

# Gokstadskipet

---

*Noen nye idéer vedrørende hensikten med  
visse konstruksjonsdetaljer.*

G. A. COTTELL †, M. Sc.

## *Innledning.*

I Vikingskipmuséet på Bygdøy, Oslo, er det to meget gamle skip, Osebergskipet og Gokstadskipet, som lenge har vært gjenstand for forfatterens beundring, både p.g.a. den elegante konstruksjon og p.g.a. båtbyggernes bemerkelsesverdige dyktighet. Begge skip ble tatt ut av gravhauger i Norge forbausende uskadde, takket være egenskapene i den leire de hadde vært begravet i. Gravene er blitt datert til ca. år 800 for Osebergskipet og til ca. år 900 for Gokstadskipet. Skipene hadde vært i bruk og er derfor noe eldre enn gravene.

Mens Osebergskipet er enestående med hensyn til elegante linjer og rikdom av dekorativ utsmykning, er Gokstadskipet mer interessant konstruksjonsmessig. Av den grunn falt valget på Gokstadskipet da forfatteren av denne artikkel satte ut i livet beslutningen om å bygge en modell av et vikingskip. Skipets data er gitt i vedlegget. For ytterligere detaljer henvises til referansene 1-A, 2-B.

For å bygge modellen ble et sett tegninger anskaffet, publiserte opplysninger om konstruksjonsdetaljer ble konsultert, og skipet selv ble studert visuelt i museet. Et nærmere studium av disse ting i sammenheng vekket også forfatterens profesjonelle interesse som ingeniør p.g.a. en rekke noe forvirrende trekk. De viktigste av disse er:

- I Hvordan klarte skipets mannskap å reise og låre masten, den var omtrent 13 meter lang og veide ca. 330 kg, mens skipet rullet og hev seg i bølgene? Dette er en meget vanskeligere jobb enn man umiddelbart skulle tro.

- II Hva er hensikten med to massive treblokker (en av dem er vist ved A i fig. 1) plassert på hver side av skipet mellom spant 11 og 12\* i høyde med dekket? Begge blokkene har to solide spor med hovedakse i skipets lengderetning. Antagelsen om at de er understøttelse for spri,<sup>3</sup> synes tvilsom.
- III Hva skulle tre høye vertikale støtter tjene til, hver med et lite tverrtre på toppen (B i fig. 1)? En støtte var like ved masten, de andre mellom spant 4 og 5, henholdsvis 15 og 16. At de skulle tjene til å stue bort årene,<sup>4</sup> er uholdbart.\*\*
- IV Hvorfor var den midtre vertikale støtte forsynt med en ekstra ribbe (C i fig. 1) slik at den ble forsterket mot bøyning fremover eller bakover?
- V Hvorfor var de to andre vertikale støtter laget slik at de kunne rotere om deres vertikale akse og også taes helt ut av fotstykket i skipet?
- VI På undersiden av begge esingene er en sammenhengende serie av rektangulære knotter. (D i fig. 1, men tydeligere vist i fig. 2) som strekker seg nesten over hele lengden av skipet. Disse hevdes å være skjoldknagger<sup>6</sup> til å henge skjoldene på for å pynte skipet. Ved utgravningen ble restene av 32 skjold funnet langs hver side av skipet, delvis overlappende hverandre. Hvis vi tar den kjente skjolddiameter til å være 1 m og regner med en overlapping på 40%, så vil den lengde av esingen som dekkes av skjoldene, bli ca. 20 m med en fri lengde foran og bak på ca. 1,5 m. Konklusjonen blir at 32 skjold er det maksimale antall og med en mer eller mindre fast plass for hver. Hvorfor da ha 104 knagger til disposisjon når 32 ville være tilstrekkelig?

Det ble besluttet å forsøke å finne svar på disse spørsmål — det ga en ekstra interesse til byggingen av modellen — videre å gjøre dette uten tanke på hva som måtte ha blitt publisert tidligere, og dermed kunne nærme seg spørsmålene med et åpent sinn — og endelig å se om det var mulig å komme til tilfreds-

\*Spantene er nummerert aktenfra, slik at det 10. spant kommer akkurat foran masten.

\*\*Hovedinnvendningene er: (1) Tverrtrærne er utenfor rekkevidde fra dekk. (2) Tverrtrærnes utforming kunne vanskelig vært mer uskikket for bortstuing av årer. (3) Tverrreet på den midtre støtte ville måtte bære dobbelt så mange åreender som de andre tverrtrær. I tillegg ville dets kapasitet være betydelig redusert p.g.a. at masten ville være i veien. (4) Årene varierer i lengde fra 5,3 m til 5,85 m,<sup>5</sup> og avstanden mellom tverrtrærne er 5,43 m (akter) og 5,24 m (foran) slik at de korte årene ikke kunne plasseres i bakre gruppe og bare med stor forsiktighet i fremre. (5) Den enkelte åre kunne ikke bli lagret på en bestemt plass, hvilket ville resultere i virvar når de rette årer skulle finnes igjen.

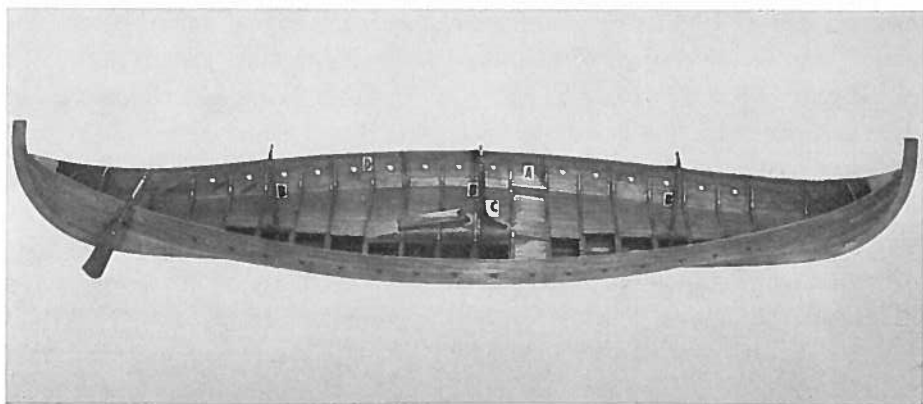


Fig. 1.

stillende svar bare ut fra det bevismaterialet som skipet selv kunne gi. Til forfatterens store forbauselse kunne alle spørsmålene besvares utfra hva som nødvendigvis måtte bli indisiebevis. Det kom fram at eksistensen av et spesielt redskap for å sette opp og ta ned masten ville gi nøkkelen til svar på alle spørsmålene med én unntagelse, spørsmål IV, som ikke direkte er avhengig av dette spesielle redskap. De forskjellige forvirrende trekk fant pent sin plass i hva som syntes å være en vel gjennomtenkt plan. Omvendt ga da dette sterk støtte til de opprinnelige momenter som pekte i retning av nødvendigheten av et slikt spesielt redskap. Modellen var konstruert tilstrekkelig detaljert og nøyaktig til at det var tilrådelig å bygge et slikt spesielt redskap i samme skala for å gjøre praktiske forsøk. Dette ble gjort, og det hele funnet å virke fortrinnslig.

Modellen, vist i fig. 1 og de andre figurer, er bygget i målestokk 1:28.

#### *Reising av masten.*

Masten er et ganske formidabelt stykke tømmer. Den er laget av furu, og den skal ha vært ca. 13 meter lang,<sup>7</sup> diameteren nede har vært 30 cm, og det har vært antatt at den øvre  $\frac{2}{3}$  har konet av til 10 cm diameter på toppen. Den beregnede vekt er 330 kg, og tyngdepunktet (punktet hvor et tau ville måtte festes hvis masten skulle balansere horisontalt når den ble løftet bare i det) er beliggende omtrent 5,2 m fra nedre ende.

Masten holdes på plass av to meget solide deler, kjerringa og mastefisken. Kjerringa hviler på kjølen, festet til spant 10, og har et hull, mastesporet, for mastens nedre ende. Mastefisken er like over kjerringa festet til tverrspan-

tene for spant 7 til 12. Gjennom mastefisken går et langt vertikalt spor litt bredere enn diameteren på mastefoten i langskips retning. Den fremre ende av sporet er lukket og danner en halvsirkel rett over hullet i kjerringa, og den aktre ende er tilpasset et låsestykk som settes på plass etter at masten er reist for å hindre den i å falle bakover. Å reise masten innebærer da først å plassere mastefoten i sporet i mastefisken med mastetoppen litt til babord eller styrbord for akterstevnen (mastetoppen strekker seg utenfor denne), deretter løfte øvre del av masten slik at mastefoten glir ned i mastesporet i kjerringa, og med masten vertikalt låse denne ved å sette mastelåsen på plass.

Å reise en slik mast vertikalt ved håndkraft og tauer er en liketil operasjon hvis den gjøres på landjorden. Alt som kreves er et grunnt hull i jorden for å hindre mastefoten fra å gli, en gruppe folk som i starten løfter øvre del, en diamentralt motsatt gruppe som trekker i et tau festet til toppen av masten, to mindre grupper, en på hver side, som drar i hver sitt støttetau for å hindre masten i å dreie sideveis og et 4. tau festet til mastetoppen og bemannet med de første løfterne som skal hindre at masten i sluttfasen vipper for langt over.

Med et skip som Gokstadskipet flytende på stille vann, er en slik operasjon adskillig vanskeligere. Enhver sidebevegelse av masten vil få skipet til å krenge i samme retning. Det igjen vil få masten til å helle ytterligere, som igjen vil få skipet til å krenge mer, og så videre, et typisk eksempel på en innebygget instabilitet. Det er derfor vesentlig å kunne hindre sidebevegelser av masten slik at toppen, mens den løftes, tvinges til å følge et vertikalplan som bibeholdes så fastlåst som mulig *i forhold til skipet*. Hvis skipet var på land, ville ikke dette være vanskelig idet folkene som holdt i støttetauene, kunne plassere seg langt ut til sidene langt vekk fra masten og derved få effektivt drag. Men med et skip på vann kan folkene ikke fjerne seg, og avstanden fra støttetauene til masten blir begrenset til halve skipets bredde, ca. 2,6 m for Gokstadskipets tilfelle, og støttetauene blir derfor nesten vertikale. For i det hele tatt å kunne gi noen støtte måtte tauene være festet til skipssidene. Dette ville gi mest mulig spredning, men det er ikke noe utstyr på skipet som passer til det. Årehullene kunne bli brukt, men disse er ikke på linje med den del av masten som denne vipper om (som selv varierer mens masten glir ned i mastesporet), slik at tauene kontinuerlig ville måtte justeres, den ene side synkront med den andre. Konklusjonen må bli at selv om det ikke er umulig, så ville det å reise masten mens skipet flyter på stille vann, være et hasardiøst foretagende.

Med skipet hivende og rullende i rom sjø ville vanskelighetene øke enormt. Det ville være nødvendig kontinuerlig å opprettholde meget stramme tauer, for hvis ikke det ble gjort og masten fikk vippe eller svinge sideveis selv aldri

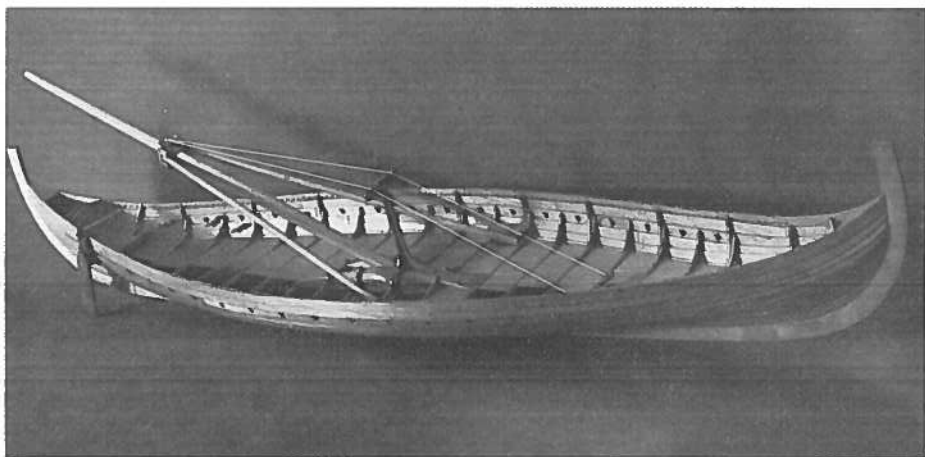
så lite, kunne den lett få stor nok bevegelsesenergi til å brette seg selv løs og enten gå overbord eller kile seg fast i mastefisken og gjøre alvorlig skade. Under reisingen av masten og fotendens bevegelse ned i spalten i mastefisken, sannsynligvis i en serie av rykk p.g.a. friksjonen, ville strekket i tauene avta på samme måte, og det ville være nødvendig med nesten momentan regulering for å unngå slakket. Og jo høyere masten ble reist, jo vanskeligere ville det være å opprettholde kontrollen.

Forfatterens konklusjon ble at den eneste måte å sikre sideveis stabilitet under de forhold som kunne forventes til sjøs, ville være å sørge for å ha støtter som kunne oppta trykk såvel som strekk, og som ikke krevet korrigerende under bruk. Denne fordring ville bli oppfylt hvis tømmerstenger ble brukt i stedet for støttetauer, og derved dannet en mastekran.

Hvis kranbenene var leddet til hverandre i toppen og var dreibare nederst på hver sin side av skipet, ville de være i stand til å føre mastens topp i et fast vertikallplan i forhold til skipet, selv om skipet rullet. Siden dreiepunktene for kranbenene og masten ikke kunne ligge helt på linje med hverandre, ville det være nødvendig at krantoppen og masten kunne gli litt i forhold til hverandre. Hvis toppleddet var formet som et «U»-stykke som masten kunne hvile i, ville dette krav bli innfridd, og det ville være lett å få masten på plass i kranen.

Det er nødvendig for å få størst mulig avstand mellom mastebenene at disse har sine dreiepunkter nær esingene og ikke for langt fra mastefoten. Videre må masten når den før reisingen ligger med foten i mastefisken, ha en viss liten vinkel i forhold til skipets lengderetning for at mastetoppen skal gå klar av akterstevnen. Derfor må kranbenenes dreiepunkter være plassert slik at når mastekranen ligger nede, så vil den også ha denne vinkel. Hvis masten lå på motsatt side av akterstevnen, ville det være nødvendig med et annet sett av dreiepunkter. Dette er hovedtrekkene i mastekranens mekanikk slik de ville bli spesifisert i dag for å kunne tjene det spesielle formål.

Nå kommer de to treblokker med spor, plassert mellom spant 11 og 12 (A i fig. 1), inn i bildet. Hvis en linje trekkes fra midten av et spor til midten av det *diagonalt* motsatte spor på den annen side av skipet, og hvis det fra denne linjes midtpunkt trekkes en perpendikulær, så vil denne perpendikulær treffe skipssiden ved spant nr. 2 som omtrent svarer til det sted mastetoppen naturlig ville ligge hvis masten hvilte på esingen med mastefoten i mastefisken. Det samme ville være tilfelle hvis linjene var trukket på grunnlag av det annet sett av diagonale spor i treblokkene. Hvis derfor kranbenene dreide seg i diagonalt motsatte spor, ville krantoppen ha korrekt posisjon i forhold til masten. Stedet ved spant 2 er også et passende sted for festing av tauer eller



*Fig. 2.*

andre ting til den øvre del av masten. Bortsett fra at disse treblokkene er plassert noe lenger fra masten enn ønskelig (den sannsynlige grunn for dette er forklart senere), kunne blokkene neppe vært bedre egnet enn de er for å tjene som dreiepunkt for kranbenene. Formålet med dem er derfor forklart.

#### *Mastekranen i bruk.*

Som nevnt tidligere ble det laget en mastekran i samme målestokk som modellen av skipet for å gjøre praktiske forsøk. Kranbenenes lengde ble tatt som avstanden fra de diagonalt motstående spor til litt fra spant 2, hvilket svarer til ca. 9,2 m for et skip i full størrelse. «U»-stykket var formet slik at en surring kunne gjøres over dets åpne ende for å styrke det og for å sikre at det holdt seg på plass rundt masten. Videre ble kranen utstyrt med fester for heisetauene. Mastebenene var hengslet til «U»-stykket slik at de kunne svinge ut i forhold til masten, og kranføttene var utstyrt med sylindriske utkragninger på utsiden som passet inn i sporene i treblokkene. De følgende illustrasjoner viser mastekranen i forskjellige stadier under bruk.

Fig. 2 Kranbenene er i stilling, og tauene er blitt strammet tilstrekkelig til å reise masten litt\*.

\*Det vil sees at tauene går over tverrtreet på den sentrale støtte. Forklaringen på dette vil fremgå av vedlegget.

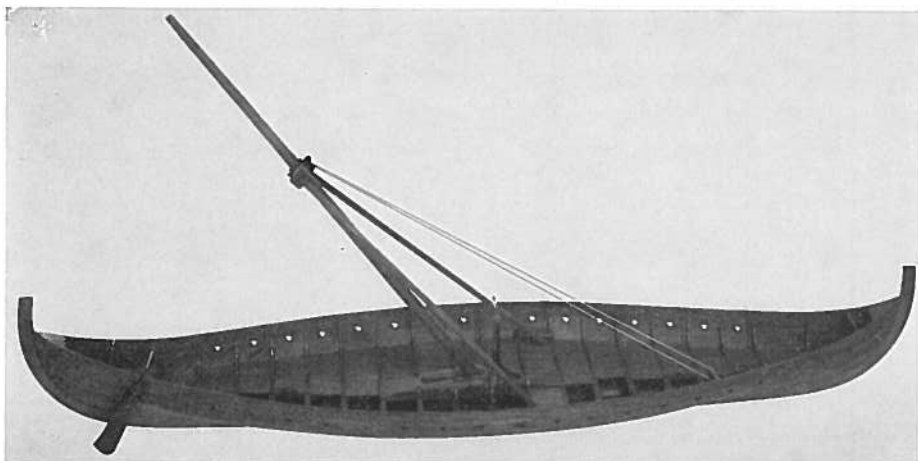


Fig. 3.

Fig. 3 Viser et mellomstadium i reisingen.

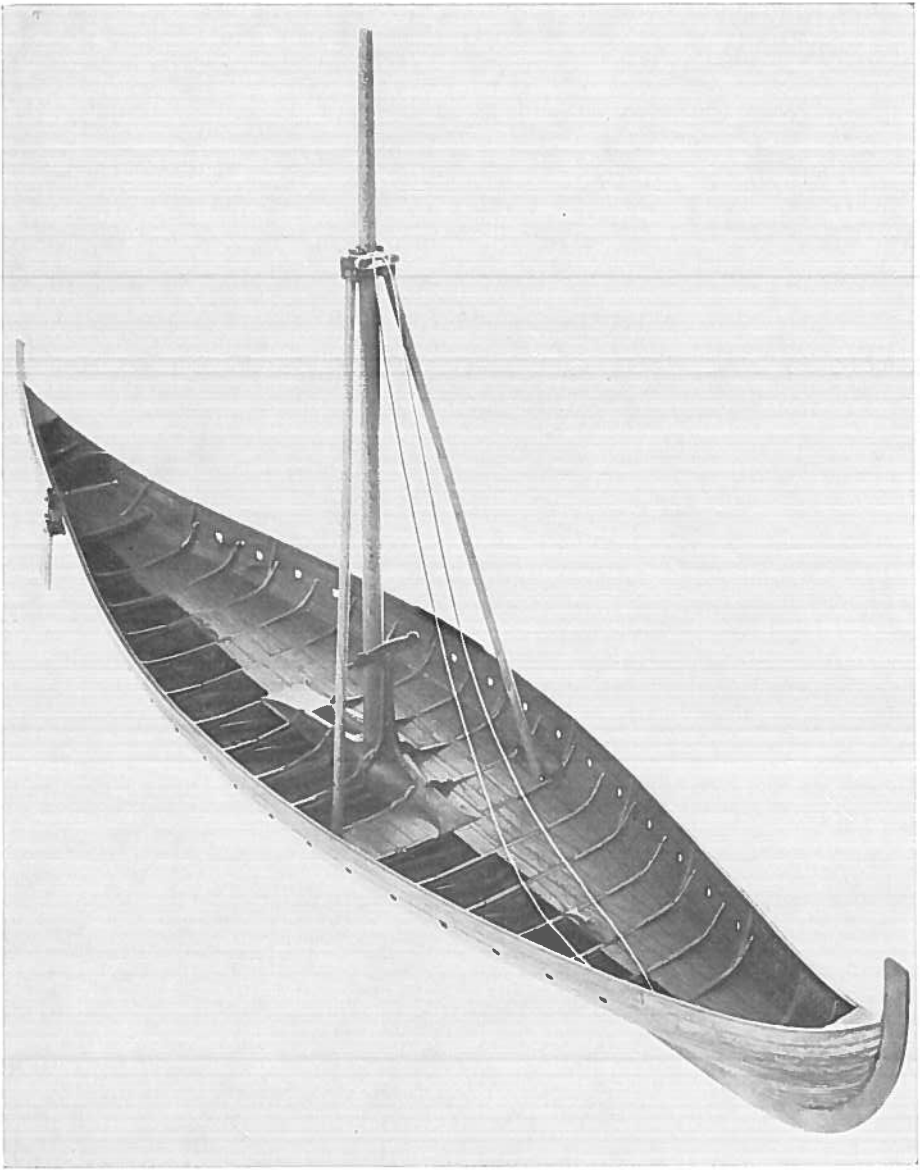
Fig. 4 Den fullt oppreiste mast har av seg selv glidd ned i mastesporet gjennom sporet i mastefisken. Det mangler bare å sette mastelåsen på plass (dette er vist i fig. 5).

På et hvilket som helst trinn i løfteoperasjonen kan skipet (☉: modellen) vugges ganske kraftig uten å sjenere masten.

For å låre masten taes trinnene i motsatt rekkefølge. P.g.a. friksjonen må det innledningsvis utøves en viss kraft i motsatt retning.

Etter å ha reist masten, oppstår et formidabelt problem: Hva skal gjøres med mastekranen? Den kan selvsagt bli firt ned (det er antatt at dette kunne gjøres ved hjelp av tau håndtert fra dekket, men som ikke er tatt med på modellen) og stuet på dekk, hvor den ville oppta verdifull plass og være en sann plage.

Skipets konstruksjon som helhet viser at de dyktige byggerne må ha utvist en god del omtanke på å løse de forskjellige problemer som meldte seg. Det er derfor rimelig å anta at de ville finne en bedre måte å stue vekk mastekranen på enn å la den ligge løs på dekk, og dette har de antagelig funnet. Hvis kranbena senkes ned langs masten, én forover og én akterover slik at de hviler på de tre støttene som vist på figur 5, er de ikke bare fornuftig stuet og likevel klar til bruk når masten skal låres, men danner også en horisontal teltstang for et telt som kan dekke det meste av skipet. Dette forklarer hensikten med støttene.



*Fig. 4.*

At Gokstadskipet er sjødyktig og i stand til å gjennomføre lange reiser, ble bevist i 1893. Da krysset en Atlanterhavet på 28 døgn med en nøyaktig kopi bygget i Sandefjord og opplevde uvær uten alvorlige problemer.<sup>8</sup>



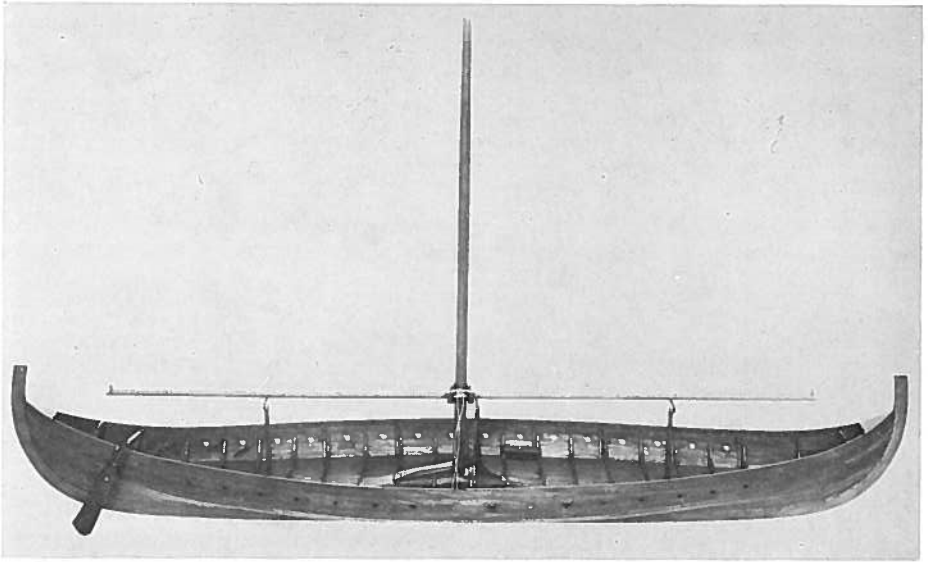


Fig. 5.

Under lange reiser i slike skip er det nødvendig med beskyttelse fra vær og vind både for mannskap og utstyr. Et telt som kunne gjøres noenlunde vindtett, ville være tilstrekkelig til å gjøre situasjonen utholdelig.

Det er derfor ingen overraskelse at Gokstadskipet ser ut til å ha vært utstyrt med hva som synes å ha vært et meget brukbart telt.

At kranbena kan benyttes som en horisontal teltstang, er ikke det eneste indisiet som peker hen på at det har eksistert et letelt.

Det er allerede nevnt at blokken som er forsynt med spor som danner omdreiningpunkt for kranfoten, er plassert lenger fra mastefoten enn ønskelig. Hvis blokkene hadde vært plassert tvers av mastefoten, den ideelle plassering, ville kranbena ha vært kortere. Når de så ble benyttet som teltstang, ville de bare ha gått til spant 17 i forskipet og spant 2 i akterskipet og gjort stavn og akterstavn åpne, uten telt.

Hvis tverrtreet på støttene ble stående tverrskips, slik som når kranbena ble låret ned på dem, ville endene på tverrtreet skade teltduken. Hvis imidlertid støttene ble dreid med tverrtreet langskips, som vist på figur 6, vil de ikke stikke ut, og kranbena kan festes til dem med surring. Dette forklarer hvorfor støttene er dreibare.

De rektangulære knottene under esingen strekker seg ikke lenger enn teltstangen, og dette tilsier at det er en sammenheng her. Hvis teltet skal være

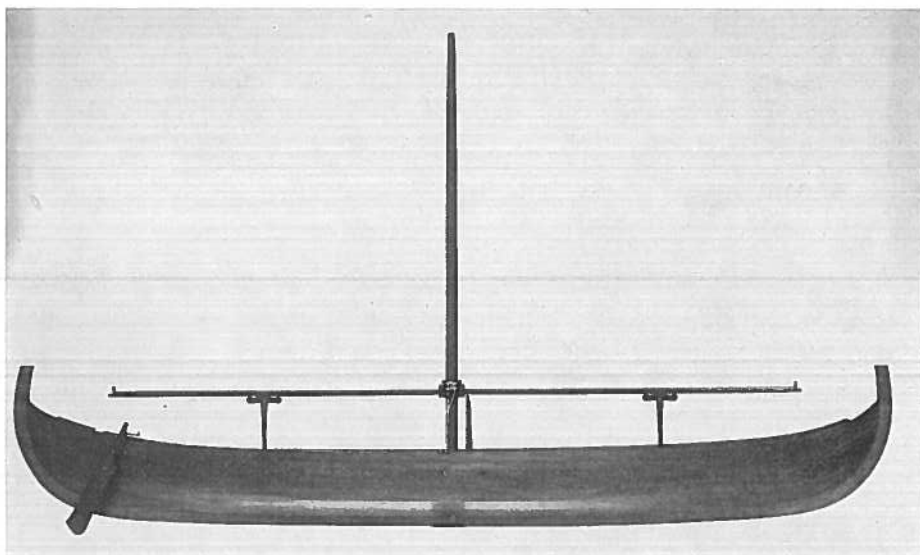


Fig. 6.

noenlunde vindtett og være i stand til å motstå vind ofte av storms styrke, er det en betingelse at teltduken er solid festet til csingen.

De nevnte knotter passer bemerkelsesverdig godt til dette formål og kan også når nødvendig brukes til å henge opp skjold på. Som festepunkter for teltduk blir da det store antallet forståelig. Det er verd å legge merke til at et bilde av kopien av Gokstadskipet,<sup>9</sup> avbildet i Sandefjord havn, viser midtskipet dekket av et telt som her antatt. Endegavler av samme type som benyttes for telt på land, ser ut til å ha vært benyttet for å holde oppe de to horisontale teltstengene, en på hver side av masten.

#### *Drøftelse.*

Ved å anvende noen elementære ingeniørmessige betraktninger på problemet med å reise og låre masten på Gokstadskipet i rom sjø, fremgår det at dette ikke er gjennomførbart som en rutinejobb bare utført ved hjelp av tauer og menn.

Spesielt utstyr er nødvendig for å stabilisere masten lateralt hvis den skal kunne reises og låres etter behov, og dette siste er vesentlig hvis operasjonen skal være til nytte for mannskapet.

Når en tar i betraktning de begrensninger enkle verktøy og få materialer skapte, ser en rigg i form av en mastekran ut til å ha vært det eneste mulige valg. En kan derfor anta at båtbyggerne ville være kjent med behovet for et spesielt utstyr, antagelig som et resultat av bitter erfaring, og at dette behovet best ble tilfredsstillet ved en mastekran.

Betydningen av det å finne, som en del av selve skipet, et arrangement for en dreibar understøttelse av kranbena, i form av blokkene med sine særegne spor, behøver ikke understrekes. Som omdreiningspunkt for kranbena tilfredsstillende blokkene alle krav, og det er vanskelig å tenke seg at de skulle ha noen annen anvendelse. Ved å anta eksistensen av en mastekran og så finne det nødvendige arrangement i skipet for en slik, er en sterk indikasjon på at den har eksistert.

Sett separat er de tre støttene med tverrtre på vanskelig å forklare. Men når vi finner ut at kranbena kan stuves på dem, og at kranbena i denne posisjon danner en horisontal teltstang for et tilfredsstillende telt, må det fastslås at eksistensberettigelsen av mastekranen er godt underbygget.

Når en først kjenner bruken av mastekran, faller alle de forvirrende forhold som innledningsvis ble ramset opp, inn i sine naturlige plasser i hva som tydeligvis var en omhyggelig uttenkt plan.

En kan ikke annet enn beundre hvordan problemet med å stuve vekk kranbena ble løst ved å benytte dem som teltstang og derved sørge for at de hele tiden var til stor nytte. Og dette siste var ingen forkleinelse av deres opprinnelige anvendelse, siden de som teltstang lå klar til bruk som støtte for masten. Det kan se ut som om Gokstadskipet er enda mer avansert enn tidligere antatt.

Bruken av mastekran har riktignok den ulempen at halve vekten av den pluss vekten av «U»-stykket må løftes i tillegg til masten. Som det fremgår av vedlegget, hvor nødvendige krefter for å reise masten under forskjellige forhold er vurdert, er likevel denne ulempen liten. I relasjon til nødvendig kraftbruk byr anvendelsen av en mastekran ikke på noe problem.

Det er diverse mindre betydningsfulle forhold som gir støtte til det hele ved den måten de passer inn i totalbildet på. Runde hull kunne for eksempel vært benyttet i stedet for uthulede spor i de solide treblokkene i borde. Dette ville imidlertid ha låst «U»-stykket på toppen av mastekranen slik at den tunge masten måtte bringes i korrekt stilling i forhold til «U»-stykket. Ved å benytte uthulede spor kan en i stedet bevege «U»-stykket, hvilket gjør det hele mye enklere.

For å være til mest mulig nytte bør teltet strekkes i nesten hele skipets lengde, kun med en udekket plass i baugen til utkikken og en tilsvarende plass

i akterskipet for mannen ved styreåren. Lengden av teltstengene og avstanden over hvilket det er anbrakt knotter på innsiden av esingen, stemmer godt overens med dette.

Teltstangen bør fortrinnsvis være anbrakt tilstrekkelig høyt til at en kan gå oppreist under den, og høyden på de vertikale støttene sørger for dette.

Toppen av tverrtreet på de vertikale støttene har en bestemt form: endene er avrundet og tverrtreet danner en buet rygg mellom dem med toppen av ryggen i samme høyde som de avrundede ender. Tverrtreet hadde kanskje mer effektivt hindret teltstangen i å falle ned hvis den buede rygg ikke hadde vært der. Men dette hadde da hindret støttene i å bli dreid 90°, idet de opphøyde runde endene ville ha stumpet mot teltstangen, som ikke kan nås fra dekk. Forsøk viser at med en kurvet topp på tverrtreet løftes teltstangen over de runde endene.

Dess mer en studerer skipets konstruksjon, jo sterkere blir inntrykket av at alt har en velfundert hensikt. Det er svært få detaljer som ikke er funksjonelle. Det er f.eks. vanskelig å tro at det er plassert 104 festeknotter på innsiden av esingen for å henge opp 32 skjold, men ganske innlysende hvis de skal være for å feste teltduken.

Det kan kanskje innvendes at når teltet er i bruk, er mastens lengde over teltstangen for liten til å gi plass for et seil av nødvendig størrelse.

Høyden av Gokstadskipets mast er imidlertid ikke kjent med sikkerhet. Den ble funnet ved å anvende den generelle regel som sier at mastens lengde skal være lik omkretsen av skipet midskips. Det er imidlertid ingenting i veien for at masten kan ha vært høyere enn denne regelen tilsier.

Såvidt forfatteren vet, ble det i Gokstadskipet ikke funnet noe som kan henføres til eksistensen av en mastekran. Men siden akterskipet var benyttet nesten fram til masten til gravkammer, forskipet inneholdt tre småbåter sammen med et høysete og seks enkle senger, for ikke å glemme kjøkkenutstyr og annet løssøre, er det rimelig å anta at det ikke var plass til kranben på over 9 m lengde. Dette ville gjelde selv om de som foresto gravleggingen mente de helst burde vært tatt med. At en ikke har funnet mastekranen ombord, betyr altså ikke at den ikke har eksistert.

I Osebergskipet er det ingen konstruksjonsdetalj som tilsier at en mastekran har vært brukt. Dette skipet ser ut til å ha vært meget spesielt; det har «tydelig preg av å være en datidens lyst-yacht beregnet på bruk i godvær innenskjærs».<sup>10</sup> Eierens hovedkrav ser ut til å ha vært elegance og god plass ombord.<sup>11</sup> Det kan ha vært bestemt at mastekran ikke skulle benyttes ombord, og at en i stedet skulle akseptere ulemper ved å håndtere masten uten. Dette ville

likevel bety mindre arbeid enn på Gokstadskipet siden Osebergskipets mast kun veier 40% av dennes. Det kan være en verdifull opplysning at mastefisken på Osebergskipet hadde omfattende sprekker og var blitt reparert med jernband. Denne skaden kan meget godt ha oppstått under arbeid med å reise eller låre masten. En annen mulighet er at mastekranen ikke var oppfunnet da Osebergskipet ble bygget ca. 800 e. Kr.<sup>12</sup> Gokstadskipet er et halvt århundre yngre,<sup>13</sup> og en vet at skipsbyggingskunsten var i meget rask utvikling på den tiden.

Det virker usannsynlig at Gokstadskipet skulle være det eneste utstyrt med mastekran. Måten mastekranen ble anvendt på, som nøkkelbrikken i et komplisert spill, antyder sterkt at en hadde erfaring i bruken av slike mastekraner.

Man vet lite om hvordan skip ble rigget i denne perioden, og mastekranen var sannsynligvis ansett som en del av riggen. Hvis dette er tilfellet, er det neppe overraskende at det mangler bevis på at mastekraner har vært mer alment kjent. Såvidt forfatteren kjenner til, har aldri bruken av mastekran vært diskutert i forbindelse med vikingskip. Nå når det er nevnt, er det mulig at revidering av noen av de arkeologiske data vil kaste lys over dette intrikate problem.

Til avslutning kan nevnes en kuriositet ved Gokstadskipets konstruksjon som antyder muligheten av at det har vært delvis ombygget på et senere stadium. De to øverste bordgangene er festet til noe som er beskrevet som «topp-spant».<sup>14</sup> Disse er vertikale stykker festet tett inntil og aktenfor annenhvert hovedspant. De går helt ned til dekket og er synlige på flere illustrasjoner. Kreftene på dem overføres via de tre bordgangene deres nedre ende er festet til, til knær som er festet til hovedspantene. Dette er en dårlig løsning, egnet til å forstyrre drevet mellom bordgangene. Videre er endespantene 1 og 19 todelt. De er «U»-formet og gir inntrykk av at de opprinnelige spant har vært kuttet av og forlenget oppover med nye «U»-er over de gamle.

«Topp-spantene» representerer en svakhet i konstruksjonen som harmonerer dårlig med en ellers god konstruksjon. Hadde skipet opprinnelig vært bygget som det nå er, med to bordganger over den med årehullene i, var det rimelig å vente at knærne hadde strukket seg langt nok opp til å dekke alle bordgangene og derved gjøre «topp-spant» unødvendige. Dette ville ikke bare resultere i en sterkere konstruksjon, men også mindre arbeide. Det kan også hende at da skipet ble tatt i bruk, viste det seg at fribordet var for lite. Å fjerne de eksisterende knær og sette inn lengere var neppe praktisk, derfor tydde en da til bruk av «topp-spant». Hvis «topp-spant» hadde vært en del av den opprinnelige kon-

struksjon, er det vanskelig å se fordelene ved dette. Hvis en eller annen begrensende faktor var årsaken, er denne vanskelig å se.

## VEDLEGG:

### A) Nødvendig kraft for å reise masten.

For å vurdere nytten av en mastekran er det ønskelig å kunne fastslå de krefter som kreves for å reise masten. På grunn av usikkerheten forbundet med dimensjoner og vekter må resultatet av beregningene kun ansees som omtrentlige.

Siden tallene kun skal benyttes som et sammenlikningsgrunnlag, er all kraftutfoldelse forutsatt som drakraft i tauer. I praksis ville en få redusert drakraften i begynnelsen av operasjonen ved at noen ville hjelpe til ved å løfte mastetoppen.

I det første tilfellet, den direkte dra-metoden, antas at tauet festes 7,5 m over mastefotens omdreiningspunkt i mastefisken, og at masten løftes for hånd til tauets festepunkt kommer 1,8 m over dekk. Dratauene strekkes forover slik at de ved spant 14 er 1,5 m over dekket. Det er beregnet en nødvendig drakraft på 1100 kg for å holde masten i denne posisjon.

Det andre tilfellet, den indirekte dra-metode, er helt identisk, med unntak av at nå føres dratauene over tverrtreet på støtten midtskips, for på den måten å bedre tauenes momentarm. I denne tilstand er drakraften beregnet til 680 kg for å holde masten, og dette er en reduksjon på 38%. Dette arrangementet påfører støtten en kraft som virker i skipets lengderetning og forklarer hvorfor den er forsterket ved hjelp av en ribbe som omtales innledningsvis (spørsmål 4). Det eksisterer selvfølgelig en reaksjonskraft til løftekraften. Denne overføres via mastefotens press mot veggen i hullet i mastefisken. I tilfelle «direkte drag» er denne kraften 1140 kg mot 690 kg i tilfelle «indirekte drag», i begge tilfeller virker disse kreftene med en vinkel på  $14^\circ$  fra horisontalplanet. Selv den minste kraften vil, når den overføres over den lille og uregelmessige kontaktflaten mellom mastefot og mastefisk, skape så store friksjonskrefter at entringen av foten ned i fisken ville sinkes og skader lett oppstå.

Ser en nå på tilfellet med benyttelsen av mastekran, vil vekten av «U»-stykket og kranbena øke den vekt som må løftes. Det er nå to omdreiningspunkt, ett for masten og ett for mastebenene.

Vi antar at «U»-stykket plasseres i samme posisjon som vi tidligere festet dra-tauet, at masten løftes manuelt til samme høyde, at tauene føres over støt-

tens tverrtre, og at de har samme høyde ved spant 14 som tidligere. Den beregnede trekraft for å holde masten i denne stilling er 1040 kg, dvs. omtrent det samme som det tidligere tilfelle med «direkte drag», men ca. 50% større enn i tilfelle med «indirekte drag».

Den vanskeligste del av operasjonen er begynnelsesfasen hvor en gruppe menn drar i tauene, og en annen løfter masten. Etter som masten reiser seg, avtar effekten fra de som løfter, fordi de stadig må nærme seg mastefoten p.g.a. den økende høyden, og derved avtar også effekten av denne løftekraften, idet deres momentarm blir mindre.

Den største drakraft i tauet oppstår idet tauene løftes opp over tverrtreet. Kraften er ca. 1160 kg, og mastens vinkel med horisontalplanet er nå 34°, og en har enda litt nytte av de som løfter. Ved en vinkel på 40° er løfterne til liten nytte, drakraften er nå 920 kg og avtar raskt etter som masten vises. Det fremgår at den maksimale trekraft i tauene neppe overskrider 1000 kg og at maksimumsverdiene på 1160 kg lett elimineres ved hjelp av de som løfter.

En kan derfor anta at 20 menn som drar i 4 tauer samt 5 som løfter, burde være tilstrekkelig for å reise masten. Bruken av mastekran fordrer derfor 25 mann, hvilket ikke er mye for et skip med et mannskap på 64 eller flere.

Når en benytter mastekran, er reaksjonskreftene fordelt på de to kranbena, og den eneste kraft som presser mot mastefoten, er vekten av masten, som i denne sammenheng er liten. Mastekranen letter derfor entringen av mastefisken, og sannsynligheten for skader er minimale.

#### B) Hoveddata på Gokstadskipet.

Lengde:	23,3 m
Bredde:	5,25 m
Høyde, midtskips:	1,95 m
Dypgang, lastet:	0,85 m
Deplasement, lastet:	20,2 metriske tonn
Fremdrift:	32 årer og seil
Materialer:	skroget helt i eik, masten i furu.

#### C) Stuing av årene.

Siden årene ikke kunne stues opp på de tre vertikale støttene av de tidligere nevnte årsaker, hva gjorde en så med dem når de ikke var i bruk?

Siden skipet ikke var utstyrt med tofter, har en trukket den slutning at roerne satt på sjøkistene sine.<sup>15</sup> Dekket må ha vært delvis dekket av ting som ikke kunne stues vekk under tiljene, slikt som skipets utstyr, mat- og vannbeholdere, våpen osv. Ledig dekksplass antas derfor å ha vært begrenset. Med et mannskap på minst 64 trenger en sitteplasser når teltet er strukket. Dette kan en få ved å plassere årene over sjøkistene, parallelt med esingene.

Forsøk med modellen viser at dette arrangementet er fullt ut gjørlig. Hvis årene er stuet i tre grupper på hver side, med 5-6-5 årer i hver, får en nesten sammenhengende benker i nesten samme utstrekning som teltet, nok til hele mannskapet om nødvendig. Og årene kunne bli stuet i nærheten av deres respektive årehuller.

#### REFERANSER

- 1A «The Oseberg Find and other Viking Ship Finds», Thorleif Sjøvold (omtaler også Gokstadskipet). Universitetets Oldtidssamling, Oslo, 1971. Gir en god beskrivelse av forskjellige skip, deres konstruksjon og inkluderer fotografiske illustrasjoner og tegninger.
- 2B «The Viking Ships» — A. W. Brøgger og H. Shetelig. Twayne Publishers Inc., New York, 1971. Gir resultatet av de to kjente norske arkeologers livslange studier av vikingskipene. Dekker opprinnelse og utvikling av skipene og inneholder meget verdifull informasjon inkludert konstruksjonsdetaljer, noen tegninger og mange illustrasjoner.

Sidenumrene som det er referert til i disse to publikasjoner, er gitt nedenfor:

- 3 Publikasjon B, side 87.  
4 Publikasjon B, side 89.  
5 Publikasjon B, side 89.  
6 Publikasjon B, side 88.  
7 Publikasjon B, side 92.  
8 Publikasjon B, side 99-102.  
9 Publikasjon B, side 101.  
10 Publikasjon A, side 20.  
11 Publikasjon B, side 108.  
12 Publikasjon A, side 33.  
13 Publikasjon A, side 67.  
14 Publikasjon B, side 88.  
15 Publikasjon B, side 96.



## SUMMARY

### *The Gokstad Viking Ship: Some new theories concerning the purpose of certain of its constructional features.*

In the course of building a model of this ship the writer observed some features about it that puzzled him greatly. These gave rise to the following Queries: I — How did the crew raise and lower the mast, 13 m long and weighing 330 kg, by means of men and ropes alone with the ship rolling at sea? II — What was the purpose of two massive, slotted wood blocks (one shewn at A in Fig. 1)? III — What purpose was served by the three uprights (B in Fig. 1)? IV — Why was the central upright provided with a strengthening web (C in Fig. 1)? V — Why were the end uprights made rotatable? VI — Why were 104 rectangular projections (D in Fig. 1 but shewn more clearly in Fig. 2) provided along each gunnel, as the maximum number of shields was only 32?

It was decided to attempt to find viable explanations to the Queries, based on data from the ship itself — not hopefully, it may be added — as an added interest to constructing the model. Query I was tackled first, and it was concluded that the mast must be stabilised laterally to be safely raised or lowered. This cannot be done with ropes alone, and wood poles were therefore introduced as shewn in Fig. 2, forming what are known as “shear-legs”. The bottom ends of the legs must be pivoted at each side of the ship, and the slotted blocks (A in fig. 1) proved to be exactly what was required; such was obviously their intended purpose.

Once given the shear-legs, all the puzzling features (except IV) fell neatly into place as parts of what was clearly a very well conceived plan. This can be followed by means of the illustrations, viz.: Fig. 2 shews the mast and shear-legs in position and the mast slightly raised; in Fig. 3 it is partly raised; in Fig. 4 it has dropped onto position in the mast anchorage. Fig. 2 shews the mast lifting ropes passing over the cross-bar of the central upright; by doing so the pull is reduced by 38%. Friction between ropes and upright gives rise to forces in the fore and aft directions, hence the strengthening web C in Fig. 1 (Query IV).

How were the shear-legs stowed between use? If the bottom ends are disconnected from the ship and splayed outwards, the legs can be lowered to rest on the cross-bars of the three uprights, as shewn in Fig. 5. They are then safely stowed ready for use and also form an admirable ridgepole for a tent covering most of the ship. This explains the purpose of the uprights.

If left in the positions shewn in Fig. 5 the cross-bars on the end uprights would damage the tent fabric, but if rotated as shewn in Fig. 6 such damage is avoided, which is why these uprights were made rotatable, (V).

The edges of the tent fabric must be adequately secured to the gunnels, hence the large number of rectangular projections, their primary purpose being to provide fastening-points for the tent (VI); they can also be used to support shields.

To sum up, it would appear that the builders of the ship were well aware of the need for lateral stabilising of the mast when raising or lowering it, probably as a result of bitter experience, hence the use of shear-legs. The sophisticated manner in which these were used suggests familiarity with them, i.e. the Gokstad ship was probably not the only one in which they were used.

The existence of “top-ribs” in the ship, viz. extensions to the top ends of alternate main ribs and situated to one side thereof, visible in many of the illustrations, coupled with horizontal joints in ribs 1 and 19 suggests that the ship was partly reconstructed after it was first built. The top-ribs and divided end ribs are the only constructional features that are

open to criticism, and they probably arose because the free-board was found to be too low and two strakes were added above the one in which the oar-holes were situated.

The Appendix (Vedlegg) gives the results of calculations to ascertain the magnitude of the rope pulls under various conditions to raise the mast. The use of shear-legs increases the pull, but not seriously, and it appears that 25 men could raise the mast, not an excessive demand on a crew of 64 or more.

Lacking thwarts, it has long been concluded that the rowers sat on their sea-chests. If the oars were stowed by laying them on the tops of the sea-chests, they would form benches parallel to the gunnels and could seat the crew, very necessary with the tent erected.

The books referred to are English editions.

George Arthur Cottell †, M.S.c., C.E., M.I.Mech. E., F.I.M., is an English Mechanical Engineer and Metallurgist. He has specialised in the investigation of the causes of failure in service of a wide range of engineering plant, structures, and vehicles, and also accidents involving the foregoing. On retiring from his employment in the U.K. in 1964 he came to live in Norway, where he continued his professional work as a consultant until relinquishing it in 1975. He died in 1978 having just finished the present work.