



KUML
2007

KUML 2007

Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab

With summaries in English

I kommission hos Aarhus Universitetsforlag

Forhistorisk dendrokronologi i Danmark

AF KJELD CHRISTENSEN

I løbet af de sidste 35 år er der sket en mindre revolution i udforskningen af Danmarks historie: Med indførelsen af den dendrokronologiske metode er det blevet muligt at datere bygninger, anlæg og genstande, som indeholder egetømmer, og dateringerne kan være meget præcise – i bedste fald til et enkelt år eller endog halvår. Ved brug af dendrokronologi er det lykkedes ikke blot at sætte alder på nogle af de historisk mest betydningsfulde anlæg i Danmark – her kan blot nævnes Danevirke, Kanhave-kanalen, gravhøjene i Jelling og Raving-broen – men også på en lang række mere ydmyge anlæg: Mange kirker, slotte, bøndergårde, voldsteder, broer, skibe, brønde, skulpturer og malerier, hvis alder tidligere ofte kun var omtrentligt kendt, er i de senere år blevet dateret præcist eller næsten præcist ved brug af den dendrokronologiske metode.

I Danmark – som i store dele af Europa – udføres årringsdateringer især på egetræ, som på grund af sine tydelige årringe er særdeles velegnet hertil, og som samtidig er det mest almindeligt anvendte bygningstømmer. En forudsætning for at kunne bruge metoden er, at der findes en grundkurve for egetræ for det pågældende område; princippet for opbygningen af en sådan kurve fremgår af figur 1. Grundkurven tager sit udgangspunkt i levende træer, hvis fældningsår – og dermed alderen på den sidst dannede årring – er kendt, og kurven skal i hele sin længde omfatte så mange træer, at dens svingninger afspejler de generelle vækstvilkår for egetræerne i det pågældende område. Hvor mange træer, der skal indregnes i kurven for at opnå dette mål, og hvor stort et område, en grundkurve kan dække, er det vanskeligt at afgøre på forhånd, da det bl.a. afhænger af de klimatiske forhold, som jo ændrer sig gennem tiden. Vores erfaring har dog vist, at en grundkurve skal opbygges som et gennemsnit af mindst ca. 10 træer, helst mange flere, og at der ideelt set nok skal tre-fire regionale grundkurver til for at dække et område som Danmark. Når først grundkurven foreligger, er det muligt at foretage dateringer af egetræ af ukendt alder, som har vokset inden for det geografiske område og den tidsperiode, som

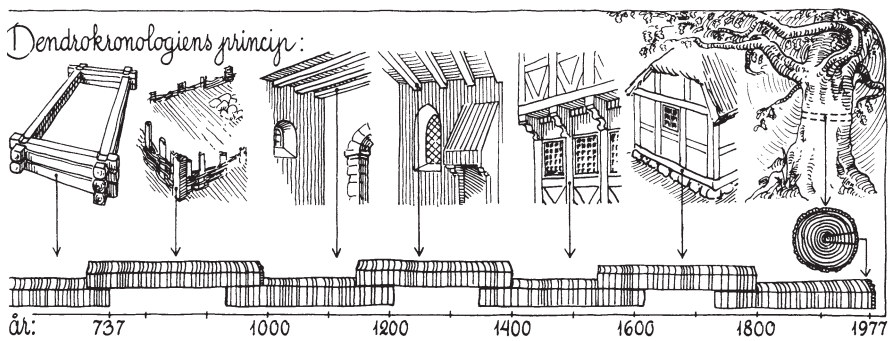


Fig. 1. Princippet bag opbygningen af en dendrokronologisk grundkurve. Ved hjælp af prøver, hvis årringsserier overlapper hinanden, kan grundkurven efterhånden føres længere og længere tilbage i tiden. – Tegning: Flemming Bau.

The principle behind the construction of a dendrochronological master chronology. Using samples with tree-rings series which overlap each other, the master chronology can gradually be extended back in time.

grundkurven dækker. Man sammenligner ved brug af computer årringskurven for træstykket med ukendt alder med grundkurven, indtil man finder den position, hvor de to kurver ligner hinanden så godt, at ligheden ikke kan skyldes tilfældigheder. Da man kender alderen på hver enkelt årring i grundkurven, kender man derefter også alderen på hver enkelt årring i det træstykke, der skal dateres, og man kan nu fastslå fældningsåret for det træ, hvorfra prøven stammer.

Lige siden den dendrokronologiske metode blev taget i brug i Danmark omkring 1970, har det været målet at opbygge en grundkurve fra i dag og så langt tilbage i tiden som muligt – helst helt tilbage til ca. 7000 år f.Kr., hvor egetræet indvandrede til Danmark efter sidste istid. At opbygge en sådan kurve er et besværligt og tidskrævende arbejde. Vi har desværre ikke – som f.eks. i USA, hvor den dendrokronologiske metode oprindeligt blev udviklet – tusindårige træer, som med ét slag kan føre os langt tilbage i tiden; de få meget gamle egetræer, der findes i Danmark – f.eks. Kongeegen i Jægerspris Nordskov – er hule indvendige, og den ydre »skal«, der er tilbage på træet, omfatter ofte kun få årringe. De årringsserier, vi kan måle på gamle egetræer, er kun i heldige tilfælde mere end 2-300 år lange; langt de fleste har en længde på kun 1-200 år. At opbygge en flere tusinde år lang grundkurve på dette grundlag kræver både stor tålmodighed og stor forsigtighed.

Den dendrokronologiske dateringsmetode blev, efter et 3-årigt forsøgsprojekt,¹ for alvor taget i brug på Nationalmuseets naturvidenskabelige Afdeling i

1973. Her lykkedes det – i nært samarbejde med kollegerne på det dendrokronologiske laboratorium i Hamburg – i løbet af en årrække at opbygge en grundkurve for egetræ, især fra Sønderjylland, som fra i dag gik tilbage til først i 1300-tallet, og samtidig en flydende kurve, som omfattede vikingetiden og den ældre middelalder frem til omkring 1250. I flere år var det et problem at finde prøver, som dækkede »hullet« mellem de to kurver, men da det lykkedes, havde man en grundkurve fra nutiden tilbage til omkring år 550 e.Kr. og kunne foretage dateringer af egetræ fra hele denne periode. Ved hjælp ikke mindst af prøver fra de store udgravninger ved Vorbasse lykkedes det siden at føre kurven tilbage til 109 f.Kr.,² og således har status været i en årrække. I dag dækker Nationalmuseets grundkurve tidsrummet 109 f.Kr.-1985 e.Kr., i alt 2095 år.

I 1973 påbegyndte Harald Andersen, grundlægger og mangeårig redaktør af tidsskriftet *Skalk*, forsøg med den dendrokronologiske metode, og få år efter blev der oprettet et dendrokronologisk laboratorium på Skalk – eller rettere under Wormianum, Skalks »moderinstitution«.³ Her blev der, uafhængigt af Nationalmuseet, opbygget en grundkurve, hovedsagelig ved hjælp af materiale fra Midtjylland, som fra nutiden (1980) går tilbage til 435 e.Kr. og således dækker en periode på 1586 år. Fra 2003 drives laboratoriet i fællesskab af Wormianum og Moesgård Museum under navnet WM Trædateringslaboratoriet.

Materialet

Forudsætningen for at forhistorisk træ kan bevares til vore dage er, at det har ligget fugtigt uden adgang for ilt, som kan starte en forrådnelsesproces. I daglig tale bliver alt forhistorisk egetræ, som indsamles til opbygning af grundkurven, omtalt som »moseeg«, uanset om det er fundet i en mose, i havet, ved en arkæologisk udgravning eller på anden måde. Når prøver af »moseeg« i dag har mange forskellige farver – nogle er sorte, andre grå eller lyst gullige – skyldes det netop, at de har ligget under forskellige kemiske forhold, hvorimod farven ikke siger noget om træets alder. Træet kan være utroligt velbevaret til trods for en alder på flere tusinde år, således at det kan bruges til at fremstille møbler, husflid og kunstgenstande; men det kan også være nedbrudt og smuldrende, hvis bevaringsforholdene har været dårlige.

Det meste af det træ, der er indsamlet med henblik på opbygning af den forhistoriske grundkurve, stammer fra små moser og vandhuller, hvor egetræerne voksede så tæt ved kanten, at stammerne væltede ud i vandet, da træerne døde, og dermed blev bevaret til eftertiden; i dag kommer stammerne frem ved



Fig. 2. Væltet egetræ ved Lillebælt, som i tilfælde af stigende vandstand vil ende som »moseeg«, hvilket er sket for de mange egestammer, der i dag findes på havbunden. – Foto: Søren H. Andersen.

Fallen oak tree on the shore of Lillebælt. In the event of rising water level, the trunk will end up as a "bog oak", just like the many prehistoric oak trunks found today on the sea bed.

pløjning, dræning og andet jordarbejde. Andre træprøver stammer fra højmoser, hvor der har vokset egeskov på stedet, indtil området gradvist forsumpede ved dannelsen af mosen; dette gælder f.eks. de mange egestammer fra Store Vildmose i Vendsyssel, som er dukket frem ved harvning af tørvesmuld. Mange egetræer er i tidens løb blevet dræbt ved stigninger i havets vandstand (figur 2). I dag ligger disse stammer på havbunden indlejret i sand og gytje eller er skyllet fri ved strøm- og bølgeaktivitet. Især det Sydfynske Øhav og Storebælt har bidraget med mange egestammer til grundkurveopbygningen.

Et stort antal træprøver er også fundet ved arkæologiske udgravninger. I en del tilfælde er der direkte tale om arkæologiske objekter som f.eks. egekister, broer, veje, brønde og bygningstømmer; sådanne prøver har selvfølgelig særlig interesse, fordi en datering af dem vil være af umiddelbar arkæologisk betydning. I andre tilfælde er der tale om ubearbejdede egestammer, fremkommet som »biprodukter« ved arkæologiske undersøgelser i fugtige områder.

Ved indsamlingen er anvendt forskellig strategi afhængig af tilgængelige ressourcer og travlhed med andre opgaver. På Nationalmuseet har indsamlin-

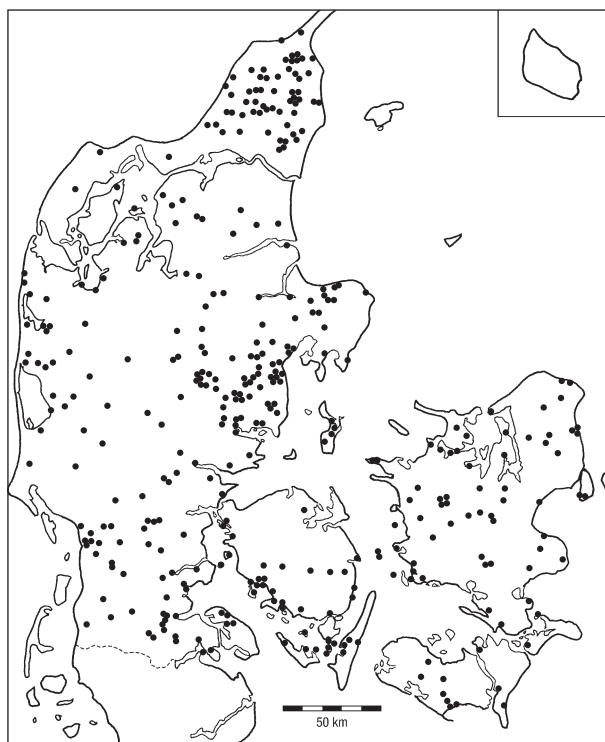


Fig. 3. Kort over lokaliteter i Danmark, hvorfra der er indsamlet prøver af moseeg til opbygning af den forhistoriske dendrokronologiske grundkurve. – Tegning: Bjørn Bachmann.

Map showing the sites in Denmark from which samples of bog oak were collected for construction of the prehistoric oak chronology.

gen hovedsagelig været passiv i den forstand, at man »kun« har indsamlet prøver, som er fremkommet ved udgravninger mv., som museet har været involveret i eller prøver, som man fik oplysning om fra andre museer og privatpersoner. På Wormianum gjorde man en mere aktiv indsats for at opspore moseege, idet man gennem Skalk⁴ og dagspressen⁵ opfordrede til indsendelse af prøver af moseeg til laboratoriet.

I alt er der på Nationalmuseet og WM Trædateringslaboratoriet indtil nu indsamlet og bearbejdet prøver fra omkring 1200 egestammer. Kortet figur 3 viser beliggenheden af de 368 lokaliteter, hvorfra der – da kortet blev tegnet – forelå prøver til grundkurveopbygningen. Som det fremgår, har alle dele af landet bidraget med materiale – der findes ganske enkelt »moseeg« overalt, når man begynder at lede efter det. Når der er ekstra mange lokaliteter omkring Århus, i Vendsyssel og fra det Sydfynske Øhav, skyldes det en særlig ihærdig indsats fra de lokale museers side. At der er relativt få prøver f.eks. fra det nordlige Fyn og fra området mellem Herning og Holstebro, må skyldes tilfældigheder – for det sidstnævnte områdes vedkommende er billedet i øvrigt allerede ændret i positiv retning, siden kortet blev tegnet, takket være en lokal naturvejleders ihærdige indsats.

Antal prøver pr. lokalitet	Antal lokaliteter, absolut	Antal lokaliteter, %	Antal prøver, absolut	Antal prøver, %
<i>Number of samples per site</i>	<i>Number of sites, absolute</i>	<i>Number of sites, %</i>	<i>Number of samples, absolute</i>	<i>Number of samples, %</i>
1-5	331	90,0	510	44,3
6-10	12	3,3	95	8,2
11-15	13	3,5	170	14,8
16-20	4	1,1	73	6,3
21-25	2	0,5	46	4,0
26-30	1	0,3	26	2,3
31-35	0	-	0	-
36-40	0	-	0	-
41-45	3	0,8	129	11,2
46-50	1	0,3	49	4,3
50-55	1	0,3	54	4,7

Tabel 1. Antal prøver pr. lokalitet.

Number of samples per site.

Af tabel 1 fremgår hvor mange prøver, der er indsamlet fra de forskellige lokaliteter. Det ses tydeligt, at der de fleste steder kun er fundet en enkelt eller ganske få stammer; fra 331 lokaliteter (90 % af det samlede antal) foreligger der således 1-5 stammer, mens kun fem lokaliteter (1,4 %) hver har bidraget med mere end 40 stammer; flest stammer er der fundet ved Halsskov ved anlæggelsen af Storebæltsforbindelsen (49) og ved Olgerdiget i Sønderjylland (54). Opgjort efter det samlede antal stammer har lokaliteterne med 1-5 stammer bidraget med i alt 510 stammer (44 % af det samlede materiale), mens de fem lokaliteter med over 40 stammer tilsammen har leveret 232 stammer (20 %). De få lokaliteter med mange stammer bidrager således med en forholdsvis stor andel af det samlede materiale, og prøverne fra disse lokaliteter er desuden særligt vigtige, fordi det ofte er muligt at sammenpasse årringskurverne fra sådanne lokaliteter til middelkurver, hvilket kan være meget vanskeligt for prøver fra lokaliteter med kun få stammer. De mange lokaliteter med få stammer er dog også værdifulde, da de sikrer en geografisk spredning, som ellers ville være vanskelig at opnå. Af de omkring 1200 indsamlede »moseege« stammer 420 (36 %) fra arkæologiske udgravninger, mens yderligere 165 (14 %) er fremkommet i forbindelse med sådanne udgravninger.

Ved indsamlingen af prøver til grundkurveopbygningen er der selvfølgelig lagt vægt på at få prøver fra egestammer med så mange årringe som muligt; prøver med mindre end 100 årringe er normalt udeladt, med mindre de har særlig arkæologisk interesse, idet sådanne prøver ofte er meget vanskelige at

Antal årringe	Antal prøver, absolut	Antal prøver, %
<i>Number of tree-rings</i>	<i>Number of samples, absolute</i>	<i>Number of samples, %</i>
100-149	267	36,2
150-199	223	30,2
200-249	122	16,5
250-299	60	8,1
300-350	48	6,5
350-399	9	1,2
400-450	5	0,7
450-499	4	0,5

Tabel 2. Antal årringe i de undersøgte prøver med mindst 100 årringe.

Number of tree rings in the investigated samples with at least 100 tree rings.

datere med sikkerhed og derfor er uegnede til grundkurveopbygning. Antallet af årringe i de undersøgte prøver fremgår af tabel 2 (prøver med under 100 årringe ikke medtaget). Som det ses, har ca. 66 % af prøverne mellem 100 og 200 årringe, mens ca. 9 % har over 300 årringe. Kun ni prøver (lidt over 1 %) har mere end 400 årringe – de længste årringsserier er målt på to prøver (fra Akselholm ved Hjørring og Løgtholt ved Dronninglund) med henholdsvis 476 og 497 årringe.

Metode

Udtagningen og behandlingen af prøverne afhænger selvfølgelig i høj grad af materialets art. Hvis der er tale om en ubearbejdet moseeg, gælder det om at få en så lang årringsserie som muligt på et sted, hvor væksten ikke er forstyrret af f.eks. knaster; en præcis datering af stammen er derimod oftest mindre væsentlig. Her indsamles som nævnt normalt kun prøver fra stammer, som omfatter mindst 100 årringe. Først bliver stammerne beskrevet, målt og ofte fotograferet, hvorefter der med kædesav bliver afsavet en eller to ca. 5 cm tykke skiver på de bedst egnede steder. Skiverne bliver lagt til langsom tørring, hvorefter der udsaves 1-3 målesektorer fra hver. Hvis der derimod er tale om arkæologiske prøver, hvor en præcis datering er afgørende, er det ikke kun antallet af årringe, som er væsentligt, men mindst lige så meget om der er splintved og helst bark bevaret på prøverne; hvis det er tilfældet, kan prøver med ned til kun omkring 50 årringe være værdifulde, selv om sådanne prøver ofte kan være vanskelige at datere. Her må prøveudtagningen foregå med stor forsigtighed og måleprøverne indpakkes forsvarligt og holdes fugtige, så det bløde splintved ikke ødelægges.

På de således tilvejebragte måleprøver bliver der tildannet en målebane, enten ved snitning med barberblad eller ved slibning, indtil årringene træder

tydeligt frem. Bredden af hver enkelt årring bliver herefter målt under mikroskop, ligesom forekomst af marv, splintved og bark samt eventuelle mærkværdigheder ved prøven bliver registreret. Årringsbredderne overføres automatisk til computeren, hvor de målinger, der foreligger fra samme træ, først synkroniseres indbyrdes, og derefter sammenregnes til en endelig årringskurve for træet; disse årringskurver for de enkelte træer er grundlaget for det videre arbejde.

Til arbejdet med synkronisering og datering af årringskurverne foreligger forskellige edb-programmer, som har det tilfælles, at de beregner en række statistiske parametre, som fortæller, hvorvidt ligheden mellem to kurver er så stor, at det er usandsynligt, at den skyldes tilfældigheder; ved arbejdet med grundkurven er anvendt programmerne Catras⁶ og TSAP⁷, som begge udtrykker ligheden mellem kurverne ved beregning af Student's t-værdi og medløbsprocenten *W*. Vurderingen af de statistiske beregninger kræver dog stor erfaring og forsigtighed, og ved opbygningen af grundkurven er der derfor fastlagt en række strenge krav, som skal være opfyldt, for at en synkronisering kan anses for pålidelig; en nærmere drøftelse af disse forhold vil dog føre for vidt på dette sted.

Hvis der foreligger prøver fra flere stammer fra samme lokalitet, bliver årringskurverne for hvert træ derefter sammenlignet med hinanden, hvorpå de kurver, der kan synkroniseres indbyrdes, sammenregnes til en eller flere middelkurver. Sådanne kurver er ofte længere end enkeltkurverne og indeholder desuden et stærkere klimatisk signal end disse, idet uregelmæssigheder i de enkelte træers vækstkurver her er udjævnet; de er derfor et bedre grundlag for den videre kurveopbygning end kurverne for de enkelte træer.

Herefter sammenlignes de således beregnede middelkurver og de resterende enkeltkurver, som ikke indgår i nogen middelkurve, med årringskurverne fra andre stammer og lokaliteter, og hvis de kan synkroniseres sikkert indbyrdes, sammenregnes kurverne til en ny middelkurve. På denne måde fremkommer en række stadigt længere »flydende« middelkurver – kurver, opbygget af årringskurver fra en eller flere lokaliteter, som har kunnet dateres indbyrdes, men hvis absolutte alder endnu er uvis.

I de tilfælde, hvor der indgår arkæologisk materiale i de flydende middelkurver, vil kurvernes omtrentlige alder være kendt. I andre tilfælde er der udført C14-datering af prøver, der indgår i de flydende kurver. I alt er der i forbindelse med grundkurve-projektet foretaget mere end 200 C14-dateringer, hovedsagelig på det nu nedlagte laboratorium på Nationalmuseet. Herigennem har vi fået et indblik i, hvordan de indsamlede moseege fordeler sig over de forhistoriske årtusinder. Denne viden er væsentlig ved planlægningen af det

videre arbejde med indsamling af prøver til grundkurven, men er også interessant i sig selv, idet det viser sig, at fordelingen af moseegene over tiden langt fra er jævn – tværtimod veksler perioder med mange egestammer med perioder med få, som f.eks. omkring 4000 f.Kr. Grunden hertil er ikke umiddelbart indlysende, men da nogle af perioderne med få stammer genfindes i andre dele af Europa, hvor man også arbejder med opbygning af forhistoriske grundkurver, skal årsagen måske søges i overordnede, formentlig klimatiske faktorer.

I det materiale, der er indsamlet med henblik på grundkurve-opbygningen, indgår en del prøver fra anlæg, som arkæologisk er dateret til de første århundreder efter Kr. f., ligesom en del prøver fra »tilfældigt« indsamlede moseege har vist sig at være fra disse århundreder. Før eller siden kunne det forventes, at nogle af middelkurverne for disse prøver ville overlappende den grundkurve, som fra i dag går tilbage til 109 f.Kr., og dermed blive forandret fra flydende til absolut daterede kurver. Og det er faktisk lykkedes at synkronisere nogle årringskurver fra arkæologiske anlæg med grundkurven, og dermed datere anlæggene og forlænge grundkurven ca. 250 år tilbage i tiden. På længere sigt vil alle de flydende og absolut daterede middelkurver – forhåbentlig – kunne passes sammen til én grundkurve med en længde på omkring 9000 år.

I arbejdet med absolut datering af de flydende middelkurver har vi i mange tilfælde kunnet »skyde genvej« og datere kurverne ved sammenligning med en grundkurve for egetræ fra Tyskland,⁸ som i den her tilgængelige version dækker perioden fra 6069 f.Kr. til 928 e.Kr.; grundkurven er venligst stillet til rådighed af H. Leuschner fra det dendrokronologiske laboratorium i Göttingen. Den tyske kurve er opbygget af træer, som har vokset 3-500 km fra Danmark, og en synkronisering lader sig på grund af den geografiske afstand (og dermed anderledes vækstforhold for træerne) kun sjældent gøre med årringskurver for enkelte træer, men er mulig for lange middelkurver, opbygget af et stort materiale. På denne måde er det f.eks. lykkedes at datere prøver fra et træbygget anlæg fra yngre stenalder ved Spodsbjerg på Langeland og fra en undersøisk stenalderboplads i Tybrind Vig på Fyn. Uden denne »genvej« ville arbejdet med opbygning af den danske grundkurve næppe være nået så langt, som det i dag er tilfældet.

Status

Lige fra laboratoriernes start er der, såvel på Nationalmuseet som på Skalk, ved siden af det daglige dateringsarbejde indsamlet prøver af træ fra arkæologiske udgravninger og fra tilfældigt fundne moseege med henblik på at føre grundkurverne længere tilbage i tiden. På Nationalmuseet blev arbejdet med den

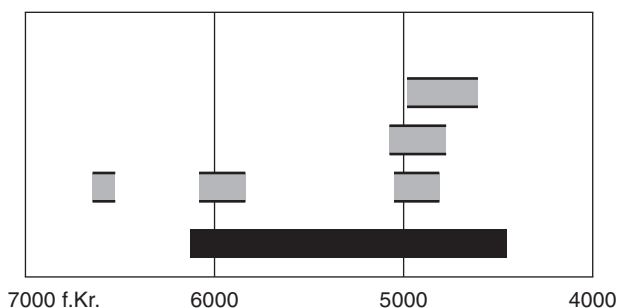


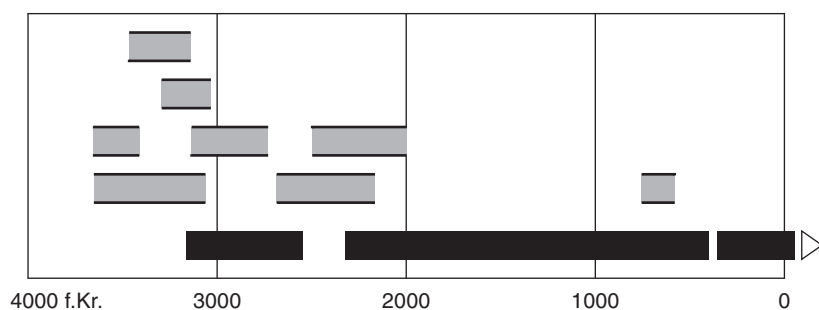
Fig. 4. Aktuell status for den forhistoriske grundkurve for egetræ. Hver bjælke repræsenterer en middelkurve af flere egetræer. Sorte bjælker angiver dendrokronologisk daterede kurver, mens grå bjælker angiver kurver, hvis omtrentlige alder er fastlagt ved C14-datering. – Tegning: Bjørn Bachmann.

The current status of the prehistoric master chronology for Danish oak trees. Each bar represents a mean curve produced from several trunks. Black bars represent mean curves dated by dendrochronology, while grey bars show radiocarbon-dated mean curves.

forhistoriske grundkurve varetaget af undertegnede. Det modtog i flere omgange støtte fra Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd; i 1993 og 1997 blev der gjort status for, hvor langt grundkurvearbejdet var nået.⁹ På Skalks laboratorium blev arbejdet varetaget af Carsten Sønderby, og de foreløbige resultater blev fremlagt på en kongres i Island i 1989 (ikke publiceret).

I begyndelsen foregik arbejdet på de to laboratorier uafhængigt af hinanden, men da undertegnede i 2003 blev ansat ved WM Trædateringslaboratoriet, blev det besluttet at indlede et samarbejde om opbygningen af grundkurven.¹⁰ Alle Nationalmuseets årringsmålinger af moseeg blev sammen med et stort antal endnu ikke målte prøver stillet til rådighed for WM Trædateringslaboratoriet, som i forvejen rådede over de af Skalk foretagne målinger; samtidig blev der indledt en fornyet indsamling af prøver af moseeg. Arbejdet med indsamling og måling af prøverne og med synkronisering af årringskurverne blev muliggjort af en bevilling fra Kulturarvsstyrelsen og er udført på WM Trædateringslaboratoriet af undertegnede i årene 2004-2006. Resultaterne vil selvfølgelig være tilgængelige også på Nationalmuseet.

I det følgende skal der gøres status for, hvor langt arbejdet med den forhistoriske grundkurve er nået (figur 4). Som nævnt har der i en årrække foretaget en af Nationalmuseet opbygget grundkurve for egetræ, som fra nutiden går tilbage til 109 f.Kr. Denne kurve er det lykkedes at forlænge bagud, så den i dag begynder i år 352 f.Kr. Det må dog straks siges, at den ældste del af denne grundkurve endnu er ufuldstændig, dels fordi den kun består af et beskedent



antal prøver, og dels fordi mange (måske de fleste) af prøverne i denne periode er stærkt præget af oldenborreangreb; deres årringskurver har herigennem fået et stærkt periodisk forløb, som gør dem meget vanskelige at datere med sikkerhed.¹¹

Fra tiden forud for den i nutiden forankrede grundkurve foreligger der nu tre middelkurver, som er absolut dateret ved hjælp af den tyske grundkurve; disse tre kurver omfatter tilsammen 4214 år, således at i alt 4566 af årene f.Kr. nu er dækket af absolut daterede kurver – en forlængelse af de absolut daterede forhistoriske kurver med mere end 1000 år i forhold til den sidst publicerede oversigt.¹² De absolut daterede kurver er adskilt af »huller« af varierende længde, som tilsammen omfatter 1565 år. Det yngste hul er på kun 50 år, mens de to ældste huller er på henholdsvis 1290 og 228 år. For det yngste huls vedkommende er vi i en periode (402-353 f.Kr.), hvorfra der allerede foreligger en del arkæologiske træfund, så vi kan håbe, at det ikke vil vare længe, før dette hul bliver lukket. Når det sker, har vi en ubrudt grundkurve for egetræ fra i dag tilbage til 2320 f.Kr. For at lukke de to ældste huller er vi derimod henvist til moseeg af en på forhånd ukendt alder, hvilket gør det langt vanskeligere at finde de manglende brikker til puslespillet.

Ud over de absolut daterede middelkurver er der opbygget en lang række flydende middelkurver, hvis omtrentlige alder for en dels vedkommende er bestemt ved C14-datering. Flere af disse kurver har en længde på 3-500 år, således at der skulle være begrundet håb om, at de snart vil kunne passes sammen med en af de absolut daterede middelkurver. Som det ses af figur 4, overlapper en del af de flydende kurver de absolut daterede middelkurver. Når disse kurver ikke allerede har kunnet synkroniseres med de absolut daterede, skyldes det givetvis, at de flydende kurver i mange tilfælde er opbygget af kun få træer fra andre landsdele end de absolut daterede kurver. Også for de forhistoriske perioder kan der således vise sig at være behov for flere regionale grundkurver for at dække det danske område.

Som det fremgår af figur 4, er der også en del af de flydende middelkurver, som falder i hullerne mellem de tre absolut daterede middelkurver. Der er dog en periode på omkring 1000 år, fra ca. 4600-ca. 3600 f.Kr., som hverken er dækket af de absolut daterede eller af de flydende middelkurver. C14-dateringer af nogle af de mange moseege, som hverken indgår i de absolut daterede grundkurve-stykker eller i de C14-daterede flydende middelkurver, viser dog, at der også fra dette tidsrum foreligger enkelte prøver af moseeg, så forhåbentlig vil også dette hul med tiden kunne lukkes.

Som nævnt er i alt 4566 af årene f.Kr. nu dækket af absolut daterede middelkurver, mens en del af de tilsammen 1565 år lange mellemrum mellem disse kurver er dækket af de flydende middelkurver. Hertil kommer muligheden for at gøre brug af den sammenhængende tyske grundkurve, som går ubrudt helt tilbage til 6069 f.Kr. I praksis er det således allerede nu i mange tilfælde muligt at udføre dendrokronologiske dateringer for langt den største del af de forhistoriske perioder, således som det også vil fremgå af eksemplerne i det følgende afsnit.

Dateringer

Som et væsentligt »biprodukt« ved opbygning af den forhistoriske grundkurve er opnået en række dateringer af arkæologiske anlæg og genstande såvel som resultater af geologisk art; nogle af disse resultater, som allerede er publiceret, skal kort omtales her.

Tybrind Vig: Ved udgravning af en undersøisk stenalderboplads i Tybrind Vig på Fyn¹³ blev fundet ca. 30 egestammer på havbunden, indlejret i marin gytje fra Atlantisk tid; fra 17 stammer blev indsendt prøver til dendrokronologisk datering. Åringskurverne fra otte stammer blev sammenregnet til en middelkurve på 392 år, som ved brug af den tyske grundkurve blev dateret til at dække perioden 4846-4455 f.Kr.¹⁴ De øvrige kurver kunne ikke årringsdateres, hvorfor deres alder er fastlagt ved C14-dateringer, som viser, at de stammer fra perioden 5200-4300 f.Kr. I hele denne periode stod træerne tæt ved den datidige kyst. De fleste træer døde i en for egetræer ung alder, og mens de endnu var i fuld vækst, formentlig som følge af et hurtigt stigende havniveau, som også sikrede, at de væltede stammer blev vanddækket så hurtigt, at de undgik forrådnelse. De første ca. 400 år må stammerne have ligget frit på havbunden, idet den gytje, der omgiver dem, først er dannet efter 4700-4600 f.Kr.; vandenergien har i denne periode været så høj, at der ikke fandt aflejringer sted på havbunden. For de egetræer, der døde efter dette tidspunkt, viser

årringskurverne, at de til sidst var udsat for en lang periode med dårlige vækstforhold, formentlig som følge af en langvarig havstigning.

Storebælt: Ved anlæggelse af den faste forbindelse over Storebælt blev fundet 63 egestammer, dels ved selve anlægsarbejdet, dels ved de forudgående arkæologiske undersøgelser. Nogle prøver måtte dog kasseres, fordi de indeholdt for få årringe, mens andre viste så stor lighed, at de formentlig var fra samme træstamme, som var blevet splittet ad af de store gravemaskiner. Af de resterende 40 prøver kunne 18 dateres dendrokronologisk ved sammenligning med eksisterende brudstykker af den danske grundkurve og med den tyske grundkurve; en middelkurve for 17 træer på 546 år dækkede tidsrummet 5557-5012 f.Kr., mens kurven for et enkelt træ omfattede perioden 5000-4642 f.Kr. Alderen af resten af kurverne (hvoraf mange var sammenregnet til middelkurver) blev fastlagt ved C14-datering. Selv om egestammerne fordeler sig over en lang tidsperiode, falder de fleste indenfor ret korte og velafgrænsede tidsrum, en gruppe på 14 stammer således i perioden ca. 6000-5600 f.Kr. (fastlagt ved C14-datering), en anden på 18 stammer i perioden ca. 5550-5000 f.Kr. (dendrokronologisk dateret).¹⁵

Ud fra oplysninger, der ved undersøgelsen blev registreret om hver enkelt prøve, kan man beregne, hvornår træerne spirede frem, hvornår de døde og hvor gamle de blev. Det viser sig, at de fleste døde inden for ret korte tidsrum, og i en for egetræer ung alder. Deres tidlige død skyldes givetvis den store havstigning, der fandt sted i denne periode. De fleste af stammerne blev fundet i marine aflejringer, og træerne har altså vokset på områder, som blev oversvømmet af havet; de øvrige har vokset så tæt ved kysten, at deres vækst må være blevet påvirket af den stigende vandstand. Havet nåede det niveau, hvor de ældste af træerne voksede, omkring 5600 f.Kr., hvilket netop er det tidspunkt, hvor disse træer døde. Stigningen kulminerede omkring 5200 f.Kr., hvor den nåede niveauet for en anden gruppe egetræer, som døde på dette tidspunkt. Så faldt vandstanden noget, og en ny generation af egetræer voksede frem – for at dø ved den næste havstigning, som begyndte omkring 5000 f.Kr. Dateringerne af stammerne fra Storebælt er – med andres ord¹⁶ – »et sjældent eksempel på anvendelse af dendrokronologi til påvisning af littorinasvingninger« i havniveauet.

Spodsbjerg: Ved udgravning af en boplads fra yngre stenalder ved Spodsbjerg på Langeland¹⁷ blev bl.a. fundet et plankebygget dæmningsanlæg med uvis funktion, bestående af flere parallelle spunsvægge. En undersøgelse af træprøver fra anlægget viste, at det var bygget i tre faser i løbet af en periode på højst ca. 20 år fra ca. 2983 til 2962 f.Kr.;¹⁸ denne datering blev opnået ved sammenligning med den tyske grundkurve, idet årringskurverne fra anlægget ikke

viste signifikant lighed med de på daværende tidspunkt foreliggende brudstykker af den forhistoriske danske grundkurve.¹⁹ Prøver fra et vifteformet anlæg, tolket som en fortøjningsplads for både, kunne derimod ikke dateres.²⁰

Egekister: Ved undersøgelse af de 30 egekister fra bronzealderen, som er bevaret i danske og tyske museer, kunne 28 af kisterne dateres.²¹ Langt hovedparten (24 kister) viste sig at være fremstillet i løbet af en mindre end 50 år lang periode fra ca. 1391 til ca. 1344 f.Kr.; én kiste kan være fremstillet tidligere, men er formentlig samtidig med flertallet, mens tre kister med sikkerhed er fremstillet senere, den yngste omkring 1266 f.Kr. I tre høje, hvorfra der er dateret flere kister (Borum Eshøj ved Århus med to kister; Guldhøj og Trindhøj ved Kongeåen med hver tre kister), viste kisterne fra samme høj sig med sikkerhed eller stor sandsynlighed at være fremstillet samme år eller med kun ganske få års mellemrum; to af kisterne fra Guldhøj viste sig endda at være fremstillet af samme træstamme. Dermed har dendrokronologien ydet et vigtigt og uafhængigt bidrag til diskussionen om bronzealdergravhøjenes mikrokronologi.

Hidtil upublicerede dateringer: Foruden de ovenfor nævnte publicerede dateringer foreligger en række dendrokronologiske dateringer af arkæologiske anlæg, opnået i forbindelse med grundkurveopbygningen, som endnu ikke er blevet publiceret, og som derfor kun kan nævnes her i meget summarisk form. De vigtigste er nedenfor opført i kronologisk rækkefølge, begyndende med de yngste. De anførte dateringer er alderen på den yngste, bevarede årring, uden hensyn til om der er bevaret splintved og bark eller kun kerneved på prøverne; dateringen angiver altså ikke umiddelbart, hvornår det pågældende anlæg er opført eller den pågældende genstand fremstillet. I nogle tilfælde afviger de her meddelte dateringer fra tidligere oplyste dendrokronologiske dateringer; en forklaring på afvigelserne må afvente en endelig publicering af dateringerne. Hvor de dendrokronologiske dateringer er sammenlignet med C14-dateringer, er der altid (som også ovenfor) tale om C14-dateringer kalibreret med programmet OxCal13.²²

Pæle fra voldanlægget »Æ vold« ved Genner Fjord i Sønderjylland er dateret til 175 e.Kr. Dette er omkring 100 år ældre end en tidligere offentliggjort dendrokronologisk datering.²³ »Æ vold« er dermed yngre end de på WM Trædateringslaboratoriet daterede prøver fra Olgerdiget (jf. nedenfor), som den tidligere er blevet sat i forbindelse med.

Prøver fra en palisade fra en befæstet landsby ved Priorsløkke nær Horsens, opført af genbrugt hustømmer,²⁴ er dateret til 54 e.Kr., omkring 100 år før den

tidligere offentliggjorte dendrokronologiske datering.²⁵ Det viser sig, at prøverne falder i to grupper med ca. 30 års mellemrum. Om de to faser repræsenterer de arkæologisk påviste to hovedfaser i landsbyen, eller om der er tale om træ fra den ene af faserne suppleret med tømmer fra de påviste reparationer af husene, kræver en nærmere analyse.

En lang række prøver fra Olgerdiget i Sønderjylland²⁶ er dateret til 1. århundrede e.Kr.; de er dermed flere århundreder ældre end en på usikkert grundlag tidligere offentliggjort dendrokronologisk datering.²⁷ I det på Skalk undersøgte materiale foreligger der ingen prøver, som er yngre end 1. århundrede e.Kr.

Prøver fra et vejanlæg i Skalsådal²⁸ er dateret til 401 f.Kr., hvilket er omkring 300 år yngre, end hvad en C14-datering (K-1978) pegede på.

En stige fra Albæk Hede nær Troldhede i Midtjylland²⁹ er dateret til 586 f.Kr., hvilket er omkring 400 år ældre, end en C14-datering (K-3780) angav.

Træ fra en brønd fra Holtegård i Vendsyssel³⁰ er dateret til 659 f.Kr.

Træ fra en plankebygget offerbrønd fra Smederup ved Odde³¹ er dateret til 661 f.Kr. Brønden indeholdt et stort kar af elletræ og mindst 14 lerkar fra tidlig førromersk jernalder. Brønden (eller brøndtømmeret) har altså været et par hundrede år gammelt, da ofringerne fandt sted. Kort efter dette fund fandtes i øvrigt yderligere en brønd på samme lokalitet, denne gang med et stort antal bronzeringe.

Et træbygget anlæg med uvis funktion ved Blæsbjerg i Vendsyssel³² er dateret til 1400 f.Kr. – omkring 300 år yngre end en C14-datering (K-3138) tydede på. Et formentlig tilsvarende anlæg fra Ejnersminde tæt derved³³ er derimod ikke dendrokronologisk dateret; ifølge en C14-datering (K-3983) af en af plankerne kan det være lidt yngre end Blæsbjerg-anlægget.

Prøver fra en plankevej i Speghøje Mose³⁴ er dateret til 1661 f.Kr., hvilket er omkring 300 år ældre, end en C14-datering (K-3621) angav.

To skivehjul fra Pilkmose ved Give³⁵ er dateret til henholdsvis 2775 f.Kr.³⁶ og 2935 f.Kr.,³⁷ og er dermed formentlig de ældste daterede europæiske skivehjul. Det yngste hjul er C14-dateret (K-2896) til omkring 2220 f.Kr., det ældste (K-2897) til omkring 2760 f.Kr.; de dendrokronologiske dateringer er således (korrigeret for at C14-prøverne er udtaget omtrent midt i årringsserierne) omkring 600 år og 250 år ældre end C14-dateringerne.

Endnu ikke daterede prøver: Foruden de dendrokronologisk daterede arkæologiske anlæg er der undersøgt prøver fra en række anlæg, som det endnu ikke er lykkedes at datere, f.eks. neolitiske palisade-pæle fra Sarup på Fyn,³⁸ hustømmer fra bronzealder-bebyggelser ved Bjerre i Thy,³⁹ prøver fra jernalderlands-

byen i Borremose i Himmerland,⁴⁰ fra plankebyggede grave fra ældre romersk jernalder ved Dejbjerg ved Skjern⁴¹ og Vinding ved Holstebro⁴², flere hjul fra førromersk jernalder fra Rappendam Mose på Sjælland⁴³ og fra Pihuse Mose ved Karup.⁴⁴ Endvidere foreligger der en del arkæologiske prøver, som endnu ikke er færdigundersøgt, f.eks. fra plankekisterne fra Lønne Hede ved Vardø.⁴⁵

Arbejdet fremover

Arbejdet med opbygningen af den forhistoriske grundkurve vil fortsætte i årene fremover. Der er allerede indkommet prøver fra yderligere ca. 60 mosege, som afventer årringsmåling, og indsamlingen fortsætter ufortrødent. Det samme gælder forsøgene på at synkronisere de allerede foreliggende, men ikke daterede enkelt- og middelkurver. Som en hjælp hertil er det hensigten at forsøge at skaffe midler til et større antal C14-dateringer, som kan afklare, hvilke af de ikke-daterede kurver, der falder i hullerne mellem de absolut daterede middelkurver. Sidst, men ikke mindst, er der indledt en intensiv »jagt« på arkæologiske træprøver fra den ældste jernalder, som kunne tænkes at omfatte de 47 år, der mangler for at få en sammenhængende grundkurve fra i dag tilbage til 2320 f.Kr.

NOTER

Først og fremmest en stor tak til Nationalmuseet og ikke mindst til nu afdøde Skalk-redaktør Harald Andersen for at have givet »grønt lys« for samarbejdet mellem institutionerne om opbygningen af grundkurven. En stor tak også til Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd og til Kulturarvsstyrelsen for økonomisk støtte til arbejdet. Til mine arbejdsgivere på Nationalmuseet, Skalk og Moesgård Museum for langmodighed, når arbejdet med mosege gik ud over det øvrige dateringsarbejde. Til konservatorerne – ikke mindst på Nationalmuseet – for stor tålmodighed med at restaurere alle de museumsgenstande, som jeg har savet i stykker for at kunne måle årringene. Til H.-H. Leuschner for tilladelse til at bruge hans tyske grundkurve. Til Christian Adamsen for kritisk gennemlæsning af manuskriptet og arkæologiske kommentarer til de dendrokronologiske dateringer. Og sidst, men ikke mindst, til alle de museer og privatpersoner, som har bidraget med træprøver til opbygning af grundkurven – uden deres medvirken ville projektet aldrig have haft en chance for at lykkes.

1. Bartholin 1973.
2. Bonde 1989.
3. H. Andersen 1988.
4. H. Andersen 1983.
5. F.eks. Nørgaard Jepsen 1983.

6. Aniol 1983.
7. Rinn 1996.
8. Leuschner *et al.* 1987; Leuschner & Delorme 1988.
9. Christensen 1993; Christensen 1997.
10. Christensen 2004.
11. Christensen 1983; Christensen 1987.
12. Christensen 1997; Christensen 2004.
13. S.H. Andersen 1985.
14. Christensen 1995.
15. Christensen 1997.
16. Christensen *et al.* 1997, s. 52.
17. Sørensen 1998.
18. Christensen & Rasmussen 1998.
19. Christensen 1997.
20. Christensen & Rasmussen 1998.
21. K. Christensen 2006; Christensen 2007.
22. Bronk Ramsey 2005.
23. S.W. Andersen 1990; S.W. Andersen 1993; Ethelberg 2003; L. Christensen 2006.
24. Kaul 1985.
25. Ethelberg 1992.
26. Neumann 1982.
27. Ethelberg 1991; Ethelberg 1992; Ethelberg 2003.
28. Jørgensen 1982.
29. Upubliceret, HEM 29/51.
30. VHM 175/1990. Mygdal sogn, sb 74, Vennebjerg herred, Hjørring amt.
31. Vebæk 1944.
32. VHM 26/1950. Friis 1971; Bidstrup 1975.
33. VHM 8/1987.
34. Jørgensen 1982.
35. Rostholm 1978; Schovsbo 1987.
36. NM C 26429.
37. NM C 26430.
38. N.H. Andersen 1997; N.H. Andersen 1999.
39. Bech & Mikkelsen 1999.
40. Martens 1990 med henvisninger.
41. Hansen 1990.
42. Olesen 1994.
43. Kunwald 2003.
44. Witt 1970; Schovsbo 1987.
45. Nordqvist & Ørsnes 1971; Frandsen 1995.

LITTERATUR

- Andersen, H. 1983: Eg ønskes. *Skalk* 1983:4, s. 28-30.
- Andersen, H. 1988: Kan man stole på dendrokronologien? *Arkæologiske udgravninger i Danmark 1987*, s. 258-266.
- Andersen, N.H. 1997: *The Sarup Enclosures. The Funnel Beaker Culture of the Sarup Site inclu-*

- ding two causewayed camps compared to the contemporary settlements in the area and other European Enclosures. *Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter* XXXIII:1. Højbjerg.
- Andersen, N.H. 1999: *Saruppladsen*. *Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter* XXXIII:2-3. Højbjerg.
- Andersen, S.H. 1985: Tybrind Vig. A Preliminary Report on a Submerged Ertebølle Settlement on the West Coast of Fyn. *Journal of Danish Archaeology* 4, s. 52-69.
- Andersen, S.W. 1990: »Æ vold« ved Øster Løgum – et gammelt fortidsminde i ny belysning. *Sønderjysk Månedsskrift*, 1, s. 7-15.
- Andersen, S.W. 1993: Æ vold. *Skalk* 1993:3, s. 9-13.
- Aniol, R. 1983: Tree-Ring Analysis using Catras. *Dendrochronologia* 1, s. 45-53.
- Bartholin, T.S. 1973: Undersøgelse af muligheden for dendrokronologisk datering af egetræ i Danmark, specielt Sønderjylland. *Det førstlige Forsøgsvesen i Danmark* 33, s. 217-241.
- Bech, J.-H. & M. Mikkelsen 1999: Landscapes, settlement and subsistence in Bronze Age Thy, NW Denmark. I: C. Fabech & J. Ringtved: *Settlement and Landscape. Proceedings of a Conference in Århus, Denmark, May 4-7 1998*, s. 69-77. *Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter*. Højbjerg.
- Bidstrup, K. 1975: *Holger Friis fortæller om et muntert og virksomt liv som museumsmand, arkæolog og tandlæge*.
- Bonde, N. 1989: Dendrokronologiske dateringer på Nationalmuseet 1988. *Arkæologiske udgravninger i Danmark 1988*, s. 229-243.
- Bronk Ramsey, C. 2005: *OxCal Program v3.10*. Oxford.
- Christensen, C., A. Fischer & D.A. Mathiasen 1997: Den store havstigning i Storebælt. I: B. Aaby, A. Fischer & L. Petersen (red.): *Storebælt i 10.000 år. Mennesket, Bæltet og Broen*, s. 45-54. København. Christensen, K. 1983: Oldenborrer og årringe. *Nationalmuseets Arbejdsmark*, s. 163-174.
- Christensen, K. 1987: Tree-rings and insects: the influence of cockchafer on the development of growth rings in oak trees. Jacoby, G.G., Hornbeck, J.W. (red.): *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis, New York 1986*, s. 142-154. New York.
- Christensen, K. 1993: Opbygning af en dendrokronologisk grundkurve for egetræ fra Danmark for perioden 7000-0 f.Kr. *NNU rapport 7*. København.
- Christensen, K. 1995: Dendrokronologisk undersøgelse af egestammer fra Tybrind Vig. Upubliceret manuskript.
- Christensen, K. 1997: Egestammer fra Halsskovfjorden. I: B. Aaby, A. Fischer & L. Petersen (red.): *Storebælt i 10.000 år. Mennesket, Bæltet og Broen*, s. 37-44. København.
- Christensen, K. 2004: Den lange kurve. *Danske Museer* 5, s. 31-33.
- Christensen, K. 2006: Dendrochronological Dating of Bronze Age Oak Coffins from Denmark and Schleswig. *Acta Archaeologica* 77, s. 163-246.
- Christensen, K., D. Eckstein & B. Schmidt 2007: Bronze Age Oak coffins in Denmark and North Germany – dendro chronological dating and archaeological implications. *Germania* 85, s. 35-46.
- Christensen, K. & K.L. Rasmussen 1998: Naturvidenskabelige dateringer fra Spodsbjergbopladsen. I: H.H. Sørensen (red.): *Spodsbjerg – en yngre stenalders boplads på Langeland*, s. 203-214. Rudkøbing.
- Christensen, L. 2006: Nye undersøgelser af Olgerdiget – en langvold fra jernalderen. *Sønderjysk Månedsskrift* 1, s. 3-10.

- Ethelberg, P. 1991: Fra stamme til stat – set i et sønderjysk perspektiv. *Sønderjysk Månedsskrift* 9, s. 227-234.
- Ethelberg, P. 1992: To grave fra Højvang, Sønderjylland. Dendrodatering og absolut kronologi. *Kuml* 1990, s. 85-97.
- Ethelberg, P. 2003: Den tidlige rigsdannelse i Slesvig (150-450 e.Kr.). I: P. Ethelberg, N. Hardt, B. Poulsen & A.B. Sørensen: *Det Sønderjyske Landbrugs Historie. Jernalder, Vikingetid & Middelalder*, s. 272-300. Haderslev.
- Frandsen, L. 1995: Nye grave med tekstiler fra Lønne Hede. *Mark og Montre*, s. 37-40.
- Friis, P. 1971: Brudstykker af en dagbog for Vendsyssel historiske Museum. I: *Brudstykker Holger Friis tilegnet på årsdagen 15. oktober 1971*. Hjørring.
- Hansen, T.E. 1990: På sporet af Dejbjergvognens ejere – Det nye jernalderfund på St. Skindbjerg i Dejbjerg. *FRAM*, s. 50-62.
- Jørgensen, M.S. 1982: To jyske bronzealderveje. *Nationalmuseets Arbejdsmark*, s. 142-152.
- Kaul, F. 1985: Priorsløkke – en befæstet jernalderlandsby fra ældre romersk jernalder ved Horsens. *Nationalmuseets Arbejdsmark*, s. 172-183.
- Kunwald, G. 2003: Rappendam. *J. Hoops Reallexikon der germanischen Altertumskunde* 24, s. 132-136. Berlin, New York.
- Leuschner, H.-H., A. Delorme & H.C. Höfle 1987: Dendrochronological Study of Oak Trunks Found in Bogs in Nordwest Germany. I: G.G. Jacoby & J.W. Hornbeck (red.): *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*, s. 298-318. New York.
- Leuschner, H.-H. & A. Delorme 1988: Tree-Ring Work in Göttingen. Absolute Oak Chronologies back to 6266 BC. *PACT* 22, s. 123-131.
- Martens, J. 1990: Borremose Reconsidered. *Journal of Danish Archaeology* 7, 1988, s. 159-181.
- Neumann, H. 1982: *Olgerdiget – et bidrag til Danmarks tidligste historie*. Skrifter fra Museumsrådet for Sønderjyllands Amt 1. Haderslev.
- Nordqvist, J. & D. Ørsnes 1971: Pige i blå. *Skalk* 1971:3, s. 9-15.
- Nørgaard Jepsen, G. 1983: Skiver af midtjysk moseeg efterlyses. *Midtjyllands Avis* 03.12.1983, s. 23.
- Olesen, L.H. 1994: Kistegrave. *Skalk* 1994:6, s. 8-11.
- Rinn, F. 1996: *TSAP Version 3.0. Reference Manual*. Heidelberg.
- Rostholm, H. 1978: Neolitiske skivehjul fra Kideris og Bjerregårde i Midtjylland. *Kuml*, s. 185-222.
- Schovsbo, P.O. 1987: *Oldtidens vogne i Norden*. Frederikshavn.
- Vebæk, C.L. 1944: En østjysk Offermose fra keltisk Jernalder. *Fra Nationalmuseets Arbejdsmark*, s. 21-28.
- Witt, T. 1970: Egerhjul og vogne. *Kuml*, s. 111-148.

Prehistoric dendrochronology in Denmark

Since dendrochronological work began in Denmark around 1970, both the Archaeological Sciences Department at the National Museum in Copenhagen and the Dendrochronological Laboratory at the periodical Skalk near Århus (now WM Dendrochronological Laboratory) have worked independently on the construction of a master chronology for Danish oak trees from prehistoric times. In 2004 a joint effort was launched between the two laboratories. As a result, the master chronology from 109 BC-AD 1980, constructed at the National Museum, has been extended back in time to 352 BC, although the oldest part still needs further consolida-

tion. Furthermore, three mean curves, dated with the help of a German master chronology, have now been constructed, resulting in a total of 4566 years BC being covered by absolutely dated mean curves (Fig. 4). These curves are separated by gaps totalling 1565 years; the youngest gap of only 50 years (402-353 BC) will hopefully soon be closed. In addition to the absolutely dated curves, a number of mean curves, dated by radiocarbon and some covering 4-500 years, have been constructed. As a further consequence, a large number of archaeological objects and sites have now been dated.

Kjeld Christensen

WM Trædateringslaboratoriet /
WM Dendrochronological Laboratory