



KUML
2005

KUML 2005

Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab

With summaries in English

I kommission hos Aarhus Universitetsforlag

Træværket fra Stege Borg

Håndværk, teknologi og ressourcer i 1314

AF THOMAS FINDERUP OG HENRIETTE RENSBRO

Ved udgravningerne af Stege Borg i 2000 blev store mængder bygningstømmer afdækket og systematisk undersøgt for værktøjsspor. I denne artikel om Stege Borg er hovedvægten lagt på de håndværksmæssige aspekter. Træet har en historie at fortælle, en historie som står skrevet med værktøjsspor. Når analysen af selve træet sammenholdes med skriftlige, billedlige og etnologiske kilder og ikke mindst bevarede eksempler af samtidigt værktøj, gør det os i stand til at give et kvalificeret bud på, hvordan tingene er blevet til, så vi næsten kan se arbejdspladsen ved Stege by for os, som den må have fungeret i 1314.

Efter den indledende beskrivelse af Stege Borg og de forskellige konstruktionstyper forklares registreringsmetoder og tekniske undersøgelser. Herefter gennemgås værktøjssporene, som lægges til grund for tolkning af det anvendte værktøj og arbejdsteknikker. Tilsvarende gennemgås materialer og materialeudnyttelsen, og forbruget beregnes. Dette sammenstilles med engelske skriftlige kilder fra omkring år 1300, og på den baggrund eksperimenteres med beregninger af tidsforbrug og udgifter til lønninger og materialer. Afsluttende sammenlignes den middelalderlige byggeteknik på Stege Borg med principper for tilsvarende byggeri i nyere tid.

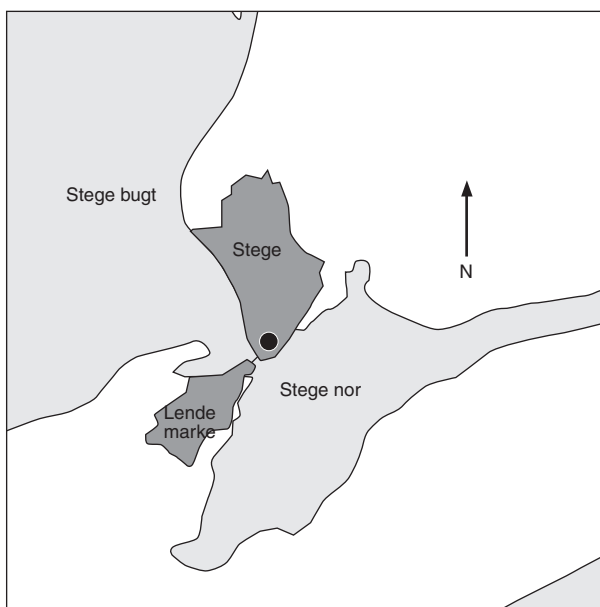
Stege Borg

I år 2000 foretog Sydsjællands Museum en nødudgravning af Stege Borg i den sydligste del af byen på området bag den tidligere købmandsgård Hages Gård, kaldet Hages Have.¹ På stedet stod indtil forsommeren 2000 DLG's høje kornsiloeer. Allerede i 1970'erne var en mindre del af borgens blevet udgravet af Nationalmuseet,² og de store mængder af velbevaret træ kom derfor ikke som en overraskelse, da de i år 2000 blev gravet frem 1,5 m under den moderne jordoverflade. Kun borgens nordvestlige del blev berørt af udgravningen.

Stege Borg lå i middelalderen på en kunstigt udvidet ø syd for Stege by, der dengang som nu ligger på en sydvendt halvø. I middelalderen lå Stegehalvøens

Fig. 1. Kort over Stege by og nærmeste omegn. Stege Borg er markeret med en prik.

The map shows the town of Stege and its neighbourhood. Stege Castle is indicated with a dot.



kystlinje godt 100 m længere mod nord. Den sydlige del af byen, hvorfra i dag broen til Lendemarke udgår, består af nyere opfyld, som omslutter borgøen og voldgrave (fig. 1, 2 og 3).³ Med sin placering i indsejlingen til Stege Nor ganske tæt ved kysten lå borgen nærmest og gemte sig. De udgravede dele af borgens forsvarsværker er da også vendt mod byen. I virkeligheden er der to borge på stedet: Stege Borg I, som er C14-dateret til 1200-tallet, og Stege Borg II, som er dendrokronologisk dateret til 1313/1314. Stege Borg I er kun bevareret i form af et knap 1 m bredt bælte af træpæle, som omkranser borgøen i dens daværende udstrækning, og en brønd. Denne artikel beskæftiger sig udelukkende med Stege Borg II, som formodes at være bygget af Erik Menved i 1314.

Efter nedkæmpning af omfattende oprør på Sjælland og i Nørrejylland rettet mod kong Erik og hans udskrivning af ekstraskatter, lod kongen i 1314 opføre en række tvangsborge, heraf nogle som nybyggeri, andre som forstærkning af eksisterende borge. De fleste blev placeret i Jylland, bl.a. Kalø Slot og Borgvold i Viborg. Stege Borg II er formodentlig en af disse tvangsborge, hvis formål var at afholde undersåtterne fra at gentage oprøret. Ekstraskatterne udskrev kongen til dækning af krigsudgifter i forbindelse med sine forsøg på at underlægge sig Sverige og områder i Nordtyskland og syd for Østersøen. Forsøget mislykkedes, store dele af riget var pantsat til danske og udenlandske stormænd, og under efterfølgeren Christoffer II (1320-26 og 1330-32) gik riget

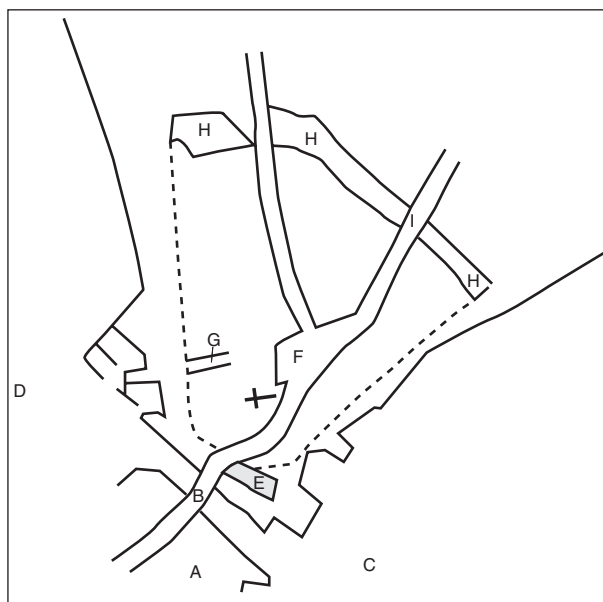


Fig. 2. Stege by. A: Lendemarke syd for indsejlingen til noret. B: Bro. C: Stege Nor. D: Stege Bugt. E: Den arkæologiske udgravning i Hages Have. F: Torvet, som i middelalderen havde en større udstrækning mod vest. G: Dybsbrostræde, som i middelalderen forbandt torvet og havnen på byens vestlige side. H: Vold og grav, byens forsvarsværk fra slutningen af 1400-tallet. I: Den bevarede byport Mølleport. Den stiplede linje viser den formodede kystlinje i middelalderen. – Tegning: Henriette Rensbro.

The town of Stege. A: Lendemarke south of the entrance to the cove. B: Bridge. C: Stege Cove. D: Stege Bay. E: The archaeological excavation in Hage's Have. F: The town square, which stretched further west in the Middle Ages. G: The Dybsbrostræde alley, which connected the town square and the harbour west of the town in the Middle Ages. H: The mound and the moat, the town's fortifications in the late 15th century. I: The still existing gate of Mølleport. The dotted line shows the presumed medieval coastline.

i opløsning. Stege Borg og Møn var allerede før Erik Menveds død i 1319 i forskellige panthaveres besiddelse.⁴

De udgravede konstruktioner

Stege Borg blev i 1314 bygget på en kunstigt udvidet ø ud for kysten. Omkring øen blev det naturlige lavvandede område uddybet til en 20 m bred og 3,5 m dyb voldgrav, bag hvilken der mod nord (mod byen) yderligere blev anlagt en mindre, også vandførende voldgrav. Det kunne under udgravningen ikke afgøres, om den lille voldgrav var samtidig med den store eller eventuelt en af-

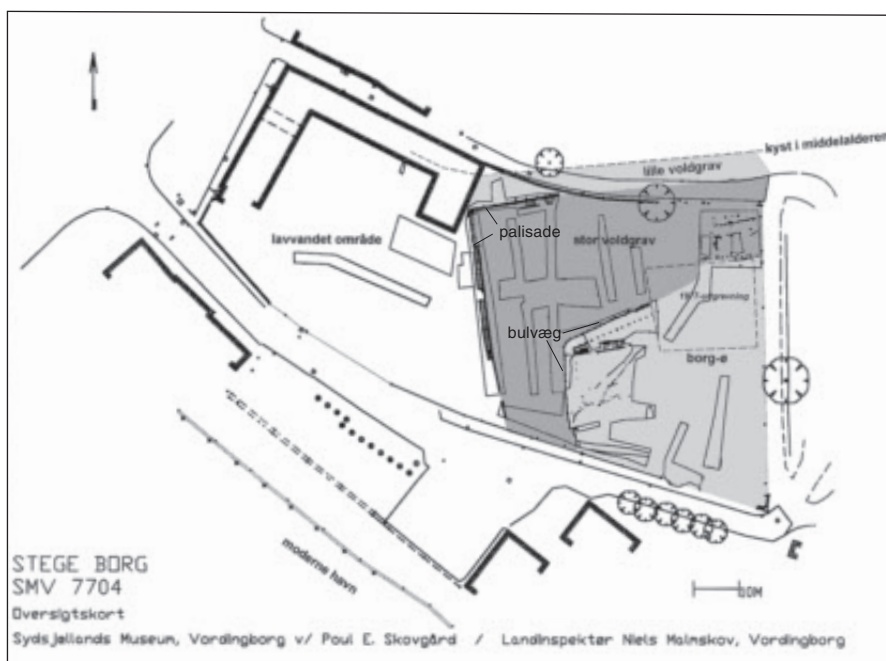


Fig. 3. Udgravningsplan fra udgravningen i Hages Have i sommeren 2000. Den undersøgte fjerdedel af borgøen ses nederst til højre med lys raster. Den store voldgrav omkring øen er vist med mørk raster. Øverst ses den formodede kystlinje i middelalderen. – Tegning: Dorthe Wille-Jørgensen efter Poul Erik Skovgård og landinspektør Malmøskov.

The plan shows the excavation in Hage's Have during the summer of 2000. The excavated quarter of the castle island is indicated to the bottom right with a light screen. The large moat encircling the island is indicated with a darker screen. In the upper part of the plan, the presumed medieval coastline is indicated.

løser for denne. Men da der absolut ingen genstandsfund var at finde i den store voldgrav neden for palisaden, må det anses for sandsynligt, at der ikke har været adgang til den store voldgrav fra landsiden, og at den lille voldgrav altså har været der fra starten. Bunden og nordsiden af den lille voldgrav blev ikke undersøgt, da det lå uden for udgravningsfeltet.

Til at holde på udvidelsen af borgøen blev opført en bulvæg af egetræ, hvis tilspidsede stolper blev rammet ned i undergrunden (fig. 4 og 5). Tilsvarende blev en svagt skråtstillet palisade/stavvæg af planker opført for at stabilisere siden af den store voldgrav mod nord ind mod byen og mod det lavvandede område mod vest (fig. 6). På grund af den lille voldgrav mod nord og det lavvandede område mod vest har hele palisaden for den middelalderlige betragter stået med vand på både for- og bagside. En eventuel østlig og sydlig palisade

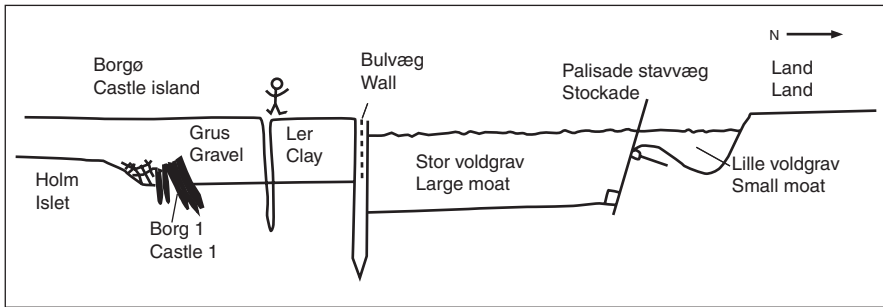


Fig. 4. Principskitse af snit gennem borgø (til venstre) og voldgrave set fra øst. Til højre er »land«, dvs. Steges middelalderlige kystlinje. – Tegning: Henriette Rensbro.

A representation of the section through the castle island (left) and the moats as seen from the east. The “land” to the right is Stege’s medieval coastline.



Fig. 5. Den udgravede fjerdedel af borgøen set fra nordvest. I forgrunden er den delvist tømte voldgrav og bulvæggen, som oprindeligt var dækket af vand. – Foto: Sydsjællands Museum.

The excavated quarter of the castle island as seen from the northwest. The partly emptied moat and the supporting wall of horizontal planks, originally covered by water, are visible in the foreground.



Fig. 6. Palisadens vestlige del, som oprindeligt stod med vand på begge sider, er i tidens løb presset bagover og skråner derfor mere end de oprindelige 15°. Forneiden ses den såkaldte bundrem med rester af pløkker. I baggrunden er palisadens hjørnesamling. Set fra syd. – Foto: Sydsjællands Museum.

Over the years, the western part of the stockade, which originally had water on both sides, was pressed backwards, which is why it is now sloping more than the original 15°. Underneath is the sill beam with the remains of pegs. The corner joint of the stockade is seen at the back. Seen from the south.

kendes ikke, da kun borgens nordvestlige del er udgravet. Hvor højt bulvæg og palisade ragede op over vandoverfladen, kan der kun gættes på. Kun den del af træet, som er under kote 0, er bevaret til i dag. Voldgravene er dybest mod nord, ind mod land og lavest mod syd, ved borgøen. En bro førte fra borgøens nordside over voldgravene ind til Stege. Ved og mellem broens mange stolper lå, nær voldgravens bund, store mængder af læderaffald især fra sko, potteskår særlig fra uglaserede gråbrændte kander, birkebark med indstemplet mønster, flere terninger og ca. 100 astragalknogler fra ko, hvoraf enkelte var slebet eller udhulet og to fyldt med bly, antagelig anvendt til knoglespil. Af enkeltstående fund kan nævnes en enkelt sværdknop og et bælteendebeslag i gennembrudt arbejde.⁵

I tidens løb er voldgravene groet til med gytje, som består af naturligt aflejret ålegræs m.m. Desværre er det ikke muligt at afgøre, om man nogensinde

har oprenset voldgravene for gytje, og hvor mange år det har taget, før de var groet helt til. Gytjen findes helt op til nutidig kote 0, og da gytje normalt kun kan dannes fra 0,5-1 m under vandoverfladen og nedefter, viser dette, at vandstanden på et eller andet tidspunkt har været mellem 0,5 og 1 m højere end i dag. Det kan dog ikke afgøres, hvornår denne periode med høj vandstand indtraf. Almindeligvis antages det, at vandstanden i middelalderen var nogenlunde som nutidens.

Der er ingen bygninger og fundamenter bevaret på den udgravede del af borgøen. Heller ikke spor efter ringmur eller træpalisade har kunnet påvises. Det anslås, at ca. 1/4 af borgøen og 2/3 af den store voldgrav blev udgravet i år 2000. Meget tyder på, at den øvrige del af borgen, syd og øst for det udgravede område, er bedre bevaret. En evt. senere udgravning vil muligvis kunne besvare nogle af spørgsmålene om især borgøens indretning og forsvarsværkerne mod syd, dvs. ud mod indsejlingen til Stege Nor.

Bulvæg

Bulvæggen består af nedrammede firesidede stolper, hvor sidernes bredde er omkring 0,25 m. Stolperne er bevaret i 2,5 m længde, heraf er knap 1,5 m under voldgravens bund. Afstanden mellem stolperne varierer mellem 0,90 og 1,30 m (fig. 7). Bulvæggens hjørne og den vestlige langside skråner indad mod øen, mens det nordlige forløb er lodret. Der er ingen forankring af bulvæggen

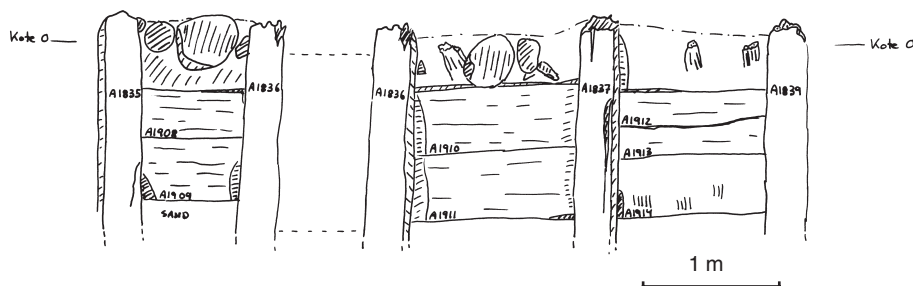


Fig. 7. Opmåling af tre af bulvæggens fag. Stolpen A1836 (nr. 2/3 fra venstre, det er én og samme stolpe, som er tegnet to gange, fordi bulvæggen her slår et knæk) har not i begge sider. A1837 (nr. 4 fra venstre) har not til venstre og fals til højre. Stolperne A1835 og A1839 (yderst til venstre og højre) har fals i begge sider. – Tegning: Henrik Høier.

Three bays of the log wall measured. Post A1836 (no. 2/3 from the left is the same post, which has been drawn twice as the wall has a bend here) has a groove in both sides. A1837 (no. 4 from the left) has a groove to the left and a rabbet to the right. Posts A1835 and A1839 (far left and right) have a rabbet in both sides.

Fig. 8. Palisadens nordlige del langs Billedhuggerstræde er bevaret i 4 meters dybde. Bag plankernes top ses den såkaldte toprem. Set fra øst. – Foto: Sydsjællands Museum.

The northern part of the stockade along the Billedhuggerstræde alley is preserved to a depth of four metres. Behind the top of the planks, the wall plate is visible. Seen from the east.



ind mod borgøen. Bulplankerne sidder i not eller en fals i stolpernes sider. Tilhugningen af plankernes endeflader er foregået på stedet, hvilket utallige huggespåner neden for bulvæggen vidner om.

Palisade

Palisaden består af opretstående egeplanker, som skrâner ca. 15° ind mod land, dvs. væk fra borgøen og voldgraven (fig. 8). Den meget fine og velbevarede hjørnesamling viser, at denne hældning er den oprindelige (fig. 9). Plankerne er bevaret i en dybde af 1- 4 m under kote 0. Nederst er de hugget til, så kanten er skarp (fig. 10). Foran plankerne ligger på bunden af voldgraven den såkaldte »bundrem« af bøgetræ. Den er sammensat af op til 9 m lange, firesidede 0,25x0,25 m bjælker. Bjælkerne er samlet med en 0,50 m lang skrålask. Der er mærkeligt nok ingen form for nagler eller anden forboltning af samlingerne.

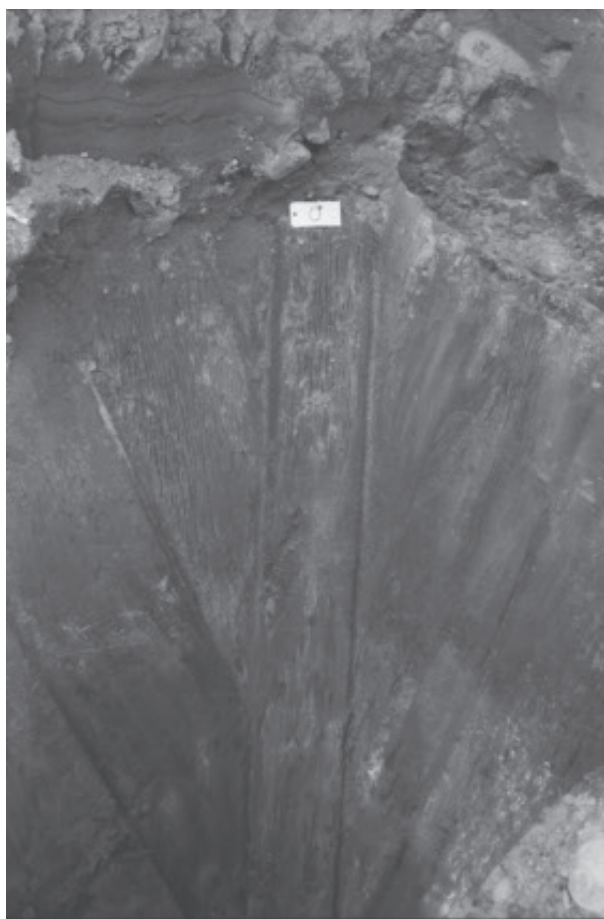


Fig. 9. Palisadens hjørnesamling set fra sydøst. – Foto: Sydsjællands Museum.

The corner joint of the stockade seen from the southeast.

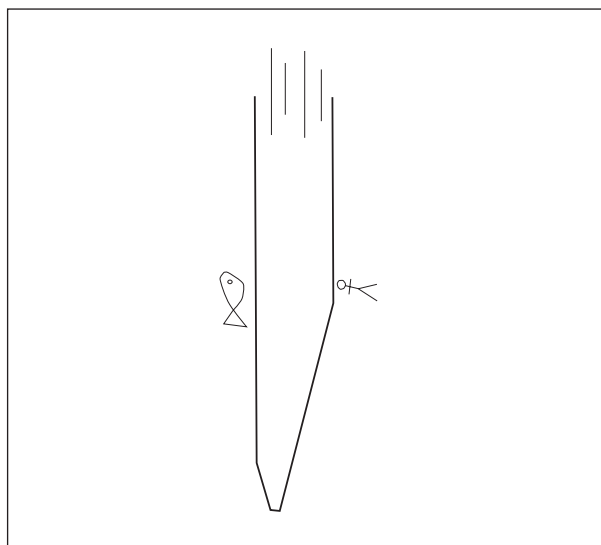


Fig. 10. Skitse af tværsnit af spidsplanke fra Stege Borgs palisade. – Tegning: Anne Marie Buelund og Thomas Poulsen.

A sketch showing the cross section of a pointed plank from the stockade of Stege Castle.

Bundremmen forhindrer palisadens planker i at skride ud og er forankret til (ler-)bunden af voldgraven med pløkke af bøgetræ (fig. 4 og 6).

Øverst i den bevarede del af palisaden er en »toprem« af egetræ, som plankerne hviler mod. Topremmen er sammensat af op til 7 m lange, firesidede 0,20x0,20 m bjælker, som er forankret skråt bagud med 1 m lange pløkke. Hele den øvre del af palisaden er for længst rådnet bort, men på oversiden af topremmen er bevaret taphuller til en øvre konstruktion (se afsnit om byggetekniske overvejelser), som formentlig har fastholdt plankerne, så de ikke vippede ud mod vandet. Allerøverst har palisadens planker antagelig været tilspidsede. Antagelsen bygger på fundet af en enkelt afbrækket spids.

Det antages i udregningerne nedenfor, at palisaden har raget ca. 1 m op over nutidig kote 0, og at palisaden har haft en samlet længde på 100 m, hvoraf de 70 m er udgravet.

Registrering og tekniske undersøgelser

I forbindelse med selve udgravningsarbejdet i år 2000 blev en del af tømmeret fra Stege Borg undersøgt og registreret under vejledning af skibsbygger Thomas Finderup fra Vikingskibsmuseets Værft og konservator Ivan Conrad Hansen fra Nationalmuseets Marine Undersøgelser, begge Roskilde. Resultaterne heraf præsenteres og perspektiveres i det følgende. Selv om det i udgravningssituationen forekom, som om der blev registreret langt mere træværk, end der senere ville kunne bearbejdes, har der i forbindelse med bearbejdningen vist sig behov for flere opmålinger end de eksisterende. Der kan med andre ord næsten ikke registreres nok, når det drejer sig om velbevaret træ. Men i Stege Borgs tilfælde umuliggjorde de enorme mængder af træ under alle omstændigheder en fuldstændig registrering.

Som supplement til opmålinger og tegninger blev taget flere hundrede fotos af træværk, dels in situ, dvs. hvor det blev fundet, og dels på opmålingsbordet.

Aoife Daly fra Nationalmuseets Naturvidenskabelige Undersøgelser udtog prøver af træet til dendrokronologisk datering. Træet fra 1970'ernes udgravning blev inddraget i en stor samlet analyse, og pga. den markant større mængde træ blev den samlede datering ændret fra 1307-12 til 1313/14.⁶ Dateringerne tolkes således, at borgen er bygget i én omgang i år 1313/1314. Trækonstruktionerne i forbindelse med voldgraven (palisaden) og stabilisering af borgøen (bulvæggen) er ikke siden repareret og udskiftet, mens broen ind til byen og kongsgården tilsyneladende er udbedret med nye stolper i slutningen af 1300-

tallet. Om træets proveniens kan ikke siges andet, end at ud fra eksisterende årringskurver er det mest sandsynligt, at træet har vokset i Danmark eller Slesvig-Holsten, mens Sverige og Lübeck er usandsynlige oprindelsessteder. Desværre eksisterer der ikke sammenlignelige årringskurver for landene syd for Østersøen.

Med vejledning og hjælp fra Nationalmuseets Konserveringsafdeling i Brede og ihærdig brug af vandslanger lykkedes det at holde det afdækkede træværk nogenlunde »frisk«, mens registreringsarbejdet stod på, og at fremgrave og optage ca. 5 m af palisaden og to fag af bulvæggen, som med en bevilling fra Rigsantikvarens Arkæologiske Sekretariat blev fragtet til konserveringstjenesten i Ølgod, hvor det forventes færdigkonserveret i 2007.

Inden opmålingen af tømmeret fra Stege Borg blev det forsøgt at forudse, hvilke spørgsmål der senere ville blive stillet til materialet, og på den baggrund blev et opmålingsskema med de relevante oplysninger for det enkelte træstykke udformet. Der er lagt vægt på oplysninger om:

- hvilke typer værktøj er anvendt og hvordan
- arbejdsteknikker
- træsorter
- hvilken trækvalitet er anvendt til hvilke dele af konstruktionerne
- hvor omfattende var bevidstheden om træets styrke og svagheder. Her tænkes især på forskellige træsorters bevaringsevne under vand og i vandoverfladen, og om træets marvside vendte mod land eller mod vand
- hvor effektivt er træet udskåret. Og hvor stort har ressourceforbruget været, dvs. bruttomængden af anvendt træ.

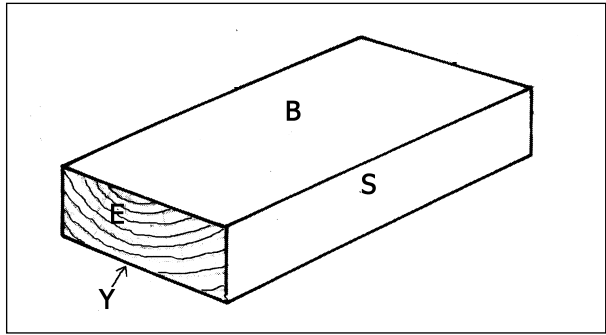
Værktøjsspor

Bulvæggens vandrette planker

har alle savespor på bredfladerne, nogle også på smalfladerne (fig. 11). Afstanden mellem savesporene er 5-7 mm. Vinklen i forhold til kanten er typisk 80-90°. Planken anlæg 1914 (fig. 12) er savet fra begge ender. Hvor savesporene mødes, er der en lille trekant, hvor planken ikke er savet over, men flækket.

I de fleste tilfælde er smalfladerne tilhugget med økse. Sporene herefter er ca. 65 mm brede og svagt buede, vinklen i forhold til kanten er ca. 45°. Plankerne har huggespor på endefladerne, som er fremkommet ved afkortning og tilspidsning. Der er flere steder umotiverede, borede huller med en diameter mellem 25 og 30 mm. Dette kan være tegn på, at tømmeret er genanvendt.

Fig 11. Principtegning af en plankes sider. B. Bredflade (marvside), E. Endeflade, S. Smalflade, Y. Yderside. – Tegning: Thomas Finderup.



A drawing of the sides of a plank. B. Surface (pith side), E. End, S. Side, Y. Outer surface.

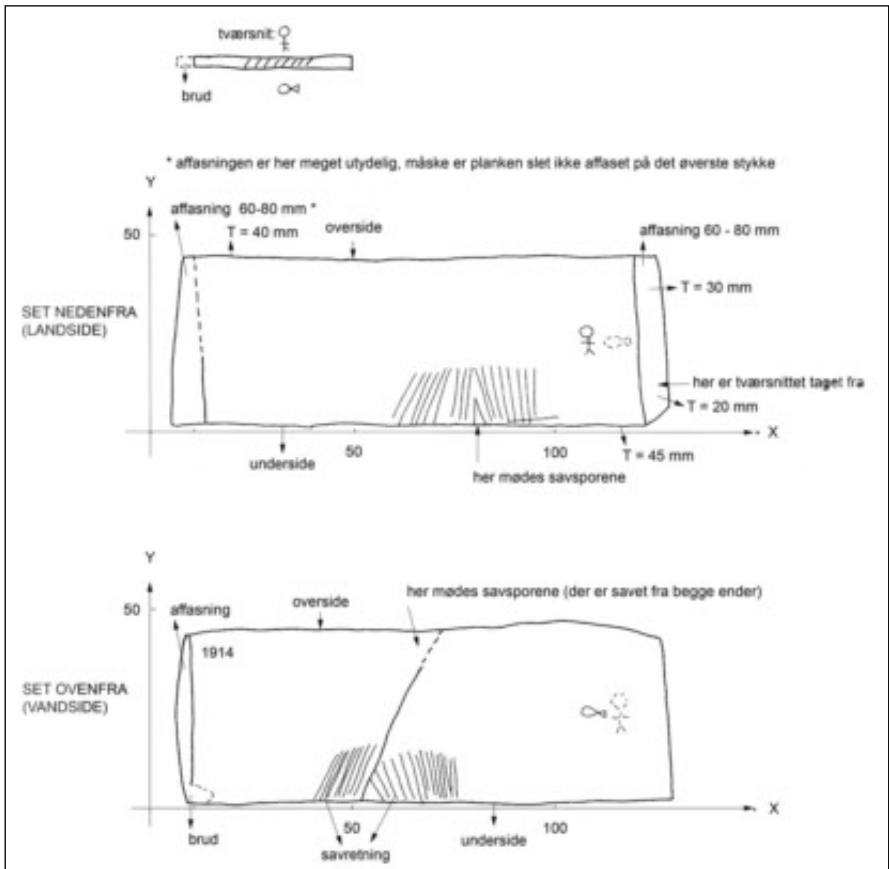


Fig. 12. Planke (anlæg 1914) fra borgøens bulvæg. Det ses, hvorledes planken er savet fra begge ender. Der er savespør på hele planken, disse er målt og beskrevet, kun de særligt bemærkelsesværdige er tegnet. – Tegning: Anne Marie Buelund og Thomas Poulsen.

A plank (structure 1914) from the log wall of the castle island with saw marks from both ends. Saw marks from the whole plank have been measured and described. Merely the more interesting ones are drawn.

Bulvæggens lodrette stolper

har savespor på marvsiden og huggespor på ydersiden (fig. 11). På to af stolpernes flader er der hugget en not eller en fals. Der er ikke bevaret værktøjsspor i noter og false, men de må være tildannet med stemmejern eller syldøkse, se nedenfor.

Palisadens lodrette planker

har afstivet voldgravskanten mod nord og vest. De har tydelige savespor på bredfladerne (fig. 13) og enten savespor, huggespor eller ingen bevarede spor på smalfladerne. Savesporenes vinkel på kanten er typisk 80-90°, men på et af de opmålte stykker (anlæg 1582) varierer vinklen. Her har savesporene ved den ene ende af planken en vinkel på 15°, hvorefter de ændres til 90°. På den modstående side af samme planke hælder de ca. 80° hele vejen.

Afstanden mellem savesporene er 1-6 mm, enkelte steder 10 mm. På de tilspidsede endeflader, som er rammet ned i voldgravsbunden, er der huggespor, som er 60-120 mm brede. Det er mærkeligt, at nogle smalflader ikke har spor efter værktøj. Kan der have været brugt høvl? I nogle af plankerne ses borede huller med en diameter på 22, 25 og 30 mm (anlæg 1517 og anlæg 1582). De har tilsyneladende ikke haft nogen funktion i konstruktionen, hvil-



Fig. 13. Palisadeplanke med savespor. – Foto: Sydsjællands Museum.

A stockade plank with saw marks.

Fig. 14. Bundrem med huggespor. – Foto: Sydsjællands Museum.

A ground sill with cutting marks.



ket tyder på, at træet er genanvendt. Der er taget afstøbning af et hul, som viser, at der har været anvendt et skebor.

Palisadens bundrem

har savespor på to sider og huggespor på to sider samt de tilspidsede ender (fig. 14). Savesporene har hele vejen samme vinkel på kant, ca. 85° , og samme afstand, ca. 5 mm. Huggesporenes bredde varierer fra 60 til 140 mm, hvor de smalle er buede, og de brede er rette (anlæg 1554). I taphullerne er spor efter stemmejern eller lignende. Disse spor er 60 mm brede. I bundremmene forekommer, som i det øvrige tømmer, huller uden forståelig funktion (diameter: 30 mm).

Palisadens toprem

er dårligt bevaret, og der er derfor ingen tydelige værktøjsspor.

Bortset fra bulvæggens planker er der ikke fundet værktøjsspor på tømmerets endeflader.

Stege Borg er af flere grunde meget interessant, når det gælder savespor. Der er her bevaret mere savet træ end i noget andet fund fra 1300-tallet. Sporene er meget velbevarede, og de findes i flere forskellige kombinationer med huggede flader. Der er i forvejen kendskab til, at der er brugt sav i Danmark på dette tidspunkt, blandt andet fra fundet af Kolding koggen og Gedesby skibet. Det sidste blev udgravet i 1990 og har næsten samme datering som Stege Borg. Her er anvendt savet tømmer i kombination med udkløvede planker.⁷

Værktøj

Til tolkning af værktøjsspor og anvendt værktøj gøres brug af flere kilder.

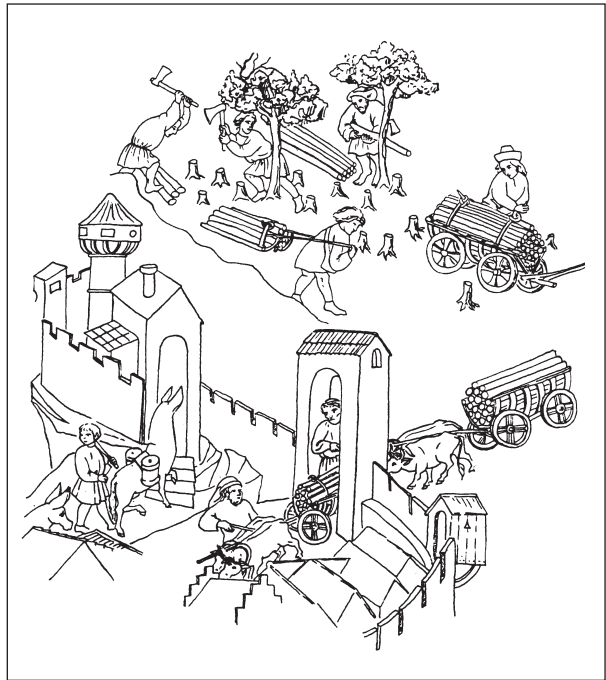
- De primære oplysninger kommer fra værktøjssporene selv, deres størrelse, form og retning. Her har Ivan Conrad Hansen fra Nationalmuseets Marine Undersøgelser, der har stor erfaring med opmåling af skibsmateriale, været en god hjælp.
- Det er forsøgt at finde arkæologisk dateret værktøj, som passer sammen med sporene. Her er især gjort brug af Michael Rotvig Kristiansens upublicerede hovedfagsspeciale »Økser i Danmarks Middelalder«. Specialet bygger blandt andet på en indsamling af oplysninger om næsten samtlige fund af økser fra middelalderen i Danmark (inkl. Skåne).⁸
- Der er sammenlignet med andres og egne eksperimentel-arkæologiske erfaringer.
- Billedlige kilder i form af bibelillustrationer, kalkmalerier m.v. er anvendt som sammenligningsmateriale. De tillægges i denne sammenhæng kun værdi som støtte for de øvrige kilder.
- En etnologisk kilde i form af ældre nordmænds erindringer om, hvordan det var at save planker med langsav, er brugt til at vurdere, hvor hurtigt det har været muligt at save planker, da håndsavning var på sit højeste udviklingstrin.
- Oplysninger i værktøjskataloger fra nyere tid tillægges en vis værdi, fordi værktøjets arbejdsopgave er en af de faktorer, som bestemmer dets design.

Økser

På en byggeplads som Stege Borg har man uden tvivl hele tiden kunnet høre en økse arbejde et sted. Øksen var den gang det mest anvendte værktøj i hver-

Fig. 15. Skovscene fra 1300-tallet. Kalenderbillede for december. – Efter Binding 2001, fig. 565.

A 14th century forest scene. The calendar picture for December.



mands øje. Den blev brugt til utallige gøremål og har derfor haft mange udformninger fra den specialiserede bødkerøkse til den simple flækøkse. Ved byggeriet af Stege Borg var økserne allerede i anvendelse under forberedelserne med fremstillingen af værktøj og hjælperedskaber. Derefter blev de brugt i skoven til fældning af træerne, afgrening, afkortning og behugning til firkanteret tømmer. Siden var de i brug på selve byggepladsen til den endelige dimensionering og tildannelse af træsamlinger. Tilsammen har de dannet et orkester af værktøj.

Fældeøksen

Fra selve fældningen af træerne er ingen spor bevaret på Stege Borgs træværk. Her må bruges andre kilder. Blandt de billedlige kilder findes kun meget få, der gengiver scener fra skoven, og i denne undersøgelse er kun fundet en enkelt fra 1300-tallet (fig. 15). Der findes heller ikke mange sammenlignelige økser i det arkæologiske materiale, men i Badstuegade i Århus er fundet en økse med en vægt på 1,1 kg, en smal æg og et tyndt blad (fig. 16b). Fra egen erfaring med fældning af træer vides, at det bedst egnede er en økse med en vægt på ca. 0,8-2 kg med en smal æg (7-10 cm). Det samme kan man læse i værktøjskataloger fra begyndelsen af 1900-tallet.⁹

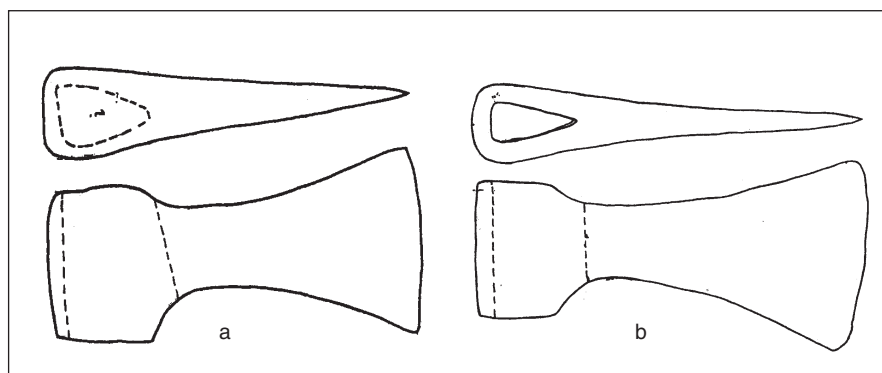


Fig. 16. a. Bindøkse fra Søborg slot. Længde: 18 cm. b. Fældeøkse fra Badstuestræde i Århus. Længde: 19 cm. – Efter Kristiansen 2002, tavle 12.

a. A carpenter's axe from Søborg Castle. Length: 18 cm. b. A felling axe from Badstuestræde in Århus. Length: 19 cm.

Fældeøksen er højst sandsynligt også blevet anvendt til afgrening og afkortning af stammerne.

Bindøksen

Det antages, at inden stammerne er blevet savet ud, er de blevet hugget til firkant. Tømmeret er med andre ord blevet slingret/behugget. Det sker på følgende måde: En snor med kridt eller kulstøv spændes stramt ud langs stammens kant, der hvor man ønsker, at den første side af firkanten skal være, snoren løftes op, slippes og efterlader en streg, hvor den rammer stammen (fig. 17a). Den samme proces foretages på den modstående side. Der hugges nu hakker for hver halve meter vinkelret ind i denne side, indtil bunden når stregerne (fig. 17b). Tilbage er nu en flade med en lille klods for hver halve meter. Den hugges/kløves nu væk, og fladen står ru, men plan. Processen ses gengivet på flere billeder fra middelalderen. Øksen til denne opgave skal gå dybt ved hvert hug uden at sætte sig fast.

Der er desværre ikke fundet spor på træværket fra Stege Borg, som fortæller hvilken øksestype, der har været anvendt, men egne erfaringer har vist, at en økse til dette formål skal være en smalægget (7-10 cm) økse med et kraftigt blad og en vægt på 0,8-1,5 kg, længde mindst 12,5 cm. Det traditionelle navn for denne type er en bindøkse. Ved Søborg slot er fundet en økse, som passer godt til opgaven. Desværre har den ikke en præcis datering (fig. 16a).

Disse processer kan virke meget fjerne for os i det 21. århundrede. Men i

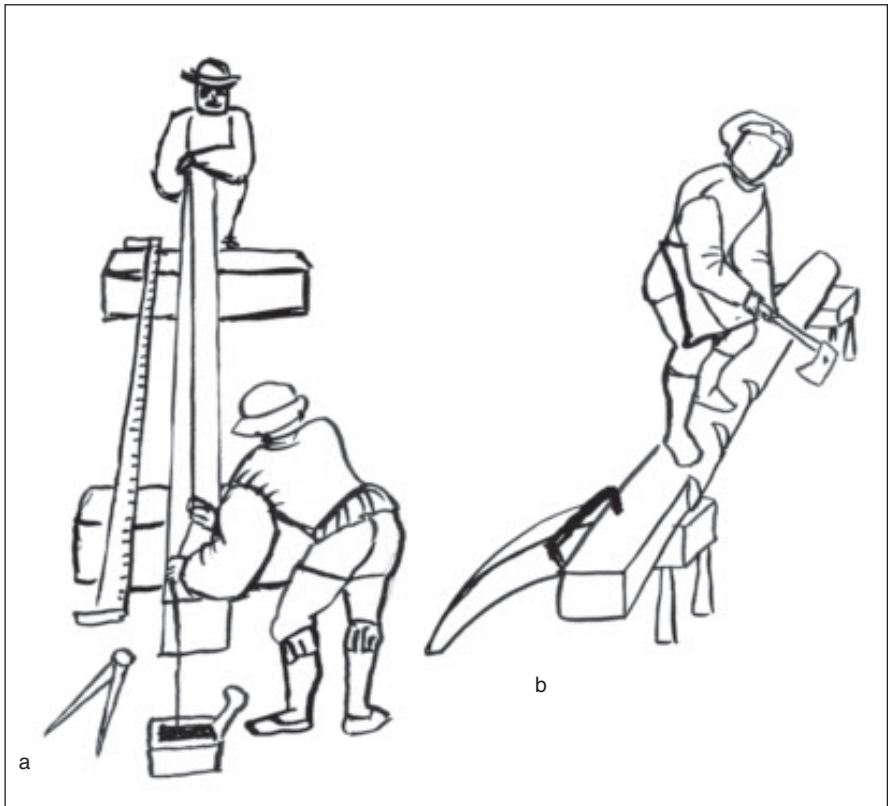


Fig. 17. a. Snorslåning, b. Tømmer behugges. – Tegning: Marta J.M. Kristensen efter originaltegninger fra 1500-tallet i Tyghem 1966.

a. Cord making, b. Timber cutting.

bogen »Tømrerarbejde i praksis« fra 1946 står: »Fældningen udføres med økse og Sav«, »Behugningen sker ofte i skoven« og »I øvrigt bliver det mere og mere almindeligt, at tømmeret ikke behugges, men saves.«¹⁰ Det fremgår heraf, at frem til 2. Verdenskrig var denne fremstillingsmetode økonomisk konkurrencedygtig.

Bilen

Bindøksen efterlader som ovenfor nævnt en ujævn overflade. Dens smalle æg gør det meget vanskeligt at lave en plan flade. Til det må man anvende en økse med en bred æg og et tyndt blad, der kan skære brede tynde spåner af. På bundremmen (anlæg 1554) er fundet øksespor, der er 14 cm brede med en ret forkant og hugget vinkelret på kanten af tømmeret. Det tyder på, at det er en bil,

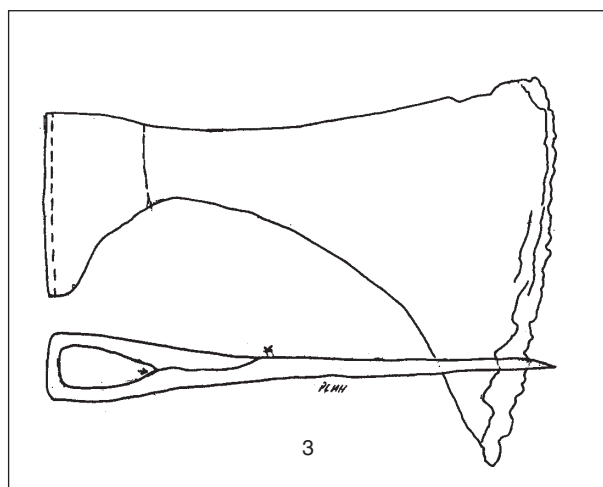


Fig. 18. Spidsskægget bil type B3. Længde: 24 cm. Det kan meget vel være en økse af denne type, som er anvendt ved til-dannelsen af bundrem-mene på Stege Borg. – Efter Kristiansen 2002, tavle 16.

A bearded side axe of type B3. Length: 24 cm. An axe of this type may well have been used for shaping the sill-beams of Stege Borg castle.

der har været i anvendelse. Med en bil menes en tyndbladet økse, der er ensidigt slebet, og hvor øksebladet kan være svagt buet (set forfra). Den svage bue på skæret gør, at øksen kan hugge på tværs af tømmeret, fordi den skærer spånen fri i begge ender. I et 1400-tals digt fra England, »The Debate of the Carpenters Tools«, siger bredbilen (forfatterens oversættelse): »Høvlen er min broder, vi to vil jævne og gøre glat.«¹¹ Øksens æglængde varierer, alt efter hvilken arbejdsopgave den er lavet til (fig. 18).

Den mest almindelige bil i de billedlige kilder fra 1000-1200-tallet og ikke mindst fra Bayeaux-tapetet er en T-bil, dvs. en bil, der har lige eller næsten lige langt skær over og under øksens hals. Øksens overlinje (ryggen) og underlinje (bugen) buer henholdsvis op og ned i forhold til øksens hals. Øksens hals og blad danner således et T, hvoraf typen har fået sit navn. Den ses i mange gengivelser af Noahs byggeri af arken, og den har muligvis været særlig knyttet til skibsbygning.¹² At dømme ud fra de billedlige kilder går denne øksetype ud af brug før år 1300. Der er ikke gjort arkæologiske fund af middelalderlige T-biler i Danmark.

Skægøksen

På et kalkmaleri fra Kirkerup kirke fra ca. 1350 har Noah en økse af den type, der kaldes skægøkse (fig. 19). Skægøkse er en betegnelse, som dækker udseende, ikke funktion.¹³ Både fældeøkser, bindøkser, biler osv. kan tilhøre denne gruppe. Definitionen på en skægøkse er i denne analyse: En økse, hvor æggets længde er markant længere under øksens hals end over. Ryggen kan have en blød konkav linje, en ret opadstigende linje eller en ret linje helt vinkelret på



Fig. 19. Kalkmaleri fra Kirkerup kirke ca. 1350. Omridset af øksen er streget op. Det er sandsynligvis samme øksetype som fig. 18. Til højre saves stammen med en langsav. – Efter Bill 1991, s. 191, fig. 4.

Mural from Kirkerup Church, c. 1350. The outline of the axe has been accentuated. It is probably the same axe type as Fig. 18. To the right, a trunk is being sawn using a two-man saw.

skafthullet. Bugen har som regel et mere markant nedadgående forløb end ryggens opadgående bue (fig. 20). Den kan være en kurve eller en ret linje. Om skægøkserne i de billedlige kilder er biler (altså ensidigt slebet), kan ikke siges med sikkerhed.

Syldøksen

Til at lave notgangen i bulvæggens lodrette stolper kan der være anvendt en syldøkse, som er karakteriseret ved et langt, buet blad med en smal, tværstillet æg. En sådan økse er fundet ved Eketorp på Øland.¹⁴

Ud over de her nævnte typer har tømmerne utvivlsomt haft adgang til forskellige, mindre specialøkser.

Det arkæologiske materiale

Den hyppigst forekommende type i det arkæologiske materiale er skægøkserne, hvoraf flere har æglængde og datering, som kan matche de spor, vi ser

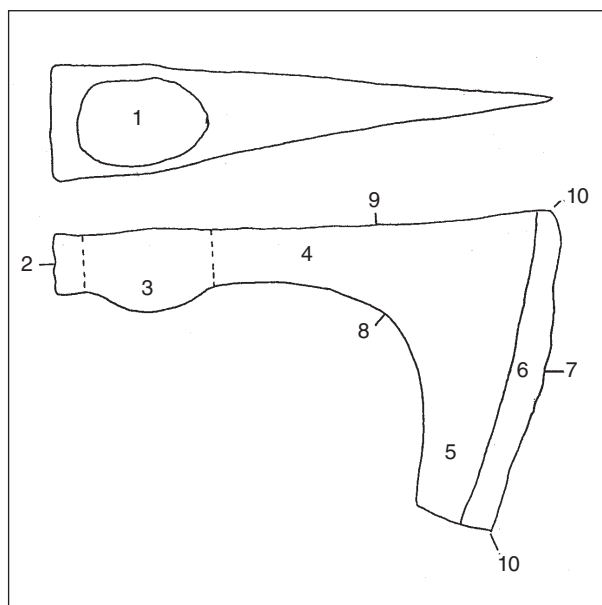


Fig. 20. Skægøkse med angivelse af betegnelser for øksens enkelte dele. 1. Skaft hul, 2. Nakke, 3. Flig, 4. Hals, 5. Skæg, 6. Ægvold, 7. Æg, 8. Bug, 9. Ryg, 10. Æghjørne. – Tegning: Thomas Finde-rup.

A bearded axe with the terms used for the individual parts of the axe. 1. Socket; 2. Poll; 3. Wing; 4. Neck; 5. Beard; 6. Bevel; 7. Cutting edge; 8. Lower edge of blade; 9. Upper edge of blade; 10. Corner of the bit.

på Stege Borg. Fastholdes det, at der har været anvendt en bil (altså en ensidig slebet økse), indskrænker antallet af muligheder sig til de typer, som Kristiansen kalder MS5, B3 og B4, som alle er skægøkser dateret til 13-1400-tallet, og som er ensidigt slebne. En af økserne af B3 typen (fig. 18) ligner til forveksling øksen, som ses på kalkmaleriet i Kirkerup kirke (fig. 19). Meget tyder derfor på, at øksen, som i 1313 efterlod de 14 cm lange spor på bundremmen, var en ensidigt slebet spidsskægøkse.

Save

Savesporene kan ikke fortælle os præcist, hvordan saven så ud, men at savesporene skifter vinkel på kanten af tømmeret, giver den interessante oplysning, at der er anvendt håndsav og ikke en savmølle. Én detalje skabte fra starten store forventninger til, hvad savesporene på Stege Borg materialet ville vise. Det var den lille trekant på planken anlæg 1914 (fig. 12), der viste, at denne planke var savet fra begge ender. Dette viste sig dog at være eneste sikre spor efter den saveteknik.

Langsav og rammesav

Der findes mange middelalderlige billeder, der viser, hvordan plankerne saves ud, men kun ét er fra vore egne himmelstrøg, nemlig kalkmaleriet i Kirkerup

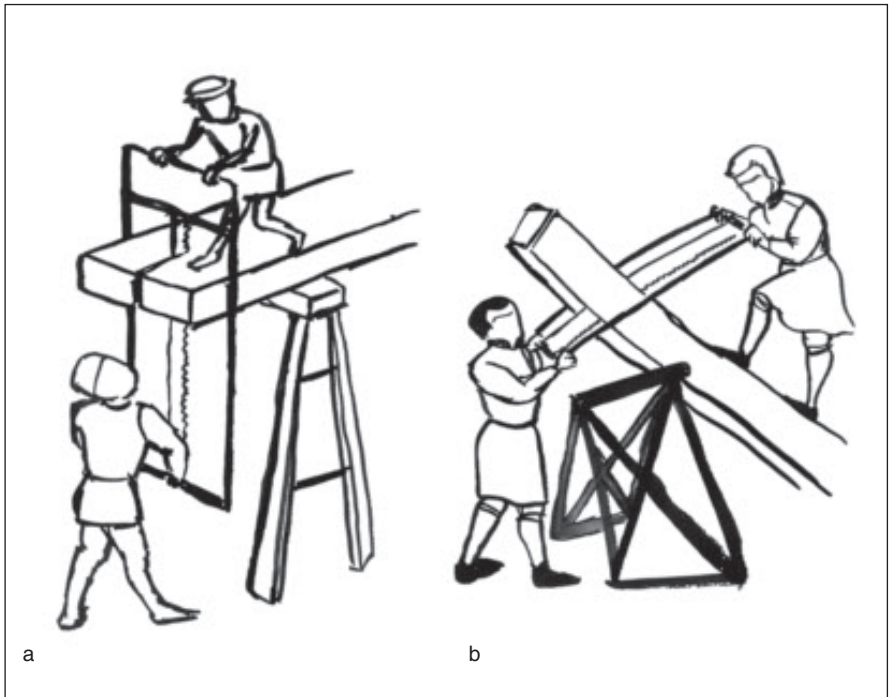


Fig. 21. a. Savning med anvendelse af to lige høje bukke, b. Savning med anvendelse af én buk. – Tegninger: Marta J.M. Kristensen efter originaltegninger fra 13-1400-tallet i Tyghem 1966 og Unger 1991.

a. Sawing using two equally high trestles, b. Sawing using a single trestle.

kirke, dateret til ca. 1350 (fig. 19). Her bliver en træstamme, der er hævet over jorden med to bukke, savet med en langsav (et langt savblad med et håndtag i begge ender). At dømme ud fra det øvrige europæiske billedlige materiale er dette ikke den typiske savemetode og savtype, idet der ikke findes andre illustrationer, som viser brugen af langsav. Det typiske er derimod en rammesav, hvor savbladet sidder udspændt i en træramme (fig. 21).¹⁵

Træstammernes store dimensioner taler for, at man har anvendt en rammesav, da det kræver et meget stift savblad at skære så store træstammer. Dette kan opnås med et tyndt og kort blad i en rammesav, hvor bladet jo spændes op. For at opnå samme stivhed i en langsav må bladet med middelalderens smedeteknik og jernkvalitet være meget tykt. Først i 1700-tallet bliver man i stand til at smede meget lange og tynde savblade med højt kulstofindhold.¹⁶

Opstilling

Hvad angår opstillingen af tømmeret under savning er der tre overordnede principper:

1. Træet kan have den ene ende hævet over jorden på en buk eller lignende (fig. 21b).
2. Træet kan have været hævet over jorden med to lige høje bukke (fig. 19 og 21a).
3. Træet kan have ligget vandret over en grav i jorden, hvor den ene saver så har stået nede i hullet. Det er ikke i denne forbindelse lykkedes at finde illustrationer fra middelalderen, der viser denne teknik. Det tidligste vidnesbyrd om brug af savegrav i Skandinavien stammer fra en skriftlig grænseaf-tale mellem to gårde på Ringkøbingegnen i 1487.¹⁷

Formålet med alle opstillinger var at skabe arbejdsrum for begge savere, at flytte mindst muligt på det tunge tømmer og at opnå samme vinkel på træets fiber, nemlig 80-90°. De ovenfor nævnte metoder har haft flere varianter. Der findes således flere eksempler på, at det ikke er rigtige bukke, der hæver træet op, men noget der mere ligner skråstivere, som på kalkmaleriet fra Kirkerup kirke. De kan så samtidig have været anvendt til at løfte træet op med.¹⁸

At dømme efter illustrationerne ser det ud til, at savens vinkel er nogenlunde den samme i alle opstillinger. Savesporenes vinkel på kanten af plankerne kan altså ikke umiddelbart give svaret på, hvilken opstilling der har været anvendt. Fra tiden omkring 1300 viser de fleste billeder opstillingen, hvor tømmeret er løftet op i den ene ende.¹⁹

En lille planke fra bulvæggen (fig. 12) er, som nævnt ovenfor, savet fra begge ender. Det kunne tyde på, at tømmeret har været løftet i den ene ende. Man må forestille sig, at savningen er foregået på følgende måde: Alle savesnit er blevet savet ind mod midten så langt som muligt. Til at begynde med har begge saverne kunnet stå op. Til sidst har den nederste måttet sidde ned. Derefter vippes træstammens anden ende op, og der saves igen ind mod midten, indtil der kun står en lille trekant tilbage i underkanten. Når alle spor er savet fra begge sider, flækkes plankerne fri fra hinanden.

Goodburn har en anden tolkning af disse spor, som kendes i England fra både romertid og middelalder. Han mener, at trekanterne må være fremkommet ved den opstilling, hvor tømmeret ligger oppe på to bukke, og man har så savet fra begge ender af tømmeret, fordi den øverste saver ikke kan save tømmeret helt ud til enden, da han står på det, mens han saver.²⁰ Dette modsiges af den norske metode med to bukke, som blev anvendt frem til 1930. Metoden

efterlader ikke den lille savede trekant på planken. Man har to planker liggende parallelt med stammen, oven på dem ligger to stokke, som stammen ligger på. Den øverste saver kan træde på de parallelle planker, når han skal save det sidste stykke. Bjarkø, der har eksperimenteret med metoden, beskriver det således: »Vi starter med å sage [save] lengst ut mot barken inn til den løse bommen [buk]. Deretter skjærer vi de neste sporene videre inn mot margen. Så gjør vi det samme med den andre sida av stokken. Når alle sporene er saget fram til bommen løfter en stokken ei »raie« [en smule] og skyver [flytter] bommen. Når der er 5-15 cm igen av stokken, slutter en å sage. Så forsetter en i neste spor... Når alle snit så er saget, flækkes plankerne fra hinanden eller sages«. ²¹ Denne teknik efterlader altså et lille hjørne i den ene ende af planken, hvor den er flækket over. Det er usikkert, om denne metode kan føres tilbage til middelalderen, for på de kendte illustrationer går saverne ovenpå selve tømmeret. Goodburn mener, at dette usavede hjørne i enden af planken er karakteristisk for planker skåret over en savegrav. Det tidligste eksempel, han kender, er fra 1420. ²²

Jan Bill skriver i sin tolkning af savesporene fra Bredfjed skibet (dateret 1450-1625), hvor den lille trekant forekommer mange steder, at savearbejdet må være udført over en savegrav på grund af stammernes vægt. ²³ Stammerne er af samme størrelse som de største fra Stege Borg.

På Hjerl Hedes Frilandsmuseum har man lavet nogle forsøg med savning af tømmer over en savegrav. De viser, at det kræver et to meter langt hul, som man ruller stammen hen over, efterhånden som man saver den. Stammen bliver således savet på samme måde, som Bjarkø beskriver ovenfor, bare med en grav i stedet for to bukke, altså fra den ene ende.

Som det fremgår ovenfor, er det ikke let at drage en entydig konklusion om hvilken saveopstilling, der har været anvendt i Stege. De lange stykker tømmer kan ud fra savesporene at dømmes være tilvirket med flere af de ovenfor nævnte metoder. Set fra en praktisk synsvinkel er det letteste at save stammerne ude i skoven, på stedet hvor de er fældet. Her vil det være meget besværligt at bære rundt på to store bukke eller grave nye huller hele tiden. Det er derfor mest sandsynligt, at man har løftet træet op fra jorden med en eller to simple »bukke«. For at gøre dette muligt, har man hugget de store stammer ned til en firkant. 4,5 m lange stammer med en diameter på 0,7 m er således blevet hugget ned til tømmer på 0,3 m x 0,5 m x 4,5 m. De vil så »kun« veje ca. 650 kg, og ud af dem har man kunnet save fire planker. Hvis stammen hugges ned til 0,4 m x 0,5 m x 4,5 m, vil den veje ca. 900 kg. Hver planke vil så veje ca. 150 kg og kan bæres ud af fire mand. Se også afsnittet om de engelske kilder.

Det er værd at bemærke, at der ikke er fundet savespor på tømmerets ende-flader. Alt tømmer er tilsyneladende kortet af på længde med økse. Det stemmer overens med det indtryk, man får fra det billedlige materiale fra middelalderen. Her er det først fra 1400-tallet, at man ser tømmeret blive kortet af på længde med en sav.

Bor

Som nævnt i afsnittet om værktøjsspor er der fundet mange borede huller i træet. Alle disse huller er 20 mm eller derover. Huller af denne størrelse er helt sikkert boret med et skebor, hvad afstøbningen af et hul også viste. Skeboret er en teknisk succeshistorie, idet det er fremstillet og anvendt næsten uændret fra jernalder frem til 1950'erne.

Andet værktøj

Ud over det værktøj, som har efterladt sig spor, har der også været anvendt andre typer værktøj. Før savningen kunne påbegyndes, har man lavet en opstregning i stil med den, som er beskrevet i afsnittet om bindøksen. Snoren med kridt eller kulstøv har måske været gjort fast til to små søm, der er blevet banket i og trukket ud med en lille kløfthammer af samme type som den, der blev fundet i Kollerupkoggen (fig. 22).²⁴ Denne hammertype gør sit indtog i

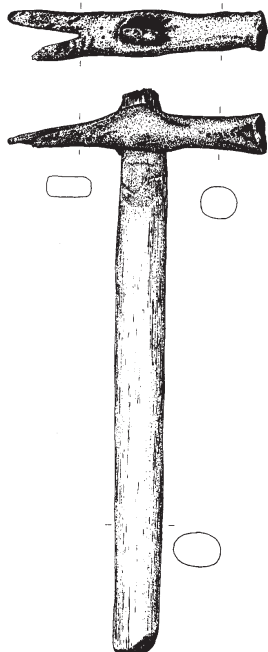


Fig. 22. Lille kløfthammer fra Kollerupkoggen. – Efter Andersen 1983, s. 19.

A small claw hammer from the Kollerup kogge.

tidlig middelalder. Her dukker den op i såvel det arkæologiske materiale som i de billedlige kilder.

Herudover må der have været anvendt stemmejern samt køller til at slå på disse med.

Materialet

Bortset fra palisadens bundremme, der er af bøg, er alt andet tømmer egetræ. Når bøg blev valgt til bundremmen, må det skyldes, at man har vidst, at bøg er stærkere end eg, når bare det holdes konstant under vand.²⁵ Af samme årsag har man op i moderne tid brugt bøg til undervandsskroget på fiskekuttere.

Alt træet er af en rimelig kvalitet med få store knaster over 5 cm i diameter. Afstanden mellem årringene på ca. 2 mm viser, at træet er langsomtvokset. I dag vil man kalde det B-kvalitet.

De vandrette planker i bulvæggen er tangentielt skårne planker tæt på marven, dvs. træets kerne (fig. 11 og 23a). Under opmålingen registreredes, hvorvidt marvsiden havde vendt ind mod land eller ud mod vandet, men her kunne ikke ses noget system.

Materialeudnyttelse

Værktøjssporene og årringene fortæller, at træstammerne er udnyttet på følgende måde:

Bulvæggens vandrette planker er fremstillet ved, at stammerne først er hugget til firkant og siden savet ud til planker (fig. 23a). En træstamme på ca. 0,70 m i diameter er således blevet til mindst 4 planker med dimensionerne 0,4-0,5 m (bredde) x 0,05 m (tykkelse).

Bulvæggens lodrette stolper er fremstillet af træstammer med en diameter på ca. 0,60 m. De er først hugget til firkant og derefter flækket gennem midten med en sav (fig. 23b). Resultatet er to stolper med dimensionerne 0,25 x 0,25 m.

Palisadens lodrette planker er i nogle tilfælde hugget og i andre savet til firkant og derefter savet ud til minimum fire stk. 0,05 m tykke planker (fig. 23a). De forskellige måder at tilvirke til firkant ses af den omtalte vekslen mellem huggespor og savespor på småfladerne. Plankernes bredde varierer mellem 0,50 og 0,70 m. Til planker med en bredde på 0,50 m skal der bruges træstammer med en diameter på 0,70-0,80 m. I det undersøgte materiale er der kun to planker på hver side af marven. En sådan opskæring ville kunne give to til fire smallere planker mere i samme tykkelse. Hvad er der blevet af det resterende materiale, de smalle planker? Muligvis har de været brugt til andre formål, evt.

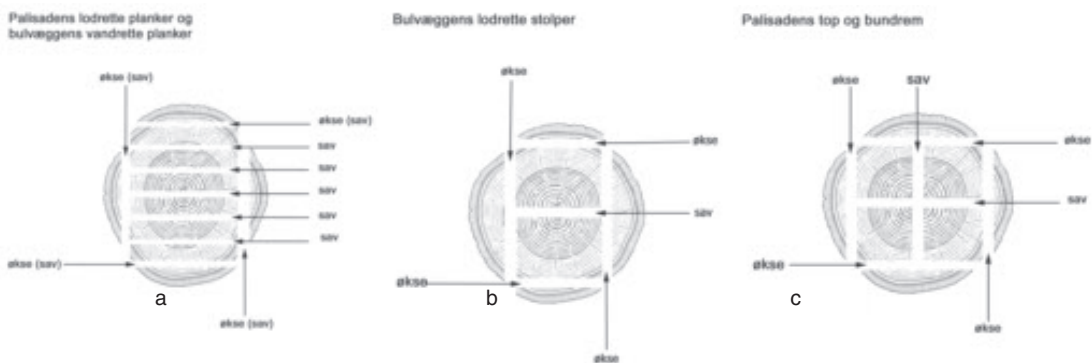


Fig. 23. a. Udnyttelsen af træstammer til palisadens lodrette planker og bulvæggens vandrette planker. b. Udnyttelsen af træstammer til bulvæggens lodrette stolper. c. Udnyttelsen af træstammer til palisadens top- og bundrem. – Tegning: Thomas Finderup.

a. The utilization of trunks for the upright planks in the stockade and the horizontal planks in the wall. b. The utilization of trunks for the vertical posts in the wall. c. The utilization of trunks used as wall plate and sill beam for the stockade.

til husbyggeri på borgøen eller i forbindelse med den formodede inddæmning og tørlægning af hele borgområdet, som omtales sidst i artiklen. Det er også muligt, at man kun har købt de brede planker til borgen af en leverandør, som har afsat de smalle planker til en anden køber.

Palisadens top- og bundremme er fremstillet af kvarte træstammer. Stammerne til bundremmen er først hugget til firkant og siden delt til kvarte med saven (fig. 23c). Der er på denne måde blevet fire stk. tømmer med dimensionen 0,25 x 0,25 m ud af en stamme på 0,75-0,80 m i diameter. Tømmeret i topremmen er sandsynligvis tilvirket på samme måde, men af stammer med lidt mindre diameter.

Materialeforbrug

Med udgangspunkt i de ovenfor beskrevne træregistreringer vil der i det følgende blive givet et bud på, hvor mange kubikmeter råmateriale af træ, der blev anvendt ved opførelsen af bulvæg og palisade i 1314. Kun borgens nordvestlige del er udgravet. Der er derfor ingen sikkerhed for, at udstrækningen af borgøen og voldgrav med palisade er korrekt anslået. Med udgangspunkt i grundplanen virker det dog sandsynligt, at den udgravede del udgør 1/4 af borgøen og godt 2/3 af palisaden.

Det kan med rimelighed antages, at der har været en eller anden form for forsvarsværker på borgens søside mod syd og sydvest, muligvis en sejlspærring

af pæle, kæder eller lignende, men dette er rent gætterier og medtages derfor ikke i beregningerne. Det samme gælder de ukendte bygninger på borgøen og materialerne brugt ved den formodede inddæmning af området før opførelsen af borg og forsvarsværker, som omtales sidst i artiklen. Broen over voldgravene forbigås også i denne forbindelse.

Bulvæg

Vi har kendskab til 60 m af bulvæggen. Hvis det antages, at der har været bulvæg hele vejen rundt om borgøen, kommer den samlede længde op omkring 250 m. Desuden anslås det, at toppen af bulvæggen oprindeligt var 2,5 m over bunden af voldgraven, som omkring borgøen er omkring kote $\div 1$ m. De lodrette stolper i denne konstruktion står med vekslende indbyrdes afstand, højst 1,2 m. Afstanden mellem stolperne kaldes fag. Stolpernes dimensioner er ca. 3,5 m x 0,25 m x 0,25 m. Bulplanker i fagene mellem pælene har dimensionerne ca. 1,35 m x 0,5 m x 0,05 m. Der er ca. syv fag for hver 10 m, dvs. der har været i alt 175 fag og 175 stolper. Med en højde på 2,5 m over bunden af voldgraven må der have været ca. fem planker i hvert fag. Der er altså brugt fem planker x 175 fag = 875 planker og 175 stolper.

Lodrette stolper:

$$175 \text{ stk.} \times (3,5 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}) = 38 \text{ m}^3$$

Bulplanker:

$$875 \text{ stk.} \times (1,35 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}) = 29,50 \text{ m}^3$$

Bulvæg i alt ca. 67,50 m³

Palisade

Det anslås, at der ud over de udgravede 70 m palisade var yderligere 30 m, nemlig videre mod øst hen til broen. I denne beregning antages, at palisaden oprindeligt ragede ca. 1 m op over vandoverfladen. Da dybden af voldgraven varierer meget, regnes med 60 m palisade med en højde på 4,5 m, 30 m med en højde på 3 m og 10 m med en højde på 1 m. Det hele består af 0,5 m brede og 0,05 m tykke planker. Topremmen har dimensionen 0,20 m x 0,20 m med en samlet længde på ca. 100 m. Bundremmen har dimensionen 0,25 m x 0,25 m med en samlet længde på ca. 100 m.

Ankre til fastholdelse af topremmen og jordspyd til fastholdelse af bundremmen medtages ikke i beregningen, da de indeholder forholdsvis lidt træ.

Lodrette planker:

$$120 \text{ stk.} \times (0,5 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}) = 13,50 \text{ m}^3$$

$$60 \text{ stk.} \times (0,5 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}) = 4,50 \text{ m}^3$$

$$20 \text{ stk.} \times (0,5 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 0,05 \text{ m}) = 0,50 \text{ m}^3$$

Bundrem:

$$100 \text{ m} \times (0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}) = 6,25 \text{ m}^3$$

Toprem:

$$100 \text{ m} \times (0,20 \text{ m} \times 0,20 \text{ m}) = 4,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Palisade i alt} = 28,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Bulvæg og palisade tilsammen (nettoforbrug)} = 96,25 \text{ m}^3$$

De 96,25 m³ er nettoforbruget af træ. Nedenfor beregnes bruttoforbruget og antallet af stammer, der har været anvendt (decimalerne er afrundet).

Bulvæg

$$33 \text{ træstammer} \times \text{dia. } 0,75 \text{ m} \times \text{længde } 4,5 \text{ m} \text{ (8 planker af hver)} = 64 \text{ m}^3$$

$$87 \text{ træstammer} \times \text{dia. } 0,60 \text{ m} \times \text{længde } 3,5 \text{ m} \text{ (2 stolper af hver)} = 86 \text{ m}^3$$

Palisadeplanker

$$30 \text{ træstammer} \times \text{dia. } 0,75 \text{ m} \times \text{længde } 4,5 \text{ m} \text{ (4 planker af hver)} = 58 \text{ m}^3$$

$$15 \text{ træstammer} \times \text{dia. } 0,75 \text{ m} \times \text{længde } 3 \text{ m} \text{ (4 planker af hver)} = 19 \text{ m}^3$$

$$2 \text{ træstammer} \times \text{dia. } 0,75 \text{ m} \times \text{længde } 2,5 \text{ m} \text{ (4 planker af hver)} = 2 \text{ m}^3$$

Palisade top- og bundrem

$$6 \text{ træstammer} \times \text{dia. } 0,75 \text{ m} \times \text{længde } 9 \text{ m} \text{ (4 bjælker af hver)} = 23 \text{ m}^3$$

$$\text{Bruttoforbrug (hele stammer) af træ tilsammen} = 252 \text{ m}^3$$

Disse regnestykker skal tages med forbehold. Sandsynligvis skal der lægges 15% oven i bruttoforbruget til det spild, som vil forekomme på grund af faktorer som overlængde og sygdom i træet. På den måde kommer mængden op på mindst 300 m³.

Hvilken rolle genbrugstømmeret bør spille i udregning af materialeforbruget vides ikke. Når der kun beregnes fire palisadeplanker af hver træstamme,

skyldes det som tidligere nævnt, at alle de opmålte planker ligger tæt på marven. Til gengæld er der optimistisk regnet med, at der kan blive otte planker af hver træstamme til bulplankerne, for som ovenfor nævnt er plankerne skåret meget upræcist, tykkelsen varierer meget.

Dertil kommer forbruget af træ til bro, huse m.m.

Oplysninger fra skriftlige kilder

Analysen af fundmaterialet kan som ovenfor vist give mange oplysninger, men rejser lige så mange spørgsmål. Det er derfor interessant at sammenholde analyseresultaterne med oplysninger fra samtidige engelske kilder, de såkaldte Piperrolls fra 1294, som detaljeret beskriver, hvordan skibsbygningen foregik omkring år 1300.

Baggrunden for disse Piperrolls er, at den engelske konge d. 16. november 1294 beordrer, at der skal bygges 20 galleys (kombinerede ro- og sejlskibe) med hver op til 120 årer. De skulle ifølge ordren være klar til krig mod franskmændene ved juletid samme år.²⁶ En urealistisk kort tidsplan, som var udtryk for kongens hastværk.²⁷ Det vides ikke, hvor mange af disse der blev bygget, men der er bevaret mere eller mindre detaljerede regnskaber (piperrolls) fra byggeriet af otte galleys. Det mest spændende regnskab kommer fra Newcastle. Her har den daglige byggeleder Master William of Wayneflete selv ført en meget detaljeret dagbog med nøjagtige oplysninger om næsten alt, hvad man kan tænke sig – hvilke ressourcer, der er blevet brugt og hvornår. Derudover findes mange »indirekte« oplysninger i regnskaberne om transport, værktøj, arbejdsforhold, materialer, organisering, priser osv. Master Williams regnskaber giver indtryk af en meget effektiv planlægning af arbejdet og en stram økonomisk styring.

Det er klart, at oplysningerne fra bygningen af engelske skibe ikke direkte kan sammenlignes med opførelsen af en dansk borg. Der er dog flere fælles træk ved projekterne: De er næsten samtidige, og der er i begge tilfælde tale om meget store trækonstruktioner. Det samlede forbrug af planker til Stege Borg udgør mindst 3000 m. Til en galley af Newcastles størrelse (ca. 100 årer) har været brugt ca. 3500 m planker, til en galley af Southamptons størrelse (ca. 60 årer) ca. 4000 m planker.²⁸ Uoverensstemmelsen mellem længde og plankeforbrug skyldes forskellige planketykkelser.

Nedenfor bliver oplysningerne fra ovennævnte Piperrolls fra 1294 sammenholdt med resultaterne fra analysen af træværket fra Stege Borg 1314. Herved opnås en vis indsigt i, hvor mange ressourcer bygherren har investeret i borgen.

Indkøb af materialer

Mængden af træ til byggeriet af Stege Borg taget i betragtning, er det mest sandsynligt, at man har hentet materialer andre steder end på Møn. Desværre kendes proveniensen ikke.

Tømmeret til skibsbyggeri i England blev hentet fra mange forskellige steder i England og importeret fra Holland, Prøjsen, Estland og Sverige. For bare ét skib nævnes over 50 forskellige leverandører.²⁹ At dømme ud fra disse kilder har der været mangel på træ i England på det tidspunkt, hvor Stege Borg blev bygget. Import af tømmer til England havde allerede stået på længe på denne tid. Henrik 3. af England importerede således 3000 bordplanker (til skibssiderne) til Windsor i 1253.³⁰ Denne internationale handel med tømmer må også have påvirket efterspørgslen og hermed priserne på træ i Danmark.

Transport af materialer

De største af træstammerne anvendt til bygningen af Stege Borg har vejlet ca. 3 tons. Det er derfor oplagt at overveje, som nævnt i afsnittet om saveopstilling, om de er blevet skåret ud til planker i skoven. Under bygning af de engelske galleys forekommer begge metoder, hvilket fremgår af følgende citater fra ovennævnte Piperolls (forfatterens oversættelse): »Flere bordplanker af elm blev indkøbt« og »Nogle til udsavning til bordplanker...«³¹ I Stege har man sikkert ligeledes anvendt begge metoder. Transporten til byggepladsen ved Stege kan meget vel være foregået med skib og/eller pram på samme måde, som under bygningen af galleys i London, hvor tømmeret først og fremmest kom fra Ham og Addington. Vogne forspændt en til seks heste fragtede det til vandkanten, hvor det blev læsset på fladbundede både. Oftest blev tømmeret dog båret.³² I et tilfælde blev tømmeret foræret til byggeriet og transporteret dertil med skib.³³ Andetsteds beskrives det, hvordan der skulle seks heste til at trække kølsvinet ned til værftet.³⁴

Arbejdskraften

I de engelske kilder beskrives, hvordan folk er ansat som henholdsvis Master Shipwright, Secondary Shipwright, Clencher, Holder, Man making trenails, Sawyer, osv.³⁵ Tilsvarende fortælles i den norske Gulatingslov om specialiserede håndværkere til skibsbygningen.³⁶ I begge tilfælde er lønnen differentieret alt efter stilling.

Der er ingen tvivl om, at en så stor opgave som opførelsen af Stege Borg har krævet en velorganiseret byggeplads med faglært arbejdskraft. Der er flere detaljer i byggeriet af Stege Borg, som viser, at det må have været professionelle håndværkere, som udførte det, bl.a. den meget flotte hjørnesamling i

palisaden og den nøjagtige tilpasning af palisadens planker (fig. 8-9). Plankernes meget varierende tykkelse tyder derimod på, at selve savearbejdet er dårligt håndværk eller udført med dårligt værktøj.

Tidsforbruget

I følgende analyse af tidsforbruget indgår, ud over undersøgelserne af det bevarede træ og de engelske kilder om skibsbyggeri i 1294, også sammenligninger med de føromtalt saveeksperimenter foretaget i Norge i år 2000³⁷ samt egne erfaringer med bygning af kopier af middelalderskibe og vikingeskibe de sidste 14 år.

Som ovenfor nævnt var bygningen af galley'en i Newcastle meget velorganiseret. Materialerne blev aldrig bestilt, før der var brug for dem,³⁸ og arbejdskraften blev kun ansat, lige når der var brug for den: »Ni mænd var ansat i en dag til rigning«.³⁹ Når arbejdsstyrken var størst, var der ansat 50 mand på byggeriet. På denne måde var de i stand til at bygge et skib på 100 fod (ca. 30 m) helt sejlklar på 40 uger, med et forbrug på 2987 arbejdsdage, ca. 11 årsværk.⁴⁰ I regnskaberne er ikke medregnet det arbejde, underleverandørerne har lagt i materialerne.

Alt savearbejdet til de engelske skibe blev udført som akkordarbejde. Det fortælles således, at (forfatterens oversættelse): »I Ipwish blev 32 stammer ud-savet til planker for 9 shilling«.⁴¹ Det oplyses ikke, hvor lange disse stammer var, men den mest brugte længde var 12 fod (1 fod = 30,48 cm). Daglønnen var ca. 4 pennies, og de fik løn for 6 dage om ugen.⁴² Det kan således regnes ud, at to savere kunne save 2,5 stamme pr. dag, hvis de skulle holde en almindelig dagløn.

Savesporene på plankerne fra Stege Borg giver mulighed for at beregne, hvor lang tid det har taget at save en planke ud. Gennemsnitsafstanden på savrillerne er ca. 4 mm. I de norske saveeksperimenter i år 2000 blev det målt, at én savrille i en fyrretræsstamme med en diameter på 25 cm tager 1 sekund. Men det blev meget tungere og langsommere, når diameteren øgedes til bare 37 cm, og det stillede større krav til stivheden i savbladet. Efter nogen øvelse kunne nordmændene på én dag klare at save en 4,5 m lang træstamme med en diameter på 25 cm ud til otte planker. Deres arbejdsdag var da inddelt på følgende måde: »På alt arbejdet, fra snoring til strølegging [plankerne stables], bruker vi da i gjennemsnit 7 timer. I 4 timer står vi ved sagstillinga, 2,5 time av dette er pauser mellem øktene [tagene], resten 1,5 time bliver brugt til effektiv skjæring! De andre tre timene er tida som går med snoring m.m. og til matpauser«. Gamle håndværkere, der som unge havde savet planker ud på samme måde, mente, at de den gang kunne klare to-tre stammer om dagen.⁴³

Overføres disse resultater på Stege Borg, skal det tages i betragtning, at materialet her er eg og bøg i stedet for fyr, samt at træstammerne var af langt større dimensioner. De kan i 1314 umuligt have savet mere end et savsnit i de store træstammer på under et sekund. Hvis udgangspunktet er, at saven vinder 4 mm for hvert snit, og hvert snit antages at tage to sekunder, kan det regnes ud, hvor mange timer det sammenlagt har taget to mand at save/hugge en 4,5 m lang træstamme med en diameter på 0,75 m ud til fire planker i Stege. Det indebærer, at stammen skal hugges på fire flader og derefter deles med fem savsnit.

Savetid på Stege Borg

Beregnet for udsavning af en af de 4,5 m lange stammer til planker i palisaden.

Antal savespor på 4,5 m : $4500 \text{ mm} : 4 \text{ mm} = 1125$ spor

Tiden for et snit: $1125 \text{ savespor} \times 2 \text{ sek./savespor} = \text{ca. } 37 \text{ min.}$

Tiden for 5 snit, effektiv skæretid: $(37 \text{ min.} \times 5) \times 2 \text{ mand} = \text{ca. } 6 \text{ timer}$

Tiden til hugning, effektiv tid: $4 \text{ timer} \times 2 \text{ mand} = \text{ca. } 8 \text{ timer}$

Tiden til opstregning: $30 \text{ min.} \times 2 \text{ mand} = \text{ca. } 1 \text{ time}$

Tiden til pauser: $4,5 \text{ timer} \times 2 \text{ mand} = \text{ca. } 9 \text{ timer}$

Tiden til filing: $1 \text{ time} \times 2 \text{ mand} = \text{ca. } 2 \text{ timer}$

Oprydning/klargøring: $30 \text{ min.} \times 2 \text{ mand} = \text{ca. } 1 \text{ time}$

Timeforbrug i alt = ca. 27 timer

Timeforbrug til en planke: $27 \text{ timer} : 5 = 5 \text{ timer og } 24 \text{ min.}$

Ifølge disse beregninger har saverne på Stege Borg dårligt nok kunnet save en af de store kævler ud til fire planker på en arbejdsdag á 12 timer. Det kan synes meget langsomt, men i forhold til den gamle metode, som stadig var i anvendelse på den tid, hvor en kævle kløves igennem midten og derefter hugges til to planker, er der tale om en meget stor materiale- og tidsbesparelse. Med den gamle metode ville det have taget ca. to dage for to mand at lave to planker ud af en kævle.

Det er tidligere beregnet, at der til en del af palisadens planker skulle bruges 30 stammer af en længde på 4,5 m. Bruges de ovennævnte beregninger, ville det altså have taget to savere op til 35 dage at save denne del af træet til Stege Borg, alt efter om der regnes med to stammer om dagen (beregnet ud fra de engelske kilder) eller en stamme om dagen (anslået ud fra eksperimentelle erfaringer og savsporene fra Stege Borg).

Som ovenfor nævnt indeholder disse beregninger en del usikkerhedsfakto-

rer. Nogle af dem kan måske udelukkes ved nærmere efterforskning. Det er således sandsynligt, at en granskning af de engelske kilder vil kunne klarlægge hvilke plankelængder, der er tale om. En oplagt måde at efterprøve beregningerne på er at udføre et saveeksperiment på egestammer af Stege Borg format. Indtil videre må ovenstående beregninger stå alene. Og de giver trods alt en idé om, hvilken arbejdsindsats det har krævet at save plankerne ud.

Økonomien

I Master Williams' regnskaber er opgivet, hvad han har givet for hver eneste planke. Vi kan derfor regne ud, hvad Erik Menved kunne have tjent, hvis han havde solgt plankerne til den engelske konge i stedet for at bygge borg. Til de engelske skibe blev købt planker i fire forskellige længder: 6, 8, 12 og 18 fod. De koster fra en til fem shilling pr. 100 fod, de længste er de dyreste.⁴⁴ Der mangler også her oplysning om bredder for at kunne lave en præcis sammenligning, men der er god grund til at antage, at der til skibe af denne størrelse har været anvendt planker af nogenlunde samme bredde som dem, der er brugt til Stege Borg.

Til Stege Borg er i alt brugt mindst 3000 m planker. Heraf er de 1000 m korte bulplanker, som kan laves af 6 fods planker. Top- og bundremme udgør mindst 200 m. De er lange og må regnes til den dyreste gruppe. De resterende kan bedst regnes til 12 fods planker. I denne udregning er en fod sat til at være 0,3 m, møntfoden er shilling/penny.

Pris for 1000 m 6 fods planker: $(1000 \text{ m} : 0,3 \text{ m}) : 100 \text{ m} \times 1 \text{ sh./m} = 33 \text{ sh.}$

Pris for 1800 m 12 fods planker: $(1800 \text{ m} : 0,3 \text{ m}) : 100 \text{ m} \times 3 \text{ sh.} = 11 \text{ p./m} = 220 \text{ sh.}$

Pris for 200 m 18 fods planker: $(200 \text{ m} : 0,3 \text{ m}) : 100 \text{ m} \times 5 \text{ sh./m} = 33 \text{ sh.} = 4 \text{ p.}$

Pris i alt for tømmer = 286 sh. 4 p.

For at få en fornemmelse af hvor meget det er, kan det omregnes til daglønninger for en tømmer i England i 1294: De 286 shilling og 4 pennies er det samme som 3436 pennies. Da en tømmer tjener ca. 4 pennies om dagen, svarer de 286 sh. 4 p., som det er beregnet, at tømmeret til Stege Borg har kostet, til 859 daglønninger.

Til slut kan det til sammenligning oplyses, at i 2005 koster den tilsvarende mængde savede egeplanker i disse længder (6-18 fod) ca. 150 kr. pr. m, svarende til 6000 kr. pr. m^3 + moms. Der er i afsnittet om materialeforbrug beregnet et bruttoforbrug af træ på mindst 300 m^3 .

Pris for 300 m³: 7500 kr. x 300 m³ = 2250000 kr.

Tilsvarende mængde koster som usavet træ købt i skoven til en kubikmeterpris på ca. 2000 kr. + moms.

Pris for 300 m³: 2500 kr. x 300 m³ = 750000 kr.

Her er der som sagt kun regnet med en del af de samlede materialeudgifter til borgens opførelse. Det samlede forbrug af ressourcer har jo været langt højere, men har nok under alle omstændigheder været en lille post i forhold til kong Eriks enorme krigsbudgetter.

Byggetekniske overvejelser

I et forsøg på at vurdere kvaliteten af de byggetekniske løsninger, som blev anvendt på Stege Borg i 1314, sammenlignes med de anvisninger håndbogen »Tømrerarbejde i Praksis« fra 1946 giver for opførelsen af sammenlignelige havnekonstruktioner.⁴⁵

Der er flere fælles træk. Både for palisade og bulvæg gælder det, at »væggene« er udført med den største omhu. Her 700 år efter er den indbyrdes tilpasning af stavplankerne stadig perfekt, og som nævnt tidligere, er smalfladerne så flot udført, at der ikke ses værktøjsspor her. I bulvæggen er der eksempler på, at spåner var brugt til at tætte mindre revner for at hindre udsivning af det bagvedliggende materiale, hvilket ifølge tømrerhåndbogen fra 1946 er af største vigtighed, da udsivning ville medføre »sætning i kajgaden«.⁴⁶

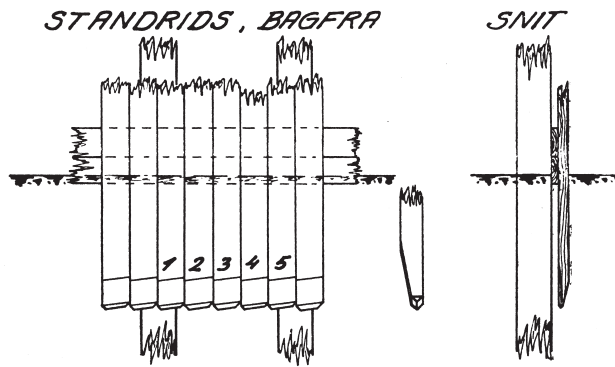
Den ensidige tilspidsning af palisadens stavplanker (fig. 10) ligner den tilspidsning, som 650 år senere i håndbogen er anvist for det, som kaldes spidsplanker (fig. 24). Hældningen væk fra den vandfyldte voldgrav, som ses i både bulvæggen og palisaden, er også et konstruktivt træk, som genfindes i håndbogen (fig. 25), hvor det nævnes som en metode til at mindske trykket fra bagvedliggende opfyld.

Bulvæggens lodrette stolper kaldes 650 år senere for hjertepæle. Afstanden er den samme, dvs. ca. 1 m.

Når det gælder uoverensstemmelser mellem de middelalderlige konstruktioner og tømrerhåndbogen fra 1946, springer det i øjnene, at Stege Borgs bulvæg næsten helt mangler den store konstruktion af anker ind i land (fig. 25). Ifølge håndbogen skal ankerkonstruktionen optage det store pres, som den bagved liggende jord og bygninger påvirker væggen med. På denne baggrund kan man spørge, hvad forklaringen er på disse forskelle, og om Stege Borgs bulvæg omkring borgøen har været en svag konstruktion. Måske har der i sin

Fig. 24. Principtegning af spidsplanker i nyere tids bolværkskonstruktion. – Efter Christensen 1946, fig. 689.

The drawing shows the use of pointed planks in modern wharf construction.



tid ligget en konstruktion af stræk-tømmer og anker højere oppe. En række af stolper, som står parallelt med og ca. 2 m bag bulvæggens nordlige forløb, kan pege i denne retning. Men tilsvarende stolper mangler helt bag bulvæggens vestlige forløb. Det er under alle omstændigheder næppe tilfældigt, at bulvæggen er lodret på den del, hvor der står stolper bagved, mens bulvæggen skråner bagud ind mod øen, hvor der ikke er stolper bagved. Den skæve opstilling af bulvæggens stolper, som hælder sideværts, vidner måske om besværlige arbejdsforhold. Eller er det sjusk? I forbindelse med nedramningen af bulvæggens stolper/hjertepæle har man sandsynligvis arbejdet fra en pram (fig. 26) eller, hvis det var muligt at holde vandet væk, fra en platform liggende på det bløde, nærmest »flydende« sand i bunden af voldgraven. I hvert fald har denne skævhed i stolpernes opsætning medført, at afstanden mellem stolperne nogle steder er mindst foroven. Her har det ikke været muligt at lade plankerne falde ned fra oven i noten. Derfor har man lavet en fals i den ene eller begge sider i stedet for en not (fig. 7). Plankerne har så kunnet stikkes ind sideværts, en proces der, sikkert med stort besvær, er blevet udført på stedet, hvilket de mange høvlspåner neden for bulvæggen på bunden af voldgraven viser.

Palisaden virker på alle måder mere sikker i sin udførelse, men har måske også været nemmere at udføre, da man her har kunnet arbejde ud fra fastlandet. Palisaden har, foruden de allerede nævnte fællestræk med bulvæggen, også en spinkel form for ankerkonstruktion, nemlig de 1 m lange pløkke, som er banket gennem palisadens toprem ind i det naturlige ler bagved. Netop forankringens spinkelhed inspirerer til gisninger om en kraftigere, men desværre ikke bevaret, konstruktion ovenfor.

Topremmen har nogle lodrette taphuller, der ikke umiddelbart er nogen forklaring på (fig. 27). Disse taphuller kan være beregnet til opretstående pæle, som måske har været hjertepælene i en lille lodret bulvæg. Håndbogen fra 1946

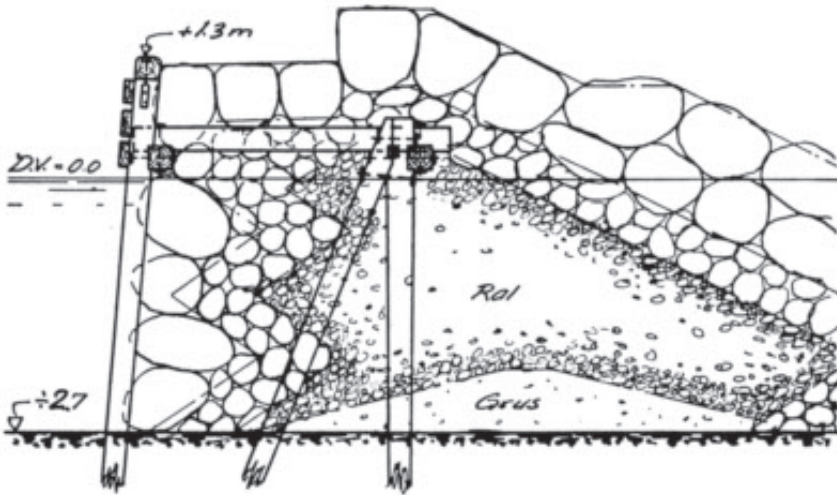


Fig. 25. Principtegning (snit) af mole fra nyere tid med indfatning af spredte pæle. Selve fronten mod vandet ses til venstre. Ankerkonstruktionen udgøres af den vandrette bjælke og de to pæle til højre, hvoraf den ene er lodret, mens den anden skrånér væk fra vandsiden. – Efter Christensen 1946, fig. 705.

The section drawing shows the principle behind the use of posts in modern jetty building. The waterfront is seen to the left. The anchor construction is made up by the vertical post and the two posts to the right, one vertical, and the other sloping away from the waterfront.



Fig. 26. Havnebyggeri. Frankrig 1300-tallet. – Efter Förster 1969, fig. 678.

Harbour construction. France, 14th century.

Fig. 27. Palisadens toprem med taphuller, set fra vest. – Foto: Sydsjællands Museum.

The top beam of the stockade with tenon holes, seen from the west.



kalder en sådan konstruktion for et bolværk på fod. Det forekommer desuden logisk, at denne øvre del af palisaden har været en eller anden form for ankerkonstruktion. Men det er ikke nemt at forestille sig den tekniske udførelse af en sådan øvre støtte- og ankerkonstruktion bag palisadeplankerne. Selve topremmeren er 0,20x0,20 m tyk. Der er 3 m mellem de aflange taphuller, som er ca. 0,05 m brede. Både toprem og taphuller hælder, som resten af palisadekonstruktionen, 15° ind mod land. Disse forhold må nødvendigvis betinge en solid opbygning bagved, men her er jo den lille voldgrav (fig. 4). Det kunne dog ikke med sikkerhed påvises, at den lille voldgrav er tidsmæssigt samtidig med den store voldgrav og palisaden.

Konklusionen på sammenligningen af konstruktionerne fra 1314 og tømrerhåndbogen fra 1946 er, at de er påfaldende ens. Dog virker de middelalderlige

ankerkonstruktioner mangelfulde. Men det har jo i praksis vist sig at fungere. Om det skyldes, at der rent faktisk oprindelig har været bedre anker- og stræktømmer, som blot ikke er bevaret, eller om konstruktionen bare har været god nok, kan ikke afgøres på nuværende grundlag. Men det er velkendt, at hvis man arbejder på baggrund af erfaringer i stedet for beregninger, bliver resultaterne ofte temmelig anderledes. Skulle man således i vore dage beregne dimensioneringen af et vikingskib, ville man også nå frem til et helt andet resultat end det, vikingerne gjorde.

Når bulvæggen ikke er så stilren som palisaden, skyldes det sikkert mere dårlige arbejdsbetingelser end sjusk. I tømmerhåndbogen står følgende om besværligheder ved havnebyggeri i 1940'erne: »I det hele taget er det ikke muligt at give bestemte regler for fremgangsmåde... da man stadig fra arbejdsplads til arbejdsplads støder på nye problemer«, og »Oftentimes giver vejret anledning til standsning af arbejdet i længere perioder«. ⁴⁷ Alment gyldige vilkår for såvel arkæologer som for middelalderens bygningshåndværkere. Det bør dog ikke glemmes, at Stege Borgs bulvæg uden konkurrence slår alle middelalderlige bolværker set i Danmark mht. teknisk udførelse og udseende. Dette blev klart under det af Næstved Museum i 2002 afholdte Bolværksseminar, som blev den direkte inspiration til arbejdet med denne artikel. ⁴⁸

Afslutning

Der er stadig mange store, ubesvarede spørgsmål i forbindelse med opførelsen af Stege Borg i 1314. Forhåbentlig vil fremtidige arkæologiske udgravninger af den nordøstlige del af borgen kunne give oplysninger om borgens forsvarsanlæg og bygninger, og i så tilfælde vil beregningerne af ressourceforbruget ved borgens opførelse kunne revideres med inddragelse af borgø og bro.

Hele problematikken omkring de store jordarbejder i forbindelse med uddybning af voldgravene og udvidelsen af borgøen er straks vanskeligere at behandle. Hvorledes skal vi forestille os, at området, som ligger ud til åbent vand, har kunnet tørlægges og bibeholdes tørt, mens gravearbejdet og opsætningen af palisade og bulvæg har stået på? I dag ville man nok have løst dette problem med en spunsvæg hele vejen rundt og dertil adskillige pumper, men hvordan klarede man det i 1314? Måske på samme måde med spunsvægge af træ og rigeligt mandskab til at »øse« vandet ud. Udgravningen i 2000 gav ikke svar på dette, og det er næppe sandsynligt, at kommende undersøgelser vil ændre på det. Forklaringer må søges ved at finde sammenlignelige anlæg i udlandet. Der er i arbejdet med materialet fra udgravningen af Stege Borg gjort en del ud af at søge efter slaviske paralleller i Østersøområdet. Det lykkedes

ikke, dertil er der foretaget alt for få udgravninger i de træborge, som man i mange tilfælde ved, er forgængere til de stenbyggede borge. Sandsynligvis kommer man bedst videre ved at se på veldokumenterede havneanlæg, hvor byggeteknikken kendes arkæologisk eller fra skriftlige kilder. Dertil rakte forfatterens tid desværre ikke.

Beregninger af ressourceforbrug, som de er fremlagt i denne artikel, er naturligvis en risikabel affære. Når man som her går så vidt i tolkningerne af de arkæologiske kilder, er mulighederne for fejlslutninger utallige. Ikke mindst kan anlæggenes oprindelige højde over vandoverfladen være et fejlskøn. Og vigtigst er det, at alle beregninger bygger på kendskab til kun ¼ af borgen, og at den helt ukendte sydlige del af borgen, som vender mod vandet (dvs. gennemsejlingen fra Stege Bugt til Stege Nor) muligvis har været anderledes konstrueret end den nordlige. Når alle mellemregninger i forbindelse med vurdering af ressourceforbrug er fremlagt, skyldes det forfatterens ønske om fuld klarhed omkring de meget simple udregninger for herved at afværge ukritisk brug af resultaterne.

Kendskabet til værktøjets, især øksernes, udviklingshistorie i middelalderen er stadig forholdsvis beskedent, og de fleste økser i museernes samlinger er dateret ud fra en typologi, som ikke er arkæologisk underbygget. Denne artikels detaljerede fremlæggelse af økser, også økser som sandsynligvis ikke har været anvendt på Stege Borg, og af forskellige saveteknikker er ment som inspiration til det videre arbejde med middelalderligt værktøj, hvor udvikling af dateringer og typologi er en vigtig del. Desuden håber vi, at der fremover vil blive lagt vægt på at registrere værktøjsspor på vådt træ, hvor det findes i brønde og andre fugtige omgivelser.⁴⁹

NOTER

1. Journalnr. SMV 7704. Henriette Rensbro var daglig leder og Dorthe Wille-Jørgensen ansvarlig fra Sydsjællands Museum.
2. Bekmose og Nielsen 1978; Nielsen 1980.
3. Rensbro 2001.
4. Jaubert 1986 og 1987; Rensbro 2002a.
5. Rensbro 2002a, s. 18-19; Rensbro 2002b, s. 171. Tilsvarende fund fra udgravningen i 1970'erne er udstillet på Møns Museum.
6. Bartholin 1978; Christensen 1981; Daly 2001.
7. Bill 1997, s. 76.
8. Kristiansen 2002.
9. Heine & Schadwinkel 1986, s. 84.
10. Christensen m.fl. 1946, s. 37.
11. Hazlitt 1864.

12. Noahs byggeri af arken ses bl.a. på et kalkmaleri i Fjelie kirke, Lunds stift, dateret til o. 1300.
13. la Cour 1959, s. 230.
14. Borg 1998, s. 140.
15. Eksempler på billeder er: Tyghem 1966, Abb. 122; Unger 1991, fig. 7, 11. årh., fig. 44, 12. årh., fig. 45, 13. årh., fig. 46, 13. årh., fig. 48, 13. årh., fig. 50, ca. 1350, fig. 55, før 1393, fig. 56, ca. 1390; Treue 1965, Abb. 70, 1425.
16. Bjarkø 2000, s. 12.
17. Goodman 1962, s. 138.
18. Unger 1991, fig. 43.
19. Eksempler på billeder er: Unger 1991, fig. 44, 45, 48, 50, 55 og 56 fra tiden 1250-1350; Goodburn 2002, vol. 2, s. 62, ca. 1340; Tyghem 1966, Abb. 82, 14. årh.
20. Goodburn 2002, vol. 1 s. 206.
21. Bjarkø 2000, s. 25.
22. Goodburn 2002, vol. 1 s. 209.
23. Bill 1997, s. 95.
24. Andersen 1983, s. 19.
25. Risør 1966, s. 56.
26. Tenniswood 1949, s. 276.
27. Johnson & Whitwell 1926, s. 148.
28. Friel 1986, s. 42.
29. Johnson 1927, s. 148; Tenniswood 1949, s. 282.
30. Sandvig 1951, s. 14.
31. Johnson 1927, s. 152f.
32. Tenniswood 1949, s. 283.
33. Johnson 1927, s. 152f.
34. Johnson 1927, s. 426.
35. Friel 1986, s. 41.
36. Robberstad 1987, s. 247.
37. Bjarkø 2000.
38. Tenniswood 1949, s. 291.
39. Johnson & Whitwell 1926, s. 158.
40. Johnson & Whitwell 1926, s. 159; Tenniswood 1949, s. 284.
41. Tenniswood 1949, s. 281.
42. Johnson 1927, s. 423.
43. Bjarkø 2000, s. 27.
44. Friel 1986, s. 43.
45. Barfod 1946.
46. Barfod 1946, s. 922.
47. Barfod 1946, s. 922 og s. 919.
48. Roland 2005.
49. Hertil kan vejledningen fra Nationalmuseets Marine Undersøgelser ved Ivan C. Hansen (Hansen 2000) være en god hjælp.

LITTERATUR

- Andersen, P. Kohrtz 1983: *Kollerupkoggen*. Thisted.
- Barfod, S. 1946: Havnebygning. I: A.P. Christensen, C.J. Holck og V.L. Jensen (red.): *Tømrerarbejde i Praksis*. København, s. 919-951.
- Bartholin, T. S. 1978: Dendrokronologiske dateringer af egetræ fra Stegeborg. *Antikvariske Studier* 2, s. 125-128.
- Bekmose, J. og S. Nielsen 1978: Borgen i Stege. *Antikvariske Studier* 2, s. 97-125.
- Bill, J. 1991: Gedesbyskibet. *Nationalmuseets Arbejdsmark* 1991, s. 188-198.
- Bill, J. 1997: *Small Scale Seafaring in Danish Waters A. D. 1000- 1600*. Ph.d. afhandling ved Institut for for Arkæologi og Etnologi, University of Copenhagen.
- Binding, G. 2001: *Medieval Building Techniques*. Whiltshire.
- Bjarkø, A. 2000: *Handsagning på sagstilling*. Projekttoppgave ved Høgskolen i Sørtrøndelag.
- Borg, K. 1998: *Eketorp III. Den medeltida befästning på Øland*. Lund.
- Christensen, A.P., C.J. Holck og V.L. Jensen (red.) 1946: *Tømrerarbejde i Praksis*. København.
- Christensen, K. 1981: *Dendrokronologisk undersøgelse af prøver fra Stegeborg, Stege by, Møn Herred, Præstø amt*. NNU rapport. København.
- Daly, A. 2001: *Dendrokronologisk undersøgelse af tømmer fra Stegeborg*. NNU rapport nr. 13-2001. København.
- Friel, I. 1986: The Building of the Lyme Galley, 1294-1296. Off-Print from *Proceedings of the Dorset Natural History And Archaeological Society* vol. 108, s. 41-44.
- Förster, R.H. 1969: *Das Leben in der Gotik*. München.
- Goodburn, D.M. 2002: *An Archaeology of early English Boatbuilding Practice c. 900-1600 AD: Based mainly on finds from SE England*. For a PhD in Archaeology at the Dept. of Medieval Archaeology, Institute of Archaeology, UCL London. Upubl.
- Goodman, W.L. 1962: *The History of Woodworking Tools*. London.
- Den eldre Gulatingsloven*. 1995. F. Hødnebø og M. Rindal (red.). Oslo.
- Hansen, I.C. 2000: *Tegning af genstande 1:1*. NMU-vejledning. Roskilde.
- Hazlitt, C.W. 1864: *Remains of the Early Popular Poetry of England*. London.
- Heine, G. og H.-T. Schadwinkel 1986: *Werkzeug des Zimmermanns*. Hannover.
- Jaubert, A. Nissen 1986: Kongemagtens borge under Erik Menved. *Land og By i middelalderen* 4. Tønder, s. 59-79.
- Jaubert, A. Nissen 1987: Han byggede nye borge. *Skalk* 1987:3, s. 18-27.
- Johnson, C. and R.J. Whitwell 1926: The »Newcastle« Galley, A.D. 1294. *Archaeologia Aeliana* 4th series, vol. II, s. 142-196.
- Johnson, C. 1927: London Shipbuilding A.D. 1295. *The Antiquaries Journal Being the Journal of the Society of Antiquaries of London* vol. VII, s. 424-437.
- Jørgensen, A. 1982: *Håndværktøj til Middelalderligt byggeri i Nordvest-Europa*. Hovedfagsopgave i Middelalderarkæologi ved Aarhus Universitet. Upubl.
- Kristiansen, M. Rotvig 2002: *Økser i Danmarks Middelalder*. Hovedfagsspeciale i Middelalderarkæologi ved Aarhus Universitet. Upubl.
- la Cour, V. 1959: Havnebondens våben. *Våbenhistoriske Årbøger* 10, s. 16-49.
- Nielsen, S. 1980: Stegeborg. *Skalk* 1980:4, s. 3-9.
- Rensbro, H. 2001: Udgravning af Stege Borg. *Kulturhistoriske Studier*. Årbog for Sydsjællands Museum Vordingborg, s. 65-83.

- Rensbro, H. 2002a: Stege Borg 1314. En tvangsborg på Møn ? *Historisk Samfund for Præstø Amt*, s. 9-20.
- Rensbro, H. 2002b: Stege Castle 1314 A.D – a Danish wooden castle ? *Castella maris baltici, Archaeologia Medii Aevii Finlandiae VII*, s. 165-172.
- Risør, W.E. 1966: *Træhåndbogen*. København.
- Robberstad, K. 1987: *Gulatingslovi*. 4. udg. Oslo.
- Roland, T. (red.) 2005: *Bolværker – fra middelalderen og nyere tid*. Næstved.
- Sandvig, A., 1931: Om bord og plankehugning før vann sagens tid. *Særtryk af de Sandvigske samlingers 3-årsberetning 1928-1950*. Lillehammer.
- Tenniswood, J.T. 1949: English Galleys, 1272-1377. *Mariner's Mirror* vol. XXXV, s. 276-315.
- Treue, W. 1965: *Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg. Deutche Handwerkesbilder des 15.-16. Jahrhunderts*. München.
- Tyghem, F. van 1966: *Op en Om De Middeleeuwse Bouwwerf*. Brussel.
- Unger, R.W. 1991: *The Art Medieval Technology Images of Noah the Shipbuilder*.

The woodwork from the castle of Stege Borg Craft, technology, and resources in 1314

In 2000, Sydsjælland's Museum excavated a large part of the Stege Castle, erected in 1314 on an enlarged island in the entrance of the Stege Cove. Due to landfill, the castle is now incorporated in the town of Stege, and no traces of the castle are preserved above earth level. However, from level 0 and down, the soil is so moist that wood constructions of oak and beech are preserved. The constructions consist of a wall built of horizontal planks to support the castle island, and a stockade towards land. The wall prevents the soil and clay used to enlarge the castle island from sliding into the water. The shallow sea between the coast and the castle was dredged

and turned into a proper moat, and in order to prevent the almost vertical coastline from giving way – and to provide further defence – a stockade in the form of a stave wall was erected towards the land. The wooden constructions are so well preserved that tool marks – mainly from saws and axes – are clearly visible. These marks were investigated and registered during the excavation. The article analyses the marks and compare them with known medieval tools. In addition, on the base of written sources and experimental archaeology, a bold attempt is made to calculate the hours and money required to erect the Stege Borg castle.

Thomas Finderup
Roskilde

Henriette Rensbro
Nationalmuseet

Translated by Annette Lerche Trolle