

NIKU Oppdragsrapport 168/2011

# Laserskanning av laftekasser fra

Dronning Eufemiasgate, Oslo

Lars Gustavsen





## Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag .....	4
2	Innledning.....	5
3	Laserskanning .....	5
3.1	Utstyr.....	5
3.2	Metode .....	6
4	Resultater .....	7
4.1	Punktskyen .....	7
4.2	Genererte flater.....	7
5	Leveranse.....	7
6	Generelt om laserskanning.....	8
6.1	Bruk av laserskanning innen kulturminnevernet .....	8
6.1.1	Hva er laserskanning?.....	8
6.1.2	Fordeler ved laserskanning .....	9
6.1.3	Hva kan vi gjøre med dataene? .....	9
6.2	Eksempler på andre bruksområder .....	9
6.3	Skanning hos NIKU.....	10
7	Laserskannet tømmer fra laftekasser.....	11

## 1 Sammendrag

I forbindelse med arkeologiske utgravninger i Dronning Eufemiasgate i Bjørvika i Oslo ble det i januar 2011 avdekket en rekke tømmerkonstruksjoner tolket som fundamenter til brygger og/eller sjøboder. Tømmerkonstruksjonene, i form av to laftekasser, er dendrokronologisk datert til 1389-1390. For å dokumentere disse slik de fremsto i felt ble de laserskannet *in situ*. To av hjørnene på laftekassene ble saget av for demontering og videre dokumentasjon i detalj. Hjørnene ble deretter skannet påny, både før og etter demontering.



## 2 Innledning

I forbindelse med arkeologiske utgravninger i Dronning Eufemiasgate i Bjørvika i Oslo ble det i januar 2011 avdekket en rekke tømmerkonstruksjoner tolket som fundamenter til brygger og/eller sjøboder. To av tømmerkonstruksjonene, i form av laftekasser, er dendrokronologisk datert til 1389-1390. For å dokumentere disse slik de fremsto i felt ble de laserskannet *in situ*. To av hjørnene på laftekassene ble saget av for demontering og videre dokumentasjon i detalj. Hjørnene ble deretter skannet påny, både før og etter demontering.

## 3 Laserskanning

### 3.1 Utstyr

Laserskanningen i felt ble gjennomført av Geoplan 3D med en Leica HDS6000 fasebasert laserskanner (figur 1). I tillegg ble det brukt en totalstasjon av type Leica TCRA1205 for å stedfeste datasettet. I forbindelse med prosjektet var det allerede satt ut fastmerker i nærområdet, noe som forenklet denne prosessen betraktelig. Laserskanningen inne ble gjennomført med en bærbar, selvposisjonierende skanner av typen Creaform VIUScan (figur 2).



Figur 1 - Laserskanning i felt. Bildet viser en laserskanner av typen Leica HDS6000. Foto: Lars Gustavsen, NIKU



Figur 2 - Laserskanning av tømmerkonstruksjoner etter demontering. Instrumentet kan sees til høyre i bildet. Legg merke til referansepunktene på tømmerkonstruksjonen til venstre. Foto: Lars Gustavsén, NIKU

### 3.2 Metode

Første ledd i dokumentasjonsprosessen var å rense fram tømmeret så godt som mulig. Grovrensingen ble gjort med graveskje. Deretter ble tømmeret børstet rent og snø og is som hadde festet seg ble smeltet vekk. Erfaringsmessig har det vist seg at det er mye tid å hente ved å rense fram eller rydde grundig rundt skanningsobjektet før skanningen tar til. Det er fullt mulig å rydde opp i et digitalt datasett i ettertid, men dette tar som regel lengre tid enn det tar å klargjøre objektet i felt. Det ble skannet fra til sammen 6 posisjoner. For å få et mest mulig komplett datasett som dekket alle deler av laftekassenes overflater, var det viktig å skanne fra et variert utvalg av posisjoner og høyder. Laserskanneren dokumenterer ved hver posisjon 360° rundt vertikalaksen og 310° rundt horisontalaksen. Den er altså ikke i stand til å skanne under seg selv. Skanneren som ble bruk i dette prosjektet kan hente inn fargeinformasjon til datasettet ved hjelp av et eksternt kamera. På grunn av tidsbegrensninger og svært dårlige lysforhold ble dette imidlertid ikke brukt. Datasettet fra denne skanningen består derfor kun av koordinatpunkter med intensitetsverdier men ikke fargeverdier.

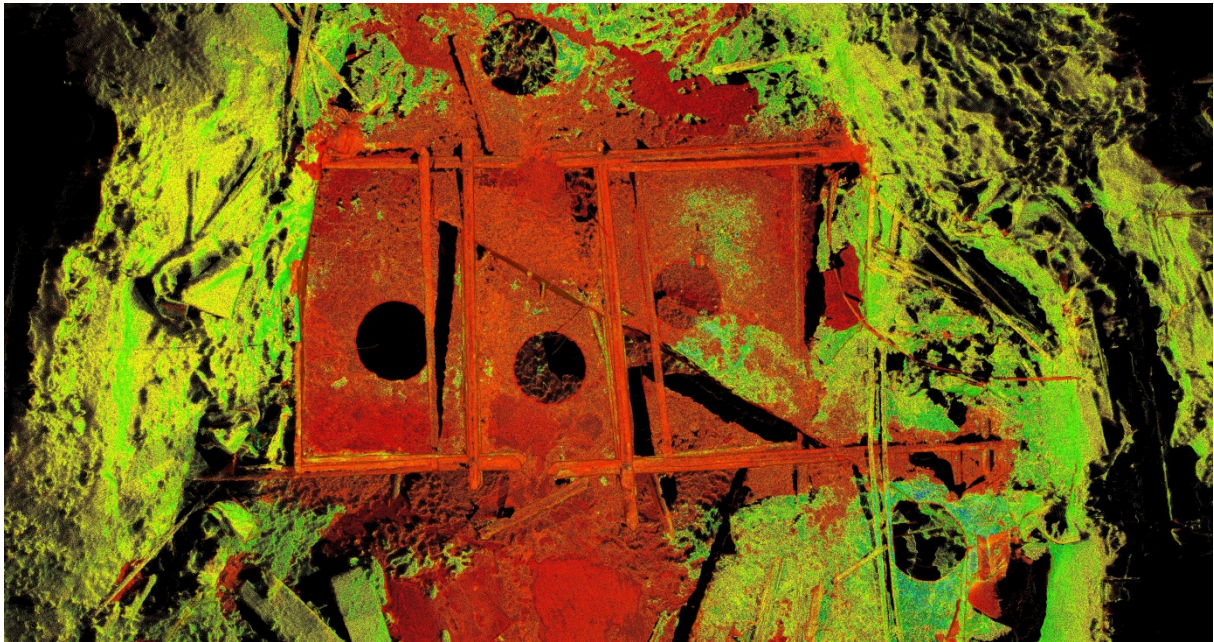
Laserskanningen innendørs ble gjennomført i to omganger. Først ble de avsagde hjørnene skannet ved hjelp av samme skanner som utendørs, mens konstruksjonselementene fremdeles var festet sammen. Deretter ble hjørnene demontert for videre detaljdokumentasjon. I denne prosessen ble tømmeret renset opp og børstet rent. Dette for at referansepunkter skulle kunne festes til tømmeret og for å unngå uønsket data i datasettene.



## 4 Resultater

### 4.1 Punktskyen

Under skanningen i felt ble det generert 6 punktskyer som i ettertid har blitt satt sammen til ett enkelt datasett bestående av flere hundre millioner punkter. Dette inkluderer også punkter fra området rundt som ikke direkte vedrører den arkeologiske undersøkelsen. Den ferdigredigerte punktskyen av utgravningsområdet og laftekassene består derfor av til sammen ca. 122 millioner punkter (figur 4). Dette datasettet danner utgangspunktet for videre analyse og uttegning dersom dette skulle bli aktuelt. Det er ikke gjort videre arbeid med punktskyene etter datainnsamlingen.



Figur 3 - Punktsky fra laserskanningen i felt. Datasettet viser laftekassene sett ovenfra.

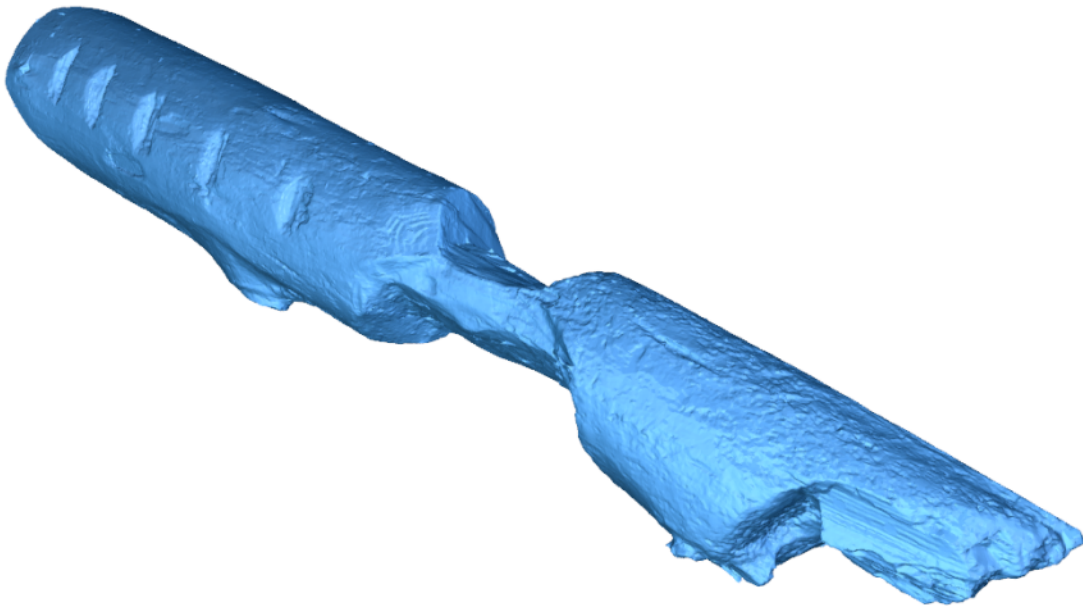
### 4.2 Genererte flater

Ved skanningen innendørs ble det benyttet en laserskanner som genererer digitale flater automatisk mens skanneprosessen foregår. Disse består av sammensatte triangler hvis sider er ca. 1mm lange. Det ble skannet til sammen 22 objekter, hvorav 18 er fra hjørnene av de to laftekassene. Datasettene har i etterarbeidsfasen gjennomgått en automatisk prosess hvor små defekter i flatene har blitt «reparert». Videre har enkelte hull i flatene blitt tettet igjen, og uønsket data har blitt fjernet. Bortsett fra denne redigeringen fremstår datasettene som urørte (figur 4). Datasettene danner utgangspunktet for videre analyse og uttegning dersom dette skulle bli aktuelt.

## 5 Leveranse

Datasettene fra laserskanningen i felt leveres i Leicas proprietære .imp format samt i et rent tekstformat. Dataene vil derfor kunne åpnes i Leicas proprietære programvarer, samt i de aller fleste programvarer egnet for punktskybehandling.

Datasettene fra laserskanningen som ble gjennomført innendørs er levert i et standard ASCII-basert .stl format slik at de kan åpnes i de fleste programvarer som er egnet for denne type modellering. Videre er datasettene eksportert til tredimensjonale .pdf filer, slik at de kan inspiseres og deles på maskinvare uten spesialprogrammer (figur 4).



Figur 3 - Datasett fra håndholdt laserskanner i form av en digital flate.

## 6 Generelt om laserskanning

### 6.1 Bruk av laserskanning innen kulturminnevernet

#### 6.1.1 Hva er laserskanning?

Laserteknologi har vært i bruk innen industri og forskning i over ti år. Det er imidlertid kun i de siste fem årene at kulturminneinstitusjoner rundt om i verden har fått generell tilgang til denne teknologien. Hensikten med laserskanning er å fremstille tredimensjonale overflater som kan viderebehandles og brukes til analyse og visualisering. Innen kulturminnevernet skannes det både fra fly og bakke, og alle typer objekter alt fra gravhauger i landskapet til bygninger, kulturskatter og dokumentasjon ved arkeologiske undersøkelser. Det finnes flere typer laserskannere på dagens marked. Felles for instrumentene er at teknologien er basert på emisjon av lys. Laser står for *light amplification by stimulated emission of radiation*, altså en optisk strålingskilde hvor strålingen forsterkes ved såkalt stimulert emisjon. Laserstråler kjennetegnes ved at de normalt er sterkt konsentrert, har meget liten spredningsvinkel og strålediameter, og at de er ensfarget. Laser brukes i måleinstrument innen mange ulike områder innen industri, transport, forskning og det militære der det kan brukes til å måle blant annet avstand, hastighet og akselerasjon. Datainnhenting ved hjelp av en laserskanner foregår ved at laserpulser sendes ut mot objektet som skal dokumenteres. Når disse treffer objektet, reflekteres de og instrumentet kan måle forskjellige egenskaper ved retursignalene. Enkelte laserskannere tar tiden fra signalet emitteres til retursignalet når instrumentet. Ettersom lysets hastighet er kjent kan derfor denne tiden omregnes til avstand. Andre instrumenter igjen beregner distanse ut fra forskjellen i bølgelengde fra det emitterte signalet til det returnerte.

### 6.1.2 Fordeler ved laserskanning

Det er en rekke fordeler med laserskanning sammenlignet med tradisjonell måling og håndtegnning. Laserskanning er en berøringsfri teknologi som i minimal grad påvirker objektet som skal dokumenteres. I tillegg går datasamlingen i felt svært raskt, og metoden er derfor kostnadsbesparende. Skannerne som brukes til landskaps- og bygg-/objektskanning opererer innenfor laserklasse 3. Dette er en klasse som er ufarlig for mennesker. Laserstrålene som sendes ut fra instrumentene har en punktflate på noen få millimeter og hver stråle belyser objektet kun i få mikrosekunder. Det er derfor ingen direkte fare forbundet med laserskanning, hverken for mennesker eller for objektene som skannes. Viktig for kulturminnevernet er at utstyret er bærbart og at måleresultater er nøyaktige. Siden dataene knyttes til eksterne fastmerker er de også etterprøvbare. Dette er svært viktig i en overvåknings situasjon. Man kan for eksempel skanne et helleristningsfelt som er utsatt for vær, vind og annen slitasje. Etter noen år kan man komme tilbake og gjennomføre et tilsvarende skann, knyttet til de samme fastmerkene som det første. Deretter kan man sammenligne de to skannene for å se hvor slitasjen er størst, for deretter å sette i gang tiltak for å begrense skadene.

### 6.1.3 Hva kan vi gjøre med dataene?

I tillegg til det klare overvåkingsperspektivet som følger av gjentagende skann av samme objekt, vil skannet fungere som en sikkerhetskopi av det skannede kulturminnet. Videre vil den gi grunnlag for nøyaktige uttegninger av hele eller deler av det inskannede objektet i to eller tre dimensjoner. Laserskanning fra fly og ved hjelp av bakkeskanner gir oss grunnlaget for å på en svært effektiv måte kunne analysere og tolke et landskap. Man har for eksempel mulighet til å fjerne data fra vegetasjonen i området, og kan således "se" gjennom trekroner og løvverk. Data kan skyggelegges og høydeforskjeller kan manipuleres slik at man får fram detaljer i landskapet som ikke kan sees på flyfoto eller med det blotte øye. Dataene kan også legges inn i et geografisk informasjonssystem (GIS) hvor det kan kombineres med andre data for videre analyse. I tillegg kan man fargesette kartet slik at endringer i høyde eller helningsgrad kan forsterkes.

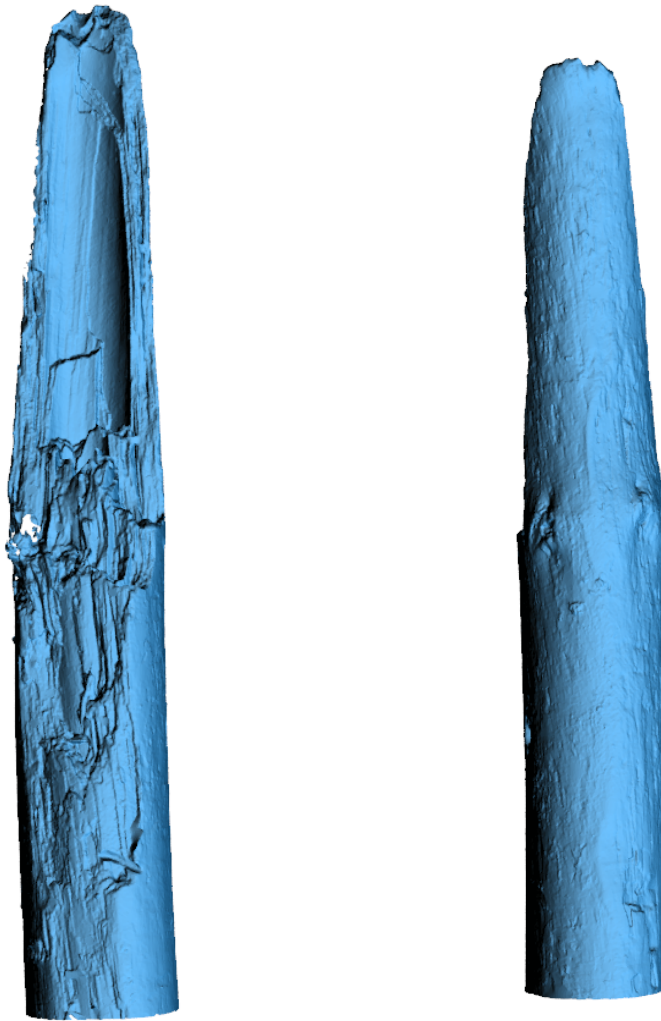
## 6.2 Eksempler på andre bruksområder

- **Dokumentasjon**
  - Ruiner, stavkirker og andre historiske bygg
  - Gjenstander som for eksempel kirkekunst
- **Sikkerhetskopi**
  - Alle typer kulturminner
- **Miljøovervåking:**
  - Forvitring av ruiner
  - Bevegelser i bygninger
  - Kulturminner i landskapet
  - Nedbrytning av arkeologiske gjenstander
- **Forskning**
  - Deling av nøyaktig dokumenterte objekter over nett
- **Formidling**
  - Animasjoner, rekonstruksjoner, på trykk eller via internett

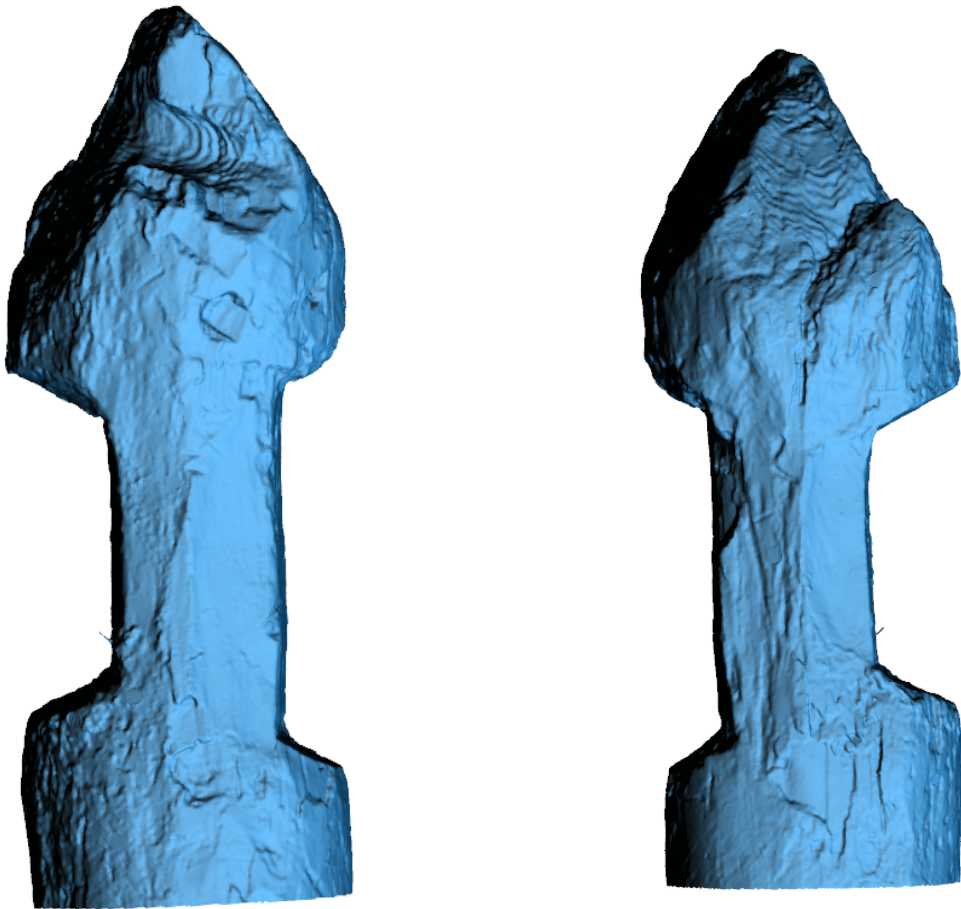
### **6.3 Skanning hos NIKU**

Ved NIKU har det vært gjennomført prosjekter på skanning som registrerings- og dokumentasjonsmetode fra fly over flere år. Videre skal dette kombineres med innskanning av kulturminner også fra bakken. Nytt av året er at vi nå ønsker å kombinere alle disse registreringsmetodene inn mot større registreringsprosjekter, som vei og jernbane i fylkeskommunene. NIKU satser bredt på videreutvikling av disse metodene, og tjenesten tilbys nå også utad mot våre kunder og samarbeidspartnere. Vi har investert både i utdanning av personale, maskinvare og programvare. Ikke minst har vi også bygget opp et nettverk med flere ulike samarbeidspartnere som gjør at vi etter hvert kan levere bredt innen dette feltet. Vi har sterk tro på at kombinasjonen satellittbilder, fly- og bakkeskanning samt ulike geofysiske metoder vil gi meget gode resultater inn mot registrering av arkeologiske kulturminner både på og under bakken. Målet må være at kulturminneforvaltningen, ved at en i større grad benytter mer høyteknologiske metoder, kan bli mer effektiv i felt. Samtidig vil vi oppnå bedre arkeologifaglig- og forvaltningsmessige resultater. Kanskje den viktigste delen av dette prosjektet er NIKUs kombinasjonen av høy kulturfaglig kompetanse og spisskompetanse på skanning og datateknologi. Det er møtet mellom to fagfelt som her skaper resultater både for forskning, forvaltning og i bevaringssammenheng.

## 7 Laserskannet tømmer fra laftekasser

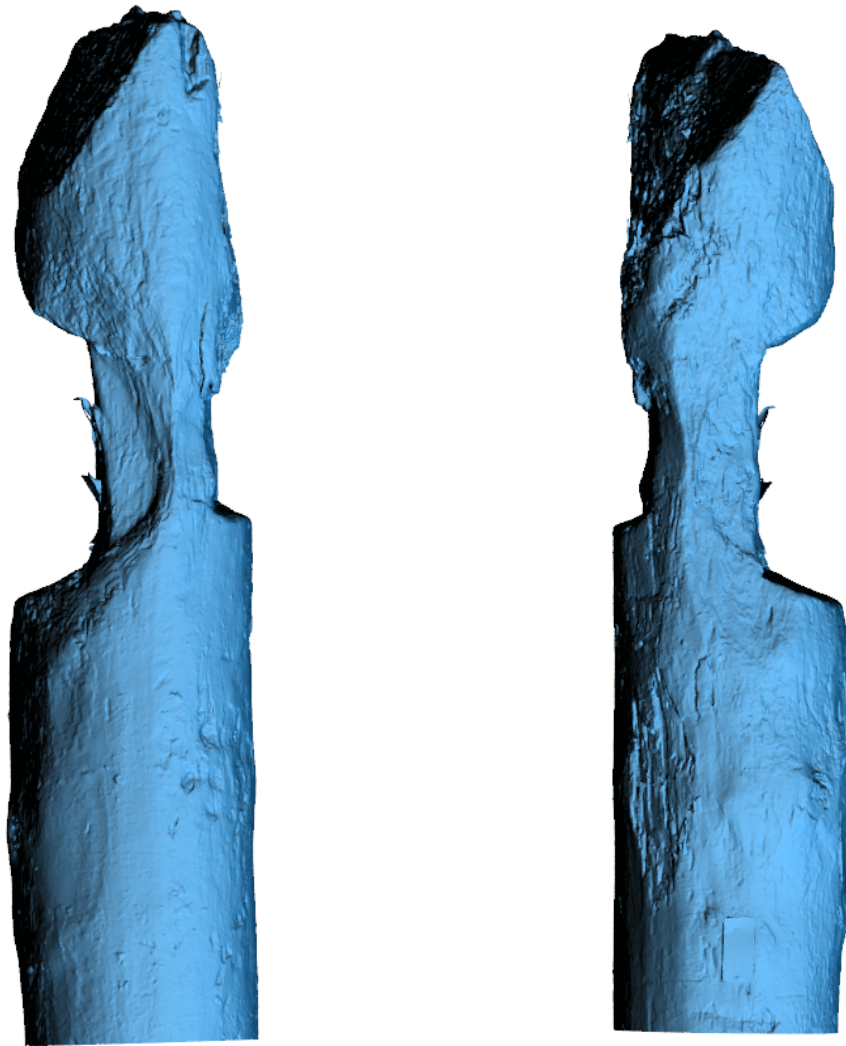


206



208

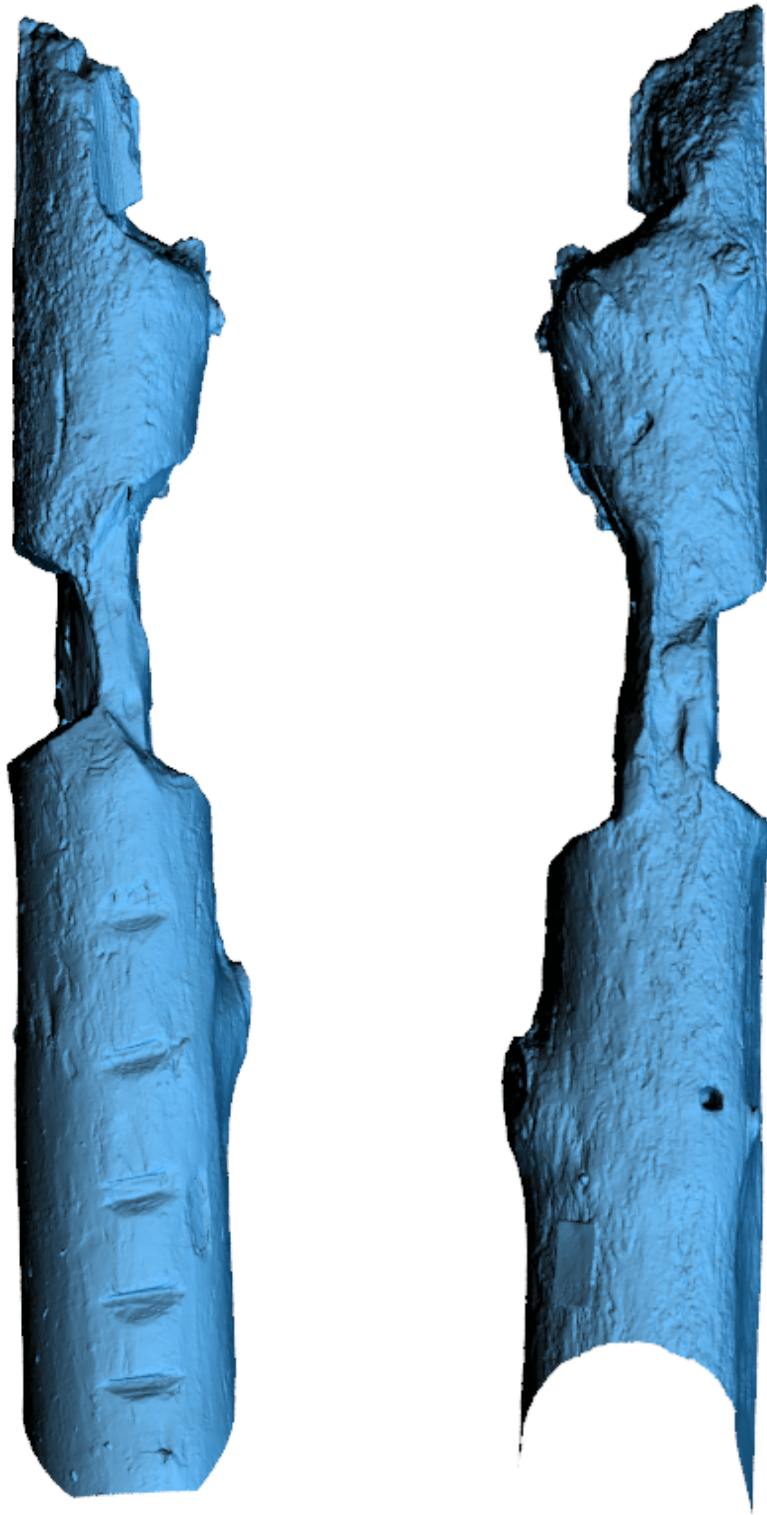




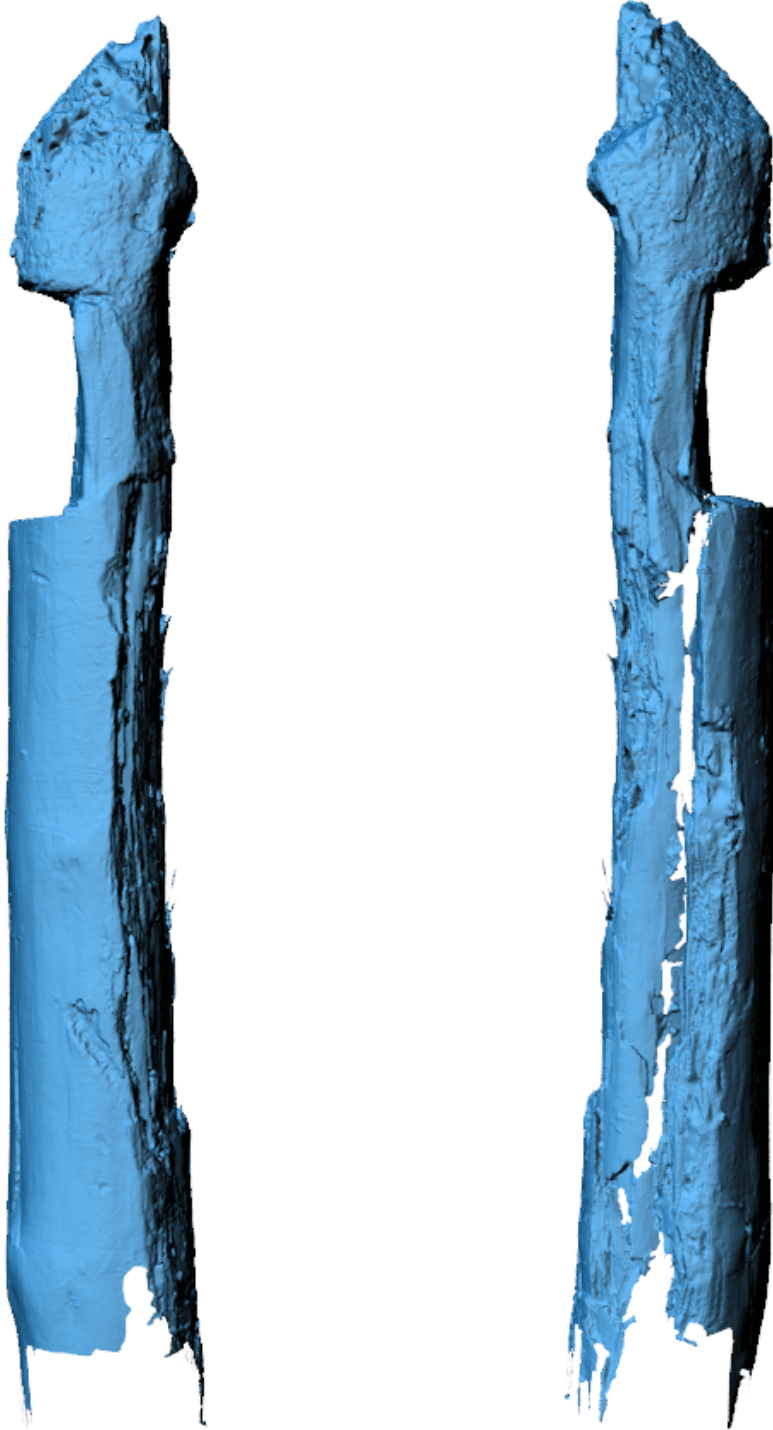
209



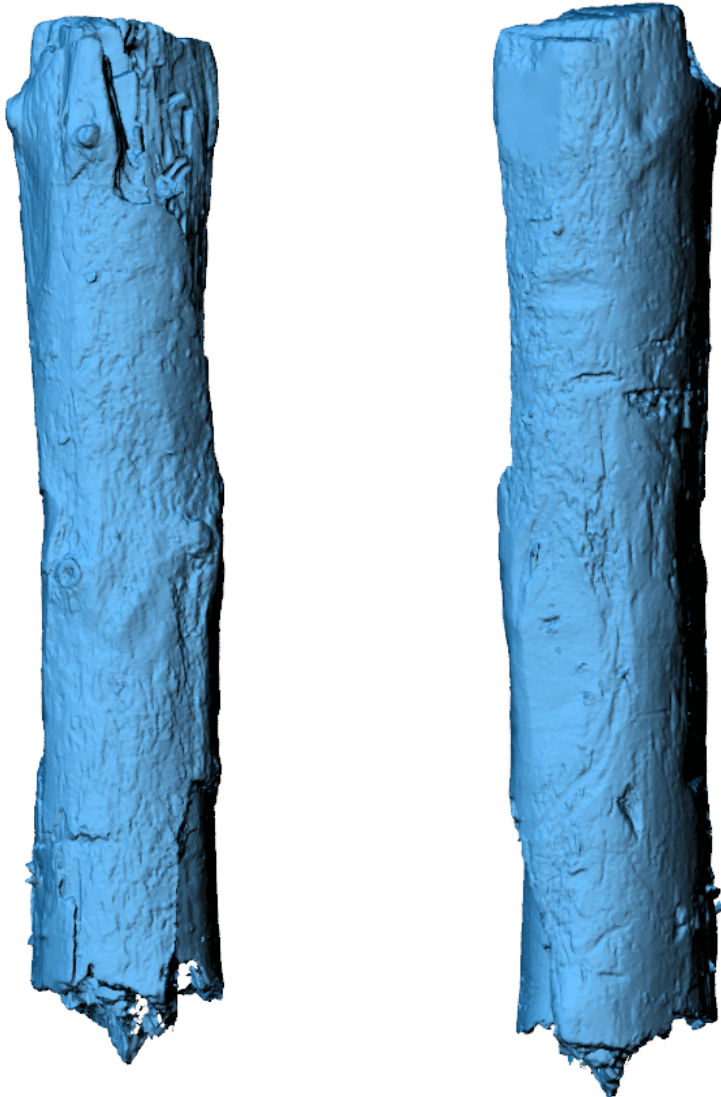
**210**



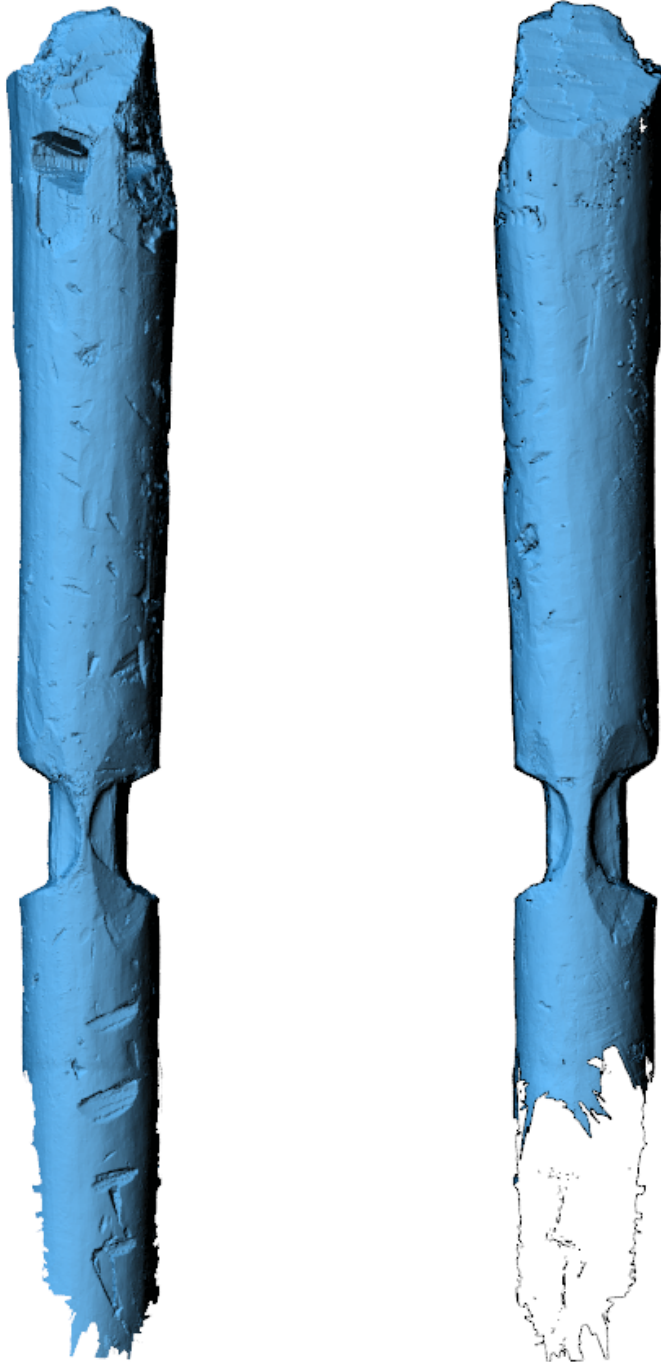
245



246

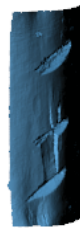
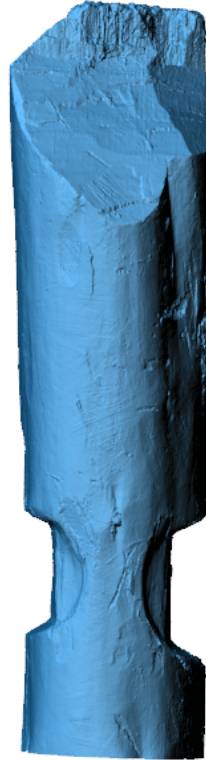
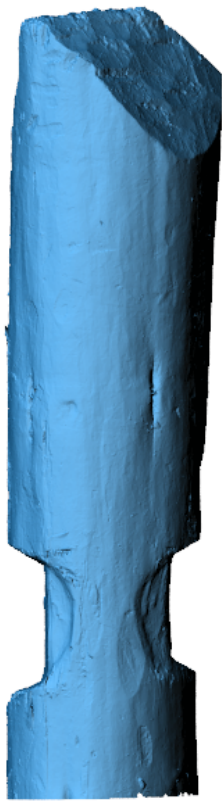


**253**

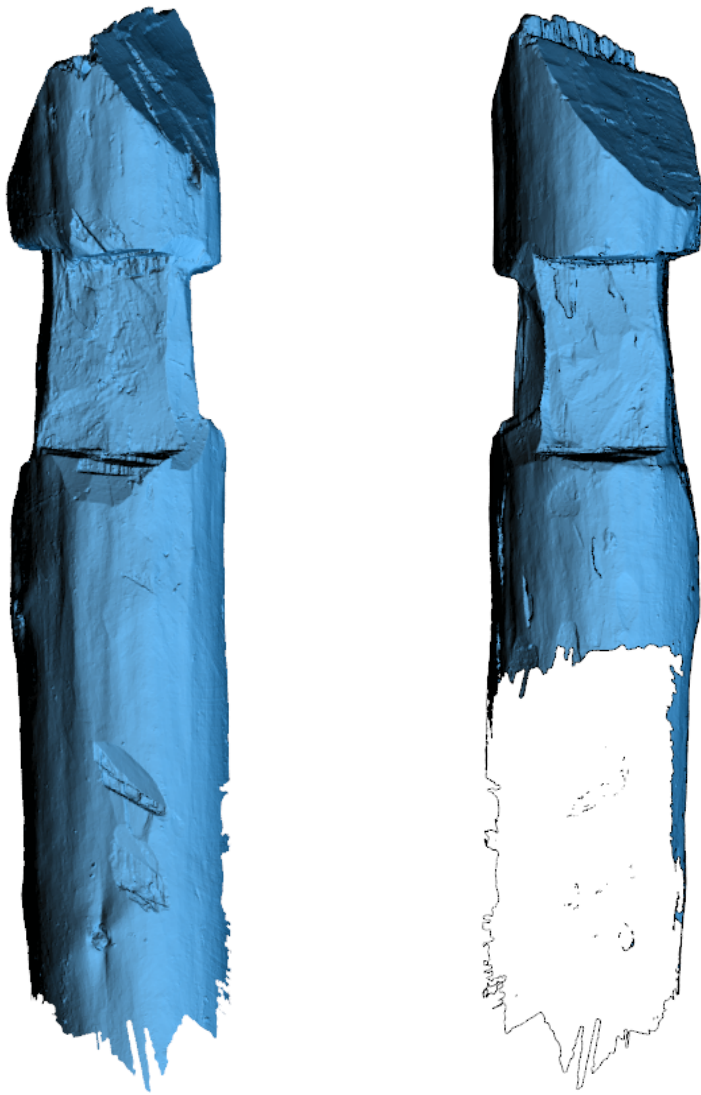


**261**



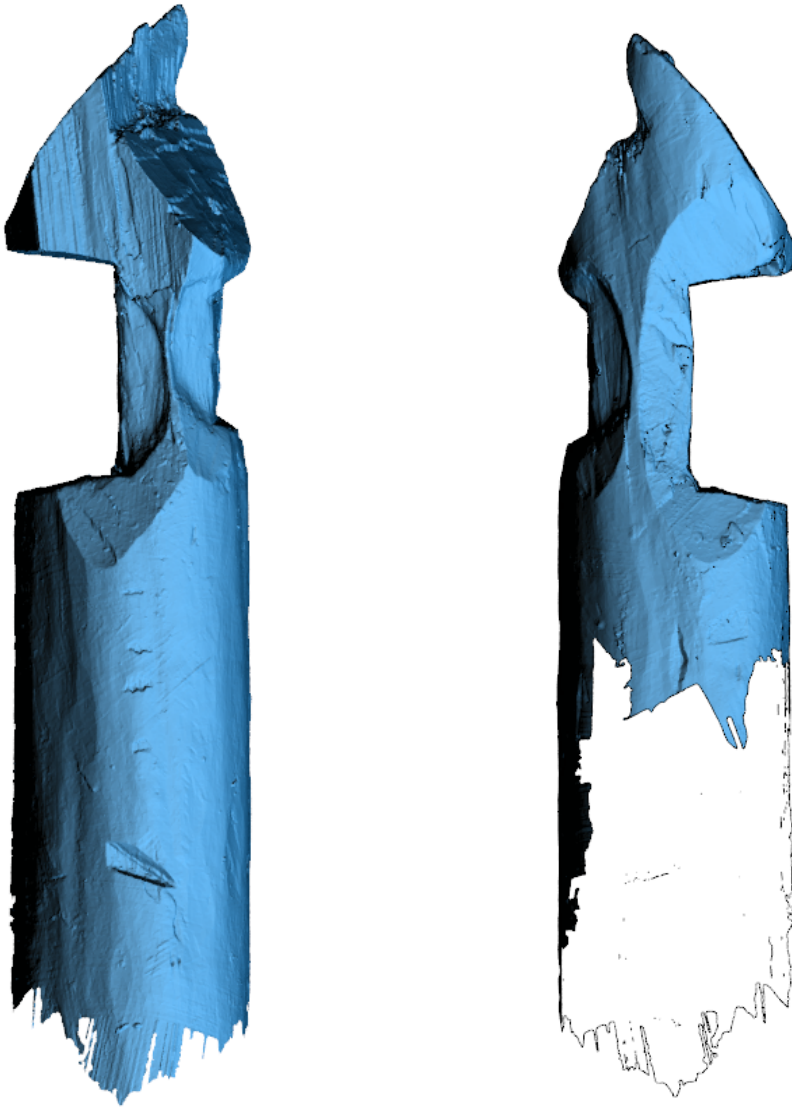


262

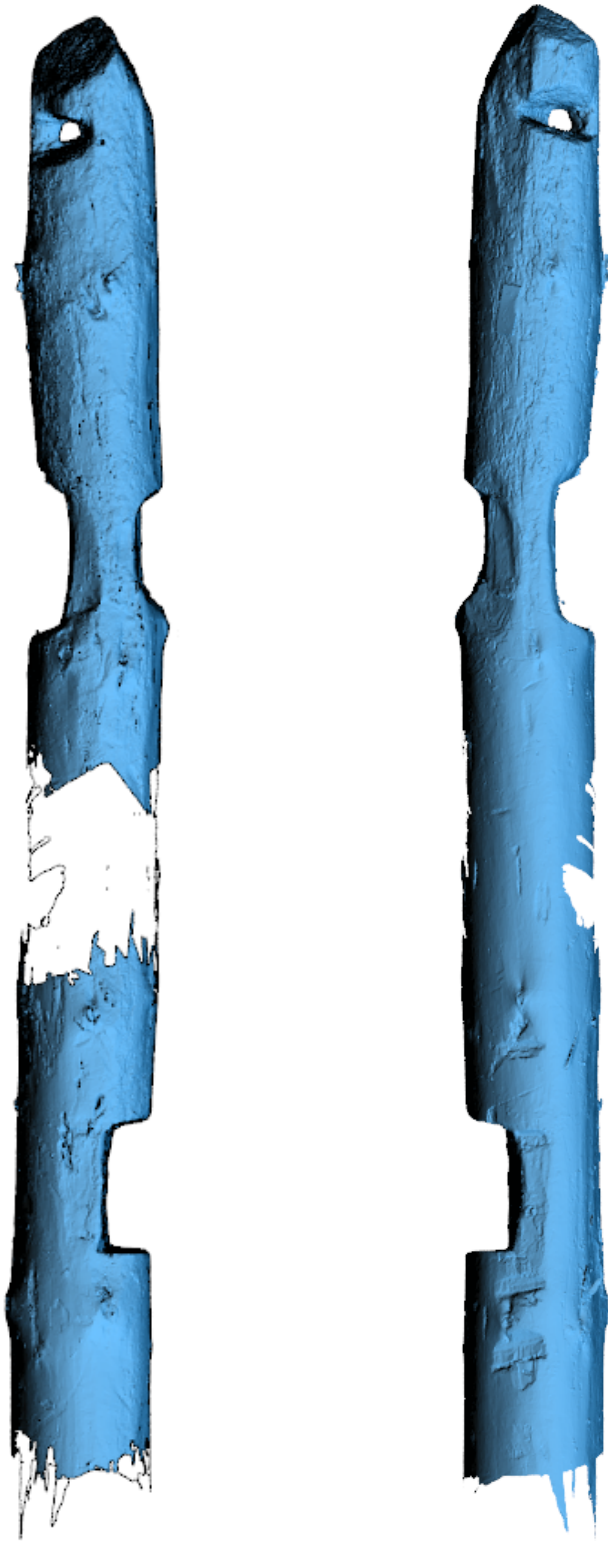


**263**

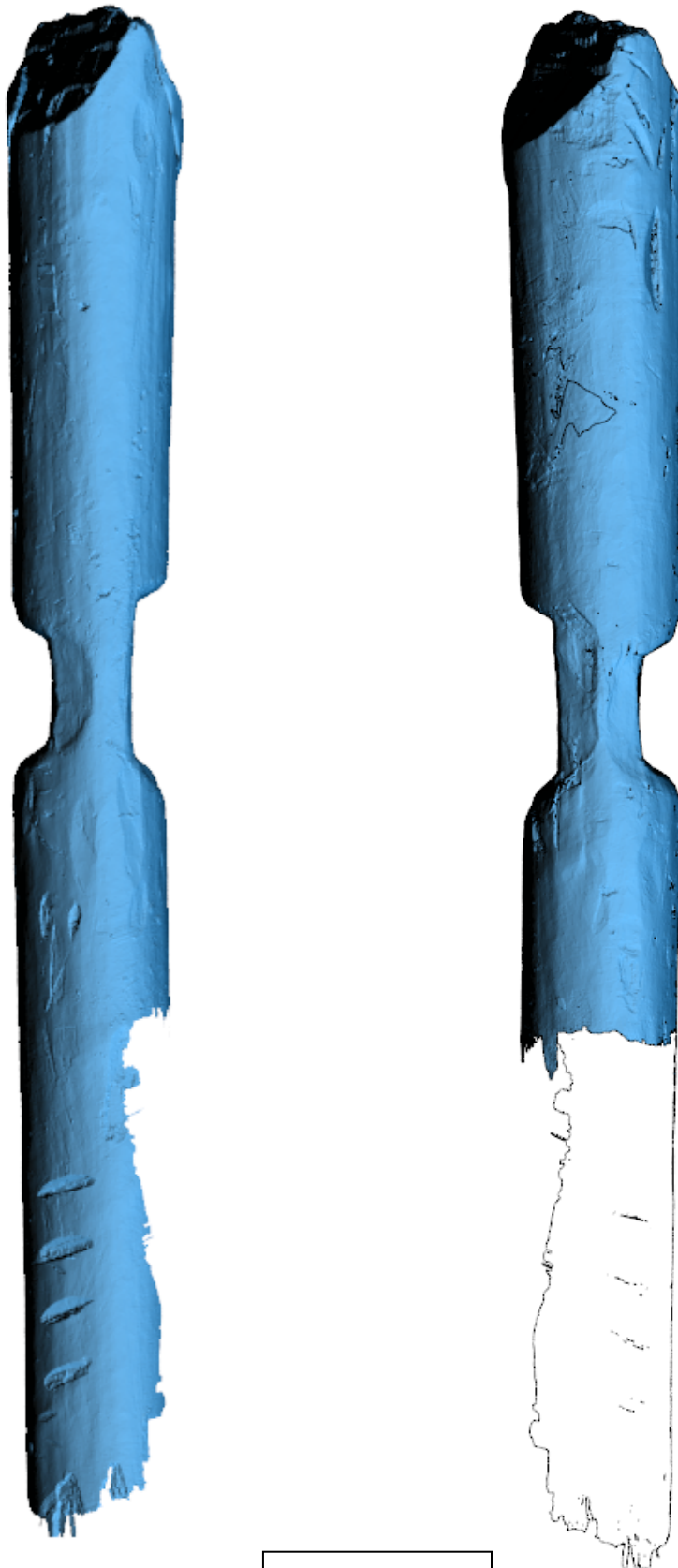




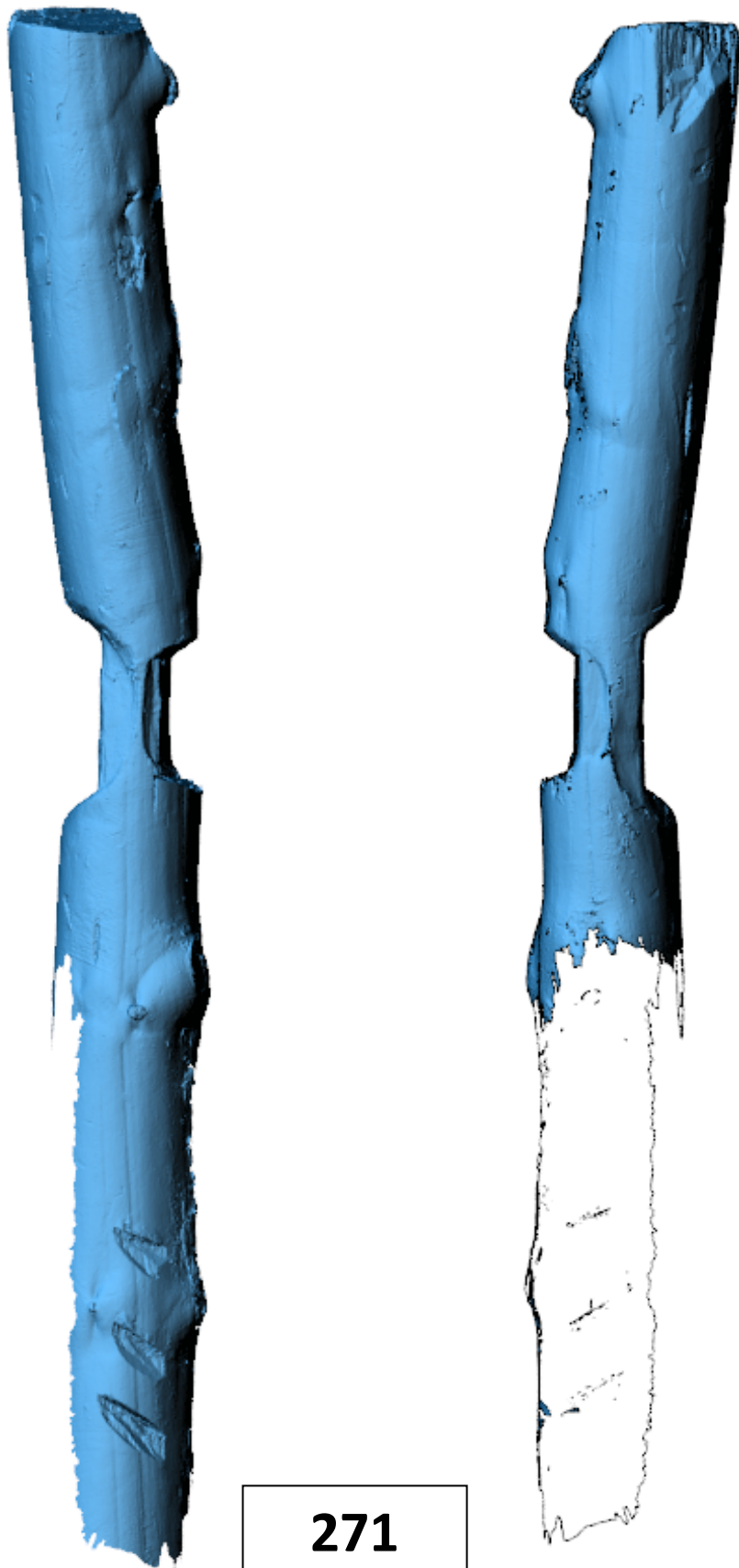
264



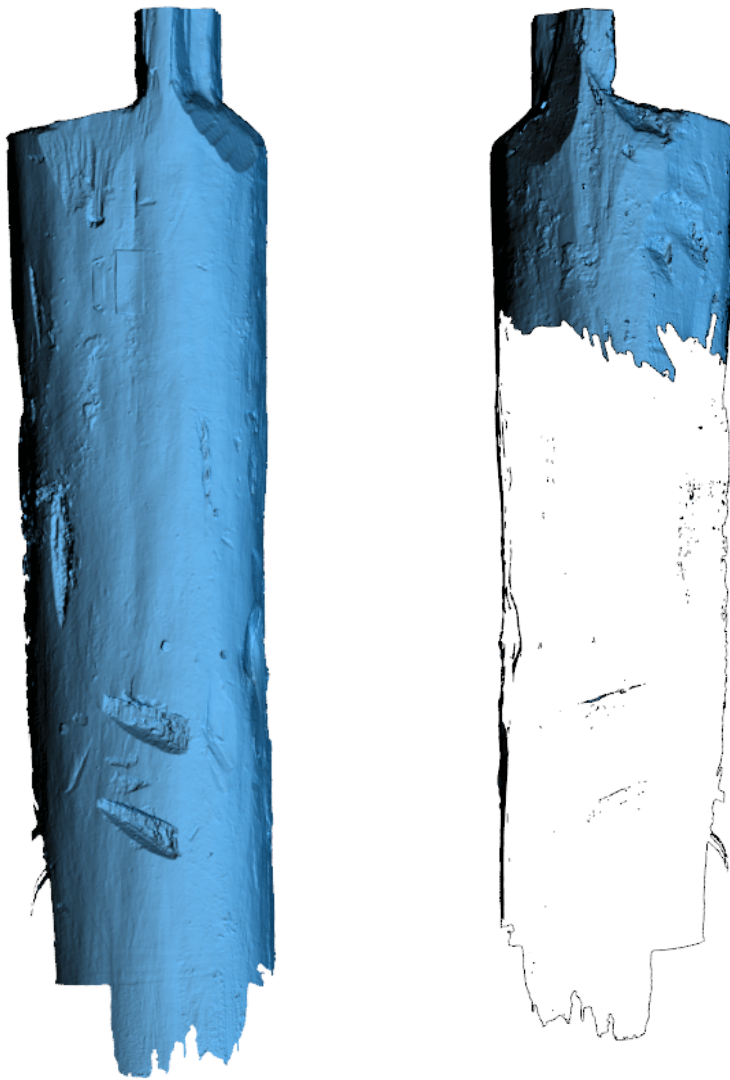
269



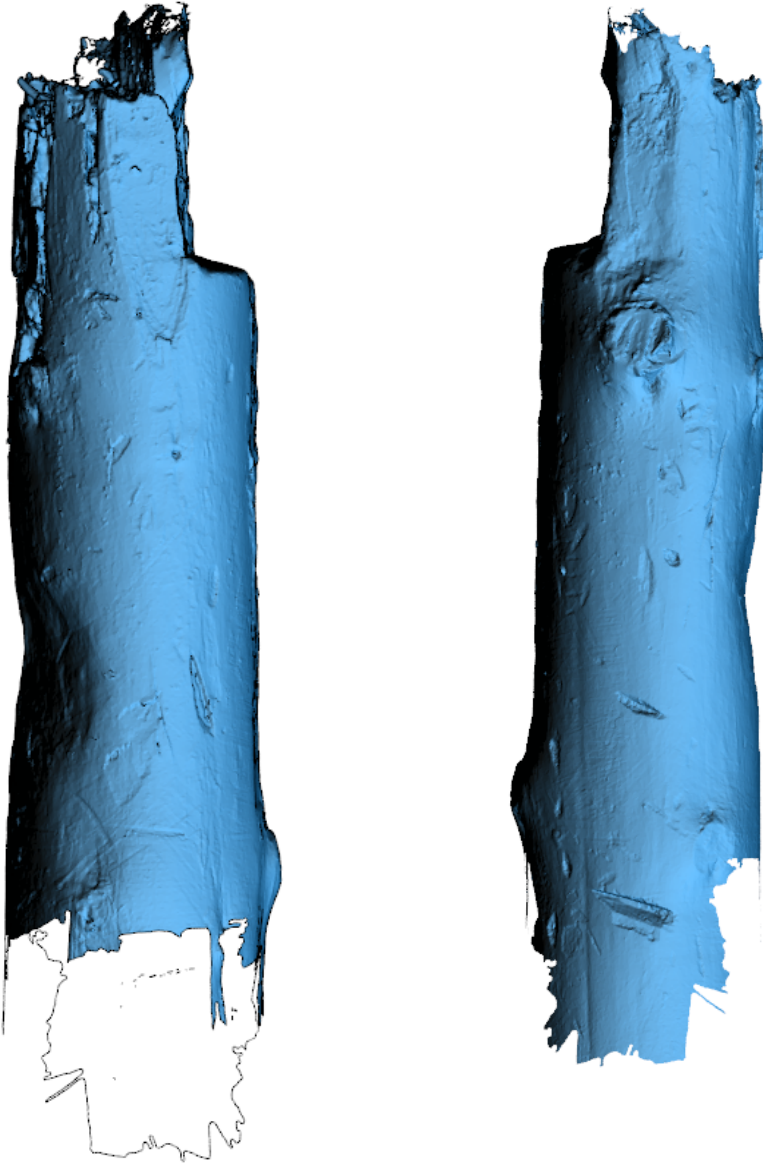
**270**



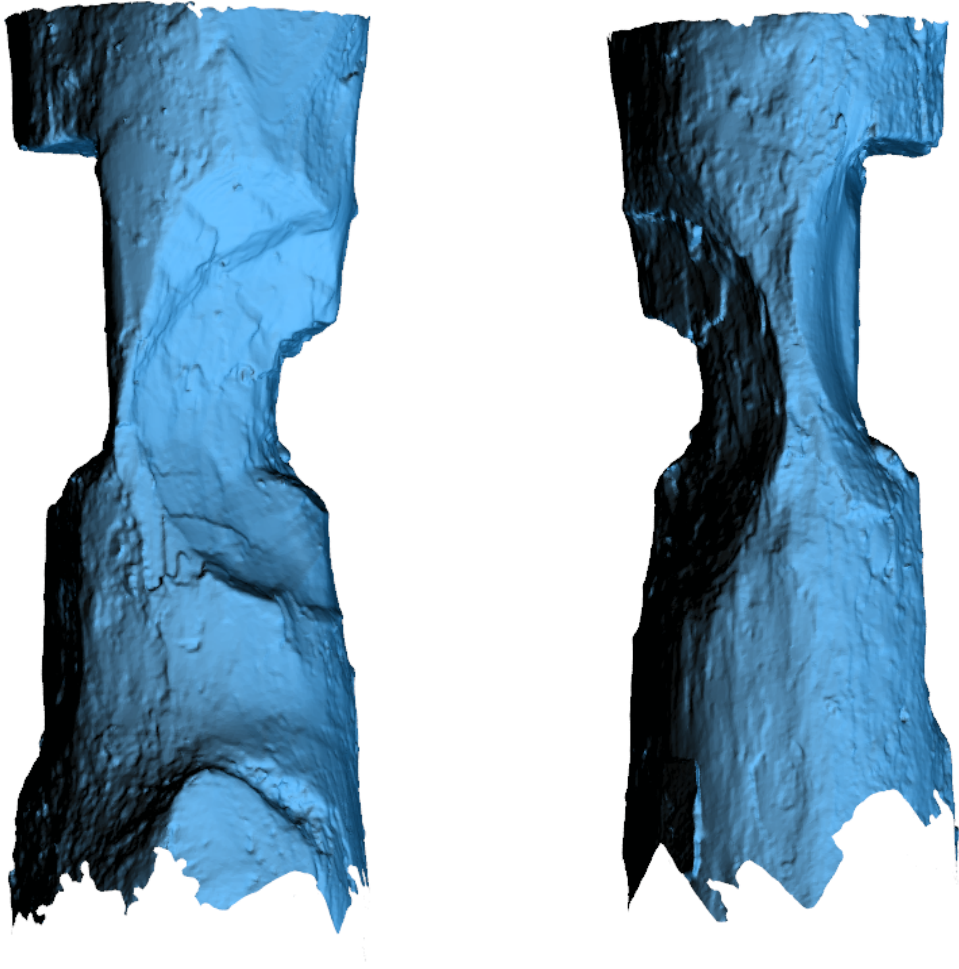
**271**



**272**



**273**



288