



Skaftövraket

Arkeologisk efterundersökning av en medeltida
fartygslämning i Skaftö socken, Lysekils kommun

Staffan von Arbin

Bohusläns museum Rapport 2010:16

Skaftövraket

Arkeologisk efterundersökning av en medeltida fartygslämning i
Skaftö socken, Lysekils kommun

Bohusläns museum Rapport 2010:16

ISSN 1650-3368

Författare Staffan von Arbin

Layout och teknisk redigering Björn Granat

Grafisk form Gabriella Kalmar

Omslagsbild Framsida: Waldemar Ossowski i arbete med ejektorsugen. Baksida: Koncentration med koppartackor. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.

Tryck IT Grafiska AB, Uddevalla 2010

Kartor ur allmänt kartmaterial, © Lantmäteriverket medgivande 90.8012

Kartor godkända från sekretessynpunkt för spridning Lantmäteriet 2009-08-27. Dnr 601-2009/2277

Bohusläns museum

Museigatan 1

Box 403

451 19 Uddevalla

tel 0522-65 65 00, fax 0522-126 73

www.vastarvet.se, www.bohuslansmuseum.se

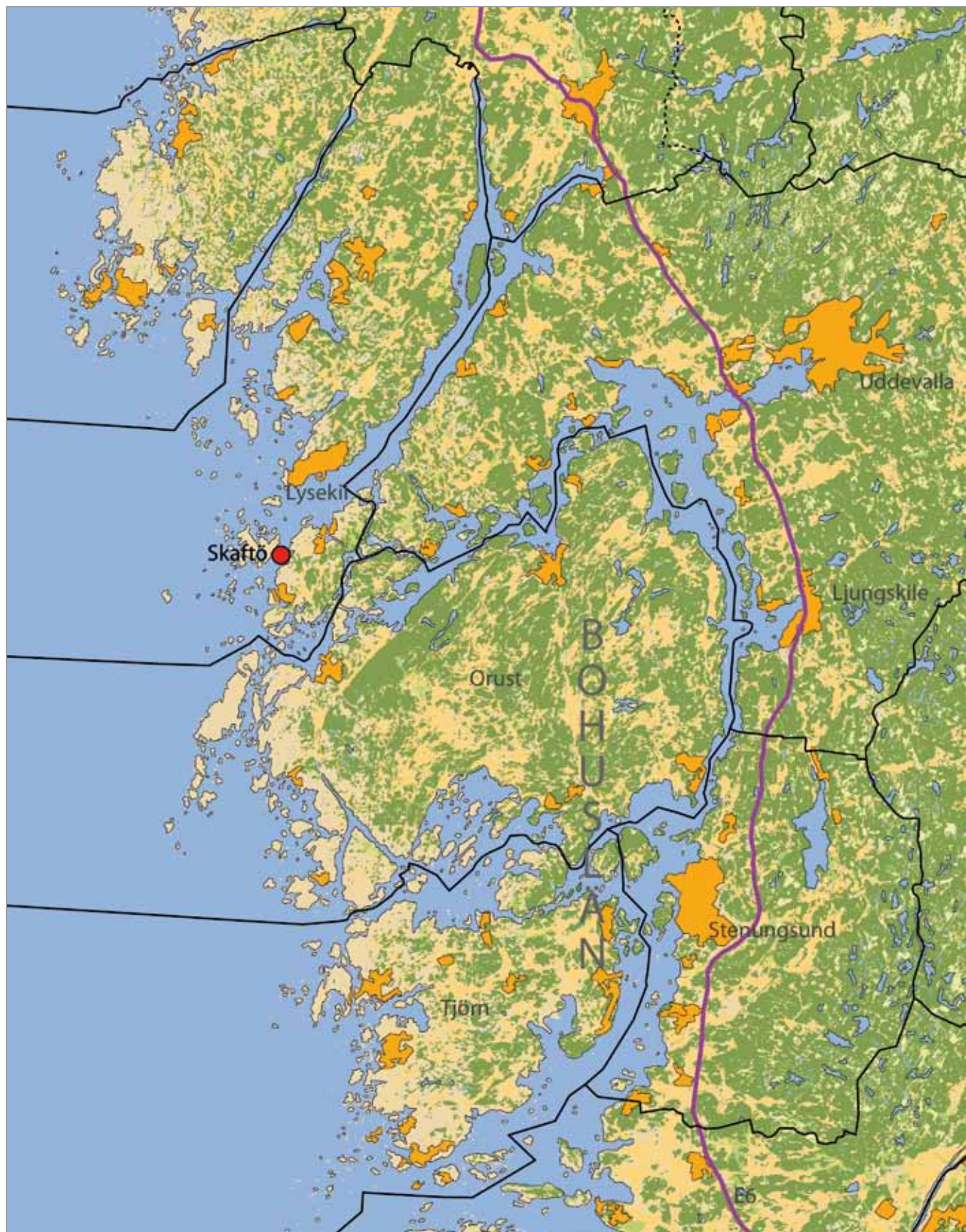
Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning.....	7
Inledning.....	7
Landskapsbild.....	9
Naturlandskap och kulturlandskap.....	9
Fornlämningsmiljö.....	9
Historiskt källmaterial.....	11
Syfte.....	12
Metod och genomförande.....	12
Arkeologiska resultat.....	13
Fornlämningen – allmänt.....	13
Skeppskonstruktionen.....	14
Lasten.....	14
Provgrävning.....	16
<i>Provgrop 1</i>	16
<i>Provgrop 2</i>	17
<i>Provgrop 3</i>	17
Fyndmaterialet.....	17
<i>Keramik</i>	18
<i>Tegel</i>	18
<i>Sten</i>	19
<i>Trä</i>	19
<i>Ben</i>	19
<i>Övrigt organiskt material</i>	19
Analyser.....	19
<i>Materialanalyser</i>	19
<i>Vedartsbestämning och dendrokronologisk analys</i>	20
<i>Artbestämning av bormusslor</i>	21
<i>Umax</i>	21
Slutsatser.....	21
Fornlämningen och dess innehåll.....	21
Bevarandeförutsättningar och hotbilder.....	22
Fornlämningens kunskapspotential och vetenskapliga värde.....	24

Åtgärdsalternativ	25
a) Nollalternativ	25
b) Fridlysning	25
c) Skyddsbergning	25
d) Bevarande <i>in situ</i>	26
e) Arkeologisk undersökning	26
Rekommendation	27
Åtgärdsförslag	27
Uppföljning – övervakning	27
Referenser	28
Litteratur	28
Otryckta källor	30
Muntlig uppgift	30
Tekniska och administrativa uppgifter	31
Bilagor	32

Förord

Bohusläns museum vill tacka följande personer och institutioner som varit delaktiga i eller på olika sätt bidragit till undersökningen av Skaftövraket: Waldemar Ossowski, Polens statliga sjöfartsmuseum; Sara Wranne, Studio Västsvensk Konservering; Christin Appelqvist, Tjärnö marinbiologiska laboratorium; Joakim Severinsson, Marinarkeologiska sällskapet, Göteborgskretsen, Torbjörn Brorsson, Kontoret för keramiska studier samt Håkan Berntsson, HB Fastighetsservice. Ett särskilt tack går till familjen Wranne som frikostigt upplät sin sommarbostad i Fiskebäckskil åt projektet under den septembervecka som undersökningen pågick. Sist men inte minst tackas Joel Sörensson, som sommaren 2003 förmodligen gjorde sitt livs fynd i vattnen utanför Skaftö, och som så föredömligt rapporterade in detta till Bohusläns museum!



Figur 1. Utsnitt ur GSD-Röda kartan/Fastighetskartan med platsen för undersökningen markerad.

Sammanfattning

I september 2005 utfördes under ledning av Bohusläns museum en arkeologisk efterundersökning av en nyupptäckt fartygslämning väster om Skaftö, Lysekils kommun. Undersökningen utfördes på uppdrag av Länsstyrelsen Västra Götaland. Lämningen, som påträffades sommaren 2003, var sedan tidigare daterad med hjälp av dendrokronologi till perioden 1437–1439. Syftet med undersökningen var att få svar på frågor kring fornlämningens innehåll, karaktär, utbredning och bevarandestatus. Resultatet är tänkt att utgöra ett underlag för länsstyrelsens vidare ställningstaganden rörande fornlämningen och visa på huruvida det föreligger behov av särskilda skydds- eller vårdåtgärder.

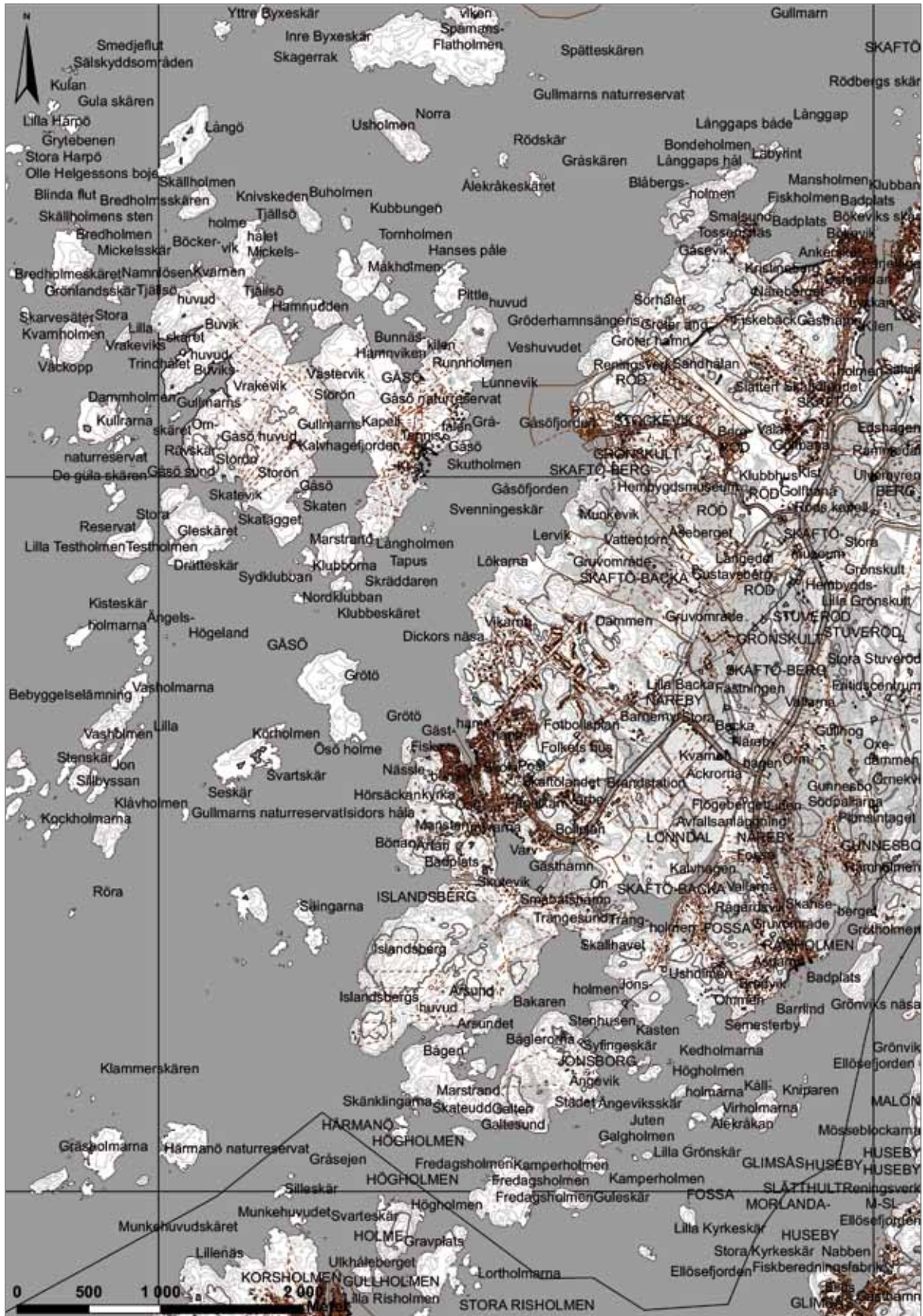
Undersökningen visar att en betydande del av fartyget och dess last är bevarad, varför fornlämningen kan tillskrivas ett mycket högt vetenskapligt och pedagogiskt värde. Föreliggande rapport redovisar dokumentation och analysresultat från undersökningen. I rapporten görs även ett försök att identifiera aktuella hotbilder. Med utgångspunkt från dessa kan det slås fast att Skaftövrakets långsiktiga bevarande är hotat om inte åtgärder vidtas för att eliminera hotbilderna och bromsa det pågående nedbrytningsförloppet. Avslutningsvis lämnas förslag till vidare åtgärder med syfte att säkerställa ett fortsatt bevarande av fornlämningen.

Inledning

I juli 2003 påträffade Joel Sörensson från Uddevalla en tidigare okänd fartygslämning väster om Skaftö i Lysekils kommun (figur 1). En besiktning som utfördes av Bohusläns museum i slutet av augusti samma år visade att fartyget varit klinkbyggt, åtminstone i synliga delar, och att lasten som till stora delar ligger exponerad bland annat består av trätunnor med varierande innehåll samt koppar i form av runda och ovala tackor.

Fartygslämningens konstruktionssätt och lastens sammansättning talade för en medeltida datering, något som senare också kunde bekräftas genom en dendrokronologisk analys av träprover som med länsstyrelsens tillstånd samlats in från fornlämningen. Analysen, som utfördes av Nationella laboratoriet för vedanatomi och dendrokronologi, Kvartärgeologiska avdelningen vid Lunds universitet, omfattade sammanlagt fyra prover från bord och vägare. Resultatet visade att virket kommer från träd som fällt inom perioden 1437–1439 och som sannolikt vuxit i nuvarande Polen (Linderson 2004; se bilaga 1).

Den nyupptäckta fornlämningen bedömdes av länsstyrelsen ha ett så pass stort vetenskapligt och antikvariskt intresse att medel till en arkeologisk efterundersökning avdelades (Lst dnr 431-45317-2005). Undersökningen kom att utformas som ett samarbetsprojekt mellan Bohusläns museum, Polens statliga sjöfartsmuseum och Studio



Figur 2. Utsnitt ur GSD-Fastighetskartan visande Gåsöfjorden samt i texten förekommande orter. Fartyglämnings-
 lägenhet har medvetet utelämnats på kartan. Skala 1:20 000. Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriet
 2009-08-27. Dnr 601-2009/2277.

Västsvensk Konservering (SVK), men med Bohusläns museum som ansvarig institution. Staffan von Arbin var projekt- och rapportansvarig och fungerade också som arbetsledare i fält.

Länsstyrelsens bidrag täckte kostnader för konservering och analyser samt charter av dykfartyg, och de deltagande institutionerna finansierade således själva sin respektive medverkan i fältarbetet. För övriga omkostnader i samband med undersökningen svarade Bohusläns museum.

Landskapsbild

Natur- och kulturlandskap

Skaftö, eller Skaftölandet som ön också kallas, är belägen på södra sidan av Gullmarns mynning och ligger i förlängningen av det långsträckta Bokenäset. Skaftövraket är beläget på Skaftös västsida, inom det relativt skyddade farvatten som går under benämningen Gåsöfjorden (figur 2). Vattenområdet har en nordnordostlig–sydsydvästlig utsträckning och avgränsas i väster av Gåsö, Storön och Grötö med flera öar och skär och i öster av Skaftö. Närmaste samhällen är Stockevik, Grundsund och Fiskebäckskil/Östersidan. Viss bebyggelse finns även på Gåsö. Övrig bebyggelse förekommer sporadiskt inom området och utgörs huvudsakligen av sommarstugor.

Fornlämningsmiljö

Fornlämningsbilden i området (figur 3) domineras av tomtningar, vilka företrädesvis är lokaliserade till den norra delen av Storön och Gåsö samt Tornholmen, Ängholmen och Pittleholmen (t.ex. Skaftö 94, 97–100 samt 125–135). Andra lämningar med maritim anknytning är ett trankokeri/sillsalteri på Porsholmen, söder om Gåsö (Skaftö 137), samt flera omfattande komplex med båtlänningar, stenläggningar och kajskoningar utmed Grötös östra strand (Skaftö 146, 147 och 148). Det är oklart vad de senare representerar och hur gamla de är. I FMIS kategoriseras de som fiskelägeslämningar, men några associerade bebyggelsepåsar har anmärkningsvärt nog inte påträffats.

Till det aktuella skärgårdsavsnittet kan även knytas ett stort antal uppgifter om förlista fartyg (t.ex. Skaftö 242, 251, 253 och 254). Trots detta finns mycket få antikvariskt kända fartyglämningar i området. På Skaftösidan, omkring en sjömil norr om Skaftövraket, ligger lämningen efter ett större kravellbyggt fartyg (internt objektnummer: BM 92, Raä-nr saknas). Lämningen kan utifrån keramikfynd och en osäker dendrokronologisk datering preliminärt dateras till 1600-talets första hälft. Vidare rapporteras det att ett stockankare av 1800-talstyp skall ha påträffats i en vik norr om Stockevik (Berntsson, H. muntl. uppg.). Det är inte klarlagt om det rör sig om ett lösfynd eller om fyndet går att koppla till en ännu inte lokaliserad fartyglämning.



Figur 3. Utsnitt ur GSD-Fastighetskartan, blad 8028/8A 2i, vilket visar registrerade fornlämningar i det aktuella området. Skala 1:10 000. Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Lantmäteriet 2009-08-27. Dnr 601-2009/2277.

Av övriga lämningar i området kan nämnas en sentida ristning (Skaftö 149) på Gåsö samt ett kvarts- eller fältspatsbrott (Skaftö 103) och en kolerakyrkogård från 1800-talet (Skaftö 9) på Skaftö. På de omgivande bergshöjderna återfinns dessutom en del rösen och stensättningar (t.ex. Skaftö 43 och 95), och ett stycke upp på land på Skaftö ligger flera boplatser av stenålderskaraktär (t.ex. Skaftö 10, 175 och 176).

Historiskt källmaterial

Gåsöfjorden finns utmärkt som farled i de äldsta bevarade sjökorten och kartorna över området vilka kan dateras till 1600-talet. Redan i slutet av 1500-talet omnämns emellertid Gåsö (*Gaasøe*) av den norske prästen Peder Claussøn Friis i dennes beskrivning av kuststräckan mellan Göta älvs mynning och Oslofjorden (Claussøn Friis 1881:277ff). Det är oklart av vilken anledning Gåsö medtagits i beskrivningen, men mycket tyder på att de uppräknade platserna haft någon form av navigatorisk betydelse, antingen som hamnar och ankarplatser eller som lätt identifierbara landmärken.

Med tanke på de ökända och extremt väderkänsliga passagerna förbi Stångehuvud och Islandsberg, norr respektive söder om Gåsöfjorden, bör det ha funnits ett stort behov av en skyddad hamn på denna del av kusten. På kartor och sjökort från 1600-talet och fram till idag finns också en ankarplats markerad ett stycke söder om Gåsö, innanför den lilla ön Grötö som ligger väster om Grundsund. Det är mycket troligt att denna hamn nyttjades även före 1600-talet. På dagens sjökort finns ytterligare två ankarplatser markerade inom det aktuella vattenområdet, vilket visar att ankringsmöjligheterna i Gåsöfjorden med omnejd är goda.

Av stort intresse i sammanhanget är en uppgift i Öresundstullens räkenskaper från år 1586 som berättar om ett fartyg som lastat vid *Gaaseøen* (Ellinger Bang 1906:113). Detta bör rimligen tolkas som att det vid den aktuella tidpunkten fanns någon form av lastageplats i området. Etnologen och skärgårdskännaren Johan Pettersson, som diskuterar uppgiften i sin avhandling om den bohuslänska fiskebebyggelsen, menar dock att det är osäkert vilken Gåsö det är som avses. Förutom den här behandlade Gåsö finns nämligen en ö med samma namn i Kville socken, som också skulle kunna vara aktuell enligt Pettersson (Pettersson 1953:108, not 11).

De äldsta beläggen för fast bosättning i området återfinns i 1610 års extraskattemantalslängd och rör dels nämnda Gåsö och dels Korsvik och Munkevik på den motsatta sidan av Gåsöfjorden, det vill säga på Skaftös västsida (Pettersson 1953:128–132, not 28). Något längre norrut återfinns dessutom Fiskebäckskil, som figurerar i källorna redan under 1500-talets senare del (Ibid.:112), och i söder ligger Grundsund som omnämns för första gången år 1617 (Ibid.:133).

Hembygdsforskaren Sven Gullman har lagt fram teorin om att Munkevik skulle ha varit ett etablerat fiskeläge redan under medeltiden, och att det haft kopplingar till Dragsmarks kloster (Gullman 1999). De bevis som Gullman anför till stöd för detta är dock inte särskilt övertygande. Enligt ortnamnsforskningen kommer namnet Munkevik troligen av att en klippformation ovanför stranden liknats vid ett "munkhuvud" (Palm 1963:148).

Likväl är det i sammanhanget intressant att notera att stora delar av Skaftö under medeltiden och fram till reformationen på 1530-talet faktiskt verkar ha legat under klostret (Johansson 1968:16). Även om det ibland har hävdats att Dragsmarks kloster skulle ha bedrivit en omfattande utrikeshandel (jfr t.ex. Gjötterberg 1961) är de skriftliga vittnesbörden rörande klostrets eventuella sjöfart synnerligen magra. Vid den tidpunkt som är av intresse i detta sammanhang, 1400-talets första hälft, upplevde klostret dessutom en mycket kraftig ekonomisk tillbakagång (Andersson 2006:15).

Syfte

Den arkeologiska efterundersökningen har haft till syfte att klarlägga fornlämningens innehåll, karaktär, utbredning och bevarandestatus. Resultatet av undersökningen är tänkt att utgöra ett underlag för länsstyrelsens vidare ställningstaganden rörande fornlämningen och visa på huruvida det föreligger behov av särskilda skydds- eller vårdåtgärder.

Metod och genomförande

Det arkeologiska arbetet bestod av tre moment: 1) dokumentation, 2) provgrävning samt 3) provtagning och analyser. Dokumentationen av fartygslämningen (moment 1) innefattade dels manuell uppmätning, fotografering och beskrivning av last och enskilda skeppsdelar, dels digital lodfotografering av den exponerade delen av fartygskonstruktionen. De digitala fotografierna har efter undersökningen satts samman till en fotoplan (bilaga 2).

Syftet med provgrävningen (moment 2) var att få en uppfattning om kulturlagens bevarandestatus, sammansättning och förekommande fyndkategorier, samt att blottlägga en mindre del av skeppskonstruktionen för dokumentation och provtagning. Provgävningen utfördes med hjälp av ejektorsug. Uppgrävda massor samlades i nätsäckar vilka vattensållades ombord på dykbåten. Provtagning på fornlämningen (moment 3) utfördes bland annat i syfte att fastställa lastens typ och sammansättning, samt för att få en uppfattning om träets nedbrytningsgrad och bevarandeförhållandena inom fornlämningen.

All dykning utfördes som lindykning med dyktelefon och dykskötare i enlighet med Arbetsmiljöverkets föreskrifter avseende yrkesmässig

dykning (AFS 1993:57), samt den dykpraxis som sedan flera år tillbaka tillämpas vid Bohusläns museum. Som dykplattform användes dykbåten *Isalena*, hemmahörande i Fiskebäckskil. Skeppare var Håkan Berntsson, som även fungerade som dykledare vid undersökningen.



Figur 4. Fotomontage som visar Skaftövraket med synliga delar av lasten i form av koppartackor och kalktunnor, samt en del av den exponerade fartygssidan. Foto mot öster. Foto och bearbetning: Jens Lindström, Bohusläns museum.

Arkeologiska resultat

Fornlämningen – allmänt

Skaftövraket är beläget på mellan sex och åtta meters djup och ligger till delar inbäddat i en naturlig nordvästsluttning (figur 4). Avståndet till land är cirka 100 meter. Det dominerande bottenstratet i området förefaller att vara skalblandad sandig silt. Lämningen är orienterad i nordnordostlig–sydsydvästlig riktning, parallellt med strandlinjen. I lämningens nordvästra del, ut mot djupare vatten, är fartygssidan till delar exponerad med bordläggning, spant och en del övriga intimmer delvis synliga (figur 5).



Figur 5. Den exponerade fartygssidan med spant, vägare och övriga intimmer. I bildens nedre högra hörn kan man i vägaren se spår efter den tidigare utförda dendroprovtagningen. Foto mot öster. Foto: Jens Lindström, Bohusläns museum.



Figur 6. Exempel på timmer angripet av skeppsmask. Skeppsmasken, som namnet till trots är en mussla, borrar gångar i träet som den invändigt klär med kalk. Foto: Jens Lindström, Bohusläns museum.



Figur 7. Grävande bottenlevande djur, främst olika arter av krabbor, har sannolikt en viktig del i nedbrytningen av Skaftövraket. Foto: Jens Lindström, Bohusläns museum.

Exponerat trä uppvisar överlag tämligen omfattande angrepp av skeppsmask och andra träborrande organismer (figur 6). I övergången mellan den exponerade fartygssidan och omgivande botten har ett markant hak uppstått. Även om detta hak från början har varit naturligt förefaller det att ha accentuerats genom sedimenterosion och påverkan av grävande bottenlevande djur, främst olika arter av krabbor (figur 7).

Den sammanhängande delen av skeppskonstruktionen har genom sticksondering kunnat fastställas till omkring 20 × 6 meter, men fragmentariskt bevarade konstruktionstimmer hörande till fartyget liksom delar av last har observerats inom ett minst 30 × 10 meter stort område. Fornlämningens fullständiga utbredning har inte varit möjlig att fastställa inom ramen för undersökningen, med undantag mot nordost där brant stigande berggrund utgör en naturlig begränsning. Med tanke på den sluttande botten kan det inte uteslutas att föremål från fartyget genom strömmar och vågrörelser har transporterats ut på djupare vatten och idag kan påträffas på ett förhållandevis stort avstånd från själva lämningen.

Skeppskonstruktionen

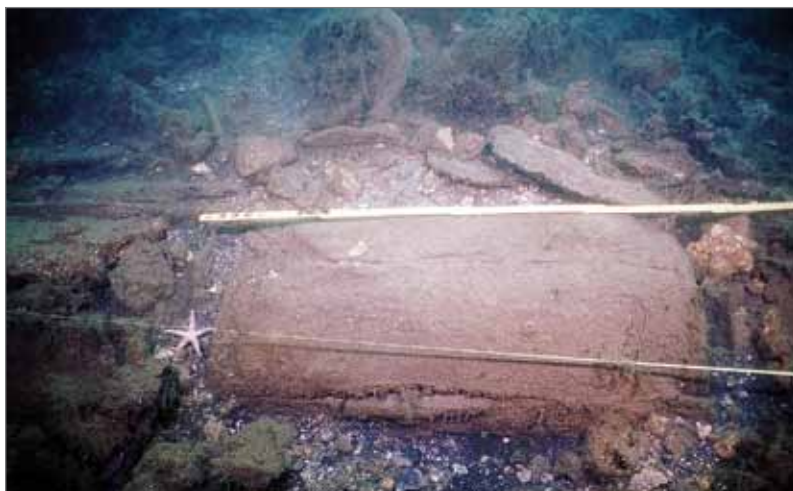
Fartyget är som nämnts inledningsvis till synes helt klinkbyggt. Träslaget i skeppskonstruktionen förefaller huvudsakligen att vara ek. Bordläggningen består av upp till 25 centimeter breda bord som mäter 2,5–3,5 centimeter i tjocklek. Borden har varit hopfogade med järn-naglar som klinkats till stora fyrkantiga brickor. I lannen, det vill säga överlappet mellan borden, finns drevmaterial i form av flätat djurhår. Bordlaskarna tycks däremot vara drevade med mossor.

Spanten varierar i bredd mellan 12 och 18 centimeter och har en tjocklek av 10–12 centimeter. Mellanrummen mellan spanten uppgår till mellan 22 och 31 centimeter. Spanten är fogade till bordläggningen med tränaglar som mäter cirka tre centimeter i diameter. Midskepps är på några platser någon form av tvärskepps förstärkande intimmer synliga. Dessa är mellan 12 och 16 centimeter breda och har en bevarad tjocklek av 25–30 centimeter. Centrumavståndet mellan timren varierar mellan 340 och 500 centimeter.

På spantens insida finns rester av vägare och garnering. Garneringen har en tjocklek av cirka tre centimeter medan vägaren är 6–8 centimeter tjock och har en bredd av minst 25 centimeter.

Lasten

Den synliga delen av lasten täcker större delen av fartygslämningen och består av tegel, tackor av koppar och någon annan metall samt ett stort antal trätunnor. De senare ligger stuvade i fartygets längdriktning och förefaller att innehålla kalk samt tjära eller beck (figur 8). Flertalet av de synliga tunnorna är nedbrutna i sina övre delar, vilket har medfört



Figur 8. Kalktunna som, trots att den ligger delvis exponerad, har bevarats i det närmaste intakt. Foto från besiktningen i augusti 2003. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum



Figur 10. Koncentration med koppartackor. Foto från besiktningen i augusti 2003. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.

att innehållet ligger delvis exponerat (figur 9). Antalet kalktunnor, utbredningen av desamma inom fornlämningen samt mängden utspridd kalk talar för att kalken utgjort fartygets huvudsakliga last, åtminstone sett till volymen.

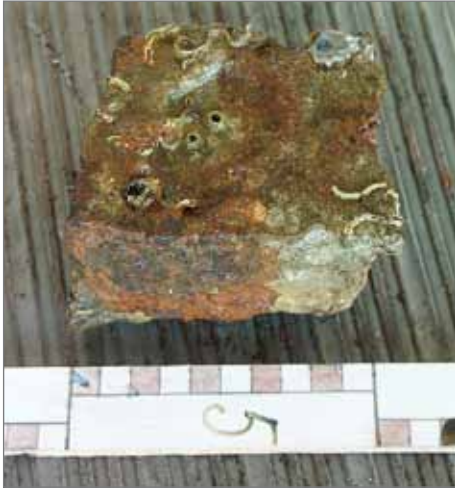
Likväl utgör kopparen det mest iögonfallande inslaget i lasten. Den förekommer både i form av runda och ovala tackor (figur 10 och 11). Storleken på tackorna varierar stort. De runda har en största diameter av cirka 50 centimeter och en tjocklek på mellan 3 och 4 centimeter medan den största ovala mäter $68 \times 40 \times 6,5$ centimeter. Tackorna ligger



Figur 9. Två delvis nedbrutna tunnor med innehåll av tjära. Tunnan i det övre vänstra hörnet av bilden innehåller kalk. I bakgrunden anses flera koppartackor. Foto från besiktningen i augusti 2003. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 11. Koppartackor, samma koncentration som i figur 10. Tackan i förgrunden mäter cirka 50 centimeter i diameter. Foto från besiktningen i augusti 2003. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 12. Tacka av järnliknande material, upptagen vid undersökningen. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 13. Delar av den planklast som framkom i provgrop 1. Foto: Jens Lindström, Bohusläns museum.

företrädesvis koncentrerade i två större högar. Den ena av högarna innehåller omkring 70 synliga tackor och den andra ett drygt 30-tal. Formen på tackorna och godsets porighet talar för att det antingen rör sig om råkoppar eller så kallad garkoppar (jfr Andersson 2002).

Förutom kopparen finns som nämnts också ett mindre antal tackor av någon annan metall, vilken till utseendet närmast påminner om järn. Vad som talar mot detta är att metallen förefaller att vara relativt lite korroderad. Kontroll med magnet på ett upptaget preparat visar också att metallen endast är svagt magnetisk (figur 12). Tackorna är tre- eller fyrkantiga till formen och har en skrovlig yta. Storleken på tackorna varierar från cirka $10 \times 10 \times 5$ centimeter till omkring $45 \times 30 \times 5$ centimeter. Ursprungligen verkar de ha legat förpackade i trätunnor. Rester efter åtminstone två sådana tunnor med innehåll har registrerats inom fornlämningen.

Teglet ligger samlat i en större koncentration i lämningens nordvästra del. Merparten utgörs av murtegel av stortegeltyp, men exempel på munk-nunnetegel förekommer också. En berättigad fråga är om teglet i själva verket skulle kunna tänkas härröra från en eldstad ombord. Så vitt känt saknas det dock dokumenterade exempel på stora uppmurade eldstäder i fartyg från den aktuella tidsperioden. Dessutom borde tegelstenarna i så fall uppvisa spår av kalkbruk och sot, vilket de inte gör. Även inslaget av munk-nunnetegel talar rimligen mot denna tolkning.

Provgrävning

Vid undersökningen grävdes sammanlagt tre stycken provgropar (se bilaga 3). Den grävda ytan uppgår till fem kvadratmeter och den undersökta volymen till cirka 2,4 kubikmeter. Efter avslutad grävning täcktes frilagda partier av skrov och last med geotextil som viktades med sten varefter provgroparna återfylldes med sediment.

Provgrop 1

Provgrop 1 mätte 2×1 meter och förlades i lämningens sydöstra del. Gropen fick dock överges redan efter 10–20 centimeter då fortsatt grävning förhindrades av kalktunnor och tätt stuvade plankor som låg orienterade i gropens längdriktning. Plankorna tolkas som en del av en planklast (figur 13). Tunnorna, liksom plankorna, var kraftigt nedbrutna i sina övre delar och uppvisade omfattande angrepp av träborrande organismer. Slutsatsen blir därför att de tidigare måste ha legat delvis exponerade.

De översta centimeterna sediment bestod av lös silt. Djupare ned i sedimentet ökade gyttjeinnehållet samtidigt som inslaget av kalkklumpar och skal efter kalkborrande musslor blev allt mer markant. Förutom en enstaka keramikskärva (f.nr 5) var de enda fynd som påträffades ett antal laggbandsfragment som kan knytas till de ovan nämnda tunnorna (fnr 11). Med hänsyn till den begränsade grävvolymen är den

ringa mängden fynd knappast förvånande. Två preparat av planklasten samlades in för vedartsbestämning och dendrokronologisk analys. Dessutom sparades ett mindre antal skal efter kalkborrande musslor för artbestämning (se vidare nedan under *Analys*).

Provgrop 2

Provgrop 2 förlades omkring en meter öster om provgrop 2. Även denna mätte 2 x 1 meter. Gropen grävdes ned till 90 centimeters djup. Sedi-menten bestod här av en lös, gyttjig silt med stor inblandning av organiskt material, snäck- och musselskal samt en del mindre kalkklumpar. Mängden skal minskade successivt ju djupare gropen grävdes men i gengäld ökade inslaget av kalk markant. Cirka 60 centimeter under bottenytan påträffades några spjälkade och hårt eroderade bordfragment.

Fynden från provgropen utgjordes av ett fiskben (fnr 12) samt ett mindre antal fragment av djurhårsdrev (fnr 15). Fiskbenet påträffades på mellan 20 och 40 centimeters djup medan drevmaterialet framkom i anslutning till de nämnda bordfragmenten, det vill säga på omkring 60 centimeters djup. Eftersom någon sammanhängande del av skeppskonstruktionen inte framkom i provgropen är tolkningen att den förlagts ett stycke utanför själva skrovområdet, något som också styrks av den mycket begränsade fyndmängden.

Provgrop 3

Provgrop 3 förlades i den exponerade skrovsidans förlängning mot sydväst. Gropen grävdes ned till innergarnering, spant och bordläggning som framkom på mellan 10 och 20 centimeters djup. Bordläggningen hade här släppt från spanten, varigenom ett glapp på omkring fem centimeter uppstått. Bottenbeskaffenheten utgjordes av hårt packad sandig silt med stor inblandning av skal, i första hand efter ostron (*Ostrea edulis*), liksom en del småsten och träfragment. Spantens ovansidor och ändar uppvisade i likhet med innergarneringen omfattande angrepp av träborrande organismer, medan den djupare belägna bordläggningen helt syntes sakna angrepp (figur 14). En lask i bordläggningen avslöjar att fartyget troligen är orienterat med fören i sydsydväst och aktern i nordnordost. Fynden från provgropen inskränkte sig till ett fåtal fragment av djurhårsdrev (fnr 13) samt ett laggbandsfragment (fnr 14).

Fyndmaterialet

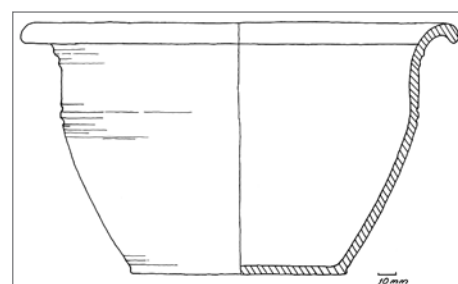
Vid undersökningen omhändertogs sammanlagt 31 fynd, fördelat på 15 fyndposter (bilaga 4). 11 av dessa fynd framkom vid provgropsgrävningen medan återstoden låg väl synliga inom fartygslämningen. Det insamlade fyndmaterialet omfattar föremål av keramik, tegel, sten, trä, ben, samt övrigt organiskt material i form av djurhårsdrev.



Figur 14. Provgrop 3 grävdes ned till innergarnering, spant och bordläggning. Notera skeppsmaskangreppen i spantens ovansidor. Foto: Jens Lindström, Bohusläns museum.



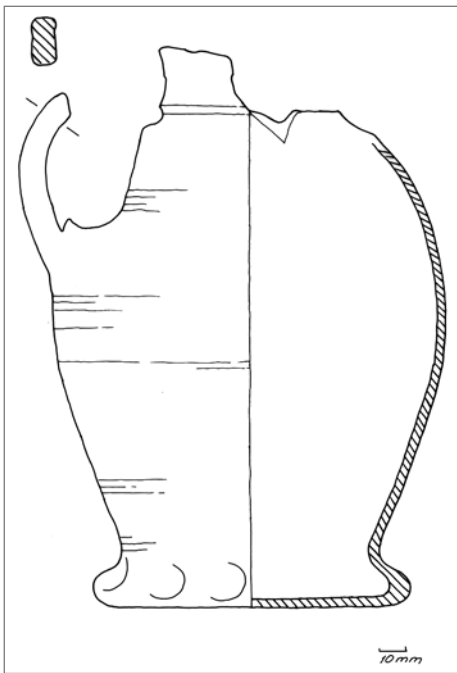
Figur 15. Kruka i yngre svartgods (fnr 1), påträffad strax norr om tegelhögen. Foto: Ulrika Jörnmark, Bohusläns museum.



Figur 16. Krukan (fnr 1) avritad i profil. Illustration: Anette Olsson, Bohusläns museum.



Figur 17. Kanna eller flaska i "nästanstengods" (fnr 2). Foto: Ulrika Jörnmark, Bohusläns museum.



Figur 18. Samma kärl som i figur 17 (fnr 2) avritat i profil. Illustration: Anette Olsson, Bohusläns museum.

Keramik

Den keramik som påträffades vid undersökningen upptar sammanlagt fem fyndposter. I två fall rör det sig om relativt intakta kärl. Fynd nummer 1 är en kruka i yngre svartgods, vilken påträffades i området norr om tegelhögen (figur 15 & 16). Krukan är hel så när som på en mindre bit av mynningen och buken och en mindre skada i botten. Den har en utåtböjd mynningsrand och är dekorerad med två rillor på buken. Höjden är 14 centimeter och mynningen, som är närmast oval, har en största diameter av 25 centimeter.

Kärlet var vid påträffandet fyllt med sediment och togs därför upp som ett preparat. Innehållet som senare analyserades av SVK visade sig bestå av naturliga sediment med inslag av små keramik-, rep- och trärester. Enligt Torbjörn Brorsson, Kontoret för keramiska studier, är proveniensen för kärlet sannolikt södra Östersjökusten. Han anser det mindre troligt att det rör sig om exportgods, utan menar att kärlet mest sannolikt har nyttjats ombord på fartyget (Brorsson, T. muntl. uppg.). En hypotes som framförts är att det rör sig om ett nattkärl.

Fynd nummer 2 utgörs av två passningsbara bitar, vilka tillsammans utgör mer än hälften av en kanna eller flaska i ett benvitt "nästanstengods" (figur 17 & 18). Kärlet är 21,5 centimeter högt och oglaserat. Det har tummad fotring och rakslutande mynning och är försedd med en hänkel. Från foten och upp till skuldran finns en dekor i form av drejrillor. Även för detta fynd tror Brorsson på en proveniens i södra Östersjöområdet och att det likaledes rör sig om ett kärl som nyttjats av besättningen ombord (Brorsson, T. muntl. uppg.).

Övriga keramikfynd är betydligt mer fragmentariska och därför svårare att uttala sig om. Fynd nummer 3 utgör en del av en fot till ett trebent kokkärl i yngre rödgods. Fynd nummer 4 är en mynningsbit till en kruka eller gryta i yngre svartgods. I likhet med fynd nummer 1 har krukans haft utåtböjd mynningsrand. Fynd nummer 5 slutligen är en bukskärva med drejrillor. Godset är svårbestämbart på grund av missfärgning men förefaller snarlikt det i fynd nummer 2.

Tegel

De omhändertagna tegelfynden, sammanlagt fyra stycken fördelade på tre fyndposter, härrör samtliga från området kring tegelhögen i fartygets nordvästra del. Tre av fynden (fnr 8:1, 8:2 och 9) utgör såvitt det går att bedöma delar av taktegel av munk-nunnetyp, och är framställda i rödbrännande lera. Det största och bäst bevarade teglet, fynd nummer 9, är 31,5 centimeter långt, 11,5–13,7 centimeter brett och 6,9 centimeter högt (figur 19). Som framgår av måtten är det något avsmalnande mot ena änden. De två mindre fragmenten har vare sig ursprunglig längd eller bredd bevarad. Förutom fynden av munk-nunnetegel omhändertogs också ett intakt murtegel (fnr 10, figur 20). Detta mäter 29 × 13,5 × 7,5 centimeter och är även det framställt i en rödbrännande

lera. En allmän iakttagelse rörande teglet från fartygslämningen är att det överlag förefaller att vara ganska dåligt bränt.

Sten

Två fyndposter från undersökningen omfattar föremål av sten. I fartygslämningens södra del påträffades en del av ett bryne i sandsten (fnr 6) som mäter 10,1 × 5,3 × 3,6 centimeter (figur 21). Vidare framkom vid framprepareringen av krukan (fnr 1) fyra mindre flintstycken i direkt anslutning till densamma (fnr 7). Tre av dessa har passning och härrör således från samma nodul. Flintorna är grå till gråsvarta i färgen och har delvis bevarad cortex. Fyndsammanhanget talar för att det rör sig om flinta för eldslagningsbruk (figur 22).

Trä

De enda träföremålen som påträffades vid undersökningen var som framgått ett mindre antal laggbandsfragment. Merparten av dessa framkom i provgrop 1 (fnr 11), men även provgrop 3 innehöll ett enstaka fragment (fnr 14). Bland de fragment som fortfarande hade bredden intakt uppmättes bredder på mellan 2,5 och 3,5 centimeter. Inget av fragmenten sparades efter registreringen eftersom fyndens informationsvärde bedömdes som mycket begränsat.

Ben

Ett djurben framkom i provgrop 2 (fnr 12). Benet har inte bestämts osteologiskt men härrör av allt att döma från någon fiskart. Det kan därmed inte uteslutas att det deponerats på naturlig väg. Fyndet har inte sparats.

Övrigt organiskt material

I fyndkategorin övrigt organiskt material ingår sammanlagt sju fragment av flätat djurhårsdrev (fnr 13 och 15). Fynden framkom i provgrop 2 och 3. Inget av fynden har sparats, men däremot har ett prov på samma typ av drevmaterial som samlats in från den norra änden av den exponerade skeppskonstruktionen analyserats och materialbestämts (se nedan under *Analys*).

Analys

Materialanalyser

Kalk

Ett prov som vid undersökningen samlats in från en exponerad tunna i fartygslämningens norra del (prov nr 1), vilken antagits innehålla kalk (kalcium, Ca), analyserades på kemisk väg av SVK. Analysen visar att provet mycket riktigt innehåller kalcium vilken har formen av kalciumkarbonat (CaCO₃). Analysen har dock inte kunnat ge svar på om



Figur 19. Det bäst bevarade av de upptagna takteglarna av munk-nunnetyp (fnr 9). Foto: Ulrika Jörnmark, Bohusläns museum.



Figur 20. Intakt murtegel av stortegeltyp (fnr 10). Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 21. Del av bryne i sandsten (fnr 6). Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 22. Flintstyckena (fnr 7) vilka troligen varit avsedda för eldslagningsbruk. Foto: Ulrika Jörnmark, Bohusläns museum.

innehållet i tunnan ursprungligen haft formen av krita (kalciumkarbonat, CaCO_3), släckt kalk (kalciumhydroxid, CaOH) eller bränd kalk (kalciumoxid, CaO) som släckts av havsvattnet i samband med förlisningen och därefter karbonatiserats (Wranne, Ernfridsson & Thomas 2005:3f, 11f, bilaga 6)

Tjära

Ett prov på innehållet i exponerad tunna i fartyglämningens norra del av vad som initialt tolkades som tjära eller beck (prov nr 2) analyserades genom SVK med hjälp av TLC (Thin Layer Chromatography). Resultatet av analysen visar att provet med största sannolikhet består av trätjära. I jämförande syfte analyserades även tjära som extraherats ur drevmaterial från lämningen (prov nr 3). Av jämförelsen framgår att tjäran i drevprovet är i princip identisk med den tjära som insamlats från lasten. Detta skulle kunna betyda att samma tjära (dvs. tjära från samma bränning) som använts vid behandlingen av skrovet transporterats ombord, antingen för att användas till skeppets underhåll eller för export och avsalu (Wranne, Ernfridsson & Thomas 2005:5f, 9f; Crawshaw 2006, bilaga 6).

Drevmaterial

Ett prov på drevmaterial i form av flätat djurhår från bordläggningen i den norra, exponerade delen av skeppskonstruktionen (prov nr 3) undersöktes både morfologiskt i mikroskop med varierande ljussättning och grad av förstoring, och kemiskt med hjälp av olika typer av indikatorkemikalier av SVK. Undersökningen visar att provet, såsom antagits, består av animaliska fibrer och att det sannolikt rör sig om fårull (Wranne, Ernfridsson & Thomas 2005:5f, bilaga 6).

Vedartsbestämning och dendrokronologisk analys

Två stycken prover på planklasten i provgrup 1, prov nr 7 och 8, skickades till professor Marek Krapiec vid AGH-University of science and technology i Krakow, Polen, för vedartsbestämning och dendrokronologisk analys (figur 23). Träslaget i båda proverna visade sig vara ek, men inget av dem var dessvärre möjligt att datera (Ossowski 2006). I tillägg till Krapiecs analys utförde SVK vedartsbestämning av tre prover som valts ut för så kallad Umax-analys (se nedan). Prov nr 9 togs från ett av de frilagda timren i provgrup 1 och visade sig bestå av ask. Möjligen är timret en del av planklasten, men detta har inte kunnat slås fast med hundra procentig säkerhet. Prov nr 10 var en del av ett laggband från en exponerad tunna i lämningens norra del. Träslaget visade sig vara hassel. Prov nr 11, slutligen, togs från planklasten i provgrup 1 och visade sig bestå av ek (Wranne, Ernfridsson & Thomas 2005:4f, bilaga 6).

Artbestämning av bormusslor

Christin Appelqvist, forskare vid Tjärnö marinbiologiska laboratorium, har studerat några av de skal efter kalkborrande musslor som samlades in från provgrop 1 (prov nr 12, figur 24). Hennes slutsats är att det rör sig om skal efter *Zirfaea crispata*, eller krusig bormussla som är artens svenska namn (Appelqvist 2005). Uppenbarligen har kalken i de delvis nedbrutna tunnorna utgjort ett attraktivt habitat för musslan. Eftersom några levande eller nyligen levande exemplar av musslan inte har kunnat påvisas är det emellertid osäkert huruvida arten fortfarande finns företrädd inom fornlämningen.

Appelqvist har vidare granskat de prover som tagits från planklasten (prov nr 13 och 14, figur 25). Enligt Appelqvist härrör de angrepp av träborrare som kan ses i proverna med stor säkerhet från *Teredo navalis*, som är den vanligaste skeppsmaskarten på djup ned till cirka 15 meter längs den svenska västkusten. Inte heller här påträffades några levande eller nyligen levande exemplar av musslan. Utifrån skalens och gångarnas storlek uppskattar Appelqvist att borraraktiviteten kan ha pågått i mellan tre och fyra år (Appelqvist 2006).

Umax

Umax är ett mått på träs förmåga att rymma vatten. Ju mer nedbrutet träet är, det vill säga ju mer cellulosa som har brutits ned, desto mer vatten kan träet rymma. Genom att mäta vattenhalten i ett träprov, och jämföra resultatet med ett färskt prov av samma träslag, kan man således få en uppfattning om träets nedbrytningsgrad. Med detta syfte analyserades tre träprover från Skaftövraket av SVK. Proverna var som framgått ovan av träslagen ask, hassel, och ek och härrörde både från helt exponerade kontexter (tunna) och från begravda dito (planklasten).

Resultatet av analysen visar att eken (prov nr 11) är mindre nedbruten än de övriga träslagen (Umax = 284 %), vilket är väntat då ek är ett förhållandevis beständigt träslag. Asken och hasseln däremot (prov nr 9 och 10) uppvisar Umaxvärden på 798 respektive 971 procent. Som riktvärde brukar anges att träföremål med ett Umax över 700 procent är att anse som kraftigt nedbrutna. Man bör dock hålla i minnet att bevarandeförhållandena inom olika delar av fornlämningen kan variera stort. För ett mer heltäckande resultat behövs därför fler analyserade prover (Wranne, Ernfridsson & Thomas 2005:4f, bilaga 6).

Slutsatser

Fornlämningen och dess innehåll

Den arkeologiska efterundersökningen visar som framgått att den sammanhängande delen av skeppskonstruktionen mäter omkring 20×6 meter (nordnordost–sydsydväst), vilket innebär att en betydande del av fartyget är bevarad. Fornlämningen som helhet bedöms utifrån



Figur 23. Prov på planklasten i provgrop 1. Inget av proverna gick dessvärre att datera. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 24. Skal efter krusig bormussla (*Zirfaea crispata*), insamlade i provgrop 1. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.



Figur 25. Prov på planklasten i provgrop 1 med kalkgångar efter *Teredo navalis*, den vanligaste skeppsmaskarten utmed Västkusten på djup ned till cirka 15 meter. Foto: Staffan von Arbin, Bohusläns museum.

distributionen av last och lösa fartygsdelar emellertid uppta ett minst 30×10 meter stort bottenavsnitt. I synnerhet är det med tanke på bottenpografin troligt att fornlämningens utbredning skall utsträckas ytterligare mot nordväst. Utifrån orienteringen av en bordlask förefaller det troligt att fartyglämningen är belägen med fören åt sydsydväst.

Fartyget är såvitt det har gått att bedöma helt klinkbyggt. Samtidigt bör man vara medveten om att endast en mycket liten del av skeppskonstruktionen varit tillgänglig för dokumentation. Träslaget tycks uteslutande vara ek. Spanten är fogade till bordläggningen med tränaglar medan borden sinsemellan är förbundna med järnnaglar vilka klinkats till stora fyrkantiga brickor. Tätningen mellan bordgångarna är gjord med djurhårsflätor – enligt en analys rör det sig troligen om fårull – medan laskarna är drevade med mossor. Den ursprungliga storleken på fartyget är vanskelig att uttala sig om, men det förefaller troligt att det rör sig om ett fartyg av mellan 20 och 25 meters längd. Sannolikt har det varit råriggat och utrustat med en centralt placerad mast, men förekomst av ytterligare en eller till och med två master kan i dagsläget inte helt uteslutas.

Fartyglämningen rymmer en mångsidig och överlag välbevarad last vilken består av tegel, ekplank, kalk och tjära i tunnor, koppartackor samt tackor av ett annat, järnliknande material. Sett till volymen förefaller kalken ha varit den huvudsakliga lasten, även om kopparen rimligen bör ha representerat det största ekonomiska värdet. Dominansen av byggnadsrelaterade material gör det befogat att diskutera om lasten varit ämnad till något specifikt byggnadsprojekt. Dendroanalysen av fartyget antyder att fartyget kan vara byggt i nuvarande Polen i slutet av 1430-talet. En arbetshypotes är att fartyget varit på väg från Gdansk till någon Nordsjöhamn när det av någon anledning förläste vid Skaftö.

Inom fornlämningen har enstaka fynd påträffas som antingen kan knytas till personligt bruk eller till fartygets drift och underhåll. Det påträffade fyndmaterialet, och i synnerhet keramiken, har överlag en hög bevarandegrad och därmed också en stor vetenskaplig potential. Mängden fynd från provgrävningen får anses som relativt liten, men måste samtidigt ställas i relation till såväl provgroparnas placering som den grävda volymen, vilken endast uppgår till cirka 2,4 kubikmeter.

Bevarandeförutsättningar och hotbilder

Den arkeologiska efterundersökningen har visat att exponerat trämaterial inom fornlämningen är tämligen hårt nedbrutet och därtill är angripet av träborrande organismer, företrädesvis skeppsmask. Särskilt utsatt är den delvis exponerade fartygssidan i nordväst. Utifrån såväl utförda analyser som iakttagelser vid provgrävningen finns det dock skäl att anta att de delar av skrovet som ligger begravda under lasten, alternativt är övertäckta med bottensediment, överlag är betydligt bättre

bevarade. Som nämnts ovan har även fynd som framkommit vid provgrävningen visat sig vara välbevarade.

Samtidigt finns det som framgått starka indikationer på att sedimentationsförhållandena inom fornlämningen har varierat, och fortfarande varierar, över tid. Detta kan till viss del även beläggas genom en jämförelse av foto- och videodokumentation från de olika tillfällen då personal från Bohusläns museum besökt fornlämningen. Det är för närvarande oklart om dessa fluktuationer är resultatet av ett naturligt, cykliskt förlopp eller om de betingas av specifika händelser, exempelvis enstaka häftiga stormar. Det mest troliga är förmodligen en kombination av båda dessa faktorer. Oavsett orsaken till förloppet innebär det en risk för att tidigare begravda delar av skeppskonstruktion, last och kulturlager friläggs och därmed exponeras för olika mikrobiella, biologiska och mekaniska nedbrytningsprocesser.

Den biologiska aktiviteten på och kring vrakplatsen kan generellt betecknas som hög. En fartygslämning som Skaftövraket utgör ur biologisk synvinkel ett artificiellt hårbottenhabitat som attraherar såväl alger som vissa fastsittande djur och dessutom erbjuder skydd för både fisk och skaldjur. En del av denna aktivitet är troligen gynnsam för lämningens bevarande, medan annan snarare bidrar till att bryta ned densamma. Det största biologiska hotet mot Skaftövraket, liksom mot andra fartygslämningar av trä i Västerhavet, står sannolikt olika slags träborrande organismer för. Även kalkborrande musslor representerar som vi har sett ett potentiellt hot mot fornlämningen.

Som tidigare nämnts har sannolikt även krabbor och andra grävande bottenlevande djur del i nedbrytningen av fartygslämningen. Studier från andra delar av världen visar att den grävaktivitet som dessa organismer svarar för bidrar till en omrörning och syresättning av kulturlagren inom den aktuella lämningen, vilket ger förutsättningar för ett accelererande nedbrytningsförlopp (Adams & Ferrari 1990).

Förutom de naturliga hotbilder mot fartygslämningens bevarande som beskrivits ovan måste också kulturellt betingade sådana vägas in. För Skaftövrakets del handlar det framförallt om påverkan genom nätfiske, ankring av fritidsbåtar samt oförsiktig dykning. Med tanke på fartygets kopparlast är risken för plundring dessutom att betrakta som överhängande. En stöld av kopparen skulle troligen resultera i en partiell blottläggning av kulturlager, last och skeppskonstruktion, och därmed sannolikt också bidra till en accelererande nedbrytning av själva fornlämningen.

Fornlämningens kunskapspotential och vetenskapliga värde

Skaftövraket vetenskapliga och pedagogiska potential måste, mot bakgrund av vad som framkommit ovan, anses som betydande. Mycket få fartygslämningar med medeltida datering är idag kända och än mindre arkeologiskt undersökta i Sverige. De medeltida fartygslämningar som hittills varit föremål för någon form av dokumentation eller undersökning har i de flesta fall framkommit i utfyllnader vid stadsgrävningar (t.ex. Varenius 1982; jfr även Åkerlund 1951).

Som regel är det frågan om utstränderade och avsiktligt sänkta fartyg, vilket betyder att de innan sänkning och eventuell upphuggning omsorgsfullt tömts på last, fartygsutrustning och personliga tillhörigheter. Fynd av medeltida fartyg som, i likhet med Skaftövraket, sjunkit med last under pågående resa hör således till sällsyntheterna. Att fartygslämningen inte tidigare var känd i sportdykarkretsar och därmed helt har förskonats från fyndplockning och skadegörelse förstärker givetvis dess preparatsvärde ytterligare.

Lastens sammansättning och bevarandegrad gör fyndet ovanligt även i en internationell jämförelse. Den närmaste parallellen till fartyg och last torde vara det marginellt äldre "W5" som påträffades i Gdanskbukten år 1969, och som undersöktes av Polens statliga sjöfartsmuseum mellan åren 1971 och 1975. Detta fartyg hade en last som, förutom koppartackor snarlika de som påträffats på Skaftövraket, bestod av beck, tjära och vax, järn i form av osmundar och stänger i bunt samt halvfabrikat till laggstavar i ek (Litwin 1980, 2001). Den påvisade polska proveniensen för Skaftövraket är i detta sammanhang av stort intresse och öppnar upp för intressanta jämförelser, både vad avser lasten och skeppets konstruktion.

I skeppsteknologiskt hänseende kan 1400-talet sägas representera något av en brytpunkt. Det är under loppet av nämnda århundrade som större oceangående handelsfartyg med flera master introduceras. Likaså är det vid denna tid som kravellbyggnadstekniken på allvar vinner insteg i norra Europa (Adams 2003). En mer utförlig skeppsteknisk dokumentation av Skaftövraket bedöms mot bakgrund av ovanstående ha förutsättningar att både belysa och ge nya perspektiv på denna utveckling.

Den enda fartygslämning med medeltida datering som tidigare undersökts i Bohuslän är den så kallade Mollökoggen, som genom en nyligen utförd dendrokronologisk analys har daterats till 1360-talet. Resterna av koggen bärgades 1979 i en vik på Mollö utanför Orust. Bärningen ägde rum utan antikvariska myndigheters vetskap, och någon egentlig arkeologisk undersökning kom av denna anledning aldrig till stånd (Lisberg Jensen 1981, 1983). Fortfarande vet vi inte vilken last fartyget förde på sin sista resa, och några föremålsfynd som berättar om besättningen eller livet ombord har inte påträffats.

Med den nyupptäckta fartygslämningen vid Skaftö har vi som synes helt andra förutsättningar att nå nya och fördjupade kunskaper om sjö-

farten i Nordeuropa och utmed Bohuskusten under den aktuella tidsperioden. En utökad undersökning av Skaftövraket skulle inte bara kunna kasta ljus över vad som fraktades, utan med stor sannolikhet också ge värdefulla inblickar i hur handeln var organiserad, vilka trader som seglades och hur sjömännens levnadsförhållanden tedde sig ombord.

Åtgärdsalternativ

Mot bakgrund av vad som sagts i det föregående står det klart att Skaftövrakets långsiktiga bevarande är hotat om inte åtgärder vidtas för att eliminera de aktuella hotbilderna och bromsa det pågående nedbrytningsförloppet. I det följande listas de åtgärder som enligt Bohusläns museums uppfattning kan vara aktuella i sammanhanget.

a) Nollalternativ

Ett nollalternativ innebär att fornlämningen lämnas åt sitt öde och att den naturliga nedbrytningen tillåts ha sin gång. Det innebär också att mänskliga verksamheter som kan tänkas påverka lämningen negativt, till exempel dykning, fiske och ankring, kan fortgå okontrollerat och därigenom medverka till en accelererande nedbrytning. Några fördelar med detta alternativ, förutom krasst ekonomiska, är svåra att se. Från antikvarisk och vetenskaplig synpunkt är det givetvis det absolut sämsta av de här presenterade alternativen, eftersom det innebär att oersättlig arkeologisk information på sikt kommer att gå förlorad.

b) Fridlysning

Länsstyrelsen ges i 2 kapitlet 9 § KML möjlighet att fridlysa eller utfärda skyddsföreskrifter för en fornlämning om det finns särskilda skäl för detta. De föreskrifter som kan vara aktuella för Skaftövraket är i första hand dyk-, ankriings- eller fiskeförbud, där det mest verkningsfulla givetvis vore en kombination av dessa tre. Nackdelen med åtgärden är att den på olika sätt begränsar allmänhetens tillträde till vattenområdet och möjligheten för gemene man att uppleva fornlämningen på plats. Problemet är också att det är oerhört svårt att kontrollera i vilken grad ett förbud verkligen efterlevs, varför någon form av övervakning sannolikt är nödvändig.

c) Skyddsbergning

Ett pragmatiskt förhållningssätt till det uppmålade plundringshotet är att helt enkelt låta bärga den stöldbegärliga kopparen för att på så sätt föregripa eventuella olagliga bärgningsförsök. Ur en strikt vetenskaplig synvinkel skulle det förmodligen vara tillräckligt om ett representativt urval av koppartackorna togs upp och konserverades. Ett sådant

förfarande skulle emellertid innebära att risken för plundring och därmed sammanhängande skador på fornlämningen kvarstod (jfr diskussionen ovan under *Bevarandeförutsättningar och hotbilder*).

För att en skydds bärgning, oavsett omfattning, skall vara vetenskapligt försvarbar måste den föregås av en noggrannare kartering. Man bör som tidigare framhållits även vara medveten om att en bärgning sannolikt medför en partiell blottläggning av fartygskonstruktion, last och kulturlager. Exponerade träkonstruktioner behöver antagligen skyddas, kulturlagren kan komma att behöva undersökas eller åtminstone erosionssäkras, och fynd som framkommer i samband med detta kommer sannolikt att behöva tas omhand och konserveras. Omfattningen på och kostnaden för en sådan arkeologisk insats är i dagsläget mycket svår att förutsäga.

d) Bevarande *in situ*

Ett bevarande av fartygslämningen *in situ* förutsätter att den pågående erosionen bromsas, och att ett nytt skyddande sedimentlager byggs upp, antingen artificiellt eller på naturlig väg. Vid utformningen av denna åtgärd är det angeläget att man väljer en metod som inte helt omöjliggör, ekonomiskt och praktiskt, eventuella framtida undersökningsinsatser. I praktiken kommer dock åtgärden att innebära att allmänhetens möjligheter att uppleva fornlämningen på plats försvinner. Ett *in situ*-bevarande enligt ovanstående modell måste givetvis föregås av en fullödig kartering av fornlämningen och en grundlig analys av miljön på platsen.

e) Arkeologisk undersökning

Ett alternativ till att bevara fornlämningen *in situ* – om än ett mycket kostbart sådant – är att låta arkeologiskt undersöka densamma. I praktiken innebär det att den arkeologiska information som fornlämningen rymmer tas till vara och bevaras i rapporter, i dokumentation samt genom konserverade fynd och skeppsdelar, medan möjligheten att uppleva fornlämningen på plats försvinner. På sikt skulle en sådan åtgärd kunna leda till att fler människor får ta del av fornlämningen än om man hade valt att bevara den på plats. Detta förutsätter emellertid att fynd och undersökningsresultat görs tillgängliga för allmänheten genom exempelvis publikationer och utställningar.

Rekommendation

Åtgärdsförslag

Samtliga av de här uppräknade åtgärdsalternativen har naturligtvis sina respektive för- och nackdelar. Ett generellt problem vad gäller alternativen *b*, *c* och *d* är att de riktar sig mot skilda hotbilder och därför inte kan stå för sig själva om målet är ett långsiktigt bevarande av fornlämningen. Enligt Bohusläns museums uppfattning bör man därför överväga en kombination av dessa alternativ. Hur en erosionssäkring enligt alternativ *d* bör utformas för att bästa tänkbara effekt skall uppnås är dock en fråga som måste utredas närmare i samarbete med tillgänglig expertis på området.

Sådan expertis finns idag främst att tillgå vid det danska Nationalmuseets konserveringsavdelning i Brede, genom David Gregory. Kompetens på området finns bland annat också vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), liksom vid Studio Västsvensk Konservering (SVK) i Göteborg. Även Bohusläns museum har genom åren samlat på sig viktiga praktiska erfarenheter från tidigare utförda vård- och monitoringprojekt som kan vara till nytta i sammanhanget (se bl.a. von Arbin 2004; von Arbin & Bergstrand 2004; Bergstrand & von Arbin 2004; Olsson 2002).

Uppföljning – övervakning

Ett bevarande av Skaftövraket *in situ* fordrar någon typ av uppföljningsprogram, där effekterna av vidtagna åtgärder mäts på ett systematiskt sätt och därefter noggrant utvärderas. På så sätt har man möjlighet att i tid korrigera den valda bevarandestrategin om det skulle visa sig att den av någon anledning inte fungerar som det är tänkt. Ett sådant uppföljningsprogram delas lämpligen upp i en ”intensiv” fas och en ”extensiv” fas. Den ”intensiva” fasen bör, för att den skall vara meningsfull, löpa över åtminstone en femårsperiod och omfatta återkommande visuella inspektioner, dokumentationsinsatser samt mätningar av relevanta miljöparametrar.

Om effekterna av utförda åtgärder efter denna inledande övervakningsperiod bedöms som tillfredsställande kan man övergå till ett mer ”extensivt” övervakningsförfarande. I denna fas bör det vara tillräckligt med regelbundet återkommande besiktningar av lämningen, eventuellt i kombination med viss miljöprovtagning. Vilket besiktningintervall som kan vara lämpligt beror dels på vilka typer av skyddsåtgärder det handlar om, dels på resultatet och erfarenheterna från den inledande ”intensiva” uppföljningsfasen.

Referenser

Litteratur

- Adams, J. 2003. *Ships, innovation and social change. Aspects of carvel shipbuilding in northern Europe 1450–1850*. Stockholms universitet. Diss. Stockholm.
- Adams, J. & Ferrari, B. 1990. Biogenic modifications of marine sediments and their influence on archaeological material. *International Journal of Nautical Archaeology* Vol. 19:2.
- Andersson, C. 2006. *Dragsmarks kloster samt Dragsmarks och Bokenäs kyrkor eller "Liten lärobok i konsten att gå till källan i stället för i fällan"*. Båtdokgruppen. Skärhamn.
- Andersson, R. 2002. Från malm till garkoppar. Kopparframställning i 1840-talets Åtvidaberg. *Brukskultur i Åtvidaberg* 2002.
- von Arbin, S. 2004. Från skepp till vrak. Ett nystartat kulturmiljö-
vervakningsprojekt på Västkusten. *Marinarkeologisk tidskrift* nr 2 (med delar av referenslistan i nr 3).
- von Arbin, S. & Bergstrand, T. 2004. *Arkeologisk efterundersökning och vård: Havmanden – ett danskt 1600-talsfartyg. Risö i Öckerö socken och kommun*. Rapport 2003:29. Bohusläns museum. Uddevalla.
- Bergstrand, T. & von Arbin, S. 2004. *Vård av fartyglämning: Stora Sofia – dokumentation, skyddstäckning och kontroll*. Rapport 2003:36. Bohusläns museum. Uddevalla.
- Claussön Friis, P. 1881. *Samlede skrifter. Udgivne for den norske historiske forening af Dr. Gustav Storm*. Kristiania.
- Dykeriarbete*. AFS 1993:57. Arbetskyddsstyrelsen. Stockholm.
- Ellinger Bang, N. 1906. *Tabeller over skibsfart og varetransport gennem Øresund 1497–1660. Første del: Tabeller over skibsfarten*. København & Leipzig.
- Gjötterberg, T. 1961. Skeppen från Dragsmark. *Göteborgs Handels- och Sjöfartstidning* 1961-04-15.
- Gullman, S.H. 1999. Munkhatten och Munkevig – klosterminnen

på Skaftö. I: Sundström, E. (red.). *Skaftö-Skriften* 14. Skaftö Gille. Uddevalla.

Johansson, E. 1968. Om Skaftö i gången tid. *Bohusläns hembygdsförbunds årsskrift* 1968. Uddevalla.

Lisberg Jensen, O. 1981. Vraket i Östra Leran vid Mollösund på Orust. *Meddelanden från Marinarkeologiska sällskapet* nr 3.

Lisberg Jensen, O. 1983. Koggen från Mollösund. *Meddelanden från Marinarkeologiska sällskapet* nr 2.

Litwin, J. 1980. "The Copper Wreck". The wreck of a medieval ship raised by the Central Maritime Museum in Gdansk, Poland. *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration* Vol. 9:3.

Litwin, J. 2001. Polen. I: Djerw, U. & Rönby, J. (red.). *Östersjöns skatter – det dolda kulturlandskapet*. Sjöhistoriska museets rapportserie nr 14. Sjöhistoriska museet. Stockholm.

Olsson, A. 2002. Cultural heritage management under water in Sweden – a "Westcoast" perspective. I: Hoffmann, P., Spriggs, J.A., Grant, T., Cook, C. & Recht, A. (red.). *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference. Stockholm 2001*. Bremerhaven.

Palm, D. 1963. *Ortnamnen i Göteborgs och Bohus län. VIII. Ortnamnen i Orusts Västra härad*. Institutet för ortnamns- och dialektforskning i Göteborg.

Pettersson, J. 1953. *Den svenska Skagerakkustens fiskebebyggelse. En etnologisk studie*. Lund.

Varenius, B. 1982. Båtar från fyra sekel. I: Dahlbäck, G., Douglas M. & Ödman, A. (red.). *Helgeandsholmen – 1 000 år i Stockholms ström*. Stockholm.

Åkerlund, H. 1951. *Fartygsfynden i den forna hamnen i Kalmar*. Kulturhistoriska undersökningar vid Kalmar slott utförda under ledning av Martin Olsson. Sjöhistoriska samfundet. Stockholm.

Otryckta källor

Appelqvist, C. 2005. E-postmeddelande daterat 2005-11-18.

Appelqvist, C. 2006. E-postmeddelande daterat 2006-02-14.

Crawshaw, A. 2006. *Analysis of tar samples from the "Copper" wreck*. Stencil.

Linderson, H. 2004. *Dendrokronologisk analys av Skaftövraket (I) Bohuslän*. Rapport 2004:26. Nationella laboratoriet för vedanatomi och dendrokronologi. Kvartärgeologiska avdelningen, Lunds universitet. Stencil.

Ossowski, W. 2006. E-postmeddelande daterat 2006-03-29.

Wranne, S., Ernfridsson, E. & Thomas, J. 2005. *Kopparvraket materialanalys*. Studio Västsvensk Konservering. Göteborg. Stencil.

Muntlig uppgift

Berntsson, Håkan. Dykare. Stockevik. Muntlig uppgift i september 2005.

Brorsson, Torbjörn. Fil. dr, arkeolog. Kontoret för keramiska studier, Helsingborg. Muntlig uppgift i mars 2007.

Tekniska och administrativa uppgifter

Lst dnr:	431-45317-2005
Västarvets dnr:	196/05 K
Västarvets pnr:	4268
Län:	Västra Götalands län
Kommun:	Lysekil
Socken:	Skaftö
Ek. karta:	8028/8A 2i
Uppdragsgivare:	Länsstyrelsen Västra Götaland
Ansvarig institution:	Bohusläns museum (BM)
Medverkande institutioner:	Studio Västsvensk Konservering (SVK) Polens statliga sjöfartsmuseum (CMM)
Projektledare:	Staffan von Arbin
Fältpersonal:	Staffan von Arbin (BM), Jens Lindström (BM), Thomas Bergstrand (BM), Waldemar Ossowski (CMM), Sara Wranne (SVK), Joakim Severinson (MASG)
Konsulter:	Håkan Berntsson, HB Fastighetsservice, Studio Västsvensk Konservering, Marek Krapiec, AGH-University of science and technology, Krakow, Christin Appelqvist, Tjärnö marinbiologiska laboratorium, Torbjörn Brorsson, Kontoret för keramiska studier
Fältarbetstid:	2005-09-12 t. o. m. 2005-09-22
Arkeologtimmar i fält:	120
Undersökt yta (intensivt):	5 m ²
Undersökt yta (extensivt):	300 m ²
Arkiv:	Bohusläns museums arkiv
Fynd:	Konserverade fynd förvaras vid Bohusläns museum och har i avvaktan på beslut om fyndfördelning erhållit accessionsnummer UM 29275.

Bilagor

Bilaga 1. *Dendrokronologisk analysrapport*

Bilaga 2. *Fotoplan (Foto och bearbetning: Jens Lindström, Bohusläns museum)*

Bilaga 3. *Fotoplan med fynd och grävda provgropar inlagda (Foto och bearbetning: Jens Lindström, Bohusläns museum, med komplettering av Matthew Gainsford, Bohusläns museum)*

Bilaga 4. *Fyndlista*

Bilaga 5. *Provlista*

Bilaga 6. *Rapport över utförda materialanalyser*

Bilaga 7. *Sammanställning av dyktider*



LUND UNIVERSITY

DEPARTMENT OF QUATERNARY GEOLOGY
KVARTÄRGEOLOGISKA AVDELNINGEN
HANS LINDERSON



16 Augusti 2004

Nationella Laboratoriet för Vedanatomi och Dendrokronologi, rapport nr 2004:26

Hans Linderson

DENDROKRONOLOGISK ANALYS AV SKAFTÖVRAKET (I) BOHUSLÄN.

Uppdragsgivare: Staffan von Arbin, Museigatan 1, box 403, 451 19 Uddevalla. Projektnummer 1123/139. Org nummer 958500-1762

Område: Skaftö Bohuslän **Prov nr:** 1-4 **Antal prover/sågskivor:** 4

Dendrokronologiskt objekt: Vrak "Skaftö (I)". Bordläggning 1-2, garnering 3-4

Resultat:

Fällningstiden av virket kan med samtliga prover som grund ha inträffat inom perioden hösten 1437 till våren 1439. Ett något bredare tidspann mellan fällningstillfällena är möjlig (jmf tabellen). Prov 1 och 2 dateras med kronologier från östligaste Polen (Podlasie). Virket bör således komma från östra Polen eller möjligen (nuvarande) Vitryssland.

Prov 3 och 4 överlappar med 27 årsringar. Trots det ringa överlappet är bedömningen att de bör vara från samma träd. Innergarderingsplanken (eller slagvägare) dateras med referensmaterial från centrala Polen, Masowia, dvs låglandet båda sidor om Vistaulafloeden. Största städer i området är Warszawa och Plock.

CATRAS Dendro nr:	Prov Nr : Stock Nr	Träd slag	Antal radie/år	Splint (Sp) Bark (B) Vank. (W)	Datering av yttersta årsring i provet	Beräknat Fällningsår E(Efter) V(vinterhalv-året)	Trädets Egenålder uppskattn
55324	1	Ek	3/161	Sp=15 ej W	1437	1441 ± 4	200-230
55325	2	Ek	2/80	Sp=17 ej W	1432	1435 ± 3	-
55326	3	Ek	2/42	Ej sp	1404	E 1414	110-140
55327	4	Ek	2/53	Ej sp	1389	E 1414	-

Hans Linderson.

Sölvegatan 12, S-223 62 Lund Tel. +46-46-2227891, 0738-448812

Fax +46-46-2224830

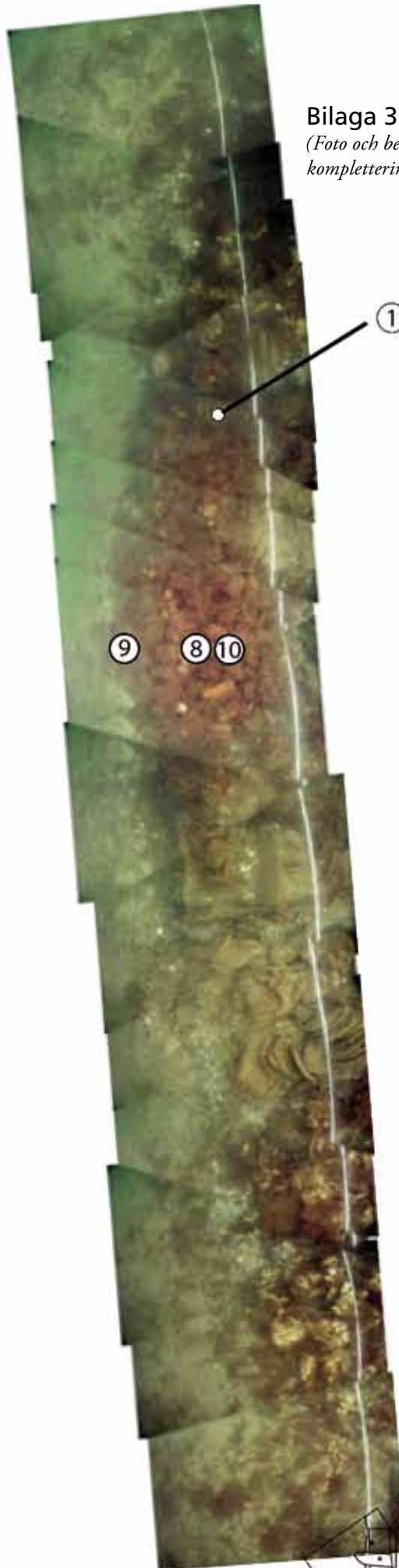
e-mail: Hans.Linderson@geol.lu.se



Bilaga 2. Fotoplan (Foto och bearbetning: Jens Lindström, Bobusläns museum)



Bilaga 3. Fotoplan med fynd och grävda provgropar inlagda
(Foto och bearbetning: Jens Lindström, Bohusläns museum, med
komplettering av Matthew Gainsford, Bohusläns museum)

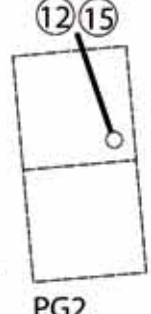


① ② ④ ⑦

⑨ ⑧ ⑩

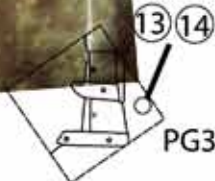


PG1



PG2

③
⑥



PG3



Bilaga 4. Fyndlista

Fyndnummer	Material	Sakord	Antal	Fyndplats	Beskrivning	Anmärkning
1	Keramik	Kruka	1	Norr om tegelhögen	Kruka i yngre svartgods, något defekt, med utåtböjd mynningsrand och två rillor på buken. Höjd: 14 cm. Mynningsdiameter: 25 cm.	Konserverat
2	Keramik	Kanna/flaska	2	Norr om tegelhögen	Två passningsbara delar som tillsammans utgör mer än hälften av en kanna/flaska i benvitt "nästanstengods". Tummad fothing, rakslutande mynning och en hänkel. Drejirillor från fot och upp till skuldran. Glasyr saknas. Kärlets höjd: 21,5 cm.	Konserverat
3	Keramik	Kruka/gryta	1	Södra delen av fartygslämningen	Fot från trebent kokkärl i yngre rödgods med invändig blyglasyr.	Konserverat
4	Keramik	Kruka/gryta	1	Norr om tegelhögen, nära fnr 1.	Mynningsbit till kruka eller gryta i yngre svartgods med utåtböjd mynningsrand. Sotig utsida.	Konserverat
5	Keramik	Kärl ospec.	1	Provgrop 1	Buksärva med drejirillor, från kruka, gryta, kanna eller flaska. Godstypen svårbestämbar pga. missfärgning.	Konserverat
6	Sten	Bryne	1	Södra delen av fartygslämningen	Del av bryne i sandsten, 10,1x5,3x3,6 cm stort.	Konserverat
7	Sten	Flinta	4	Norr om tegelhögen, i anslutning till fnr 1.	Flinta, grå till gråsvart med delvis bevarad cortex. Tre av flintorna härrör från samma nodul och har passning. Sannolikt för eldslagningsbruk.	Konserverat
8	Tegel	Taktegel	2	Tegelhögen	Munk-nunnetegel, två olika fragment i rödbrännande lera. Godsjockleken är 2,4 respektive 3,1 cm.	Konserverat
9	Tegel	Taktegel	1	Väster om tegelhögen	Del av munk-nunnetegel i rödbrännande lera, 31,5 cm långt och 11,5-13,7 cm brett. Höjd: 6,9 cm. Dåligt bränt.	Konserverat
10	Tegel	Murtegel	1	Tegelhögen	Intakt murtegel i rödbrännande lera, 29x13,5x7,5 cm stort.	Konserverat
11	Trä	Laggband	7	Provgrop 1	Mycket fragmentariska. 2,5-3,5 cm breda.	Ej sparad
12	Ben	Djurben	1	Provgrop 2	Troligen av fisk.	Ej sparad
13	Övrigt organiskt	Drev	3	Provgrop 3	Flätat djurhår för tätning i lann. Tre fragment.	Ej sparad
14	Trä	Laggband	1	Provgrop 3	Mycket fragmentariskt. Inga originalmått.	Ej sparad
15	Övrigt organiskt	Drev	4	Provgrop 2	Flätat djurhår för tätning i lann. Fyra fragment.	Ej sparad

Bilaga 5. Provlista

Nr	Typ av prov	Kontext	Provtagningsställe	Beskrivning av provet	Analyserat
1	Kalk	Tunna	Norra delen av lämnningen	Prov av knytnävsstorlek	Ja
2	Tjärä	Tunna	Västra tunnan	Provet storlek ca 3x3x3 cm	Ja
3	Drev	Skeppskonstruktion	Den norra exponerade delen av skeppskonstruktionen	Djurhårläta, ca 30 cm lång, med hål efter klinknagel	Ja
4	Tjärä	Tunna	Östra tunnan	Provet storlek ca 3x3x3 cm	Nej, sparar för eventuell framtida analys
5	Tjärä	Utrunnen tjära från tunna	Stelhad klump öster om tegelhögen	Provet storlek ca 3x3x3 cm	Nej, sparar för eventuell framtida analys
6	Metall	Tunna	Söder om tegelhögen	Tacka med måtten 10x8x7 cm	Nej, sparar för eventuell framtida analys
7	Dendro	Planklast	Provgrop 1	Eroderad plank med måtten 92x16,5x6 cm	Ja, provet ej möjligt att datera
8	Dendro	Planklast	Provgrop 1	Eroderad plank med måtten 106x12,5x45 cm	Ja, provet ej möjligt att datera
9	Umax/vedart	Planklast?	Provgrop 1	Prov av en tändsticksask storlek	Ja
10	Umax/vedart	Tunna	Norra delen av lämnningen	Del av laggband, ca 5 cm långt	Ja
11	Umax/vedart	Planklast	Provgrop 1	Prov av en tändsticksask storlek	Ja
12	Artbestämning	Provgrop	Provgrop 1	Ett flertal skal efter kalkbarrande musslor	Ja
13	Artbestämning	Planklast	Prov nr 7	Sågskiva med synliga skeppsmaskangrepp i snittytan	Ja
14	Artbestämning	Planklast	Prov nr 8	Sågskiva med synliga skeppsmaskangrepp i snittytan	Ja



Kopparvraket materialanalys

**Beställare:
Bohusläns museum**

Sara Wranne, Eva Ernfridsson och Jacob Thomas

Kulturarvslaboratoriet Studio Västsvensk Konservering

December 2005

<i>Inledning</i>	2
<i>Kalk</i>	3
<i>Tjära</i>	3
<i>Träprover</i>	4
<i>Drev</i>	5
<i>Bilaga 1 Analysis of tar from the copper wreck</i>	8
<i>Bilaga 2 Analys av kalk från kopparvraket</i>	11
<i>Bilaga 3 Analys av fibrer med hjälp av spotttest</i>	13

Inledning

Rapporten beskriver analyser som utförts på material från det s.k. kopparvraket som påträffats utanför Skaftö i Bohuslän. Preliminär datering pekar på 1400-talet och härkomst eventuellt från Polen. I vraket finns rester av last i form av koppartackor, virke och tunnor med kalk, tjära och eventuellt vax. I vraket har också påträffats tegel som tagits upp för dokumentation samt lösa föremål av vilka ett fåtal tagits upp för konservering.

Vraket har undersökts av arkeologer vid Bohusläns museum sommaren och hösten 2005. Analyserna utförs i syfte att utröna materialslag hos bland annat delar av lasten, och för att bedöma bevarandegrad hos skrov och andra trädetaljer på vraket. Resultatet från den arkeologiska undersökningen inklusive analyser utgör grund för fortsatta åtgärder.

Konservator från SVK har varit delaktig och svarat för provtagning av framför allt trä. Övriga prover togs av arkeolog från BM. Träproverna är följande: Prov 1.2.1 och 2.3.4. är delar av träplank som antas utgöra del av lasten, och prov 1.3.2. en del av ett laggband (del av tunna). Träproverna var ca 5x10 cm långa då de togs. Drevprovet var ca 30 cm långt och 2 cm i diameter. Kalkprovet var en ”klump” på ca 10 cm i diameter. Från dessa prover togs mindre prover som analyserades kemiskt och i mikroskop.

Uppdraget gällde att analysera följande prover:

Tjära. Verifiera att provet består av tjära.

Trä. Vedart samt nedbrytningsgrad.

Drev. Materialidentifikation.

Kalk. Verifiera att provet består av kalk.

Kalk

Metod

”Kalken” analyserades med kemiska metoder, dessa beskrivs utförligt i bilaga 2. Ett litet prov från ”kalkklumpen” undersöktes först med hjälp av saltsyra för att se om provet innehöll karbonat vilken avger koldioxid vid kontakt med saltsyra. Därefter undersöktes om provet innehöll kalcium. Salpetersyra tillsattes och bildandet av gipskristaller undersöktes på ett objektsglas under mikroskop.

Resultat och diskussion

När saltsyran tillsattes till ”kalken” i ett provrör hölls en tändsticka ovanför rörets öppning. Stickkan blåstes ut vilket tyder på att koldioxid bildades vid reaktion mellan saltsyra och karbonat. När en lösning av provet i saltsyra fick torka på ett objektsglas, tillsattes salpetersyra och åter torkade, bildades typiska nållika gipskristaller. Det tyder på att det finns kalcium i provet som reagerade med svavel i saltpetersyran. I provet finns alltså kalciumkarbonat. Lasten kan ha bestått av krita (kalciumkarbonat), släckt kalk (kalciumhydroxid) eller bränd kalk (kalciumoxid) som släckts i havsvattnet och därefter karbonatiserat.

Slutsats

Kopparvraket har varit lastat med kalk, det är dock osäkert om kalken varit i form av krita, bränd eller släckt kalk.

Tjära

Metod

Vid undersökningen användes lukten samt TLC (thin layer chromatography) som metod för att jämföra provet med ett referensprov av trätjära. Undersökningen är mer utförligt beskriven i bilaga 1, Analysis of Tar from the Copper Wreck av Jacob Thomas 2005.

Resultat och diskussion

Provet från kopparvraket luktade likt men starkare än den trätjära som användes som referens. Vid analysen i TLC blev mönstret av det okända provet olikt referensens men likt de mönster som beskrivs för trätjära i litteraturen (se bilaga 1). Skillnaden kan bero på olika nedbrytningsgrad, skillnad i framställningsmetod eller så består det okända provet av en blandning av olika tjäror. Det är intressant att notera att TLC analysen av tjäran i drevprovet är identisk med den tjära som transporterats på ”kopparvraket”. Kanske har tjäran transporterats för att användas i skeppets underhåll.

Slutsats

Provet består med stor sannolikhet av tjära, troligen trätjära.

Träprover

För att bestämma vedart och nedbrytningsgrad i trä från skeppets konstruktion och last har ett mindre antal prover tagits och analyserats.

Metod

Provtagning

Prover är tagna av delar av lasten då de synliga delar av skrovet som påträffats var i så pass dåligt skick och kraftigt nedbrutna av skeppsmask. Den korta fälttiden begränsade möjligheterna för arkeologerna att gräva djupare för att frilägga en skrovsida eller andra konstruktionsdetaljer. Detta innebär även att proverna är tagna i de ytligare delarna av lämningen. Ett prov är taget längre ner i sedimentet efter friläggning. Två av proverna är från den sannolika trälasten, och ett är från ett laggband. Proverna har förvarats i havsvatten under transport till SVK och har fortsättningsvis förvarats i kranvatten i kylskåp i väntan på analys.

Proverna har skurits loss med kniv. Prover har tagits från olika delar av vrakplatsen för att om möjligt få en bild av variationerna i nedbrytning i olika sorters trä, och i olika delar av vraket. Då ekonomiska faktorer begränsat antalet prov för analys kan denna information endast ses som vägledande. För att en säkrare bedömning skall kunna göras krävs fler provtagningar och analyser.

Vrakplatsen innehåller många olika slags materialkategorier, däribland flera olika metallslag. Dessa har med tiden oxiderat och på andra sätt lösts upp eller reagerat med andra ämnen. Metaller, metallsalter och andra föroreningar kan finnas löst i proverna och på så vis utgöra en felkälla i analysresultatet.

Analys

Träproverna har analyserats med avseende på vedart och nedbrytningsgrad. Vedartsanalyserna är gjorda med hjälp av ljusmikroskop och referenslitteratur. Genom att skära ut mycket fina (endast en cell tjocka) snitt i x- y- och z-ledd ur ett träprov och titta på detta i kraftig förstoring kan karaktäristiska strukturer i vedens anatomi detekteras. Dessa mönster är specifika för varje träslag.

Nedbrytningsgraden kan beräknas genom att mäta hur mycket vatten provet innehåller i förhållande till ett färskt prov av samma träslag. Den ökade mängden vatten visar på hur mycket cellulosa som brutits ner och ersatts av vatten. Proverna vattendränks i vakuumkammare och vägs. Därefter torkas de i ugn i 105 grader C i ett dygn och vägs åter. Nedbrytningsgraden U_{max} (skillnaden i maximalt vatteninnehåll) är kvoten mellan vattendränkt vikt minus torrsvikt och torrsvikt och anges i procent.

Densiteten är ett annat mått på nedbrytningen och anges i massa per volymenhet. Här mäter man skillnaden i densitet mellan ett nedbrutet prov och ett referensprov. Denna beräkningsmetod är lämplig om man kan destruera provet och skära till exakta former som lätt går att mäta volym på.

Resultat och diskussion

U_{max} är ett mått på träets förmåga att rymma vatten. Ju mer nedbrutet träet är, d.v.s. ju mer trämassa (cellulosa) som brutits ner, desto mer vatten kan träet rymma. Friskt trä rymmer vanligen upp till ca 50% vatten. Vissa typer av trä bryts ner lättare än andra. T.ex. fur och ringporiga lövträarter bryts ner snabbare än t.ex. gran, en och ek. Föremål med U_{max} ca 200-500% räknas som lågt nedbrutna, ca 500-700% som medelnedbrutna, och över 700% som kraftigt nedbrutna, även beroende av träslag. Tre prover är analyserade enligt nedan:

Prov	Vedart	U _{max}
1.2.1 Last	Ask	798%
1.3.2 Laggband	Hassel	971%
2.3.4 Last	Ek	284%

Från kopparvraket har tagits prover från den planklast som påträffats ombord, samt av delar av laggband från laggkärl. Då det endast är ett mycket litet antal prover som är tagna skall dessa ses som en riktlinje snarare än som faktiska värden. Många fler prover bör tas och analyseras för att värdena skall kunna anses tillförlitliga.

Proverna var ganska hårt kontaminerade av rester av lera, korrosionsprodukter m.m. vilket kan inverka på resultatet. Resultatet visar att prover från de delar som är av lövträ är mycket kraftigt nedbrutna, och att eken är mindre nedbruten. Den ytliga exponeringen på vrakplatsen bidrar till fortsatt snabb nedbrytning.

Slutsats

Träproverna är tre stycken och består av vardera ek, hassel och ask. Eken är mindre nedbruten än de övriga, vilket är väntat då det är ett mer beständigt träslag. Asken och hasseln är mycket kraftigt nedbrutna. Då det endast är ett prov från varje träslag kan stora felkällor finnas. Bland annat var asken kontaminerad med korrosionsrester, vilket påverkar dess vikt. För ett representativt värde bör fler prover tas. Dock kan det konstateras att dessa ytligt liggande föremål och konstruktionsdelar är kraftigt nedbrutna.

Drev

Metod

Provet av drev undersöktes först i sin helhet under arbetsmikroskop med 65X maximal förstoring. Därefter togs enskilda fibrer ut och undersöktes i ljusfält, mörkfält och polariserat ljus med maximal förstoring 200X. Som medium användes kranvatten. För den morfologiska analysen användes referenslitteratur (Appleyard 1978, The Textile Institute 1975). Som ett komplement till den morfologiska undersökningen färgades provet med olika typer av indikatorkemikalier. Bild 2 visar en drevfiber, textilfibrer som färgats med neocarmin vilket färgar proteinhaltiga prover (animaliska fibrer) gula och cellulosahaltiga prover (växtfibrer) lila. Kemisk identifikation av fibrer beskrivs i bilaga 3.

Resultat och diskussion

När provet leverades till SVK var en av utgångspunkterna att drevet möjligen kunde bestå av mossa. Det visade sig dock redan vid undersökning i 65X förstoring att de flesta av drevfibrerna är långa, relativt släta och ogrenade, se bild 1, och därför inte kan vara mossa. På

drevet fanns däremot fragment av rödalg som vuxit på vraket sekundärt. Inga repfragment kunde upptäckas. Vid undersökningen av provet i 100X förstoring i ljusfält och mörkfältmikroskopering visade det sig att drevfibrerna är täckta av fjäll som är typiska för animaliska fibrer, se bild 2. Fjällen liknar de på refenslitteraturens fårull.



Bild 1. Drevfibrer i 60X förstoring.

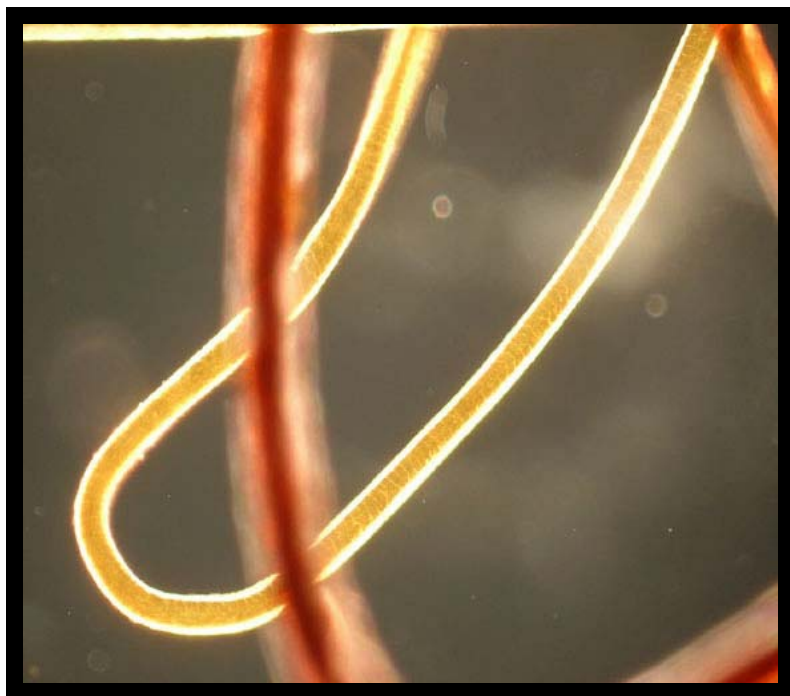


Bild 2. Drevfibrerna fotograferade i 100 X förstoring i mörkfält. Provet är färgat med neocarmin. På den gula fibern syns ull-fjällen tydligt.

Slutsats

Drevet består av animaliska fibrer. Det är mycket troligt att det är fårull.

Referenser

Appleyard, H.M., *Guide to the identification of animal fibers, British Textile Technology Group, 2nd Edition 1978*, s. 108.

The Textile Institute, *Identification of textile materials, The textile institute Manchester, seventh edition 1985*, s. 56-57.

Tiimonen Tuuli, *Introduction to Microscopic Wood Identification*, Helsinki, 2000.

Bilagor

1 Analysis of Tar from the "Copper Wreck", Jacob Thomas, SVK 2005

2 Analys av kalk från kopparvraket, Jacob Thomas, SVK 2005

3 Analys av fibrer med hjälp av spotttest, Jacob Thomas, SVK 2005

Bilaga 1 Analysis of tar from the copper wreck

Introduction

SVK was presented with a sample of a brown tar-like substance, which had been recovered from the cargo of the “copper wreck” along with other objects. SVK was asked to determine if the sample is tar, and if possible what type of tar. Analysis of the sample was conducted according to a modified protocol presented by Anthony Crawshaw at the First International Symposium on Wood Tar and Pitch in 1997¹.

Using this technique it was possible to confirm that the sample is a tar, and tentatively a wood derived product or a mixture of a wood derived product with another substance(s). This tentative assignment can be confirmed through further analysis with more advanced techniques².

Methods

Sampling

Several small samples totalling ~1cm³ were excised from the bulk of the larger sample. Care was taken to remove the samples from as close to the centre of the material as possible so as to avoid surface contamination. These samples were then collected into a small glass vial and allowed to mix resulting in a composite sample that should be representative of the bulk material.

Smell

The odour of the composite sample was first analyzed and compared to a wood tar standard available in SVK. While not totally objective, it is often possible to perform a separation of compounds by odour. This can be used to guide further analysis.

Thin Layer Chromatography³

A TLC analysis comparing the tar sample found in the cargo of the “copper wreck,” tar recovered from the caulking from the same wreck, and a wood tar standard was then run. The samples were prepared as follows. A small portion of the composite sample was taken with a glass rod and dissolved in chloroform, while a sample of wood tar standard was also dissolved in chloroform. The tar from the caulking was recovered by first rinsing a sample of the caulking fibres with deionised water and decanting off the turbid aqueous portion. The sample was then washed with 99% ethanol to help dry the sample prior to the addition of the extracting solvent. The tar was then extracted from the fibres using chloroform. To do so the fibres were submerged and agitated in chloroform. The organic phase was then collected with a pasteur pipette. This was then concentrated by partial evaporation prior to spotting onto the TLC plate. The three dissolved samples were then spotted onto a Merck plastic backed silica gel 60 TLC plate. The plate was developed in 3:2 chloroform to cyclohexane, and then visualized with short wave UV and iodine vapour.

¹ Crawshaw, Anthony, “Low technology Analyses of Tars and Pitches,” Proceedings of the First International Symposium on Wood Tar and Pitch, State Archaeological Museum, Warsaw, 1997.

² Egenberg, Inger Marie, “Kiln-Produced Tar,” Proceedings of the First International Symposium on Wood Tar and Pitch, State Archaeological Museum, Warsaw, 1997.

³ Zubrick, James W., The Organic Chem Lab Survival Manual, John Wiley and Sons, 1997.

Results and Discussion

Smell Test

The sample of tar from the cargo had a distinct odour, which is similar to but sharper than the wood tar standard⁴. This difference could be due to the age of the sample relative to the wood tar standard; exposure of the sample to sea water, sediment, and contaminants whilst on the “copper wreck;” different composition of the tar sample; wood tars prepared from different tree species; tars collected from different fractions during distillation⁵, or it could be that the tar sample was derived from a source other than destructive distillation of wood. However, the sample smells distinctly tar like.

TLC Analysis

While the results are qualitative, this technique allows for relatively quick and low cost analysis of organic products. It is possible to compare the “fingerprints” of different samples, and if one has a large enough library of known standards, it is possible to make distinctions and identify unknowns. Anthony Crawshaw of the York Archaeological Trust has developed a technique for analysis of tars and pitches using TLC and infrared spectroscopy. Mr. Crawshaw has refined the TLC technique and is now able to identify samples with TLC alone⁶. We have modified Crawshaw’s technique to fit our solvent library; this has altered the observed Rf values from those predicted by Crawshaw, however, the fingerprint pattern should remain unchanged and from that conclusions can be drawn.

The TLC analysis of the various samples has proven to be quite interesting and useful. The “fingerprints” of the tar from the cargo and the tar extracted from the caulking fibres match nearly perfectly. It should also be noted that their spot patterns resemble that described by Crawshaw for wood derived tars⁷. The differences between the samples can be explained as a matter of differing concentration of the samples, with the tar from the cargo being much more concentrated and as such revealing a bright spot in a UV visible streak where one is not visible in the caulking tar.

Both samples show marked differences from the wood tar standard used in this analysis. These differences from a wood tar standard could be due to many reasons but are likely related to the age and degree of decomposition of the samples from the “copper wreck” relative to the wood tar standard, or due to differences in tar preparation. Another possibility is that the tar samples represent a mixture of tars from different sources. If this is the case, then the matching fingerprints of the tar from the cargo and from the caulking becomes quite significant. That is, if the samples are the same mixture, then it would be possible to connect the tar used to construct, or at least refit, the boat to the tar being carried by the boat when it sank. This connection could perhaps be used to identify the origin of the tars and possibly make further conjectures about the ship and its cargo.

The results of the TLC analysis are listed below. For a copy of the TLC plate please refer to the appendices.

⁴ The wood tar standard smells quite similar to a smoked tea, like lapsang suchong.

⁵ Egenberg, Inger Marie, “Kiln-Produced Tar,” Proceedings of the First International Symposium on Wood Tar and Pitch, State Archaeological Museum, Warsaw, 1997.

⁶ Crawshaw, Anthony, email correspondence, November 2005.

⁷ Crawshaw, Anthony, 1997.

Sample	Rf values of visible spots	Rf values of UV spots	Rf values of I ₂ spots
Tar from the cargo of the "copper wreck"	0.00, streak to 0.17	0.0, streak to 0.17, 0.38, 0.48, 0.51, 0.68, streak to 0.84, 0.91	0.0, streak to 0.17, 0.38, 0.48, 0.51, 0.95
Tar extracted from the caulking fibres	0.00	0.0, streak to 0.15, 0.40, 0.48, 0.51, streak to 0.84, 0.91	0.0, streak to 0.15, 0.40, 0.48, 0.51, 0.95
Wood tar standard	0.00	0.0, streak to 0.46, 0.85	Streak to 0.17

Table 1 Rf values from thin layer chromatography analysis.

Conclusions

Based on the solubility of the tar-like material in chloroform, its appearance and physical properties, its smell, and TLC analysis it is possible to conclude, with high confidence, that the material is a tar. Using the above techniques it was not possible to identify, with high certainty, the source for the tar, this is due to inherent limits of the techniques as well as the age and condition of the sample itself. However, the TLC analysis of the sample displays a characteristic pattern for wood derived tars, that is, an I₂ visible spot, at Rf=0.95, not coincident with a UV visible spot, at Rf=0.91⁸. This pattern allows for a tentative identification of the sample as a wood derived tar⁹.

The differences from the wood tar standard can be due to a number of reasons, but are likely due to the age and state of decomposition of the sample¹⁰. This can be verified by using historical samples of various wood tars as well as samples of other tars recovered from wrecks.

The similarities between the tar extracted from the caulking fibres to the tar from the cargo are quite striking and warrant further analysis. If the samples prove to be a mixture of tars, and the mixture is identical, then it can be of significance. Should further analysis be desired, gas chromatography coupled to mass spectrometry, H¹ and C¹³ nuclear magnetic resonance spectroscopy, and infrared spectroscopy would be recommended. The infrared and NMR spectroscopy can be used to determine if the samples are a mixture of wood derived products with other tars, and the GC-MS can be used to identify many of the constituents. When combined these techniques will provide positive identification, as well as, quantitative analysis of the samples with a high degree of certainty. If the sample is truly a wood tar it might also be possible to identify specific tree species and from that, localize the source of the tar.

⁸ Crawshaw, Anthony, 1997.

⁹ The author would like to emphasize the tentative nature of the assignment and asks that further analysis of the sample be called for

¹⁰ Crawshaw, Anthony, email correspondence, November 2005.

Bilaga 2 Analys av kalk från kopparvraket

A sample of concretionary material was recovered from the “copper wreck.” SVK was asked to determine if the material was lime as suspected and to characterize the material. It was determined that the material is predominantly calcium carbonate.

Methods

Sampling

A small section of the external portion of the bulk sample, which had been recovered from the “copper wreck,” was removed and the underlying material was sampled with a spatula. Roughly 1 cm³ was collected and divided amongst four test tubes. Meanwhile a sample of calcium oxide was prepared in a test tube as well as a sample of sodium bicarbonate.

Test for Carbonate

One sample was treated with deionised water as a control specimen, while a second was treated with 5N HCl. The samples of calcium oxide and sodium bicarbonate were also treated with 5N HCl. When treated with the HCl each tube was closely observed for the formation of bubbles, which is indicative of the presence of carbonate, or a reactive metal. If the solution bubbled a lit match was inserted into the test tube. If reactive metals were present the match would have flared or, “popped,” but if carbonate was present the match would have been extinguished.

Test for Calcium

The supernatant from the sample that had been treated with 5N HCl was gravity filtered to remove particulates. The resulting clear solution was sampled and several drops were placed on a microscope slide, which was then heated on a hot plate until the drops were completely dry. The remaining spots of white crystalline solid were covered with cover slips and a drop of 2N H₂SO₄ was placed at the edge of the slip. The slide was observed as the acid was wicked beneath and reacted with the crystalline solid, if calcium is present it will react with the H₂SO₄ to form needle like crystals of gypsum.

Results and Discussion

When tested for carbonate, the sample yielded copious effervescence, which extinguished a match when applied to the mouth of the test tube. The sample of CaO did not bubble at all and did not extinguish the match, while the sample of NaHCO₃ also bubbled and extinguished the match. The results of the test indicate that the material contains a carbonate, and the vigorous nature of the reaction indicates that it is predominantly carbonate. This could be verified by gravimetric analysis using a solution of Ba(OH)₂ of known concentration.

When tested for calcium, the sample immediately reacted with the H₂SO₄ to form needle like crystals. This is indicative of the presence of Ca²⁺ ions, and it can be inferred from the rapid reaction with the sulphate ions that Ca²⁺ is a major species in the sample. The content can be verified using volumetric titrations with EDTA.

Conclusions

Based on the above qualitative tests it is possible to conclude that the majority of the sample is CaCO_3 . While sample is technically not lime, CaO , or slaked lime, CaOH , the term lime is often used to encompass a range of products that include CaCO_3 . Therefore within a historical perspective it is possible to call the sample removed from the “copper wreck” lime.

During the analysis of the sample many dark inclusions were observed in the bulk of the material. These inclusions seem to be carboniferous and could be charcoal. These could be artefacts from the production of the crushed CaCO_3 or they could be artefacts from a fire aboard the ship and could point to how/why the ship sank. It would be interesting to analyze these dark inclusions to see what they are and if possible why they are included in the lime.

Bilaga 3 Analys av fibrer med hjälp av spotttest

Procedure and Observations

It was proposed that substrate specific stains in conjunction with light microscopy could be used to help characterize and classify fibres within the sample. To test this idea small samples, containing a few fibres were excised from the caulking fibre clump. These samples were separated and washed in deionised water then dried over vacuum in a Buchner funnel. The washed fibres were then separated into samples and stained with fluoroglucinol, Herzberg stain, C stain, iodide-iodine starch stain, and neocarmine. Slides were prepared from the stained samples with unstained fibres used as controls, and these slides were then examined using both light field and dark field microscopy.

The initial observations revealed that there was too much tar on the samples to effectively read their morphology or to interpret the stains accurately. A larger “bulk” sample was then excised to allow for an accurate assessment of the total fibre content. The sample was rinsed with ethanol to remove much of the water; then it was placed in a test tube and washed with dichloromethane. The solution immediately became yellowish brown, and the fibres were separated and dried under vacuum using a Buchner funnel. The washing and drying procedure was repeated, and the resulting, separated fibres were re-suspended in dichloromethane. These were then used for preparing slides for staining as mentioned above. The observations and results using the stains are as follows.

Fluoroglucinol is a reagent used to identify lignin in cellulosic materials. Fluoroglucinol binds to lignin and forms a bright pink complex, which is easily recognized. It is especially useful when coupled with morphological observations using a microscope, allowing for greater confidence when identifying fibres in paper or textiles, or for determining species of a woody plant. This technique would have been useful for identifying and characterizing the fibres if they had been from recycled cordage, that is oakum, or from a fibrous moss species. However, upon addition of fluoroglucinol the fibres were seen to turn yellow which is not a positive result for lignin.

Herzberg and C stain are related and make use of metal chloride and iodide-iodine complex to again identify lignin but also sort fibres by the amount of chemical treatment they have received. These stains again would have been useful for identifying and sorting the fibres if they would have been from oakum. They both yielded predominantly negative results for the presence of lignin. There were a few fibres, which did appear to be stained yellow which indicates that they were likely jute.

Iodide-iodine starch test¹ was used to determine if any of the fibres could have been from Iceland moss¹, which is native to northern Europe and North America. This moss has a high starch content, and, therefore, iodide-iodine could be used to indicate its presence. The starch test was negative as the fibres did not have any blue regions when observed under the microscope.

Neocarmine is used as a qualitative stain to identify different fibres in a textile. It stains cellulosic fibres blue to purple and pertinacious fibres red to yellow. Upon addition of neocarmine the fibres turned predominantly yellow and orange indicating that they were different grades of wool or other animal hair.

A secondary result of the washing and staining of the fibres is that their morphology became extremely clear and several fibres which were left as unknown in the unstained samples could easily be identified as animal fibres because their scaling pattern was accentuated by the removal of the tar and the binding of the stain.

Conclusions from staining procedure

While it is possible to pick through the fibres to find a few jute or bast fibres and even some fibres from moss (as evidenced by the recovery of an intact fruiting body from the sample), staining indicates that the vast majority of the fibres are from animal sources, likely wool. As such the presence of moss and bast fibres can be seen as anomalous and not characteristic of the bulk of the sample of caulking material.

Bilaga 7. Sammanställning av dyktider

Datum/dykare	Dyk 1	Dyk 2	Dyk 3	Total dyktid
Måndag 12/9				
Jens Lindström	13:07–13:50	17:06–17:44	-	1 tim 21 min
Waldemar Ossowski	13:13–14:00	14:14–15:06	17:06–17:53	2 tim 26 min
Staffan von Arbin	15:15–15:50	16:00–16:38	-	1 tim 13 min
Summa dyktid:				5 tim 0 min
Tisdag 13/9				
Jens Lindström	9:17–10:35	12:33–13:16	14:20–14:36	2 tim 17 min
Waldemar Ossowski	10:55–11:45	15:39–16:43	-	1 tim 54 min
Staffan von Arbin	14:10–15:15	16:45–17:25	-	1 tim 45 min
Summa dyktid:				5 tim 56 min
Torsdag 15/9				
Staffan von Arbin	14:14–15:27	17:52–18:45	-	2 tim 6 min
Sara Wranne	14:14–14:44	17:20–18:02	-	1 tim 12 min
Waldemar Ossowski	15:45–17:29	-	-	0 tim 44 min
Jens Lindström	16:05–16:59	-	-	0 tim 54 min
Summa dyktid:				4 tim 56 min
Fredag 16/9				
Staffan von Arbin	9:35–10:19	12:31–13:03	-	1 tim 16 min
Waldemar Ossowski	9:55–10:48	-	-	0 tim 53 min
Joakim Severinson	10:41–11:46	-	-	1 tim 5 min
Jens Lindström	11:11–12:08	-	-	0 tim 57 min
Summa dyktid:				4 tim 11 min
Torsdag 22/9				
Thomas Bergstrand	10:27–10:41	12:21–13:02	-	0 tim 55 min
Jens Lindström	12:27–12:44	-	-	0 tim 17 min
Staffan von Arbin	10:54–11:38	13:15–14:01	-	1 tim 30 min
Summa dyktid:				2 tim 42 min
Sammanlagd dyktid under fältarbetsperioden:				22 tim 45 min

