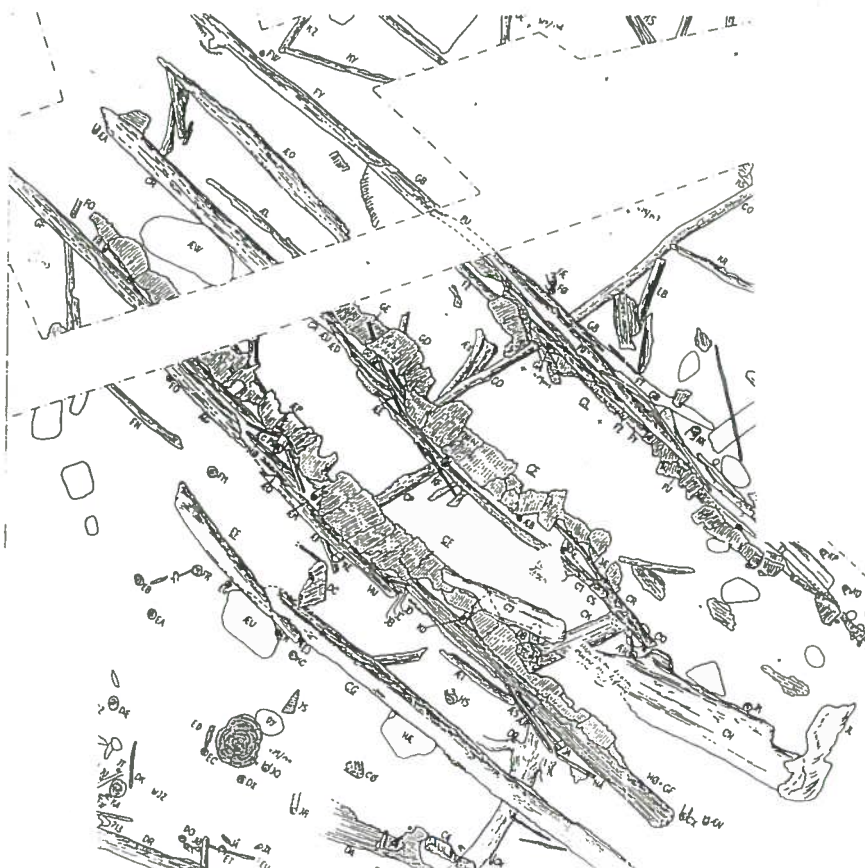


Dendrokronologisk datering af prøver fra Pederstrup-bopladsen ved Spodsbjerg på Langeland

af

Kjeld Christensen



28 AUG. 1997

28. august 1997

J. nr. LMR 9688, Wormianaum 108, NNU A 6275.

Dendrokronologisk datering af prøver fra Pederstrup-bopladsen ved Spodsbjerg på Langeland

af

Kjeld Christensen

Sammenfatning

Ved udgravning af den mellem-neolitiske Pederstrup-boplads ved Spodsbjerg på Langeland fremkom træbyggede anlæg, egnede til dendrokronologisk undersøgelse. Fra et dæmningsanlæg blev indsendt prøver af 7 egestammer, hvoraf 5 har kunnet dateres. Anlægget blev opført i løbet af en højst ca. 20 år lang periode fra ca. 2983 til 2962 f. Kr. Ældst er de to sydligste spunsvægge, CE og CF, bygget ca. 2983 f. Kr. Den nordligste spunsvæg, CL, blev opført omkring 15 år efter, ca. 2968 f. Kr. Yngst er den vandretliggende stamme CG syd for spunsvæggene, hvis sidste årring blev dannet i år 2962 f. Kr., ca. 6 år efter opførelsen af spunsvæg CL. Stolpe DY endnu sydligere, og uden direkte forbindelse med dæmningsanlægget, er samtidig med eller yngre end CG. - Fire prøver fra egestammer fra et vifteformet anlæg, tolket som en fortøjningsplads for både, har kun kunnet dateres relativt; stammerne døde samme år eller indenfor en ganske kort årrække; måske er der tale om resterne af ét stort egetræ.

Indhold

Indledning	s.	2
Prøverne	s.	3
Årringmåling m.v. på prøverne fra dæmningsanlægget	s.	6
Årringmåling m.v. på prøverne fra det vifteformede anlæg	s.	17
Relativ datering af prøverne	s.	19
Vurdering af tidligere fremlagte relative dateringer	s.	20
Absolut datering af stammerne	s.	22
Fastlæggelse af træernes sidste vækstår	s.	24
Opførelsen af dæmningsanlægget	s.	25
Det vifteformede anlæg	s.	29
C14-dateringerne af dæmningsanlægget	s.	29
Litteratur	s.	31

Bilag:

Figur 1 og 2

EDB-udskrifter af de endelige årringkurver for prøverne

EDB-udskrifter af middelkurverne for de to anlæg

Indledning

Under ledelse af arkæolog Jens Bech udgravede Langelands Museum i årene 1979-84 en boplads fra mellem-neolitisk tid ved Spodsbjerg på Langeland, kaldet Pederstrup-bopladsen. Herved fremkom bl.a. et dæmningsanlæg bestående af flere spunsvægge, bygget af store træstammer, og et "vifteformet anlæg" af træstammer, tolket som en fortøjningsplads for både. Fra en del af de fundne stammer blev indsendt prøver til dendrokronologisk undersøgelse, dels til Wormianum (Skalk), dels til Nationalmuseets naturvidenskabelige Afdeling. Skalks prøver blev undersøgt af Carsten Sønderby, og resultatet meddelt Langelands Museum med dateringsskema og brev fra Harald Andersen 8/2 1984. Nationalmuseets prøver blev undersøgt af Orla H. Eriksen i 1996, og resultatet fremlagt i NNU-rapport 20*1996 (1. udgave oktober 1996, 2. reviderede udgave marts 1997).

I forbindelse med Langelands Museums publicering af Pederstrup-udgravningerne har undertegnede foretaget en ny vurdering af det dendrokronologiske materiale, hvis resultater hermed fremlægges. Udgangspunktet har været en undersøgelse af de til Nationalmuseet indsendte prøver, og de her udførte synkroniseringer m.v. Skalks prøver har af praktiske årsager været utilgængelige; de på Skalk udførte årringmålinger har foreligget i form af edb-udskrifter af prøvernes middelkurver, samt for prøve CH og FY af værdierne for de enkelte måleserier. Ved udarbejdelse af denne redegørelse er desuden anvendt sagsakter m.v. i arkivet på NNU, herunder Langelands Museums beretning fra udgravningen og en foreløbig beskrivelse af træanlægge-
ne, forfattet af Jens Bech.

Jeg takker Carsten Sønderby, Skalk, og Orla H. Eriksen, NNU, for tilladelse til at benytte måleresultater m.v. fra deres undersøgelser. En ikke mindre tak til Hugo S. Sørensen, Langelands Museum, og Jens Bech, Skov- og Naturstyrelsen, for beredvillig besvarelse af talrige spørgsmål om udgravningen. En stor tak også til H.-H. Leuschner, Göttingen, for tilladelse til at benytte hans dendrokronologiske grundkurve for Nordtyskland til absolut datering af prøverne.

Ved årringmåling og synkronisering m.v. er benyttet edb-programmet Catras, version 4.17 (Aniol, 1983). EDB-udskrifter af de endelige årringkurver for hver enkelt stamme og af de beregnede middelkurver er vedlagt. Årringkurverne er nummereret således, at Skalks målinger har numrene 40600..., Orla H. Eriksens kurver (NNU-rapport 20*1996) numrene 40601..., og de af undertegnede udarbejdede numrene 40602... .

Prøverne

Fra en del af egestammerne fra dæmningsanlægget og det vifteformede anlæg blev som nævnt udtaget prøver til dendrokronologisk undersøgelse, hvoraf nogle blev indsendt til Nationalmuseets naturvidenskaberlige Afdeling, andre til Skalk. Under bearbejdelsen af Nationalmuseets prøver er i enkelte tilfælde opstået tvivl om, hvilke stammer de oprindeligt er udtaget fra. I det følgende fremlægges derfor en samlet oversigt over de til Nationalmuseet og - såvidt muligt - de til Skalk indsendte prøver.

Fra dæmningsanlægget foreligger på Nationalmuseet 8 prøver fra 7 forskellige egestammer, alle indsendt i august 1981. Med brev af 18/8 1981 indsender Jørgen Skaarup, Langelands Museum, prøver fra stamme FY og GF til C14-datering; af medfølgende spørgeskemaer fremgår, at der også er sendt prøver af FY og GF til Skalk. I et brev af 20/8 1981 takker Claus Malmros, Naturvidenskabelig Afdeling, for prøver og spørgeskemaer, men efterlyser skemaer til "de øvrige dendro- og vedprøver". Som svar herpå indsender Hans Lange, Langelands Museum, de ønskede skemaer med brev af 4/9 1981, heriblandt skemaer for prøverne 630, CG, CH, DY, FY, GF og Støtteknæ. Ved registrering af skemaerne på Naturvidenskabelig Afdeling henvises for prøve FY og GF til de tidligere modtagne skemaer for disse prøver, hvilket viser, at der næppe er indsendt mere end de oprindelige to prøver med disse betegnelser. Foruden de prøver, hvortil der nu var indsendt spørgeskemaer, må Naturvidenskabelig Afdeling også have fået en prøve fra stamme CR, idet Claus Malmros i brev af 27/5 1982 efterlyser et spørgeskema for denne prøve, som dog aldrig synes at være blevet indsendt. Samme brev indeholder en vurdering af hver enkelt af de indsendte prøvers egnethed til dendrokronologisk undersøgelse, foretaget af undertegnede. Der omtales her 8 prøver fra de 7 ovenfor omtalte stammer, idet der er to prøver fra stamme CH. Dette svarer helt til de prøver fra udgravningen, der i dag foreligger på NNU, og alle prøverne på nær to (CH stor prøve og DY) har bevaret den originale mærkeseddel fra udgravningen (på FY og CR er mærkesedlen endnu sømmet fast på prøverne, på de andre ligger den løst ved siden af). Alt tyder således på at de prøver, der i dag foreligger på NNU, har de korrekte betegnelser.

På Skalks oversigt over de udførte dateringer fra Pederstrup-bopladsen, hvoraf NNU har fået kopi fra Langelands Museum, er anført 6 prøver fra dæmningsanlægget, som umiddelbart synes at repræsentere et tilsvarende antal træstammer.

Nedenfor gennemgås prøverne fra de enkelte stammer fra dæmningsanlægget hver for sig.

Fra stamme FY synes umiddelbart at foreligge to prøver, én hos Skalk og én på Nationalmuseet, begge mærket FY; på Skalks dateringsskema er tilføjet, at deres prøve også har nummeret 505. I brev af 19/11 1996 oplyser Langelands Museum, at Nationalmuseets prøve 630 også hidrører fra FY. At såvel prøve 630 som prøve 505 er udtaget af FY bekræftes i et brev fra Langelands Museum 8/2 1997. Der synes altså at foreligge tre prøver fra FY, én på Skalk (FY = 505) og to på Nationalmuseet (FY og 630).

En sammenligning af årringkurverne for alle prøverne fra dæmningsanlægget viser imidlertid, at kurven for Skalks prøve FY ikke ligner kurverne for Nationalmuseets prøver fra denne stamme; derimod viser den stor lighed med kurven for Nationalmuseets prøve fra stamme DY. Denne lighed er allerede omtalt i NNU-rapport 20*1996, hvor der dog ikke gøres forsøg på at forklare forholdet. Efter undertegnede mening er ligheden mellem kurverne for Skalks prøve FY og Nationalmuseets prøve DY så udtalt, at prøverne med stor sandsynlighed stammer fra samme træ (se nærmere senere). Diameteren af Skalks prøve FY er med 46 cm (jfr. skitse af prøven, bilagt brev fra Skalk af 27/2 1997) samtidig langt større end diameteren af stamme FY (ca. 20 cm), men svarer fint til stamme DY (ca. 50 cm), begge bedømt efter Nationalmuseets prøver og beskrivelsen i udgravningsberetningen. Efter beretningen skal DY samtidig, som den eneste af de undersøgte stammer, være forkullet på ydersiden, hvilket netop er tilfældet såvel for Nationalmuseets prøve DY som for Skalks prøve FY, og *kun* for disse prøver. Det må på dette grundlag sluttes, at Skalks prøve FY i virkeligheden hidrører fra stamme DY, som Skalk iøvrigt ikke har fået prøver fra.

Som nævnt ovenfor skal der, efter hvad Langelands Museum oplyser, være udtaget en prøve med nummeret 505 fra stamme FY. Denne prøve er tidligere blevet identificeret med den til Skalk indsendte prøve, som nu har vist sig at hidrøre fra stamme DY. Det må derfor antages, at prøve 505 i stedet er identisk med den af Nationalmuseets prøver, som blot er betegnet FY. At Skalks prøve tidligere blev identificeret med 505 er antagelig alene sket ud fra antagelsen af, at der var indsendt én prøve fra FY til Skalk og én til Nationalmuseet, og kan derfor ikke tillægges afgørende betydning.

Fra FY foreligger altså i realiteten kun to prøver til årringmåling, Nationalmuseets FY (= 505) og 630. Prøverne har magasinnumrene D 2139 (FY) og D 2422 (630).

Fra stamme CR er indsendt én prøve til Skalk og én til Nationalmuseet, begge betegnet CR; som nævnt ovenfor sidder den originale mærkeseddel fra udgravningen endnu sømmet fast på Nationalmuseets prøve. Årringkurverne for de to prøver viser meget stor lighed (jfr. nedenfor), hvilket gør det usandsynligt, at der er sket forbytning med andre prøver. Nationalmuseets prøve har magasinnummeret D 2421.

Fra stamme GF er indsendt én prøve til Skalk og én til Nationalmuseet, begge betegnet GF. Årringkurverne for de to prøver viser meget stor lighed (jfr. nedenfor), hvilket gør det usandsynligt, at der er sket forbytning med andre prøver. Nationalmuseets prøve har magasinnummeret **D 2140**.

Fra stamme CG synes umiddelbart at foreligge to prøver, én hos Skalk og én på Nationalmuseet, begge mærket CG. I brev af 8/2 1997 oplyser Langelands Museum imidlertid, at også Skalks prøve 566 er udtaget af stamme CG. Der foreligger altså tre prøver fra stamme CG, to på Skalk (CG og 566) og én på Nationalmuseet. Årringkurverne for de tre prøver udviser så stor lighed (jfr. nedenfor), at det bekræfter, at de er udtaget af samme stamme. Nationalmuseets prøve har magasinnummeret **D 2427**.

Fra stamme CK foreligger tilsyneladende kun en prøve på Nationalmuseet, mærket "støtteknæ". I breve af 19/11 1996 og 8/2 1997 oplyser Langelands Museum, at "støtteknæ" er identisk med CK. En sammenligning af årringkurven for den foreliggende prøve med kurverne for de andre prøver fra dæmningsanlægget viser, at den ikke modsvares af andre af Nationalmuseets eller Skalks målinger; dette bekræfter, at der kun er udtaget én prøve fra CK. Prøven har magasinnummeret **D 2454**.

Fra stamme CH foreligger tre prøver til dendrokronologisk undersøgelse, hvoraf en, mærket CH, er indsendt til Skalk og to, mærket "CH stor prøve" og "CH lille prøve", til Nationalmuseet. I NNU-rapport 20*1996 udtrykkes tvivl om, hvorvidt Nationalmuseets prøver stammer fra samme træ, idet det anføres, at "Iflg. Fundoplysningerne skulle denne prøve [CH stor prøve] *formentlig* [fremhævet her] hidrøre fra samme træ som 40601069 [CH lille prøve]. *Dette understøttes dog ikke af årringundersøgelsen* [fremhævet her], selvom de kan synkroniseres fint indbyrdes." At prøverne er udtaget af samme træstamme er dog anført så udtrykkeligt i fundoplysningerne, at tvivl herom ikke er berettiget (spørgeskema af 27/8 1981; brev fra Langelands Museum af 4/9 1981). En ny sammenligning af middelkurverne for de tre prøver fra stamme CH ved undertegnede (jfr. nedenfor) viser da også, at ulighederne ikke er større, end det ofte forekommer på prøver fra samme træ, hvis årringforløbet på en af prøverne f.eks. er forstyrret af en grenafgang. Sammenligningen giver således ingen grund til tvivl om, at prøverne stammer fra samme træ. Nationalmuseets prøver har magasinnumrene **D 2428 A** (CH lille prøve) og **D 2428 B** (CH stor prøve).

Fra stamme DY foreligger umiddelbart kun en prøve på Nationalmuseet, mærket DY; ingen af de til Skalk indsendte prøver har denne betegnelse. Som omtalt ovenfor kan det imidlertid godtgøres, at Skalks prøve FY er fejlmærket, og i virkeligheden hidrører fra DY. Årringkurverne for de to prøver viser som omtalt meget stor lighed (jfr. nærmere nedenfor). Nationalmuseets prøve har magasinnummeret **D 2429**.

Fra det **vifteformede anlæg** er kun indsendt prøver til Skalk. Der foreligger i alt 4 prøver (BCF, BAÆ, BCD og BCG), udtaget af hver sin stamme, idet det dog ikke kan udelukkes, at flere af stammerne i virkeligheden tilhører samme træ (jfr. nærmere nedenfor).

Årringmåling m.v. på prøverne fra dæmningsanlægget

Dæmningsanlægget består af 3 spunsvægge, CL, CE og CF, og en parallelt hermed liggende stamme, CG. Mellem spunsvæg CE og CF ligger tværgående stammer, CK og CH. Syd for dæmningen står en lodret stolpe, DY. Prøverne fra spunsvæggene gennemgås i det følgende fra nord mod syd, sluttende med CG. Herefter behandles det tværliggende tømmer og tilsidst den lodretstående stolpe.

Stamme FY, bundstok i spunsvæg CL.

Ifølge udgravningsberetningen var FY en omtrent 10,0 m lang, næsten - men ikke helt - lige egestamme. Østenden, træets rodende, afsluttedes af to modsatstillede hugflader, som givetvis kan henføres til træets fældning. Stammen var afbarket, og viste på overfladen (i hvert fald på stammens nederste halvdel) talrige små knast-ar efter vanris. På stammens nordside, 2,5 m fra østenden, var bevaret en ca. 20 cm lang, forkullet rest af en 8-10 cm tyk sidegren; rester af en lignende gren, dog ikke forkullet, fandtes på stammens sydside ca. 1,3 m fra vestenden. Stammens diameter i den nedre ende var ca. 20 cm, og tykkelsen aftog kun uvæsentligt indtil ca. 1 m fra topenden, hvor stammen fra en diameter på ca. 15 cm løb ud i en spids afslutning, som kan skyldes erosion. Den senere undersøgelse af prøverne fra stammen viser, at FY har haft en stærkt ensidig vækst; den ved udgravningen målte diameter synes at være et korrekt udtryk for stammens tykkelse (se nærmere nedenfor).

Fra FY foreligger to prøver, begge på Nationalmuseet, mærket FY og 630 (jfr. ovenfor). På udgravningstegning 97 er anført, at der er udtaget "Dendroprøve" ca. 0.5 m fra stamme FY's rodende; det må formodes, at prøve FY er udtaget på dette sted, idet synkroniseringen af prøvernes årringkurver (jfr. nedenfor) viser, at denne prøve omfatter stammens ældste årringe. Hvor på stammen prøve 630 er udtaget, er ikke anført og har (efter oplysning fra Hugo Sørensen) efterfølgende ikke kunne fastlægges præcist. Det må være sket højere oppe på stammen end prøve FY, idet marvåret på prøve 630 ligger ca. 50 år efter marvåret på prøve FY, og prøvens diameter er lidt mindre end diameteren af prøve FY. Jens Bech oplyser at det er sandsynligt, at prøve 630 er udtaget i forbindelse med 'renskæring' af en balk, som krydser udgravningen, d.v.s. 5-6 m højere oppe på stammen end prøve FY.

Prøve FY er en skive af en helkævla; at det - som anført på det spørgeskema, der fulgte prøven ved indsendelsen - skulle være en kløvet stamme, er forkert. På prøven er målt 3 årringsserier, som er sammenregnet til middelkurven 40601019, der omfatter 112 årringe; den ældste årring indeholder marven, de 4 yngste er splintved, barkringen er ikke påvist. Prøve 630 er også en skive af en helkævla. På prøven er målt 2 årringsserier, som er sammenregnet til middelkurven 40601049, der omfatter 75 årringe; den ældste årring indeholder marven, de 17 yngste er splintved (således iflg. NNU-rapport 20*1996 s. 3; ifølge skemaet s. 11 er der "17?" splintårringe), barkringen er ikke påvist.

Tabel 1. Indbyrdes sammenligning af årringkurver fra stamme FY.

t\W	40601019	40601049
40601019		73,8 ³
40601049	4,11	

40601019 = prøve FY. 40601049 = prøve 630.

Indbyrdes sammenligning af to årringkurver. Kurvernes numre er anført øverst og til venstre i tabellen. De t-værdier, der opnås ved sammenligningen i den antagne, synkrone position, er anført i nederste venstre halvdel, W-værdierne i øverste højre halvdel af tabellen. Begge talsæt udtrykker ligheden mellem kurverne - jo højere tal, jo større lighed; vurderingen af tallene kræver dog stor erfaring. Understregning af en t-værdi betyder, at det er den højeste, som fremkom ved den pågældende kurvesammenligning. For W-værdierne angiver eksponenten den teoretiske sandsynlighed for, at ligheden ikke skyldes tilfældigheder: ¹ svarer til 95,0%, ² til 99,0% og ³ til 99,9% sandsynlighed for, at ligheden mellem kurverne ikke er tilfældig; i praksis er sandsynligheden dog ofte mindre, end tallene angiver.

Af NNU-rapport 20*1996 fremgår, at kurverne for prøve FY og prøve 630 ikke har kunnet synkroniseres indbyrdes; at prøverne hidrører fra samme stamme blev som nævnt ovenfor først oplyst for NNU i brev fra Langelands Museum 19/11 1996, og var altså ukendt, da rapporten blev udarbejdet (oktober 1996). En fornyet sammenligning (ved undertegnede) af de to kurver viser imidlertid, at de passer sammen indbyrdes i den position, hvor år 49 på 40601019 svarer til år 1 på 40601049. De synkroniseringsværdier, der opnås i denne position (tabel 1), er de højeste, der fremkommer ved sammenligningen; W-værdien er så høj, at synkroniseringen kan betragtes som nogenlunde sikker, mens t-værdien er lavere end forventet for prøver fra samme træ, og ikke i sig selv giver fuld sikkerhed for, at kurveligheden ikke skyldes tilfældigheder. Synkroniseringen bekræftes dog af en overbevisende visuel lighed mellem kurverne.

For om muligt at styrke synkroniseringen yderligere, er kurverne for de to prøver fra FY, såvel som middelkurven for disse prøver (40602059, jfr. straks nedenfor), blevet sammenlignet med middelkurverne for fire af de andre prøver fra dæmningen (middelkurverne for de to sidste stammer fra dæmningen kan ikke synkroniseres med FY, jfr. nedenfor). Resultatet af sammenligningen fremgår af tabel 2. Kurven for prøve FY og middelkurven for prøve FY og prøve 630 kan synkroniseres sikkert med kurverne for de andre stammer; synkroniseringsværdierne er i nogle tilfælde meget høje, og t-værdierne er i alle (middelkurven) og i tre af de fire tilfælde (prøve FY) de højeste af de værdier, der fremkommer ved de enkelte sammenligninger. Derimod opnår kurven for prøve 630 langt lavere værdier i den forventede position, og kun i ét tilfælde falder den højeste t-værdi i denne stilling. Væsentligt er imidlertid, at middelkurven for prøverne FY og 630 (40602059) ved tre af de fire sammenligninger opnår højere synkroniseringsværdier mod de andre kurver (også ved samme overlap-

ningslængde) end enkeltkurverne for de to prøver. Dette gælder f.eks. sammenligningen med kurve 40602049, hvor enkeltkurverne opnår t-værdierne 3,36 og 1,62, mens middelkurven opnår t-værdien 3,74, som ikke alene er højere end værdierne mod enkeltkurverne, men samtidig den højeste t-værdi, der fremkommer ved den pågældende sammenligning. Dette forhold er et stærkt indicium for, at synkroniseringen af kurverne for prøve FY og prøve 630 er korrekt; hvis synkroniseringen - og dermed middelkurven - havde været forkert, ville man have forventet, at middelkurven opnåede lavere synkroniseringsværdier end enkeltkurverne ved sammenligning med de andre kurver.

Det kan måske umiddelbart undre, at der i den antagne synkrone position er næsten 50 års forskel i placeringen af marven på to prøver, som er udtaget af samme stamme. Som beskrevet nærmere nedenfor skyldes dette forhold, at FY i de første ca. 50 år var stærkt undertrykt, og voksede meget langsomt både i tykkelse og højde. I den følgende periode var væksten mere normal; i de 62 år, der er fælles for kurve 40601019 og 40601049, er deres gennemsnitlige årringbredde henholdsvis 1,5 og 1,9 mm, hvilket ikke strider mod antagelsen af, at prøverne stammer fra samme træ.

Tabel 2. Sammenligning af kurverne (40601049 og 40601049) og middelkurven (40602059) for stamme FY med andre kurver fra dæmningsanlægget.

	40601019		40601049		40602059	
	t	W	t	w	t	W
40602029	<u>8,72</u>	67,1 ³	3,56	63,5 ¹	<u>8,87</u>	68,4 ³
40602039	<u>9,77</u>	71,6 ³	<u>3,91</u>	67,7 ¹	<u>9,80</u>	73,9 ³
40602049	3,36	60,7 ¹	1,62	53,0	<u>3,74</u>	61,7 ¹
40602069	<u>3,92</u>	55,8	0,00	55,3	<u>3,65</u>	57,9

40602029 = stamme CG. 40602039 = stamme GF. 40602049 = stamme DY. 40602069 = stamme CR. Jfr. forklaringen til tabel 1. - Værdien 0,00 dækker over en uvis, negativ t-værdi.

På baggrund af synkroniseringen er årringkurverne for prøve FY og prøve 630 blevet sammenregnet til en fælleskurve for stamme FY, **40602059**. Kurven omfatter 123 årringe, hvoraf den ældste indeholder marven. De yngste ca. 16 (15-17) årringe er splintved, barkringen er ikke påvist.

Prøve FY er som anført ovenfor udtaget ca. 0,5 m fra stammens rodende, mens prøve 630 formentlig er udtaget 5-6 m højere oppe. Ud fra årringmålingerne kan afstanden fra marv til bark på prøve FY beregnes til ca. 15 cm, og på prøve 630 til ca. 14 cm; under forudsætning af regelmæssig, cirkulær vækst har prøvernes diameter altså været henholdsvis ca. 30 og ca. 28 cm. Som nævnt ovenfor blev stammens tykkelse under ud-

gravningen målt til ca. 20 cm i størstedelen af dens 10 m lange forløb, altså mindre end her beregnet. Årsagen til afvigelsen er givetvis, at forudsætningen om regelmæssig, cirkulær vækst er forkert. På prøve 630 er marven stærkt ekscentrisk beliggende, og det samme gælder tilsyneladende også den (nu dårligere bevarede) prøve FY. Årringene er målt ved de længste radier, og en beregning af diameteren som $2 \times$ radius giver derfor for høje værdier. En anden forklaring på afvigelsen kunne være, at FY stedvis mangler en del af veddet, således at den målte diameter ikke er fuldstændig; denne mulighed må dog afvises, da stammens overflade synes at være velbevaret. Den under udgravningen målte diameter på ca. 20 cm kan derfor anses for at give et pålideligt udtryk for stammens tykkelse.

Årringkurven for prøve FY, 40602059, er speciel derved, at den begynder med ganske smalle årringe (mange under 0,5 mm), og for de første ca. 90 år viser konstant stigende årringbredde; normalt har egetræer brede årringe (ofte 2-4 mm) nær marven, og aftagende årringbredde med alderen. Forløbet af kurve 40602059 tyder på, at FY har været stærkt undertrykt de første 40-60 år af træets livsforløb. I 50-årsalderen har stammen således haft en tykkelse (summen af de målte årringbredder $\times 2$) på højst 5-6 cm (snarere mindre på grund af den ekscentriske vækst), og en bulhøjde på formentlig 5-6 m (antaget udtagningshøjde for prøve 630, marven bevaret på prøven). Efter 50-års alderen synes træet at have haft en mere normal tilvækst med årringbredder på 1-2 mm. Dette kan måske skyldes, at det efterhånden er nået op i højde med de omgivende trækrone. De mange spor af vanris på stammens nedre del tyder dog snarere på, at der er sket en (pludselig?) lysstilling af stammen, måske ved fældning af de omgivende træer, som har medført bedre vækstforhold; træets årringkurve viser dog ingen umiddelbare tegn på en drastisk ændring af vækstbetingelserne. Ved fældningen var træet ca. 125 år gammelt; det havde da stadig en usædvanlig tynd og rank stamme (ca. 20 cm i diameter fra roden og op til i hvert fald 9 m's højde) uden spor af egentlig krone på de bevarede ca. 10 m af stammen.

Stamme CR, bundstok i spunsvæg CE.

Ifølge udgravningsberetningen var CR en 8,2 m lang egestamme, som lå med roden den mod vest. Den skråt afhuggede rodende var muligvis en fældningstilhugning, hvilket dog ikke kunne afgøres med sikkerhed på grund af nedbrydningen af veddet. Stammens tykkelse varierede fra 25 cm i rodenden til 15 cm i den jævnt tilspidsende topende. Barken var bevaret. Bedømt ud fra Nationalmuseets prøve har stammen haft en regelmæssig, cirkulær vækst; ud fra årringmålingerne kan dens diameter (uden bark) beregnes til ca. 19 cm, hvilket er i god overensstemmelse med den under udgravningen målte tykkelse.

Fra CR er indsendt én prøve til Skalk og én til Nationalmuseet; hvor på stammen prøverne er udtaget er ikke oplyst.

På Skalks prøve CR er målt 3 årringserier, som er sammenregnet til middelkurven E13. Kurven omfatter 112 årringe, hvoraf 9 er splintved, den yngste er ufuldstændigt bevaret. Herudover er talt ca. 9 splintårringe, således at det samlede årringantal bliver ca. 121, hvoraf ca. 18 er splintved. Barkringen er ikke påvist, men ligger næppe langt

fra den yngste talte årring, da barken jo var bevaret på den udgravede stamme. E13 har på NNU fået nummeret **40600059**.

Nationalmuseets prøve CR er en skive af en helkævla. Prøven har været forlagt i magasinet, og var ikke til rådighed, da NNU-rapport 20*1996 blev udarbejdet; da den blev genfundet (januar 1997) var den mindre godt bevaret. På prøven er derfor kun målt én årringserie, **4060103A**, som omfatter 99 årringe; den ældste målte årring ligger ca. 0,5 cm fra marven, alle årringene er kerneved.

Tabel 3. Indbyrdes sammenligning af årringkurver fra stamme CR.

t\W	40600059	4060103A
40600059		68,6 ³
4060103A	9,73	

40600059 = Skalks prøve CR. 4060203A = Nationalmuseets prøve CR. Jfr. forklaringen til tabel 1.

En sammenligning af Skalks og Nationalmuseets årringkurver for stamme CR (tabel 3) bekræfter, at prøverne stammer fra samme træ. De to kurver er derfor blevet sammenregnet til en fælleskurve, **40602069**, som omfatter 113 årringe. Den ældste årring ligger ca. 0,5 cm fra marven. De yngste 9 årringe er splintved; herudover er talt ca. 9 splintårringe, således at det samlede årringantal bliver ca. 122, hvoraf ca. 18 er splintved; barkringen er ikke påvist, men ligger næppe langt fra den yngste, talte årring, idet der var bark på stammen ved udgravningen.

Stamme GF, bundstok i spunsvæg CF.

Ifølge Jens Bechs beskrivelse af dæmningsanlægget var GF en 10,2 m lang, næsten ret egestamme. På grund af træets "overfladiske opløsning" (s. 6) var det ikke muligt at konstatere fældnings- eller andre bearbejdningsspor på stammen. Dette harmonerer ikke helt med udgravningsrapporten s. 31 hvor det nævnes, at spunsvæggene CF og CE begge var "opbygget over en svær bundstok [for CF = stamme GF] i form af en helt gennemløbende, *uafbarket* [kursiveret her] (ege?) stamme." Jens Bech oplyser efterfølgende, at den "overfladiske opløsning" især var udpræget i stammens øvre og nedre ende. På fotografier af GF, modtaget fra Jens Bech, ser stammens overflade for størstedelen glat og velbevaret ud som om splinten er bevaret, og kun barken mangler; enkelte steder ses strukturer som ligner bark, uden at dette dog kan afgøres med sikkerhed ud fra fotografierne. Ved rodenden (mod øst) havde stamme GF en diameter på ca. 20 cm, og tykkelsen aftog ikke nævneværdigt før ca. 1 m fra den jævnt tilspidsende topende; da stammen synes at være velbevaret (jfr. ovenfor) er dette mål formentlig et realistisk udtryk for tykkelsen. Bedømt ud fra Nationalmuseets

prøve, som dog mangler de yderste årringe (jfr. nedenfor), har stammen haft en lidt ekscentrisk vækst.

Fra GF er indsendt én prøve til Skalks og én til Nationalmuseet; hvor på stammen prøverne er udtaget er ikke oplyst.

På Skalks prøve GF er målt 4 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven **F14**. Kurven omfatter 87 årringe, alle af kerneved, hvoraf den yngste er ufuldstændigt bevaret. F14 har på NNU fået nummeret **40600069**.

Nationalmuseets prøve GF er en skive af en helkævla; at der - som anført på det spørgeskema, der fulgte med prøven ved indsendelsen - skulle være tale om en kløvet stamme, er forkert. På prøven er målt 3 årringserier, som er sammenregnet til fælleskurven **40601029**. Kurven omfatter 102 årringe; den ældste ligger mindre end 1 cm fra marven, de 11 yngste angives at være splintved (jfr. dog nedenfor), barkringen er ikke påvist.

Ifølge NNU-rapport 20*1996 bekræfter en sammenligning af Skalks og Nationalmuseets middelkurver for stamme GF, at prøverne stammer fra samme træ. Skønt Skalks middelkurve har 3 årringe mere mod marven end Nationalmuseets, bruges den ifølge rapporten ikke, "da der" - til trods for ligheden - "er for store divergenser" mellem kurverne. Nationalmuseets middelkurve for GF, 40601029, er altså anvendt ved de undersøgelser, der er fremlagt i NNU-rapporten (1. udgave, oktober 1996).

En fornyet sammenligning (ved undertegnede) af Nationalmuseets og Skalks middelkurver for stamme GF gav det uventede resultat, at kurverne udviste stor lighed ikke i én, men i to positioner; i begge opnåedes så høje synkroniseringsværdier (henholdsvis $t = 11,88$ og $t = 6,91$), at de normalt er udtryk for sikker synkronisering. En visuel sammenligning af årringkurverne viste, at der i den ene position var stor lighed mellem kurvernes ældste del, mens ligheden i den anden position forekom i den yngste del. Dette forhold tyder på, at måleserierne er forkert sammenpasset ved beregning af middelkurven, og en fornyet undersøgelse af Nationalmuseets middelkurve, 40601029, viste da også, at den ene af de tre måleserier, der indgår i kurven, var fejlplaceret. På denne baggrund er beregnet en ny, korrigeret middelkurve for GF, stadig med betegnelsen **40601029**, som omfatter 89 årringe. - Efter påvisningen af fejlen i den oprindelige kurve har Orla. H. Eriksen i marts 1997 udsendt en revideret udgave af NNU-rapport 20*1996, hvor den nye kurve er anvendt.

En sammenligning af den nye middelkurve med Skalks middelkurve for stamme GF, viser endnu større lighed end ved sammenligningen med Nationalmuseets oprindelige middelkurve (tabel 4). Ligheden mellem de to kurver er så god at det må antages, at Nationalmuseets og Skalks prøver er udtaget i umiddelbar nærhed af hinanden. De to kurver er sammenregnet til en endelig middelkurve for stamme GF, **40602039**, der også omfatter 89 årringe.

Tabel 4. Indbyrdes sammenligning af årringkurver fra stamme GF.

t\W	40600069	40601029
40600069		91,9 ³
40601029	<u>27,67</u>	

40600069 = Skalks prøve GF. 40601029 = Nationalmuseets prøve GF. Jfr. forklaringen til tabel 1.

Som nævnt ovenfor er det i NNU-rapport 20*1996 anført, at Nationalmuseets kurve for GF omfatter 11 splintårringe; oplysningen findes s. 3, mens der på s. 11 står "11?" splintårringe. Da der i 1981 - hvor prøven givetvis har været bedre bevaret end ved årringmålingen i 1996 - blev udtaget materiale til kulstof-14 datering af de yngste årringe på prøven, blev det noteret, at alle årringene var kerneved (jfr. senere). Ved selve årringmålingen synes det at have været vanskeligt at fastslå, hvor splinten begyndte. På de originale måleudskrifter er således angivet, at der var henholdsvis 15, 11 og 10 splintårringe på de tre målte årringserier; med disse tal ville den endelige årringkurve have haft ialt 28 splintårringe, med meget varierende beliggenhed af kerne/splint-grænsen. Senere blev oplysningerne om splintved - uden kommentarer om årsagerne hertil - slettet for to af måleserierne, og kun bibeholdt for den serie, der omfatter prøvens yngste årringe.

Nationalmuseets prøve er nu blevet undersøgt igen af undertegnede. Normalt kerneved er mørkt og har tyller i vårkarrene, mens splintved er lyst med åbne vårkar. Ved den nye undersøgelse er ikke bemærket nogen farveforskel som tyder på, at prøven omfatter både kerne- og splintved; at de kemiske forhold på fundstedet skulle have udvasket en sådan forskel forekommer ikke sandsynligt, da andre egeprøver fra dæmningsanlægget har velbevaret, lyst splintved. Vårkarrene på prøven indeholder generelt ret få tyller, også i de ældste årringe, som i hvert fald må antages at være kerneved; men selv i prøvens yngste årringe, som kunne være splintved, findes der vårkar med tyller, og der ses ingen systematisk variation i tyllforekomsten som kunne antyde, at prøven omfatter både kerne- og splintved. Såvel farveforhold som tyllendelse tyder således på, at alle årringene på Nationalmuseets prøve er kerneved; det samme gælder som anført tidligere også Skalks prøve, som omfatter næsten de samme årringe som Nationalmuseets. Som nævnt ovenfor var splinten og stedvis måske barken formentlig bevaret på stammen ved fremgravningen; begge de udtagne prøver må altså have mistet de yderste årringe efter udsavningen fra stammen.

Den endelige årringkurve for stamme GF, **40602039**, omfatter 89 årringe, alle af kerneved; den ældste årring ligger mindre end 1 cm fra træets marv.

Stamme CG, syd for spunsvæg CF.

Ifølge udgravningsberetningen var CG en ca. 5,4 m lang, lige egestamme; det fremgår ikke umiddelbart hvilken ende, der var nærmest roden. Stammestykket angives at have et kvartcirkelformet tværsnit med en skarp, opadvendende "kløvekant". Den til Nationalmuseet indsendte prøve er dog nærmere en halv stamme, kløvet gennem marven, hvor en del af den ene stammeside mangler; at dette er i overensstemmelse med de faktiske forhold, er bekræftet af Jens Bech. Stammens østende var skråt afskåret. Barken var bevaret på ydersiden. Stammens tykkelse angives i udgravningsberetningen at være 30 cm; dette er dog næppe hele stammens diameter, men snarere bredden af den marvnære, men ikke fuldstændigt bevarede, kløveflade, der på Nationalmuseets prøve netop er ca. 30 cm. Ud fra årringmålingerne kan afstanden fra marv til bark beregnes til ca. 19 cm, og stammens tykkelse (uden bark) har altså, under forudsætning af regelmæssig, cirkulær vækst, været omkring 38 cm.

Fra CG foreligger tre prøver til dendrokronologisk undersøgelse, hvoraf to, betegnet CG og 566, er indsendt til Skalk, og en, betegnet CG, til Nationalmuseet. På udgravningstegning 66 er noteret "Prøver udtaget" ca. 2,7 m fra stammens vestende; det udsavede stammestykke angives at være ca. 40 cm langt, og har derfor formentlig omfattet mere end én prøve.

På Skalks prøve CG er målt 2 årringserier, der er sammenregnet til fælleskurven **C12**. Kurven omfatter 166 årringe, hvoraf 12 er splintved, den yngste er ufuldstændigt bevaret. Herudover er talt endnu ca. 9 splintårringe, således at det samlede årringantal bliver ca. 175, hvoraf ca. 21 er splintved. Barkkanten er bevaret. (På side 11 i NNU-rapport 20*1996 er fejlagtigt anført, at prøve CG ikke har barkkant; at denne er påvist fremgår dog klart af Skalks dateringsskema.) C12 har på NNU fået nummeret **40600039**. - På prøve **566** er målt 4 årringserier, der er sammenregnet til fælleskurven **D14**. Kurven omfatter 154 årringe, hvoraf 13 af splintved, den yngste er ufuldstændigt bevaret. Herudover er talt endnu ca. 9 splintårringe, således at det samlede årringantal bliver ca. 163, hvoraf ca. 22 er splintved. Barkkanten er bevaret. D14 har på NNU fået nummeret **40600049**. (På s. 5 i NNU-rapport 20*1996 og på edb-udskriften af kurve 40600049 er anført, at der kun er målt 3 splintårringe på prøven; at det rigtige antal er 13 fremgår dog klart af Skalks dateringsskema, og er også anført på s. 11 i NNU-rapporten).

Nationalmuseets prøve CG er en skive af en halvkævla. På prøven er målt 2 årringserier, som er sammenregnet til fælleskurven **40601059**. Kurven omfatter 180 årringe, hvoraf den ældste ligger ca. 1 cm fra marven, de 22 yngste er splintved, barkringen er bevaret; barkringen omfatter både vårved og høstved, og synes af være færdigdannet (NNU-rapport 20*1996: "vinterfældning").

En sammenligning af middelkurverne for de tre prøver fra stamme CG viser så stor lighed, at det må anses for sikkert, at de stammer fra samme træ (tabel 5). De tre kurver er derfor sammenregnet til en endelig middelkurve for stamme CG, **40602029**, der omfatter 180 årringe, hvoraf den ældste ligger mindre end 1 cm fra marven. De yngste ca. 22 (21-22) årringe er splintved; barkringen er bevaret på alle prøverne, og synes at være færdigdannet.

Tabel 5. Indbyrdes sammenligning af årringkurver fra stamme CG.

t\W	40600039	40600049	40601059
40600039		81,7 ³	80,6 ³
40600049	<u>16,00</u>		75,2 ³
40601059	<u>15,45</u>	<u>15,03</u>	

40600039 = Skalks prøve CG. 40600049 = Skalks prøve 566. 40601059 = Nationalmuseets prøve CG. Jfr. forklaringen til tabel 1.

Stamme CK, mellem spunsvæg CE og CF.

Ifølge udgravningsberetningen var CK en ca. 1,3 m lang, krumvokset egestamme, tilsyneladende lagt med rodenden mod nord. Barken var delvist bevaret. Stammen havde to kraftige sidegrene, den ene i den sydlige, den anden i den nordlige ende, begge i en vinkel på ca. 100° i forhold til stammen; stammestykket er således formentlig en del af træets krone. Stammens tykkelse angives at være 25-30 cm, hvilket svarer til diameteren af Nationalmuseets prøve (ca. 28 cm). Denne prøve viser, at stammens vækst var meget ensidig, idet marven ligger kun ca. 5 cm fra prøvens ene kant; at summen af de årringe, som er målt fra marv til bark på prøven, kun er ca. 7,5 cm, skyldes, at årringene ikke er målt ved den længste radius, men et (andet) sted, hvor splinten var fuldstændigt bevaret.

Fra CK er tilsyneladende kun udtaget én prøve, som er indsendt til Nationalmuseet, mærket "støtteknæ". På udgravningstegning 85 er anført, at prøven er udtaget ca. 0,75 m fra stammens nordlige ende.

Nationalmuseets prøve støtteknæ er en skive af en helkævla. På prøven er målt 2 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven **40601099**. Kurven omfatter 101 årringe, hvoraf den ældste indeholder marven; de 27 yngste årringe er splintved, barkring og bark er bevaret. Barkringen omfatter både vårved og høstved, og synes at være færdigdannet (NNU-rapport 20*1996: "vinterfældning"). - Af praktiske årsager er middelkurven i det videre analysearbejde blevet anvendt i en identisk udgave med nummeret **40602079**.

Stamme CH, mellem spunsvæg CE og CF.

Ifølge udgravningsberetningen var CH et godt 3 m langt stykke af en egestamme, som antagelig lå med rodenden mod øst; et i forlængelse af CH liggende træstykke CJ er formentlig fra samme stamme, som i så fald har været mindst 4,7 m lang. Fra den nedre ende af CH udgik "en næsten retvinklet og 0,7 m lang udvækst" mod nord; fra CH's nedadvendte side udgik en "indtil 0,5 m tyk og mindst lige så lang sidegren". Grenene tyder på, at CH er en del af træets krone. Ifølge beretningen var stammen

kløvet gennem marven, og lå med den barkklædte side nedad. Dette passer dog kun med den ene af Nationalmuseets prøver ("CH stor prøve"), mens den anden ("CH lille prøve") er en skive af en helkævla. Stammens tykkelse angives i beretningen at være "indtil 0,6 m". Ud fra "CH stor prøve" kan stammediameteren med nogen usikkerhed beregnes til op mod 80 cm, mens den ved "CH lille prøve" formentlig har været ca. 50 cm; begge beregninger forudsætter dog, at stammen har haft en regelmæssig, cirkulær vækst, hvilket er uvist.

Fra stammen foreligger tre prøver til dendrokronologisk undersøgelse, hvoraf en, mærket CH, er indsendt til Skalk og to, mærket "CH stor prøve" og "CH lille prøve" til Nationalmuseet. Hvor på stammen prøverne er udtaget er ikke oplyst.

På Skalks prøve CH er målt 5 årringserier, som er sammenregnet til middelkurven A15; Carsten Sønderby oplyser, at det store antal måleserier skyldes dårlig overensstemmelse mellem de enkelte serier. Middelkurven omfatter 92 årringe, alle af kerneved, hvoraf den yngste er ufuldstændigt bevaret. A15 har på NNU fået nummeret 40600019.

På Nationalmuseets "CH lille prøve" er målt to årringserier, som er sammenregnet til middelkurven 40601069. Kurven omfatter 98 årringe, hvoraf den ældste ligger 10-12 cm fra marven, de 21 yngste årringe er splintved, barkringen og barken er bevaret; barkringen omfatter både vårved og høstved, og synes at være færdigdannet (NNU-rapport 20*1996: "Vinterfældning"). På Nationalmuseets "CH stor prøve" er målt to årringserier, der er sammenregnet til middelkurven 40601079. Kurven omfatter 91 årringe, hvoraf den ældste ligger 10-15 cm fra marven, alle årringene er kerneved.

Som omtalt tidligere udtrykkes i NNU-rapport 20*1996 tvivl om, hvorvidt Nationalmuseets prøver stammer fra samme træ, og de på prøverne målte årringkurver er derfor i rapporten sammenregnet til middelkurven 4060M001, hvor M angiver, at de stammer fra forskellige træer. Ifølge NNU-rapporten modsvares NNU's kurve 40601079 (CH stor prøve) af Skalks middelkurve for prøve CH, 40600019; de to kurver sammenregnes dog ikke til en middelkurve for stamme CH.

Tabel 6. Indbyrdes sammenligning af årringkurver fra stamme CH.

t\W	40600019	40601069	40601079
40600019		70,0 ³	89,3 ³
40601069	<u>9,68</u>		64,1 ¹
40601079	<u>32,54</u>	<u>8,87</u>	

40600019 = Skalks prøve CH. 40601069 = Nationalmuseets "CH lille prøve". 40601079 = Nationalmuseets "CH stor prøve". Jfr. forklaringen til tabel 1.

En ny sammenligning (ved undertegnede) af middelkurverne for de tre prøver fra stamme CH viser, at kurverne kan synkroniseres sikkert indbyrdes (tabel 6). Ligheden mellem middelkurverne for Nationalmuseets "CH stor prøve" og Skalks prøve CH er så ekstremt god, at det må antages, at prøverne er udtaget umiddelbart ved siden af hinanden (at dette er tilfældet, er senere blevet bekræftet af Jens Bech). Ligheden mellem middelkurven for Nationalmuseets "CH lille prøve" og middelkurverne for de andre prøver er mindre, men dog stadig så god at der ikke er grund til at tvivle på, at prøverne stammer fra samme træ. Middelkurverne for de tre prøver er derfor sammenregnet til en ny middelkurve for stamme CH, 40602019, der omfatter 110 årringe, hvoraf den ældste ligger 10-15 cm fra marven. De yngste ca. 20 (<20-21) årringe er splintved; barkringen er bevaret og synes at være færdigdannet.

Stamme DY, syd for stamme CG.

Ifølge udgravningsberetningen var DY et lodretstående, ca. 80 cm langt stykke af en egestamme, forkullet i den nedre ende. Stammestykket var en helkævla (udgravningstegning 66, NNU-rapport 20*1996 s. 11) med en diameter på omkring 50 cm. Tykkelsen bekræftes af tegninger af de til Nationalmuseet og Skalk indsendte prøver, som dog kun viser halve stammetværsnit; Jens Bech har efterfølgende bekræftet, at den nederste del af stammen, hvor prøverne blev udtaget, var en halvkævla.

Fra DY synes umiddelbart kun at foreligge én prøve, som er indsendt til Nationalmuseet. Som omtalt ovenfor kan det imidlertid godtgøres, at Skalks prøve FY også hidrører fra stamme DY, således at der faktisk foreligger to prøver fra denne stamme. Prøverne er, som netop anført, udtaget i stammens nedre ende.

Nationalmuseets prøve DY er så fragmenteret og nedbrudt omkring marven, at måling af årringene her måtte opgives. På det ydre, sammenhængende stykke af prøven er derimod målt 3 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven 40601089. Kurven omfatter 159 årringe, alle af kerneved. Den ældste målte årring angives i NNU-rapport 20*1996 at ligge mere end 20 cm fra marven; bedømt ud fra tværsnittegningerne af stammen m.m. kan afstanden dog næppe være mere end 10-15 cm. Udover de målte årringe er talt 10-20 meget smalle, sammenpressede og forkullede årringe, hvorved det samlede årringantal kommer op på 169-179; også de talte årringe synes at være kerneved.

Skalks prøve FY er ifølge en tværsnittegning (bilag til brev fra Carsten Sønderby 27/2 1997) delt i en ældre og yngre del af ringskøre; kun den yngre del synes at være anvendt til årringmåling. Her er målt 5 årringserier, som er sammenregnet til middelkurven B13. Kurven har på Nationalmuseet fået nummeret 40600029. Den omfatter 155 årringe, alle af kerneved, hvoraf den yngste er ufuldstændigt bevaret; yderligere én årring er måske set i retning mod barken.

Tabel 7. Indbyrdes sammenligning af årringkurver fra stamme DY.

t\W	40601089	40600029
40601089		66,7 ³
40600029	9,73	

40601089 = Nationalmuseets prøve DY. 40600029 = Skalks prøve FY (fra stamme DY).
Jfr. forklaringen til tabel 1.

Ligheden mellem Nationalmuseets middelkurve for prøve DY og Skalks for prøve FY bekræfter, at de to prøver stammer fra samme træ (tabel 7). De to kurver er sammenregnet til en ny middelkurve for stamme DY, 40602049, som omfatter 169 årringe. Den ældste årring ligger formentlig 10-15 cm fra marven; alle de målte årringe er kerneved. Efter den yngste målte årring er talt yderligere ca. 10 årringe, formentlig også af kerneved, således at det totale årringantal bliver ca. 179.

Årringmåling m.v. på prøver fra det vifteformede anlæg

Anlægget beskrives i udgravningsberetningen (s. 67-68) således: "Anlæg BCA bestod af mindst 7-8 store og delvis forgrenede egestammer udlagt vifteformet fra et samlenepunkt i eller omkring strandlinjen. Stammerne var alle mellem 0,3 og 0,6 m i diameter, alle af eg, og mindst 5,5 m lange. Deres højestliggende partier tangerede grundvandspejlet og var derfor tildels borttæret, men som helhed var de i middel til særdeles god bevaring. Dog var det på grund af splintveddets henfald ikke alle steder muligt at afgøre, om to tætliggende stammer udgjorde en oprindelig rodveje, eller om det var to individuelt lagte stammer. Flere af stammerne viste tydelige spor af forkulning af den ene eller begge ender. Derimod var der ikke synlige tegn på anden form for bearbejdning som f.eks. overhugning, hvilket dog godt kan tilskrives den delvise opløsning af splint og endetræ."

Fra anlægget er indsendt prøver fra fire stammer til Skalk. På grund af bevaringsforholdene er det meget vanskeligt ud fra udgravningsplanen at afgøre, om der er tale om selvstændige stammer eller om flere af dem kan være fra ét træ. Hvor på stammerne prøverne er udtaget fremgår af udgravningsplanen.

Stammerne omtales i det følgende i rækkefølge fra nord mod syd.

Stamme BCG.

Stamme med stærkt forgrenet, ensidigt udviklet krone. Samlet længde ca. 9 m, med

kort bul, 4-5 m. Stammens nederste bevarede del er formentlig tæt ved træets basis (nær den daværende jordoverflade). Prøven er udtaget af hovedstammen ca. 1 m fra dennes nedre ende, stammens diameter her ca. 0,45 m.

På prøve **BCG** er målt 2 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven **K12**. Kurven omfatter 64 årringe, alle af kerneved; afstanden fra den ældste målte årring til marven er ikke oplyst. Herudover er talt yderligere ca. 21 splintårringe, således at prøvens samlede årringantal bliver ca. 85; barkringen er ikke påvist. K12 har på NNU fået nummeret **40600109**.

(På Skalks dateringsskema er angivet, at prøven omfatter 85 kerneårringe + 21 splintårringe. Af NNU-rapport 20*1996 fremgår, at prøven omfatter "64 årringe, (heraf 21 splintår - der hersker dog nogen tvivl om hvorvidt prøven har splintved bevaret, da oplysningerne fra Skalk er forvirrende)." Prøvens korrekte årringantal, som anført ovenfor, fremgår af edb-udskriften af Skalks måling, og er bekræftet af Carsten Sønderby i svar på brev fra undertegnede af 4/2 1997.)

Stamme BCF.

Let kroget stamme, total længde ca. 6 m, heraf bul ca. 5 m; kronen formentlig ensidigt udviklet. Prøven er udtaget af hovedstammen ca. 2 m fra dennes nedre ende, stammens diameter her ca. 0,4 m.

På prøve **BCF** er målt 3 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven **G13**. Kurven omfatter 130 årringe. Afstanden fra den ældste målte årring til marven er ikke oplyst. De 21 yngste årringe er splintved. Barkringen er bevaret; da den har samme bredde som de nærmest forudgående årringe, betragtes den som færdigdannet. G13 har på NNU fået nummeret **40600079**.

Stamme BCD.

Tvejet stamme, deler sig i to omtrent lige tykke grene (BCC, BCD) kort efter den nedre, bevarede ende, måske del af kronen fra større stamme? Total længde ca. 5,5 m. BCC tilsyneladende uden større bevarede sidegrene, BCD derimod med flere ensidigt placerede sidegrene fra 2-3 m over tvejedelingen. Prøven udtaget af BCD ca. 1,5 m over tvejedelingen, stammens diameter her ca. 0,45 m.

På prøve **BCD** er målt 3 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven **J13**. Kurven omfatter 126 årringe. Afstanden fra den ældste målte årring til marven er ikke oplyst. De 21 yngste årringe er splintved, barkringen er ikke påvist. J13 har på NNU fået nummeret **40600099**.

Stamme BAÆ.

Stamme, total længde 5 m, noget bugtet i den nedre, måske jordnære ende, ellers

nogenlunde retvokset; ca. 4 m fra den nedre ende to knaster efter (døde?) sidegrene, ellers tilsyneladende uden større sidegrene på den opadvendende side, men måske med stor nedadvendende gren ca. 3 m fra den nedre ende ('knude' på stammen). Prøven udtaget ca. 4 m fra den nedre ende, stammens diameter her 0,45 m.

På prøve BAÆ er målt 2 årringserier, der er sammenregnet til middelkurven H12. Kurven omfatter 118 årringe. Afstanden fra den ældste målte årring til marven er ikke oplyst. De 18 yngste årringe er splintved, den yngste er ufuldstændigt bevaret. Yderligere én årring forekommer måske mod barken; barkringen er ikke påvist. (På Skalks dateringsskema er anført, at kurven omfatter 117 årringe, hvoraf 17 er splintved; herudover er imidlertid, som oplyst på edb-udskriften af Skalks kurve, og bekræftet af Carsten Sønderby, talt yderligere 1-2 splintårringe på prøven; den ene af disse - hvis forekomst er sikker - er her medregnet i prøvens årringkurve.) H12 har på NNU fået nummeret 40600089.

Relativ datering af prøverne

Med henblik på relativ datering er årringkurverne for stammerne fra dæmningsanlægget og fra det vifteformede anlæg blevet sammenlignet indbyrdes.

Sammenligningen viser, at 5 af de 7 kurver fra dæmningsanlægget kan dateres i forhold til hinanden; de opnåede synkroniseringsværdier fremgår af tabel 8. Som tabellen viser, er synkroniseringen strengt koherent (d.v.s. at den højeste t-værdi, som opnås ved de enkelte kurvesammenligninger, i *samlige* tilfælde fremkommer i den antagne synkrone position, jfr. Laxton *et al.* 1988), og derfor meget sikker. Kurvernes indbyrdes beliggenhed i synkron stilling fremgår af figur 1, som omtales nærmere senere.

Tabel 8. Indbyrdes sammenligning af 5 stammer fra dæmningsanlægget.

t\W	40602029	40602039	40602049	40602059	40600069
40602029		72,7 ³	69,7 ³	68,4 ³	64,3 ²
40602039	9,31		64,8 ²	73,9 ³	71,3 ³
40602049	6,77	6,28		61,7 ¹	67,0 ³
40602059	8,87	9,80	3,74		57,9
40600069	6,86	6,70	7,04	3,65	

40602029 = stamme CG. 40602039 = stamme GF. 40602049 = stamme DY. 40602059 = stamme FY. 40602069 = stamme CR. Jfr. forklaringen til tabel 1.

Årringkurverne for de 5 synkroniserede stammer er sammenregnet til en middelkurve for dæmningsanlægget, 40602M01, som omfatter 203 årringe.

Sammenligningen af kurverne fra det vifteformede anlæg viser, at alle 4 kurver kan dateres i forhold til hinanden; de opnåede synkroniseringsværdier fremgår af **tabel 9**. Også her er synkroniseringen strengt koherent, og derfor meget sikker. Kurvernes indbyrdes beliggenhed i synkron stilling fremgår af **figur 2**, som omtales nærmere nedenfor.

Årringkurverne for de 4 synkroniserede stammer er sammenregnet til en middelkurve for det vifteformede anlæg, 40602M02, som omfatter 130 årringe.

De sidste to af de 7 kurver fra dæmningsanlægget (kurverne for stamme CH og CK) og middelkurverne for dæmningsanlægget og det vifteformede anlæg er blevet sammenlignet indbyrdes, men uden positivt resultat.

Tabel 9. Indbyrdes sammenligning af 4 stammer fra det vifteformede anlæg.

t\W	40600109	40600079	40600099	40600089
40600109		78,6 ³	61,9	61,9
40600079	<u>9,92</u>		61,6 ²	64,1 ²
40600099	<u>4,44</u>	<u>3,64</u>		57,4
40600089	<u>6,33</u>	<u>6,20</u>	<u>5,17</u>	

40600109 = stamme BCG. 40600079 = stamme BCF. 40600099 = stamme BCD.
40600089 = stamme BAÆ. Jfr. forklaringen til tabel 1.

Vurdering af tidligere fremlagte relative dateringer.

I forbindelse med de tidligere undersøgelser af stammerne fra Pederstrup har såvel Skalk som Nationalmuseet fremlagt relative dateringer, som på nogle punkter afviger fra de ovenfor meddelte. I det følgende gennemgås og kommenteres disse afvigelser såvidt der er tale om reelle forskelle, mens afvigelser som følge af anvendelse af forskellige, men hver for sig rigtige udgaver af årringkurverne, ikke omtales.

Dæmningsanlægget.

Skalks relative datering afviger fra den her meddelte ved at man mener, at kunne

datere også CH i forhold til de øvrige stammer (jfr. dateringsskema med brev fra Harald Andersen 8/2 1984). Ifølge Skalk svarer slutåret på CH (kurve 40600019) til år 110 på CG (kurve 40600039). Den endelige kurve for CH (40602019) har 17 år mere mod barken end Skalks kurve, og den endelige kurve for CG (40602029) 5 år mere mod marven end Skalks. Slutåret på den endelige kurve for CH skal altså ifølge Skalk svare til år 132 (110+17+5) på den endelige kurve for CG. Ved sammenligning med de andre kurver fra dæmningsanlægget opnår CH imidlertid så lave synkroniseringsværdier, at der ikke er baggrund for at mene, at kurverne er synkrone hverken i denne eller andre positioner. - Problemet har været drøftet med Carsten Sønderby som oplyser, at den på dateringsskemaet anførte relative datering af CH ikke opfylder de kriterier, som Skalk normalt kræver for at anse en datering for sikker (svar på brev fra undertegnede af 4/2 1997). Stamme CH må derfor fortsat betragtes som udateret.

Den her fremlagte indbyrdes datering afviger også fra den, der fremgår af diagrammet s. 4 i den oprindelige NNU-rapport 20*1996, idet der her er anvendt den forkert beregnede kurve for stamme GF; fejlen er rettet i den reviderede udgave af rapporten. Stamme DY og CR er endvidere misvisende gengivet på daterings-diagrammet i såvel den oprindelige som den reviderede NNU-rapport. Begge mangler der de yngste, kun talte årringe, for DY (med den i rapporten anvendte årringkurve) 10-20 kerneår-ringe, for GF ca. 9 splintårringe; diagrammet giver derfor et upræcist indtryk af stammernes relative datering.

Det vifteformede anlæg.

Den her fremlagte indbyrdes datering af stammerne fra det vifteformede anlæg svarer med to undtagelser til Skalks relative datering (dateringsskema med brev fra Harald Andersen 8/2 1984). Prøverne fra dette anlæg er målt på Skalk, hvorfor deres opfattelse bør tillægges særlig vægt; samtidig har den ene forskel umiddelbar betydning for tolkningen af anlægget: hvis den af Skalk fremlagte datering er rigtig, består anlægget af i hvert fald to forskellige træer; med den her fremlagte datering kan alle stammerne være fra ét stort træ. Forskellene mellem Skalks og den her fremlagte relative datering skal derfor belyses nærmere.

Den ene forskel vedrører stamme BCG. Ifølge Skalks dateringsskema slutter dens årring-serie året *efter* serien for stamme BCF; da den ældste stamme (BCF) har bevaret barkringen, kan de to stammer derfor ikke være fældet samme år, og hidrører derfor formentlig fra forskellige træer. Efter det ovenfor fremlagte *kan* de to årrings-erier slutte samtidig, og stammerne være fældet samme år, hvorfor de kan være fra samme træ. Forskellen skyldes, at der til de 64 årringe målt på BCG skal lægges et antal *talte* splintårringe. På dateringsskemaet anfører Skalk 21 splintårringe, og kommer derfor frem til ovennævnte resultat. Ifølge en påskrift på den edb-udskrift af Skalks måling, Nationalmuseet har fået, er der derimod talt "ca. 21" splintårringe på prøven, hvilket er bekræftet af Carsten Sønderby (svar på brev fra undertegnede af 4/2 1997). Det må derfor fastholdes, at antallet af talte splintårringe er usikkert, således at stammerne kan være fældet samme år og hidrøre fra samme træ.

Den anden forskel vedrører stamme BAÆ, hvis årringserie ifølge Skalks dateringsske-

ma slutter året før serien for stamme BCF, mens de to serier efter det ovenfor fremlagte slutter samme år. Også her skyldes forskellen de talte splintårringe. På Skalks skema er anført, at der er målt 17 splintår på BAÆ, hvilket svarer til påskriften på Nationalmuseets edb-udskrift af Skalks måling; men her er tilføjet (som bekræftet af Carsten Sønderby i ovennævnte brev), at der desuden er talt "+1-2" splintår. Den ene af disse årringe, som må anses for sikkert påvist, er indregnet i den her fremlagte årringkurve; den anden vil blive taget i betragtning, når stammens fældningsår skal fastlægges. Den her fremlagte synkronisering må derfor fastholdes.

Den på diagrammet s. 6 i NNU-rapport 20*1996 (begge udgaver) viste indbyrdes datering af prøverne fra det vifteformede anlæg afviger fra den her fremlagte med hensyn til stamme BCG. På diagrammet omfatter prøven 63 årringe, hvoraf de 21 yngste måske er splintved; det korrekte er 84 årringe, hvoraf de yngste ca. 21 er splintved.

Absolut datering af prøverne

En forudsætning for absolut datering af årringkurverne fra Pederstrup er, at der findes en grundkurve, som dækker det område og den periode, som de udaterede kurver tilhører. For Danmark foreligger endnu ikke en sammenhængende ege-grundkurve for de forhistoriske tider, men kun en række absolut daterede middelkurver, som p.t. dækker ca. 3500 af årene f. Kr., samt et stort antal udaterede årringkurver for enkelte moseege m.v. (Christensen 1993; Christensen 1997). Men henblik på absolut datering er de 11 enkeltkurver og to middelkurver for dæmningsanlægget og det vifteformede anlæg blevet sammenlignet med samtlige danske enkelt- og middelkurver for tiden f. Kr., men uden positivt resultat.

I et yderligere forsøg på absolut datering er årringkurverne fra Pederstrup også blevet sammenlignet med en grundkurve for Nordtyskland, som dækker hele perioden fra 6069 f. Kr. til 928 e. Kr. Denne kurve er primært opbygget af moseege fra Niedersachsen (Leuschner et al. 1987; Leuschner & Delorme 1988), som ligger flere hundrede km fra Danmark; det må derfor på forhånd formodes, at kun lange og 'velbelagte' middelkurver, som giver udtryk for overordnede, klimatisk betingede tilvækstvariationer, vil kunne synkroniseres sikkert med denne grundkurve.

Sammenligningen viser, at middelkurven for dæmningsanlægget, 40602M01, kan synkroniseres med den tyske grundkurve; dermed kan også de 5 enkeltkurver, der indgår i middelkurven, dateres absolut. For de øvrige kurver fra Pederstrup opnås derimod ingen positive resultater ved sammenligning med grundkurven.

Sammenligningen af middelkurven for dæmningsanlægget med grundkurven viser den største lighed i den position, hvor middelkurvens slutår svarer til år 2962 f. Kr.; her opnås en t-værdi på 4,99 og en W-værdi på 61,1² med en kurveoverlappning på 203 år. Den opnåede t-værdi er klart højere end dem, der opnås i andre positioner - den næsthøjeste værdi, der fremkommer i den næsten 7000 år lange periode grundkurven

dækker, er kun på 3,53; men den er dog ikke så høj, at synkroniseringen umiddelbart kan anses for helt sikker. Den opnåede W-værdi falder kun i den næsthøjeste teoretiske sandsynlighedsklasse (jfr. forklaringen til tabel 1). Ved sammenligningen med grundkurven opnås dog (ved fuld kurveoverlapping) kun højere værdier i 4 andre positioner (den højeste 62,6³), og i disse positioner er t-værdierne meget lave (den højeste 2,55).

For om muligt at bestyrke synkroniseringen med grundkurven er konstrueret en særlig udgave af middelkurven for dæmningsanlægget, hvor de partier i kurvens begyndelse og slutning, som kun er dækket af én af de 5 enkeltkurver, middelkurven er opbygget af, er udeladt. Den resulterende middelkurve omfatter 168 årringe (år 25-192 på 40602M01); udeladelsen af de 'tyndt' belagte dele af kurven skulle medføre et stærkere klimatisk signal i den resterende del - og dermed større chance for lighed med grundkurven - mens kurvens kortere længde umiddelbart vil kræve større lighed med grundkurven for at resultatet skal være statistisk signifikant. Ved sammenligning af den forkortede kurve med grundkurven opnås værdierne $t = 5,55$ og $W = 63,5^3$ i den forventede position, hvilket må betragtes som en betydelig styrkelse af den første synkronisering: t-værdien er steget, og er stadig klart den højeste af samtlige værdier; og W-værdien falder nu i den højeste teoretiske sandsynlighedsklasse. Der fremkommer (ved fuld kurveoverlapping) lige så høje eller lidt højere W-værdier i tre andre positioner (den højeste 64,1³); men i disse tilfælde er t-værdierne meget lave (i den position, der giver den højeste W-værdi, således kun 2,22).

Den her antagne synkrone stilling er således ubetinget den position, hvor såvel den forkortede som den fuldstændige middelkurve for dæmningsanlægget udviser den største lighed med grundkurven.

Tabel 10. Synkronisering af kurver fra dæmningen med grundkurven for Nordtyskland

	t	W
40602029	<u>4,36</u>	57,3
40602039	<u>5,99</u>	65,9 ²
40602059	<u>4,55</u>	58,2
40602069	3,29	55,7
40602049	2,53	57,4

40602029 = stamme CG. 40602039 = stamme GF. 40602059 = stamme FY. 40602069 = stamme CR. 40602049 = stamme DY. Jfr. forklaringen til tabel 1.

For om muligt at styrke synkroniseringen yderligere, er endelig foretaget en sammenligning mellem grundkurven og de 5 enkeltkurver, der indgår i middelkurven for dæmningsanlægget. Enkeltkurverne må umiddelbart forventes at indeholde et svagere klimatisk signal end middelkurven, og dermed at udvise ringere lighed med grundkur-

ven end denne. Hvis flere af enkeltkurverne viser den største lighed (opnår de højeste synkroniseringsværdier) med grundkurven i en position, hvor deres slutår har samme indbyrdes beliggenhed, som tidligere er fundet ved den relative datering af kurverne, vil det imidlertid - uanset synkroniseringsværdiernes absolutte størrelse - være en væsentlig styrkelse af dateringsresultatet.

Sammenligningen af de 5 enkeltkurver fra dæmningsanlægget med grundkurven viser, at 3 af kurverne opnår de højeste t-værdier i den tidligere fundne indbyrdes position, og således bekræfter den absolutte datering; to kurver opnår højere værdier i andre positioner (tabel 10). At kurver for enkelttræer udviser så god lighed med grundkurven for et ret fjerntliggende område, er umiddelbart overraskende; specielt bør ligheden mellem grundkurven og den forholdsvis korte kurve for stamme GF (89 år) bemærkes. En middelkurve for de tre enkeltkurver (40602M03) opnår værdierne $t = 5,18$ og $W = 62,6^3$ mod grundkurven i den synkrone position.

På denne baggrund kan den absolutte datering af middelkurven og de 5 enkeltkurver fra dæmningsanlægget betragtes som sikker.

Fastlæggelse af træernes sidste vækstår

Ved den ovenfor gennemførte relative og absolutte datering af kurverne er søgt fastlagt hvilke tidsrum, de på prøverne bevarede årringe dækker. I det følgende skal træernes sidste vækstår forsøges fastlagt så nøjagtigt, som materialet tillader.

I denne forbindelse er det afgørende, om barkringen - den yngste årring lige under barken - er bevaret på prøven; hvis det er tilfældet, kan træets sidste vækstår fastlægges nøjagtigt, da barkringen er den sidste årring som blev dannet, inden træet blev fældet. Hvis barkringen mangler (eller det ikke kan påvises, at den forekommer), men en del af splinten er bevaret, kan træets fældningsår bestemmes omtrentligt, da antallet af splintårringe i egetræ varierer indenfor snævre grænser. Her er anvendt følgende splintstatistik (Hollstein 1965), som erfaringsmæssigt passer godt til danske forhold:

egetræer under 100 år gamle har i gennemsnit 16 +/- 5 splintårringe;
 egetræer 100-200 år gamle har i gennemsnit 20 +/- 6 splintårringe;
 egetræer over 200 år gamle har i gennemsnit 26 +/- 8 splintårringe.

På de prøver i det foreliggende materiale, som har bevaret barken (stamme CG, CK, CH og BCF), passer antallet af splintårringe pænt med denne statistik.

Hvis hele splinten - og dermed måske et ukendt antal kerneårringe - mangler, kan man på tilsvarende måde fastlægge træets tidligst mulige fældningsår ved at lægge det i hvert fald manglende antal splintårringe til årstallet for den yngste, bevarede årring på prøven.

I det foreliggende materiale har tre stammer fra dæmningsanlægget (CG, CH, CK) og én fra det vifteformede anlæg (BCF) bevaret barkringen, således at træernes sidste vækstår kan fastlægges præcist. På disse prøver omfatter barkringen både vårved og høstved, og træerne er derfor formentlig fældet i vinterhalvåret; udtrykket "fældningsår" dækker i disse tilfælde altså i virkeligheden over to kalenderår, idet fældningen kan være sket i tiden fra vækstsæsonens ophør i august måned og indtil den nye vækstsæsons start i maj måned året efter.

To stammer fra dæmningsanlægget (FY, CR) og tre fra det vifteformede anlæg (BCG, BCD, BA/E) har bevaret en del af splintveddet, således at det sidste vækstår kan fastlægges omtrentligt. Her bør det også tages i betragtning, at en af disse stammer (CR) havde bevaret barken, da den blev gravet frem, hvilket sandsynliggør, at der - uanset de teoretiske beregninger - kun mangler et begrænset antal splintårringe på prøverne fra denne stamme.

For to stammer fra dæmningsanlægget (GF, DY) mangler prøverne hele splinten, hvorfor det kun er muligt at fastslå træernes tidligst mulige fældningsår.

Opførelsen af dæmningsanlægget

Den indbyrdes kronologiske placering af de fem absolut daterede stammer fra dæmningsområdet fremgår af **figur 1**. Tre af disse stammer, FY, CR og GF, er bundstokke i de tre spunsvægge - her nævnt fra nord mod syd - som udgør hovedelementerne i dæmningen. Stamme CG ligger for sig selv lige syd for og parallelt med spunsvæggene. Stamme DY er en lodretstående stolpe syd for CG uden forbindelse med dæmningen.

De enkelte stammer

Af de daterede stammer har kun CG bevaret barken; barkringen er dannet i år 2962 f. Kr., og er den yngste, bevarede årring på alle de daterede prøver. CG udgør dermed et fast holdepunkt, i forhold til hvilket de øvrige stammers datering kan fastlægges.

FY har bevaret størstedelen af splinten; ved udgravningen blev konstateret at stammen var "afbarket" (jfr. ovenfor). Stammens yngste, bevarede årring er dannet i år 2972 f. Kr., og træets sandsynlige fældningsår kan beregnes til ca. 2968 f. Kr.. Dette tidspunkt er kun ca. 6 år før fældningen af CG; under hensyntagen til usikkerheden ved beregningen er der intet i vejen for, at FY er fældet samtidig med CG, men fældning nogle få år tidligere forekommer umiddelbart mere sandsynligt.

CR har bevaret det meste af splinten. Stammens yngste, bevarede årring er dannet år 2990 f. Kr., og træets sandsynligste fældningsår kan beregnes til omkring 2988 f. Kr. CR synes således umiddelbart at være den ældste af stammerne i dæmningsanlægget. At CR skulle være fældet samtidig med FY ca. 2968 f. Kr. forekommer meget

usandsynligt, men vel ikke helt udelukket; i så fald ville CR ved fældningen have haft ca. 40 årringe i splinten, hvilket er langt flere end normalt for danske egetræer af denne aldersklasse (under 150 år). At CR skulle være fældet så sent som samtidig med CG, d.v.s. i år 2962 f.Kr., er endnu mindre sandsynligt, idet stammen da ville have haft hele 46 årringe i splinten.

Prøverne fra GF omfatter kun kerneved. Den yngste, bevarede årring er dannet i år 2998 f. Kr., og træets tidligst mulige fældningsår kan beregnes til omkring 2978 f. Kr. At GF skulle være fældet før CR forekommer meget usandsynligt, hvorimod det er muligt, at GF og CR er fældet samtidig. Dette er dog næppe sket på det ovenfor beregnede sandsynligste fældningsår for CR (2988 f. Kr.), idet GF på dette tidspunkt højst kan have haft 10 årringe i splinten, hvilket er meget lidt for et ca. 100-årigt egetræ; fældning 5-10 år senere er langt mere sandsynligt. Da prøverne fra GF mangler splintved må det dog fastholdes, at træet principielt kan være fældet på et hvilket som helst senere tidspunkt - omend fældning meget senere, f.eks. samtidig med eller efter CG, umiddelbart forekommer mindre sandsynligt.

DY er (formentlig) også uden splintved. Stammens yngste bevarede årring er dannet ca. 2986 f. Kr., og træets tidligst muligt fældningsår kan beregnes til ca. 2960 f. Kr. DY synes således at være fældet senere end CR, GF og (formentlig) FY; fældning samtidig med CG (2962 f. Kr.) er en mulighed, men senere fældning kan ikke udelukkes.

Dæmningsanlægget som helhed

På baggrund af overvejelserne omkring fældningen af de enkelte stammer synes opbygningen af dæmningen at falde i forskellige faser:

Stamme CR (bundstok i spunsvæg CE), hvis beregnede, sandsynligste fældningsår er ca. 2988 f. Kr., er den ældste af de daterede stammer. GF kan som den eneste af de andre stammer være fældet samtidig med CR, men fældningen kan lige så vel være sket senere. Stamme CR, og dermed spunsvæg CE, synes således at være ene om med sikkerhed at repræsentere anlæggets *første fase*.

Stamme FY (bundstok i spunsvæg CL) er formentlig fældet omkring 2968 f. Kr. CR er antagelig fældet tidligere. FY kan være fældet samtidig med CG, men fældning nogle få år tidligere er mere sandsynligt. GF kan være fældet samtidig med FY, men kan lige så vel være fældet tidligere eller senere. Stamme FY, og dermed spunsvæg CL, synes således at være ene om at repræsentere *anden fase* i dæmningsanlægget.

Stamme CG, en selvstændig stamme syd for spunsvæg CF, er fældet i år 2962 f. Kr. FY kan være fældet samme år, men fældning nogle få år tidligere er mere sandsynligt. At CR er fældet på dette tidspunkt er usandsynligt. GF kan være fældet samtidig med CG, men fældningen kan lige så vel være sket tidligere eller senere. Stamme CG synes således at repræsentere *tredie fase* i dæmningsanlægget.

Stamme GF (bundstok i spunsvæg CF) er fældet tidligst ca. 2978 f. Kr., men et

sandsynligt fældningsår kan ikke angives, da prøverne fra stammen mangler splintved. GF - og dermed spunsvæg CF - kan således umiddelbart ikke dateres i forhold til de øvrige dele af dæmningsanlægget.

Stolpe **DY** står for sig selv uden direkte forbindelse med dæmningsanlægget, og er ikke søgt indpasset i faserne. Træet kan være fældet samtidig med FY, ca. 2968 f. Kr., eller med CG, 2962 f. Kr., eller på et senere tidspunkt.

Arkæologiske iagttagelser

Ovenstående resultater bygger alene på den dendrokronologiske analyse af de indsendte prøver og på fundoplysninger om træstammerne. Ved at inddrage iagttagelser fra den arkæologiske udgravning er det imidlertid muligt at opnå et klarere billede af dæmningsanlæggets historie.

Ved udgravningen viste området mellem spunsvæg CE og CF sig at være fyldt med jord, og formålet med disse to spunsvægge synes at have været at afgrænse og støtte dette jordlag; de to vægge forudsætter således hinanden eksistens, og må derfor være opført samtidig (udgravningsberetningen s. 6-7). Dette bekræftes også af de tværliggende tømmerstykker CK og CH, som på forskellig vis er tildannet til og sammenføjet med stammerne i de to spunsvægge (udgravningsberetningen s. 10).

Mellem de to nordligste spunsvægge, CL og CE, var der ifølge udgravningsresultaterne oprindeligt frit vand, og intet tværliggende tømmer forbinder de to vægge; en lang gren (CO), som lå neden under begge spunsvægge (udgravningsberetningen s. 8), kan have ligget dér længe før væggene blev bygget. Bassinet mellem spunsvæg CL og CE var fyldt med vandaflejret sand, og barkklædningen på de to spunsvægge er formentlig anbragt for at forhindre udvaskning; dette tyder på, at de to spunsvægge har 'fungeret' samtidig (udgravningsberetningen s. 13), men beviser ikke, at de er opført på én gang. Der er således intet som positivt peger på, at disse to spunsvægge er opført samtidig; CL kan lige så vel være ældre eller yngre end CE.

Mellem den sydligste spunsvæg CF og den parallelt hermed liggende stamme CG lå et jordlag, som ved udgravningen blev opfattet som sekundært i forhold til spunsvæggen; CG synes anbragt for at fastholde dette jordlag (udgravningsberetningen s. 8), og må derfor også være yngre end spunsvæg CF.

- For tolkningen af de dendrokronologiske resultater er det afgørende, at spunsvæg CE og CF, og dermed stamme CR og GF, arkæologisk set er samtidige. Hidtil har kun fældningsåret for CR, som har bevaret en del af splinten, kunnet fastlægges omtrentligt; nu ved vi, at GF, hvor de undersøgte prøver mangler splintved, må være fældet samtidig med CR. Endvidere kan det fælles fældningsår nu beregnes mere præcist, end det var muligt for CR alene. Såvel CR som GF var ved fældningen 1-200 år gamle, og 'burde' ifølge splintstatistikken begge i gennemsnit have haft 20 +/- 6 splintåringer. Hvis begge stammer skal ligge indenfor disse grænser, må GF have haft ca. 15 (14-16) og CR ca. 25 (24-26) åringer i splinten ved fældningen. På denne baggrund kan det sandsynligste fældningsår for de to træer beregnes til ca. 2983 f. Kr.

At CR - og dermed nu også GF - skulle være fældet samtidig med FY eller endnu senere er lige så usandsynligt som tidligere.

Ved tolkningen af de dendrokronologiske resultater er det også vigtigt at fastslå, at intet tyder på, at der ved opførelsen af spunsvæggene er brugt tømmer, som tidligere har været anvendt til andre formål eller som har været lagret i længere tid inden brugen. Ejheller er der tegn på reparationer af anlæggene. Udskiftning af spunsvæggenes bundstokke må umiddelbart være særdeles vanskeligt, og hverken her eller andre steder er gjort iagttagelser som tyder på, at noget sådant har fundet sted.

Sammenfatning

Ved inddragelsen af de arkæologiske iagttagelser er godtgjort, at de to sydligste spunsvægge, CE og CF, er opført samtidig, formentlig ca. 2983 f. Kr., som dæmningsanlæggets *første fase*. Omkring 15 år senere, ca. 2968 f. Kr., er den nordligste spunsvæg, CL, opført som *anden fase*. Anlæggets *tredie fase* udgøres af den enligtliggende stamme CG syd for spunsvæggene, hvis yngste årring er dannet ca. 6 år senere, i år 2962 f. Kr. Stolpe DY endnu sydligere, og uden direkte forbindelse med dæmningsanlægget, er samtidig med eller yngre end CG.

Inddelingen af dæmningsanlæggetes opførelse i forskellige faser bygger på, at antallet af splintårringe i egetræ varierer indenfor snævre grænser. De beregnede tidsrum mellem faserne er ikke 'absolutte' tidsrum, som ikke kan have været få år kortere eller længere. Afstanden mellem første og anden fase er primært fastlagt ud fra antallet af splintårringe på stamme CR; hvis CR i virkeligheden har haft f.eks. 5 årringe mere i splinten end 'normalt', således at den og stamme GF er fældet 5 år senere end antaget, er der ikke ca. 15, men kun ca. 10 års afstand mellem anlæggets to ældste faser. At CR skulle have haft så mange splintårringe, at disse to faser bliver samtidige, forekommer stadig meget usandsynligt, men kan som nævnt ikke udelukkes fuldstændigt; at hele anlægget er opført på én gang samtidig med den yngste stamme er endnu mindre sandsynligt.

Resultatet af den dendrokronologiske datering kan derfor sammenfattes således:

Dæmningsanlægget blev opført i løbet af en højst ca. 20 år lang periode fra ca. 2983 til 2962 f. Kr. Ældst er de to sydligste spunsvægge, CE og CF, bygget ca. 2983 f. Kr. Den nordligste spunsvæg, CL, blev opført omkring 15 år efter, ca. 2968 f. Kr. Yngst er den vandretliggende stamme CG syd for spunsvæggene, hvis sidste årring blev dannet i år 2962 f. Kr., ca. 6 år efter opførelsen af spunsvæg CL. Stolpe DY endnu sydligere, og uden direkte forbindelse med dæmningsanlægget, er samtidig med eller yngre end CG.

Det vifteformede anlæg

Den indbyrdes kronologiske placering af de fire relativt daterede stammer fra det vifteformede anlæg fremgår af figur 2.

De fire stammer har alle bevaret de fleste splintåringer, men kun BCF har med sikkerhed også bevaret barkringen. Den yngste, bevarede årring på de andre stammer falder imidlertid i samme år som slutåret på BCF eller ganske tæt herved. På BAÆ er den yngste, konstaterede årring netop samme år som barkringen på BCF; en yderligere, mulig årring blev ikke påvist med sikkerhed, jfr. målingen af prøven. På BCG er konstateret "ca. 21" splintåringer; med dette antal falder slutåret på BCG ét år efter barkringen på BCF. På BCD er påvist 21 splintåringer, hvoraf den yngste ligger to år før barkringen på BCF. Ifølge splintstatistikken 'burde' træet have 20 ± 6 , d.v.s. 14-26 splintåringer. Også her er det altså en oplagt mulighed, at træets 'rigtige' slutår falder sammen med barkringen på BCF.

Som omtalt tidligere er der for disse stammer ingen oplysning om afstanden fra den ældste, målte årring til træets marv. Da der imidlertid er grund til at mene, at alle stammerne var (ubearbejdede) helkævlere, er denne afstand formentlig så lille, at årringantallet giver et realistisk udtryk for træernes alder. I denne forbindelse bør bemærkes, at der kun er to års forskel i beliggenheden af den ældste årring på stamme BCF og BCD; da de to stammer også synes at være fældet (næsten) samtidig, har deres levealder altså været så godt som ens. Det forekommer derfor at være en oplagt mulighed, at BCF og BCD i realiteten er to stammer fra ét stort træ. På BCG ligger den ældste, målte årring 40-50 år før den ældste, målte årring på BCF og BCD, hvilket ligeledes kan være et korrekt udtryk for alderen af den pågældende stamme. Dette gør det dog *ikke* berettiget at slutte, at BCG så må være fra et andet træ end de øvrige stammer; der foreligger den åbenlyse mulighed, at den kan være en (yngre) gren fra samme store træ, som de andre stammer (måske) kommer fra. På tilsvarende måde kan også BAÆ, hvis ældste, målte årring er ca. 20 år yngre end den ældste, målte årring på BCD/BCF, være fra samme træ som de øvrige stammer. Det skal dog bemærkes, at muligheden for, at de fire stammer kommer fra ét stort træ, *ikke* understøttes, men heller ikke modbevises, af sammenligningen af stammernes årringkurver (tabel 9).

Der er altså intet i vejen for, at de fire stammer i det vifteformede anlæg i virkeligheden er dele af ét stort træ; det er også muligt, at der er tale om flere, selvstændige træer, som er fældet eller væltet samme år eller inden for en ganske kort årrække. Uanset hvilken mulighed, der er den rigtige, angiver slutåret for stamme BCF stammernes nøjagtige eller omtrentlige dødsår.

C14-dateringerne af dæmningsanlægget

I 1981 blev udtaget prøver til kulstof-14 datering fra to af de til Nationalmuseet indsendte stammer fra dæmningsanlægget, FY og GF.

Den dendrokronologiske prøve fra stamme FY (magasinnummer D 2139) omfattede ifølge Claus Malmros' notater på spørgeskemaet i alt ca. 100 årringe. Til C-14 datering blev udtaget de yderste ca. 30 årringe, heraf 5 af splintved. Som omtalt ovenfor er siden blevet målt i alt 112 årringe på prøve D 2139, heraf 4 af splintved; af en tegning af prøven, udført af Claus Malmros i forbindelse med udtagelse af C-14 prøven, fremgår, at denne er udtaget ganske tæt ved den dendrokronologiske målebåne. Det må derfor antages, at C-14 prøven omfatter de 30 yngste af de målte årringe, d.v.s. årring 83-112 på kurve 40601019. Dette svarer også til årring 83-112 på den endelige årringkurve for stamme FY, 40602059, som i alt omfatter 123 årringe. Den 'midterste' årring i C-14 prøven svarer altså til årring 98 på kurve 40602059. Den yngste årring på denne kurve er nu dendrokronologisk dateret til år 2972 f. Kr.; årring 98 svarer således til år 2997 f. Kr.

Prøvens C-14 datering, K-4074, giver en alder på 4240 +/- 60 år før 1950. Ifølge brev fra Kaare Lund Rasmussen, Kulstof-14 Dateringslaboratoriet, af 25/10 1996, svarer dette til en kalibreret alder på 2880 f. Kr., ved +/- 1 sigma: 2910-2700 f. Kr. Den dendrokronologiske datering giver således umiddelbart en noget højere alder for prøven end C-14 dateringen.

Den dendrokronologiske prøve fra stamme GF (magasinnummer D 2140) omfattede ifølge Claus Malmros' notater på spørgeskemaet i alt ca. 80 årringe. Til C-14 datering blev udtaget de yderste 40-42 år, alle af kerneved. Som omtalt ovenfor er siden blevet målt 89 årringe på prøve D 2140, alle af kerneved. Det må antages, at C-14 prøven omfatter de ca. 41 yngste af de målte årringe, d.v.s. årring 49-89 på kurve 40601029. Dette svarer også til årring 49-89 på den endelige årringkurve for stamme GF, 40602039, som i alt omfatter netop 89 årringe. Den 'midterste' årring i C-14 prøven svarer altså til årring 69 på kurve 40602039. Den yngste årring på denne kurve er nu dendrokronologisk dateret til år 2998 f. Kr.; årring 69 svarer således til år 3018 f. Kr.

Prøvens C-14 datering, K-4073, giver en alder på 4370 +/- 70 år før 1950. Ifølge brev fra Kaare Lund Rasmussen af 25/10 1996, svarer dette til en kalibreret alder på 2920 f. Kr., ved +/- 1 sigma: 3090-2910 f. Kr. Den dendrokronologiske datering og C-14 dateringen af prøven viser således god overensstemmelse.

I Langelands Museums påskrift i marginen af Skalks dateringsskema (brev fra Langelands Museum af 13/12 1996) og i NNU-rapport 20*1996 s. 3 (såvel den oprindelige som den reviderede udgave) er der byttet om på de to C-14 dateringer: K-4074 er anført under stamme GF og K-4073 under stamme FY. Ifølge de originale spørgeskemaer for prøverne i sagen på NNU er forholdet lige omvendt: K-4073 hører til GF, K-4074 til FY.



Kjeld Christensen

Litteratur

Aniol, R.W. 1983. Tree-Ring Analysis Using Catras. *Dendrochronologia* 1: 45-53.

Christensen, K. 1993. Opbygning af en dendrokronologisk grundkurve for egetræ fra Danmark for perioden 7000 - 0 f. Kr. *NNU-rapport 7*1993*.

Christensen, K. 1997. Egestammer fra Halsskov-fjorden. - I: Aaby, B., Fischer, A. & Petersen, L. (red.): *Mennesket, Bæltet og Broen*: 37-44.

Eriksen, Orla Hylleberg. 1996. Dendrokronologiske undersøgelser af tømmer fra dæmningsanlæg fra Pederstrup, Spodsbjerg, Langeland. *NNU-rapport 20*1996*. - 1. udgave, oktober 1996. - 2. reviderede udgave, marts 1997.

Hollstein, E. 1965. Jahrringchronologische Datierung von Eichenhölzern ohne Waldkante. *Bonner Jahrbücher* 165: 12-27.

Laxton, R.R., Litton, C.D. & Zainodin, H.J. 1988. An Objectiv Method for Forming a Master Ring-Width Sequence. *PACT* 22: 25-35.

Leuschner, H.-H., Delorme, A. & Höfle, H.-C. 1987. Dendrochronological Study of Oak Trunks Found in Bogs in Northwest Germany. *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*, New York 1986, ed. G.C. Jacoby, s. 298-318.

Leuschner, H.-H. & Delorme, A. 1988. Tree-Ring Work in Göttingen. Absolute Oak Chronologies back to 6255 B.C. *PACT* 22: 123-132.