

Otto Christian Uldum: Kravelbygning fra Middelhavet til Østersøen

Forfatteren er museumsinspektør på Langelands Museum, og artiklen er baseret på den indledende del af et speciale i maritim arkæologi på Københavns Universitet. Den giver en samlet fremstilling af kravelbygningens vej fra Middelhavet til Østersøen, og undervejs er der trukket nogle sammenhænge frem, som er væsentlige for forståelsen af, hvordan det gik til, at denne teknologi blev dominerende på verdensplan.

At kravelbyggede skibe adskiller sig fra klinkbyggede ved at have bordene lagt glat kant mod kant i stedet for med et overlap, er sikkert almindeligt kendt. Mange vil også vide, at klinkbygning er en nordisk eller nordeuropæisk måde at bygge på, mens kravelbygning er indført på et senere tidspunkt. Indtil et godt stykke op i 1900-tallet blev både og småskibe bygget i klink på bådebyggerier rundt om i Danmark, og for dens sags skyld også i det øvrige Norden, mens større skibe blev bygget i kravel. Mangfoldigheden af lokale bådtyper til fiskeri og diverse brugsformål var altså i hovedsagen båret af en klinkbygningstradition, mens større fragtskibe og orlogsskibe i århundreder har været kravelbyggede. På denne måde er der et modsætningsforhold mellem de to teknologier. Hvor klinkbygningen hænger sammen med den lokale økonomi og en »oprindelig« eller »ind-

født« tradition, står kravelbygningen derimod for større økonomiske sammenhænge, centralmagt og formel teknologi. Klinkbygningens oprindelse og udvikling er godt udforsket i hvert fald indtil middelalderens slutning¹. Kravelbygningens oprindelse i Middelhavet er også velbeskrevet, mens dens lange udvikling og videre spredning til hele den vestlige verden hovedsageligt har været undersøgt i begrænsede sammenhænge².

Ligesom der er forskel på, hvilke dele af samfundet der byggede i henholdsvis klink og kravel, er der også stor forskel på rækkefølgen i selve byggeriet. Klinkbyggede skibe bliver bygget med bordlægningen først, hvorefter spanterne lægges i. Skrogets form bestemmes altså af plankeskalen, og klinkbygning siges at være af skalkonstruktion. Kravelbyggede skibe bygges med spanterne rejst på kølen før bordene og er af skelet- eller spantkonstruktion. Skalkonstruktion er kendetegnet ved, at skibets form vokser frem, efterhånden som det bygges, hvorimod det i spantkonstruktion er nødvendigt at kende hele skrogformen, før man overhovedet går i gang. Dette skyldes, at kurven fra spant til spant skal kunne følges af en bordplanke. Der er grænser for, hvor meget træet kan bøjes – og det mest i en retning. Desuden skal

bordlægningen kunne deles op i et antal planker, som for at udnytte materialet optimalt helst skal være nogenlunde lige brede i hele deres længde, og hver bordgang – gerne sammensat af flere planker – skal helst løbe fra stævn til stævn for at undgå komplicerede »puslespil« midt i skrogfladen. Ved at bygge skibet med bordlægningen først er man altså sikker på, at det kan lade sig gøre at planke skibet op, hvorimod man ved at rejse spanterne først, i princippet kunne skabe en form, som i praksis ikke kan beklædes med planker af træ. Det vigtigste i en spantbaseret skrogkonstruktion er altså på forhånd at skabe nogle kurver, der virker. Jeg vil i denne artikel fremhæve, at spantkonstruktion er udviklet af skalkonstruktion, og at det har taget flere hundrede år at udvikle en skibsbygning, der tager udgangspunkt i en ønsket skrogform mere end i materialet.

Middelhavet

De ældste skibsfund fra Middelhavet er bygget med plankeskallen først, men havde glat bordlægning. I stedet for at overlappe hinanden er plankerne fastgjort til hinanden i bordkanternes smalsider. Det ældste eksempel på denne metode er skibet fundet ved foden af Cheopspyramiden i Ægypten. Skibet er dateret til 2500 f. Kr. Bordene er her styret med dyler og holdt sammen med surringer. Kyrenia-skibet fundet ved Rhodos fra 4. årh. f. Kr. var et langt mere kompliceret fartøj, manøvredygtigt og havgående og bygget efter et nøje overholdt mønster af lange symmetriske bordforløb og spanter skiftevis bestående af nogle med bundstokke, som går over

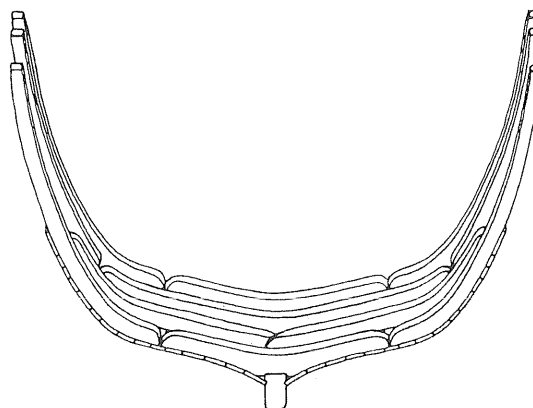


Fig. 1. Sektion af skalkonstrueret skib fra Middelhavet (Dog her Yassi Ada-vraget dateret ca. 625). Forskellen mellem halvspanter, korte og lange bundstokke ses tydeligt. Imellem dem ses en spantsektion med halvspanter. Efter Steffy 1994 s. 82.

Fig. 1. Section of a shell-constructed ship from the Mediterranean (although here it is the Yassi Ada wreck dated about 625 A.D.). The difference between the half-ribs, and the short and the long floor timbers can be seen clearly. Between them is a rib section with half-ribs. (From Steffy 1994, p. 82)

kølen, og nogle med halvspanter som løber på hver sin side af kølen, se figur 1³. Bord-sammenføjningerne i dette skib er af den »klassiske« antikke form med rektangulære træbrikker passet ned i udtag i bordkanterne, som derefter er låst med træpløkke. Denne teknik er kendt både fra fönikisk, græsk, etruskisk og siden romersk skibsbygning. Fra Kyrenia-skibet og omkring tusind år frem viser skibsfund, at styrken og stivheden af selve plankeskallen aftager, og spanterne bliver stærkere. Træbrikkerne som holder bordplankerne sammen bliver mindre, de fylder efterhånden ikke udtage-

ne i plankerne ud, og omkring år 600 bliver de ikke længere låst med træpløkker, ligesom de kun findes i den nederste del af skroget. På dette tidspunkt er skibets undervandsskrog stadig bygget som skal-konstruktion, men efter bunden er formet, bliver der rejst spanter, som skal bære det endnu uplankede fribord.

Det tidligste eksempel på et skib fra Middelhavet bygget helt uden kantforbundne bord, er Serce Limani-skibet fra det sydvestlige Tyrkiet. Det er dateret til ca. 1025⁴. Ved at analysere det rekonstruerede skrog har det kunnet lade sig gøre at give et detaljeret bud på rækkefølgen i skibets bygning. Middelspantets enkelte dele var fastgjort til hinanden i modsætning til tidligere skibsfund, og desuden kunne det påvises, at det var formgivet efter en bestemt måleenhed. Måden, de enkelte stykker spanttømmer er samlet på, viser, at spantet blev bygget og rejst før bordlægningen. Det samme gjorde sig gældende for et par spanter nærmere stævnene, således at man nu stod over for opgaven at planke en skrogform, som var givet på forhånd, men dog kun i skrogets midterste del, som kun var ganske lidt kurvet. Områderne fra de yderste spanter til stævnene blev formgivet ud fra bordlægningen, og faktisk skulle der gå mere end 600 år, før man kunne forudbestemme spanternes form i disse meget kurvede områder. Rækkefølgen i bygningen af det byzantinske skib fra Serce Limani har været en vekslen mellem at rejse spanter og lægge bord, og de har været en støtte for formgivningen af hinanden.

På tiden for Serce Limani-skibet bliver hovedvægten i formgivningen af skibenes

skrog lagt på spanterne, og det byggede spant, hvor dets enkelte dele – bundstok og oplængere – er samlet indbyrdes før monteringen på kølen, er det centrale element. Årsagerne til, at man gradvist forlader skal-konstruktionen, er måske først og fremmest erkendelsen af, at det er nemmere at bygge et stift skrog ved at gøre spanterne stærkere. I Kyrenia-skibet udgjorde selve plankeskallen en temmelig stiv og stærk konstruktion på grund af de lange og stærke træbrikker. Arbejdsindsatsen med at sammenføje planker på denne måde har nok ikke voldt skibsbyggerne store problemer, men muligheden for at spare på planketykkelsen og materialekvaliteten til den stærke plankeskal har været tillokkende.

Skibsarkæologien viser, at princippet med at tage udgangspunkt i middelspantet fortsættes, men de sparsomme fund fra den senere del af middelalderen (som i Middelhavsområdet regnes fra omkring år 500 til midten af 1300-tallet) er endnu ikke tilstrækkeligt dokumenteret til, at alle detaljer i skibsbygningen kan analyseres. Men da et par lidt yngre manuskripter fra Italien stemmer fint overens med de arkæologiske oplysninger, kan det alligevel lade sig gøre at ridse udviklingen op. I Podeltaet nær Venedig på en lokalitet ved navn Contarina blev i 1898 udgravet et velbevaret vrage, som ud fra genstande fundet i skibet kan dateres til omkring 1300, se figur 2⁵. Med sin helt rette køl og svagt buede sider var skrogformen meget enkel. Spantmønsteret var meget regulært og bestod af bundstokke og to oplængere i hver side af helt jævnt aftagende længde fra middelspantet mod stævnene. Fra mid-

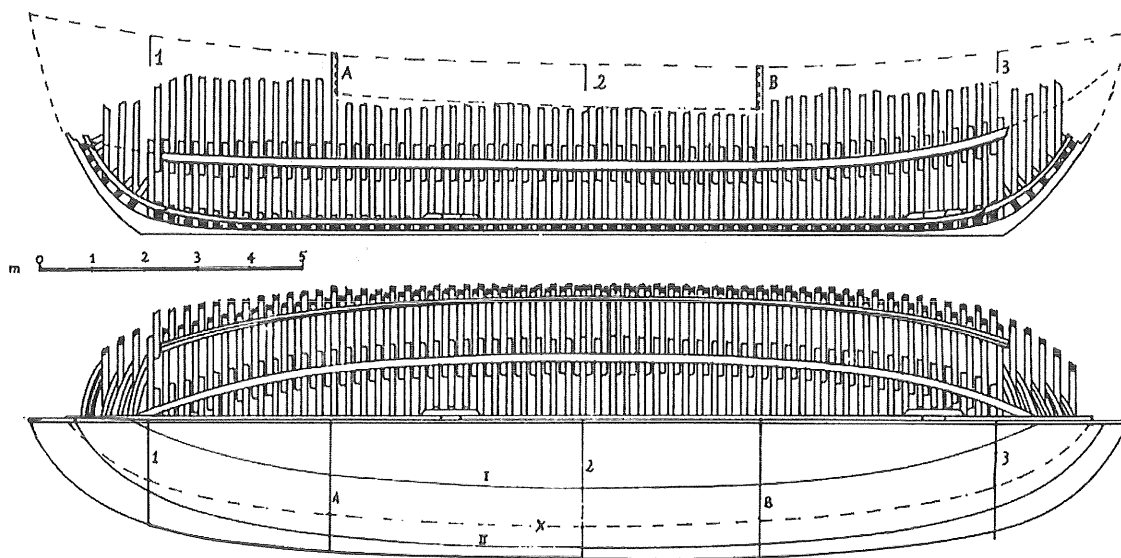


Fig. 2. Det første Contarina-skib dateret ca. 1300. Rekonstruktion i længdesnit og plan. Spanterne markeret 1 og 3 er nøglespanter - de yderste i det område, der konstrueres ved hjælp af partison - og svarer altså til den værdi der gives af bundlinjen i mezza-luna, mens middelspantet 2 svarer til toppen af mezza-luna. Efter Bonino 1978 s. 14.

Fig. 2. The first Contarina ship dated around 1300. Reconstruction in longitudinal section and plane. The ribs marked 1 and 3 are key ribs – the outermost in the area that is constructed by means of partison – and thus correspond to the value given by the bottom line in mezza-luna, while the middle rib 2 corresponds to the top of the mezza-luna. From Bonino 1978, p. 14.)

delspantet frem mod stævnene fulgte overlappene mellem de enkelte spantelementer simpelthen en jævn kurve fra spant til spant, og præcis oven på disse overlap løb i hver side to langsgående vægere. Middelspantets form gik igen i alle de øvrige spanter i formindsket udgave, og skibet var nærmest symmetrisk om middelspantet. Det er derfor oplagt at opfatte skibet som bygget efter, hvad man kan kalde *partison*-princippet, som er en række konstruktions- og byggeregler, som er dokumenteret i en lille håndfuld manuskripter fra 14- og 1500-tallets Venedig⁶. Det ældste af disse

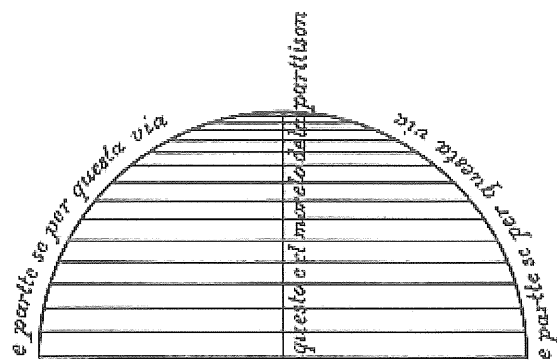
kaldet *Fabrica di galere* er anonymt, men er sandsynligvis en beskrivelse af den græske mester Bassanius arbejde i slutningen af 1300-tallet. De senere manuskripter er muligvis modelleret over dette eller et endnu tidligere nu forsvundet manuskript – i hvert fald er hovedtrækkene i *partison*-princippet videreført i dem alle.

Med udgangspunkt i middelspantets form skaber man resten af spanterne. Middelspantet bliver formet efter nogle (tom-melfinger)regler, men kan i princippet være en vilkårlig kurve. Man beslutter sig nu for, hvor stort det forreste og agterste

forudbestemte spant skal være, mens områderne nær stævnene stadig formes efter plankeforløbene, og der således er en rest af skalkonstruktion. Disse områder er dog så små, at der ikke levnes megen mulighed for at formgive dem ved øjemål. Selve stævnene formes ved regler, som ikke er afhængige af spanternes form. Det agterste og forreste formgivne spant kaldes tilsammen nøglespanterne. For at formidle en jævnt aftagende kurve fra middelspantet til nøglespanterne gøres der brug af en geometrisk genvej til en matematisk funktion.

Fig. 3. Mezza-luna. Halvcirklen opdeles i lige lange stykker langs omkredsen, og de korresponderende markeringer forbindes med en vandret linje. Afstanden mellem disse linjer vil da være jævnt aftagende og svare til værdien for smalning eller højning af de partison-bestemte spanter. Efter R. C. Anderson i *Mariners Mirror* 11, 1925 s. 154.

Fig. 3. Mezza-luna. The semi-circle is divided up into equally long pieces along the circumference, and the corresponding markings are joined together by a horizontal line. The distance between these lines diminishes gradually and corresponds to the value for the narrowing or increasing of the ribs determined by the partison. From R. C. Anderson in *Mariners Mirror* 11, 1925, p. 154.



Man tegner en figur – enten en halvcirkel eller en trekant – og opdeler dens sider i samme antal dele, som man ønsker spanter fra bundlinjen mod toppen, se figur 3. Parallelt med bundlinjen forbinder man nu de korresponderende opdelinger, og man har nu et sæt linjer, som har en jævnt aftagende indbyrdes afstand. Afstanden fra bundlinjen til næste linje svarer så til det stykke, spantet efter middelspantet skal gøres smallere. I praksis vælger man dog kun at forudbestemme f.eks. hvert femte spant, og de mellemliggende spanter må så bygges efter midlertidige lægter slået på disse. At formidle en jævn indsmalning er imidlertid ikke nok. I de fleste skibe må man også skabe spring, således at middelspantet er det dybestliggende, og spanterne forud og agterud ligger stadig højere. Denne højning bliver bestemt på samme måde som smalningen. Faktisk findes der i de senere manuskripter fra midten af 1500-tallet en beskrivelse af fire parametre for spantopslagning, og de styres af hver sin geometriske figur.

Selvom *partison*-princippet kendes fra militære værfter – arsenaler – og de især er forklaret i sammenhæng med beskrivelsen af bygning af galejer, findes der i manuskripterne eksempler på mange skibstyper. Mesteren Theodoro de Nicolo, der arbejdede i Venedig, indleder sin *Instructione sul modo fabricare galere* fra 1540'erne således: »I Guds og den strålende Jomfru Marias navn begynder jeg denne bog med mål af galejer, både store og lette, og af *fuste* og *bregantine* og *fregade*, og skibe af alle slags, og master og rundholter og rig og ankre«. Inde i manuskriptet kommer flere typer til

roede galleoner, store galleoner og »handelskibe«⁷. De bedste militære skibsbyggerne fra Venedig, Genova og Napoli var altså også fuldt fortrolige med civile skibstyper, og teknologien i det civile byggeri var ikke afskåret fra eller mindre avanceret end den militære. Dog er det nok sandsynligt, at statens investeringer i de militære værfter har dannet grundlag for den teknologiske udvikling, som samtidig er kommet den øvrige skibsbygning til gode. På dette tidspunkt giver det udmærket mening at omtale italiensk skibsbygning som kravelbygning. Selve skrogformen lægges fast før bygningen af skibet og er baseret på spanternes form. Rækkefølgen i byggeriet svarer til konstruktionsmetoden, hvilket indebærer, at spanterne rejses før bordlægningsen, og både konstruktionen og bygningen kan siges at være spantbaseret.

Samtidig med, at den spantbaserede skibskonstruktion blev mere kompliceret, finder en væsentlig udvikling af rigtyper sted. I hele forhistorien og antikken var råsejlet enerådende i Middelhavet, for i middelalderen at blive afløst af latinersejlet. Det diskuteres, om råsejlet helt blev glemt, eller om det blev genindført, mens det stadig var husket eller måske endda stadig i brug⁸. Det er dog overvejende sandsynligt, at den afgørende inspiration til igen at bruge råsejlet i stor stil, var råsejlsriggede skibe fra Nordeuropa, som på et tidspunkt mellem 1100 og 1300 på rejser til Middelhavet (Italien) gjorde tilstrækkeligt indtryk på den højtorganiserede skibsbygning i bystaterne. Korstogene, som var hyppigst i denne periode, har helt sikkert givet rig lejlighed til at få indsigt i forskellige

europæiske regioners teknologi. Omkring 1300 begynder kogger fra Nordeuropa at sejle ind i Middelhavet, og i Italien begynder man nu at bygge sin egen udgave af koggen. Konstruktionsmetoderne i middelhavskoggen har dog helt sikkert fulgt *partition*-princippet, og det væsentlige har været at bygge et bredt og højt skib med et enkelt råsejl. Middelhavskoggen får imidlertid på et tidspunkt i starten af eller midt i 1300-tallet tilføjet en latinerrigget mesanmast, og dette er starten på udviklingen mod det fuldriggede skib.

Portugal

Portugal var i 1400-tallet stedet for et økonomisk boom baseret på søfart. Landbruget kunne ikke brødføde befolkningen, og man indledte derfor en koloniseringspolitik, som skulle underlægge Portugal mere jord og skaffe nye indtægter. De første skridt ad den vej blev de hidtil ubeboede øer Azorerne og Madeira, som efter at være ryddet for skov blev udlagt som kornmarker i starten af 1400-tallet. Allerede på dette tidspunkt blev det også forsøgt at få kontrol over handelen med slaver, guld og luksusvarer fra Østen og Afrika. Byen Ceuta i Nordafrika, lige syd for Gibraltar, blev derfor erobret i 1415. Portugals beliggenhed mellem Nordeuropa og Middelhavet havde i løbet af 1300-tallet gjort landet til markedsplads for udveksling af varer mellem Nord- og Sydeuropa, men i slutningen af 1400-tallet blev det desuden bindeled for hele Europas handel med Afrika og Asien. Denne position bragte enorme rigdomme til Portugal, hvilket skete på bekostning af især Venedigs gamle kontrol med varer fra

Asien via karavanevejene. Paradoksalt nok blev netop italiensk skibsbygningsteknologi midlet for Portugal til at opnå dette.

Før de nye økonomiske ideer i 1400-tallet er portugisisk skibsbygning kun sporadisk kendt. Meget taler for, at i hvert fald en del af den har været klinkbygning. Der er stadig rester af klinkbygningstradition i Galicien, og der er skriftlige kilder, som nævner den senere så berømte skibstype *caravela* som klinkbygget fiskefartøj i 1200-tallet⁹. Det er denne skibstype som i midten af 1400-tallet kom til at give navn til hele kravelbygningsteknologien, da den blev brugt i sejlads til Nordeuropa. Fiskeriet var organiseret i store flåder, hvor en »reder« ansatte folk med løn, i modsætning til selvejerfiskeri, hvilket taler for, at bådene kan have haft en anelig størrelse. Den mauriske eller »saracenske« indflydelse på skibsbygningen er næsten fuldstændig ukendt, på trods af at murerne først blev trængt syd for Lissabon i 1147, og den sidste mauriske bastion, Alhambra, først blev erobret i 1492. Den muslimske – saracenske – søfart har været underprioritet i historisk og arkæologisk forskning, hvilket man nu er bevidst om, og der bliver nu arbejdet på at belyse denne del af spansk og portugisisk fortid.

Selvom den maritime arkæologi er helt ny i Portugal, er der alene inden for de seneste år dukket eksempler på storskibsbygningen fra perioden frem. Den italienske indflydelse på portugisisk og senere spansk skibsbygning er først og fremmest dokumenteret i historiske kilders oplysninger om store italienske enklaver af skibsbyggere, sømænd og kartografer i Lissabon. Fra slutningen af 1500-tallet findes et

par traktater – skriftlige afhandlinger – om skibsbygning fra både Portugal og Spanien, som klart viser en fortsættelse af *partison*-princippet. De stemmer helt overens med de arkæologiske kilder, og faktisk tyder det ældste skibsfund fra Corpo Santo i Lissabon på, at den italienske indflydelse starter tidligere end de historiske kilder antyder, idet det er dateret til 1330¹⁰. Det udgøres af resterne af en agterstævnskonstruktion, hvor agterstævnen er i ét stykke med det agterste af kølen, og kølen har en knæformet stævnobygning ovenpå. Spanterne her er så spidse, at de er Y-formede, og har en »stilk«, hvilket har givet skibet et skarpt undervandsskrog agter, samtidig med at det har været spejlgattet. Der er desværre ingen oplysninger om spanternes opbygning, men de var fordelt med jævne mellemrum og af ensartede dimensioner, hvilket tyder på byggede spanter. Indtil videre findes intet sikkert arkæologisk eksempel på en *caravela*, men skriftlige kilder og billedkilder kan i grove træk belyse typens udvikling. Som tidligere nævnt har den rod i en klinkbygget type, og navnet er sandsynligvis af arabisk oprindelse. I sin »klassiske«, spantbyggede form i starten af 1400-tallet var den et slankt lille fartøj med et længde:bredde-forhold på mellem 3:1 og 4:1, den havde højst et dæk og kunne endda være udækket. Den havde intet forkastel, kølen var ret, selve forstævnen var høj, og hækken var rund – altså intet agterspejl. Riggen bestod af to eller tre latinersejl. Størrelsen lå mellem 20 og 35 m, med en lastekapacitet på 60-70 tons¹¹.

En række senere, daterede skibsfund viser den række af konstruktionsmæssige detal-

jer, som i den maritime arkæologi er kommet til at karakterisere iberisk kravelbygning. Spanterne er tydeligvis byggede, idet bundstokke og oplængere er samlet med svalehaleformede sinker, som er låst med trænegler. Middelspantet har oplængere på både forkant og agterkant, mens spanterne i forskibet har oplængerne på forkanten af bundstokken, og i agterskibet på agterkanten. I visse tilfælde er bundstokkene nummererede med romertal, men kun i den midterste del af skibet, hvor bundstokkene er flade. I skarpen for og agter er bundstokkene uden numre. Dette tages som udtryk for, at disse ikke er byggede og ligesom efter metoderne i Italien er formgivet af bordlægningen. Præsten Fernando de Oliveira, som skrev to utrykte værker om skibsbygning sidst i 1500-tallet, kalder de byggede og forudbestemte spanter for *graminhadas*, mens de skarpe kaldes *delgados*. *Graminho* er også betegnelsen for de regler, spanterne formes efter, og svarer altså til *partison*, som det kendes fra Italien.

Spanien

Spanien tog i 1500-tallet konkurrencen op med Portugal om rigdommene på den anden side af verdenshavene. Columbus var i 1492 draget til Indien, ad hvad han troede var en genvej, hvilket som bekendt resulterede i, at han ankom til Amerika. Han – som var italiener af fødsel – havde længe haft base i Portugal, og søgte først støtte til sin opdagelsesfærd hos den portugisiske konge, men fik den ikke. Efter mange år i Spanien fik han støtte til rejsen af Ferdinand og Isabella af Aragonien og Castilien, og dermed kommer de spanske

riger med i det oversøiske eventyr på et afbud. Dette resulterer i, at Portugal og Castilien i 1494 enes om at dele verden imellem sig langs en linje midt i Atlanterhavet 1770 km vest for Kap Verde. Denne traktat opkaldt efter byen Tordesillas i Castilien gav Portugal ret til alt land øst for linjen og de spanske riger alt vest for, hvilket i den nye verden »kun« gav Portugal Brasilien. Spanien iværksatte snart årlige flåder til sine nye besiddelser, og disse *carrera de las Indias* sætter gang i storskibsbyggeriet i Spanien. Den helt dominerende region i det spanske skibsbyggeri i 1500-tallet var Baskerlandet, som midt i århundredet leverede tyve skibe på over hundrede tons om året¹². Kongemagten begunstige aktivt investeringer i skibsbygning, ydede favorable lån, gav skattereduktion og plantede skov. Til gengæld var det intentionen at få bygget skibe som overholdt særlige mål, der gjorde dem egnede som krigsskibe. Disse forordninger blev ikke overholdt, hvilket en stribe fornyelser i 1607, 1613 og 1618 vidner om. Dette var dog efter den Spanske Armadas nederlag til den engelske flåde i 1588, hvilket sikkert har aktualiseret problemet.

Arkæologiske eksempler på *carrera*-skibsbygningen skal findes langt fra Spanien. På den amerikanske atlantehavskyst er der imidlertid fundet et par håndfulde vrage af spanske skibe fra *carrera de las Indias* og fra baskiske hvalfangere i Labrador. Bedst bevaret og dokumenteret er vraget fra Red Bay i Labrador. Dette vrage er sandsynligvis resterne af galleonen »San Juan«, som forliste i 1565. Den var fra byen Pasajes i Baskerlandet¹³. Dette er det bedst bevarede

iberiske vrug overhovedet og har dannet grundlag for meget af den senere forskning i denne skibsbygning. Skibet har været 7,76 m bredt, havde en køllængde på 14,98 m og var 23,1 m langt, hvilket antyder, at skibet har været bygget efter den baskiske tommelfingerregel *as, dos, tres*, som siger, at bredde, køllængde og overalltængde skal forholde sig til hinanden som 1:2:3. Skibet havde fjorten byggede spanter i *graminho*-området, og agterude var bundstokkene Y-formede, hvilket gav skibet den samme kombination af skarpt undervandskrog og agterspejl, som allerede er dokumenteret i fundet fra Corpo Santo i Lissabon fra ca. 1330; dette afhænger dog af, om denne kulstof 14-datering viser sig at være rigtig.

Nordeuropa

Vi har nu fulgt udviklingen af kravelbygningen fra Middelhavet til Atlanterhavskysten og skal nu følge vejen videre til Nordeuropa. I løbet af den sidste del af middelalderen tog samhandelen i Europa til, hvilket hang sammen med en vækst i bysamfundene. Den gensidige afhængighed af handel med varer fra fremmede producenter steg, og Middelhavsområdet kom i tættere kontakt med Nordeuropa. De første historiske efterretninger om kravelbyggede skibe fra Middelhavsområdet i Nordeuropæiske farvande er allerede fra 1360'erne, da italienske karakker dukker op her¹⁴. Også krigsførelse landene imellem kom til at sprede kendskabet til den nye skibsbygningsteknologi, som da englænderne i 1416-17 kaprede otte karakker, som Frankrig havde lejet i Genova. At disse store ski-

be har været meget forskellige fra den teknologi, englænderne selv var bekendt med, kan illustreres ved, at de ikke var i stand til at vedligeholde deres krigsbytte. I 1419 blev skibsbyggere hyret fra Venedig og Catalonien, for at der kunne holdes trit med forfaldet, men allerede i 1420 sank to af de kaprede skibe, mens de lå til ankers. I denne periode, hvor store karakker var ene om at repræsentere spantbaseret skibsbygning i Nordeuropa, skete altså ingen overførsel af spantbaseret kravelbygningsteknologi til Nordeuropa; ellers ville vi sikkert tale om karakbygning og ikke kravelbygning. Efterhånden begyndte karakkerne dog at få følge af portugisiske *caravelas* eller *carvels*, som de kom til at hedde på engelsk. Disse mindre skibe anløb havnene i den Engelske Kanal. Portugisiske skibsbyggere blev hyret til at bygge disse nye skibe i Flandern fra omkring 1440, og det er således tydeligt, at hele den spantbaserede teknologi med alt hvad den indebærer af spantopslagningsmetoder og skrogformen fastlagt før bygningen, samt givetvis også organisationen af arbejdet på byggestedet, skulle overføres på én gang for at kunne slå rod et helt nyt sted. De engelske, bretonske og flandriske skibsbyggere skulle lære en ny slags skibsbygning stort set fra grunden, og portugiserne leverede den nødvendige pakkelsesløsning. Dog ser det ud til, at England var noget senere til at optage kravelbygningen, end man var på den kontinentale side af Kanalen, idet det første sikre vidnesbyrd om en engelskbygget *carvel* er fra 1463. Det er først på dette tidspunkt, at begrebet kravelbygning får navn og bliver opfattet som en særlig måde at bygge skibe

på – hvis der kun er én slags skibsbygning, er det jo ikke nødvendigt at skelne mellem flere slags. Nordeuropa havde fra dette tidspunkt nu to parallelt eksisterende skibsbygningsteknologier: klink og krael.

Holland

I den sidste halvdel af 1500-tallet opstår der i Holland et omfattende byggeri af store skibe i glat bordlægning, men konstrueret og bygget i en slags tillempet kraelbygning. Teknologien, som findes i flere udgaver, går i hovedtrækkene ud på at starte bygningen med at lægge bordene i hele bunden af skibet og midlertidigt holde disse samlet med klamper af træ, som sømmes tværs over bordene. Når bunden er formet, lægges bundstokke i, og klamperne kan fjernes. Sømhullerne fra klamperne bliver fyldt ud med træpløkke, som i arkæologisk sammenhæng er gode indikatorer for skibe bygget på hollandsk klamp. Skibets opspantning kan nu fortsætte med oplængere, og disse kan nu rage delvis fri af skibsbunden, således at bordene over slaget – overgangen mellem bund og side – kan fastgøres til spantstøtten uden brug af midlertidige klamper. De enkelte spantelementer er ikke fastgjort til hinanden, og spanterne er altså ikke byggede, men kaldes »flydende«¹⁵. Skibe bygget efter disse metoder blev en stor eksportartikel og gjorde også Hollands egen søfart meget rentabel, idet skibene var cirka en tredjedel billigere end dem bygget efter rene spantbaserede metoder.

England

Skibsbygningen i England før introduktionen af spantbaseret kraelbygningsteknologi er godt kendt. Fra sen jernalder var landet ligesom Norden og Østersøområdet domineret af klinkbygning med Sutton Hoo-skibet som det kendteste arkæologiske fund. I de seneste årtier er middelalderens småskibe især fundet i London i forbindelse med store anlægsarbejder, og der tegner sig et billede af en klinkbygning, der har haft et særligt regionalt præg¹⁶. Omkring år 900 var træagler den mest almindelige måde at klink bordene sammen på, eller man brugte en træpløk, som man slog en jernklinknagle igennem i stedet for som i den nordiske variant udelukkende at bruge jernagler. Fund af hele af middelalderlige vrage er få, men der er udgravet en del genanvendt skibstømmer i forbindelse med byarkæologiske projekter. Dette skibstømmer viser, at klinkbygningen i England fortsatte gennem hele perioden.

Fund af meget store krigsskibe viser, at man stædigt fastholdt klinkbygningsteknologi helt op til begyndelsen af 1500-tallet, hvor store spantbaserede skibe endelig fortrængte dem. Det berømteste af de store kongelige skibe var det 1400 tons store GRACE DIEU bygget i 1418 under Henry V. Bunden af dette skib ligger endnu i floden Hamble ved Englands sydkyst. Kølen er 38 m lang, og skibet har været op mod 15 m bredt, bordlægningen har bestået af tre lag planker og overlappene mellem bordgangene af 5 lag. At klinkbygning er krævende med hensyn til forbruget af jern er tydeligt i GRACE DIEUs tilfælde; klinknaglerne alene vejede hele 17 tons. Henry V lod også det 1000 tons store JESUS bygge og dertil kom HOLIGOST på 760 tons og

TRINITY ROYAL på 540 tons. Disse skibe må have været verdens største på den tid. De genovesiske karakker, som England erobrede fra Frankrig, var samtidige med Henrys kæmpeskibe, men var kun på 400-600 tons. De kongelige skibsbyggere fortsatte med at bygge meget store klinkbyggede skibe, selv efter at kravelbygningen var etableret i det civile skibsbyggeri på engelske beddinger. SOVEREIGN på 600 tons blev bygget i 1488, og som det sidste GREAT GALLEY i 1515. Begge disse skibe blev senere i deres brugstid ombygget til glat bordlægning. Vraget af SOVEREIGN ligger endnu i Woolwich ved Themsen¹⁷.

På dette tidspunkt kunne man imidlertid bygge store skibe i spantbaseret kravelbygning, som det berømte MARY ROSE er et godt eksempel på. MARY ROSE blev bygget i Portsmouth i 1510 under Henry VIII, og sank under en uheldig manøvre i 1545 i kamp med en fransk flådestyrke ikke langt fra sit byggested mellem Portsmouth og Isle of Wight¹⁸. Med dette skib fik England »endelig« sin store karak, halvtreds år efter de første kraveller blev bygget i England. Med et samtidigt byggeri af kongelige skibe i klink aner man konturerne af to konkurrerende miljøer i skibsbygningen. Måske førte de samme personer også denne konkurrence i det civile samfund. I hvert fald ser det ud til, at det private skibsbyggeri har haft initiativet i indførelsen af ny teknologi, og at miljøet omkring det kongelige skibsbyggeri har været meget konservativt. Vraget af MARY ROSE blev lokaliseret og udgravet i 1970'erne og er nu udstillet sammen med de tilknyttede genstande i sit eget museum i Portsmouth. Arbejdet med at

analysere konstruktionsdetaljerne er endnu ikke afsluttet, hvilket sikkert hænger sammen med, at skibet blev hævet i ét stykke og siden har været længe undervejs i konservering. I forhold til det indtryk samtidige billeder af skibet giver, viser vraget et noget lavere skib med mindre kasteller. Billedkilder fra tidligt 1500-tal viser som regel skibe med meget høje kasteller, og forkastellet bliver ofte vist højere end agterkastellet. De sparsomme arkæologiske kilder antyder, at dette indtryk ikke står til troende, og at tidlige kravelbyggede krigsskibe har set mere »moderne« ud, end billederne viser.

I starten af 1500-tallet blev klinkbygning hurtigt afskrevet som upassende i kongelig sammenhæng. Kravelbygningen blev til gengæld professionaliseret, og der skete en udvikling frem mod moderne fuldt matematiske konstruktionsmetoder, som gav fuld kontrol over hele skrogformen, samtidig med mulighed for at beregne deplacementet. Dette stadie nås i sidste halvdel af 1600-tallet, da Anthony Deane færdiggør sin traktat *Doctrine of Naval Architecture* i 1670. Et par ældre manuskripter viser, at der ikke er tale om en revolution i kravelbygningen, og at der kan trækkes linjer tilbage til partison-princippet fra Italien. Det ældste er *Fragments of English Shipwrightery*, som sandsynligvis er påbegyndt af Elizabeth I's *master shipwright* Matthew Baker omkring 1570 og videreført af hans efterfølger John Wells fra omkring 1615¹⁹. Wells er formodentlig også manden bag den anonyme *Treatise on Shipbuilding* fra ca. 1625. Matthew Baker havde været på studierejse til Venedig omkring 1550 og beskriver selv sin metode til opslagning af middelspantet

som venetiansk. Den adskiller sig ikke desto mindre fra de italienske manuskripter og også fra Theodoro de Nicolos nogenlunde samtidige *Instructione...*, idet den former spantet ved hjælp af forbundne cirkelslag og ikke stikmål²⁰. Anthony Deane fortsætter princippet med spanter formet ved hjælp af cirkelslag, som viderefører middelspantets form til de øvrige spanter ved at flytte centrene for cirkelslagene højere og længere ind, efterhånden som man nærmer sig stævnene. For at overføre målene fra konstruktionsprocessen – enten i form af tegninger eller tabeller – til byggeprocessen på beddingen har man benyttet skabeloner. I princippet har man haft en skabelon for hver slags tømmer; en for bundstokke, en for første oplænger, en for anden oplænger osv. Hver skabelon har haft en kurve og størrelse, der svarede til pågældende del af middelspantet, og dertil markeringer af alle de følgende mindre spanter. Når skabelonerne bliver lagt i forlængelse af hinanden, kan man skabe formen af alle spanterne ved at lægge de korresponderende markeringer over hinanden. På engelsk hedder skabeloner *moulds*, og udtrykket *whole moulding* bruges om skibsbygning, hvor man formgiver skroget i abstrakt form – tegning eller tabel – før det bygges, altså et synonym for spantbaseret kraelbygning. Et sæt skabeloner har altså rummet formen på et helt skib og har gjort det muligt at bygge den samme skrogform flere gange.

Østersøen

Med kraelbygningen etableret i Vesteuropa mangler vi nu kun at følge den ind i

Østersøen. Indtil videre er den første sikre efterretning om en krael i dette område, da PIERRE fra la Rochelle i Frankrig anløber Gdansk i 1462. Selvom disse kilder fortæller, at dette skib dannede forbillede for den lokale skibsbygning, tyder meget på, at man heller ikke hér umiddelbart kunne kopiere den nye teknologi. I hvert fald kunne de polske konger i 1500-tallet ikke skaffe skibe, der kunne konkurrere med danske og svenske²¹. Faktisk måtte man entrere med skibsbyggere fra Venedig for at løse problemet, hvilket stemmer med antagelsen om, at det er selve spantbygningsteknologien, man har problemer med. Den kopiering af PIERRE, som kilderne taler om, kunne være begrænset til at omfatte skibets ydre kendetegn som rig og proportioner. Som vi har set, er den hollandske klampbygningsteknologi et andet og bedre kendt – og mere succesfuldt eksempel på efterligning af spantbaseret kraelbygning.

Forudsætningerne for at optage den nye skibsbygning i Østersøområdet var meget lig situationen i England. Den sene middelalders skibstyper var i Danmark og Sverige overvejende små og mellemstore klinkebyggede fartøjer, som var rigget med et enkelt råsejl. Langt den overvejende del af dansk tonnage har således sikkert været betegnet som *skuder*²². Højmiddelalderens store skib var i Vesteuropa den navnkundige kogge, men det er uvist i hvilket omfang, den har været bygget og ejet i Skandinavien. Skriftlige kilder fortæller, at koggens rolle i løbet af middelalderens sidste del gradvist blev overtaget af holken. Denne skibstype er dog endnu ikke dokumenteret

arkæologisk, selvom den skulle være udbredt i hele Nordeuropa og også er kendt fra danske kilder.

Fra 1560 indtræder et boom i søfarten på Østersøen, hvilket afspejles i Øresundstolden. Ønsket om at dominere Østersøen bliver temaet for rivaliseringen mellem Danmark og Sverige, som er de to nye modstandere i regionen. Artilleri om bord på skibe kendes fra sidst i 1300-tallet, men ikke før den Nordiske Syvårskrig 1563-70 slår kanondueller mellem skibene igennem som afgørende for skibenes konstruktion. Krigsskibet blev en måde for kongen at vise sin magt og rigdom på i en grad, som ikke havde været praktiseret siden vikingetiden. Den kongemagt, der nu blev symboliseret i skibet, var imidlertid fyrsten som – af Guds nåde – var enerådende i sit land. MARY ROSE er et eksempel på sådan et kæmpeskib, men kavelbyggede prestigeskibe var også nordiske kongers ejendom. Fra historiske kilder – både skriftlige og ikonografiske – er der ret gode oplysninger om kong Hans' skib ENGELN, som blev færdigbygget i 1511, og endnu bedre om MARIA, som blev færdig i 1514

under Christian II²³. Disse meget store skibe optræder allerede 25-30 år efter de første efterretninger om kaveler. De bliver alle bygget på direkte kongelig ordre, og i kilderne kan man næsten følge hvert eneste i perioden ca. 1500-1550. Dette var den store kavelers epoke i Østersøen, og var faktisk et fænomen, som var udbredt i hele Nordeuropa. I størrelse kan de måle sig med 1600-tallets tredækkere, men disse var langt talrigere og var ikke enestående i forhold til skibsbygningen i øvrigt, hvilket de nye kaveler i høj grad var i starten af 1500-tallet. Frem til 1570'erne, hvor de første hollandske klampbyggede skibe viser sig i skibsfundene, har den »ægte« spantbaserede kavelbygning været enerådende i Østersøen. De første hundrede år med den nye teknologi har altså udgjort en »skeletfase«. Da de hollandske klampbyggede skibe begynder at dukke op, er de store fuldbyggede skibe efterhånden normen i international søfart, og klinkbygning bliver en skibsbygning for den lokale søfart og fiskeriet.

Noter

- ¹ Ole Crumlin-Pedersen: Skind eller træ? En studie i den nordiske plankebåds konstruktive oprindelse, *Sømand, fisker, skib og værft*, 1970, s. 213-240. *Dansk søfarts historie* bd. 1, 1997.
- ² Olof Hasslöf: *Carvel Construction Technique. Nature and origin*, Folk-liv 1957-1958, s. 49-60. Reinder Reinders & Kees Paul (ed.): *Carvel Construction Technique. Fifth International Symposium on Ship and Boat Archaeology*, 1988.
- ³ Steffy, J. Richard: *Wooden Shipbuilding and the Interpretation of Shipwrecks*. College Station, 1994.
- ⁴ Se note 2.
- ⁵ Marco Bonino: *Lateen-rigged medieval ships. New evidence from wrecks in the Po Delta (Italy) and notes on pictorial and other documents*. International Journal of Nautical Archaeology 7.1, 1978, s. 9-28.
- ⁶ Frederic Chapin Lane: *Venetian Naval Architecture About 1550*, *Mariners Mirror* 20, 1934, s. 24-49.
- ⁷ Se note 5.
- ⁸ Sergio Bellabarba: The Square-rigged Ship of the *Fabrica di Galere Manuscript*, *Mariners Mirror* 74, 1988 s. 113-130 og 225-237.
- ⁹ Staffan Mörling: *Clinker Built Boats in the Iberian Peninsula, Crossroads in Ancient Shipbuilding* (ed. Christer Westerdahl), 1994, s. 223-228. Richard Unger: *Portuguese Shipbuilding and the Early Voyages to the Guinea Coast*, Vice-Almirante A. Teixeira Da Mota In *Memoriam I. Academia de Marinha & Instituto de Investigacao Cientifica Tropical*, 1987.
- ¹⁰ Francisco Alves: *The remains of the Corpo Santo, a 14th century shipwreck and the remains of a shipyard at Praca do Municipio, Lisbon, Portugal*. *Arqueologia dos Navios Medievais e Modernos de Tradicao Ibero-Atlantica. Pré-Actas*. (ed. Francisco J. S. Alves), 1998 s. 88-92.
- ¹¹ Richard Unger: *Portuguese Shipbuilding and the Early Voyages to the Guinea Coast*, Vice-Almirante A. Teixeira Da Mota In *Memoriam I. Academia de Marinha & Instituto de Investigacao Cientifica Tropical*, 1987.
- ¹² Michael Barkham: *Sixteenth century Spanish Basque Ships and Shipbuilding: The Multipurpose nao, Post Medieval Boat and Ship Archaeology* (ed. Carl Olof Cederlund) 1985, s. 113-137.
- ¹³ Grenier et al.: *Basque Shipbuilding Technology c. 1560-1580: The Red Bay Project, Crossroads in Ancient Shipbuilding*. (ed. Christer Westerdahl) 1994, s. 137-142.
- ¹⁴ Ian Friel: *The Good ship*, 1995.
- ¹⁵ Thijs Maarleveld: *Double Dutch Solutions in Flush-Planked Shipbuilding: Continuity and adaptation at the Start of Modern History*, *Crossroads in Ancient Shipbuilding*. (ed. Christer Westerdahl) 1994, s. 153-163.
- ¹⁶ D. M. Goodburn: *Anglo-Saxon Boat Finds from London, Are they English?*, *Crossroads in Ancient Shipbuilding*. (ed. Christer Westerdahl) 1994, s. 97-104.
- ¹⁷ W. Salisbury: *The Woolwich Ship*, *Mariners Mirror* 47, 1961, s. 81-90.
- ¹⁸ Margaret Rule: *The Mary Rose. The Excavation and Raising of Henry VIII's Flagship*, 1982.
- ¹⁹ Richard Barker: *Design in the Dockyards about 1600. Carvel Construction Technique*. (ed. Reinder Reinders og Kees Paul) 1988, s. 61-70.
- ²⁰ Niels Probst: *Nordeuropæisk spanteopslagning i 1500- og 1600-tallet. Belyst ud fra danske kilder*. *Maritim Kontakt* XVI, 1993, s. 6-42.
- ²¹ Jerzy Litwin: *The First Polish Galleon and its Construction Register from 1570-72, Carvel Construction Technique*. (ed. Reinder Reinders og Kees Paul) 1988, s. 56-60.
- ²² Jan Bill et al.: *Dansk Søfarts Historie* bd. 1, 1997.
- ²³ Niels Probst: *Hovedskibet Maria 1514-25, et rekonstruktionsforsøg*, *Marinehistorisk Tidsskrift* 2, 1990, s. 3-32.

Carvel building from the Mediterranean to the Baltic

Summary

Carvel building started in the Mediterranean region as a development of the “shell-based” traditions whereby most of the hull’s strength and not least its shape was determined by the building of the plank shell of the hull. Around the year 1000 it was the skeleton – the ribs – that were the construction elements determining the shape, and they were also the part of the hull that was built first. A lot of the shaping of the ships was now done in an abstract form before the actual construction began. This distinguishes carvel building from earlier shell-based ship construction, which had smooth planking. The development of abstract ship construction – the conception of the ship’s shape before building commenced - continued in Italy with the aid of mathematics and geometry. On the Iberian Peninsular they imported Italian expertise, but developed new types of ship that were used for voyages of discovery and colonisation. The organisation of the ship’s construction became a part of the whole

carvel building technology. In Northern Europe shipbuilding in the late Middle Ages was shell-based – in the form of clinker building – and very decentralised. England stuck to its clinker building technology in the prestigious royal ship construction for a long time. Several attempts to maintain carvel built ships were made but failed. It was only when the shipyard structure was reorganised that it was possible to master skeleton-based carvel technology. In the course of the 16th century shipbuilders in Holland adjusted their existing bottom-based technology for the construction of large carvel built ships in a way that differed greatly from skeleton-based technology. The bottom-based technology derived from the building of cogs in the Middle Ages. In the Baltic region from the end of the 15th century princes imported skeleton-based carvel building technology, but from around 1570 the Dutch bottom-based technology became for a time the dominant technology in the construction of merchant ships.

