å teste etter klorider, sulfater og/eller nitrater på monumentet.

Til dette ble det utført kjemisk testing på løsninger med mulig spor av salter.

Sølvnitrat ( $\text{AgNO}_3$ )-løsning ble benyttet for test etter klorider,

bariumklorid ( $\text{BaCl}_2$ ) 5 % -løsning for test etter nitrater og jern(II)sulfat ( $\text{FeSO}_4$ )-

løsning for test av nitrater (Odegaard et al. 2000). Samtlige prøver testet negativt for alle tre salter (se vedlegg 15 for metode).

### **7. 6. Svakheter og feilkilder ved målinger og analyseinstrumenter**

Ved bruk av XRF har det vist seg vanskelig å differensiere mellom elementer i selve stenen, og mulige substanser i partikkelbelegg på overflaten. Dette gjelder også ved bruk av SEM(EDX) der partikkelbelegg har vært fastsittende på overflaten. Ved fjerning av fastsittende belegg kan korn fra stenen selv følge med, og dermed kunne

gi utslag på målinger. Det samme har vist seg på analyser utført med FTIR, der prøver av fastsittende belegg også har vist elementer som finnes i stenen. Målinger av salter kan ha gitt negativt resultat som følge av ulike faktorer; trekkpapiret som har trukket til seg salter kan ha trukket til seg for liten mengde salter, væskemengden som er benyttet til å løse opp salter fra papiret har vært for stor slik at konsentrasjonen av salter har vært for lav til å gi utslag, eller preparering av kjemikalier har vært feilaktig. For test av nitrater ved bruk av jern(II)sulfat-løsning har tester vist negativt resultat der konsentrasjonen har vært under 1 % w/v, og for test av sulfater har mengden prøve betydning for reagenser som tilsettes(Odegaard 2000: 115 og 125).

## **7. 6. Konklusjon**

Analyser med SEM(EDX) og FTIR av løst partikkelbelegg har vist at belegget er av mineralsk art(hovedsakelig silikater(silisium) og kalsium), med innslag av små mengder metaller(aluminium og jern). XRF-analyse viste for det meste kalsium, men små mengder svovel, silisium, klor og jern kan muligens også være substanser i belegg på monumentets overflate. Målinger av salter ga negativt resultat, og spor av svovel og klor har kun blitt identifisert som små topper i XRF-spekteret.

Undersøkelse av tapestrips viste både sopp, alger og dannelse av lav. Konklusjoner er at partikkelbelegget inneholder hovedsakelig mineralske partikler og biologiske vekster, men lite eller ingen salter.

## **8. Rensemetoder til behandling av stenoverflater**

Valg av rensemetode må ta i betraktning struktur, mineralogi og sammensetning av stenmaterialet, samt hvilke partikler eller belegg som har lagt seg på overflaten og hvordan dette er integrert med stensubstansen eller ei. Det kan dessuten dreie seg om ulike typer belegg som kan bety at ulike metoder eller en kombinasjon av metoder må benyttes. Noen metoder kan kreve før- og etterbehandling, og dette må også vurderes i behandling av stenen. Rensemetoder kan ved bruk virvle opp som støv, trenge ned i grunnen eller grise til omgivelser eller misfarge andre deler av gjenstanden. Metoder kan dessuten være tidkrevende, risikofylte eller kostbare, og slike faktorer må overveies i forbindelse med hvordan metoden skal utføres, tiden behandlingen krever, kostnad av apparater og utstyr, hvilke kunnskaper om bruk av metoden som er nødvendig, hvordan metoder kan påvirke miljøet og om områder av gjenstanden ikke skal behandles og hvordan dette området eventuelt kan beskyttes. Hvor godt egnet metoden er til å fjerne spesielle partikler og belegg er dessuten relevant for det ferdige resultatet, og for å sikre at deler av belegget ikke blir liggende igjen på overflaten og gir risiko for hurtig videre nedbrytning. Det kan oppstå tilfeller der det er vanskelig å få fjernet alt belegg, men så er det en etisk vurdering om det at noe lar seg fjerne er bedre enn at intet blir fjernet (Normandin og Slaton 2006: 137).

Det finnes flere typer rensemetoder for å behandle sten. Noen metoder kan være godt egnet for enkelte typer sten, men uegnet for andre (Amoroso og Fassina 1983: 270). Bruk av vann og vanndamp er eldre metoder, mens abrasives og laser er relativt nye. (Normandin og Slaton 2006: 136). Da det er ønskelig å bruke en metode som fører til minst skade og integrasjon med stenen er det mest fornuftig å starte med den mildeste metoden, for deretter å prøve ut metoder som er mer hardhendte.

## 8. 1. Vannbaserte metoder

Vann kan løse opp skitt og belegg slik at dette sveller, blir mykere og lettere kan fjernes fra overflaten. Vannet som benyttes kan være vanlig vann fra kran, tyngre vann(mer kalkholdig), destillert eller ionisert vann. Vannet kan dessuten være varmt, lunkent eller kaldt. Vannet som brukes kan påføres med ulike mengde og med ulikt trykk. Metoder der vann blir benyttet må det ofte brukes børster i etterkant for å skrubbe bort rester som blir liggende. Det er viktig at børstene ikke er for harde slik at de ødelegger selve stenen.. Børster av stål bør unngås, mens børster av nylon og hår er bedre egnet. Destillert vann i forbindelse med CO<sub>2</sub> kan føre til at marmor kan løse seg opp(Amoroso og Fassina 1983: 271). Bruk av steamer kan gunstig å benytte på flater som er ujevne, men metoden må etterfølges med skrubbing med børster(Amoroso og Fassina 1983: 272). Vannet som benyttes bør være fritt for elementer som kan føre til flekkdannelse på overflaten(Normandin og Slaton 2006: 140). Vann med trykk kan føre til erodering av myk og sårbar sten. Vann med lavt trykk og mist er fordelaktig for bruk på marmor, da belegget som ligger på overflaten ofte består av gypsum som er vannløselig, men slik vann kan være mindre gunstig å bruke på granitt. Granitten er robust og tåler også oftest bruk av vann med høyere trykk(Normandin og Slaton 2006: 140). Meget høyt vanntrykk er ikke anbefalt for noen sten da dette kan presse vann dypt inn i stenen, som kan føre til oppløsning og mobilisering av salter, samt til frostsprenging om vannet fryser inn i stenen. Steamcleaner har den fordelen at det er behov for mindre mengder vann, og bruk av damp kan øke effektiviteten av andre rensemetoder om det skal benyttes i tillegg(Normandin og Slaton 2006: 141), men steamer bør benyttes med forsiktighet da det kan oppstå termiske mikrosprekker i marmoren(Kemp 2006: 226).

## 8. 2. Mekaniske metoder

Dette involverer metoder hvor rensing utføres ved å slite bort, skrape av eller skrubbe bort det uønskede belegget eller misfargingen(Normandin og Slaton 2006: 143). Dette kan gjøres ved å benytte et slipemiddel eller verktøy som kan skrape bort uønsket belegg. Verktøy som benyttes kan være alt fra skalpell til dremmel til større slipemaskiner. Slipemiddel består av en blanding av partikler som kan ha ulik hardhet, størrelse, og kan påføres med eller uten vann, med ulike mengder vann og med ulikt trykk. Bruk av slipemiddel til rens må etterrenses ved å benytte vann da rester av slipemiddelet kan legge seg på overflaten eller i sprekker og porer(Amoroso og Fassina 1983: 273).

Av slipemiddel kan det benyttes grovere slipepartikler, slik som sand, men dette kan være svært skadelig for stenoverflaten. Det er også mekaniske metoder som benytter slipepulver, kalt mikroslipeing eller "air-abrasive". Dette er systemer som bruker finere slipepulver, slik som for eksempel knust dolomitt, natriumbikarbonat, aluminiumoksid, kalsiumkarbonat og mikroglassperler(Amoroso og Fassina 1983: 275). Det er viktig å rense stenen etter bruk av slike systemer, da slipemidlene som benyttes kan inneholde elementer eller salter som kan ha en negativ effekt på stenen. (Normandin og Slaton 2006: 144-145). Bruk av slipemiddel kan være vanskelig å kontrollere, og det kan oppstå fare for skade og erosjon på stenflaten som ligger under skittbelegget. Dessuten kan overflatedetaljer og dekor bli ødelagt. Kraftig verktøy kan være vanskelig å kontrollere og føre til at større deler enn det som ønskes å fjerne faller av. Belegg og skitt som slipes av kan etterlate en flate som er lysere enn resten av stenen, og kan medføre at det estetiske uttrykket blir forringet. For å bevare den estetiske helhet kan det da bli nødvendig å behandle alle flater for å oppnå en jevn farge. Erodering av overflaten kan føre til at partikler kan feste seg enda hardere enn før behandling(Winkler 1994: 277).

### 8. 3. Kjemiske metoder

Disse metodene innebærer å rense ved bruk av kjemikaler, sure eller alkaliske. Ulike typer vaskemidler kan også regnes som en kjemisk rensemethode (Normandin og Slaton 2006: 139). Kjemikaler benyttes mest for spesialtilfeller, og bør utføres med stor forsiktighet. Dette fordi bruk av kjemikaler er forbundet med høy risiko og kan føre til ugjendrivelig skade (Amoroso og Fassina 1983: 278). Kjemikaler som benyttes kan være basiske eller sure. Ulike typer såpe og vaskemidler må også betraktes som kjemikalier. Sure løsninger kan løse opp marmor, og bør unngås. De kan derimot være nødvendig som etterbehandling for å nøytralisere alkaliske løsninger der dette er benyttet. Alkaliske løsninger kan være nødvendig å benytte på lokaliserte kraftige flekker, der andre metoder ikke ha fungert (Normandin og Slaton 2006: 139).

Mange kjemikaler benyttes sammen med vann, og de samme konsekvenser som med kun vannbaserte metoder kan oppstå. Kjemikalier reagerer dessuten direkte med partikkelbelegget og stenen, og kan også være helseskadelig. Det er viktig å rense godt etter bruk av kjemikaler for å hindre at overskytende kjemikaler blir liggende igjen i stenen. Dessuten må det utøves kontroll med hvor overflødige produkter havner, slik at skade på ubehandlede områder, nærliggende gjenstander eller miljø unngås. Vaskemidler kan inneholde ulike komponenter som skal styrke yteevnen til renseproduktet. De kan være meget sure eller svært alkaliske, eller inneholde kjemikalier som er skadelig for miljøet. For at et vaskemiddel skal fungere er det viktig at overflaten og partikkelbelegget våtes på forhånd (Normandin og Slaton 2006: 150).

Biosider benyttes for å fjerne og hindre videre biologisk vekst. Slike midler kan inneholde en løsning med vaskemidler og kjemikalier, og påføres en våtet overflate som så skrubbes og så renses med vann med lavt trykk. De kan ha ulike kort- og langtidseffekter. (Normandin og Slaton 2006: 155). Bruk av biosider kan føre til misfarging av marmor, og kan løse opp pigmenter i biologisk vekst.

#### **8. 4. Absorberende omslag metoder**

Dette kan bestå av absorberende pulver, leire eller gelé som skal trekke til seg og drive ut salter, skitt og belegg som ligger på overflaten eller i porene. Noen slike typer som er nevnt er sepiolite og attapulgit (Amoroso og Fassina 1983: 282). Dessuten bentonittleire, laponite og såkalte biologiske omslag (Amoroso og Fassina 1983: 286). Tiden for hvor lenge et slikt omslag skal sitte på vil variere fra noen timer til noen måneder. Noen omslag skal tørke før de fjernes, mens andre skal holdes fuktig under hele behandlingsperioden. Omslaget kan fjernes med vann, spatler og børster (Amoroso og Fassina 1983: 282). Ved bruk av biologiske omslag bør det utføres en etterbehandling med et middel som hindrer biologiske angrep.

Omslag som skal benyttes bør velges ut fra hvilke kjemikaler eller elementer som er tilstede i produktet. (Normandin og Slaton 2006: 139). De vanligste typene er mineralbaserte leirer og cellulosebaserte. Slike omslag kan bestå av komplekse sammensetninger og kan inneholde mineraler, salter, metaller, organiske stoffer eller andre kjemikaler som kan påvirke stenen. Hjelpesoffer benyttes ofte i rensebelegg der belegget alene ikke lar seg løse opp av kun vann, der eksempel på dette er kjemikalier som ammoniumkarbonat og NaOH (Normandin og Slaton 2006: 153). Ammoniumkarbonat er mindre alkalisk enn NaOH, og reagerer med gypsum og danner  $\text{CaCO}_2$  og løselig ammoniumsulfat, som kan renses av med vann (Woolfitt and Abrey 2005: 2).

#### **8. 5. Varmebaserte metoder**

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) er en forholdsvis ny metode. Laser fungerer ved at en strålekilde genererer en kraftig lysstråle som har evnen til å fordampe organisk materiale i skittbelegg (Amoroso og Fassina 1983: 287). Laser er trygg å benytte på alle typer sten og på hvit eller meget lys marmor. Den er derimot ikke så effektiv på grå marmor fordi den kan etterlate mørke merker. Laser er ikke et problem på materiale som har en solid struktur, men det kan oppstå problemer ved fordampningen på områder som er nedbrutte (Amoroso og Fassina 1983: 288). Absorbering av energien fører til at partikkelbelegget varmes opp, utvider seg og løftes fra overflaten. Når belegget har blitt fjernet vil ikke lypulsen ha noen videre



effekt på stenoverflaten, og derfor er det ikke mulig å overrense ved bruk av laser. Det eneste avfallet som genereres med laser er belegget som er fjernet, som kan observeres som små partikler. For å benytte laser kreves det tilstrekkelig opplæring(Normandin og Slaton 2006: 147), og det er samtidig tidkrevende og meget kostbart instrument(Winkler 1994: 278). Rensing av marmor med laser har i enkelte tilfeller vist å føre til misfarging og særlig i dannelse av mørke flekker ved rens av enkelte mørke biovekster (Kemp 2006: 228).

## **8. 6. Kriterier for behandling**

1. Bevare originale verktøyspor på overflaten.
2. Unngå spor etter verktøy eller instrumenter benyttet til behandling.
3. Å oppnå en rensing som gir en mest mulig uniform farge over hele skulpturen, eller en farge som er mest mulig lik den originale fargen til skulpturen eller denne stentypen.
4. Der belegget sitter godt fast, eller har reagert med overflaten og dannet et nytt produkt er det ønskelig å fjerne dette, men samtidig sørge for at et minimum av den originale overflaten blir fjernet.
5. Tap av overflate må heller ikke føre til økt tap av detaljer, dekor eller endring av original form.
6. Behandling må ikke føre til at overflaten danner fare for avflaking eller at løse, skjøre deler kan falle av.
7. Å unngå at overflatens karakter ikke endres eller blir ujevn.
8. Å hindre at mineraler med ulik hardhet reagerer ulikt på behandling og fører til ujevnheter i overflaten etterpå.
9. Å hindre at forskjeller i mineralogi og kornstørrelse skal føre til uregelmessigheter i den behandlede overflaten.

*(Andrew et al. 1994: 62 – 68).*

## **9. Test av rensemetoder**

Monumentets marmorskulptur har en ru overflate med mange sprekker i alle retninger. Flere steder har små flak sprengt av overflaten. Samtidig er partikkelbelegget enkelte steder av en slik natur at det sitter godt fast i overflaten. Disse faktorer har vært vektlagt som grunnlag for valg av rensemetode.

Vannbaserte metoder er regnet som å være det mest skånsomme, og siden monumentet allerede står utsatt til for vær og vind, så er den stadig utsatt for vann og fuktighet. Mekaniske metoder kan føre til skader og riper på overflaten, men kan være nødvendig for å få løsnet belegg der vannet ikke er nok. Ulike typer mekaniske redskaper som svamp, børster, spesielt av nylon, brukes ofte til vask av skulptur (Vigelandsmuseet, Kunst i Oslo, Lind Stenkonservering og andre) og har dessuten tidligere blitt benyttet på monumentet. Andre mekaniske instrumenter utelukkes i uttesting, da disse ikke har vært tilgjengelige til dette prosjektet, ei heller erfaring og kunnskap om bruk.

Bruk av kjemikaler kan være risikabelt og føre til ugjendrivelig skade. Kjemikaler bør derfor bare brukes i nødstilfelle (Amoroso og Fassina 1983: 278). Ofte benyttes ulike såper til rens, og disse må også kunne anses som i en viss grad å være kjemikaler. Allikevel kan det være nødvendig å bruke såpe for å løse opp belegg på overflaten der vann og mekaniske redskaper ikke er tilstrekkelig. I valg av såpe er det viktig å velge en som er skånsom og ikke inneholder reaktive hjelpestoffer. I følge Young et al. anbefales ikke-ioniske vaskemidler da disse ikke etterlater skadelige rester i stenen (Young et al. 2003: 24).

Rensebelegg er tidligere benyttet på monumentet. Mineralbasert eller cellulosebasert belegg vil være gunstigere enn belegg som inneholder kjemikaler eller salter som kan reagere med overflaten. Bruk av rensebelegg kan være gunstig der substanser på overflaten har trengt lengre inn i stenen, og slike partikler kan være enklere å fjerne med rensebelegg enn med andre rensemetoder (Woolfitt and Abrey 2005: 3). Laser er kostbart, krever kompetanse ved bruk og har ikke vært tilgjengelig. Laser er dessuten nevnt å være ugunstig til bruk på enkelte marmor, spesielt grå. (Amoroso og Fassina 1983: 288 og Kemp 2006: 228). Laser utelukkes for rensing av dette monumentet.

## 9. 1. Utvalgte rensemetoder

Ut fra hvilke rensemetoder som er presentert i kapittel 8, er metodene nedenfor valgt ut til å utprøves på stenprøver i laboratoriet og på monumentets overflate. Metodene er utvalgt med tanke på kriterier for behandling (avsnitt 8. 6.), monumentets tilstand, partikkelbeleggets natur, hvilke metoder som er kjent benyttet av ulike konservatorer og hvilke som har vært tilgjengelige.

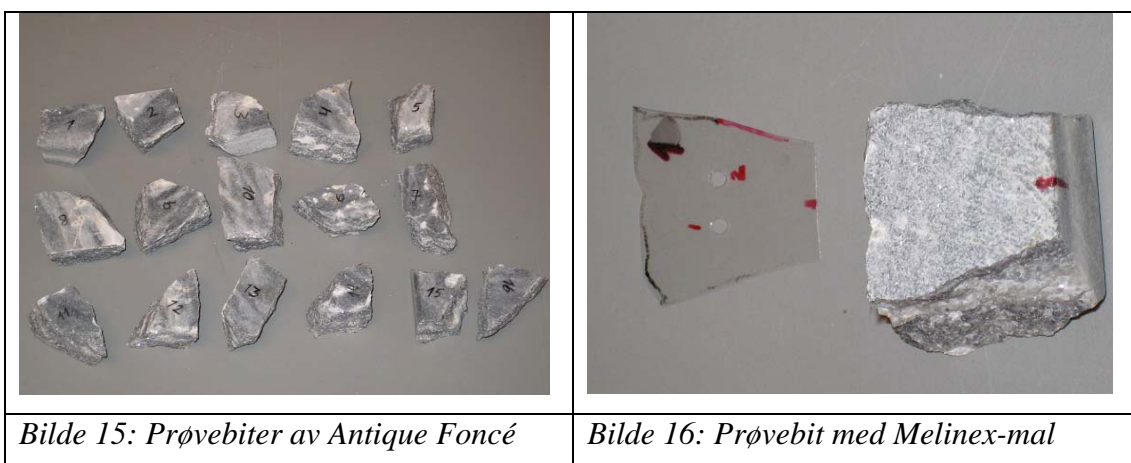
1. Kaldt vann.
2. Kaldt vann og polyuretan svamp
3. Varmt vann.
4. Varmt vann og polyuretan svamp
5. Kaldt vann og børste 1: Myk geitehårsbust hårlengde 2 cm.
6. Kaldt vann og børste 2: Malepensler med kunstige og animalske fibre.  
Fiberlengde 2 - 4 cm og hårbredde 1,5 – 2,5 cm.
7. Kaldt vann og børste 3: Tannbørste og oppvaskkost med nylonfibre.  
Fiberlengde 1 – 3 cm.
8. Kaldt vann og børste 4: Hard neglebørste med nylonfibre. Fiberlengde 1,5 cm.
9. Varmt vann og børste 1: Myk geitehårsbust..
10. Varmt vann og børste 2: Malepensler med kunstige og animalske fibre.
11. Varmt vann og børste 3: Tannbørste og oppvaskkost med nylonfibre.
12. Varmt vann og børste 4: Hard neglebørste med korte nylonfibre
13. Lunkent vann med Synperonic A7 og polyuretansvamp.
14. Lunkent vann med Synperonic A7 og børste 3: Tannbørste og oppvaskkost.
15. Lunkent vann med Sunlight og polyuretansvamp.
16. Lunkent vann med Sunlight og børste 3: Tannbørste og oppvaskkost.
17. Steamer. P891 – 75GV Derotor Steam Cleaner 3 – 4 Bar 240 Volt.
18. Steamer og svamp og børste.
19. Bentonitt. Påført tørr overflate
20. Bentonitt. Påført fuktig overflate.
21. Laponite. Påført tørr overflate.
22. Laponite. Påfør fuktig overflate.

## **9. 2. Forsiktighet og tiltak før og etter behandling**

Overflaten bør vætes tilstrekkelig før behandling. Dette for å hindre at partikler og løsninger som benyttes trekkes inn stenen(Kemp 2006: 227), samtidig bør mengden vann begrenset da vann også er med på å starte prosesser i stenen slik som for eksempel mobilisering av salter(Normandin og Slaton 2006: 143). For at et vaskemiddel skal fungere er det også viktig at overflaten og partikkelbelegget vætes på forhånd(Normandin og Slaton 2006: 150). Noen biologiske vekster, slik som for eksempel alger, bør tørke fullstendig før rensing. Ofte kan tørre lag fjernes mekanisk med harde børster om materialet den er festet til kan tåle dette. Med algelag som ikke er tørre kan behandling føre til at vekstlaget presses videre inn i eller smøres ut over materialet. Det bør også vises forsiktighet ved bruk av rensemetoder, slike som benytter høyt trykk eller varm steam/damp, da disse kan føre til at organismer trenger dypere inn i materialet(Sterflinger 2004: 2). Steamer bør benyttes over en begrenset tid, da langvarig eksponering på overflaten kan føre til mikrosprekker. Overflaten på stenen må renses godt med vann etter behandling. Dette for å sørge for at alt løst belegg og skitt som er renses fra overflaten blir skylt vekk. Belegg og skitt som blir liggende igjen kan igjen reagere med stenen, og feste seg på ny til overflaten(Normandin og Slaton 2006: 150). Med overflater som er spesielt sårbare kan det i noen tilfeller være nødvendig med en prekonsolidering før rensing av overflaten utføres(Kemp 2006: 229).

### 9. 3. Gjennomføring av renses tester på stenprøver

Renses tester i laboratoriet er utført på marmorsten av typen Antique Foncé. Plater av denne stenen er anskaffet fra Gardermoen Lufthavn, hvor de tidligere har ligget i avgangshallen. Platene er knust til små biter med en størrelse fra 2 x 2 cm til 4 x 4 cm. Bitene har en jevn overflate som ikke er polert eller behandlet. Prøvene er dokumentert før og etter behandlingsforsøk med et Leica DMLM med Color View – Soft imaging system (med programmet analySIS). Omrisset til hvert av de 22 prøvebitene som skal benyttes er tegnet inn på et transparent Melinex ark, hvor hvert omriss så er klippet ut. To hull på hvert omriss er stanset ut med en beltehuller med diameter på cirka 3 mm. Dette er utført for å lage en tilpasset mal for hver prøvebit, slik at to punkter på hver prøvebit kan fotograferes på nøyaktig samme punkt både før og etter behandlingsforsøk. Hver av prøvebitene er undergått hver sin behandling som beskrevet i vedlegg. Punktene fotograferes med en forstørrelse på 1x50 (se vedlegg 16 for metode for gjennomførelse av rensebehandlingsforsøk).



### 9. 4. Gjennomføring av renses tester på monumentets overflate

Prøverensing av marmorskulpturens overflate har blitt utført på samme måte som for prøvebiter i laboratoriet (se vedlegg 16). Renses tester på marmorskulpturens overflate har derimot vært vanskelig å dokumentere. Dette skyldes ujevne refleksjoner av sollys på overflaten, samt at marmoren i skulpturen er lite homogen, noe som gjør at det er

ulikhet i farger og struktur. Partikkelbelegget har lagt seg på ulike områder med varierende tykkelse, så sammenligning av resultat av rensing har vært vanskelig å dokumentere med fotografi. Vurdering av resultatet har blitt utført visuelt ved å sammenligne behandlede områder i forhold til hvilken rensemetode som er benyttet.

### **9. 5. Resultat av tester på stenprøver**

Det tyder ikke på at verken varmt eller kaldt vann har noen innvirkning på overflaten, men noen av børstene som er benyttet har fjernet noe av det tynne hvite laget på overflaten. Dette hvite laget kan være et tynt støvlag på overflaten, som uansett ikke sitter godt fast på overflaten. Bruk av såpe har gjort overflaten på prøvebitene blankere, og enkelte områder virker å ha mindre konturer mellom grå og hvite felter i overflaten. Noe av det hvite tynne lagt ser ut til å ha blitt fjernet, men usikkert om dette skyldes såpen eller svamp eller børste. Bruk av steamer og rensebelegg viser likheter som resultatet ved bruk av såpe. Strukturen i overflaten har ikke tegn til endring eller skade som følge av noen av behandlingene, men metoder som såpe, steamer og rensebelegg virker å ha gjort overflaten noen blankere (se vedlegg 18 for billedokumentasjon).

### **9. 6. Resultat av tester på monumentets overflate**

Varmt vann har vist seg å være mer effektivt enn kaldt vann til å løsne opp partikkelbelegg på marmorskulpturens overflate. Bruk av nylonbørster som tannbørste og oppvaskbørste vurderes til å være de som har gjort overflaten renest, uten skade, sammenlignet med svamp, ulike pensler og børster. Bruk av hardere børster, slik som neglebørste, har vist at avflakning av små områder på overflaten har forekommet. Såpe i lunkent vann har hatt noe bedre effekt enn varmt vann, men det var ikke mulig å differensiere mellom resultatet av de to ulike såpetyper som ble utprøvd. Bruk av renseleirer som bentonitt og laponite har ikke gitt et gunstig resultat, og var tungvinte å bruke. Steamer ga et meget godt resultat. Den var enklere å kontrollere enn ved bruk av børster, og den renses godt i selv de minste fordypninger på overflaten. Overflaten kunne virke noe "tørr" på behandlede områder, men det er usikkerhet om dette skyldes steamer eller om det er egenskaper i stenen selv (se vedlegg 17 for resultat av rensebehandlingsforsøk, og vedlegg 19 for billedokumentasjon).



*Bilde 17: Resultat av steamer*



*Bilde 18: Nærbilde av resultat av steamer*

## **9. 7. Konklusjon og diskusjon av resultat**

Da prøvebitene og marmorskulpturen ikke er helt identiske, og heller ikke har vært utsatt for lik nedbrytning, kan resultatet av rensebehandling være noe ulik for de to stentypene. Hensikten med å benytte prøvebiter var å se om behandlingen hadde effekt på overflaten på mikronivå, noe som ikke var lett å få gjennomført på marmorskulpturens overflate. Samtidig kunne rensemetodene benyttet på prøvebiter ikke vurderes ut fra hvilken effekt de faktisk hadde i fjerning av partikkelbelegg. Prøvebiter fra laboratoriet har ikke vist at noen av rensemetodene har ført til skader eller riper på overflaten, men noen metoder slik som bruk av såpe, steamer og rensebelegg kan ha ført til at overflaten har blitt blankere. Rensemetoder utført på marmorskulpturen har vist at kaldt vann, svamp, myke børster og rensebelegg har hatt noe, men liten effekt i å fjerne partikkelbelegg fra overflaten, mens de best egnede metodene er varmt vann, lunkent vann og såpe, nylonbørster som tannbørste og oppvaskbørste, samt steamer.

## **10. Etske vurderinger**

I forbindelse med undersøkelser og behandling av en gjenstand bør etiske vurderinger i forhold til hva som kan og bør gjøres ligge til grunn for hvilke tiltak som velges eller ei i forhold til tilnærming til gjenstanden. Ulike etiske retningslinjer har blitt satt i konserveringsprofesjonen, der bevaring av gjenstandens "sanne natur", minimum intervensjon og reversibilitet i forhold til behandling har blitt nevnt som noen av de viktige (Caple 2000: 62-65). En gjenstands "sanne natur" kan vise til hvilken mening gjenstanden har, hva dens primære funksjon er og hvilken verdi gjenstand har. Svaret på dette kan variere fra person til person, og til ulike tider i historien. Pye nevner noen punkter som vurderes å være av betydning for en gjenstand, slik som for eksempel materialets særegenhet, historisk bevis, kunstners intensjon og uttrykk, spesiell stilart og/eller dens konseptuelle integritet (Pye 2001: 65-69).

I forhold til dette monumentet har det i sammenheng med undersøkelser og behandlingsforslag blitt vurdert hvordan disse retningslinjer spiller inn på tilnærming til monumentet og hva gjenstandens primære funksjon og betydning er. Rensing som behandlingsmetode må vurderes som å være et ikke-reversibelt inngrep, men kan samtidig være gunstig for monumentets videre bevaring. Alternativet er å unngå rensing, som kan føre til videre nedbrytning av monumentet, og samtidig forringe dens estetiske uttrykk. Med tanke på minimum intervensjon må det så i forbindelse med en rensing tas stilling i hvor stor grad den skal renses og med hvilke metoder.

Monumentet ble laget på oppdrag av filharmonisk selskap for å være et minnesmerke for å hedre komponisten Johan Svendsen. Ut i fra dette kan det så diskuteres hva som er monumentets "sanne natur". Monumentets primære funksjon anses som å dens konseptuelle betydning, nemlig det å være et monument til ære for Johan Svendsen. Derfor er det ikke hovedsakelig kunstners uttrykk, stilarten, dens plass i historien eller materialet som er det mest betydningsfulle, men derimot tanken bak monumentets. Dette vurderes å komme best til uttrykk ved monumentets helhet og utseende. På grunnlag av dette vurderes en behandling som gjenoppretter og bevarer monumentets estetikk å være den rette tilnærmingen.



## **11. Behandlingsforslag**

Vektlagt som grunnlag for behandlingsforslag er undersøkelser og tester, samt monumentets tilstand og dens primære funksjon. For å gjenopprette monumentets utseende bør monumentet renses med en metode som fjerner partikkelbelegg på overflaten. Varmt vann, lunkent vann og såpe og steamer har ved behandlingsforsøk vist seg å være de metodene som har hatt best effekt på fjerning av dette belegget på monumentet, samtidig har metodene ikke tydet på å gi skader i overflaten.

Da monumentet har flere områder med overheng, der små områder av overflaten er i fare for å flake av, anbefales det å vise forsiktighet på spesielt disse områder. Overflaten har sprekker som går i horisontale og vertikale retninger over store flater på monumentet. Dette bør tas i betraktning ved bruk av vann og såpe og steamer, da store mengder vann eller vann med trykk kan trekke inn i selve monumentet og føre til skade i den indre strukturen.

Da tester har vist at noen metoder kan føre til avflaking på overflaten, kan det være nødvendig med en prekonsolidering av monumentet. Det er ikke undersøkt hvilke produkter som er best egnet til dette, men bør velges slik at de ikke reagerer eller forringer rensing. I forhold til monumentets øvrige tilstand bør sprekker konsolideres, og eventuelt også overflaten som helhet.

Undersøkelser har vist at miljøet monumentet står har betydningen for beleggdannelse på overflaten, og er sannsynlig årsak til monumentets øvrige tilstand. Det anbefales derfor at monumentet flyttes til en posisjon som er mer gunstig for dets bevaring, noe som i dette tilfelle bør innebære en plassering innendørs. Om dette ikke gjennomføres bør et kontinuerlig vedlikeholdsprogram opprettes.

## **12. Videre forskning**

Opprinnelsessted for stenmaterialet kan være av betydning for å kartlegge nøyaktige egenskaper i stenen, samt hvilket miljø og påvirkning den har vært utsatt for. Dette kan identifiseres ved analyse av større prøvebiter enn det som er utført her. En slik prøvetaking vil være destruktiv, og om dette skal gjennomføres bør prøvetaking skje fra et område på monumentet som ikke er synlig eller fører til svakheter i strukturen, for eksempel skulpturens og sokkelens underside. Da marmorskulpturen ikke er homogen, kan det være nødvendig med prøvebiter fra flere områder for å oppnå en fullstendig identifikasjon.

Analyse av partikkelbelegg på overflaten har vist innhold av hovedsakelig mineralsk og biologisk art. For å kunne kartlegge nøyaktig hvor det mineralske partikkelinnholdet i belegget stammer fra kan videre undersøkelser av miljøet utføres. Dette ved å sette opp måleutstyr som måler det spesifikke miljøet rundt monumentet, samt prøver av kilder som kan antas å være årsak, slik som for eksempel asfaltbelegget i området.

Konsolideringsprodukt som er benyttet som helkonsolidering av skulpturens overflate inneholder mineralske komponenter (se vedlegg). Undersøkelse av dette produktet og dens effekt over en lengre tidsperiode kan være relevant både for å undersøke hvordan produktet kan påvirke overflaten, og hvordan produktet kan påvirkes av miljøet den utsettes for.

I videre behandling av monumentet bør konsolidering utføres, spesielt av sprekker og eventuelt for å hindre avflaking av overflaten. I sammenheng med valg av konsolideringsprodukt bør testing av produkt utføres, spesielt med betraktning på hvilken effekt produktet har på monumentet, samt hvordan produktet påvirkes av miljøet i omgivelsene.

### **13. Referanser**

Amoroso, Giovanni G., og Fassina, Vasco (1983): *Stone decay and Conservation; Atmospheric Pollution, Cleaning, Consolidation and Protection. Materials Science Monographs, 11*. Elsevier Science Publishers B. V., Nederlands.

Andrew, C., Maureen Young, Kenneth Tonge og The Masonry Conservation Research Group, The Robert Gordon University (1994): *Stone Cleaning A Guide for Practitioners*. Historic Scotland & The Robert Gordon University, Scotland.

Arnold, Andreas og Konrad Zehnder (1989): "Salt weathering on monuments", i: *The Conservation of monuments in the Mediterranean Basin – The Influence of coastal environment and salt spray on limestone and marble*, editor Fulvio Zezza. Proceedings of the 1st International Symposium Bari 7-10 June 1989, Grafo Edizioni.

Ashurt, John og Nicola Ashurt(1988): *Practical Building Conservation Volume I – Stone Masonry*, English Heritage Technical Handbook. Gower Technical Press, Great Britain.

Brandt, Tor og Harald, Inger Johansen og Arvid Mostad(2003): *Kjemi 3KJ – Grunnbok*, H. Aschehoug & Co.(W. Nygaard), Oslo.

Caple, Chris(2000): *Conservation Skills – Judgement, Method and Decision Making*, Routledge, London og New York.

Erichsen, Eyolf, og Henrik Schiellerup, Håvard Gautneb, Rolf Tore Ottesen og Maarten Broekmans (2004): *Vegstøv i Trondheim – En analyse av mineralinnholdet i svevestøvet*. Rapport nr.: 2004.037. Norges geologiske undersøkelser, Trondheim.

Garmo, Torgeir T. (1995): *Norsk steinbok – norske mineraler og bergarter* Universitetsforlaget, Norge.

Jensen, Erik Schou (2006): *Bergarter og mineraler. Damms naturhåndbøker*. N. W. Damm & Søn AS, Danmark.

Kemp, Jonathan (2006): "Marble", I *Stone Conservation; Principles and Practice*, (edited by Alison Henry), Donhead Publishing Ltd, United Kingdom.

Lombardo, Tiziana, Eric Doehne and Stefan Simon(2004): "The response of NaCl and Umm Ishrin sandstone to humidity cycling: Mechanisms of salt weathering", In STONE 2004, *Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, ed. D. Kwiatkowski and R. Löfvendahl, Stockholm: ICOMOS Sweden, Elanders Gotab.

Lutgens, Frederick K. og Edward J. Tarbuck (2003): *Essentials of Geology*. Prentice-Hall, Inc. U.S.A.

Naudé, Virginia N. og Glenn Wharton (1993): *Guide to the Maintenance of Outdoor Sculpture*, American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Washington D. C., U.S.A.

Normandin, Kyle C., og Slaton, Deborah (2006): "Cleaning Techniques", I *Stone Conservation; Principles and Practice* (edited by Alison Henry). Donhead Publishing Ltd, United Kingdom.

Odegaard, Nancy, Scott Carroll og Werner S. Zimmt(2000): *Material Characterization Tests for Objects of Art and Archaeology*, Archetype Publications, London.

Parmann, Øistein(1969): *Norsk skulptur i femti år*, Dreyer, Oslo

Prestvik, Tore, og Sverre Ola Johnsen, Torleiv Moseid og Håkon Rueslåtten (1995): *Videregående geologi*. Vett & Viten, Norge.

Price, C. A. (1996): *Stone Conservation, An Overview of Current Research*, The J. Paul Getty Trust, U.S.A.

Pye, Elizabeth(2001): *Caring for the Past – Issues in Conservation for Archaeology and Museums*. James & James(Science Publishers) Ltd, London UK.

Shadmon, Asher (1996): *Stone- An Introduction*. Intermediate Technology Publications Ltd, London, UK.

Smith, B.J. (1996), "Scale problems in the interpretation of urban stone decay", i: Smith, B.J., Warke, P.A. (Eds.),*Processes of Urban Stone Decay*, Donhead Publishing, London

Sterflinger, Katja (2004): Biodeterioration and Practice of Restoration. Science and Material of the Cultural Heritage, 21.10.2004, Ravello, Italy.  
[http://www.biotec.boku.ac.at/uploads/media/BiodeteriorationandPracticeofrestoration\\_01.doc](http://www.biotec.boku.ac.at/uploads/media/BiodeteriorationandPracticeofrestoration_01.doc)

Urquhart, Dennis(1999): *The treatment of graffiti on historic surfaces; advice on graffiti removal procedures, anti-graffiti coatings and alternative strategies*, Technical Advice Note 18, published by Historic Scotland, Edinburgh.

Urquhart, Dennis, Maureen Young og Sonja Cameron (1997): *Stonecleaning of Granite Buildings – Advice on the soiling, decay and cleaning of granite buildings and related testing, specification and execution of the work*, Historic Scotland, Edinburgh.

Van Grieken, R., F. Delalieux og K. Gysels (1998): "Cultural heritage and the environment", i: *Pure & Applied Chemistry*, Vol. 70, No. 12, 1998 IUPAC, printed in Great Britain.

Vitina, Inta, Linda Krage, Silvija Sidraba, og Ronalds Lusiš (2004): "Degradation of Stone Materials caused by Salts and Its Prevention", I STONE 2004, *Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, ed. D. Kwiatkowski and R. Löfvendahl, 2010. Stockholm: ICOMOS Sweden, Elanders Gotab.

Warke, P. A. (1996): "Inheritance effects in building stone decay", i: Smith, B.J., Warke, P.A. (Eds.), *Processes of Urban Stone Decay*, Donhead Publishing, London

Wenk, Hans-Rudolf og Andrei Bulakh (2004): *Minerals: Their Constitution and Origin*. Cambridge University Press, United Kingdom.

Winkler, E. M. (1994): *Stone in Architecture. Properties, Durability*. Springer-Verlag, Germany.

Woolfitt, Catherine og Graham Abrey (2005): "Poultices", reproduert fra The Building Conservation Directory (2000), Cathedral Communications Ltds. 2005, publisert på [www.buildingconservation.com](http://www.buildingconservation.com), lesedato: 05.11.2007.  
<http://www.buildingconservation.com/articles/poultices/poultice.htm>

Young, Maureen E., Jonathan Ball, Richard A. Laing og Dennis C. M. Urquhart (2003): *TAN 25; Technical Advice Note 25: Maintenance and Repair of Cleaned Stone Buildings*, Published by Historic Scotland, Edinburgh.

## **14. Arkivalia**

*Brev 1:*

17. 06. 1957: Brev til Oslos ordfører Rolf Stranger undertegnet Hilda Didriksen.

*Brev 2:*

12. 08. 1957: Brev til Hilda Didriksen undertegnet Johan H. Langaard.

*Brev 3:*

14.10.1957: Brev til styret i O. K. K undertegnet Johan H. Langaard.

*Brev 4:*

20. 11. 1957: Brev til Hilda Didriksen, undertegnet Johan H. Langaard.

*Brev 5:*

22. 03. 1973: Brev til O. K. K, undertegnet Haakon Endreson og Ole Trana ved kontoret for park- og idrettsanlegg.

*Brev 6:*

22. 03. 1973: Brev til Oslo kommunes kunstsamlinger fra Haakon Endreson, anleggssjef ved kontor for park- og idrettsanlegg.

*Brev 7:*

18. 10. 1976: Brev til kulturrådmannen, undertegnet Bjørg Haavardsholm.

*Brev 8:*

03. 11. 1976: Brev til Tone Wikborg, konservator ved Vigeland-museet, undertegnet Dagfinn Austad og Tore Hjulstad.

*Brev 9:*

28. 03. 1980: Brev fra Gulbrand Svendsen til Kulturrådmannen i Oslo Kommune.

*Brev 10:*

24. 04. 1980: Brev til Johan Svendsens datter Sigrid, undertegnet Tone Wikborg.

*Brev 11:*

19. 08. 1980: Brev til styret i konserthuset undertegnet Tone Wikborg.

*Brev 12:*

17. 09. 1980: Brev til direktør Arild Berggren ved Oslo konserthus undertegnet Alf Bøe ved O. K. K.

*Brev 13:*

17. 09. 1980: Brev til kulturrådmannen undertegnet Alf Bøe ved O. K. K.

*Brev 14:*

19. 05. 1981: Brev til kulturrådmannen undertegnet Alf Bøe.

*Brev 15:*

29. 03. 1985: Brev fra Erling Låberg til Tone Wikborg.

*Brev 16:*

29. 03. 1985: Brev til Tone Wikborg undertegnet Erling Låberg ved LITHOS.

*Brev 17:*

23. 11. 1990: Brev fra Tone Wikborg til direktøren for Folketeaterbygningen.

*Brev 18:*

12. 12. 1990: Brev fra Pål Hougen til Folketeaterbygningen, datert 12.12.1990

*Brev 19:*

14. 09. 1995 Brev fra Per Arne Boym og Lise Karin Mjøs, begge fra  
Kunstsamlingene, Oslo Kommune, adressert til Oslo Konserthus.

*Brev 20:*

13. 03. 1996: Brev til byrådsavdelingen for kultur og byutvikling undertegnet Per  
Bjarne Boym og Lise Karin Mjøs.

*Brev 21:*

09. 05. 2000: Brev til O. K. K. undertegnet Tellef Kvifte og Gunnar Flåtten.

*Artikkel 1:*

Oktober 1985, artikkel av Eva Braathen Dahr i intervju med Bjørn Bjørnseth, ukjent  
tidsskrift, utklipp i Munch Museets arkiver.

*Artikkel 2:*

10.10.1990 artikkel i Aftenposten av Rolf Ulfrstad.

*Artikkel 3:*

November 1990, artikkel i Norsk Musikerblad nummer 11 av Rolf Ulfrstad.



## **15. Personlig kommunikasjon**

Inge Bryhni.

Tom Andersen.

Tom Heldal.

Monica Hovdan

Ingrid

Helena

Siri Refsum

Joanna Hench

Anne Marie Lind.

## **16. Url: Nettadresser og lesedato:**

<http://www.ngu.no/no/hm/Georessurser/Naturstein/Viktigenatursteinsforekomster/Fauskemarmor/> (Lesedato 04. 04. 2008).

<http://www.samferdselsetaten.oslo.kommune.no/article98721-8963.html> (Lesedato 24. 05. 2008)

<http://www.helse-og-velferdsetaten.oslo.kommune.no/article91405-6472.html> (Lesedato 24. 05. 2008)

<http://www.miljostatus.no/Tema/Luftforurensning/Lokal-luftforurensning/Forurensende-stoffer/> (Lesedato 25. 05. 2008).

<http://www.byradsavdeling-for-miljo-og-samferdsel.oslo.kommune.no/miljo/article78554-4773.html> (Lesedato 25. 05. 2008).

[http://osloogakershus.miljostatus.no/msf\\_themepage.aspx?m=2451](http://osloogakershus.miljostatus.no/msf_themepage.aspx?m=2451) (Lesedato 02. 06. 2008).

[http://www.helse-og-velferdsetaten.oslo.kommune.no/-vedlegg til årsrapport 2007; Luftkvaliteten i Oslo: side 31](http://www.helse-og-velferdsetaten.oslo.kommune.no/-vedlegg%20til%20arsrapport%202007;Luftkvaliteten%20i%20Oslo%3A%20side%2031) (Lesedato 10. 06. 2008).

## **17. Vedlegg**

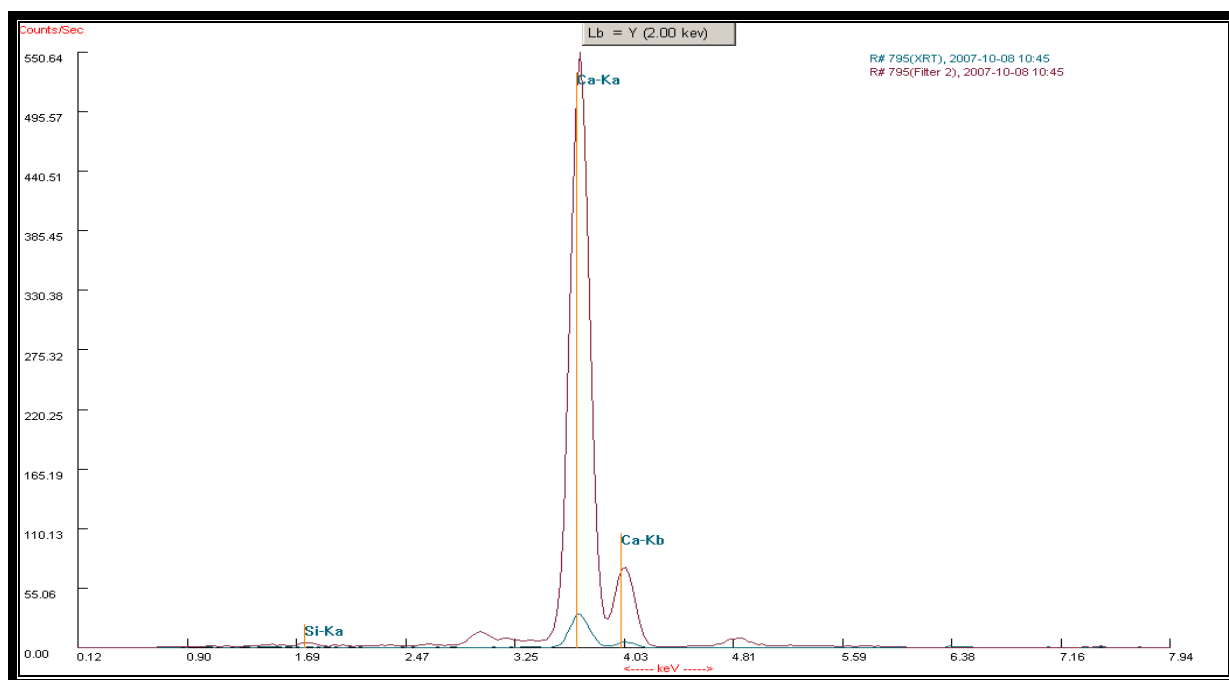
### **Vedlegg 1: Mineralinnhold i marmor fra Fauske**

| Marmor: <i>Antique Foncé og Hermelin</i>   |         | Hardhet               |
|--|---------|-----------------------|
| Kalsitt (CaCO <sub>3</sub> )   | (>10%)  | 3 Mohs                |
| Grafitt (C)  | (>10%)  | 1-2 Mohs              |
| Dolomitt (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )  | (1-10%) | 3-4 Mohs              |
| Kvarts (SiO <sub>2</sub> )   | (<1%)   | 7 Mohs                |
| Glimmer (de vanligste er muskovitt(KAl <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> )<br>og biotitt(K(Mg,Fe) <sub>3</sub> (Al,Fe)Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH,F) <sub>2</sub> ) | (<1%)   | 2-4 Mohs og<br>4 Mohs |
|  |         |                       |

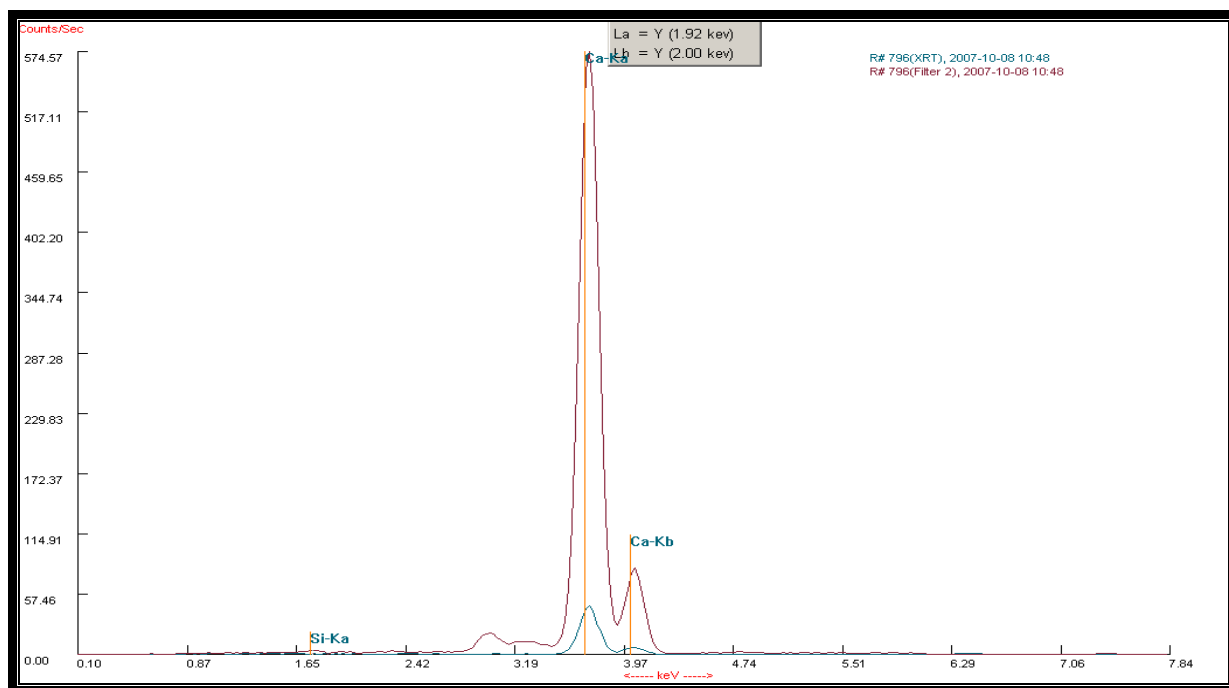
*Tabell 1: Oversikt over mineralinnhold og prosentandel av mineraler i grå og hvite marmortyper fra Fauskeområdet.*

*([http://aps.ngu.no/pls/oradb/!minres\\_dsp\\_deposit.link\\_object?p\\_sprakobjid=N0000009246](http://aps.ngu.no/pls/oradb/!minres_dsp_deposit.link_object?p_sprakobjid=N0000009246)).*

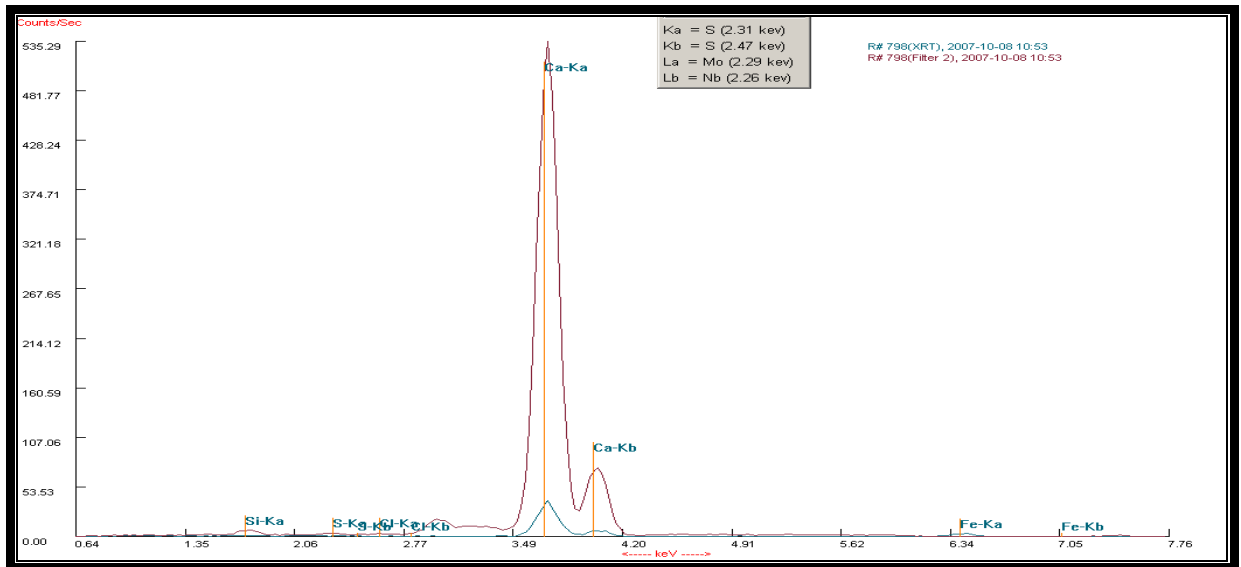
## Vedlegg 2: XRF-spektra for identifikasjon av stenmaterialet



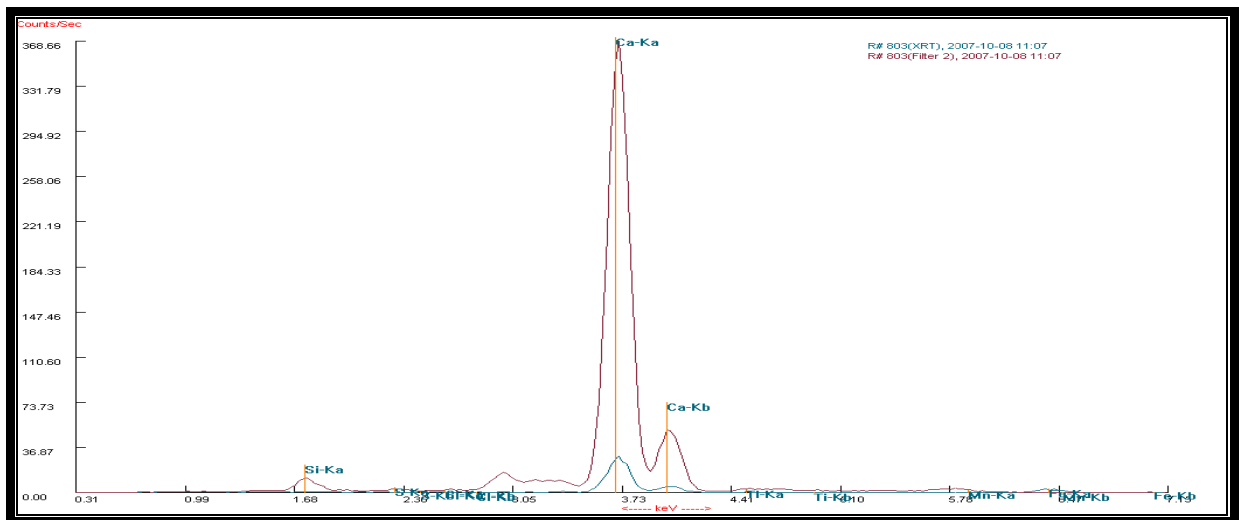
*Prøve 1: Bruddflate på marmor i front*



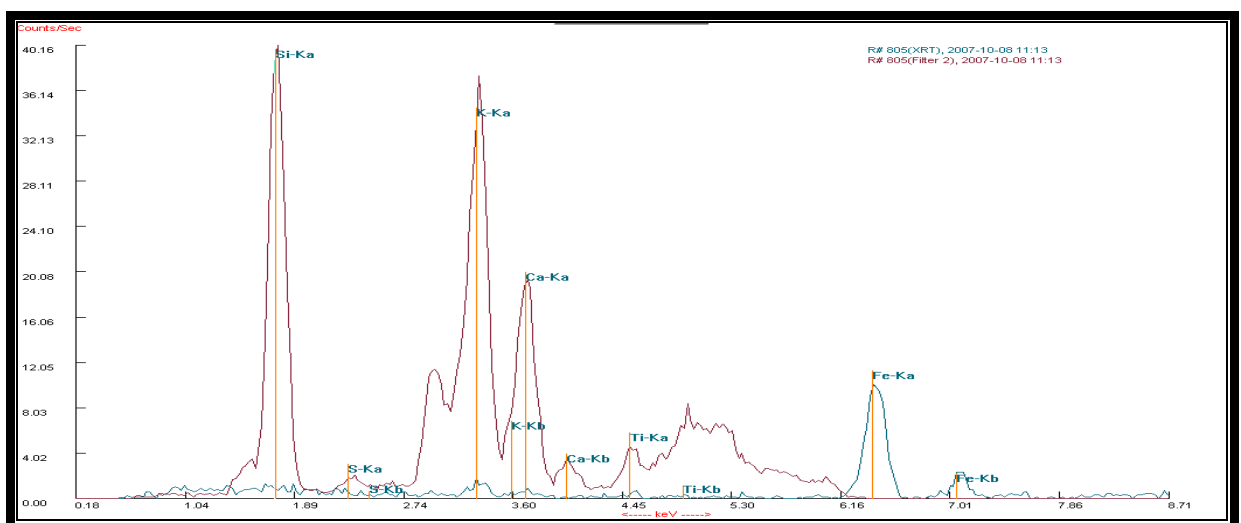
*Prøve 2: Rett over bruddflate i front på marmor*



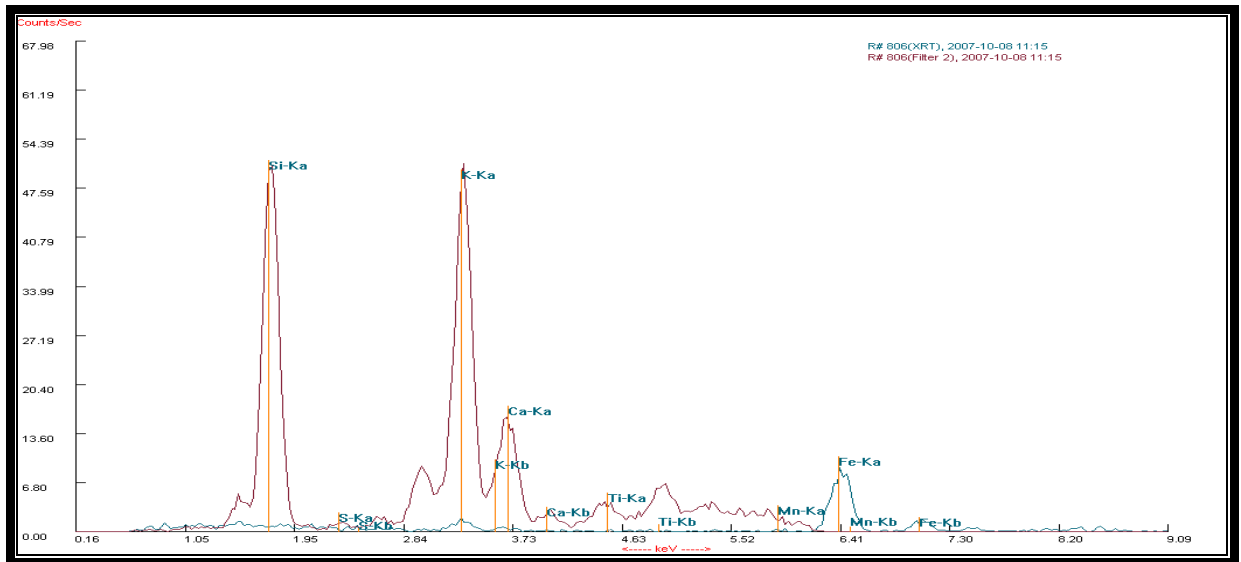
Prøve 3: Horisontal flate midt på front på marmorskulptur



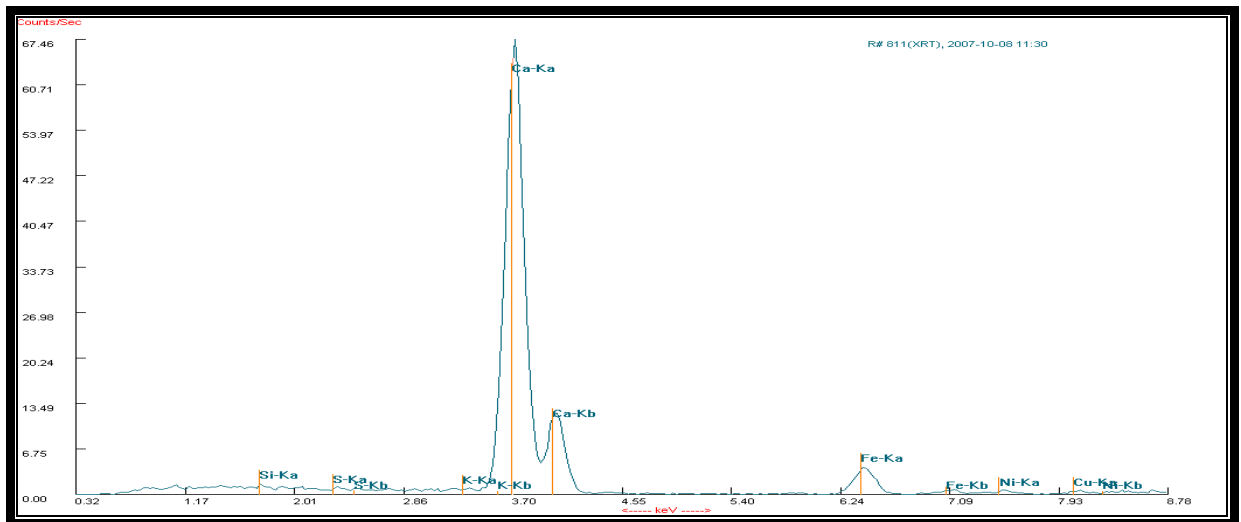
Prøve 4: Marmorskulptur; i skulpturens nakke



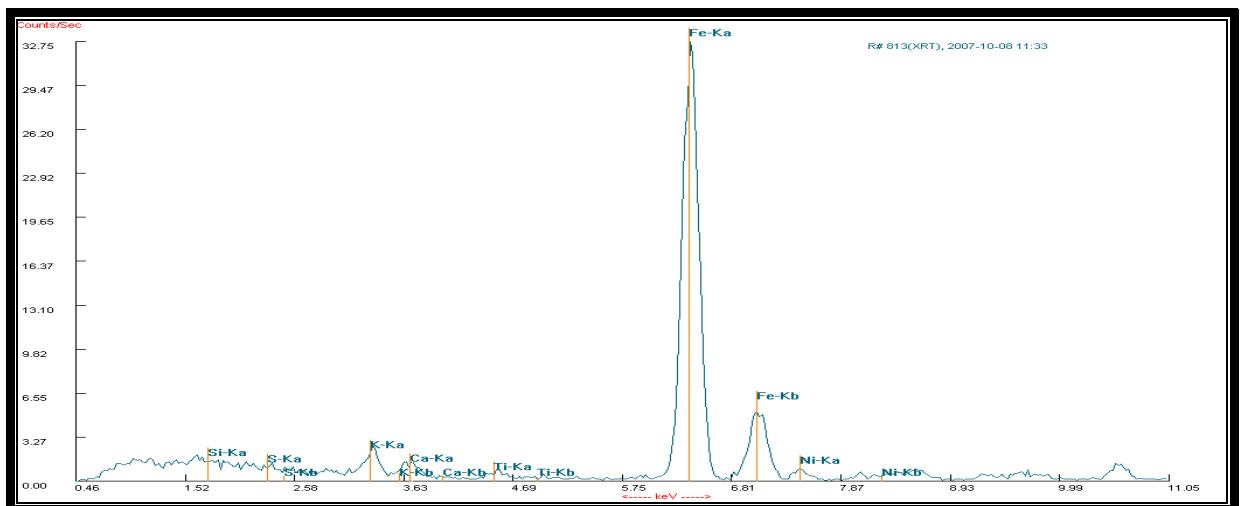
Prøve 5: Granittsokkel, horisontal flate med mørkt parti eller belegg.



Prøve 6: Granittsokkel, horisontal flate med lysere parti.



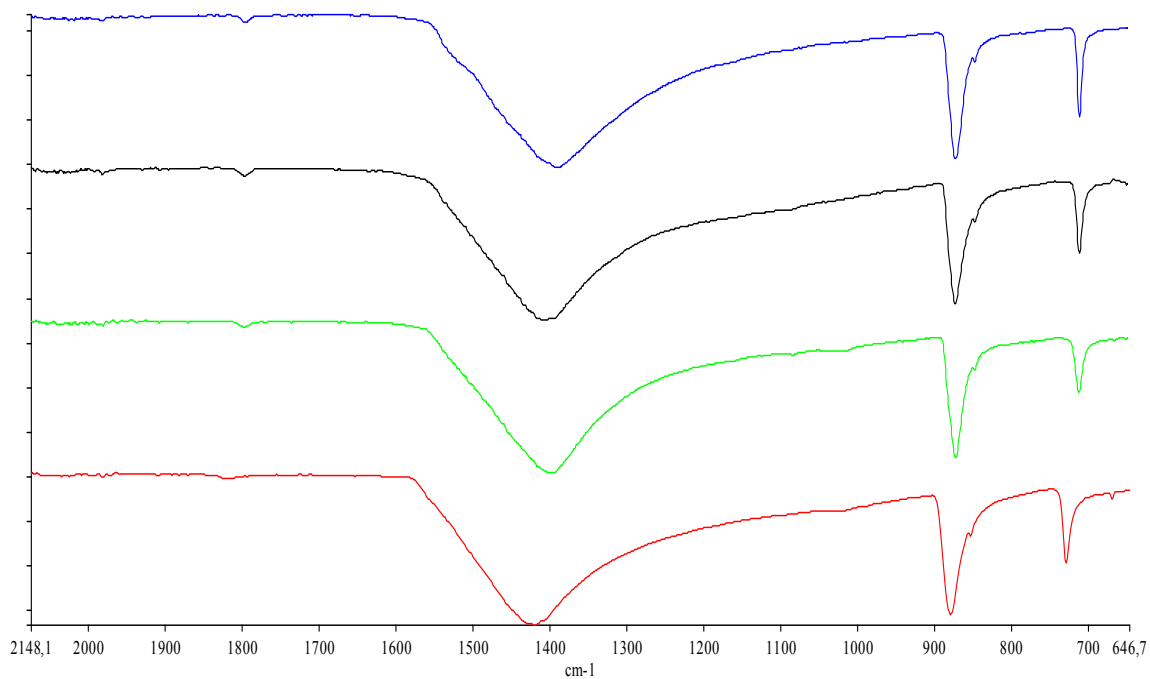
Prøve 7: Bulk Sample: Marmorskulptur; overheng på høyre side på midten.



Prøve 8: Bulk Sample: Granittsokkel horisontal flate med mørkt part eller belegg.

### Vedlegg 3: FTIR-spektra for identifikasjon av marmor

Date: 03.06.2008



Blått spekter = Kalsitt

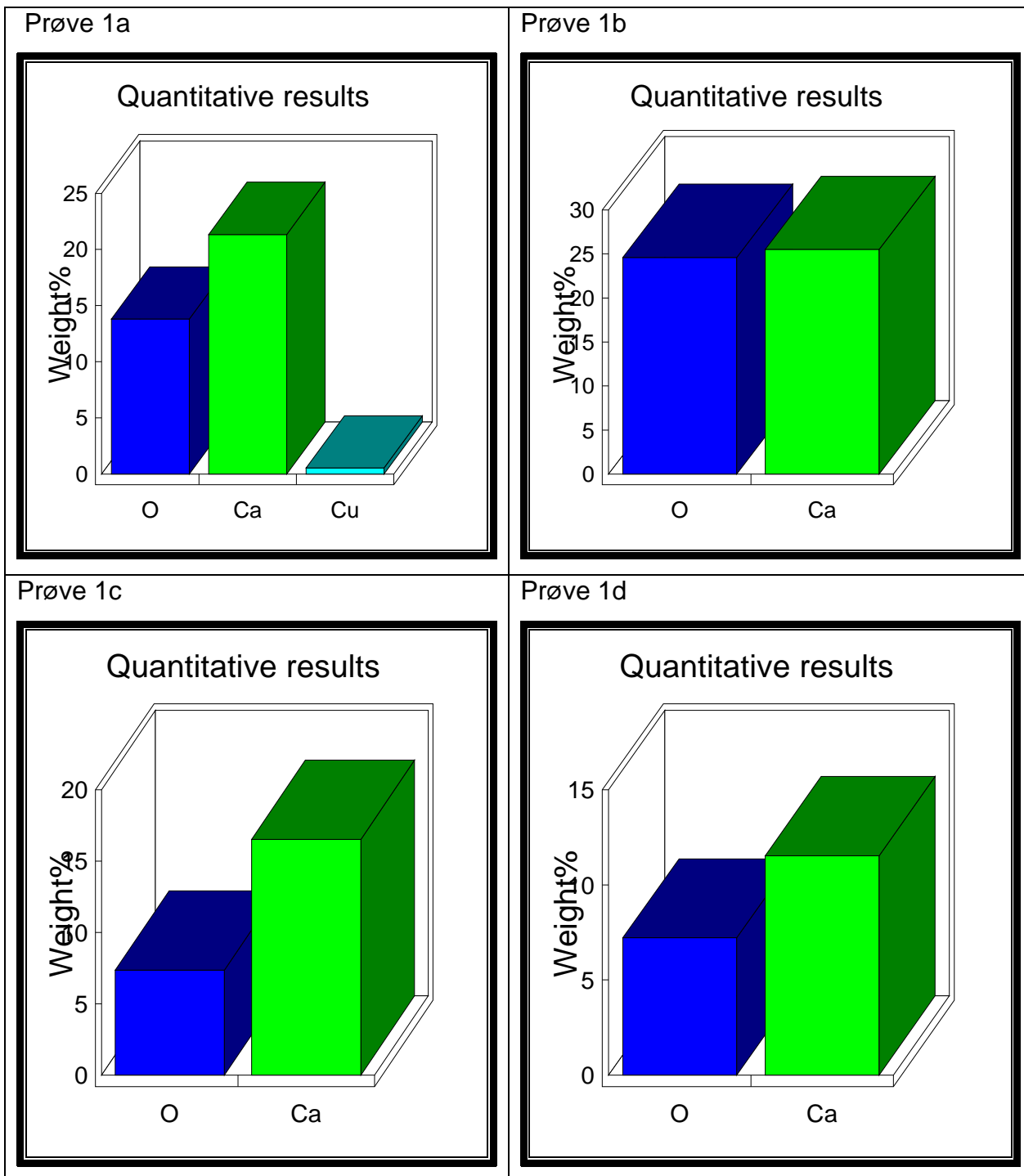
Sort spekter = Marmorskulptur

Grønt spekter = Antique Fonce marmor fra Fauske

Rødt spekter = Dolomitt

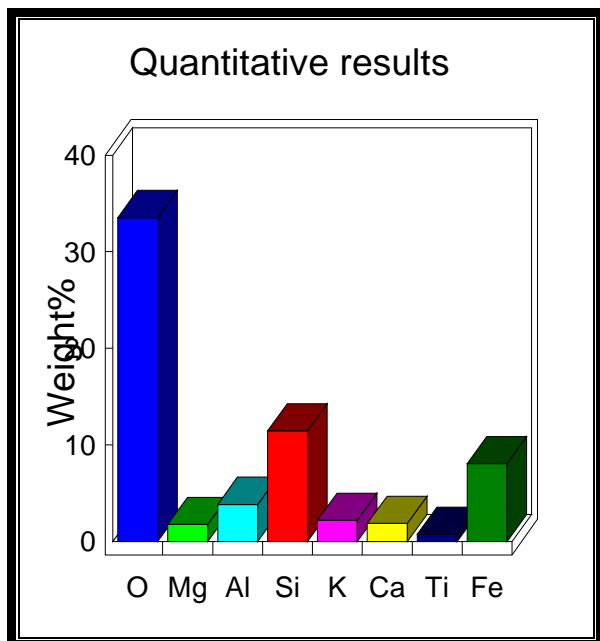
*Prøve 1: Marmorskulptur og Antique Fonce sammenlignet med dolomitt og kalsitt*

#### Vedlegg 4: SEM(EDX) – analyse av komponenter i monumentets sten

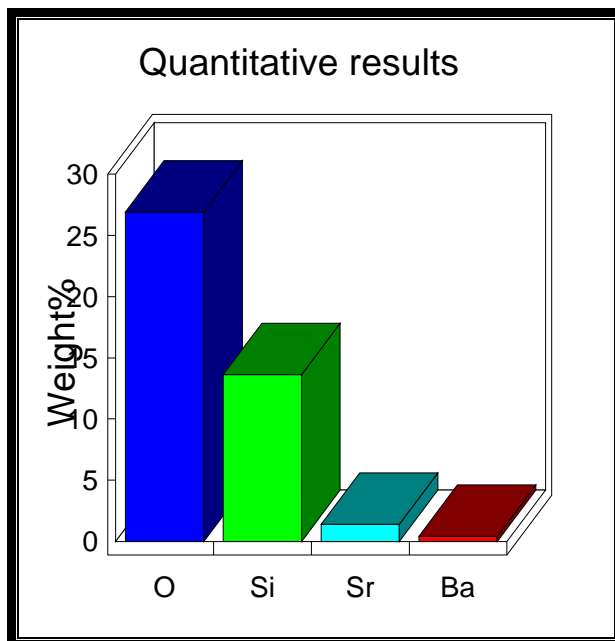


Prøve 1: Ren marmor. Fire ulike felter på prøven er analysert

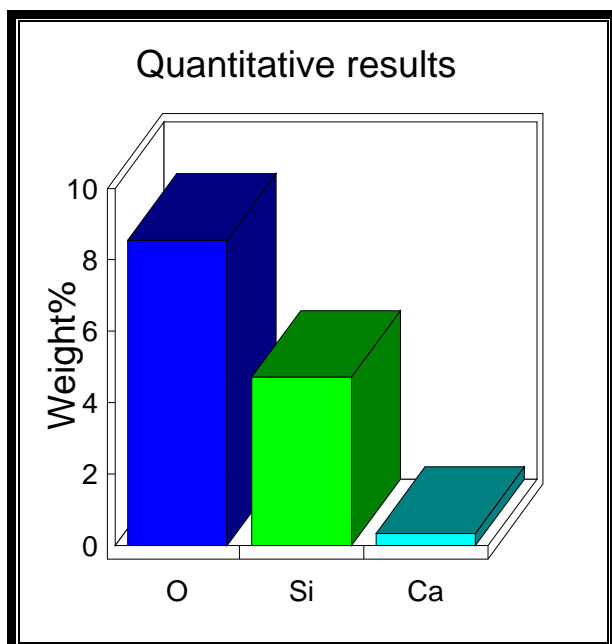
Prøve 2a



Prøve 2b



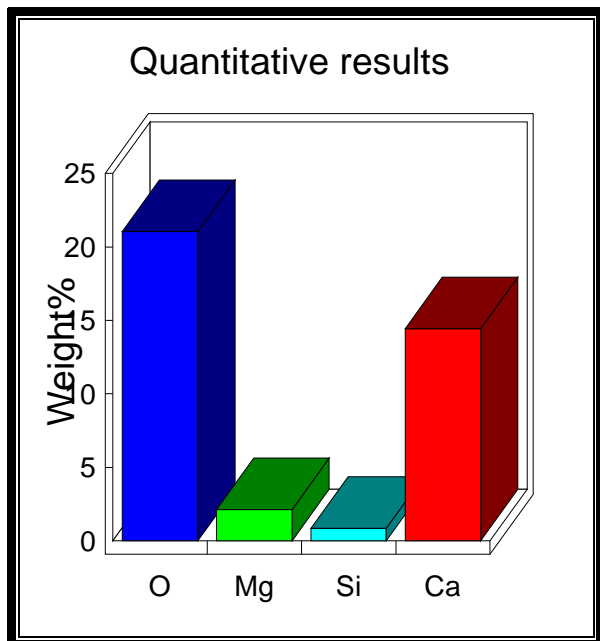
Prøve 2c



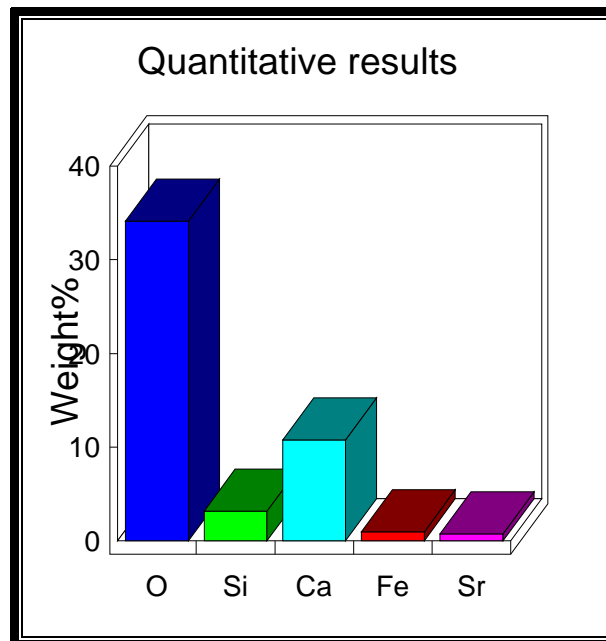
Prøve 2: Granitt med mulig partikkelbelegg. Tre ulike felter på prøver er analysert.



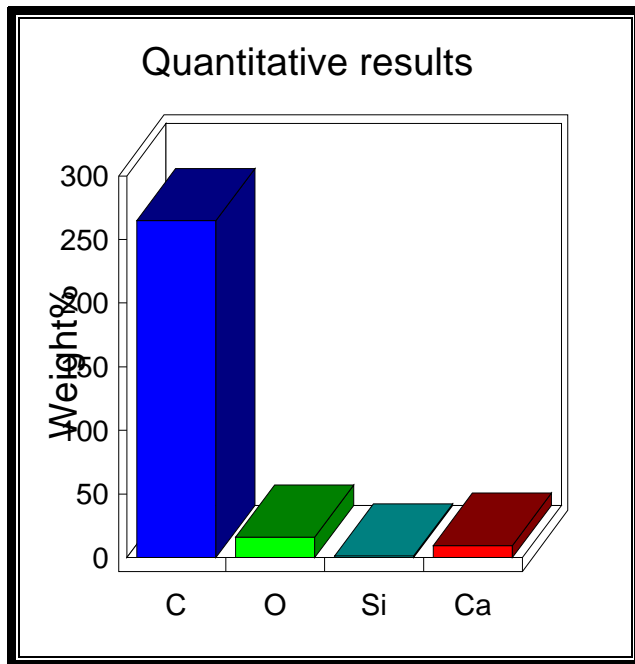
Prøve 3a



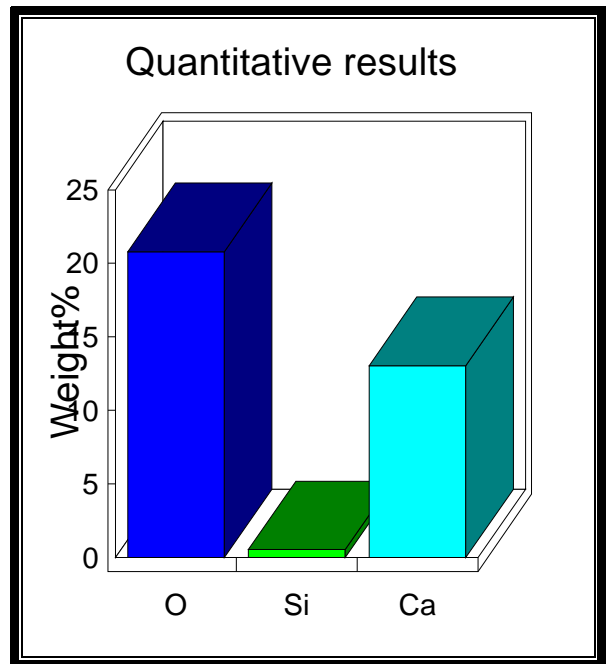
Prøve 3b



Prøve 3c



Prøve 3d



Prøve 3: Marmor med partikkelbelegg. Fire ulike felt på prøven er analysert.

## Vedlegg 5: Produktinformasjon GypStop

| <b>GypStop P + P22, kolloidal løsning av silikatpartikler i vannløsning</b> |                |                |
|---|----------------|----------------|
| Innholdsfortegnelse:  | GypStop P      | Gypstop P 22   |
| Silikatdioksid (SiO <sub>2</sub> ), vektprosent                             | 40             | 30             |
| Ammoniakk (NH <sub>3</sub> ), vektprosent                                   | 0,2            | 0,2            |
| Natriumoksid (NaO), vektprosent   | Mindre enn 0,1 | Mindre enn 0,1 |
| Gjennomsnittlig spesifikk yta kvm/g   | 80             | 220            |
| pH  | 9,1            | 9,0            |
| Utseende  | melkeaktig     | klar           |
| Densitet  | 1,3            | 1,3            |
| Produsent: EKA Chemicals, 445 80 Bohus, Sverige                             |                |                |

## Vedlegg 6: Tilstands- og skadekart for monumentet



~ - SPREKKER

v - OVERHENG

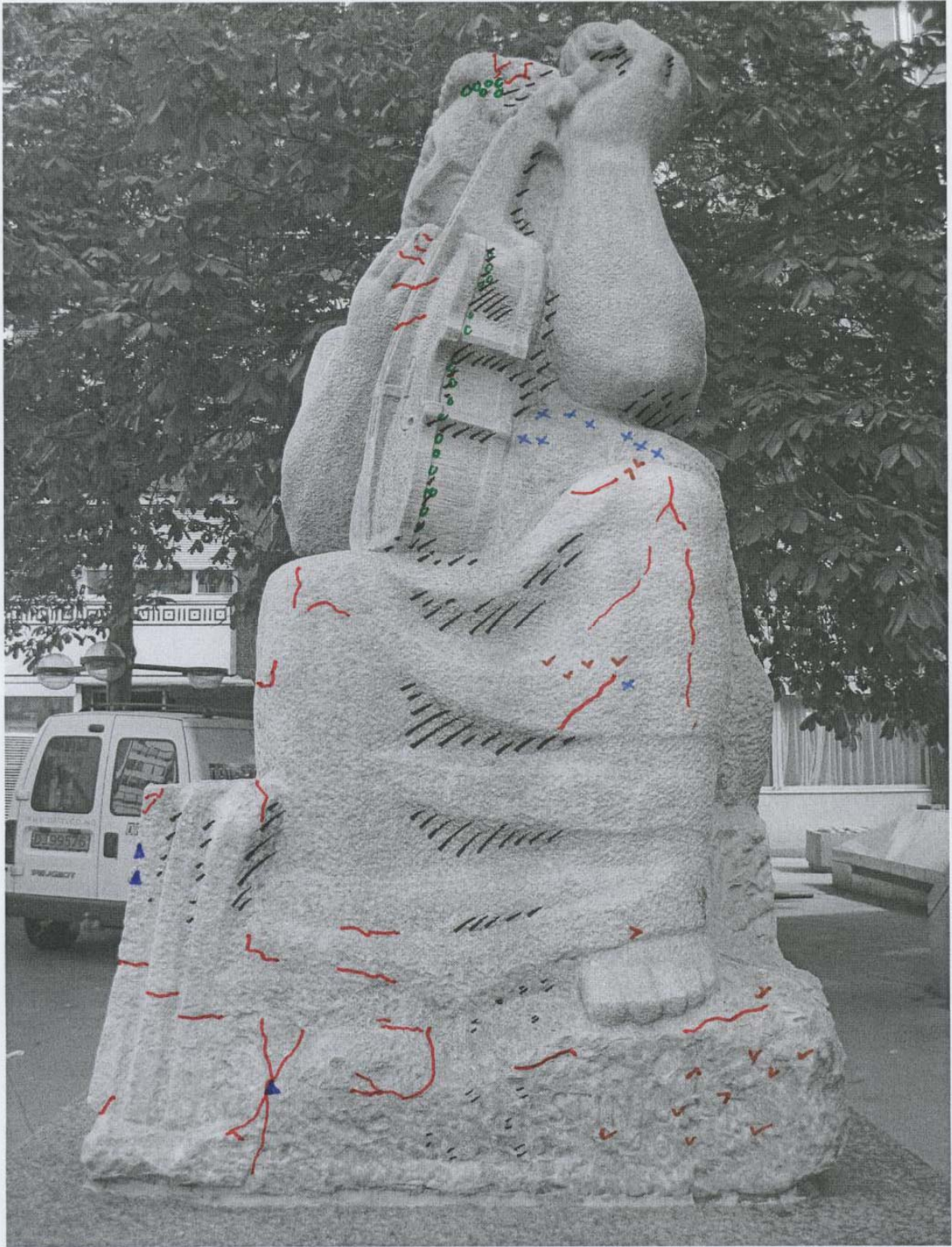
▲ - TIDLIGERE KONSOLIDERINGER

∩ - SORT PARTIKKELBELEGG

⊗ - Annet (flekker, fuglemøkk..)

X - AVSKALINGER

⊙ - GRØNLIG BELEGG







**Vedlegg 7: Fotodokumentasjon for behandling i 1998 av A. M. Lind**





Fig. 10. Detail of the relief carving of musical notation.

Fig. 10. Detail of the relief carving of musical notation.



Fig. 10. Detail of the relief carving of musical notation.

WIGLAND  
MUSEUM  
Helsingør, DK  
N. 12000, DK  
T: +45 44 11 11 11  
E: wigmuse@wigmuse.dk

WIGLAND  
MUSEUM



Fig. 11. Detail of the relief carving of a human profile.

Fig. 11. Detail of the relief carving of a human profile.



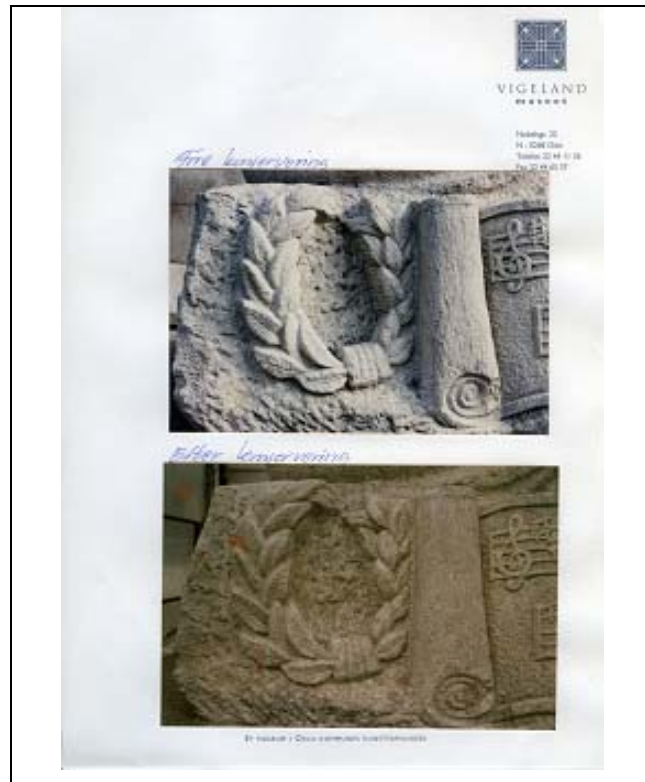
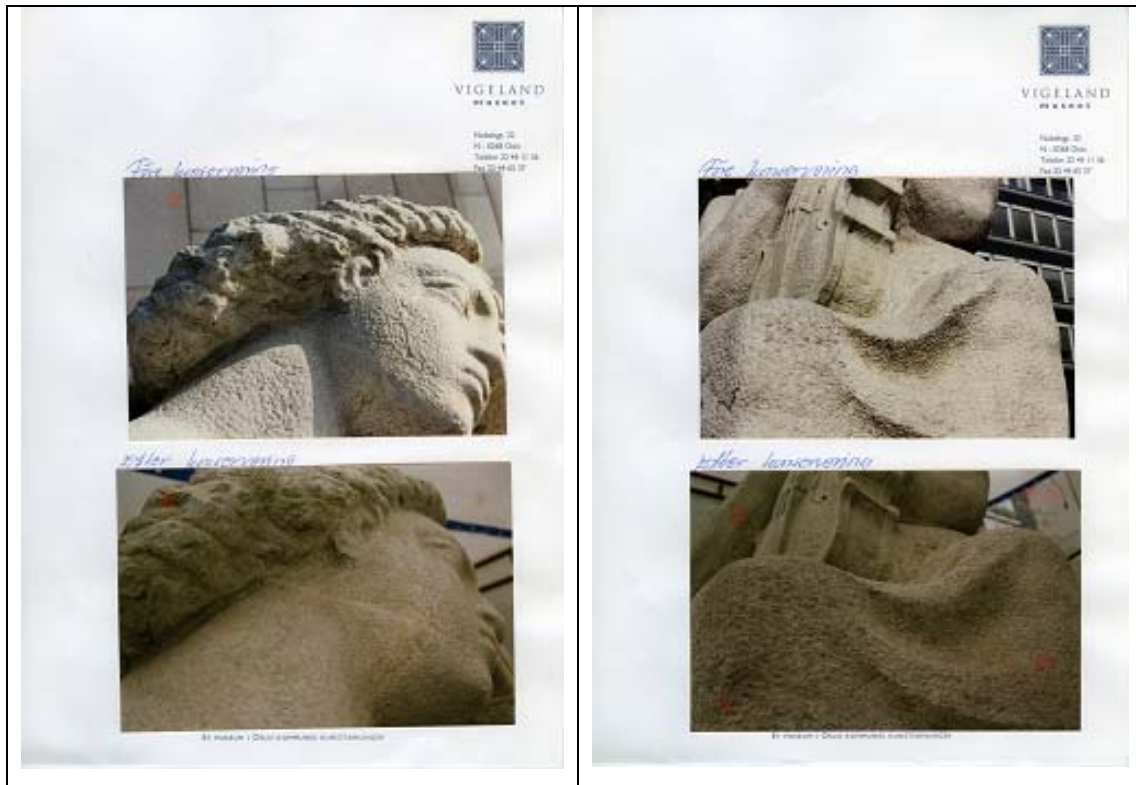
Fig. 11. Detail of the relief carving of a human profile.

WIGLAND  
MUSEUM  
Helsingør, DK  
N. 12000, DK  
T: +45 44 11 11 11  
E: wigmuse@wigmuse.dk

WIGLAND  
MUSEUM







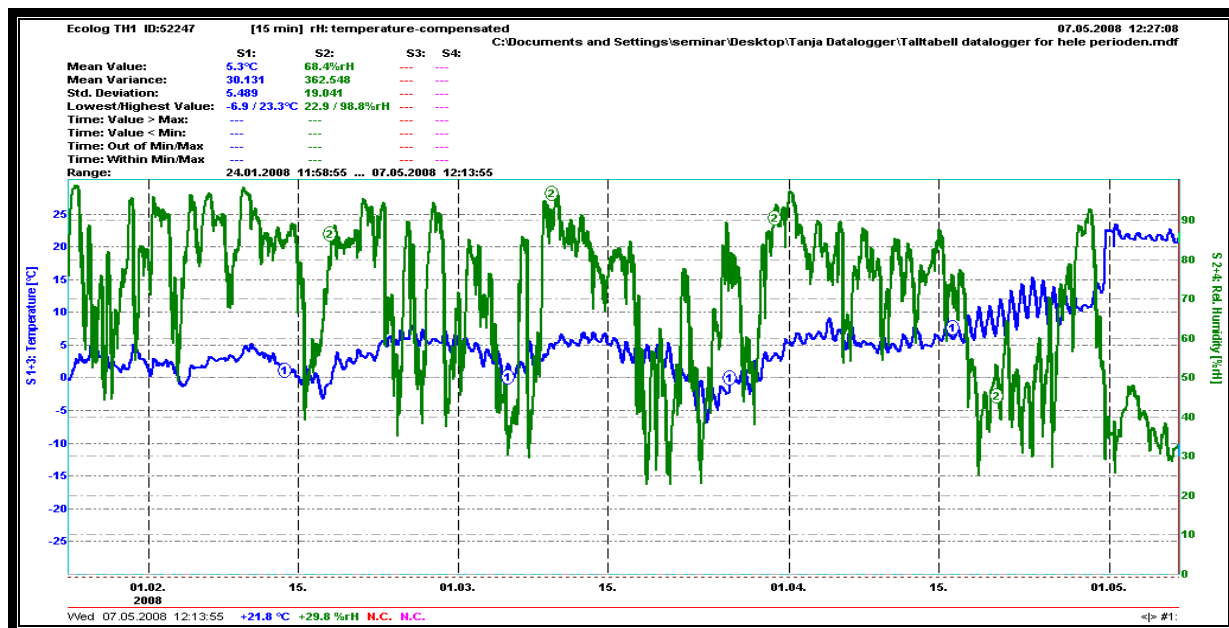
## Vedlegg 8: Resultat av NGU undersøkelser

|               |   |
|---------------|---|
| Analyse av:   | Komponenter som er funnet i prøvene:  |
| Svevestøv     | Observerte mineraler fra prøvelokaliteter:<br>Kvarts, Plagioklas, Glimmer/Illitt, Epidot, Kloritt, Amfibol, Kalifeltspat, Jernoksid, Muskovitt, Klinopyroksen, samt mindre mengder Titanitt, Biotitt og karbonat.<br>2. Noe organisk materiale, antagelig sot, avgasser, forurensing, bitumen og gummi fra bildekk.<br>3. Metaller* |
| Asfaltkjerter | 1. Mineraler observert (mye til noe av) ved samtlige prøvelokaliteter:<br>Kvarts, Plagioklas, Glimmer/illitt, K-feltspat, Amfibol, Biotitt, Kloritt, Epidot, Kalsitt/dolomitt, flyveaske, fiber og annet.<br>2. Noe organisk materiale.   |
| Feiestøv      | 1. Kvarts, Plagioklas, Amfibol, Glimmer/illitt, Kloritt, Kalsitt/dolomitt, Epidot, samt noe K-feltspat og Pyroksen.<br>2. Noe organisk materiale.   |

*Tabell: Innhold som er funnet i analyse av svevestøv, asfaltkjerter og feiestøv ved flere lokaliteter i Trondheim (Erichsen et al. 2004: 14, 28, 66-68 og 72-73).*

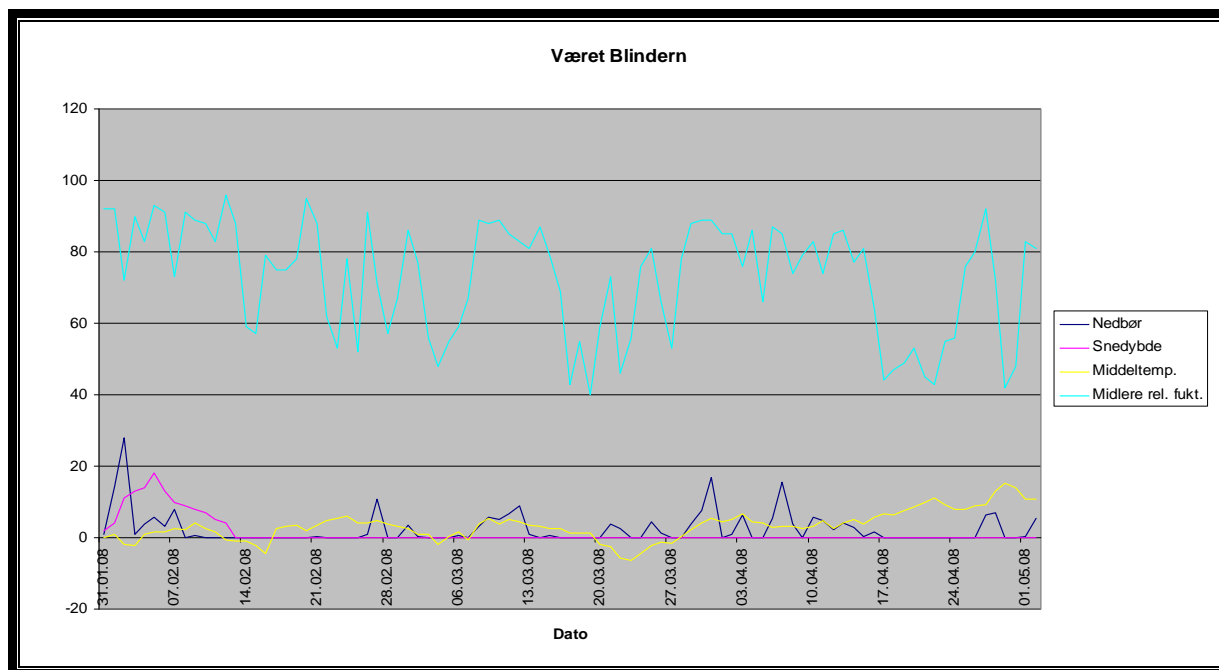
- *Ikke opplyst om det er analysert for metaller av asfaltkjerter eller feiestøv.*

## Vedlegg 9: Målinger fra Datalogg



Datalogg for perioden cirka 01.02.08 til 01.05.08.

## Vedlegg 10: Målinger fra været Blindern



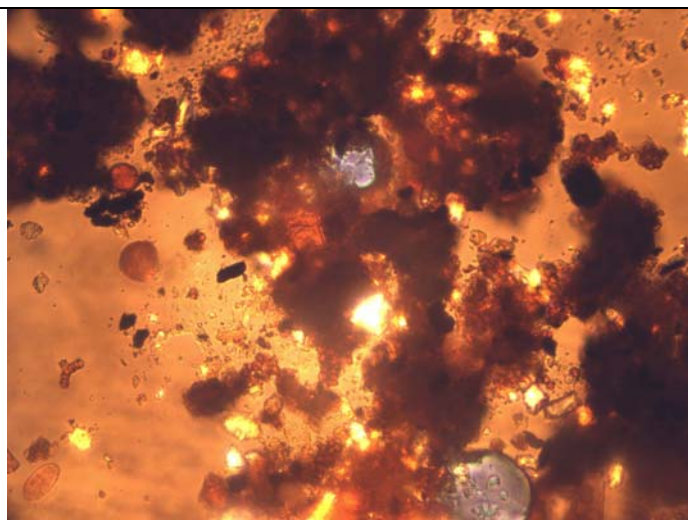
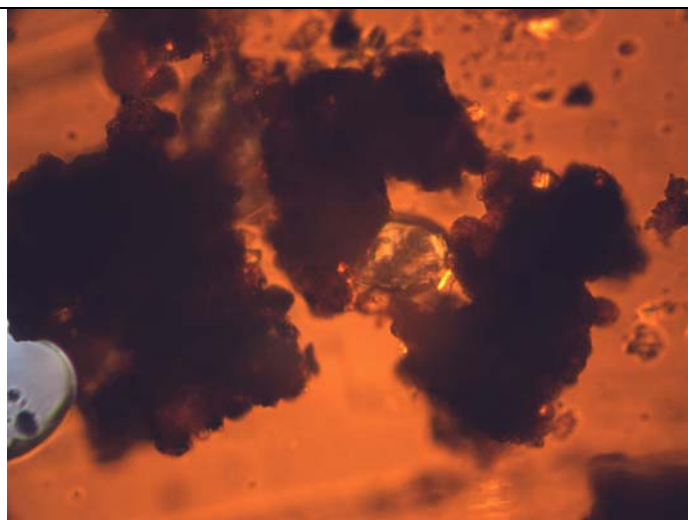
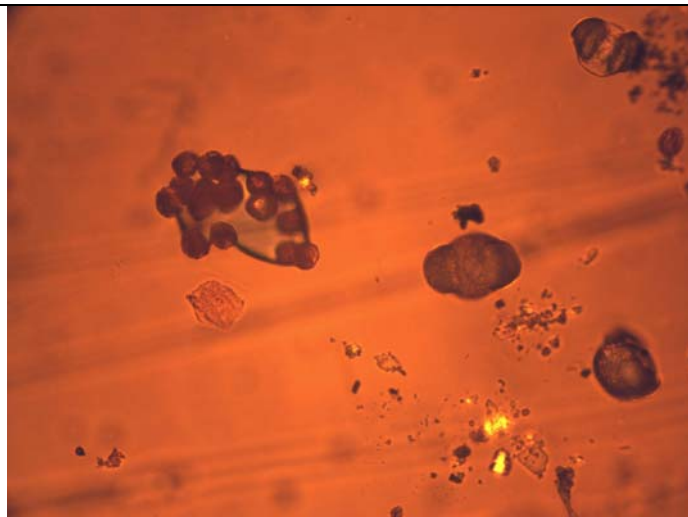
Værdato Blindern for perioden cirka 01.02.08. til 01.05.08.

## Vedlegg 11: Analyseresultater fra Mycoteam

| Tapestrips Mycoteam |  |  |
|---------------------|--|--|
| Prøve nr.           | Lokasjon på monument   | Resultat av analyse  |
| 1                   | Granittsokkel – midt på venstre side                         | Svertesopp og alger. Tegn til begynnende dannelse av lav grunnet forekomst av sopp og alger som er infiltret i hverandre.  |
| 2                   | Granittsokkel – Horisontal flate baksiden ved marmorskulptur | Svertesopp – moderat vekst.  |
| 3                   | Granittsokkel – baksiden nederst på høyre hjørne             | Noe svertesopp. Litt alger. Brune partikler(antagelig rust eller mineralogisk).  |
| 4                   | Marmorskulptur – hulrom på baksiden ved ansikt               | Sorte partikler som ikke er svertesopp, men antagelig bystøv. Rik vekst av alger, sparsomt av svertesopp. Algeforekomst er typisk der det ikke er mye tilgang til sol. |
| 5                   | Marmorskulptur – hulrom på forsiden ved hals                 | Mye pollen, moderat vekst av alger og svertesopp. En del sorte partikler, antagelig bystøv.  |
| 6                   | Marmorskulptur – i nakken ved hårfestet                      | Mye støv som ikke er sopp. Moderat soppvekst, algemengde omtrentlig som nr.4.  |

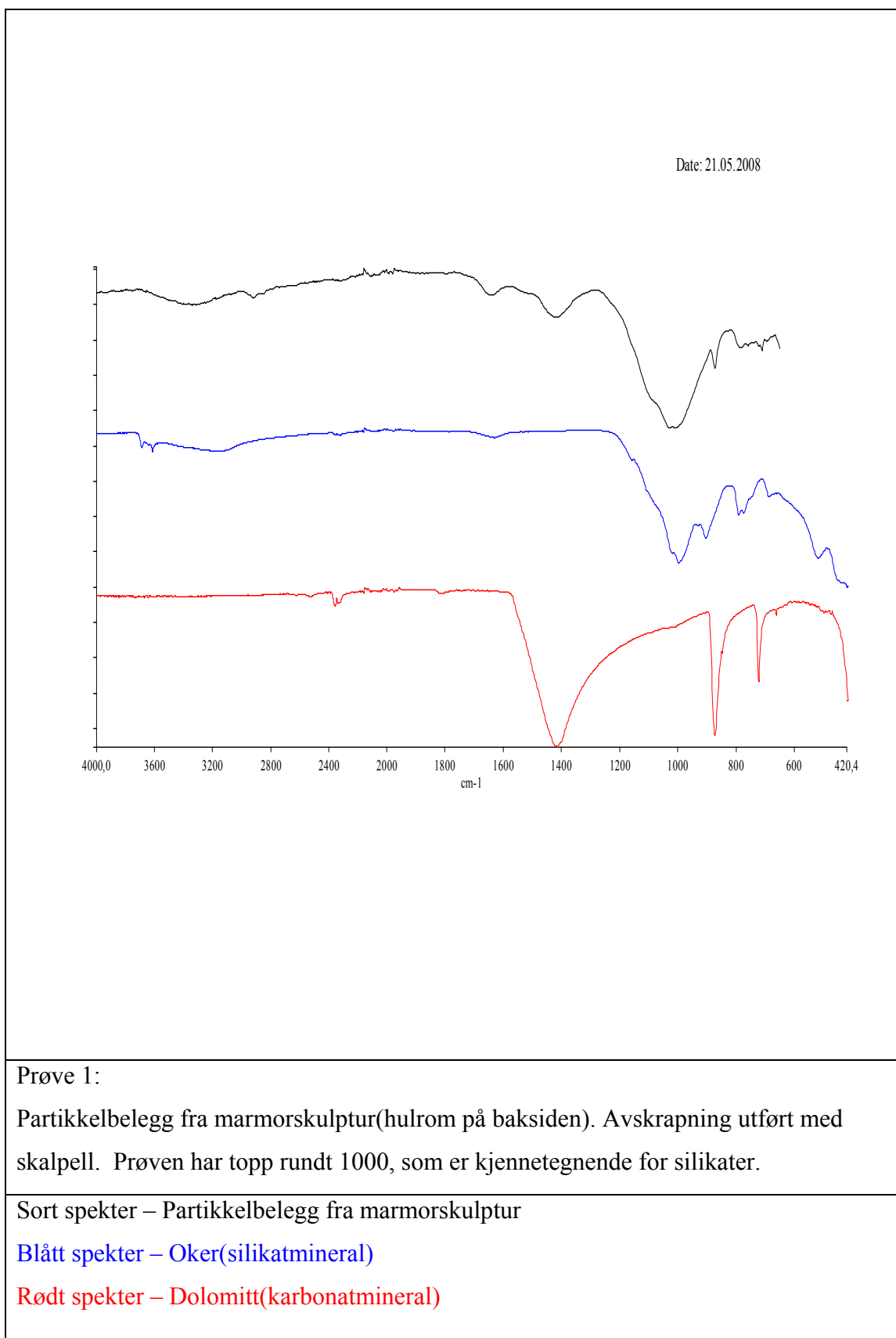
Tabell: Resultat av tapestripsprøver fra monumentets overflate.

## Vedlegg 12: Bilder av tapestrips fra monumentet

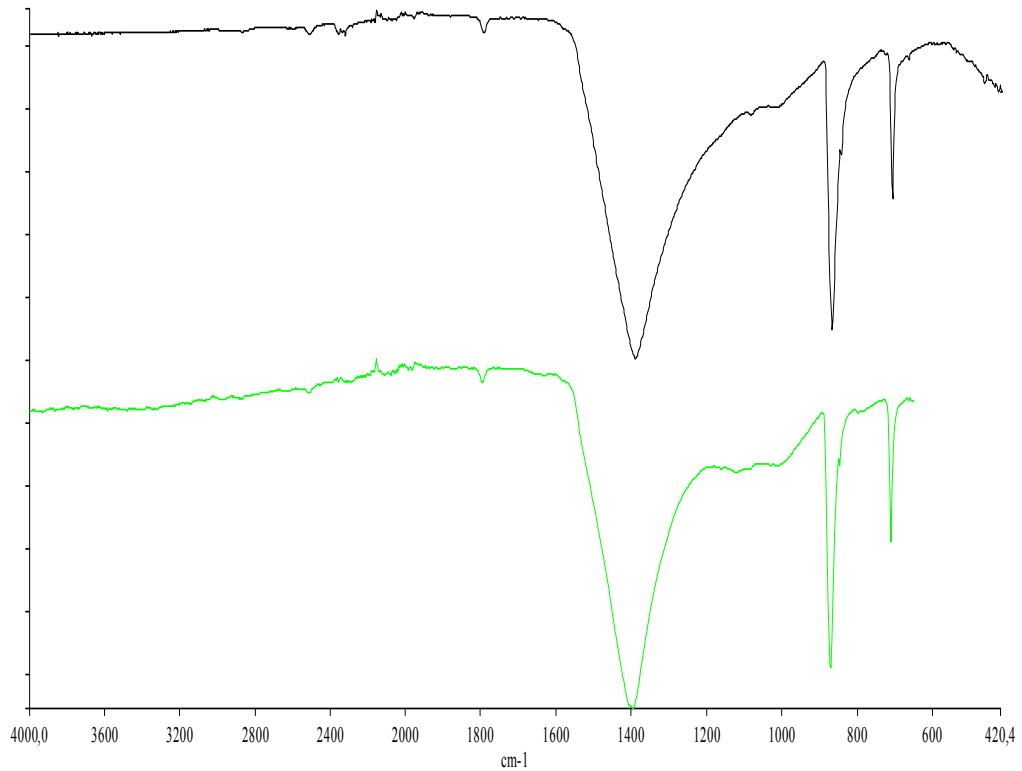


*Mikroskopbilder av tapestrips fra monumentets overflate viste tilstedeværelse av sopp, alger og lav. (forstørrelse 1,5 x 200).*

### Vedlegg 13: FTIR-spektra fra undersøkelse av partikkelbelegg



Date: 21.05.2008



Prøve 2:

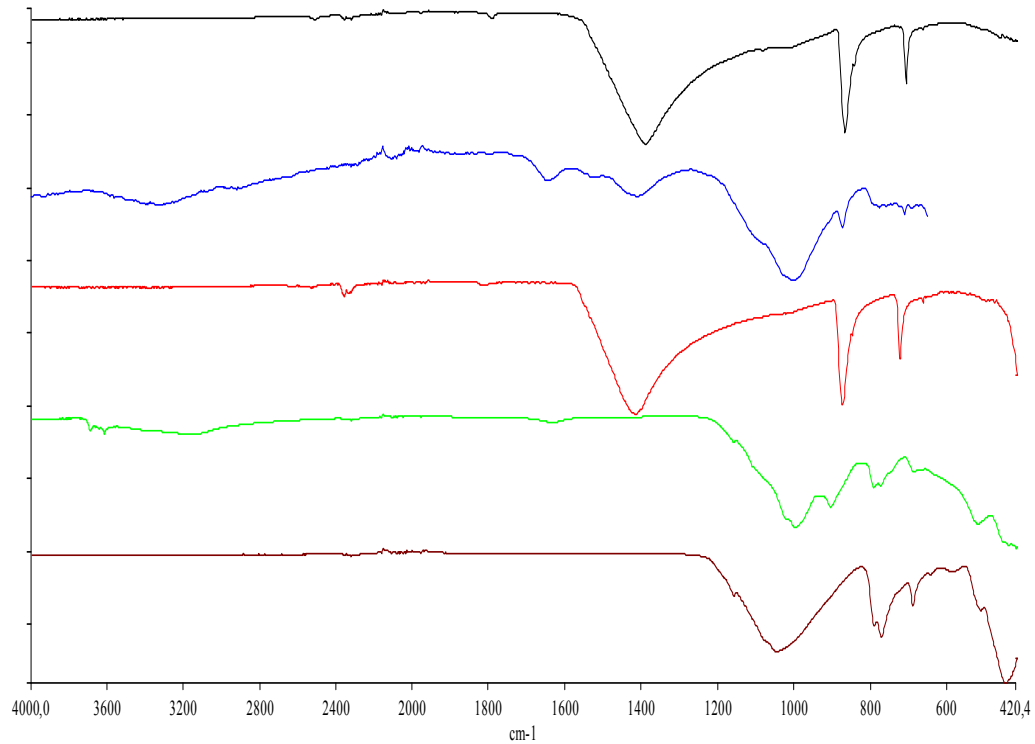
Partikkelbelegg fra marmorskulptur(hulrom på baksiden). Børstet opp med pensel.

Spektra for partikkelbelegg er nesten identisk med kalsitt spekter, med kurve med treff på 1400, som kjennetegner karbonater.

Sort spekter – Kalsitt(karbonatmineral)

Grønt Spekter – Partikkelbelegg fra marmorskulptur

Date: 21.05.2008



Prøve 3:

Partikkelbelegg fra marmorskulptur(hulrom på forsiden). Børstet opp med pensel.

Spekteret har treff på 1000, lik oker og kvarts. Liten kurve med treff på 1400.

Sort spekter – Kalsitt(karbonatmineral)

Blått spekter – Partikkelbelegg fra marmorskulptur

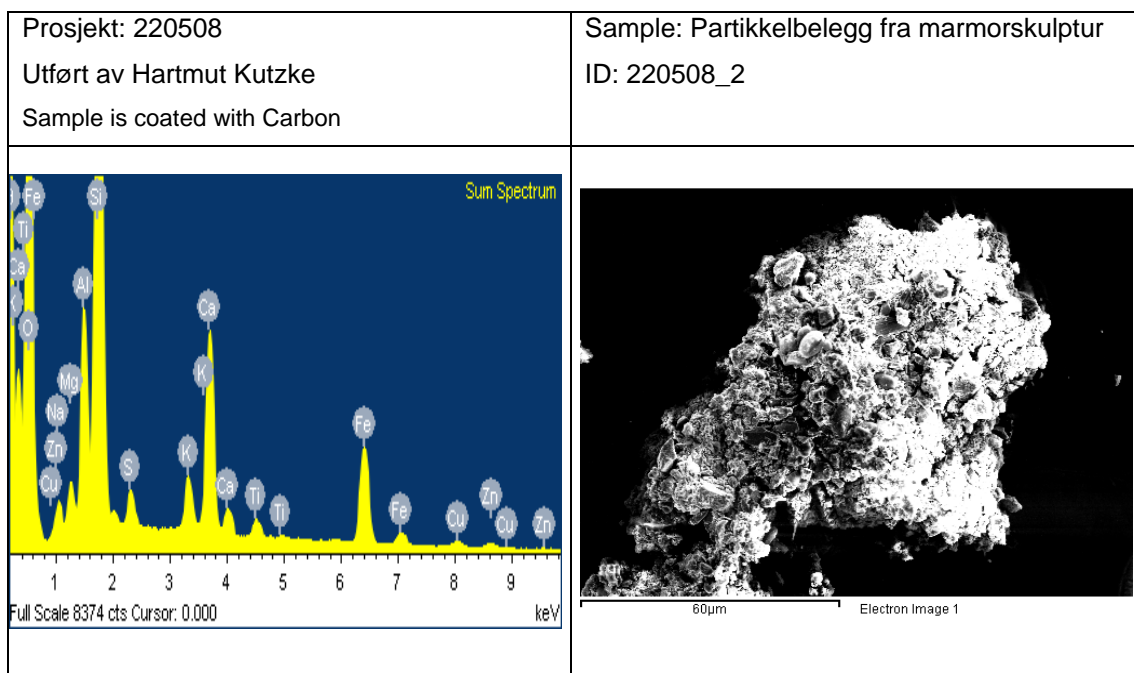
Rødt spekter – Dolomitt(karbonatmineral med Mg)

Grønt spekter – Oker(silikatmineral)

Brunt spekter – Kvarts(silikatmineral)



## Vedlegg 14: SEM(EDX)-analyse av partikkelbelegg



| Element | App Conc | Intensity Corrn | Weight% | Weight% Sigma | Atomic% |
|---------|----------|-----------------|---------|---------------|---------|
| O K     | 10.68    | 0.7059          | 15.13   | 0.89          | 58.31   |
| Na K    | 0.50     | 0.8060          | 0.62    | 0.08          | 1.66    |
| Mg K    | 0.57     | 0.7420          | 0.77    | 0.07          | 1.95    |
| Al K    | 2.00     | 0.8309          | 2.41    | 0.10          | 5.50    |
| Si K    | 8.54     | 0.8482          | 10.07   | 0.16          | 22.12   |
| K K     | 0.71     | 1.0253          | 0.69    | 0.07          | 1.09    |
| Ca K    | 3.14     | 0.9740          | 3.23    | 0.10          | 4.96    |
| Ti K    | 0.30     | 0.8143          | 0.36    | 0.07          | 0.47    |
| Fe K    | 2.98     | 0.8367          | 3.56    | 0.16          | 3.94    |
| Totals  |          |                 | 36.84   |               |         |

## Vedlegg 15: Metode for måling av salter

Fem lag med cellulosepapir 19 x 19 cm ble plassert på tre felter på monumentet. 50 ml destillert vann ble påført papiret, slik at dette ble gjennomtrukket med væske. Grunnet varmt vær hadde papiret tørket nesten helt etter cirka 1,5 timer, Papiret fra samtlige felter ble fjernet fra monumentet og lagt i hver sin lynlåspose av plast. Papiret(5 lag) ble så lagt i hvert sitt begerglass(3 stk), og tilsatt 200 ml destillert vann for hvert glass. Papiret fikk trekke i vannet i 24 timer før papiret ble fjernet fra væsken.

### Test for klorid ved å benytte sølvnitrat:

0,2 M sølv nitrat( $\text{AgNO}_3$ ) –løsning: 1,5 gram  $\text{AgNO}_3$  løst i 50 ml destillert vann.

8 M nitrittsyre( $\text{HNO}_3$ ) –løsning: 15 ml 68%  $\text{HNO}_3$ -løsning i 5 ml destillert vann.

1. Fem dråper av hver av de tre væskeløsningene ble tilsatt hvert sitt reagensrør.
2. Hvert rør ble tilsatt 5 dråper destillert vann.
3. To dråper  $\text{HNO}_3$ -løsning ble tilsatt hvert rør.
4. En dråpe sølvnitrat-løsning så tilsatt.
5. Hvert av rørene ble holdt opp mot en sort bakgrunn.

Tilstedeværelsen av klorider ville føre til at det ville danne seg et hvitt tåkeaktig bunnfall i væskeløsningen.

Resultat: Negativ for alle tre løsninger.

(Odegaard et al. 2000: 108-109).

### Test for nitrater ved å benytte jern(II)sulfat:

Jern(II)sulfat( $\text{FeSO}_4$ )-løsning: 6 g  $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  i 25 ml destillert vann.

1. To dråper av hver av væskeløsningene tilsettes hvert sitt reagensrør.
2. En dråpe konsentrert svovelsyre( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) tilsettes hvert av rørene.
3. En dråpe jern(II)sulfat-løsningen tilsettes hvert rør ved å la dråpen skli ned langs rørets innside.

Tilstedeværelse av nitrater ville føre til at en brun farge ville danne seg i væskeløsningen.

Resultat: Negativ for alle tre løsninger.

(Odegaard et al. 2000: 114-115)

### Test for sulfater ved å benytte barium klorid:

2 M barium klorid( $\text{BaCl}_2$ )-løsning 5%(w/v): 2,5 gram  $\text{BaCl}_2$  i 50 ml destillert vann.

3 M saltsyre( $\text{HCl}$ )-løsning (1:3): 12,5 ml 35%  $\text{HCl}$  i 27,5 ml destillert vann.

1. Fem dråper av hver væskeløsning plasseres i hver sin petriskål som settes på et sort underlag.
2. To dråper destillert vann tilsettes hver av de tre skålene.
3. To dråper  $\text{HCl}$ -løsning tilsettes hver skål.
4. PH-indikatorpapir benyttes for å fastslå at hver væskeløsning nå er blitt sur.
5. To dråper  $\text{BaCl}_2$ -løsning tilsettes hver skål.
6. Væskeløsningene står i noen minutter

Tilstedeværelse av sulfatet vil gi et hvitt bunnfall eller slør i væskeløsningen.

Resultat: Negativ for alle tre løsninger.

(Odegaard et al. 2000: 124-125).

## **Vedlegg 16: Metode for utførelse av rensebehandlingsforsøk**

Gjennomføring av rensebehandlingsforsøk har vært så like som mulig på prøvebiter og på marmorskulptur, men siden væting av skulpturen bør begrenses da dette vannet renner over på andre områder, har forvæting av skulpturen undergått kortere tidsperiode med denne vætingen. Da været var varmt med mye sol under forsøk på skulptur, tørket rensebeleggene hurtigere utendørs enn i laboratoriet.

### **Behandling 1, kaldt - lunkent vann:**

Destillert vann 25 °C er påført overflaten med spruteflaske med vannstråle med minst mulig trykk/rennende vann. Vannet er påført mellom 20-50 sekunder.

### **Behandling 2, kaldt vann til lunkent og polyuretansvamp:**

Destillert vann som er påført overflaten som ovenfor. Deretter er overflaten skrubbet lett med svampen i rundt 1 minutt.

### **Behandling 3, varmt vann:**

Destillert vann er varmet opp til 70-75°C, og påført som overfor.

### **Behandling 4, varmt vann og polyuretansvamp:**

Behandling som for behandling 3, og deretter skrubbet lett med svamp som i behandling 2.

### **Behandling 5, kaldt til lunkent vann og geitehårsbørste:**

Destillert vann ble påført som i behandling 1. Deretter ble overflaten skrubbet lett med en myk børste med geitehår(fiberlengde 2 cm) i rundt 1 minutt.

### **Behandling 6, kaldt til lunkent vann og ulike typer malepensler:**

Destillert vann påført som i behandling 1. Deretter ble overflaten børstet med ulike typer malepensler med kunstige og animalske fibere(fiberlengde 2-4 cm, og bredde 1,5-2,5 cm) i rundt 1 minutt.

**Behandling 7, kaldt til lunkent vann og tannbørste og oppvaskbørste:**

Destillert vann påført som i behandling 1. Deretter ble overflaten skrubbet med tannbørste og oppvaskbørste med nylonfibre(fiberlengde 1 – 3 cm) i rundt 1 minutt.

**Behandling 8, kaldt til lunkent vann og neglebørste:**

Destillert vann påført som i behandling 1. Deretter ble overflaten skrubbet med en hard neglebørste med nylonfibre(fiberlengde 1,5 cm) i rundt 1 minutt.

**Behandling 9, varmt vann og geitehårsbørste:**

Samme behandling som i behandling 5, men med destillert vann varmet opp til 70-75°C.

**Behandling 10, varmt vann og ulike typer pensler:**

Samme behandling som i behandling 6, men med destillert vann varmet opp til 70-75°C.

**Behandling 11, varmt vann og tannbørste og oppvaskbørste:**

Samme behandling som i behandling 7, men med destillert vann varmet opp til 70-75°C.

**Behandling 12, varmt vann og neglebørste:**

Samme behandling som i behandling 8, men med destillert vann varmet opp til 70-75°C.

**Behandling 13, lunkent vann, Synperonic A7 såpe og svamp:**

Destillert vann cirka 25 °C påføres overflaten som i behandling 1. Overflaten skrubbes deretter lett med svamp og løsning med Synperonic A7 og destillert vann cirka 45-50 °C i rundt 1 minutt. Synperonic A7 er blandet ut som anbefalt av produsenten; 0,5 ml Synperonic A7 blandes først i ca 33 ml destillert vann. Denne løsningen blandes i 1 del såpeløsning til 20 deler destillert vann.

**Behandling 14, lunkent vann Synperonic A7 såpe og tannbørste:**

Samme behandling som for behandling 13, men istedenfor svamp benyttes det tannbørste til å skrubbe overflaten.

**Behandling 15, lunkent vann, Sunlight såpe og svamp:**

Samme behandling som for behandling 13, men såpeløsningen inneholder Sunlight såpe blandet som anbefalt av produsenten; 0,25 ml såpe til en halv liter destillert vann.

**Behandling 16, lunkent vann, Sunlight såpe og tannbørste:**

Samme behandling som for behandling 14, men såpeløsningen er erstattet med såpeløsning som i behandling 15. Overflaten er så skrubbet med tannbørste i rundt 1 minutt.

**Behandling 17, steamer:**

Overflaten ble fuktet med destillert vann som for behandling 1. Deretter ble steamer benyttet på overflaten i cirka et halvt minutt. Steam ble påført med sirkelbevegelser cirka 3 cm fra overflaten.

**Behandling 18, steamer og tannbørste:**

Overflaten ble fuktet med destillert vann som for behandling 1. Deretter ble steamer benyttet på overflaten i cirka et halvt minutt. Overflaten ble så børstet med tannbørste i rundt 1 minutt.

**Behandling 19, bentonittleire på tørr overflate:**

Bentonittleire(10 ml) er blandet ut i destillert vann(30 ml) 25 °C. Blandinger er rørt til en leire med trespatel i en plastbeholder. Leiren ble så påført overflaten på et område på cirka 3 x 5 cm, og med et leirelag som var 5 cm tykt. Deretter ble overflaten med leiren dekket til med plastfolie i 1 døgn. Så ble folien tatt av slik at leiren kunne lufttørke. Tiden på dette varierte fra prøvebit i laboratoriet og på skulpturen grunnet det varme været utenfor. Overflaten ble etter endt behandling skylt med vann.

**Behandling 20, bentonittleire på våt overflate:**

Overflaten er fuktet med destillert vann som for behandling 1. Deretter gjennomgått behandling som for behandling 19.

**Behandling 21, laponite på tørr overflate:**

Laponite RD(4 gram) ble blandet i 100 ml destillert vann. Blandingen sto i cirka 2 døgn før løsningen hadde omformet til en géel. Géleen ble påført tørr overflate på et område på cirka 3 x 5 cm, og med et géel-lag på cirka 4 mm. Overflaten ble dekket med plastfolie, men grunnet géleens konsistens var dette ikke helt vellykket og plastfolien ville føre til at géleen ville bli dradd utover. Plasten ble derfor fjernet. Géleen tørket til den hadde blitt helt tørr og løsnet fra overflaten(tiden varierte noe på prøver i laboratoriet og på skulpturen utendørs).

**Behandling 22, laponite på våt overflate:**

Overflaten ble fuktet med destillert vann som for behandling 1. Deretter samme behandling som for behandling 21.

## **Vedlegg 17: Resultat av utførelse av rensebehandlingsforsøk på marmorskulptur**

### **Resultat av behandling 1:**

Kun bruk av kaldt til lunkent vann førte til at noe løst overflatebelegg ble skylt vekk, men mye løse partikler ble liggende igjen.

### **Resultat av behandling 2:**

Som for behandling 1, men løse partikler kunne fjernes lettere ved å børste bort med svamp. Overflaten ble noe renere, men my belegg ble liggende igjen. Svampen smuldret litt opp om det ble skrubbet for hardt mot overflaten, muligens fordi overflaten er ru.

### **Resultat av behandling 3:**

Varmt vann løsnet opp mer belegg enn kaldt vann, men mye løse partikler ble liggende igjen. Varmt vann viste seg å løse mer og raskere opp partikkelbelegg på overflaten, som virker mye renere etter behandling enn med kaldt vann.

### **Resultat av behandling 4:**

Som for behandling 3, men løse partikler kunne børstes vekk. Svampen smuldret litt opp om det ble skrubbet for hardt mot overflaten, muligens fordi overflaten er ru.

### **Resultat av behandling 5:**

Som for behandling 2, men geitehårbørsten kom lettere til i små fordypninger, og fjernet noe mer partikler enn svampen. For hard skrubbing med børsten første til at fibere på børsten løsnet.

### **Resultat av behandling 6:**

Som for behandling 5. Det var ikke stor forskjell på geitehårbørsten og ulike typer pensler. Men mindre pensler kom lettere til og var enklere å håndtere på utilgjengelige områder. Resultat var stort sett det samme, og også med pensler løsnet en del fibere.



**Resultat av behandling 7:**

Tannbørste og oppvaskbørste var mer effektiv enn svamp, pensler og geitehårbørste. Tannbørsten kom til i mer utilgjengelige områder, og overflaten ble renere enn for de foregående behandlinger. Ingen fibere løsnet fra tannbørsten.

**Resultat av behandling 8:**

Neglebørste var like effektiv som tannbørste, men var lite skånsom mot overflaten, noe som kunne observeres etter behandling ved at noen små områder på overflaten hadde flaket av.

**Resultat av behandling 9, 10, 11 og 12:**

Varmt vann var mer effektivt enn kaldt vann som beskrevet i resultat etter behandling 3. Svamp, geitehårbørste, pensler, tannbørste, oppvaskbørste og neglebørste viste samme resultat som i behandling 4 – 8, men overflaten ble renere og mer partikkelbelegg ble fjernet ved bruk av varmt vann.

**Resultat av behandling 13 og 14:**

Synperonic A7 i lunkent vann viste seg å være like effektivt som varmt vann. Overflaten virket dessuten noe renere ved bruk av såpe enn uten bruk av såpe. Tannbørste gjorde overflaten renere enn med svamp, og uten å skade overflaten. Med svamp så noe partikkelbelegg ut til å ligge igjen i små porer på overflaten.

**Resultat av behandling 15 og 16:**

Behandlingen viste samme resultat som i behandling 13 og 14, og det var ikke mulig å differensiere mellom resultatet ved bruk av Synperonic A7 eller Sunlight.

### **Resultat av behandling 17 og 18:**

Steamer var enkel å bruke, og kom tilsynelatende til i alle små fordypninger i overflaten, og den var lettere å kontrollere enn med bruk av svamp, børster og pensler. Overflaten virket jevnere ren enn ved de andre metodene. Det kunne synes som om overflaten ble noe "tørr" og ru etter behandling, men usikker på om dette er egenskaper allerede i overflaten eller en effekt av behandling. Bruk av børste etter behandling av med steamer virket ikke nødvendig, da overflaten allerede var ren nok.

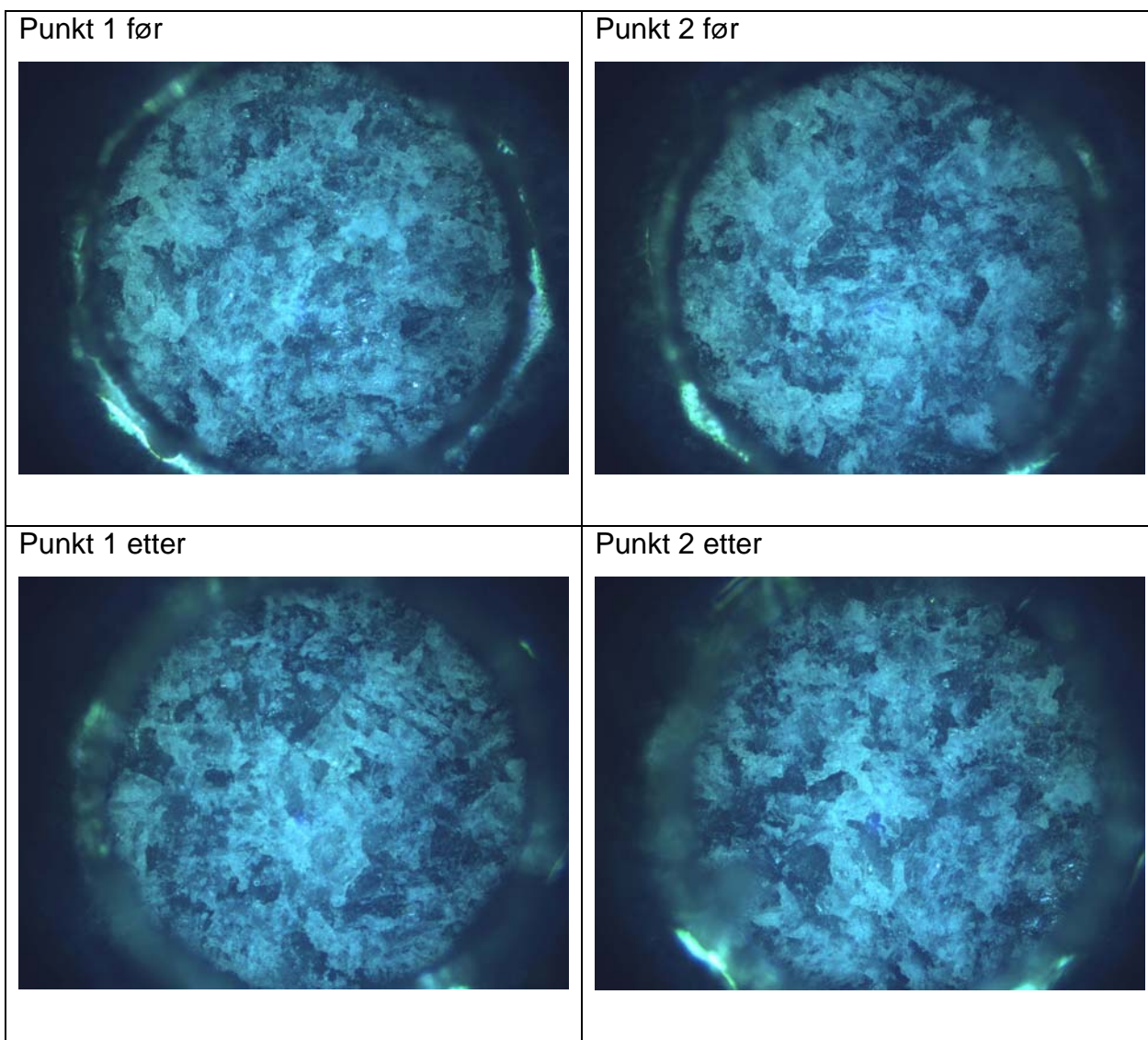
### **Resultat av behandling 19 og 20:**

Bentonitt var klebrig å bruke, og påføring kunne ta noe tid. Bentonitten tørket godt og raskt i det varme været, og leiren falt av overflaten da den hadde blitt helt tørr. Leiren tørket ikke som et helt flak, men løsnet i flere mindre. Dette førte til at mørkere linjer kunne observeres på overflaten mellom der flakene hadde tørket. Noe leire ble også liggende igjen på overflaten, og måtte skylles og børstes av for å løsne. Leiren fjernet noe av det øverste partikkelbelegget, men overflaten var ikke blitt renere enn ved bruk av vann, såpe eller steamer. Bentonitt lagt på fuktet overflate hadde noe bedre effekt enn bentonitt på tørr overflate.

### **Resultat av behandling 21 og 22:**

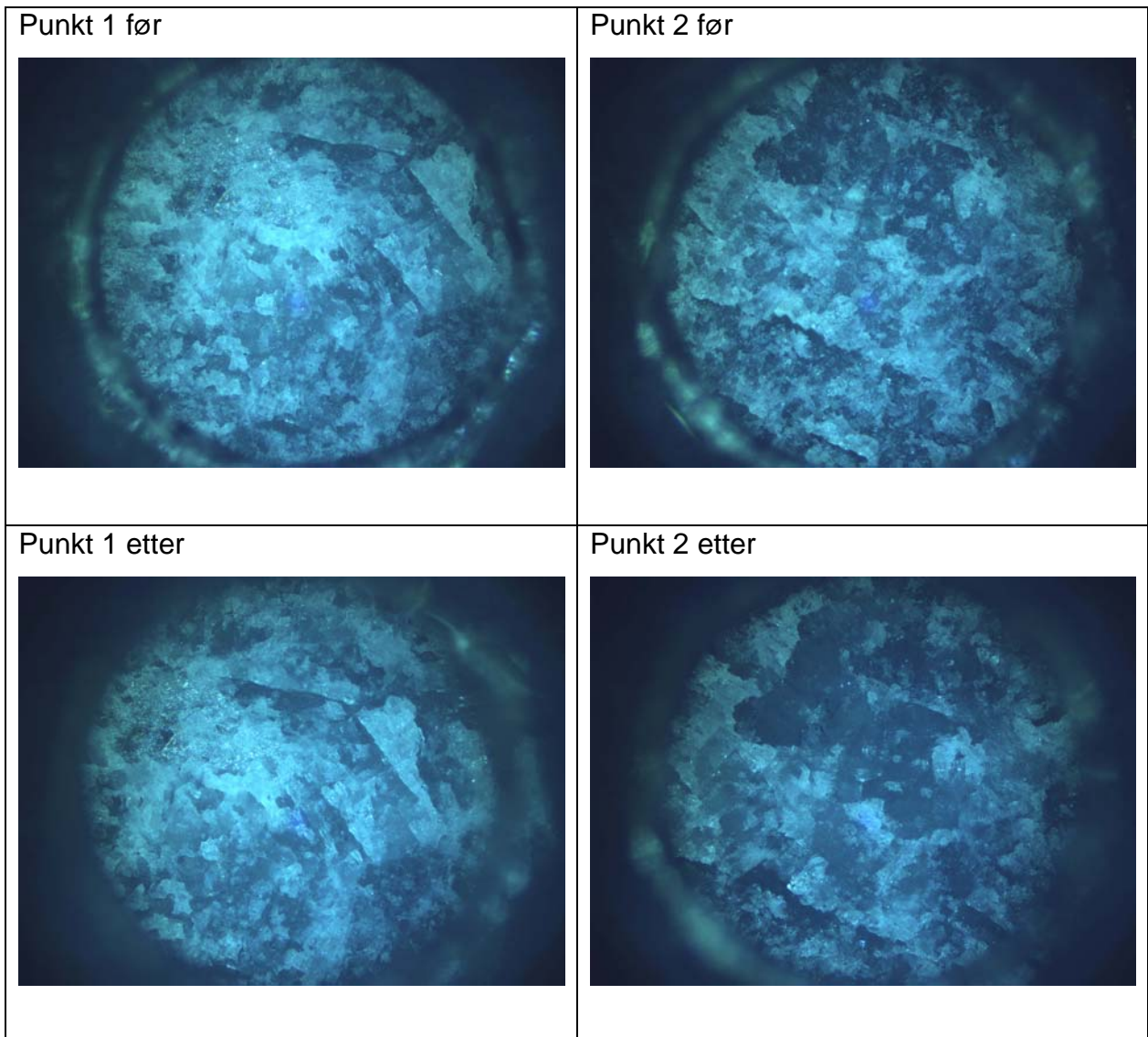
Laponite'en brukte lang tid på å omformes til en gé, og selv hadde den lav viskositet, noe som gjorde den vanskelig å kontrollere ved påføring. På flater som ikke var horisontale begynte den å skli lett nedover. Plastfolie var ikke lett å legge rundt. Laponite'en tørket raskt i det varme været utenfor, og rester av géen falt av som flak. Også med denne kunne noen mørkere linjer mellom tørkede flak observeres på overflaten. Overflaten ble noe renere etter behandling, men hadde stor sett samme resultat som bentonitt. Også med laponite var effekten best på overflate som hadde blitt fuktet før behandling.

## Vedlegg 18: Billeddokumentasjon for test av prøvesten



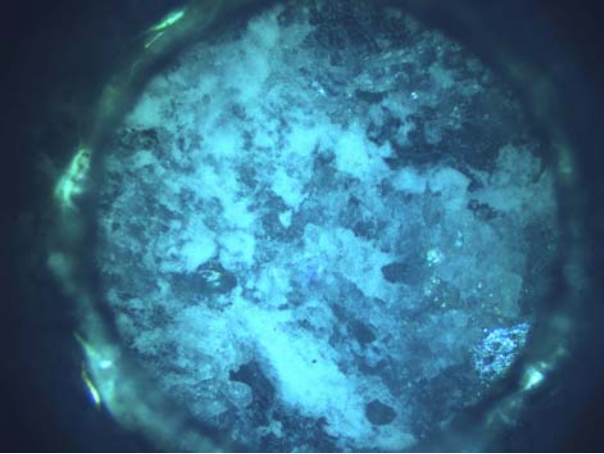
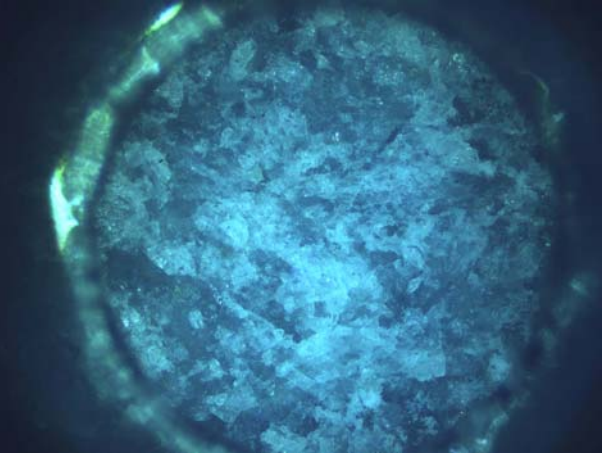
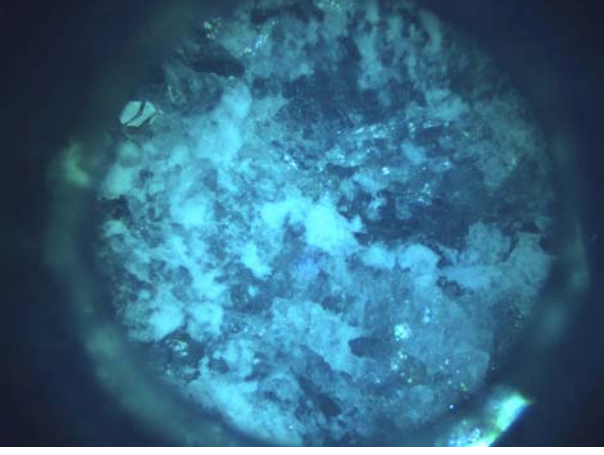
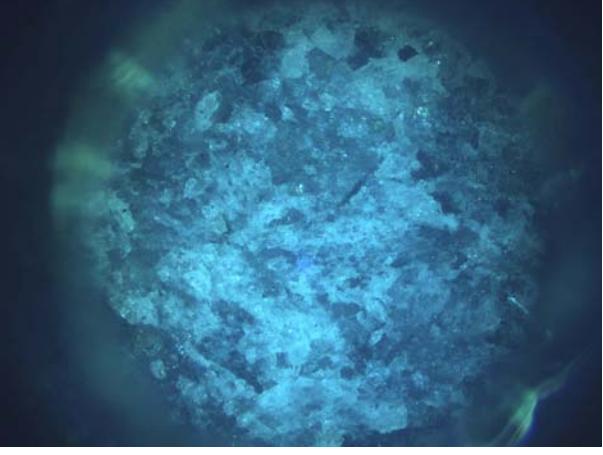
### Prøve 1:

Punktene har noe ulikeheter i forhold til hvite og grå partier før og etter, men fordeling av partiene er stor sett samme mengde før og etter behandling. Det er ikke tegn til riper eller andre skader på overflaten. Ulikeheter kan skyldes forskyvninger av transparent, slik at noe ulike områder har blitt fotografert.



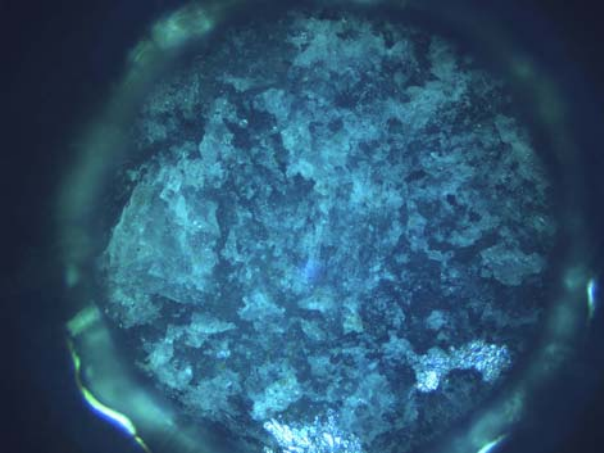
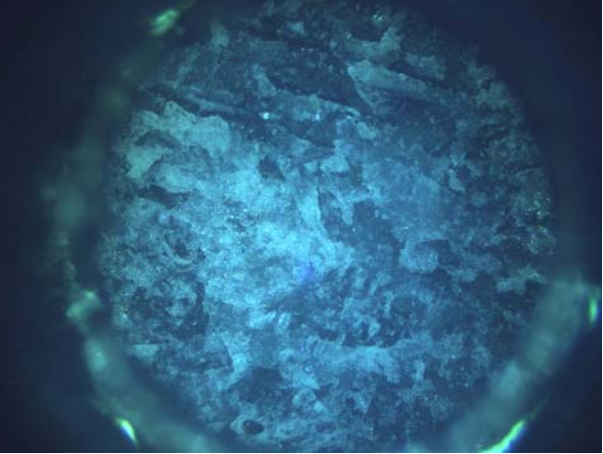
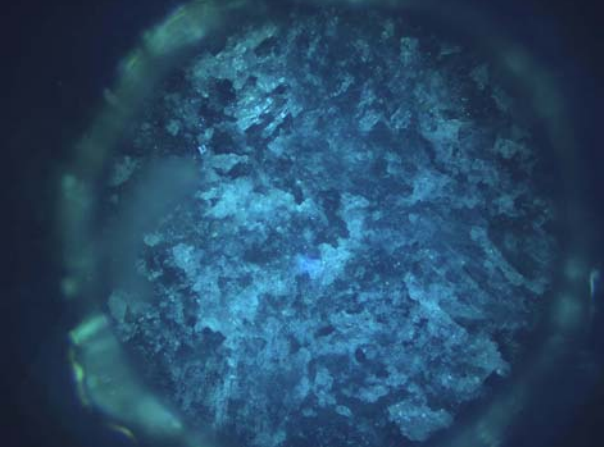
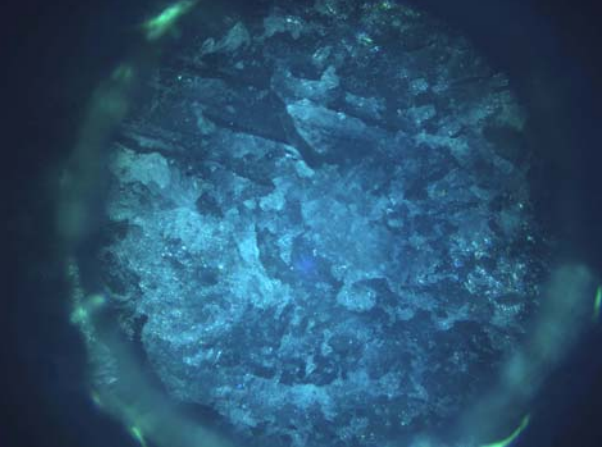
## Prøve 2:

Grå og hvite partier er nokså identiske før og etter, som kan tyde på at ingen endring i mineralstrukturen på overflaten har forekommet. Overflaten på punkt 2 etter behandling har fått noe større grå felter, som kan skyldes at tynne hvite lag på overflaten har blitt fjernet etter behandling. Riper eller andre skader på overflaten kan ikke observeres.

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

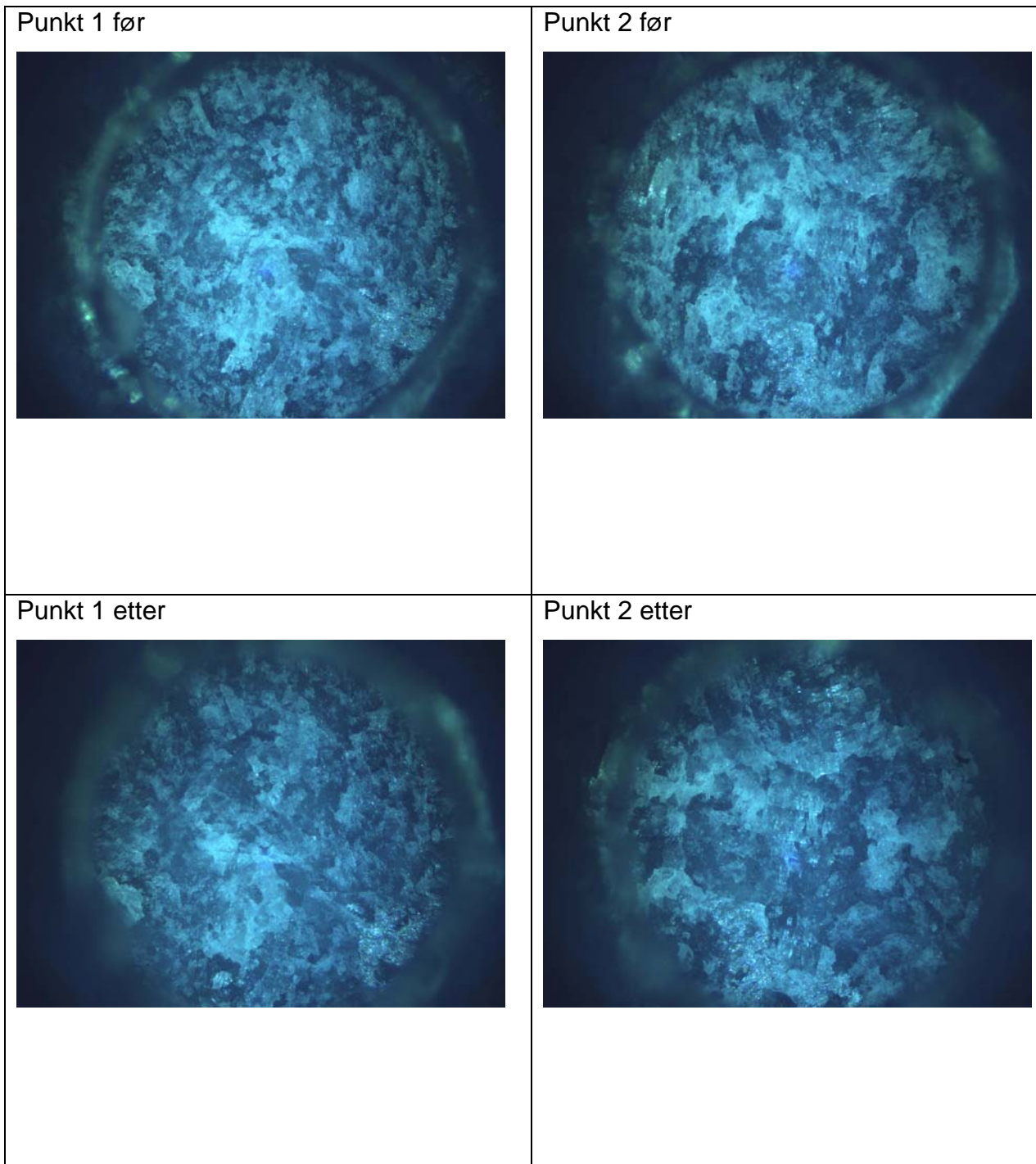
### Prøve 3:

Punktene og fordelingen av hvite og grå felter er svært like før og etter behandling, og det er ingen tegn til riper eller skader på overflaten.

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

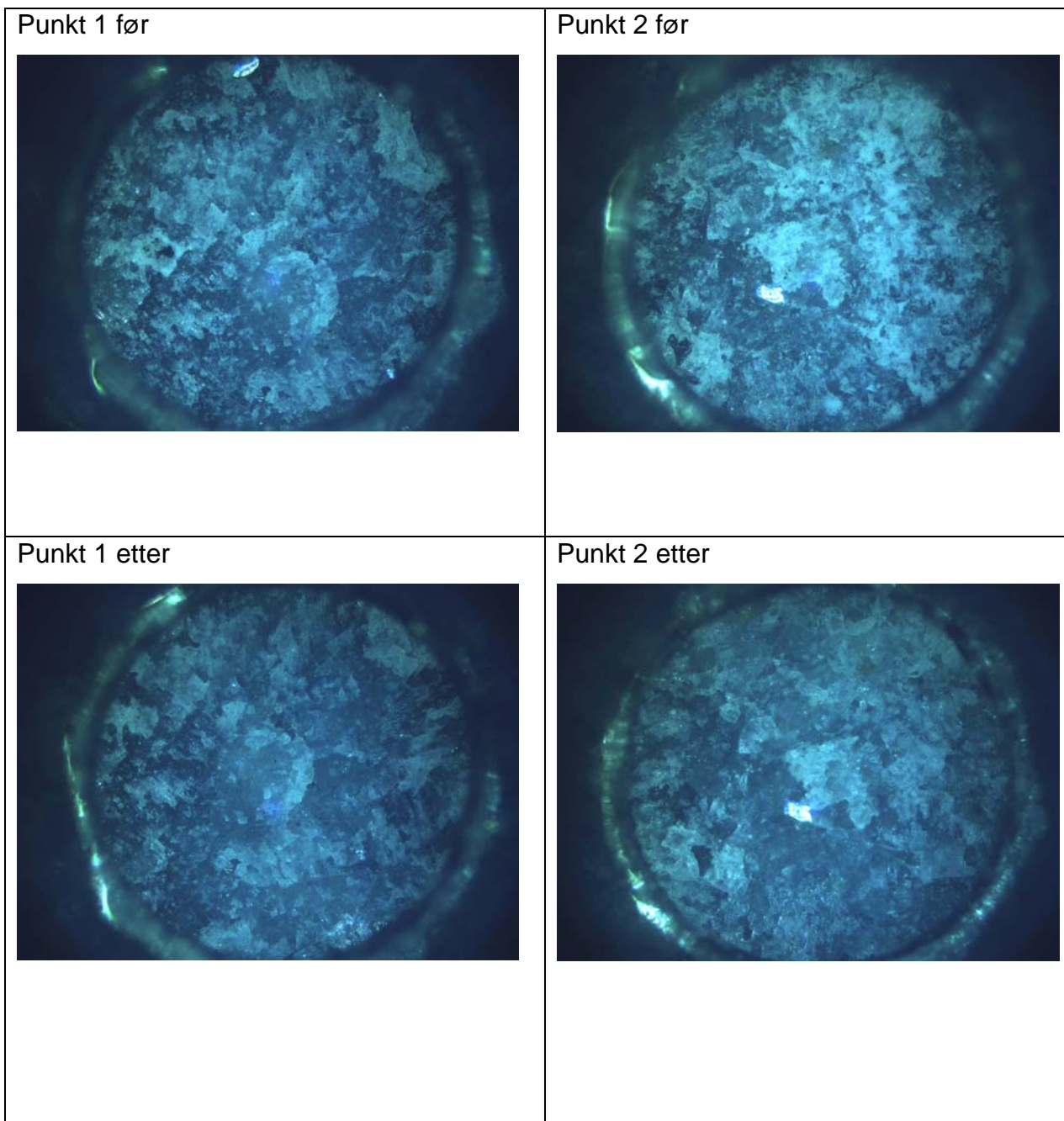
#### Prøve 4:

Punktene og fordelingen av hvite og grå felter er nokså identiske, og det er ingen tegn til riper eller skader på overflaten.



### Prøve 5:

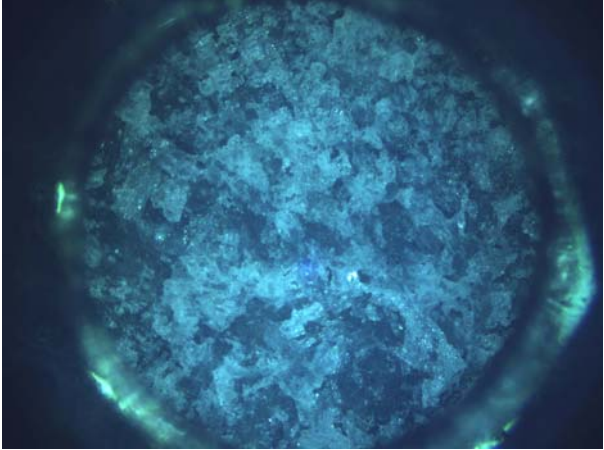
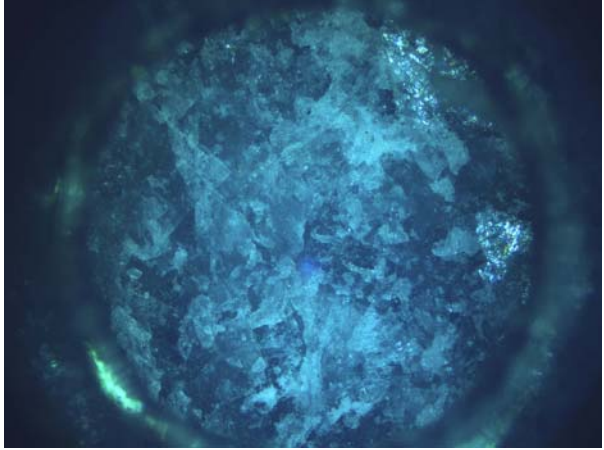
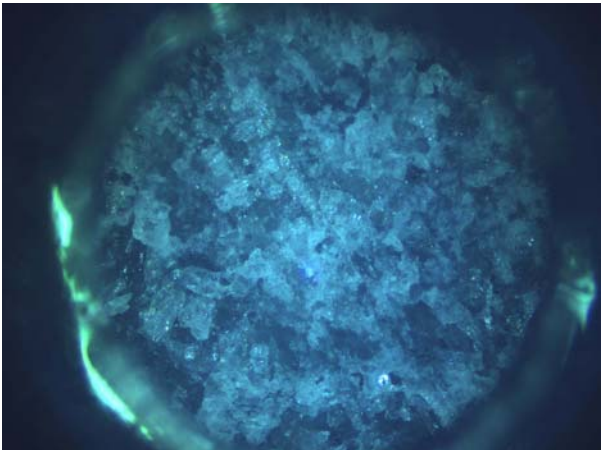
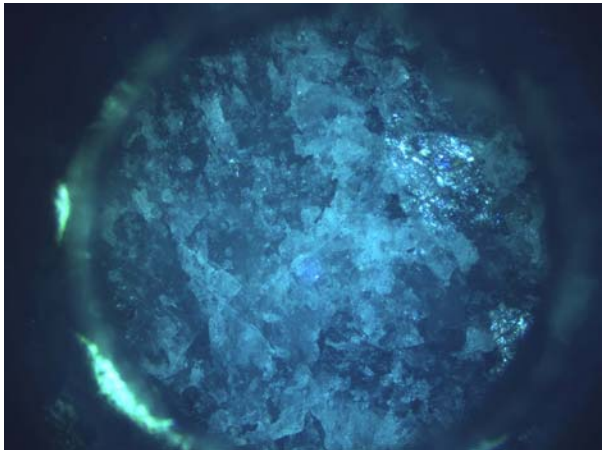
Overflatestrukturen er svært lik på begge punkter før og etter behandling, men noe av det øverste tynne hvite laget har forsvunnet etter behandling, som har ført til noe større områder med grå felter. Ingen skader eller riper i overflaten.



### Prøve 6:

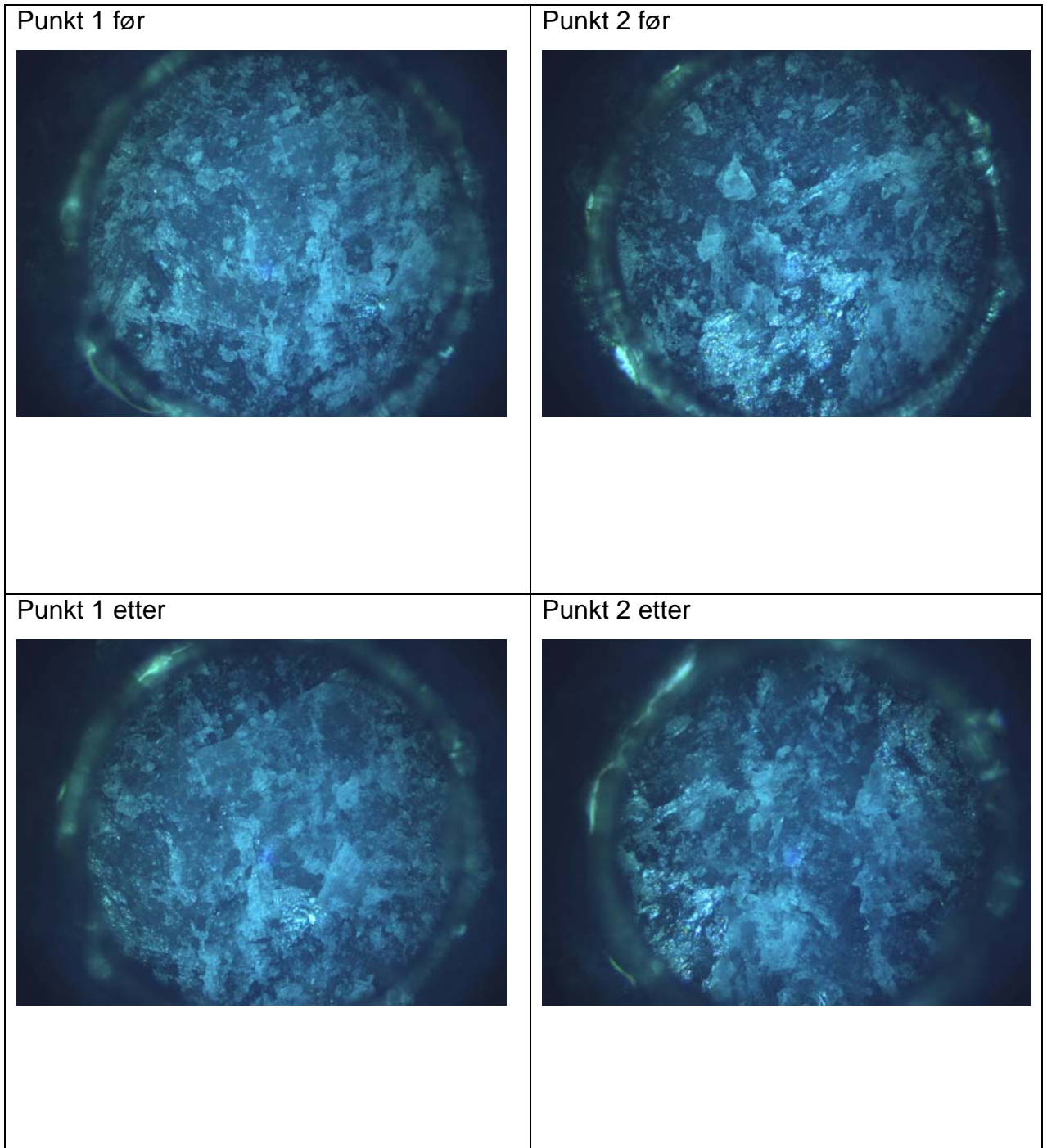
Likt som for prøve nummer 5. Nokså identisk overflatestruktur, men noe større områder med grå felte, da enkelte tynne hvite partier er fjernet etter behandling. Ingen tegn til riper eller skader på overflaten



|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

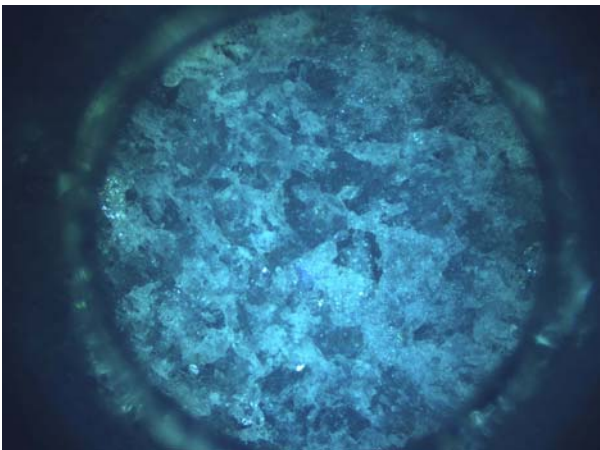
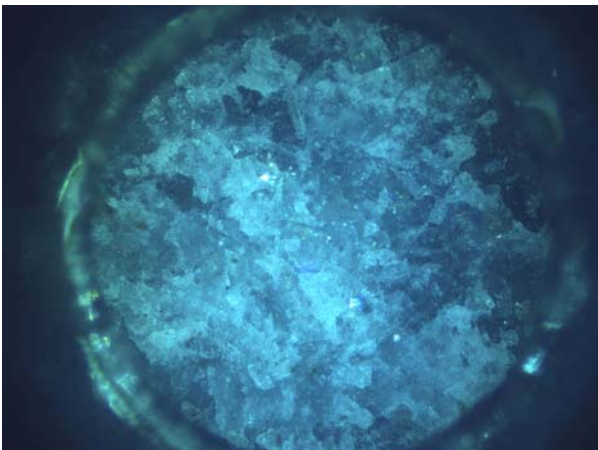
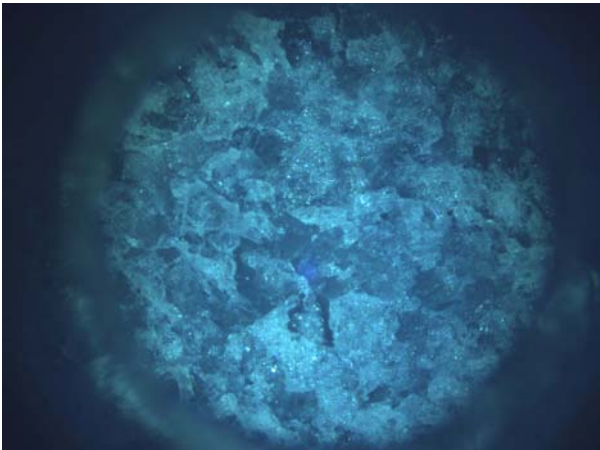
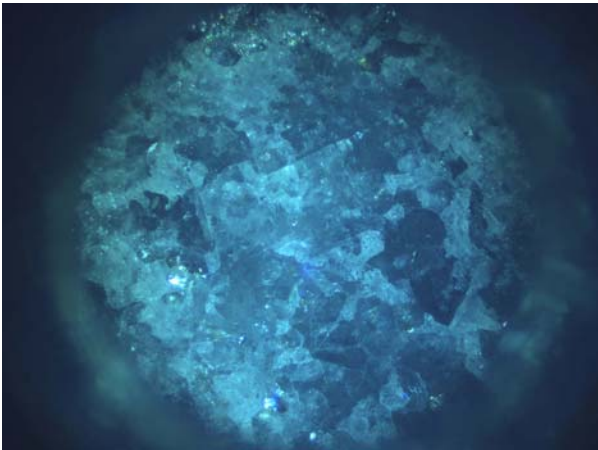
### Prøve 7:

Ingen tegn til skader på overflaten. Punkt 1 virker nokså likt etter behandling, men punkt 2 har noe mindre hvite områder, som tyder på at noe av det øverste hvite tynne laget på overflaten er blitt tynnere, og overflaten dermed noe mørkere etter behandling.



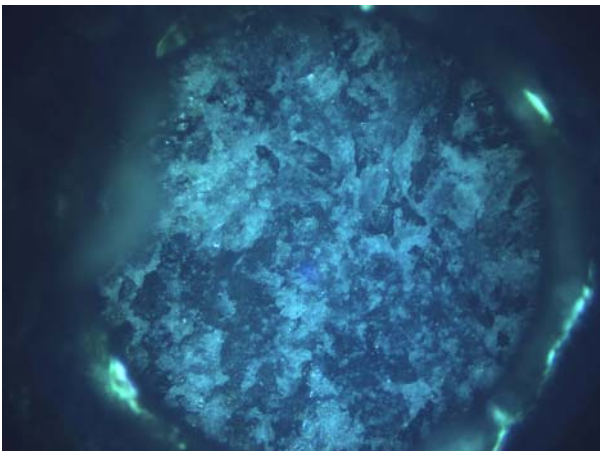
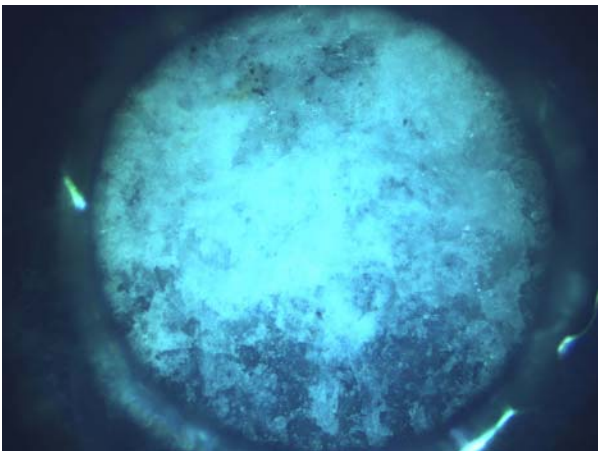
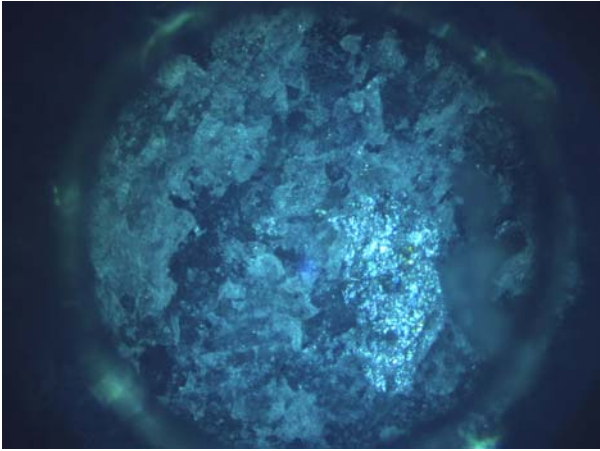
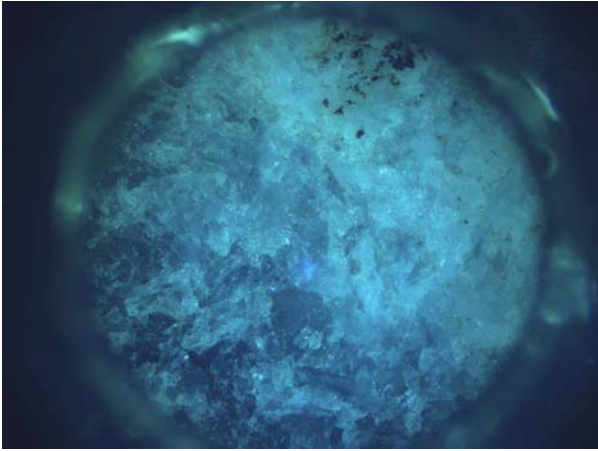
### Prøve 8:

Det kan synes som om enkelte hvite områder på begge punkter har blitt fjernet etter behandling, slik at noen områder har blitt mørke grå. Ingen tegn til riper eller skader i overflaten

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

### Prøve 9:

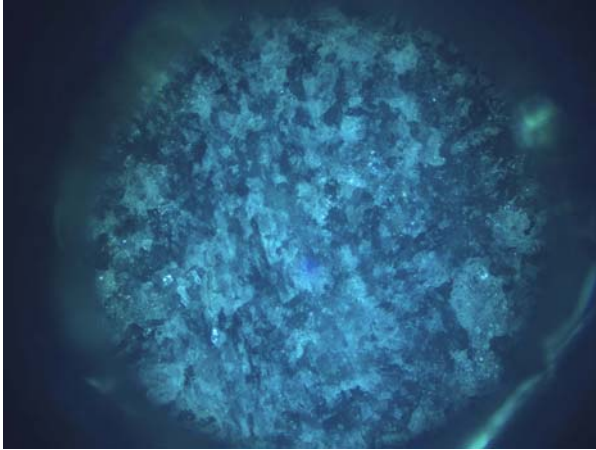
Ingen tegn til riper eller skader på overflaten, men det øverste tynne hvite laget ser ut til å ha avdekket større mørkere områder på begge punkter etter behandling.

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

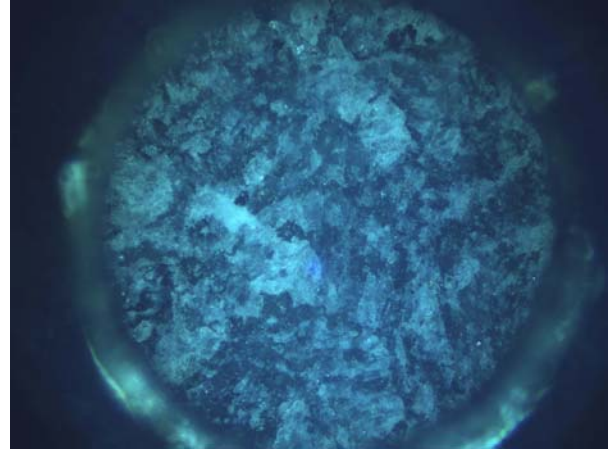
### Prøve 10:

Område fotografert ser ut til å ha forskjøvet seg noe etter behandling, men det tyder på at overflaten har blitt mørkere etter behandling, og at tynne lag med hvitt har blitt fjernet i begge punkter etter behandling. Ingen tegn til riper eller skader i overflaten.

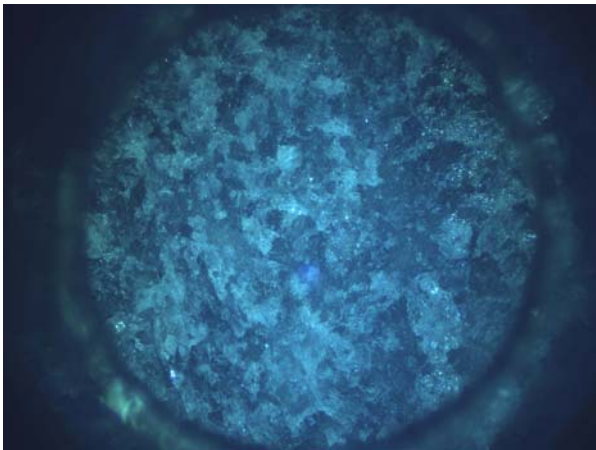
Punkt 1 før



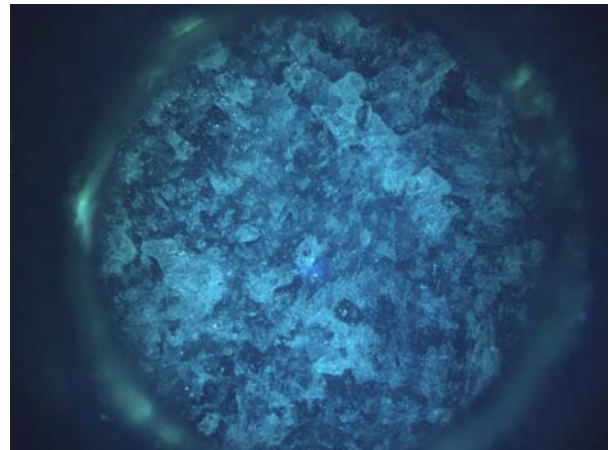
Punkt 2 før



Punkt 1 etter

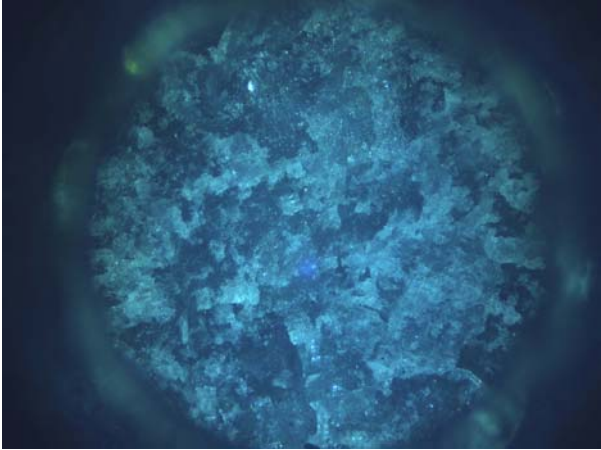
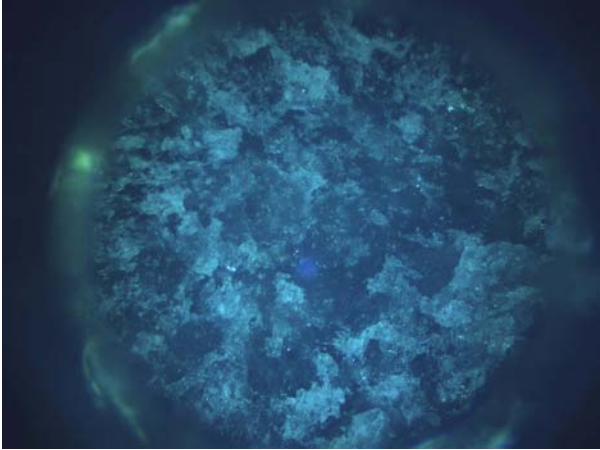
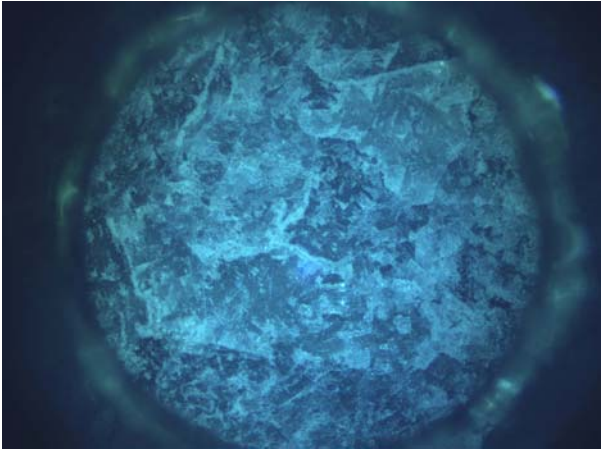
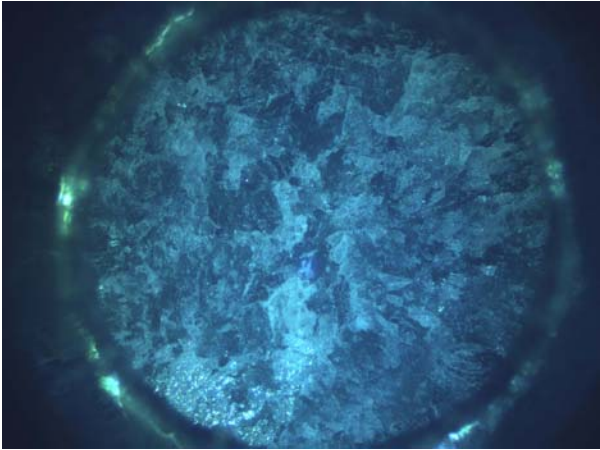


Punkt 2 etter



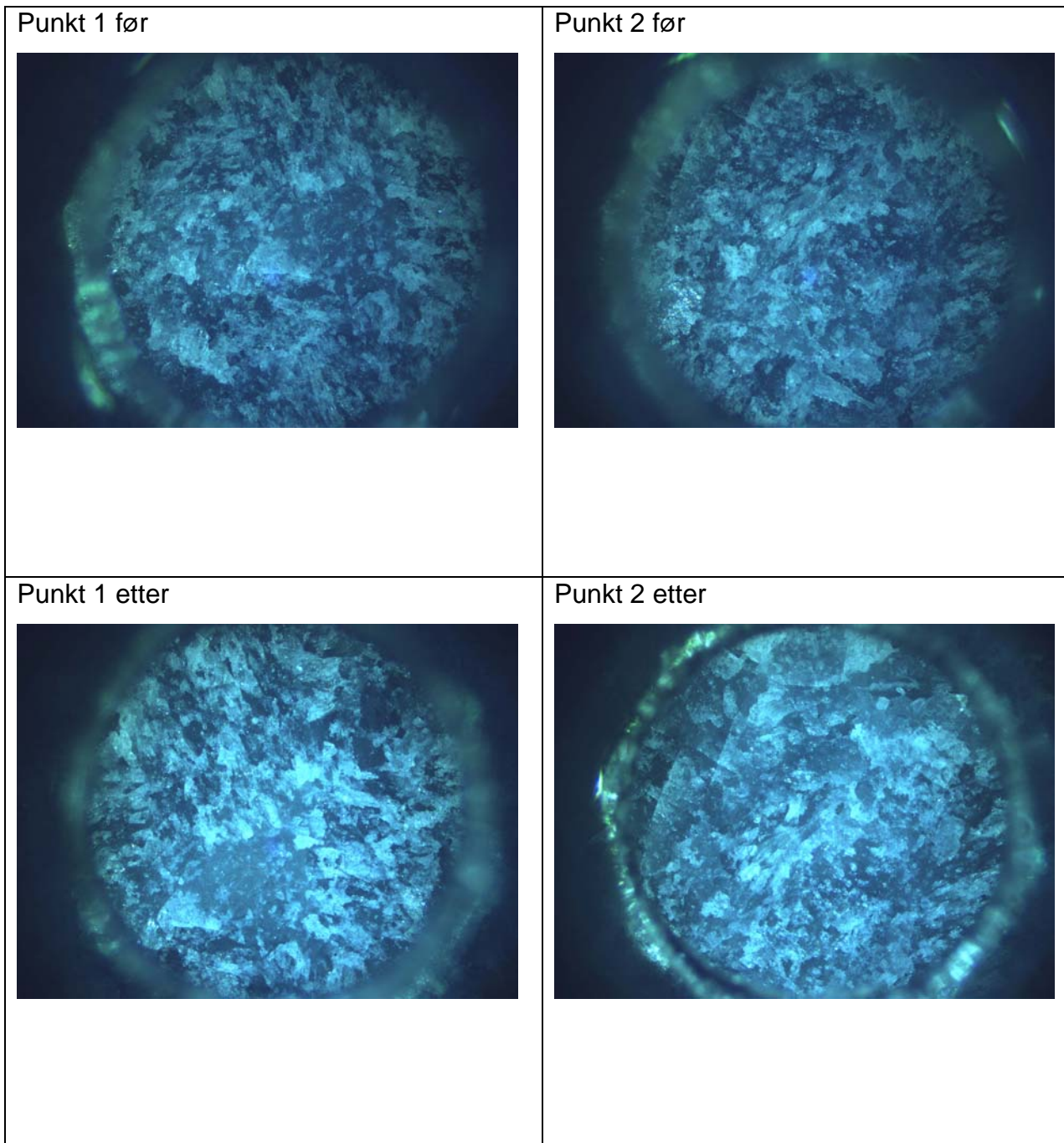
### Prøve 11:

Punktene er svært like før og etter behandling, og fordelingen av hvite og grå partier i overflaten er også veldig lik. Ingen tegn til riper eller skader på overflaten.

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

### Prøve 12:

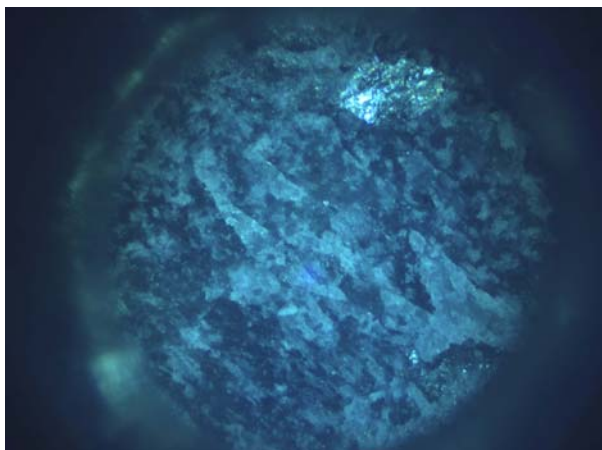
Punktene har forskjøvet seg noen etter behandling under fotografering. Punktene virker noe hvitere etter behandling, men dette kan skyldes avvik ved fotografering. I punkt 1 etter behandling har overflaten rundt enkelte områder skarpe konturer, men usikkert om dette skyldes behandling eller egenskaper allerede i overflaten. Ingen tegn til skader eller riper i overflaten ut over dette.



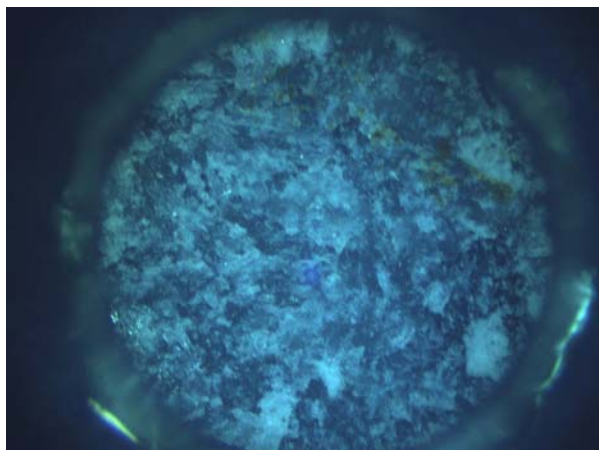
### Prøve 13:

Overflaten i begge punkter skinner etter behandling(reflekterer lyset), som om overflaten skulle ha blitt polert/blankere. Skillet mellom de hvite og grå felter har mindre kontraster, og får enkelte områder til å se ut som om de er gnidd litt utover. Ellers ingen tegn til skader eller riper i overflaten.

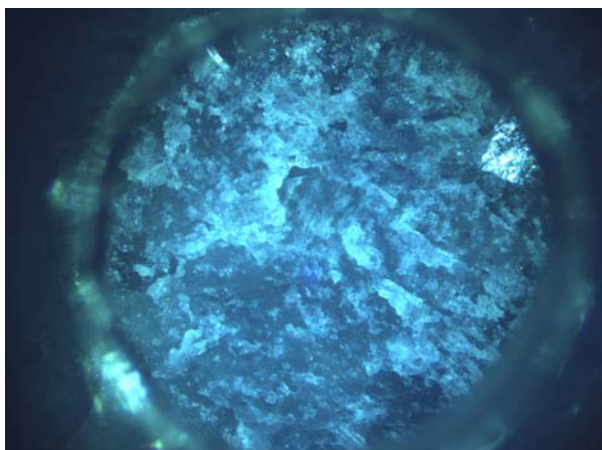
Punkt 1 før



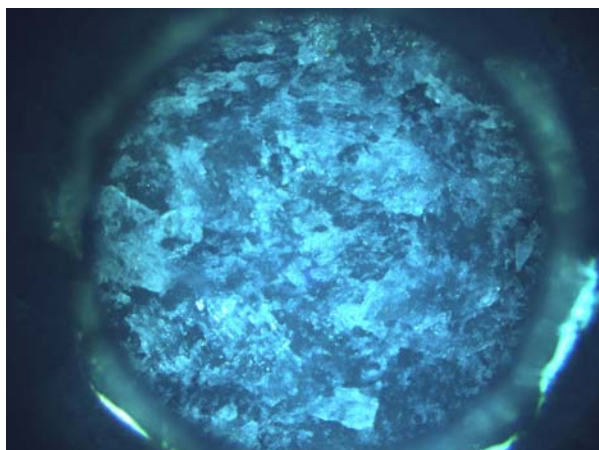
Punkt 2 før



Punkt 1 etter



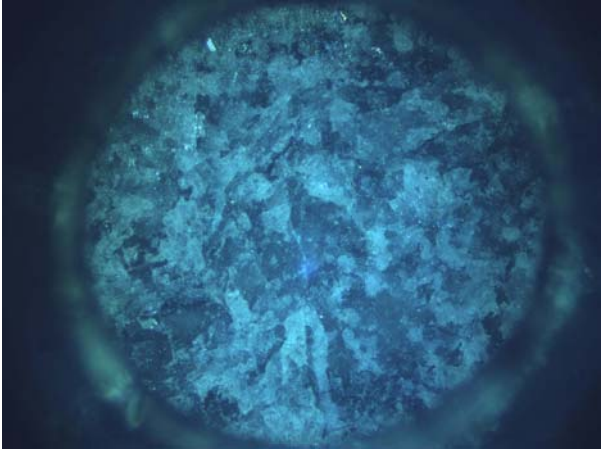
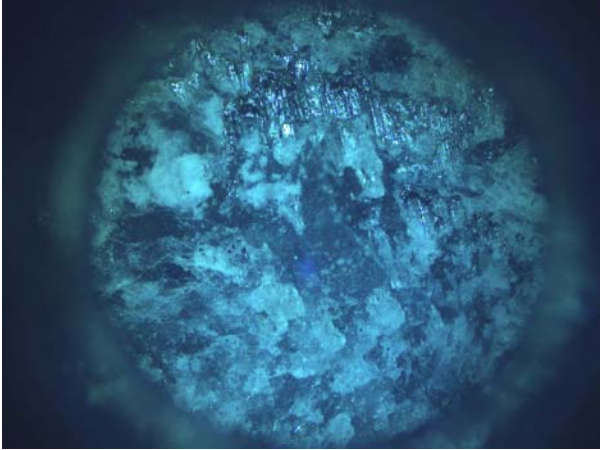
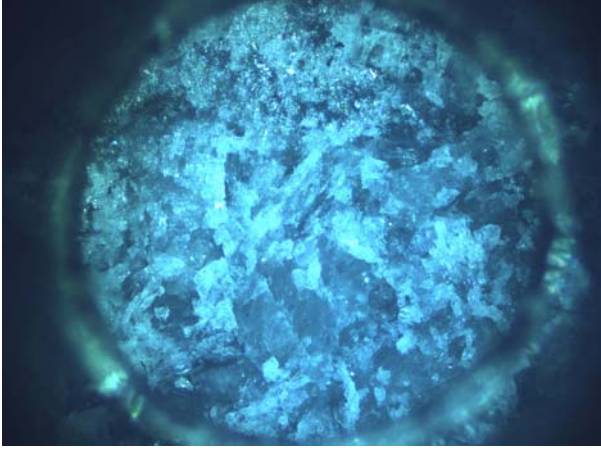
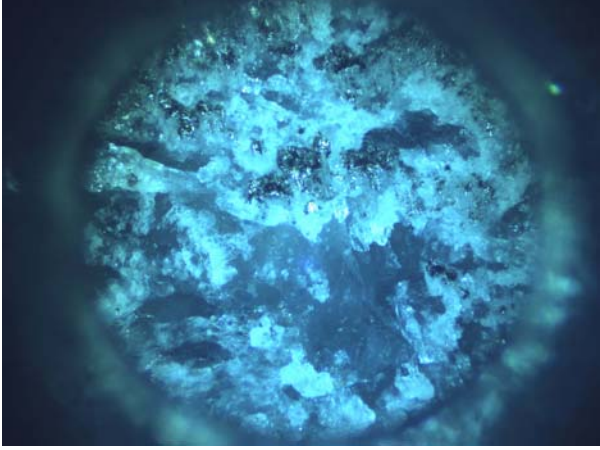
Punkt 2 etter



### Prøve 14:

Det samme gjelder her som i prøve nummer 13.

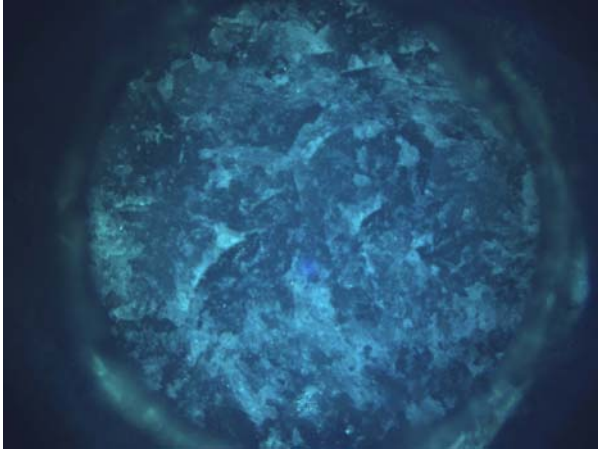


|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

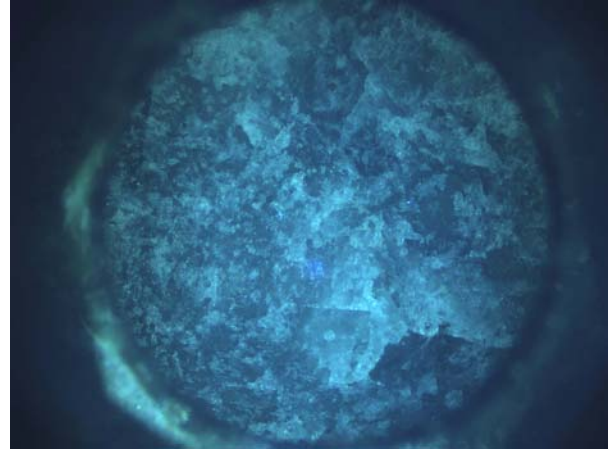
### Prøve 15:

Resultat etter behandling viser det samme som i prøve 13 og 14, men overflaten virker i denne prøven ennå mer skinnende og polert. Strukturen ellers er nokså lik, men enkelte områder fått større grå felter. Ellers ingen tegn til riper eller skader i overflaten.

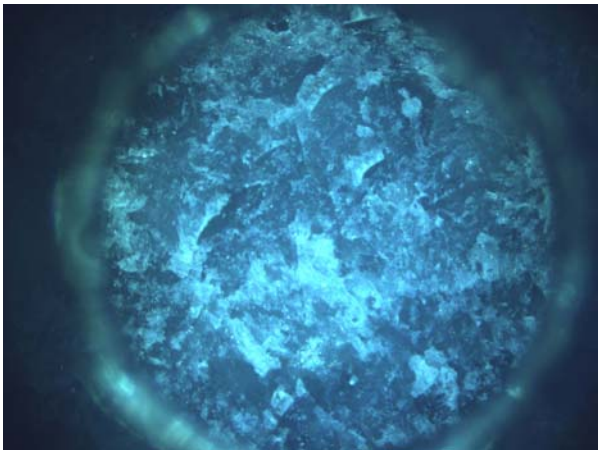
Punkt 1 før



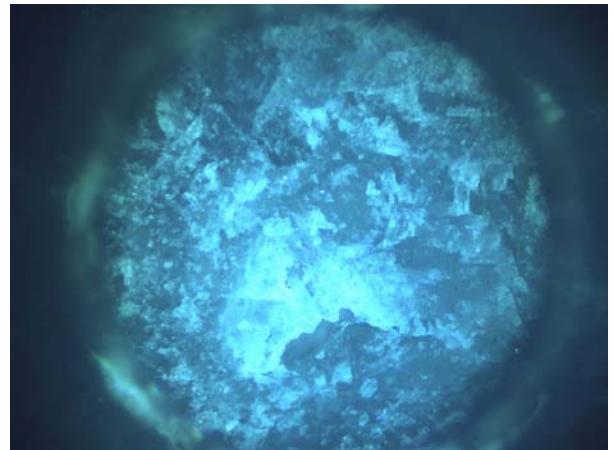
Punkt 2 før



Punkt 1 etter

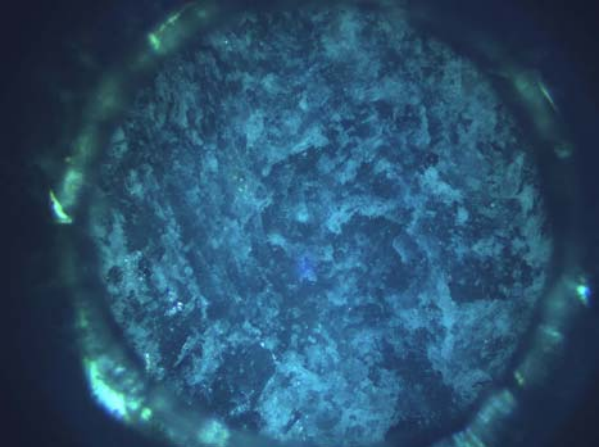
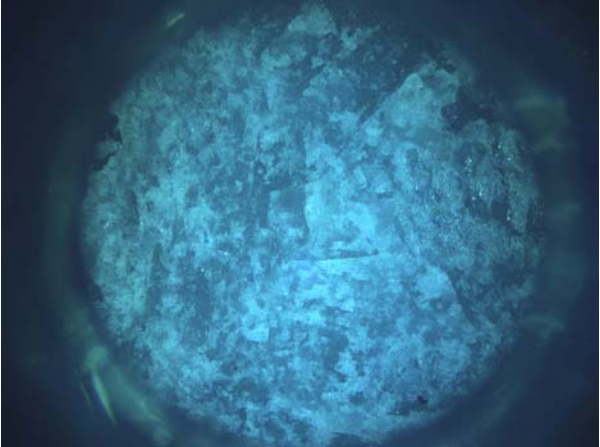
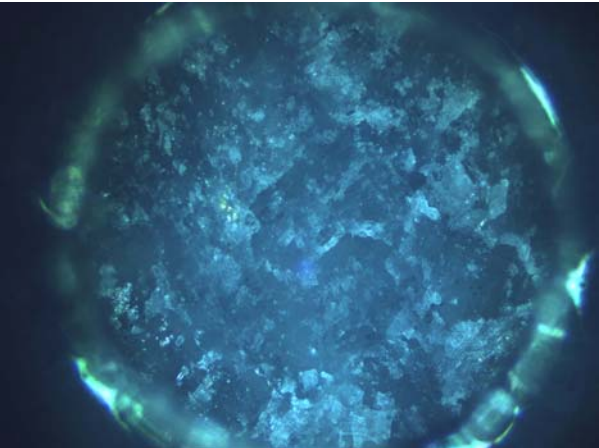
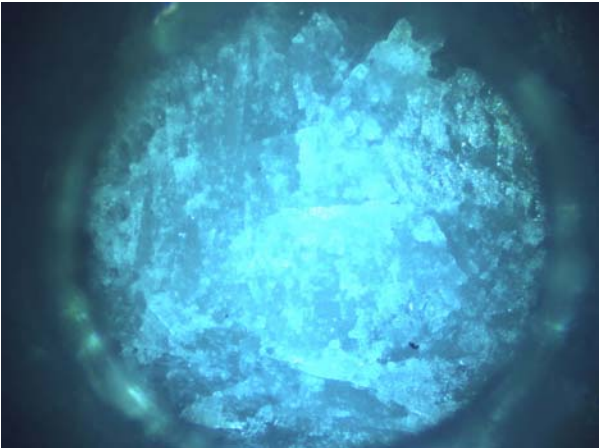


Punkt 2 etter



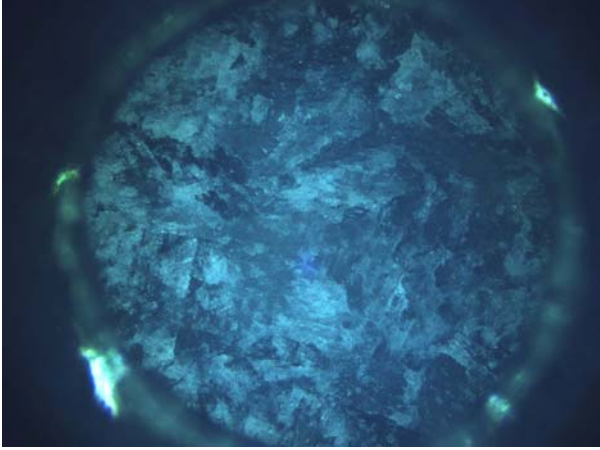
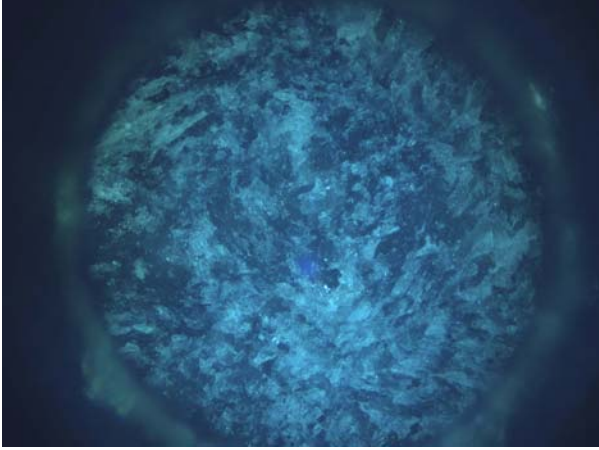
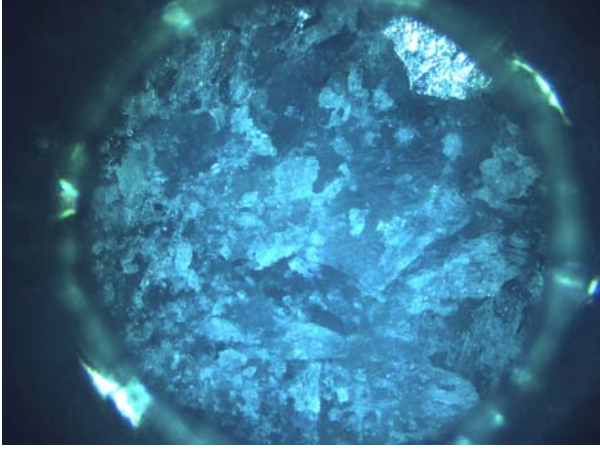
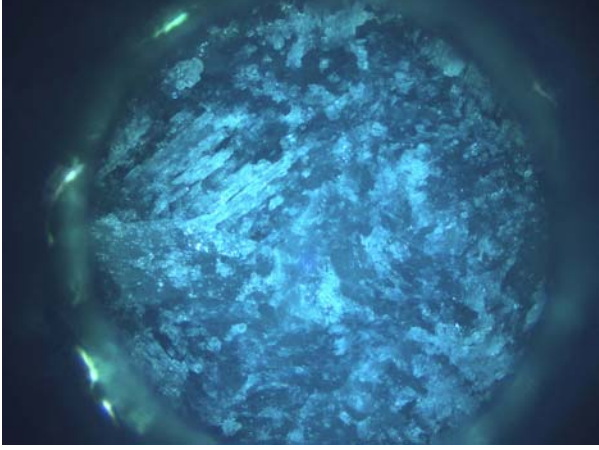
### Prøve 16:

Strukturen i overflaten er nokså lik som før behandling, men også her er overflaten blitt lysere og skinner mer etter behandling.

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

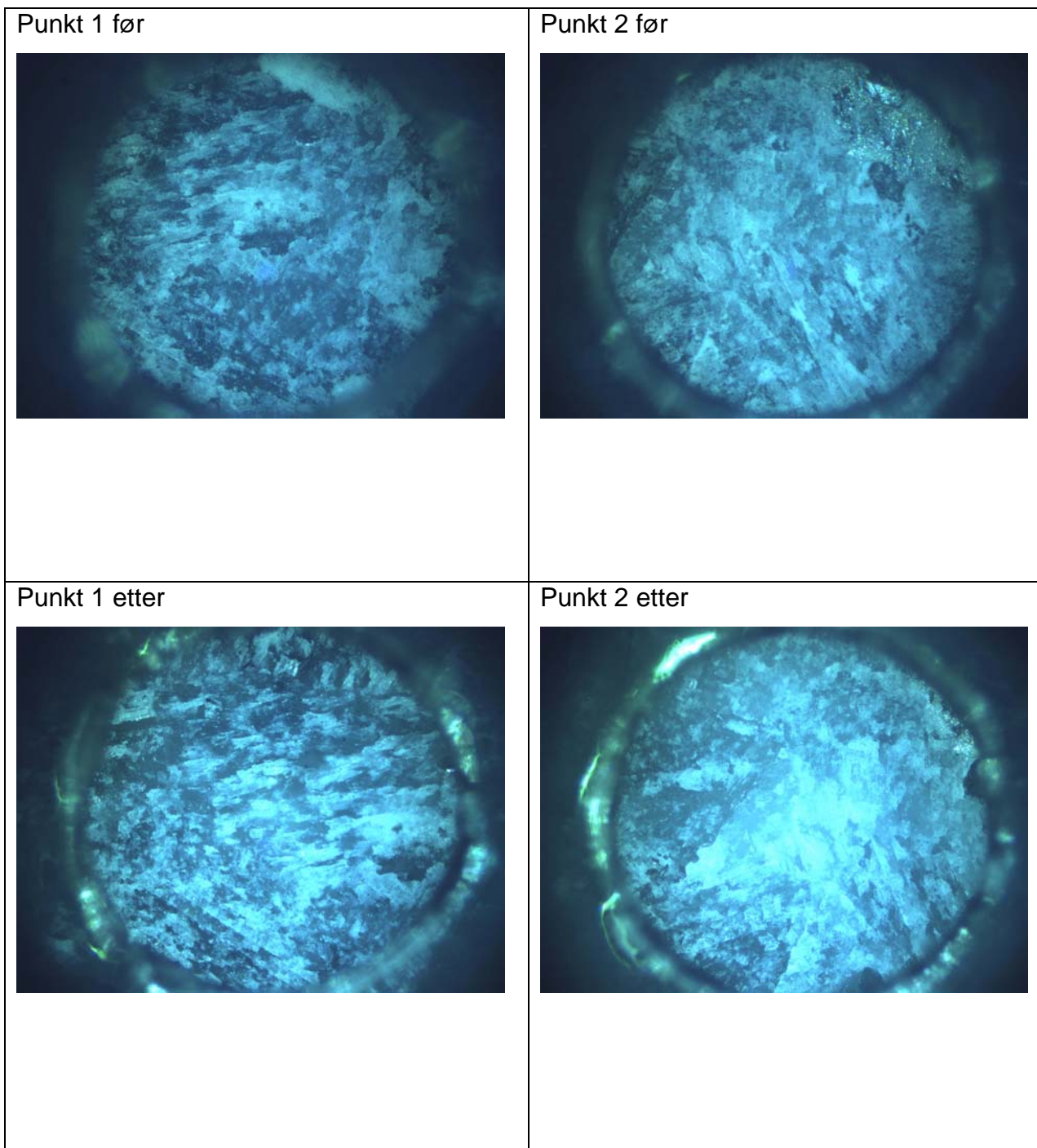
### Prøve 17:

Strukturen i overflaten virker lik på begge punkter før og etter behandling. Noe større grå områder etter behandling i punkt nummer 1, mens punkt 2 virker å skinne mer. Ingen tegn til riper eller skader ut over dette.

|   |  |
|---|--|
| <p>Punkt 1 før</p>     | <p>Punkt 2 før</p>     |
| <p>Punkt 1 etter</p>  | <p>Punkt 2 etter</p>  |

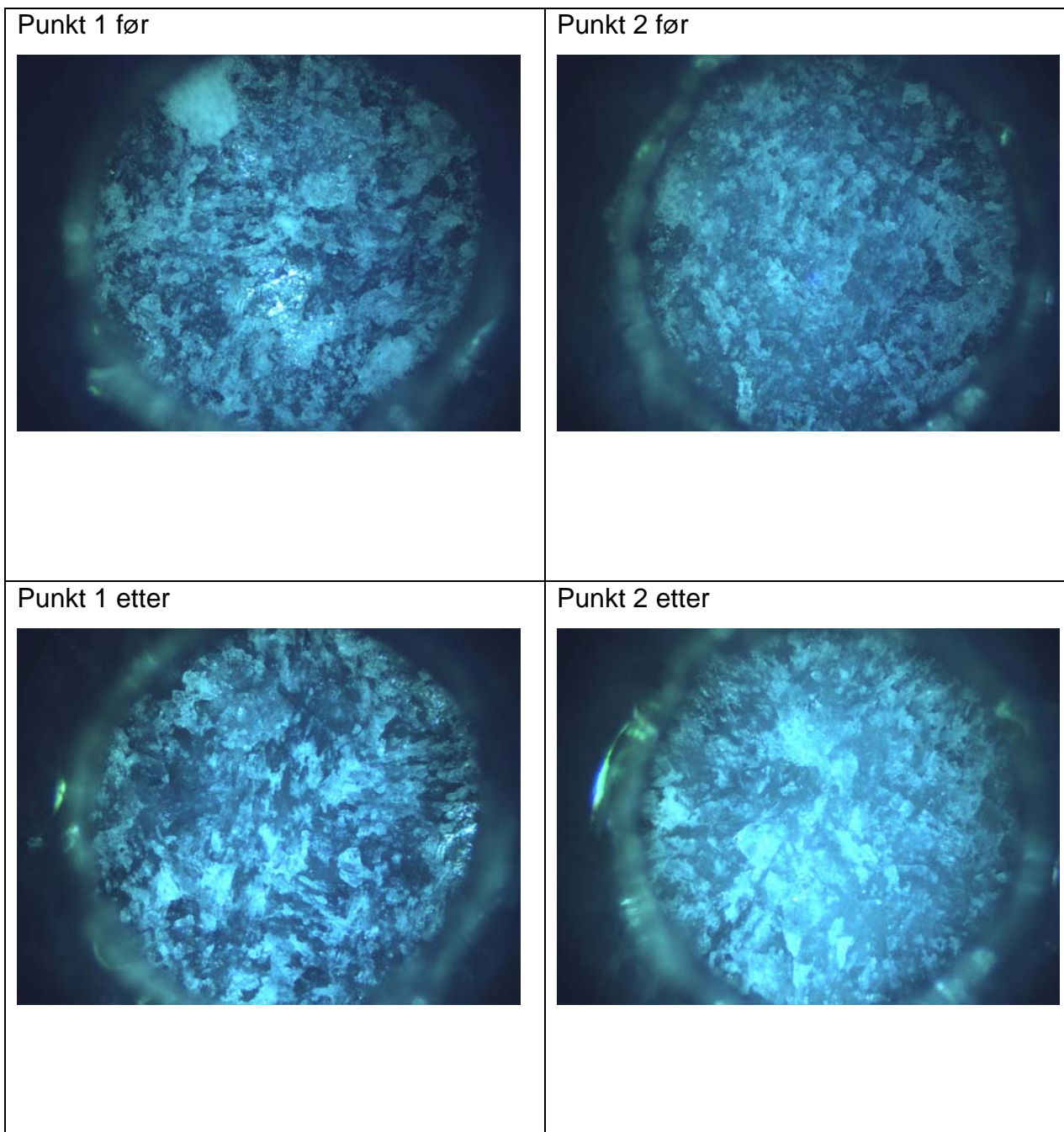
### Prøve 18:

Strukturen i overflaten virker nokså lik før og etter behandling, men også her virker punktene å være lyse og mer skinnende etter behandling. Ellers ingen tegn til skader eller riper i overflaten.



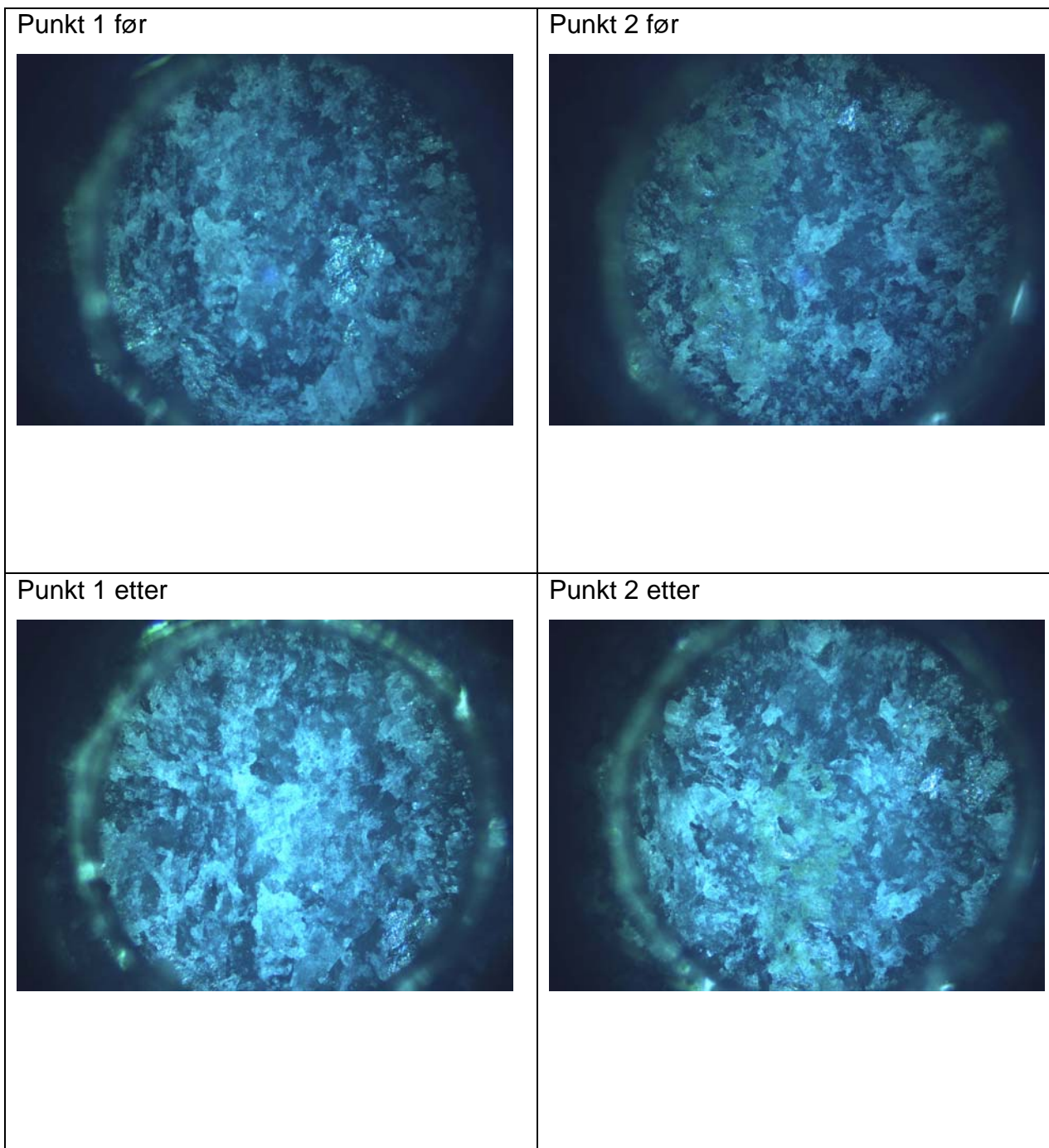
### Prøve 19:

Strukturen i overflaten er nokså identiske før og etter behandling, men også her er punktene mer skinnende etter behandling. Ellers ingen tegn til riper eller skader i overflaten.



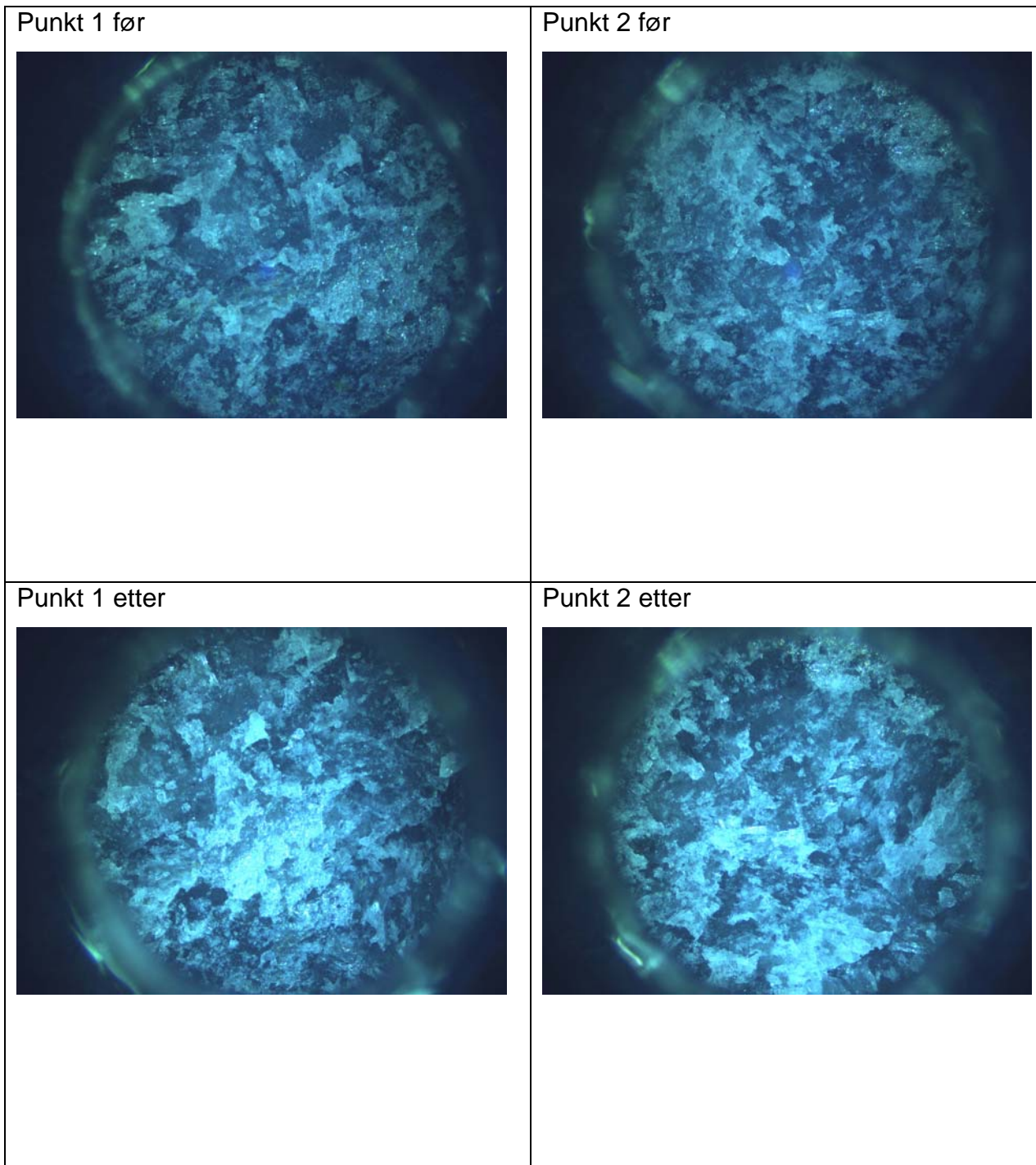
### Prøve 20:

Punktene virker noe ulike før og etter behandling, noe som kan skyldes at forskyvninger av fotograferte områder før og etter behandling har forekommet. Begge punkter virker mer skinnende og enkelte områder virker mer gnidd ut. Ellers ingen tegn til riper eller skader i overflaten.



### Prøve 21:

Overflaten er ulik før og etter behandling, men usikkert om dette skyldes forskyvninger av områder fotografert før og etter. Ingen tegn til riper eller skader, men overflaten virker mer skinnende etter behandling.









### Prøve 22:

Strukturen i overflaten virker nokså lik før og etter behandling, det samme med fordelingen mellom hvite og grå felter. Overflaten skinner mer etter behandling. Ingen tegn til riper eller skader i overflaten.



## Vedlegg 19: Billedokumentasjon av rensebehandlingsforsøk

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| <i>Før behandling</i>   | <i>Bentonitt dekket med plastfolie</i>   |
|   |   |
| <i>Bentonitt til lufttørking</i>  | <i>Etter behandling</i>  |
|  |  |
| <i>Laponite lagt på overflaten</i>  | <i>Laponite etter rens på overflatens</i>  |

|   |  |
|---|--|
|    |              |
| <i>Område før behandling</i>  | <i>Etter behandling</i>  |
|   |             |
| <i>Nærbilde etter behandling</i>  | <i>Bilde tatt ovenfra; Etter behandling</i>  |
|  |            |
| <i>Renset område med neglebørste øverst i venstre hjørne</i>                        | <i>Nærbilde av rensed område med neglebørste, der små områder av overflaten har flaket av.</i> |