



Til: KHMs styre

26. Statusrapport **Saving Oseberg Fase II**, 19. november 2020. KHMs Styre har forlenget SO-II med ett år, ut 2020.

Akkurat nå venter vi på to sentrale rapporter om evaluering av behandlingsmetoder: 1) kvantitativ sammenlignende testing av 5 konsolideringsmidler på arkeologisk tre, med kjemiske og mekaniske metoder (red. A. Zisi), 2) kvalitativ evaluering av injisering Oseberg-fragmenter med NP pluss behandling med de 5 konsolideringsmidlene. Det er disse to rapportene som skal føre til en eller flere anbefalte metoder. I tillegg venter vi sluttrapport av forskning på lignin-baserte konsolideringsmidler fra Wageningen, NL, i desember

Tiltak	Beskrivelse	*	Kommentar/avvik
Gruppe 1	Kjemisk analyse av gjenstandsmateriale	+	Denne delen av prosjektet er stort sett ferdig. Sluttrapport analyser i Pisa Lucejko et al. levert, kan blir ferdig i desember med mindre på innspill fra Oslo-teamet.
	Utvikling av nye konserveringsprotokoller	±	Test av konserveringsmetoder: Rapport levert om beste formulering av kommersielle termoplaster Butvar og Paraloid basert på eksperimenter <i>in vitro</i> (filmer med sagflis). Resultatanalyse av konservering med 5 konsolideringsmidler i gang. Arkeologiske treprøver er blitt behandlet med disse. Eksperimentell datainnsamling ferdig, rapportering skal avsluttes i uke 51. Eksperiment med Oseberg fragmenter avsluttet og evaluering pågår. Rapportering ventes nå å bli ferdig tidlig februar 2021.
	Mekanisk analyse	+	Teamet har funnet en protokoll for tre metoder: ultralyd, sklerometer og rister (shake test). Metodene beskrives i rapportene under forrige punkt.
Gruppe 2	Nye materialer for trekonservering	±	Lignin-baserte materialer: WFBR har utviklet og testet ulike formuleringer. De enkleste viste seg mest lovende. Rapport ventes desember 2020. Testing i Oslo er planlagt i SO-Interim i 2021.
		+	Bruk av nanopartikler (NPs) virker trygg. Evaluering og rapportering i oktober og november. To artikkelmanus på NPs stabilitet i forberedelse; ett foreligger som utkast.
Prosjekt-administrasjon	Planlegging	+	Plan for SO-Interimprosjekt levert. Siste Styringsgruppemøte utsatt til 18.2.2021 for at SG kan lese evalueringsrapportene om rekonsolideringsmetoder. Skrivning av sluttrapport SO-II er planlagt slutten av februar 2021.
	Personal		Prosjektleder Boumans har begynt i ny jobb på UiO-JUS den 20.11.2020. Det er avtalt med nytt arbeidssted at han jobber med SO-II sluttrapport en uke i februar/mars 2021.
Søknadsarbeid	Infrastruktur	+	NFR-søknad SciCult nasjonal infrastruktur er levert 20.11. gang.
Formidling/publisering	Formidling	+	

\* Koding: I henhold til revidert plan, + (grønn) = ja, - (rød) = nei, ± (oransje) = fare for forsinkelse.

# Status Saving Oseberg fase II november 2020

Louis Boumans, prosjektleder

Vedlegg til periodisk rapport til KHMs Styre 3. november 2020. SO-II avsluttes som prosjekt 31.12.2020. Vi venter å få inn alle gjenstående rapporter før slutten av året, unntatt én, som ventes i januar (se nedenfor). Prosjektleder Louis har gått over til ny stilling på UiO Jus fra 20.11.2020. Vi har flyttet siste Styringsgruppemøte til 18.2.2021 og planlegger å skrive sluttrapport SO-II tidlig mars.

## 1. Kjemisk karakterisering og forståelse av nedbrytningsprosesser

Denne delen av prosjektet ble stort sett ferdig før Caitlin forlot SO-II slutten av 2019. Alunbehandlet tre fra Oseberg inneholder ikke lenger holocellulose og den gjenværende lignindelen er også delvis nedbryt. Gjenstander som også har blitt behandlet med linolje er i noe bedre tilstand.

Viktige funn er at lav pH og selve alunbehandlingen er årsaken til treets sterke nedbrytning. Behandling med vannløst alun gjør mer og annerledes skade enn behandling med bare svovelsyre (som også er et biprodukt av alunbehandlingen) med samme pH. Det er sannsynlig at alun i tørr tilstand også gjør skade, med vi har ikke lyktes med å fastsette hvor hurtig videre nedbrytning er.

Teoretisk sett bidrar jern-ioner fra negler og lignende til nedbrytning, men det kunne ikke påvises i det alunbehandlede treet, trolig fordi effekten er overskygget av selve alunbehandlingen og ekstrem surhet. Korrodering av metallpinner som ble brukt under rekonstruering tidlig 1900-tallet er kanskje av større praktisk betydning enn metallens innvirkning på tre. Jern kan dykke opp som utfordring igjen etter rekonservering og syrenøytralisering. Det finnes imidlertid ingen enkel måte å fjerne metallioner.

Alunet i Oseberg-samlingen er en varierende blanding av kalium- og ammoniumalun. Biproduktene alunitt og merkalitt finnes i flere objekter. Merkalitt er langt mindre stabilt enn alun, og kan destabilisere alunet i treet.

**Videre arbeid:** 1. Jeannette Lucejko (Pisa) har levert utkast rapporter til pyrolyse-analyser av diverse materialer brukt i SO-II. Disse kommer i tillegg til, eller overlapper med, publiserte artikler. Susan skal legge siste hånd på disse rapportene, som deretter skal arkiveres. Manus som sammenligner alunbehandlede objekter i ulike museumssamlinger må følges opp. 2. Måling av oksygenforbruk og produksjon av karbondioksid og andre gasser kan gi informasjon om pågående nedbrytning og effekt av behandlingsmetoder. Bruk av gassmåling til dette formålet er ikke etablert som metode, men det er verdt å forsøke. Muligens går nedbrytning av gjenværende organiske molekyler for tregt til å tydelig signal. Eksperimenter med gassmåling er planlagt i SO-Interimprosjektet. 3. Et annet tema det kan forskes mer på, er bruk av kjemiske markører som er løselig i vann eller et annet løsemiddel, for overvåking av nedbrytning av tre. Calin, Jeannette og utvekslingsstudent Laura Vespignani har samlet første data.

## 2. Nye materialer til behandling

Under dette kapittelet har SO forsket på bruk av kalsiumhydroksid nanopartikler (NP) til syrenøytralisering, og både eksisterende og nye konsolideringsmidler. Begge deler er til behandling av trefragmenter som ikke tåler vann og fjerning av alunet.

### Nanopartikler

Fabrizios forskning har konsentrert seg på stabiliteten til de krystallene som dannes etter kontakt av NP med alun og syre, særlig gips og syngenitt, og effekten av NP på selve treets kjemiske stabilitet. Denne forskningen har gitt betryggende resultater: gipskrystallene forblir mye mindre enn alunkrystallene, og kalsium fra NP virker å gjøre lignin kjemisk mer stabil. SO-II har konkludert med at injisering med NP suspendert (ikke løst) i isopropanol er den eneste metode for å nøytralisere surheten i alunbehandlede gjenstander. Dette krever at det bores små hull i treet og injisering må skje i flere omganger.

**Videre arbeid:** Datainnsamling er ferdig men dokumentasjon fra dette arbeidet er ennå i form av forelesninger (ppt filer) og spredte manuskapitler. Ett manus, om treets kjemiske stabilitet etter behandling, er nesten ferdig og teknisk særs avansert. Manus om krystallenes stabilitet er enklere og bør kunne ferdigstilles innen noen ukers arbeid. Et tredje arbeid handler om hva som skjer med aluminium etter reaksjon mellom alun og NP: målinger er foretatt på European Synchrotron Radiation Facility i Grenoble i samarbeid med David Wragg fra UiO-KI. Dette er vitenskapelig interessant og fornyende. Siste beskjed (nov. 2021) var at eksperimentet i Grenoble var vellykket, men vi har ikke sett resultatene ennå.

### Siloksan-baserte konsolideringsmidler

Fabrizio, Calin og Kiki har hver jobbet med sin egen formulering av et konsolideringsmiddel med polydimethylsiloksan (PDMS) som hovedbestanddel og en monomer (TEOS eller MTES). I tillegg til Fabrizios konsolideringsmiddel er planen at det kan anvendes blandet med NP; alle andre konsolideringsmidler skal brukes etter behandling med NP. Etter prøving og feiling har SO-teamet kommet til tre alternative optimaliserte PDMS-formuleringer som nå blir testet på treprøver.

**Videre arbeid:** Dokumentering i form av fire artikler: en for hver siloksan-formulering, og en artikkel (red. Kiki) som sammenligner effekten av disse tre og andre konsolideringsmidler på behandlet tre.

### Konsolideringsmidler basert på chitosan, aminocellulose og polyhydroxyterpener

Dette er arbeid som Jennifer Wakefield har forsket på og Michelle Cutajar i Nottingham. Jennifer har levert sin doktoravhandling og Michelle er nå stipendiat med finansiell bidrag fra SO-II. Steve Harding har søkt om britisk finansiering av videre forskning på ulike polymerer. Vi venter snarest beskjed. På dette tidspunktet er ingen av disse konsolideringsmidlene fra Nottingham klare for testing på større skala. **Videre arbeid:** Eventuell testing på treprøver i Oslo må utarbeides med kollegene i Nottingham.

### Lignin-baserte konsolideringsmidler

Emily McHale har begynt å utvikle et konsolideringsmiddel basert på polymerisering av en lignin-lignende monomer inne i det behandlede treet. Hun har tatt doktorgrad i rammen av SO-II i 2018, men veien til en brukbar konsolideringsmiddel basert på hennes arbeid er fortsatt lang. Deretter har SO-II samarbeidet med Wageningen Food and Biobased Research (WFBR) i Nederland, et institutt som har stor kompetanse innen ligninforskning, og Steves forskningsgruppe i Nottingham. Mens Emily forsket på lignin-lignende monomerer som polymeriserer inne i behandlet tre, har WFBR valgt en annen rute med polymerer ekstrahert fra naturlig lignin. Den ethylacetat-løselige komponenten

av Soda lignin ble polymerisert med en rekke ulike terpener for å danne et konsolideringsmiddel inne i behandlet tre. Mekanisk testing av kandidatformuleringer på små treprøver viste mot forventning at mest styrkning ble oppnådd med ligninkomponenten uten videre polymerisering og med epoxidised soybean oil (ESO). Testingen i Nederland var i liten skala og på små treprøver.

**Videre arbeid:** 1. WFBR lovet å ferdigstille rapporten sin i desember 2020. 2. Nottingham og WFBR skal publisere kjemisk karakterisering av de ligninproduktene som ble forsket på. 3. Fabrizio forbereder testing av Soda-lignin og ESO i SO-Interim prosjektet. Testingen skal følge samme protokollen som ble brukt i testing av eksisterende og nye konsolideringsmidler i SO-II.

### 3. Metoder for rekonservering

SO-II har utviklet rutiner for rekonservering og testing av materialer og metoder. Susan koordinerer dette arbeidet, som innebærer rutiner for dokumentering av museumsgjenstander (så langt Oseberg trefragmenter) før og etter konservering, kriterier for å bedømme om gjenstander kan tåle vannbehandling, og behandling med enten vann-baserte eller ikke-vannbaserte metoder. Gjenstander som tåler vann; vannbasert konsolidering med alternativene PEG og Kauramin. Gjenstander som ikke tåler vann: injisering med NP og deretter enten ingen konsolidering eller behandling med en ny utviklet konsolideringsmiddel (så lang en av tre siloksan-baserte) eller et eksisterende produkt (Butvar B-98 eller Paraloid B-72). SO-II har optimalisert behandlingsprotokollen for de nevnte konsolideringsmidlene.

#### Evaluering av behandlinger

SO-II har utviklet metoder for evaluering. Måling av vektendring, farge, formendringer, pH og IR og SEM bilder er forholdsvis enkel. En ny metode ble tatt i bruk for måling av hygroskopi med et instrument som få institusjoner innen kulturarv har (dynamic vapour sorption). SO har brukt mye ressurser for å finne metoder for å evaluere mekanisk styrke. Dette har resultert i a) ultralyd-måling, som trenger at treprøver sages på en bestemt måte, b) motorisert sklerometer, c) motorisert rister.

To store prøver er satt opp for å evaluere behandlingsalternativer: 1. Kvantitativ testing av konsolideringsmidler med terninger av arkeologisk grantre fra Bispealmenningen, 15 terninger per konsolideringsmiddel. Kiki koordinerer dette arbeidet. 2. Kvalitativ testing av både NP og alternative konsolideringsmidler på 3–5 alunbehandlede trefragmenter fra Oseberg-funnet, koordinert av Susan. Evalueringsrapportene skal beskrive metodene for de ulike behandlinger og evaluering, samt en sammenligning av behandlinger basert på parameterne nevnt ovenfor. Denne evalueringen, sammen med praktiske egenskaper til brukte materialer (sikkerhet, tilgjengelighet) skal føre til endelig anbefalt metode for rekonservering av gjenstander som ikke tåler vann.

**Videre arbeid:** 1. Rapport over kvantitativ evaluering av konsolideringsmidler. Datainnsamling er ferdig, rapport (red. Kiki) ventes sen desember. 2. Rapport over kvalitativ evaluering av behandlingsalternativer (NP med og uten konsolideringsmidler) testet på Oseberg-tre. Datainnsamling nesten ferdig, rapport (red. Susan) ventes i januar 2021.