

NIKU Oppdragsrapport 164/2011

Laftekassene fra 1390

NIKUs arkeologiske utgravinger i Oslos gamle havneområde

Jan Michael Stornes, NIKU

Trond Engen, NIKU

Lars Gustavsen, NIKU



Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	5
2	Innledning.....	7
3	Laftekasser etc. fra DEG-arkeologisk gjennomgang ved Trond Engen.....	8
3.1	Innledning.....	8
3.2	Tømmerkonstruksjoner.....	10
3.3	Tolkning av laftekasser 212K, 274K og tømmerkonstruksjon 292K	10
3.4	Fundamentering	13
3.5	Senking av laftekasser i sjøen.....	13
3.6	Øvrige tømmerkonstruksjoner og laftekasser.....	15
4	Laftekassene fra DEG-bygningsarkeologisk gjennomgang ved Jan Michael Stornes.....	17
4.1	Innledning.....	17
4.2	Beter	18
4.3	Novhogg	19
4.4	Merking	21
4.5	Øying.....	22
4.6	Fellingsspor.....	23
4.7	Naverhull	24
4.8	Eksempel på bygninger som har likhetstrekk i byggemåten med laftekassene fra Sørenga.25	
4.9	Spor på stokkene som tyder på at kassene 212 og 274 har vært fundamenter for sjøboder 26	
4.10	Pelemark og bark.....	27
4.11	Tømmerdimensjoner.....	28
4.12	Novdetaljer fra søndre bolverskar (212)	29
4.13	Perspektivskisse av de avkappede hjørnene i søndre og nordre bolverskar	33
5	Laserskanning av laftekasser fra Dronning Eufemisgate, Oslo- skanneteknisk gjennomgang ved Lars Gustavsen.....	34
5.1	Sammendrag	34
6	Innledning.....	35
7	Laserskanning	35
7.1	Utstyr.....	35
7.2	Metode.....	36

8	Resultater	37
8.1	Punktskyen	37
8.2	Genererte flater.....	37
9	Leveranse.....	37
10	Generelt om laserskanning.....	38
10.1	Bruk av laserskanning innen kulturminnevernet	38
10.1.1	Hva er laserskanning?.....	38
10.1.2	Fordeler ved laserskanning	39
10.1.3	Hva kan vi gjøre med dataene?	39
10.2	Eksempler på andre bruksområder	39
10.3	Skanning hos NIKU.....	40
11	Laserskannet tømmer fra laftekasser.....	41
12	Kilder.....	58

1 Sammendrag

Laftekassene representerer de første spor av byggevirksomhet etter svartedauden og er helt utenom det vanlige både når det gjelder alder, utførelse og funksjon, og er et enestående kulturminne fra en periode der det knapt finnes spor etter byggevirksomhet i Norge.

Under følger en opplisting av momentene som setter dette kulturminnet i en særstilling.

- Første spor av byggevirksomhet etter svartedauden (s. 17)
- Eneste kjente laftekasser med merking fra middelalderen (s. 21)
- Første eksempel på tømmerkonstruksjon fra middelalderen bygget på uttuft (s. 21)
- Eneste kjente laftekasser med betor (s. 18)
- Eneste kjente laftekasser med sjøboder som har ligget ute på en utstikkerbrygge (s. 10 og s.26)
- Første eksempel på bruk av 8-kantet novhals (s. 19 og s.20)
- Første eksempel på bruk av naver for øying av stokker (s. 22)
- Første gang naverhull nær laftet har blitt satt i sammenheng med et verktøy som kan ha blitt brukt til å rotere stokken under lafting (s. 24)
- Sjeldent eksempel på stokker som viser ulike fellingsmetoder (s. 23)

Under NIKUs arkeologiske utgravninger i Gamlebyen 2010 og 2011, i gamle Oslos havneområde (fig. 1), ble det avdekket to sidestilte laftekasser som var helt utenom det vanlige både når det gjelder alder, utførelse og funksjon. Laftekassene skilte seg ut fra tidligere avdekkete bolverkskar ved at de var merket, hadde betor og etter alt å dømme hadde vært fundament for to sjøboder (fig.2 og fig.3). Ett hjørne fra hver av kassene (nr. 212 og nr. 274) ble skåret løs og tatt vare på, og det ble tatt skiveprøver. Den dendrokronologiske analysen av disse ved NTNU Vitenskapsmuseet, samt skiver fra et bryggfundament rett øst for de sidestilte kassene (nr. 292) viste at stokkene var felt vinterhalvåret 1389-1390. Dette er det første spor av byggevirksomhet etter svartedauden, og er et enestående kulturminne fra en periode der det knapt finnes spor etter menneskelig virksomhet i Norge. Noe vest for dette funnstedet ble det gravet ut bolverkskar som ble datert 1469-1470. Selv fra 1400-årene finnes det få bevarte spor etter byggeaktivitet i Norge.

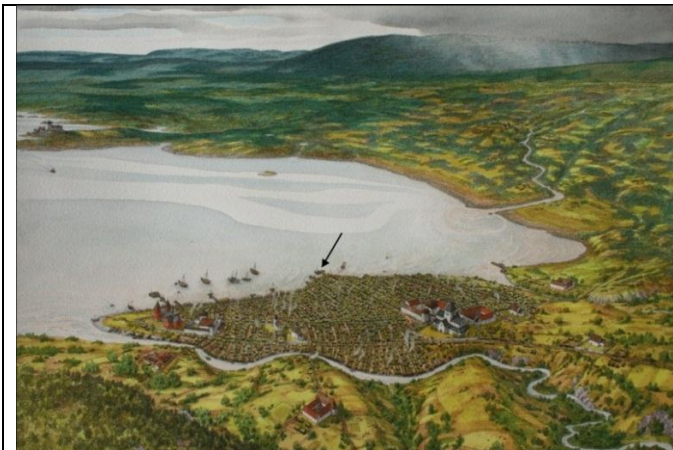


Fig. 1.1 Karl-Fredrik Keller og Erik Schia: Middelalderbyen i Oslo. 1991. Oslo ca. 1300 sett fra Ekeberg. Pilen markerer utgravingsområdet der laftekassene ble funnet.

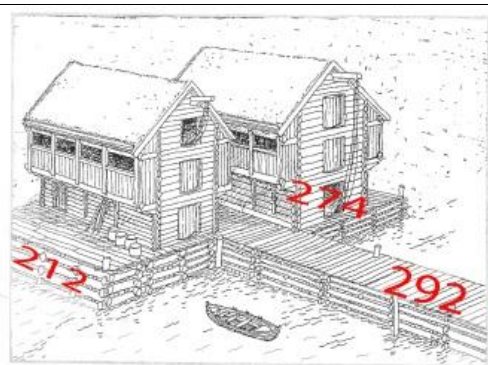


Fig. 2.1. Sjøboder og brygger. Rekonstruksjon etter Nedkvitne og Norseng 1991. (Noe omarbeidet) En lignende løsning har trolig blitt etablert i 1390, med sjøboder over 212 og 274, med passasje imellom og brygge imot og forbi 292 og inn til land.

2 Innledning

To sidestilte bolverkskar fra Sørenga som ble avdekket under utgravingene i 2011, skilte seg ut fra tidligere avdekkete kar ved at de var merket, og hadde betes. Etter et feltmøte med representanter fra Riksantikvaren, Kulturhistorisk museum, NIKU og Norsk Restaurering AS, ble det bestemt at kassene skulle skannes in situ, og at det deretter skulle sages løs et hjørne fra hver kasse som skulle fraktes til Kulturhistorisk museums magasin på Sørenga. Skanningen ble utført av Geoplan 3D.

I forbindelse med at hjørnene ble stivet av og saget løs ble det også saget av skiver som ble sendt til NTNU for dendrokronologisk analyse.

På grunn av vanskelige omstendigheter var det ikke mulig å skanne lave posisjoner av kassene i felt. Etter søknad fra NIKU bevilget derfor Riksantikvaren, ved Harald Ibenholt, 15 000 kroner for at dette arbeidet kunne avsluttes i magasinhallen. (Prosjektnavn: *Skanning av laftehjørner og rapport*, prosjektnummer 15620376) Summen skulle i tillegg dekke skanning og etterarbeide av et utvalg med laftehogg. Dette arbeidet ble utført av Lars Gustavsen med en håndholdt 3D skanner.

Etter at Geoplan 3D hadde skannet de lave posisjonene av hjørnene, demonterte Trond Engen og Jan Michael Stornes det søndre bolverkskaret

Fire stokker fra det søndre bolverkskarets sydvestre hjørne, som ble tatt med i tillegg til de to fullstendige hjørnene, ble remontert for anledningen og skannet.

Dette "lille hjørnet" ble deretter demontert, og laftene ble skannet av Lars Gustavsen, med den håndholdte 3D skanneren. En røststokk, som ble funnet ved det nordre karet, ble også skannet.

Et utvalg novdetaljer ble målt opp på vanlig måte i målestokk 1:5.

Etter søknad fra NIKU bevilget Riksantikvaren ytterligere 45 000 kroner, og i søknaden ble behovet for en tilleggsbevilgning begrunnet på følgende måte:

Skannene av novhoggene med den håndholdte skanneren ble så bra at selv verktøysporene ble lesbare. 3D skannene gjør det mulig å studere lafteteknikken fra alle vinkler. Det åpner en ny dimensjon i studiet av gammel lafteteknikk for dagens og fremtidens forskere. Når vi demonterte hjørnet fremsto laftene som helt nye. Når stokkene tørker vil de sprekke opp, og kildeverdien vil forringes. Vi så dermed muligheten for å skanne laftehuggene inkludert "novarmene" og merkingen med den håndholdte skanneren. Man kan i denne sammenheng se for seg muligheten for å kunne "3D printe" ut stokkene til et demonterbart hjørne, f.eks. i målestokk 1:5.

Parallelt med dette fortsatte Jan Michael Stornes og Trond Engen med oppmåling og ytterligere undersøkelser av stokkene.

Fra NIKU har følgende personer stått for undersøkelsene i magasinhallen: Jan Michael Stornes, Trond Engen og Lars Gustavsen. Anders Haslestad har vært på flere befaringer og ledet Riksantikvarens arbeid i felt. Erik Ruden har utført feltskanningen for Geoplan 3D.

På oppdrag fra Riksantikvaren har Tor Haugen, daglig leder for Norsk Restaurering AS, deltatt på befaringer og firmaet har stått for avstivingen av laftehjørnene i felt, samt monteringen av det søndre laftehjørnet etter at NIKU hadde avsluttet undersøkelsene av stokkene i magasinhallen. Tømmer Hans Marumrud har vært på befaring i magasinhallen, og har utarbeidet en befaringsrapport. (*Befaring av laftekasser fra Bjørvika i Oslo-mars 2011*).

Lars Gustavsens del av denne rapporten foreligger også som egen Oppdragsrapport (NIKU 168/2011)

3 Laftekasser etc. fra DEG-arkeologisk gjennomgang ved Trond Engen

3.1 Innledning

Det arkeologiske DEG-prosjektet (2010/11) var forårsaket av byggingen av ny Dronning Eufemiasgate. Dette er et ledd i Oslo kommunes Fjordbyprosjekt hvor målet er å fjerne dagens trafikkarealer ned mot sjøen og utnytte de frigjorte områdene til utbyggingsformål. Dronning Eufemiasgate er hovedgaten i den nye Bjørvikabyen og skal gå fra Tollbugata i vest til kryss mot Kong Håkon 5.s gate/Bispegata/Nordenga bro i øst. Utbyggingen av Dronning Eufemias gate er planlagt i etapper, og denne delen av prosjektet gjaldt fundamenteringsarbeidene for østre del av gateløpet innenfor fornminneområdet i krysset mot Bispegata, Kong Håkon 5.s gate og Nordenga bro. Prosjektet ble gjennomført av NIKU. Prosjektleder var Lise Marie Bye Johansen. Trond Engen var feltleder.



Fig. 1.3 Reguleringsplan Bjørvika 2002. Oslo kommune, Plan-og bygningsetaten. Pilen markerer DEG utgravingsområdet der laftekassene ble funnet.

De arkeologiske undersøkelsene på DEG- prosjektet har pågått i et område som i middelalderen var en del av gamle Oslos havn i Bjørvika (Byvika), nærmere bestemt i området hvor den såkalte Bispealmenningen grenset mot sjøsiden.



Fig.2.3 Karl-Fredrik Keller og Erik Schia: *Middelalderbyen i Oslo*. 1991. Oslo ca. 1300 sett fra Ekeberg. Pilen markerer DEG utgravingsområdet der laftekassene ble funnet.

I middelalderen var Bjørvikas strandlinje mot nord-øst om lag der dagens Grønlandsleiret ligger, videre vestover fulgte strandlinjen nord for dagens Schweigaardsgate. Utløpet av Akerselva var den gang i nærheten av stedet hvor Vaterlands bro er i dag. Hovinbekken også kalt Klosterelva rant ut i sjøen der Schweigaardsgate krysser Oslogate.

De aktuelle arkeologiske undersøkelsene har gitt utvidet kjennskap til havneområdet omkring Bispealmenningen. Det ble avdekket flere tømmerkonstruksjoner tolket som fundamenter til brygger og/eller sjøboder. Rester av tre båter ble funnet, i tillegg til flere løse båtdeler og øvrige gjenstandsfunn. Sjøavsetningene med leire gir generelt gode bevaringsforhold for organisk materiale. Til sammenligning med bevaringsforholdene på land der materiale fra seinmiddelalder og nyere tid ofte er dårlig bevart eller fullstendig nedbrutt, er gjerne gjenstander og konstruksjoner fra denne tida godt bevart i sjøsedimentene.

3.2 Tømmerkonstruksjoner

Tømmerkonstruksjonene er av noe ulik alder, og bidrar til en større forståelse av områdets utvikling over tid. I østre del av feltet ble det avdekket laftekasser og tømmerkonstruksjoner, datert til ca. 1390. Dette er blant de tidligste bygge- konstruksjoner overhodet fra tida etter svartedauen. Konstruksjonene kan sies å bestå av tre komponenter, to av disse utgjøres av to nærmest identiske laftekasser plassert side om side. Hver av laftekassene var ca. 8 meter x 7 meter, orientert med langsiden mot vest-øst. Det var opptil sju stokker bevart i høyden i laftekassenes vegger. Det var vesentlig benyttet furutømmer. Laftekassene er tolket som mulige fundamenter for brygger og/eller sjøboder. Noe overraskende så det ut som om kaifronten ved de store laftekassene har vendt mot øst og landsiden, da stokkendene på denne siden av kassene er rettavkuttet, i motsetning til siden mot vest hvor flere av stokkendene stakk langt ut og hadde fellingshugget bevart.

Ca. 4-5 meter øst for nevnte laftekasser var det en mindre tømmerkonstruksjon av samme alder som laftekassene. Denne var ikke bygget som en laftekasse, men var avtrappet med en "skrånende" side vendt mot de større laftekassene.

3.3 Tolkning av laftekasser 212K, 274K og tømmerkonstruksjon 292K

Stokkendene mot vest har stukket til dels langt utenfor selve laftekassene 212K og 274K og dette betyr sannsynligvis at man ikke har kunnet legge til med båt på denne siden. Den valgte løsningen kan innebære at man bevisst ville hindre at man la til båter på vestsiden, kanskje av forsvarsmessige årsaker. Ser man for seg en situasjon der laftekassene har fungert som fundamenter for sjøboder, kan det tenkes at plasseringen av bygningen har vært utslagsgivende for laftekassenes utforming. Bakveggen i bygningen kan ha vendt mot vest, og fluktet med ytterkanten av laftekassene. Forsiden av bygningen kan ha vendt mot øst, enten med et smalere bryggeparti langs utsiden hvor båter har lagt til, eller at fronten på bygningen har stått helt ut mot kanten.

I dokumenter fra middelalderen er det omtalt sjøboder nær det aktuelle område, på slutten av 1300-tallet og begynnelsen av 1400-tallet. Fra 1367 er det et dokument som forteller at Sakse Toresson gir sin kone og stedatter hver sin sjøbod. Den ene står midt på en brygge nord for Clemensallmenningen, den andre for seg selv syd for Bispeallmenningen. I 1389 makeskifter Biskop Eystein til Edmundsalteret to sjøboder som står sydligst på Bispeallmenningen på Hestebryggen. I 1413 leies, midt på Biskopens brygge, Domkirkens tomt (13 alen bred og 15 alen lang) til Jon Halvardsson og Kristine Olafsdotter som kan gjøre opp en sjøbod uten å betale landskyld (Molaug 2002: 15). Det er interessant at omtalte tomtestørrelse hvor det skulle oppføres sjøbod tilsvarer om lag størrelsen på de aktuelle laftekassene (8 m X 7 m). I middelalderen i Norge brukte man enten *alen-stikke* (ca. 55 cm) eller *tommel-alen* (18 tommer =ca. 47 cm). (Store Norske leksikon)

(<http://snl.no/aln>). Ut fra disse alen- målene har nevnte tomt vært ca. 7,15 m x 8,25 m eller ca. 6,1 m x 7 m. Førstnevnte mål er nærmest identisk med målene på hver av laftekassene.

Dersom laftekassene er brukt som fundament for sjøboder er det rimelig å tenke seg at det har stått en sjøbod på hver av laftekassene, og med en avstand mellom sjøbodenes vegger som tilsvarer avstanden mellom kassene, ca. 2,5 til 3 meter. Utstikkende stokkender mellom kassene, mot nord og syd har hindret passasje sjøveien mellom sjøbodene. Laftekassenes utstrekning antyder at eventuelle sjøboder har ligget med breidsiden mot øst og vest, men kan vel så gjerne ha ligget med kortsidene/gavlene denne veien. Sjøbodene trenger ikke ha opptatt hele arealet av laftekassene, men deler kan ha vært benyttet til brygger.

Tømmerkonstruksjon 292K lå helt øst i feltet, ca. fire til fem meter fra laftekasser 212K og 274K. Konstruksjonen ble dendrodatert til 1389/90, altså samme datering som for 212K og 274K.



Fig.3.3 Nærmest i bildet, laftekasser 212K (til høyre) og 274K. Fig.4.3 laftekasse 292K. Foto mot øst. niku_ark_nr_308889

Den var orientert likt med laftekassene vestenfor, og plassert symmetrisk i forhold til begge kassene. Utstrekning i nord-sør retning var ca. 3,5 meter. Dette tilsvarer om lag avstanden i mellom laftekasser 212K og 274K. Konstruksjon 292K skilte seg fra laftekassene vestenfor. Den så ut til å representere en slags trapping, med stigning mot øst. Konstruksjonens plassering i forhold til laftekassene vestenfor tilsier at den kan ha fungert som et fundament for en broforbindelse/brygge mot en passasje i mellom laftekassene.

Tegning (fig 4) (Nedkvitne og Norseng 1991), er en rekonstruksjon basert på Fischers utgravning ved enden av Clemensallmenningen i 1920-åra (Fischer 1950: 142-144).

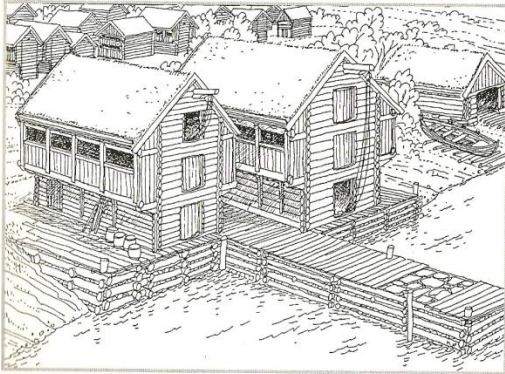


Fig. 5.3 Rekonstruksjon basert på Fischers utgravning ved Clemensallmenningen

Til forskjell fra rekonstruksjonen vist på (fig 4) har som nevnt bryggepassasjen i mellom eventuelle bygninger på laftekasser 212K og 274K forbundet land og sjøboder. Med framsiden av sjøbodene vendt mot øst har man vært mer beskyttet mot vær og vind. Lossing og lastning av båter, og varehåndtering ut og inn av sjøbodene kan ha vært mer komfortabel enn om dette hadde foregått på utsiden. (Fig. 5 og 6)

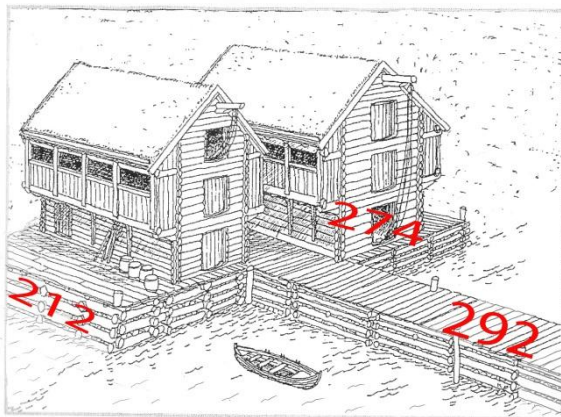


Fig. 6.3 Nedkvitne og Nordseng. Omarbeidet for å gjenspeile situasjonen slik den kan ha vært på funnstedet

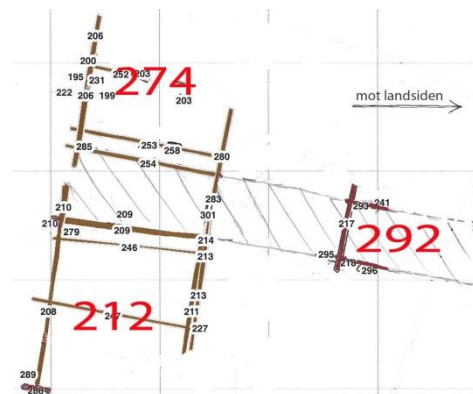


Fig. 7.3 Laftekassene 212K, 274K og 292K. Forslag for brygge/passasje inntegnet

Dersom ovennevnte tolkning av tømmerkonstruksjon 292K er riktig, kan også østsiden av konstruksjonen ha vært avtrappet. Ved å lage et fundament med skrånende sider har man spart tømmer i forhold til en regulær firkantet kasse. Den relativt korte avstanden mellom laftekassene og fundamentet (4-5 meter) kan ha vært forbundet med to eller tre tømmerstokker og plank på tvers av

disse som et toppdekke. Avhengig av avstanden til landsiden kan man tenke seg flere slike fundamenter satt ut med jevne mellomrom. Men det er også sannsynlig at man har utnyttet eldre brygger som fundamenter dersom det har eksistert slike lengre inne.

Ut fra en tolkning av laftekassene som fundament for sjøboder, og laftekassenes beliggenhet med sjøen både på vest og østsiden antyder dette at man har tilstrebet å skille sjøbodene fra den øvrige bebyggelsen, kanskje først og fremst som en sikkerhet mot brann. Dette har antagelig vært vanlig i middelalderbyer, men hittil vært vanskelig å finne belegg for i det arkeologiske materialet (Molaug 2002: 29).

3.4 Fundamentering

Avhengig av om laftekassene har fungert som et bryggefundament eller fundament for bygninger kan man anta at den totale vekten av konstruksjonen har variert. En bygning har utøvd et større og mer konstant trykk på laftekassene enn hva mer vilkårlig last utgjør. Ser man på enkelte av laftene har det åpenbart vært et stort trykk på fundamentene. Profilveggene viste at laftekassene hadde sunket om lag 30- 50 cm ned i leira. Hvor vidt dette skyldes vekten av en eventuell sjøbod ovenpå er usikkert. For å motvirke nedsynkning i sedimentene var flere av de nederste stokkene noe lengre enn de øvrige. I tillegg hvilte laftekassenes vestvegger på enkelte løse stokker, som lå på tvers av vegglinjen. Med tanke på eventuelle sjøboder ovenpå laftekassene kan laftekassene synes noe dårlig fundamentert. Det er tidligere dokumentert en laftekasse fra sent 1200-tall eller tidlig 1300-tall i Bjørvika, hvor man har benyttet halvkløyvninger i kassens bunn (Molaug 2002: 37). En lignende løsning hadde kanskje vært bedre. Dette ser imidlertid ikke ut til å ha vært vanlig for laftekasser fra middelalderen i Bjørvika, og underbygger at man har vurdert de enklere løsningene som gode nok. Den valgte løsningen kan ha innebåret at man lot fundamentet få sette seg godt ned i sedimentene før man eventuelt valgte å reise en bygning på det.

3.5 Senking av laftekasser i sjøen

Laftekassene er etter alt å dømme bygget opp på isen og latt seg synke på plass når isen gikk om våren. Staur (ca. 4-5 cm i diameter) som antagelig har fungert som en slags "styringspinner" er funnet i sammenheng med mange av konstruksjonene. Staurene er gjerne plassert i hjørnene av kassene, men er for øvrig også brukt inntil vegglinjen utenom hjørnene. Staurene har antagelig vært stukket gjennom isen og satt ned i sedimentene. Avhengig av laftekassenes konstruksjon og oppdrift har man benyttet seg av ulike metoder for å få senket dem. De eldste laftekassene fra DEG prosjektet, datert til ca.1390 var konstruert uten noen form for bunn. Massene i laftekassene var for det meste naturlige leiresedimenter avsatt gjennom årenes løp. Vekten av konstruksjonene har vært nok i seg selv for å holde dem på plass på sjøbunnen. Da egenvekten på fuktig virke er langt høyere

enn for tørt, er det er grunn til å tro at tømmeret som skulle brukes ble hogd kort tid før kassene ble bygd. Furu kan for eksempel inneholde over 500 liter vann per kubikkmeter (<http://www.torkeklubben.no/>). Egenvekten på tømmeret kan da nærme seg egenvekten på saltvann (ca. 1025 kg per kubikkmeter). Tømmerstokkene som var brukt var ikke avbarket, dette har sannsynligvis vært bevisst for at stokkene skulle holde på fuktigheten, så de lettere sank.



Fig. 8.3 Laftekasse 212K og 274K (nærmest). Avslutning mot øst. Antatt kaifront. Foto mot sør. niku_ark_nr_308938



Fig. 9.3 Tømmerkonstruksjon 292K , rett øst for 212K og 274K. Foto mot øst. niku_ark_nr_308879

3.6 Øvrige tømmerkonstruksjoner og laftekasser

Fra rundt 15 til 25 meter vest for de eldste laftekassene ble det dokumentert tømmerkonstruksjoner datert til 1460- åra, rundt 70-80 år yngre enn de østlige (105K, 190K). Hovedkonstruksjonen kan benevnes som en slags tømmerflåte, der bunnrammen utgjøres av to kraftige øst-vest orienterte stokker. Mot endene, og på tvers av de kraftige stökkene var det tettstilte mindre tømmerstokker.

Lengst vest i feltet ble det avdekket en laftekasse (109K). Det foreligger dessverre ingen dendrodateringer av denne, men øvrig funnmateriale, kontekst og stratigrafi tilsier at laftekassen er bygget i siste halvdel av 1400-tallet, eller omkring 1500. Avstanden mellom laftekassen og "tømmerflåten" fra 1460 åra var bare 6-7 meter.



Fig. 10.3 Laftekasse 109K lengst vest i feltet. Foto mot sørvest. niku_ark_nr_308577

Sikre tolkninger av konstruksjonene er vanskelig. De kan ha utgjort fundamenter for brygger, broforbindelser eller eventuelt sjøboder. Det er også rimelig å se for seg en mulig bruksendring, der eldre brygger eller fundamenter for sjøboder etter hvert er benyttet som fundamenter for broforbindelser. Det er grunn til å tro at man har tilstrebet en enkel adkomst til bryggene/landsiden. At bryggene skal ha vært bygget som frittliggende fortøyningskister virker lite sannsynlig i denne konteksten.



Fig. 11.3 Oversiktsbilde viser bryggekonstruksjoner og båtvrak i vestre del av hovedgrøft, datert siste halvdel av 1400-tallet. Nederst, laftekasse 109K. Tømmerflåte 105K, midt i bildet. Øverst i bildet stokker fra 190K. Båter S8, S9 og S10 i mellom, og langs nordsiden av 109K og 105K. Foto mot øst. niku_ark_nr_308216

4 Laftekassene fra DEG-bygningsarkeologisk gjennomgang ved Jan Michael Stornes

4.1 Innledning

Under NIKUs arkeologiske utgravinger i Gamlebyen 2011, i gamle Oslos havneområde, ble det avdekket to sidestilte laftekasser som skilte seg ut fra tidligere avdekkete bolverkskar ved at de var merket, og hadde beten. Etter et feltmøte med representanter fra Riksantikvaren, Kulturhistorisk museum og NIKU ble det bestemt at kassene skulle skannes in situ, og at det deretter skulle sages løs et hjørne fra hver kasse som skulle fraktes til Kulturhistorisk museums magasin på Sørenga. Skanningen ble utført av Geoplan 3D.

I forbindelse med at hjørnene ble stivet av og saget løs ble det også saget av skiver for dendrokronologisk analyse. Den dendrokronologiske analysen ble foretatt av Terje Thun, NTNU Vitenskapsmuseet, og analysen viste at stokkene var felt vinterhalvåret 1389-1390. Dette er det første spor av byggevirksomhet etter svartedauden.

Etter at Geoplan 3D hadde skannet hjørnene, demonterte Trond Engen og Jan Michael Stornes den søndre laftekassen og det ble tegnet laftedetaljer i målestokk 1:5 av alle stokkene. Stokkene ble deretter skannet av Lars Gustavsens, med en håndholdt 3D skanner.

Laftekassene skiller seg ut ved at de er merket, dvs laftet opp et annet sted, demontert og fraktet til tomten som i første omgang må ha vært isen. Man har laftet på plass betene på isen (denne beskjerer merkingen) og stokkene opp til to omfar over merkingen som er bevart.

De fleste stokkene har sekskantet novhals, men også variasjoner over dette tema som vi ikke har sett før og som kan karakteriseres som åttekantet novhals. I tillegg er det to hogg som er vanskelige å definere. Det ene en variant av findalshogg, det andre et «omvendt findalshogg». Trolig har halsen blitt slik av nødvendighetshensyn pga tømmerdimensjonene. To 8 cm dype naverhull etter Ø20 og Ø25 mm naver ble funnet henholdsvis 30 til 40 cm fra to av novhalsene, begge 8 cm dype. I bygninger har slike hull vært tolket som spor etter fast innredning eller til «opphengspinner». Her må de være spor etter annen bruk, og en mulighet er at de kan være brukt til å stikke en pinne eller stang inn i for lettere å kunne rotere og håndtere stokken under laftingen.

Hjørnene mot vest har ikke novhoder, men snarere novarmer som er grovt avhugget i ulik lengde, og flere av endene har fraktehullene og fellingshuggene bevart. Et par av dem bærer preg av å være boret med naver, noe vi ikke har sett før. Den grove avhuggingen viser rett og slett hvordan stokkene ble felt med øks i skogen.

Novhoggene er meget presist utført og vitner om tømmermenn med lang erfaring, svært trolig også fra husbygging. Og det i en periode da vi trodde husbygging nesten ikke forekom. Katastrofen som svartedauden representerte hadde over store områder etterlatt seg et nesten folketomt landskap, med tomme hus, der skogen uforstyrret tok tilbake innmarken. Det var mye hus og lite folk.

Laftekarene vitner om at det har vært byggevirksomhet, og at denne stedvis, i Oslo, og generelt i byene, kan ha vært større enn vi har trodd. Stokkene i laftekassene er nettopp fra skog på innmark, og er det første eksemplet på at menneskene har begynt å ta innmarken tilbake.

Bygninger eller konstruksjoner fra perioden 1350-1400 har det, fram til disse laftekassene ble gravet fram, ikke vært bevart eksempler på. Dette gjør laftekassene til enestående kulturminner på mange plan, og der mye lærdom kan hentes ut. Dette er et første forsøk på feste på papiret en del av de observasjoner som så langt har blitt gjort. Så får vi håpe at laftekassene kan bli bevart for fremtiden, slik at de også kan bli studert av framtidige forskere, og av et interessert publikum.

4.2 Beter

Beter forbindes særlig med tverrgående bjelker i tømmerstuer. De er plassert høyt i veggen, og nær den tømra deleveggen og gavlveggen. Se fig. 3 og 4, Raulandsstua, datert 1238 (Thun&Stornes 2007). Funksjonen er omdiskutert, men i sperrestuene vil den ha en avstivende effekt på langveggene. I tillegg vil den kunne fungere som underlag for en hylle eller en hems, og nær deleveggen vil den kunne fungere som oppheng for en gøye. (fig 1,3 og 4)

Hvert av bolverkskarene har tre beter, hvorav de to ytterste er plassert i en avstand fra veggen som omtrent tilsvarer den i tømmerstuene. Også for bolverkskarene sin del er det sannsynlig at de er plassert der for å ha en avstivende effekt, og kanskje også for å bære, ikke en hems eller hylle, men kanskje et gulv. Dette kan ha vært nyttig i forbindelse med det videre arbeidet med oppliftingen av en overliggende sjøbod. (fig 2 og 5)



Fig. 1.4 Bete i Kvestestua – Vest-Agder Fylkesmuseum.



Fig. 2.4 Bete i søndre laftekasse (nr. 212)

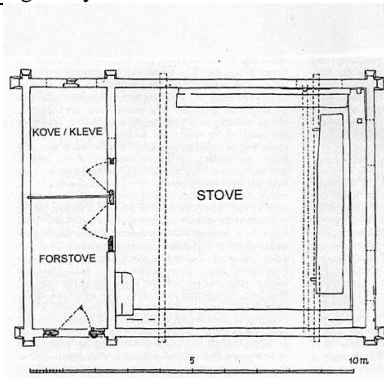


Fig. 3.4 Beter i Raulandsstua-Norsk Folkemuseum. (Berg 1990, 118)

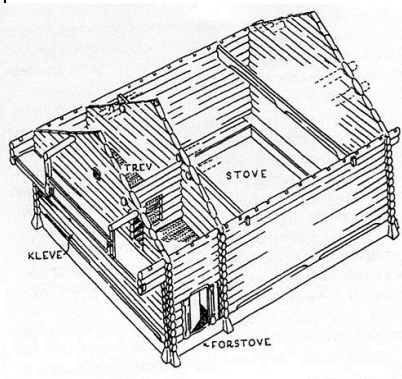


Fig. 4.4 Beter i Raulandsstua-Norsk Folkemuseum. (Berg 1989, 163)

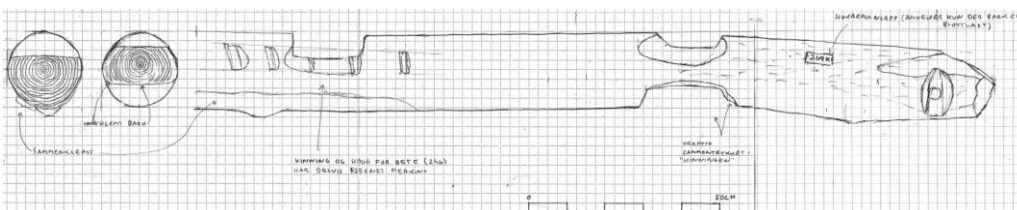


Fig. 5.4 Stokk 269K Felling for bete i stokk fra det søndre bolverkskaret. (Stornes 2011)

4.3 Novhogg

I middelalderen ble novhodene utformet runde eller ovale. I utformingen av laftehalsen var det derimot en rekke ulike utforminger. (fig 6,7,8)

Det mest kjente og blant de vanligste er findalshogget (fig 6), der halsen ligger helt i nedre del av tverrsnittet. Denne hoggemåten er bare kjent fra tiden før 1350.

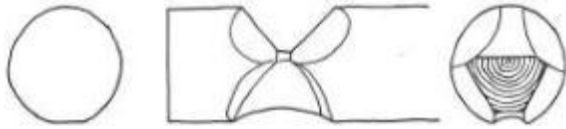


Fig.6.4 Findalshogg (Berg 1989, 35-46)

Raulandshogget (fig 7) er også sterkt representert i middelaldertømmerhusene og i tiden etter. Hogget særkjennes ved at halsen har en strupe, en garpe. I middelalderen ligger halsen i nedre halvdel av tverrsnittet.

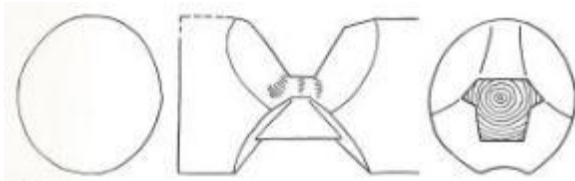


Fig.7.4 Raulandshogg (Berg 1989, 35-46)

I tillegg forekommer 4-kantet, 5-kantet og 6-kantet utforming av halsen. (fig 8)

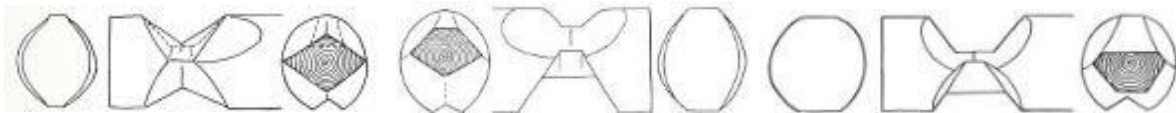


Fig 8.4
(Berg 1989, 35-46)

4-kantet, 5-kantet

6-kantet

8-kantet utforming av laftehalsen mangler, men kan nå innlemmes i samlingen. (fig 9 og 10) Ved demonteringen av den søndre laftekassen ble en slik utforming påvist for første gang.

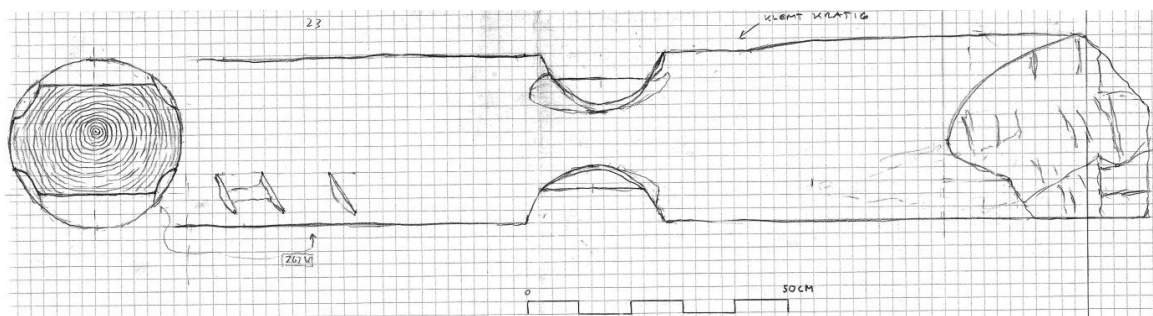


Fig 9.4 Stokk 262K 8-kantet utforming av laftehalsen (Stornes 2011)

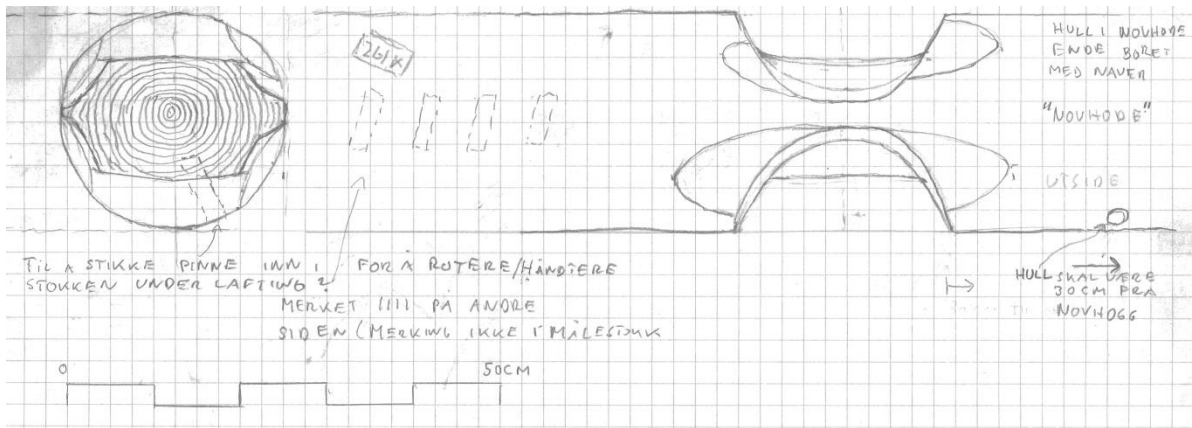


Fig 10.4 Stokk 261K 8-kantet utforming av laftehalsen (Stornes 2011)

De vanligst forekommende laftehuggene i middelalderen var findalshogg (før 1350), raulandshogg og 6-kantet laftehals.

I laftekassene fra 1390 var de fleste laftehalsene var sekskantete. (Fig. 11-17)

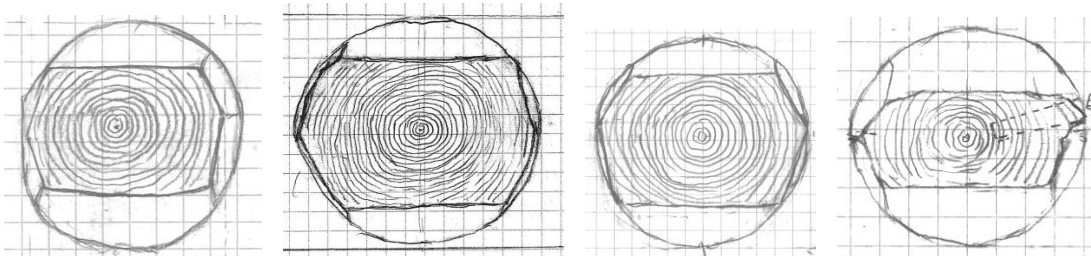


Fig 11.4 Stokk 208K (Stornes 2011)

Fig 12.4 Stokk 210K Nordre ende (Stornes 2011)

Fig 13.4 Stokk 210K Søndre ende (Stornes 2011)

Fig 14.4 Stokk 245K (Stornes 2011)

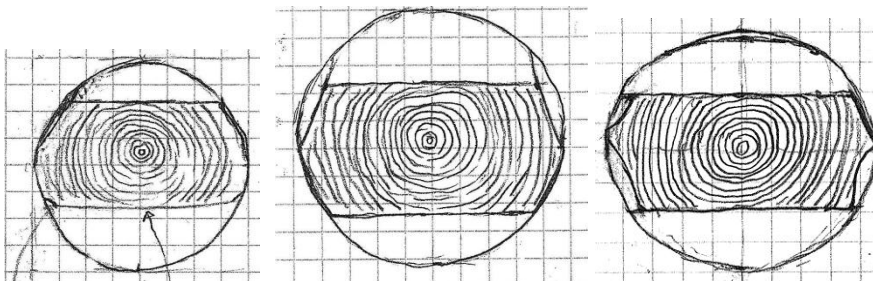


Fig 15.4 Stokk 269K (Stornes 2011)

Fig 16.4 Stokk 270K (Stornes 2011)

Fig 17.4 Stokk 271K (Stornes 2011)

4.4 Merking

De fem nederste omfarene i laftekassene (292 og 274) er merket. (fig 18)

De fleste tømmerhus fra før 1700 har ett eller flere sett med merking (fig 19). Dersom bygningen har ett sett med merking, betyr ikke det nødvendigvis at bygningen har blitt flyttet fra en annen gård, eller innenfor tunet. Bygningen kan ha blitt satt opp på «uttuft»

I bind 1 av «Norske tømmerhus fra mellomalderen», skriver Arne Berg om skikken med å tømre opp bygninger på uttuft (Berg 1989). Her skriver han:

«Det kunne vel ofte vera lettare å lagra stokkane nær der tømmeret var felt i staden for å frakta dei fram til tunet der huset skulle setjast opp. Å setja eit hus opp "på uttuft" er ein omgangsmåte som har vore kjend fram mot vår tid. Det kan godt tenkjast han var nytta i mellomalderen òg.

Med å setja huset opp mellombels på ei tuft nær der trea voks, kunne ein spare ein god del frakt, om uttufta var eit stykke unna. All kapp og mykje avspøning, m.a. for mosegrop og novhogg, vart liggjande att på uttufta. Men elles har det vore mykje vanleg å måta konstruksjonar saman på førehand, før dei vart lagde opp for godt. «

Laftekassene fra Gamlebyen har uten tvil vært satt opp på uttuft, og er det første sikre eksemplet på at tømmerkonstruksjoner har vært tømret opp på dette viset også i middelalderen.

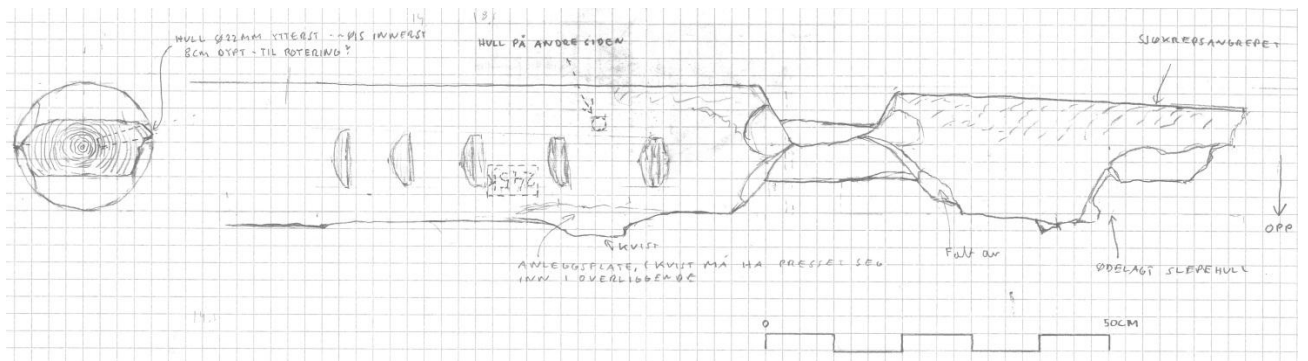


Fig 18.4 Eksempel på merking av stokk fra bolverksskarene fra 1390 Stokk 245K (Stornes 2011)

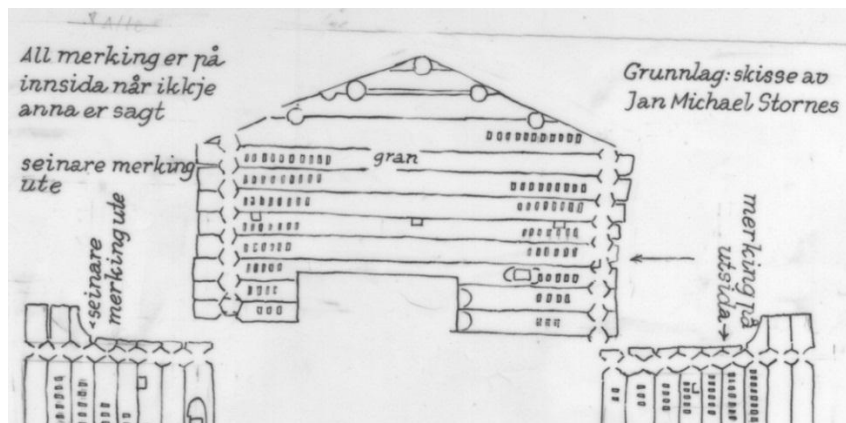


Fig.19.4 Eksempel på merking av tømmerhus. Rud i Rollag. Tømmeret felt vinterhalvåret 1601-1602. (Berg/Stornes 2001 upublisert)

4.5 Øying

Øyingen av stokkene fungerte som «fraktehull», for å lette transporten av stokkene fra fellingsstedet.

Det vanlige var øying med øks (fig 20). I laftekassene 212 og 274 fant vi også øying utført med naver (fig 21).

I Årbok for Sogn, 1987, s. 9 og s 12 skriver Hans H. Heiberg følgende om “holing” av stokker (Heiberg 1987):

«Holing (øying) av stokkene ble også gjort med øks før stokken ble hogget løs, det var bakerste hjørnet på eggen som ble brukt til holing, og det var vanlig å skyve økseskaftet inn i holet for å være sikker på at det var romt nok for lekkjet.»

«Det var ikke lett å hole lette og halvtørre løse stokker, så vi forsøkte å bore hull ved Blomdalsløypet en gang.»



Fig. 20.4 Åser som er øyet med øks. Østre sjøbod i Drammen. Tømmeret felt vinterhalvåret 1695-1696. Foto: Jan Michael Stornes, NIKU

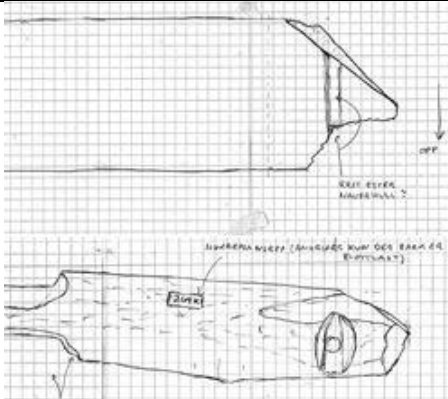


Fig. 21.4 Eksempler på stokker som er øyet med naver. Hhv stokkene 210K og 269K (Stornes 2011)

Som det fremgår av overstående nevner Heiberg boring av hull som et sjeldent unntak. Vi, og heller ikke Tor Haugen og Hans Marumrud har sett slike hull utført med naver, før vi undersøkte laftekassene fra Sørenga nærmere (fig 21).

Kanskje har det i middelalderen vært like vanlig å tilvirke slike hull med naver som med øks. Så vidt oss bekjent er fraktehullene i laftekassene fra Sørenga de eneste bevarte eksemplene fra middelalderen i Norge.

4.6 Fellingsspor.

De grovt avhugde stokkendene i kassenes (212 og 274) vestvendte laftehjørner er ikke endret etter at stokkene ble felt. Endene viser således hvilken fellingssteknikk som ble benyttet. (fig 22 og fig 23)

Hans H. Heiberg kommer inn på to ulike teknikker i «Skogbruket på Amblegård», Årbok for Sogn, 1987, s. 8 og 9 (Heiberg 1987):

«Skåringen (kappingen) ble utført med øks. Regelen var å skåre stu, slik at rotenden på stokken ble flat, og stubben skulle være flat, eller helst litt innhul "så det kunde være plass til et grautamål på den"»

«Det kunne hende at noen brukte "budeieskåra" når tømmeret skule løypes, for da ble stokken kvass i begge ender, ellers var budeieskåra et nedsettende uttrykk-budeiene var ikke tømmerhoggere.»

Nærmere undersøkelser av fellingshuggene vil kunne fortelle mye om fellingssteknikken .Eksempelvis om det har vært to mann, eller om en mann har byttet fra hånd til hånd, hva slags øks, bredden samt skader på eggen, mm.

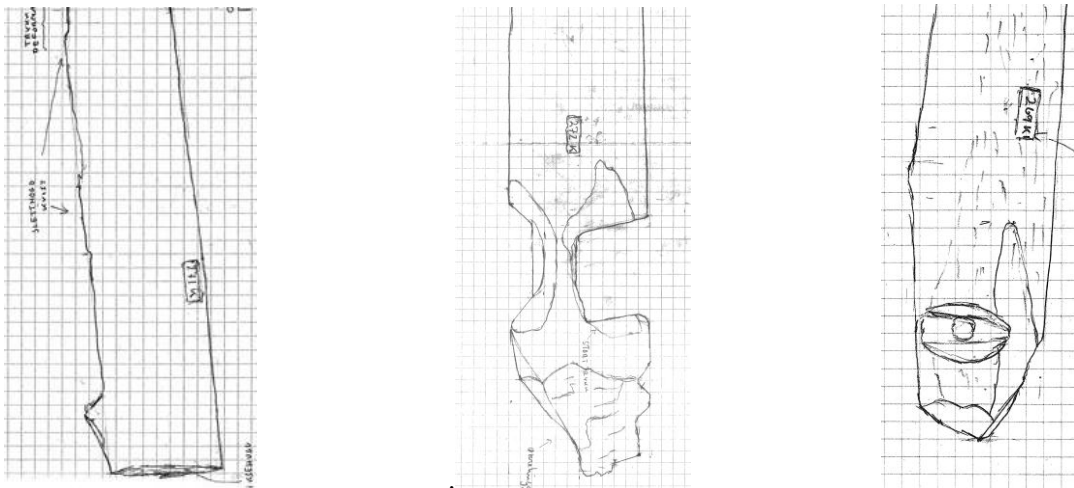


Fig 22.4 Stokkene 271K, 272K og 269K (Stornes 2011)

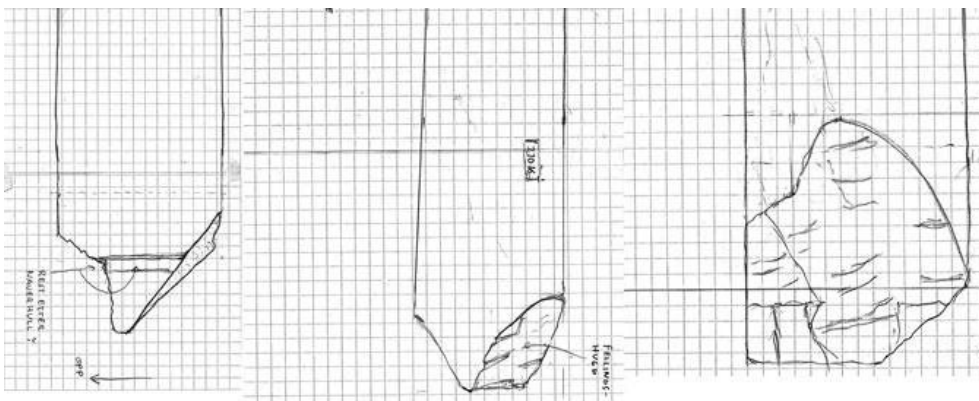


Fig. 23.4 Stokkene 210K, 270K og 262K (Stornes, 2011)

4.7 Naverhull

Det var først ved undersøkelsene av laftekassene fra Sørenga, ved påvisning av 8 cm dype naverhull nær laftehuggene (fig 24), at slike hull har blitt satt i sammenheng med at hullene kunne være brukt til å stikke inn en pinne eller stang inn for lettere å kunne rotere og håndtere stokken under laftingen. Hull nær hjørnene i tømmerhus har blitt tolket som hull for opphengspinner eller spor etter fast innredning ell.

Slike forklaringer er utelukket for laftekassenes vedkommende, og en alternativ tolkningsmulighet åpnet seg. Etter at dette ble diskutert har vi sett med “nye øyne” på slike hull og allerede funnet naverhull med tilsvarende dybde i stua på Finstadhaugen i Løten (fig 25), datert 1586. (NIKU Oppdragsrapport 210/2011) Kanskje det har vært mere vanlig å bore hullene der laftehogget skulle plasseres for at de ikke skulle være synlig etterpå. Ved demontering av gamle tømmerhus bør dette være noe man bør se etter.

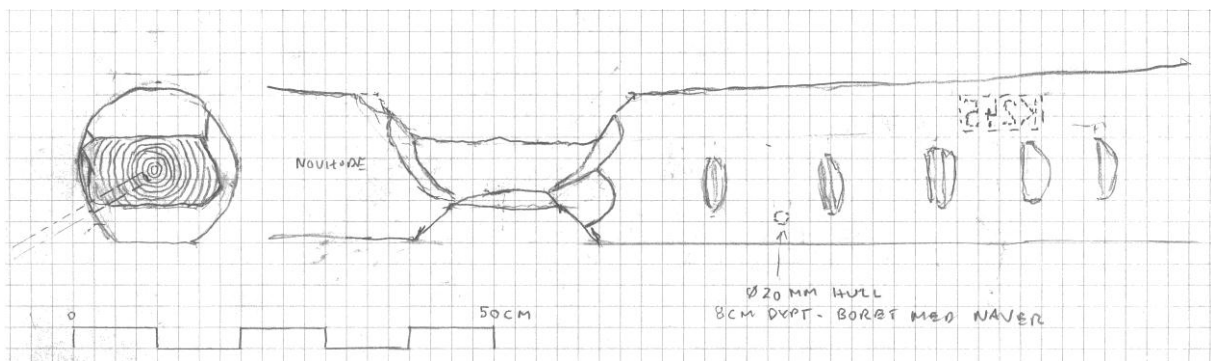


Fig 24.4 Eksempel på naverhull. Hull og tenkt roteringspinne stiplet på tverrsnittet. Stokk 245K. (Stornes 2011)



Fig 25.4 Stua på Finstadhaugen i Løten. Naverhull som kan ha med håndtering av stokk under lafting. Tømmer felt vinterhalvåret 1585-1586. Foto: Jan M. Stornes, NIKU

4.8 Eksempel på bygninger som har likhetstrekk i byggemåten med laftekassene fra Sjørenga.

Stokkene mot vest til laftekassene 212 og 274, der båter ikke skulle legges til, stikker til dels langt utenfor laftet og har fellingshuggene i behold. Stokkene er ikke medratt, og har heller ikke måfar. Dette var heller ikke å forvente ettersom laftekassene har vært fundamenter som har ligget under vann og delvis har sunket ned i sjøbunnen. Konstruksjonen skulle ikke bebos, eller brukes på annen måte enn at den fungerte som fundamentering for en brygge eller en sjøbod.

Til tross for dette var det i all hovedsak tett mellom stokkene. Dette kommer av at stokkene er laftet sammen med barken på. Barken lå fremdeles, til dels i tykke lag, på stokkene ved utgravingen. På de avsagete laftehjørnene har nå barken for en stor del falt av, men mellom stokkene ble den sittende og lå som en pakning.

Man kan altså lafte opp en kasse / et hus med tette vegger, med et minimum av arbeidsinnsats.

En type bygninger som til dels har benyttet seg av dette er tømmerkoiene (fig 26).



Fig. 26.4 Tømmerkoi fra Norrbotten. Bind 2 av Sveriges Skoger 1928, s 790.

4.9 Spor på stokkene som tyder på at kassene 212 og 274 har vært fundamenter for sjøboder

Laftekassene 212 og 274 var merket, og hadde betet. Dette gjorde laftekassene helt spesielle, og tanken på at de kunne ha vært fundamenter for en eller flere sjøboder meldte seg.

Det søndre (212) laftehjørnet ble demontert i den tidligere verkstedhallen på Sørenga, og dette gjorde det mulig å undersøke stokkene i detalj, og samtlige stokker viste tegn på at de hadde blitt utsatt for et stort trykk. Dette ga seg til kjenne ikke bare ved at barken mellom stokkene hadde blitt presset sammen til en tett pakning, men også ved deformasjoner i laftet og ved at undersiden av laftehalsene hadde blitt presset så hardt mot oversiden av laftehalsen under at årringmønsteret var meget tydelig preget i laftehalsenes undersider. Deformasjonene var såpass kraftige, og jevnt fordelt, at vi fant det lite trolig at de kunne skyldes jordtrykk (fig. 27)

Funnene av deformasjonene og tolkingen av dem underbygget vår antagelse om at laftekassene kunne ha fungert som fundament for sjøboder. En antagelse som senere har blitt ytterligere underbygget av kildemateriale. (2.3 Tolking av laftekasser 212K, 274K og tømmerkonstruksjon 292K, s. 9)

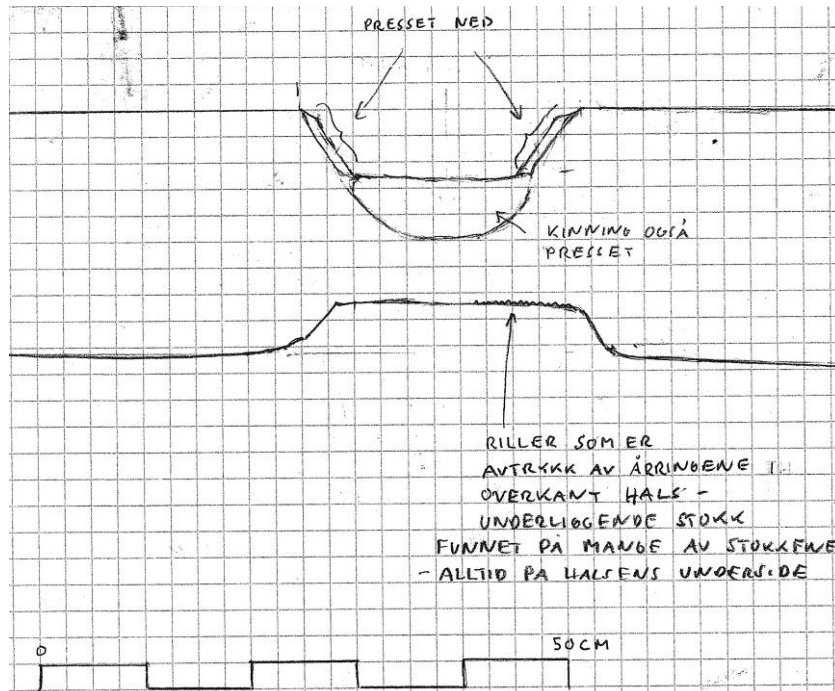


Fig. 27.4 Trykkdeformasjoner stokk 270K (Stornes 2011)

4.10 Pelemark og bark

Vi la merke til at pelemarken hadde satt sine spor på stokker som manglet bark (fig 28 og fig 29). Kanskje barken kan ha blitt sett på som gunstig med tanke på å beskytte konstruksjonen fra angrep av pelemark. Konstruksjonen var nemlig svært lite angrepet. Om dette har med barken, brakkvann eller rask nedmudring å gjøre er det for tidlig å si noe om.

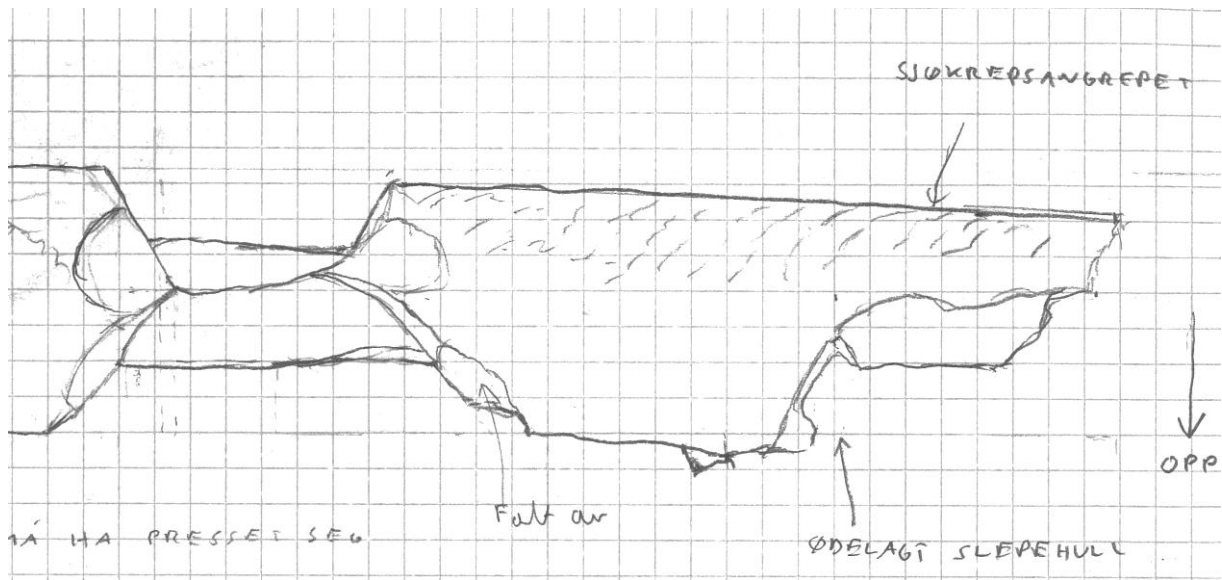


Fig. 28.4 Kraftig angrepet og dårlig bevart område av novende som ikke har vært beskyttet av bark. Stokk 245K (Stornes 2011)

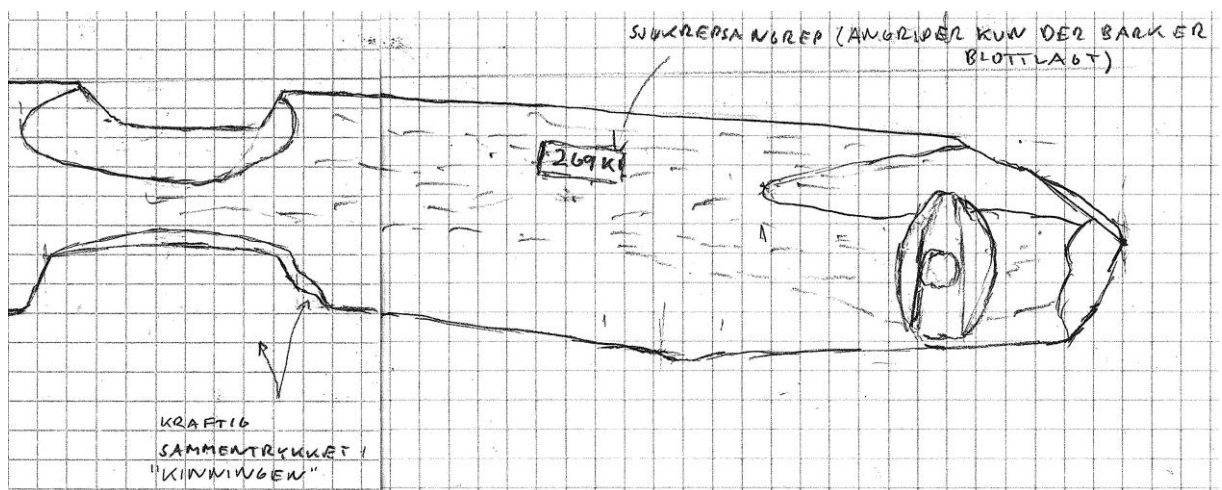


Fig. 29.4 Sjøkrepsangrep. Stokk 245K (Stornes 2011)

4.11 Tømmerdimensjoner

Da byggevirksomheten tok seg opp igjen utover på 1500-tallet hadde skogene rukket å vokse seg unormalt store, med unormalt tette bestander og med unormalt stort tømmer.

Etter at denne bestanden ble desimert og “normale” skogbestander vokste opp, sank tømmerdimensjonene på det avvirkete tømmeret raskt, noe tegningen under er et godt eksempel på (fig 30).

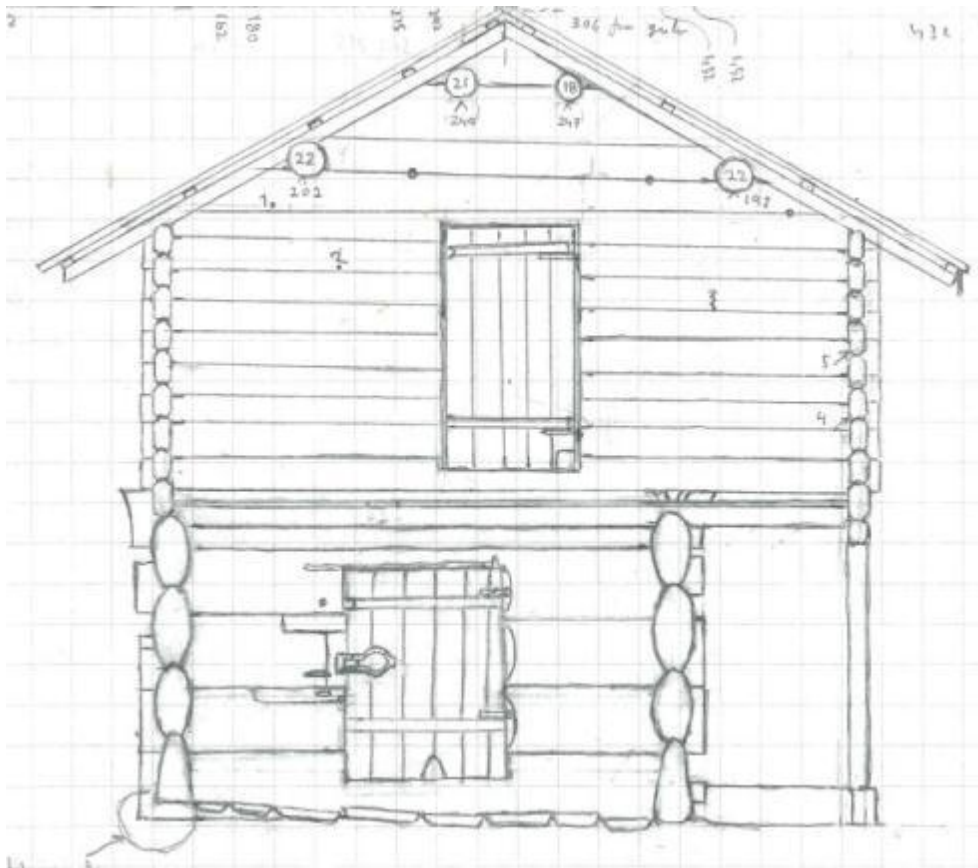


Fig. 30.4 Bur på Nordigard Sitje i Fyresdal. Veggstokkene i første etasje er tilvirket av tømmer som ble felt vinterhalvåret 1600-1601. Veggstokkene i andre etasje er tilvirket av tømmer som ble felt våren 1881. (Stornes 1998)

4.12 Novdetaljer fra søndre bolverkskar (212)

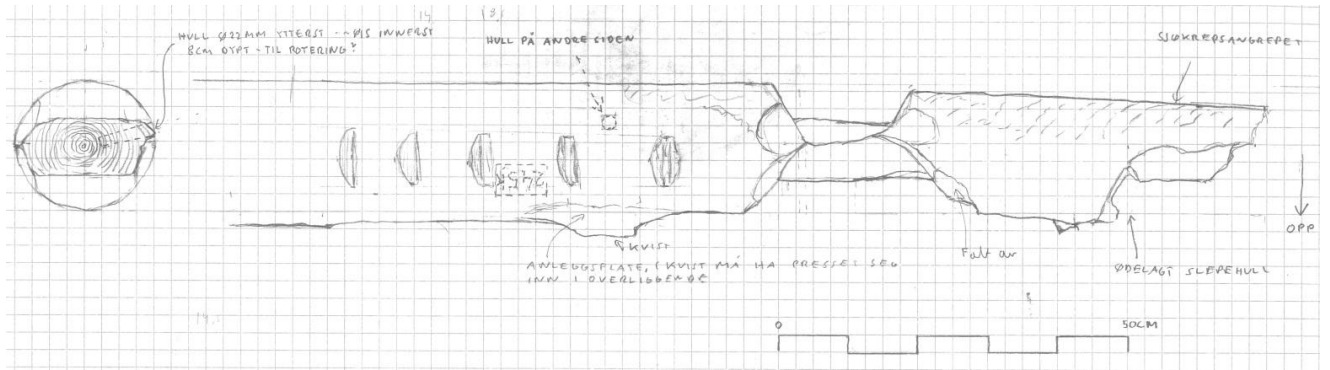


Fig. 31.4 Stokk K245 (Stornes 2011)

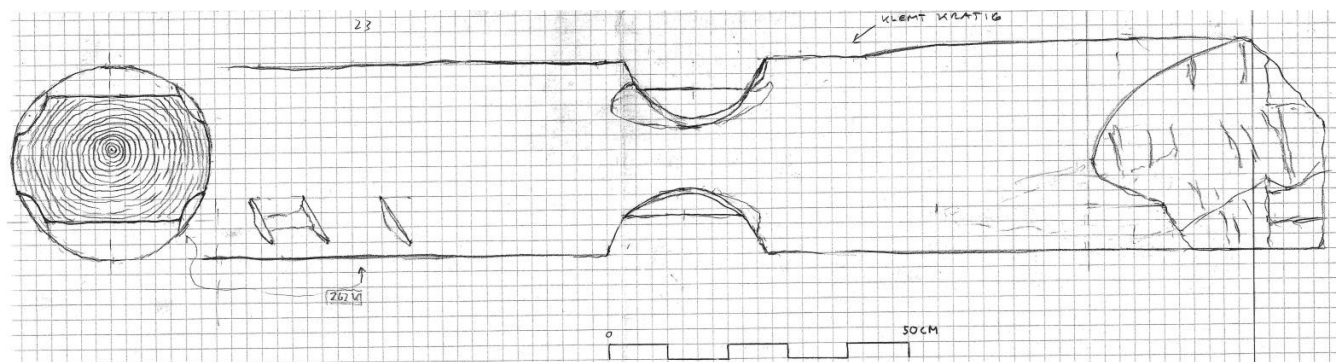


Fig. 32.4 Stokk K262 (Stornes 2011)

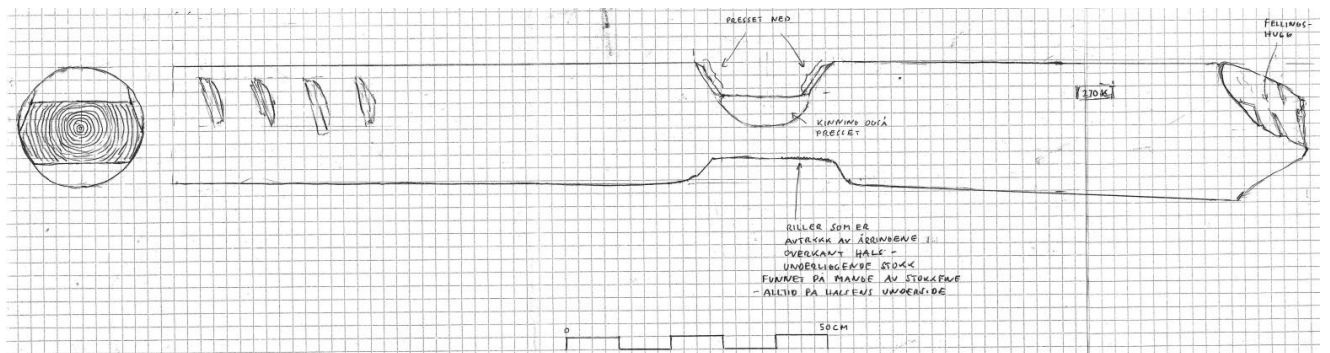


Fig. 33.4 Stokk K270 (Stornes 2011)

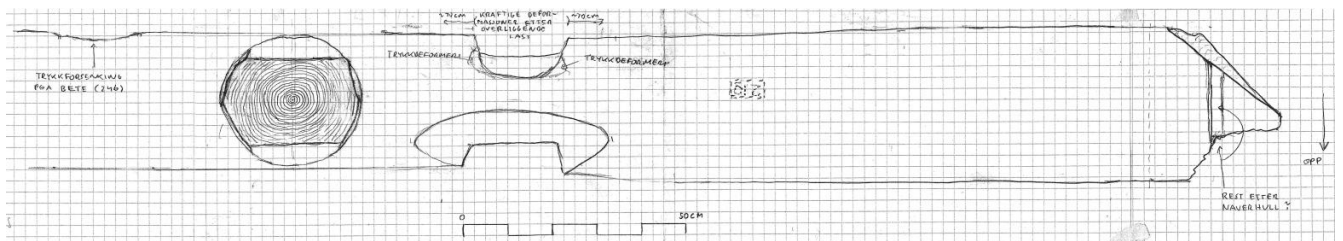


Fig. 34.4 Stokk K210 (Stornes 2011)

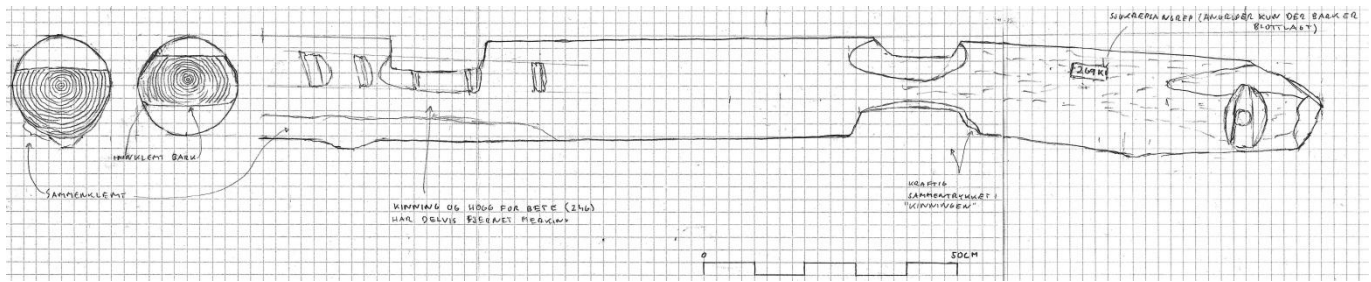


Fig. 35.4 Stokk K269 (Stornes 2011)

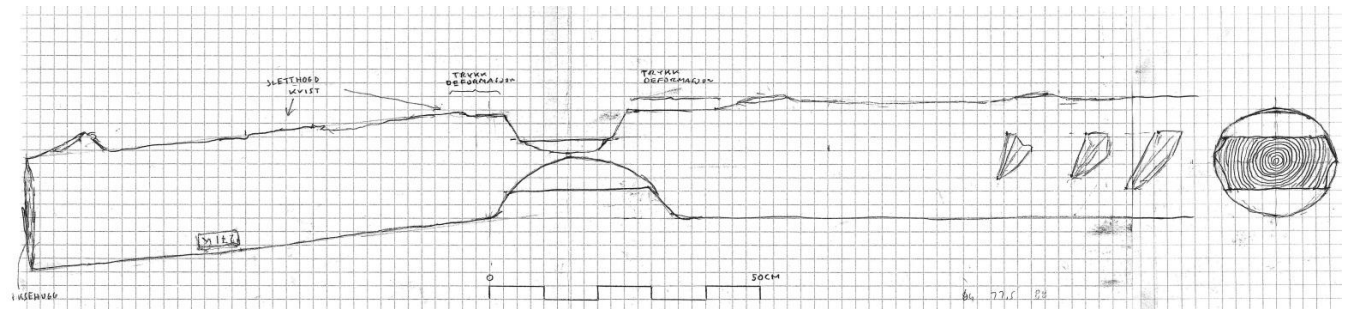


Fig. 36.4 Stokk K271 (Stornes 2011)

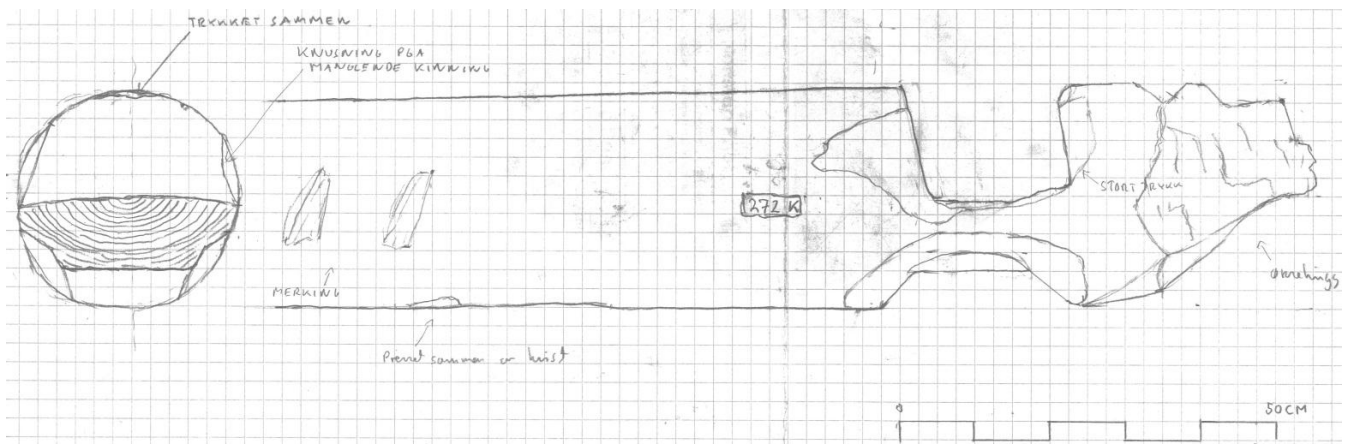


Fig. 37.4 Stokk K272 (Stornes 2011)

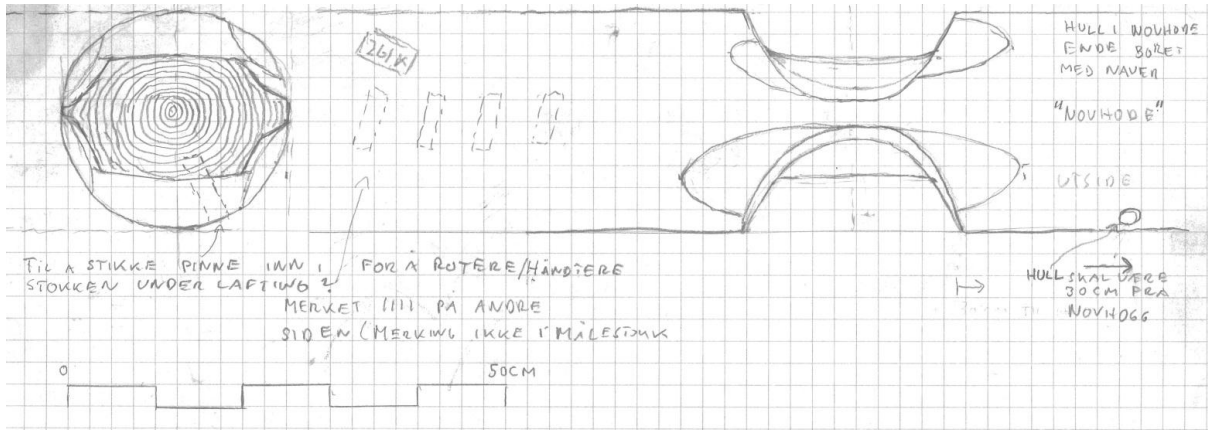


Fig. 38.4 Stokk K261 (Stornes 2011)

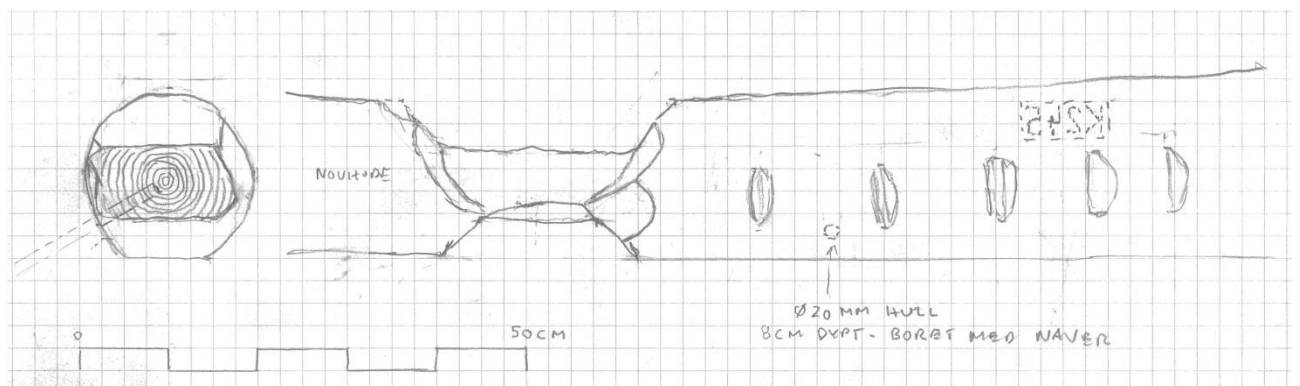


Fig. 39.4 Stokk K245 (Stornes 2011)

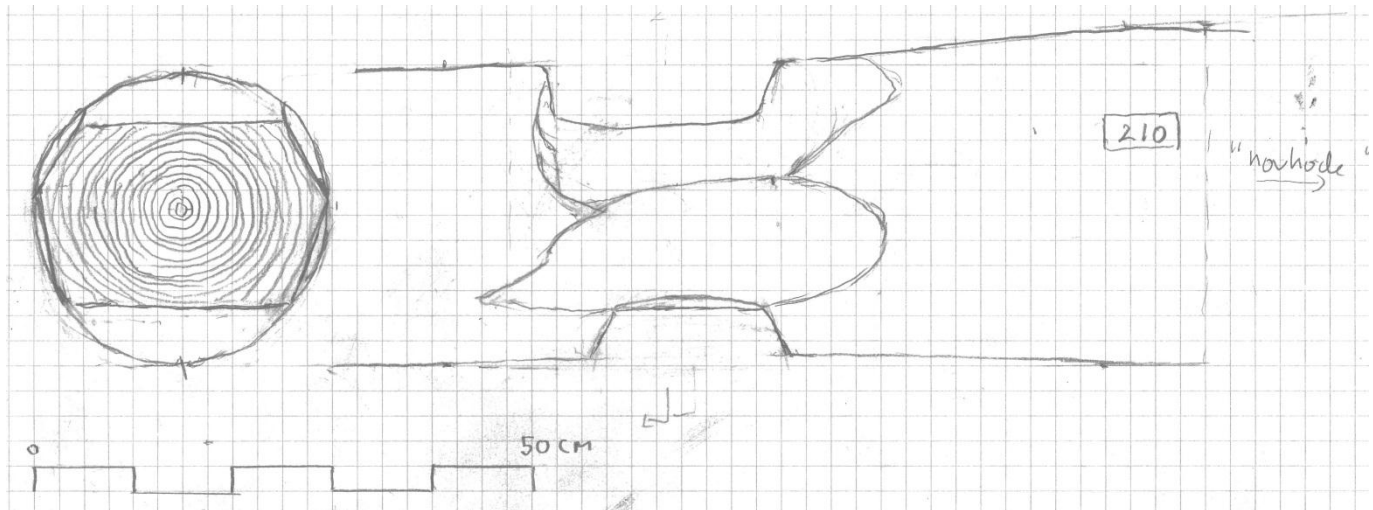


Fig. 40.4 Stokk K210 (Stornes 2011)

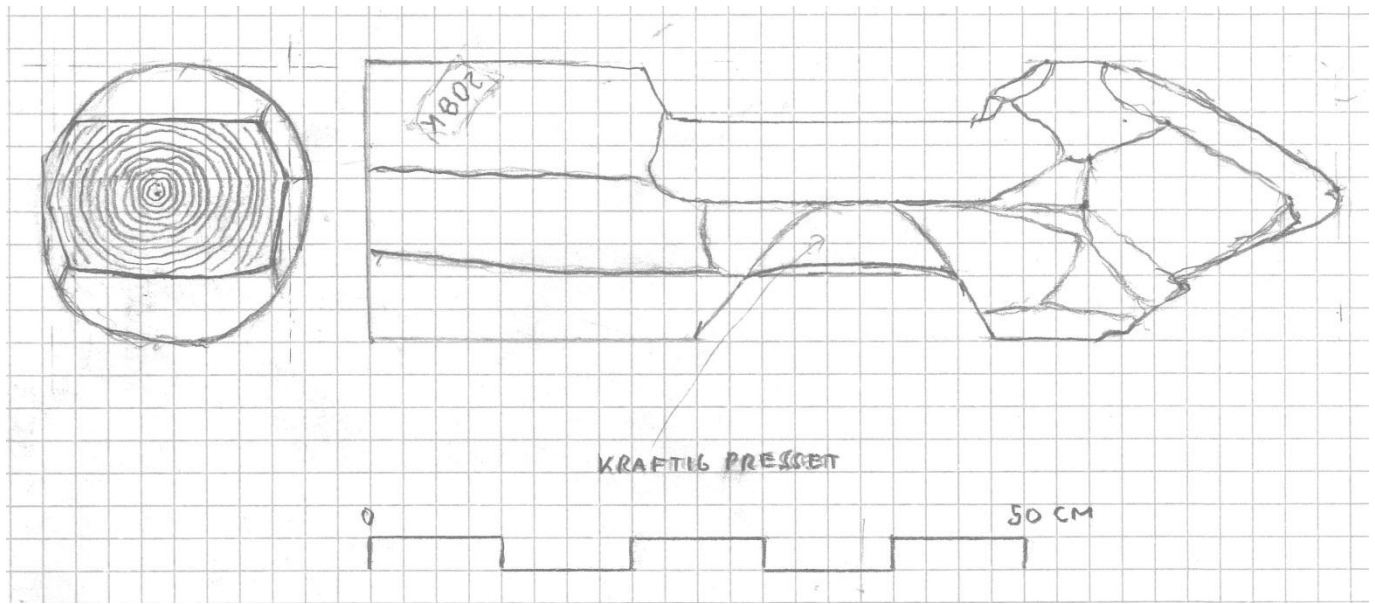


Fig. 41.4 Stokk K208 (Stornes 2011)

4.13 Perspektivskisse av de avkappede hjørnene i søndre og nordre bolverskar

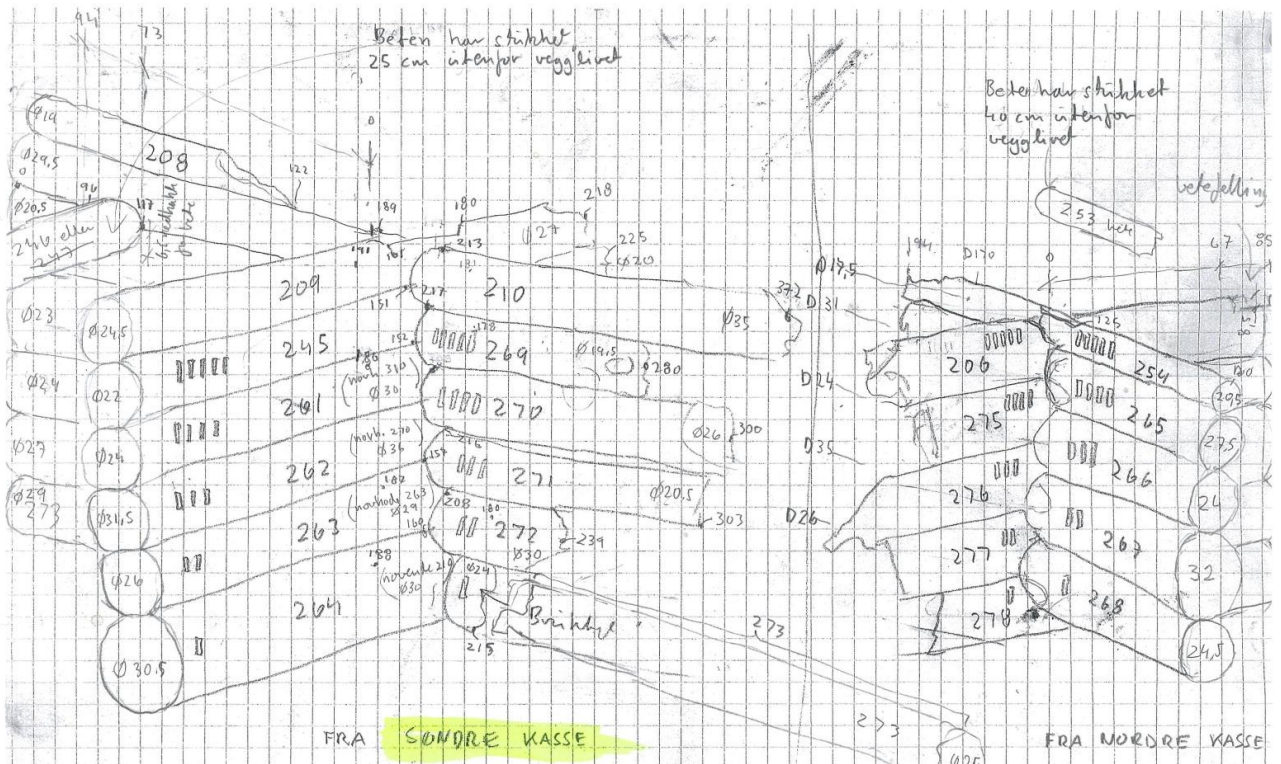


Fig. 42.4 NV avsagete hjørne-Laftekasse 212 - søndre kasse og SV avsagete hjørne - laftekasse 274 -nordre kasse (Stornes 2011)

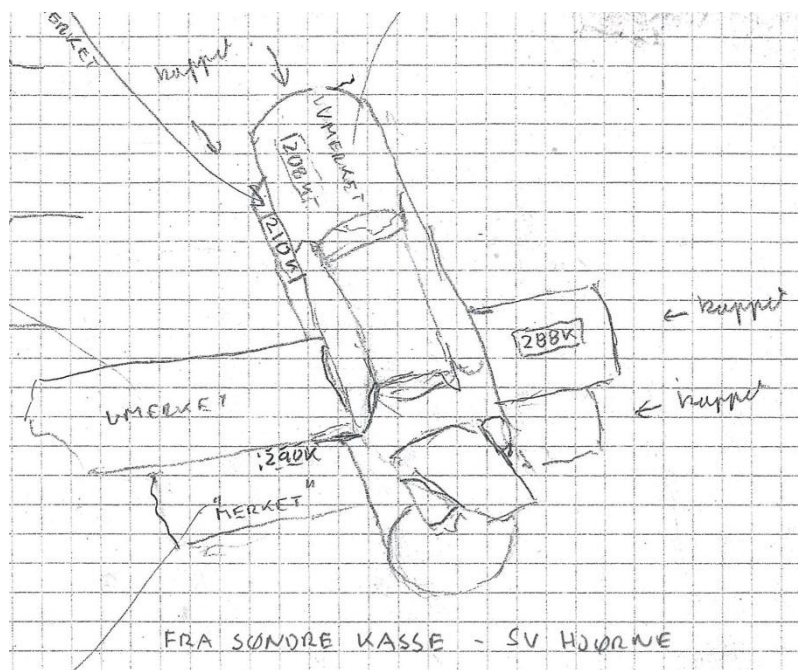


Fig. 43.4 SV avsagete hjørne - Laftekasse 212-søndre kasse

5 Laserskanning av laftekasser fra Dronning Eufemiasgate, Oslo- skanneteknisk gjennomgang ved Lars Gustavsen

5.1 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.

6 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 sagt av for demontering og videre dokumentasjon i detalj. Hjørnene ble deretter skannet påny, både før og etter demontering.

7 Laserskanning

7.1 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

7.2 Metode

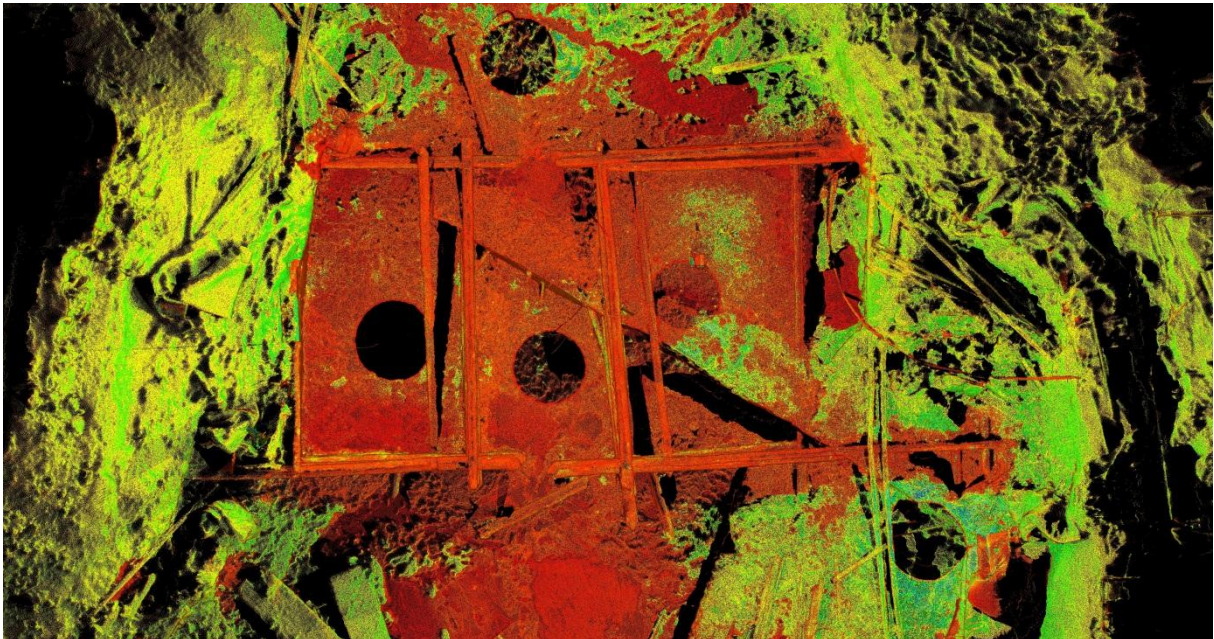
Første ledd i dokumentasjonsprosessen var å rense fram tømmeret så godt som mulig. Grovrensingen ble gjort med graveskje. Deretter ble tømmeret børstet rent og snø og is som hadde festet seg ble smeltet vekk. Erfaringsmessig har det vist seg at det er mye tid å hente ved å rense fram eller rydde grundig 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 rensert opp og børstet rent. Dette for at referansepunkter skulle kunne festes til tømmeret og for å unngå uønsket data i datasettene.

8 Resultater

8.1 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.

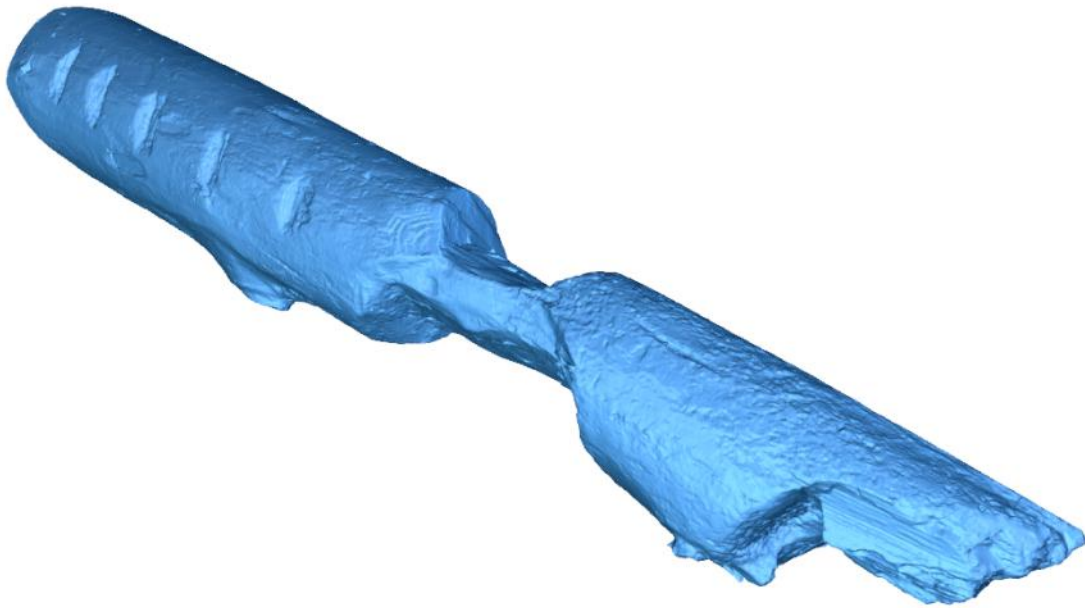
8.2 Genererte flater

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.

9 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 4 - Datasett fra håndholdt laserskanner i form av en digital flate.

10 Generelt om laserskanning

10.1 Bruk av laserskanning innen kulturminnevernet

10.1.1 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.

10.1.2 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.

10.1.3 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.

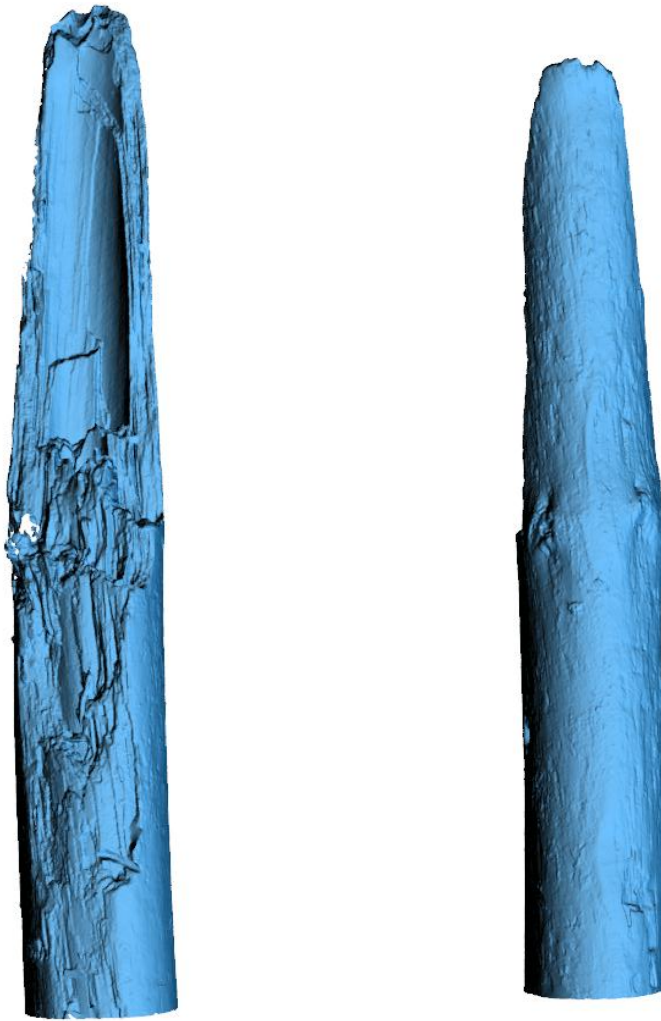
10.2 Eksempler på andre bruksområder

- **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

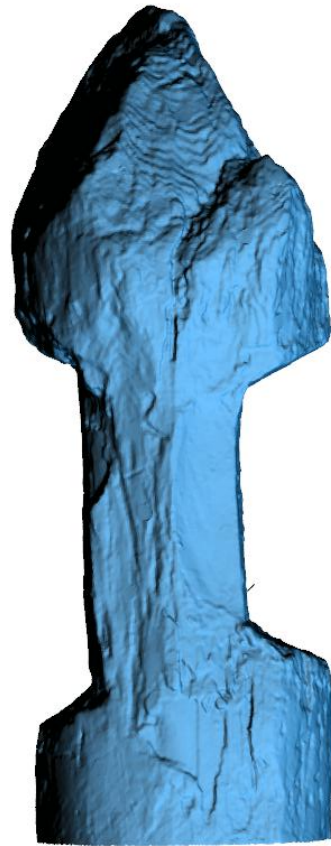
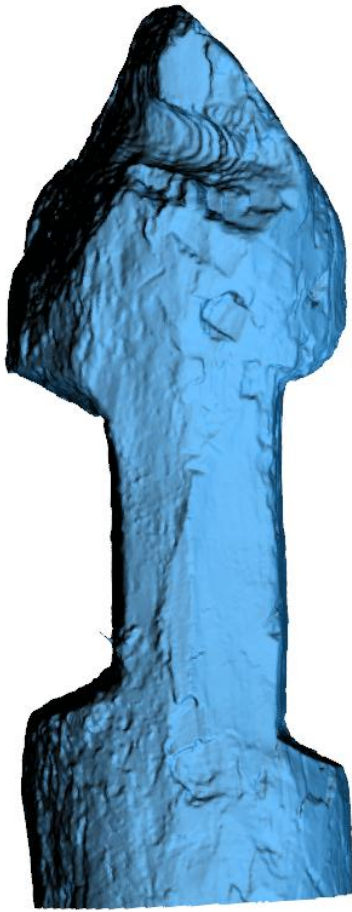
10.3 Skanning hos NIKU

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.

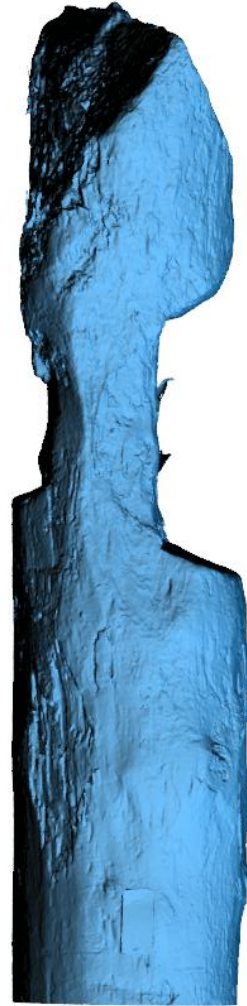
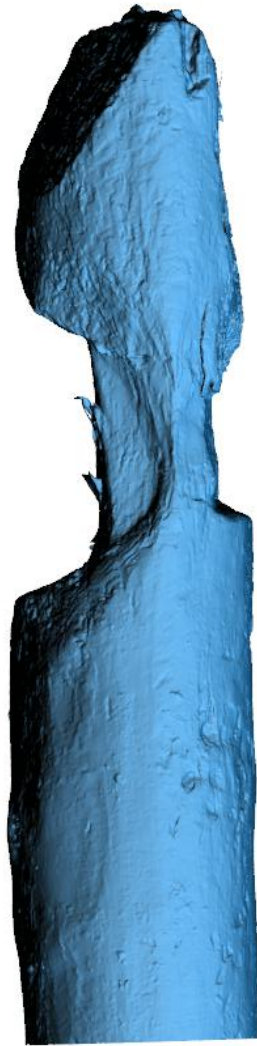
11 Laserskannet tømmer fra laftekasser



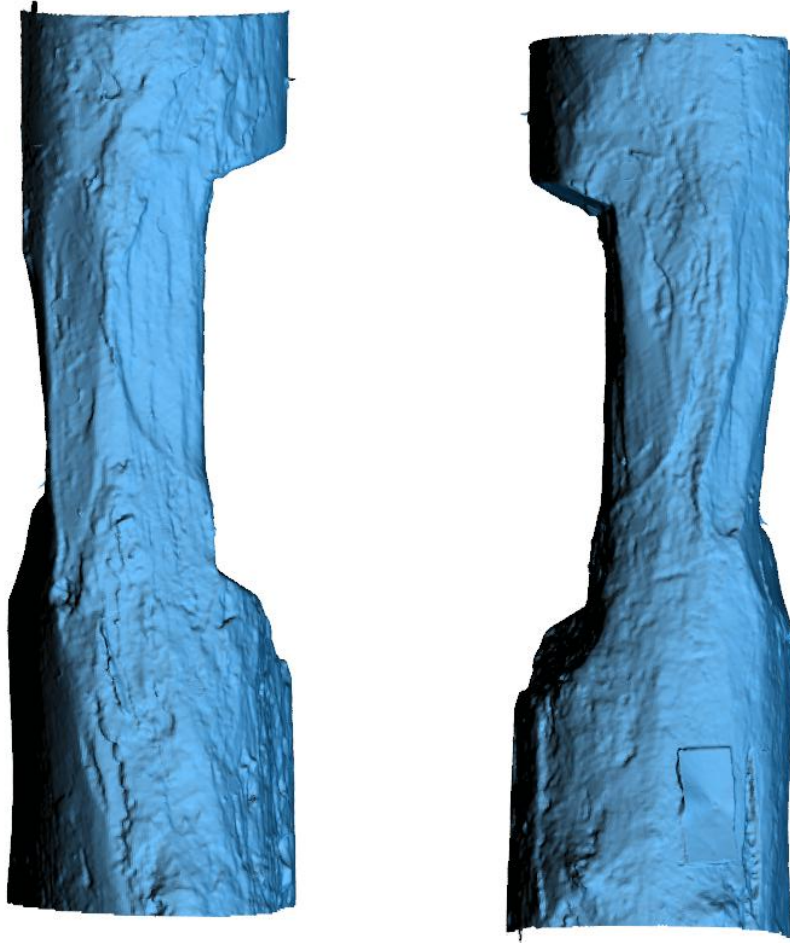
206



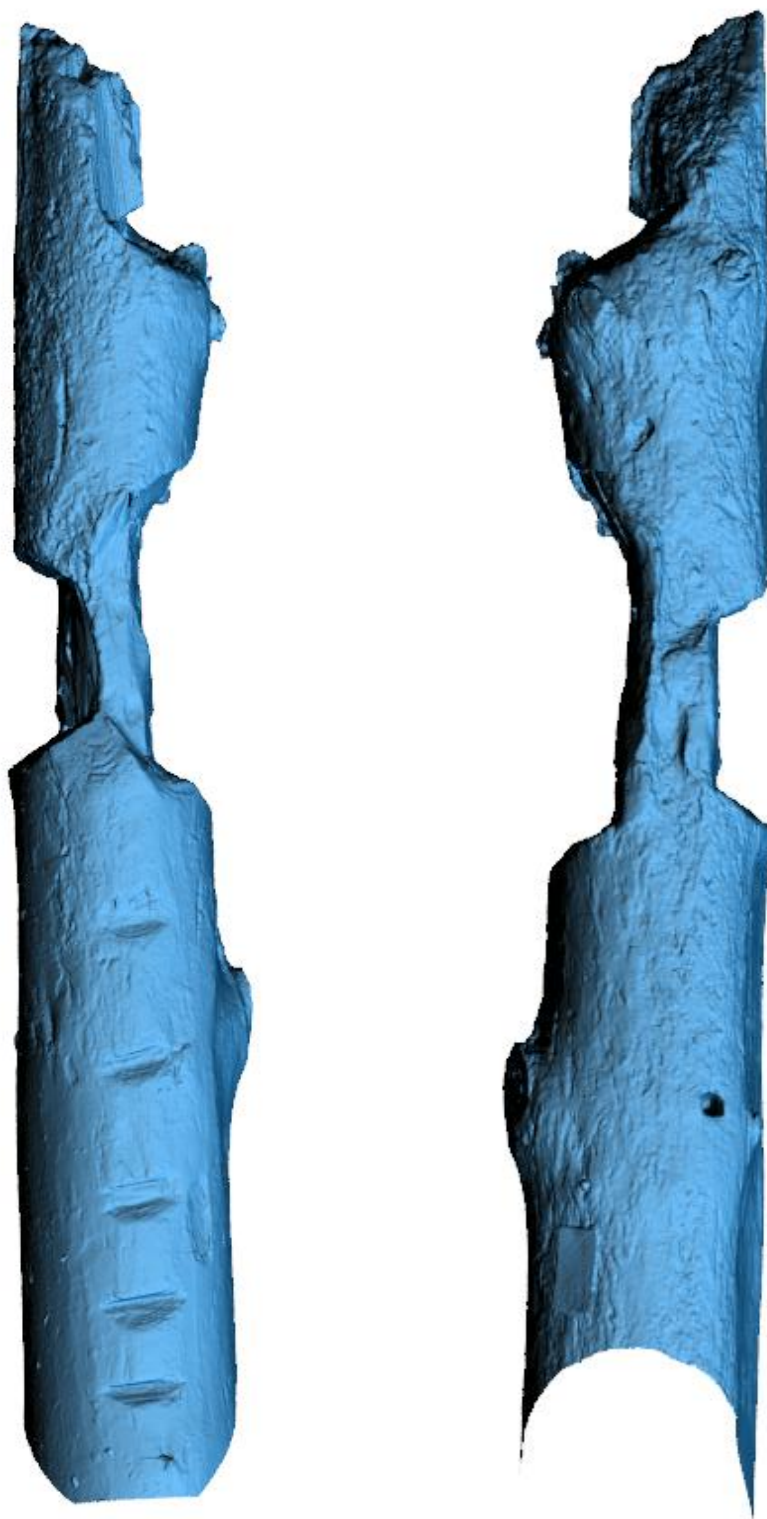
208



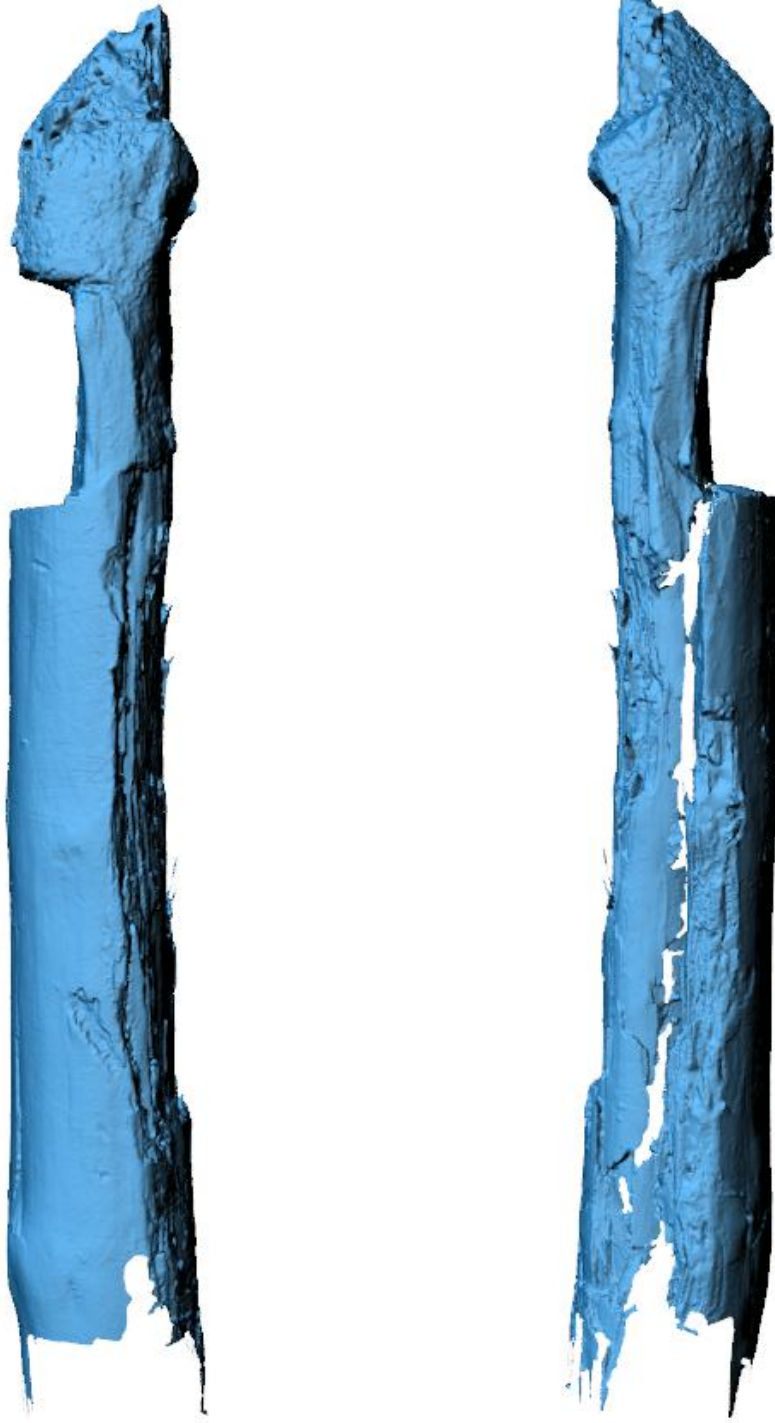
209



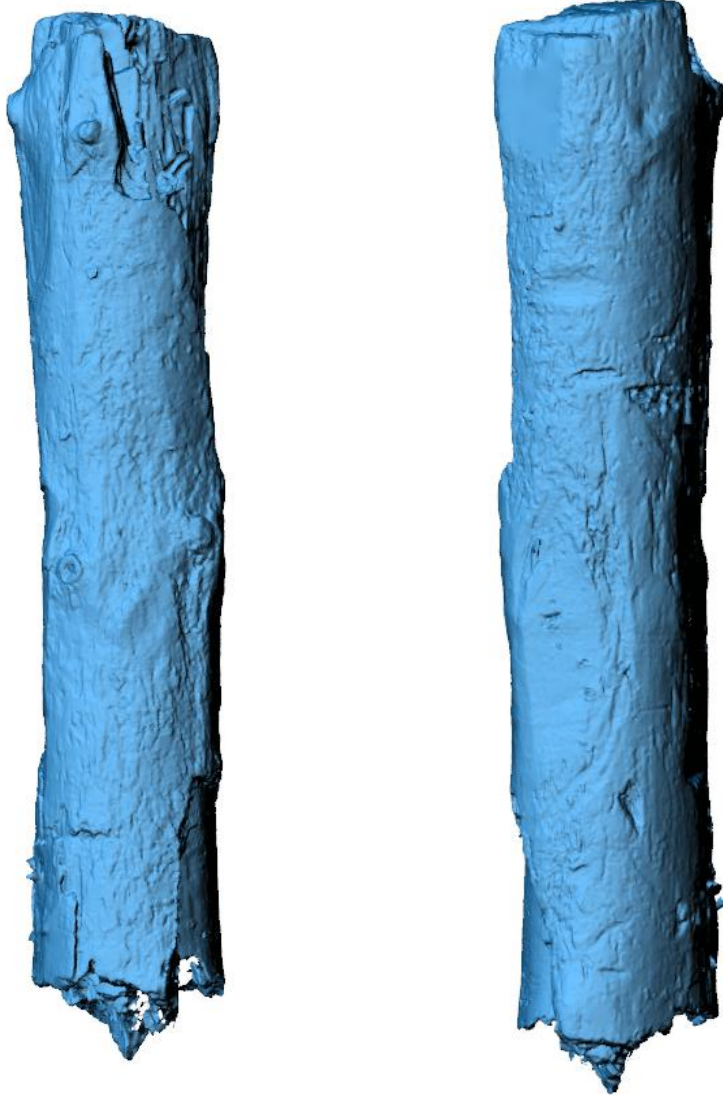
210



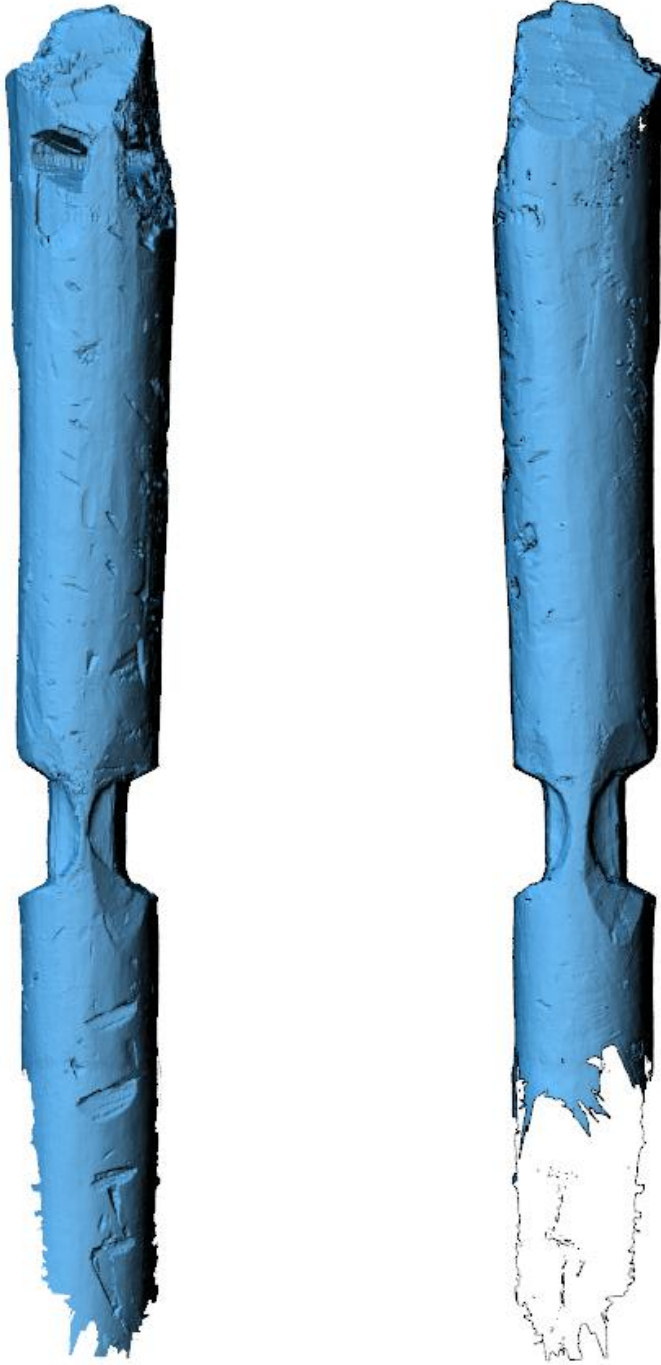
245



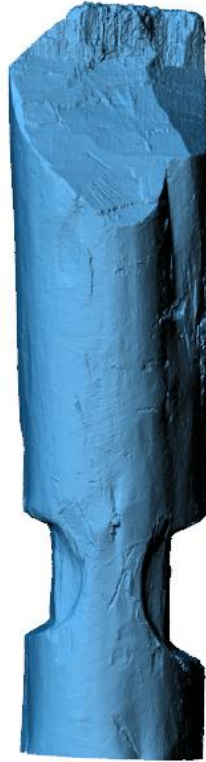
246



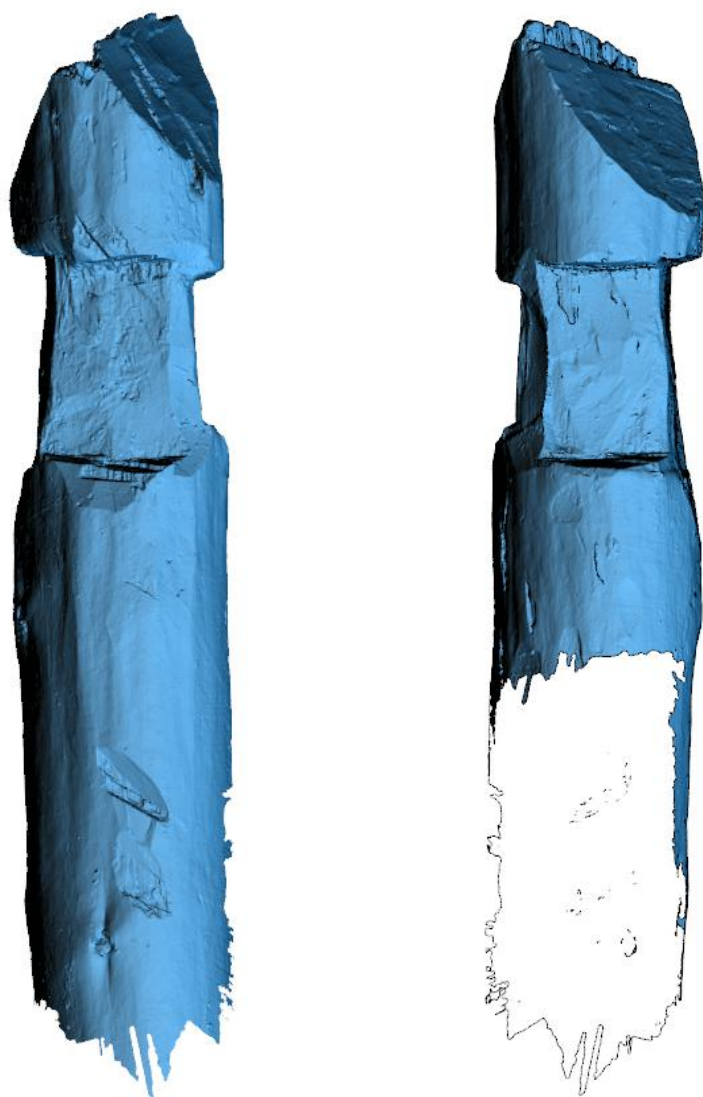
253



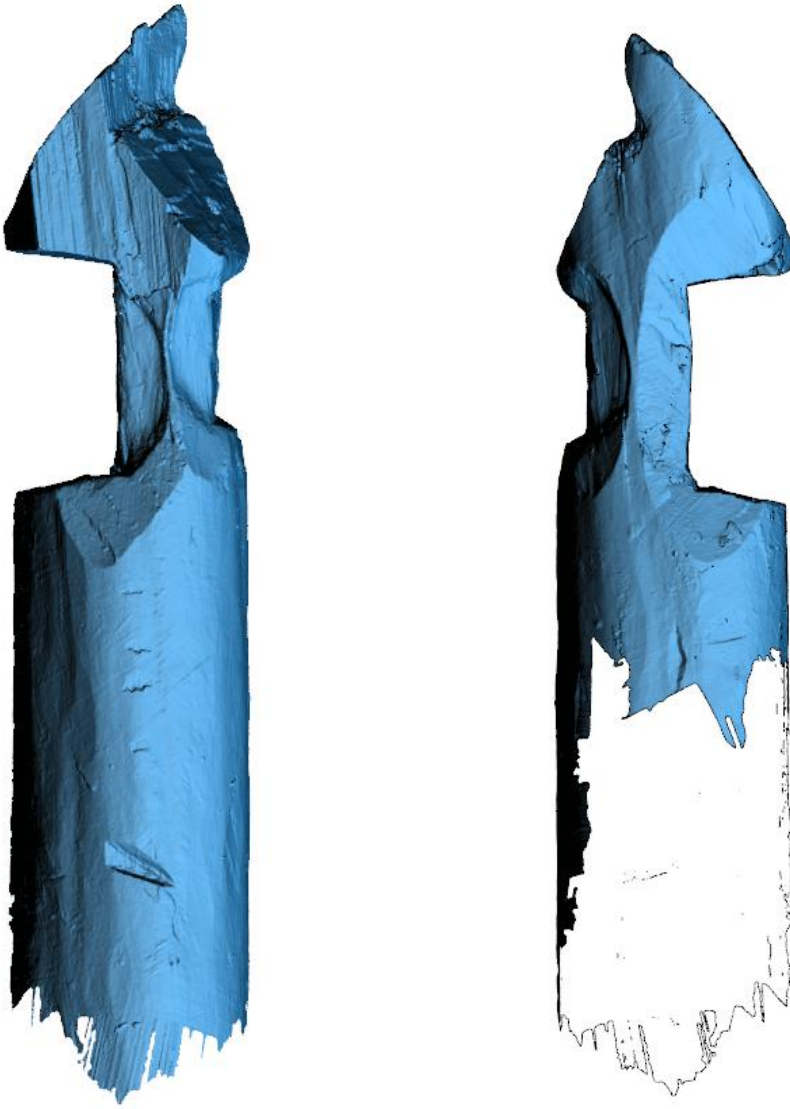
261



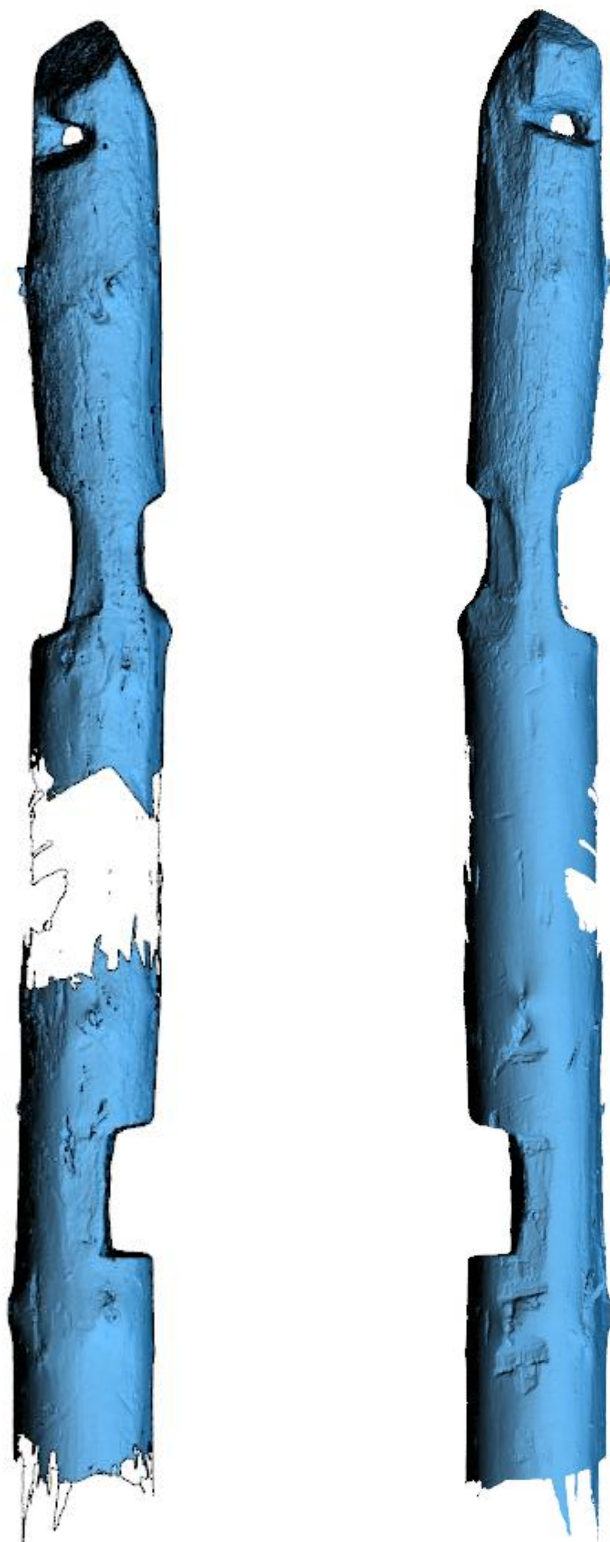
262



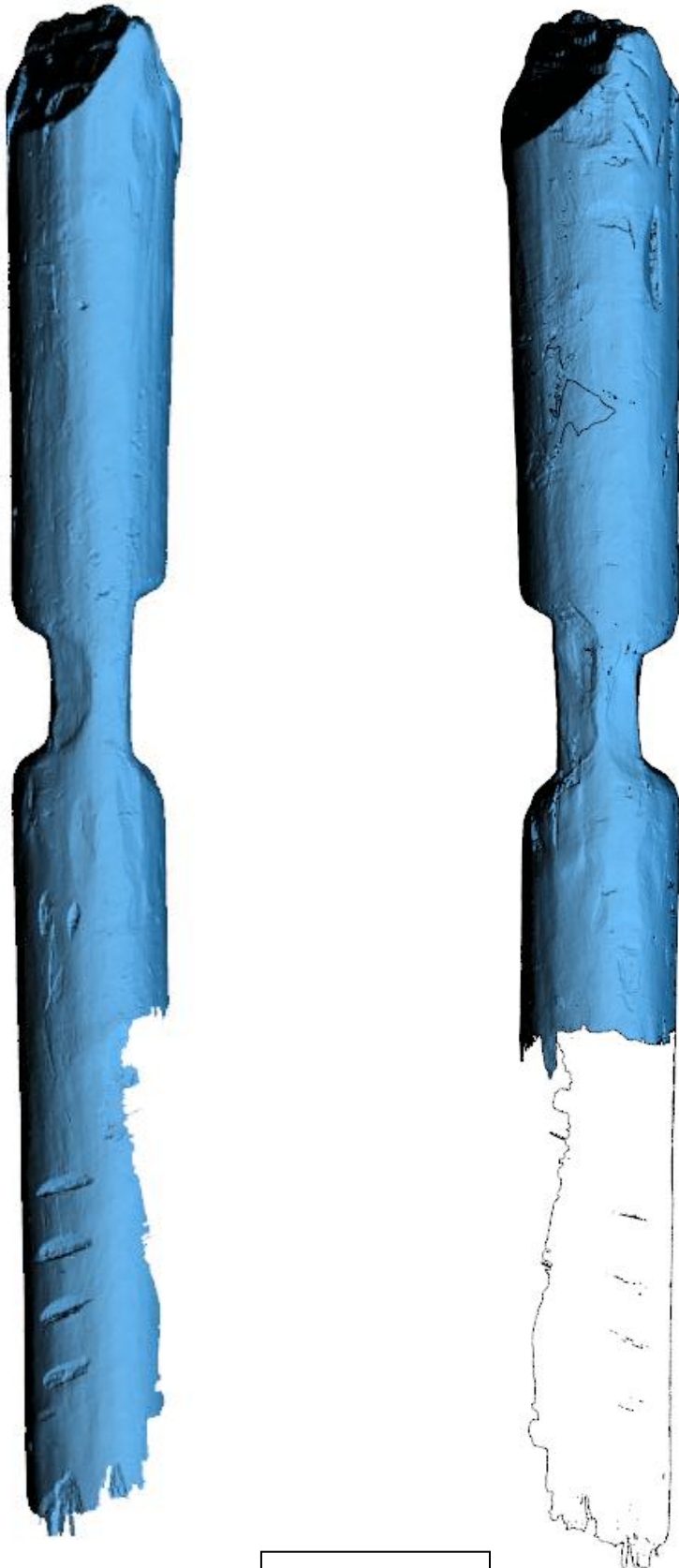
263



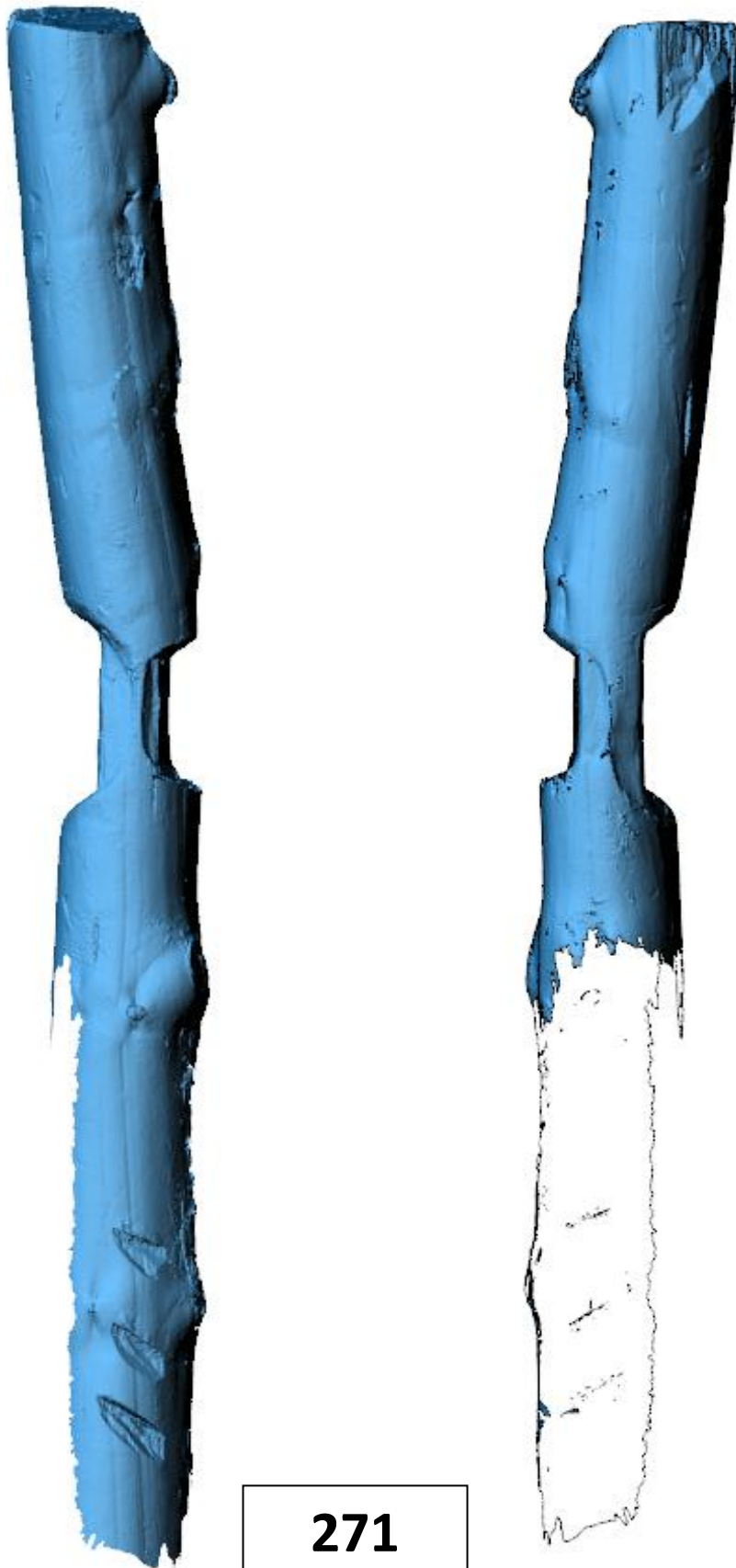
264



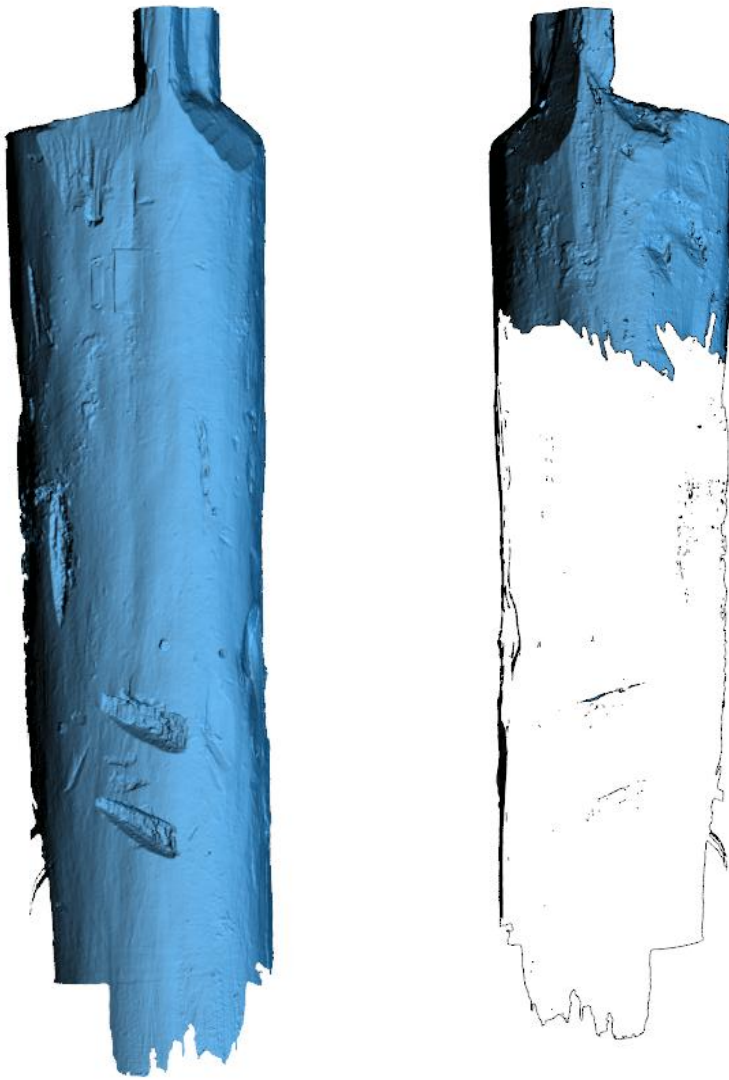
269



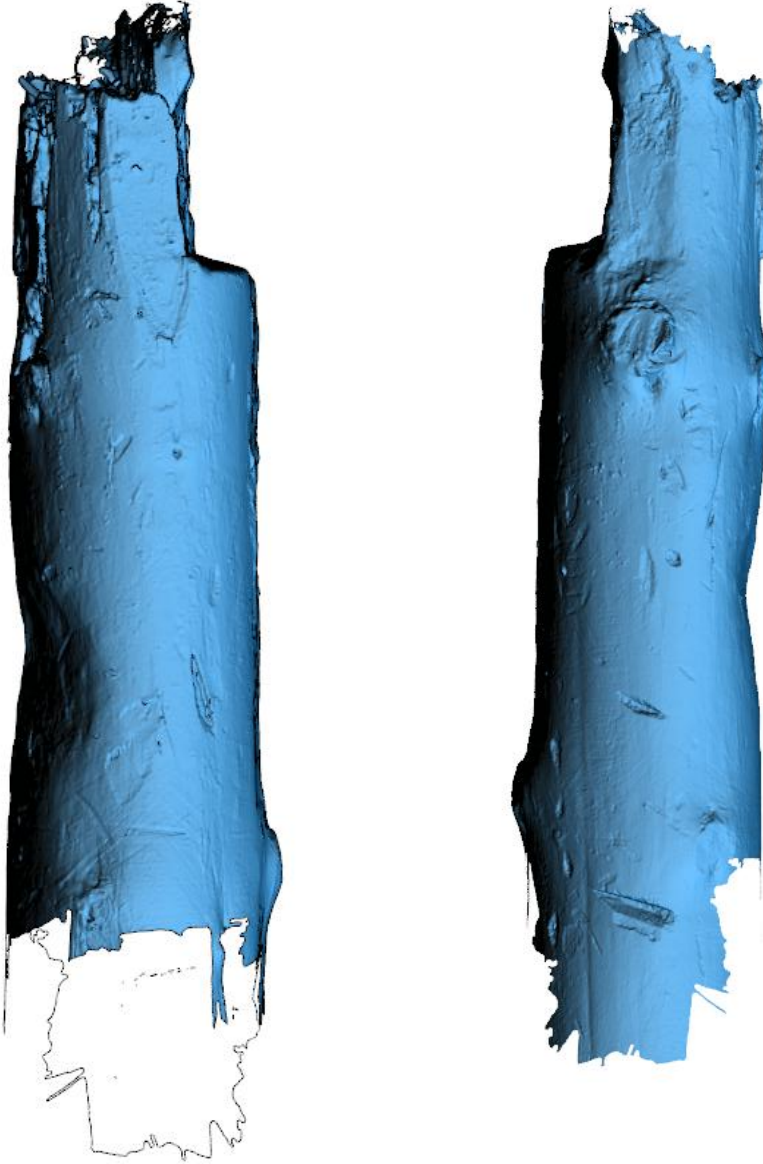
270



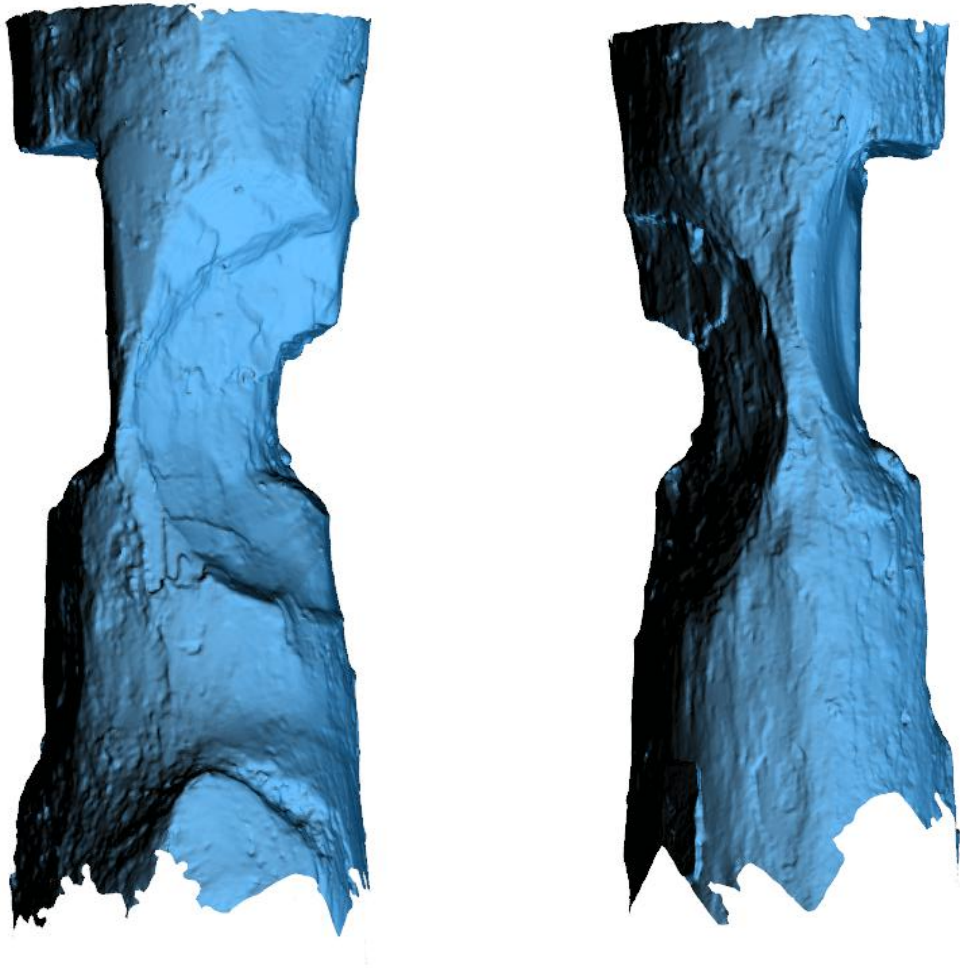
271



272



273



288

12 Kilder

Berg, A. 1989. Norske tømmerhus frå mellomalderen bd. I.

Berg, A. 1989. Norske tømmerhus frå mellomalderen bd. II.

Fischer, G. 1950. Oslo under Eikaberg. Oslo.

Heiberg, Hans H. 1987. Skogbruket på Amblegård. Årbok for Sogn, 1987

Molaug, P.B. 2002. Oslo havn i middelalderen. NIKU 122. NIKU strategisk instituttprogram 1996-2001. Norske middelalderbyer. Norsk institutt for kulturminneforskning.

Petrini, S. 1928. Skogens avverking och utdriving. Sveriges skogar och huru vi Utnyttja dem. A. Wahlgren & G. Schotte (eds.). Stockholm: Lars Hökerbergs förlag, s.790

Stornes, J.M. & Bartholin, T. 2011. Stua på Finstadhugen. NIKU Oppdragsrapport 110/2011

Thun, T. & Stornes, J.M. 2007. Dendrokronologisk datering av Raulandsstua. Fortidsminneforeningens årbok, 2007. Årbok. 165-169.

Internettkilder

(Store Norske leksikon) (<http://snl.no/aln>).

(<http://www.torkeklubben.no/>).