

**Dendrokronologisk undersökning  
av tallbestånds etablering, tillväxt-  
dynamik och degenerering orsakat  
av klimatrelaterade hydrologiska  
variationer på Viss mosse och  
Åbuamossen, Skåne, södra Sverige,  
7300-3200 cal. BP**

***Johannes Edvardsson***

Examensarbeten i Geologi vid  
Lunds universitet - Kwartärgeologi, nr. 206



Geologiska institutionen  
Centrum för GeoBiosfärsvetenskap  
Lunds universitet  
2006

# Innehåll

<b>1. Introduktion</b>	<b>5</b>
1.1 Syfte	5
<b>2. Områdesbeskrivning</b>	<b>6</b>
2.1 Områdesbeskrivning för Åbuamossen	6
2.2 Områdesbeskrivning för Viss mosse	6
<b>3. Metod</b>	<b>7</b>
3.1 Fältdarbete	7
3.2 Mätarbete	8
3.3 Uppbyggnad av kronologier	9
3.3.1 Statistisk jämförelse mellan kurvor	9
3.3.2 T-värde (t-value)	9
3.3.3 Medlöparvärde	9
3.3.4 Uppbyggnad av medelkurvor och kronologier med hjälp av t-värde och medlöparvärde	9
3.3.5 Identitetsnummer på kurvor och kronologier	10
3.3.6 Justering av grodd-, respektive dödsår	10
3.4 Dateringar, <sup>14</sup> C-prover	13
3.4.1 Bearbetning av <sup>14</sup> C-dateringarna	13
3.4.2 Wiggle-match dating	14
3.4.3 Wiggle-match dating med OxCal v3.10	14
3.5 Dendrokronologi som metod för rekonstruktion av klimatrelaterade hydrologiska förändringar	15
3.5.1 Tillväxtdynamik hos tall	15
<b>4. Stratigrafi</b>	<b>16</b>
4.1 Stratigrafi från Åbuamossen	16
4.2 Stratigrafi från Viss mosse	16
<b>5. Resultat med tolkning</b>	<b>18</b>
5.1 Åbuamossen	18
5.1.1 Huvudkronologi från Åbuamossen	18
5.1.2 Resultat av dateringskorrelering från Åbuamossen	18
5.1.3 Groddtillfällen på Åbuamossen	18
5.1.4 Tillväxtperioder på Åbuamossen	19
5.1.5 Tillväxt på olika delar av Åbuamossen	19
5.1.6 Degenerering av beståndet på Åbuamossen	19
5.2 Viss mosse	20
5.2.1 Huvudkronologi från Viss mosse	20
5.2.2 Delkronologi från Viss mosse	20
5.2.3 Resultat av dateringskorrelering från Viss mosse	20
5.2.4 Groddtillfällen på Viss mosse	20
5.2.5 Tillväxtperioder på Viss mosse	21
5.2.6 Tillväxt på olika delar av Viss mosse	21
5.2.7 Degenerering av bestånden på Viss mosse	21
5.2.8 Händelseförlopp vid etablering och degenerering	21
5.2.9 Densitetsberäkningar av Sphagnumtorven från Viss mosse	22
<b>6. Diskussion</b>	<b>22</b>
6.1 Koppling mellan resultat från Viss mosse och klimatutvecklingen under holocen	22
6.2 Fluktuationer i Vissjön	23
6.3 Koppling mellan resultat från Åbuamossen och klimatutvecklingen under holocen	25
6.4 Jämförelse mellan Viss mosse och Åbuamossen	26
<b>7. Slutsatser</b>	<b>26</b>
7.1 Möjligheter till fortsatta studier	27
<b>8. Tack</b>	<b>27</b>
<b>9. Referenser</b>	<b>27</b>

Appendix I. Provdatab

**Omslagsbild:** Megafossil av stubbar på Viss mosse (Foto: J. Edvardsson).



# Dendrokronologisk undersökning av tallbestånds etablering, tillväxtdynamik och degenerering orsakat av klimatrelaterade hydrologiska variationer på Viss mosse och Åbuamossen, Skåne, södra Sverige, 7300-3200 cal. BP

JOHANNES EDVARDSSON

Edvardsson, J., 2006: Dendrokronologisk undersökning av tallbestånds etablering, tillväxtdynamik och degenerering orsakat av klimatrelaterade hydrologiska variationer på Viss mosse och Åbuamossen, Skåne, södra Sverige 7300-3200 cal. BP. *Examensarbete i geologi Vid Lunds universitet*, Nr. 206, 28 sid. + 1 appendix  
20 poäng i Geologi, ht 2006.

**Sammanfattning:** En dendrokronologisk undersökning har gjorts på 128 tallar (*Pinus sylvestris*) från två torvmossar: Viss mosse och Åbuamossen i Skåne, södra Sverige. De delar av torvmossars lagerföljd som innehåller stubbar och stammar bildar stubbhorisonter. En stubbhorisont i en lagerföljd representerar en torrare fas i mossens historia, oftast som ett resultat av hydrologiska variationer orsakade av klimat förändringar. Proverna från de båda lokalerna har analyserats med hjälp av dendrokronologisk mätmetodik. Resultatet blev ett flertal flytande kronologier, där den längsta täcker 570 år. De tre kronologier som ansågs vara mest betydelsefulla <sup>14</sup>C-daterades för att bilda daterade kronologier. Kronologier är dendrokronologiskt värdefulla då de representerar tidsavsnitt som är brisfälligt undersökta i Sydsverige. Totalt togs 18 <sup>14</sup>C-prover varav 15 kommer att användas för kalibrering av <sup>14</sup>C-kuvan och 9 använts för datering av kronologierna. Dateringarna har korrelerats med olika kalibreringsprogram för att ge kronologierna så exakta åldrar som möjligt. Borrkärnor togs från Viss mosse. Analyser av torvens humifieringsgrad ger information om variationer av mossens fuktighet. Etableringen av tallbestånden på Viss mosse sammanfaller enligt torvanalysen med en relativt varm och torr period. Etableringsfasen på Viss mosse inleddes omkring 7250 cal. BP och det fanns olika tallbestånd på mossen fram till 6300 cal. BP. Utifrån de platser enskilda prov från Viss mosse vuxit på har studier av tallbeståndens tillväxtdynamik och förflyttningar orsakade av klimatrelaterade vattenståndsförändringar möjliggjorts. Materialet från Åbuamossen visar att det fanns ett tallbestånd där 3700-3200 cal. BP. Åldern på de torra perioder då mossarna var be vuxna med tallskog sammanfaller med kända perioder då vattennivån varit låg i Sydsvenska sjöar.

**Nyckelord:** holocen, dendrokronologi, torvmosse, tall, *Pinus sylvestris*, vattenståndsförändring, grundvattenfluktuation, torrperiod, Viss mosse, Åbuamossen, Skåne, Sverige.

**Handledare:** Hans Linderson, Svante Björck och Dan Hammarlund

*Johannes Edvardsson, Geologiska Institutionen, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Lunds Universitet, Sölvegatan 12, 22362 Lund, Sverige. E-post: johannes.edvardsson.141@student.lu.se*

# Dendrochronological research of establishment, growth dynamic and degeneration of pine settlements caused by climate forced hydrological variations on Viss mosse and Åbuamossen, Skåne, southern Sweden, 7300-3200 cal. BP

JOHANNES EDVARDSSON

Edvardsson, J., 2006: Dendrochronological research of establishment, growth dynamic and degeneration of pine settlements caused by climate forced hydrological variations on Viss mosse and Åbuamossen, Skåne, southern Sweden, 7300-3200 cal. BP. *Examensarbete i geologi vid Lunds universitet*, Nr 206, 28 sid. + 1 appendix  
Degree project 20 credits in Geology – Quaternary Sciences, Fall 2006.

**Abstract:** In total 128 pine samples (*Pinus sylvestris*) from two raised peat bogs, Viss mosse and Åbuamossen, Skåne, southern Sweden were examined with dendrochronological methodology. The result is a number of floating chronologies, of which the longest cover 570 years. The three most valuable chronologies were <sup>14</sup>C-dated to construct dated chronologies. These chronologies are of certain dendrochronological interest as they represent poorly investigated time periods in southern Sweden. The pine material is from horizons of stumps in *Sphagnum* peat. A horizon of stumps in a stratigraphy represents a relatively dry period in the bog history. The reasons are often hydrological variations caused by climate change. Of the 18 samples that were <sup>14</sup>C-dated, 15 will be used for calibration of the <sup>14</sup>C-curve. 9 samples been used for dating the chronologies. Every <sup>14</sup>C-date has been correlated with different calibration programs to give the chronologies and the included samples best possible ages. Cores of peat were taken from Viss mosse. The degree of humification was examined in the *Sphagnum* peat. The peat humification shows that the climate became drier when the pine settlement started to grow. The establishment of pine on Viss mosse started about 7250 cal. BP. There were several pine settlements until 6300 cal. BP. The specific place where each sample has been growing on Viss mosse is known which makes it possible to study growth dynamic and movements of the pine settlements. The material from Åbuamossen shows that pine settlements occurred between 3700 and 3200 cal. BP. The ages of the drier periods with pine settlements on both peat bogs correlate with well-known lake level fluctuations in southern Sweden.

**Keywords:** Holocene, dendrochronology, peat bog, pine, *Pinus sylvestris*, <sup>14</sup>C-dating, lake level fluctuations, ground water fluctuation, dry periods, Viss mosse, Åbuamossen, Skåne, Sweden.

**Supervisors:** Hans Linderson, Svante Björck and Dan Hammarlund

*Johannes Edvardsson, Department of Geology, GeoBiosphere Science Centre, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden, E-mail: johannes.edvardsson.141@student.lu.se*

# 1. Introduktion

Torvmossar innehåller ofta lager med stubbar, vanligen från tall (*Pinus sylvestris*). Stubbarna uppträder vid distinkta nivåer av lagerföljden som bildar så kallade stubbhorisonter. En Stubbhorisont representerar en torrare fas av en mosses historia. Relativt torra perioder på en mosse kan uppstå som en följd av hydrologiska fluktuationer orsakade av klimatförändringar. Om stubbhorisonternas ursprung är klimatrelaterat kan man förvänta sig att trädäckning av olika torvmossor har skett synkront. Med dendrokronologisk metodik går det att beräkna varaktigheten av skogsbeklädnad hos olika torvmossor.

I detta arbete undersöks material från Viss mosse och Åbuamossen, Skåne, södra Sverige (figur 1 & 2). Den dendrokronologiska metodiken kan förutom att ge daterbara kronologier svara på skogsdynamiska frågor om etablerings-, tillväxt- samt avskogningsfas, om dessa skett successivt eller abrupt, och om synkrona tillväxtförändringar inträffat.

En målsättning med arbetet är att skapa så långa kronologier som möjligt från en period som är bristfälligt dendrokronologiskt undersökt i södra Sverige. För att ålderbestämma kronologierna har dateringar med  $^{14}\text{C}$ -metoden gjorts på det uppmätta årsringsmaterialet. Kronologierna i arbetet är även intressanta redskap för kalibrering av  $^{14}\text{C}$ -kurvan då det finns få sydsvenska kronologier av så pass hög ålder. Olika metoder har använts för att kalibrera  $^{14}\text{C}$ -dateringarna och därmed ge kronologierna så rättvisande åldrar som möjligt, samt för att hitta eventuella svagheter hos antingen kronologierna eller dateringarna. Även den arkeologiska forskningen kan finna intresse av undersökningen, då dagens torvmarker ofta fungerade som näringskälla vid forntida boplatser.

Eftersom materialet från de bägge platserna är så pass olika görs två olika metodstudier, en per lokal. De

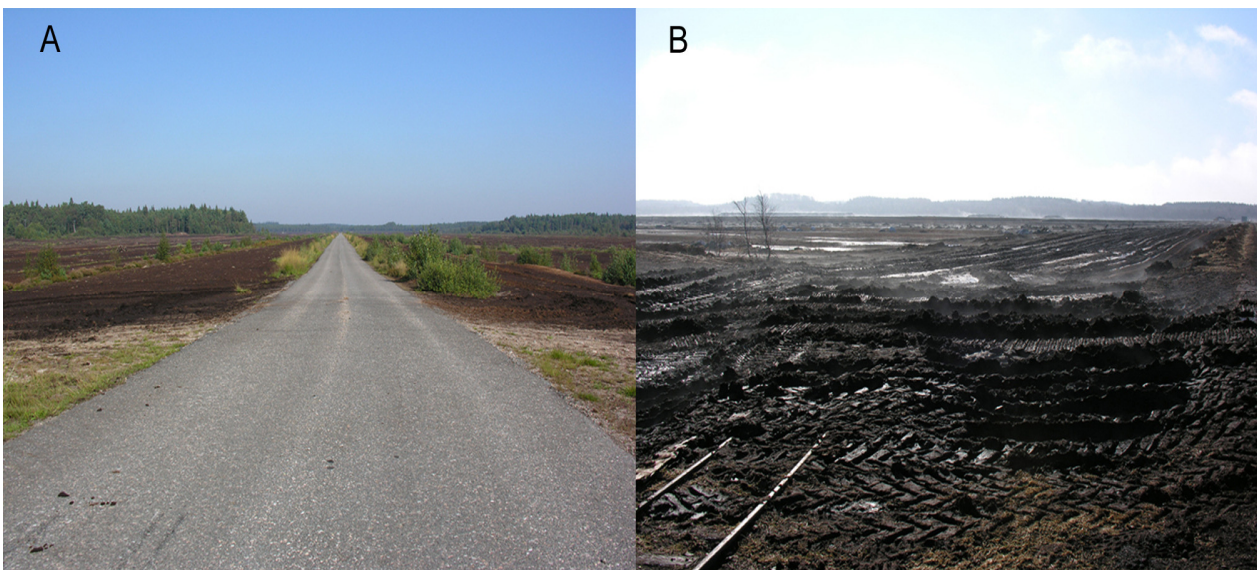
enskilda proverna från Viss mosse är insamlade där de vuxit, medan materialet från Åbuamossen fraktats till en deponeringsplats bredvid tälten. Detta gör att detaljstudierna från Viss mosse kan bli mer exakta och kvalitativa än de från Åbuamossen.

För att skapa säkra kronologier krävs noggrann analys av stora mängder material. Det omfattande arbetet med att mäta och bearbeta materialet kunde genomföras inom tidsramarna för ett examensarbete eftersom deltidsarbete vid Laboratoriet för vedanatomi och dendrokronologi genomförts sedan sommaren 2005. På så sätt kunde tillräcklig färdighet övas upp innan arbetet inleddes.

## 1.1 Syfte

Syftet med arbetet är:

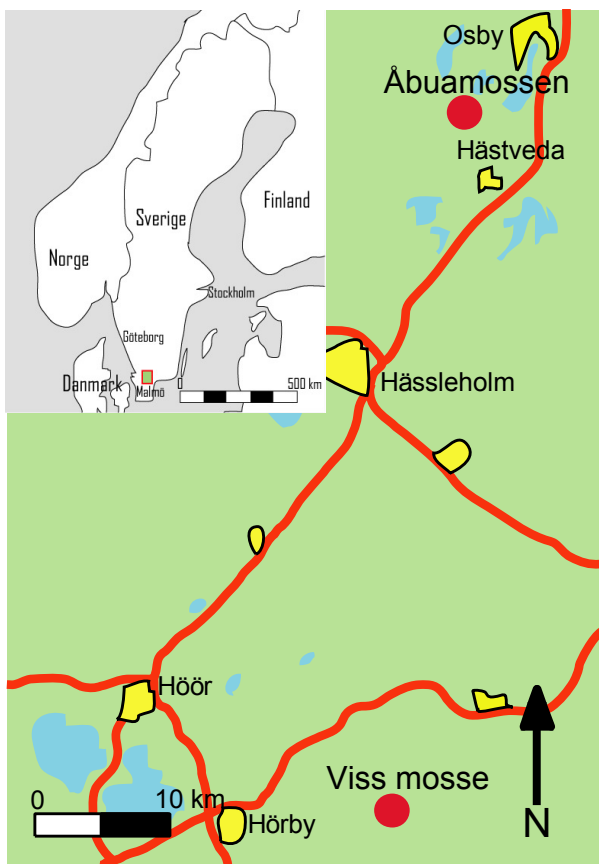
1. Att skapa långa sammanhängande flytande kronologier från Viss mosse och Åbuamossen, och om det är möjligt koppla samman kronologierna från de båda lokalerna.
2. Att med  $^{14}\text{C}$ -metoden datera de värdefullaste kronologierna.
3. Att genom korrelering av  $^{14}\text{C}$ -dateringarna ge kronologierna så exakt ålder som möjligt.
4. Att utifrån kronologiernas tillväxtmönster konstruera bildnings-, utbrednings- och avskogningsfas för träden samt spåra perioder med stark, respektive svag tillväxt under deras levnad.
5. Att utifrån kronologierna och fyndens placering konstruera de vattenståndsförändringar som skett och påverkat trädens utveckling.
6. Att finna möjliga orsaker bakom de goda respektive dåliga tillväxtperioderna, samt de vattenståndsförändringar som tycks ha skett på de båda torvmossorna.



Figur 1. Bild 1A visar Åbuamossen sedd från söder mot norr. Det undersökta materialet från Åbuamossen härstammar från de södra delarna av området till höger om vägen. Bild 1B visar område 1 på Viss mosse. Fotot är taget från norr mot söder där järnvägsspåret går ut på mossens norra långsida (figur 4). (Foto: Johannes Edvardsson).

## 2. Områdesbeskrivning

Arbetet baseras på material från två torvmossor i Skåne, södra Sverige. Viss mosse som är belägen centralt i Skåne, och Åbuamossen i norra delen av Skåne (figur 2).



Figur 2. Översiktskartan som visar var Åbuamossen respektive Viss mosse är belägna i Skåne, södra Sverige.

### 2.1 Områdesbeskrivning för Åbuamossen

Åbuamossen är en torvmosse på vilken täktverksamhet pågått sedan 1904 (figur 3) (Bengtsson, 2006). Den ligger centralt i norra Skåne (56°19' N, 13°55' E) (figur 2). Dess ursprungliga markyta var belägen på en höjd av 77 m.ö.h., vilket motsvarar ca 22 m över HK, men varierar numera på grund av den omfattande täktverksamheten (Daniel, 1999). Berggrunden utgörs av prekambriiska bergarter som hör till den Fennoskandiska urbergsskölden, främst rödgrå gnejsig granit och röd till grå gnejs (Daniel, 1999). Området blev isfritt kring 14 200 cal. BP och de många åsar som finns i området visar att den dominerande isrörelseriktningen under deglaciationen var mot nordnordost (N40°-50°O) (Daniel, 1999).

Den underliggande moränen i området är sandig och det finns även ett par mindre områden med småkullig morän på vardera sidan om mossen (Daniel, 1999). Moräntäckets topografi följer i huvudsak den

underliggande berggrundens. Både berggrunden och moräntäcket sluttar i nordsydlig riktning, från söder mot norr (Thelaus & Holmquist, 1994a; Daniel, 1999). Moränen blottas i mossens södra delar på en höjd av 77 m.ö.h., men påträffas först ca 72-73 m.ö.h. under mossens norra del (Daniel, 1999).

Norr om mossen finns en mindre sjö, Malsjön, och vattendraget Helge å. Växtligheten på själva mossen är numera mycket begränsad på grund av täktverksamhet och det är främst strötorv som bryts (Daniel, 1999).



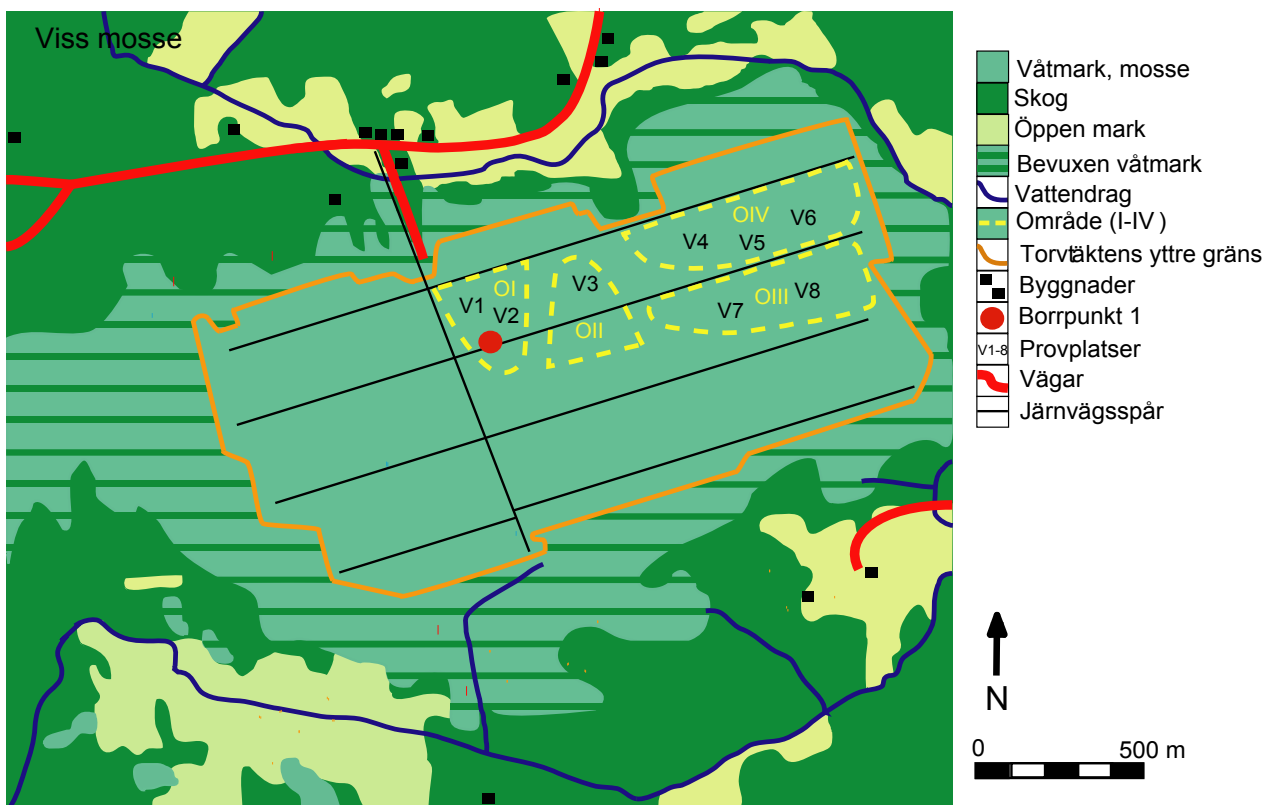
Figur 3. Karta över Åbuamossen. De tre platser som prover samlades in på under fältarbetet är utsatta på mossens södra del.

### 2.2 Områdesbeskrivning för Viss mosse

Viss mosse är belägen på Linderödsåsen i den centrala delen av Skåne (55°51' N, 13°49' E) (figur 4).

Mossens ursprungliga yta var belägen ca 173 m.ö.h. (Thelaus & Holmquist, 1994b), men varierar numera som ett resultat av den omfattande torvbrytning som inleddes omkring 1910 (Bengtsson, 2006).





Figur 4. Karta över Viss mosse där de platser och områden som diskuteras i texten finns utmärkta.

Berggrundens topografi är främst ett resultat av kompression under slutet av krita och början av tertiär (Malmberg Persson, 2000). Dessa tektoniska rörelser resulterade i att den urbergshorst som kallas Lindeödsåsen bildades (Malmberg Persson, 2000). Urberget var tidigare täckt av sedimentära bergarter, men dessa eroderades bort under den upphöjning av området som pågick under krita-perioden (Malmberg Persson, 2000). Den prekambriiska berggrunden i området kring Viss mosse utgörs främst av ortognejs i vilken det finns stråk av hyperitdiabas som löper i nordnordostlig riktning (Malmberg Persson, 2000). Diabasgångarna uppkom då området utsattes för tension under perm (Malmberg Persson, 2000).

Urberget täcks av ett ca 5 m tjockt lager av sandig morän vars flacka morfologi i huvudsak följer berggrundens (Malmberg Persson, 2000). Moränen är mestadels normalblockig, främst med block från kristallina bergarter, men även en del krita (Malmberg Persson, 2000). Området blev isfritt kring 15 000 cal. BP och det finns åsar, drumlinor och moränryggar som visar att deglaciationen skett mot nordost (Malmberg Persson, 2000). Viss mosse är en av Sveriges sydligaste högmossar, Fjällmossen några kilometer längre söderut är den sydligaste (Malmberg Persson, 2000).

### 3. Metod

#### 3.1 Fältdarbete

Huvuddelen av fältdarbetet utfördes i april 2006. Rönneholms mosse, Åbuamossen och Viss mosse

besöktes. Det fanns avsevärt mycket större mängder lättillgängligt välbevarat material på Åbuamossen och Viss mosse jämfört med Rönneholms mosse, vilket gjorde att de två förstnämnda lokalerna prioriterades.

Under fältdarbetet sågades stubbar och stammar upp i mer lätthanterliga trissor (3-5 cm tjocka skivor). Egenheter som bark, avstånd till vankant och märke (figur 5) på de enskilda proverna samt deras placering noterades (appendix 1). Områdena och proverna fotodokumenterades med en Nikon Coolpix 8800. Totalt samlades 130 prover in varav 59 från Åbuamossen och 71 från Viss mosse. 128 av proverna var tall, övriga två alar (*Alnus*). Proverna lades i plastpåsar och förvarades i kylrum för att hållas så intakta som möjligt innan mätarbetet påbörjades. De platser på Viss mosse där material hämtades delades in i åtta områden (V1-8 figur 4, appendix 1). För att förenkla i resultat- och diskussionsdel har de närliggande platserna V1 och V2 slagits samman till Område 1 (OI), angränsande platsen V3 till Område 2 (OII), V7 och V8 till Område 3 (OIII) och slutligen V4, V5 och V6 till Område 4 (OIV) (figur 4). Den exakta plats de enskilda proverna från Åbuamossen vuxit på är okänd. Proverna har därför endast delats in i tre grupper utifrån var de samlades in (Å1-3 figur 3). Samtliga prover bör dock ha vuxit i närheten av deponin vid mossens sydöstra hörn där de samlades in.

Sista fältdagen i april togs en borrkärna (tabell 3) upp på Viss mosse. Borrkärnan togs med ryssborr vars innerdiameter mätte 5 cm (Jowsey, 1966) för en så korrekt lagerföljd som möjligt samt en bättre förståelse för vedmateriallets placering i stratigrafien. Borrkärnan



togs vid ett av järnvägsspåren på mossen (figur 4). Platsen valdes för att få största möjliga torvmäktighet och en så komplett lagerföljd som möjligt då mindre torvbrytning skett vid spåren än på mossen i övrigt.

I september 2006 ägnades ytterligare en dag åt fältarbete. Främsta anledningen till detta var att fotodokumentera Åbuamossen, Viss mosse och Fjällmossen, samt att hitta stubbar och stockar *in situ*. Vid några av de orörda stubbarna som hittades i t.ex. dräneringsdiken, togs torvprover för att kunna säkerställa deras plats i lagerföljden. Totalt togs 6 prover varav 2 från Åbuamossen och 4 från Viss mosse. Där det var möjligt frilades även skärningar så att avståndet från stubbhorisontens bas till den underlagrande enheten kunde mätas.

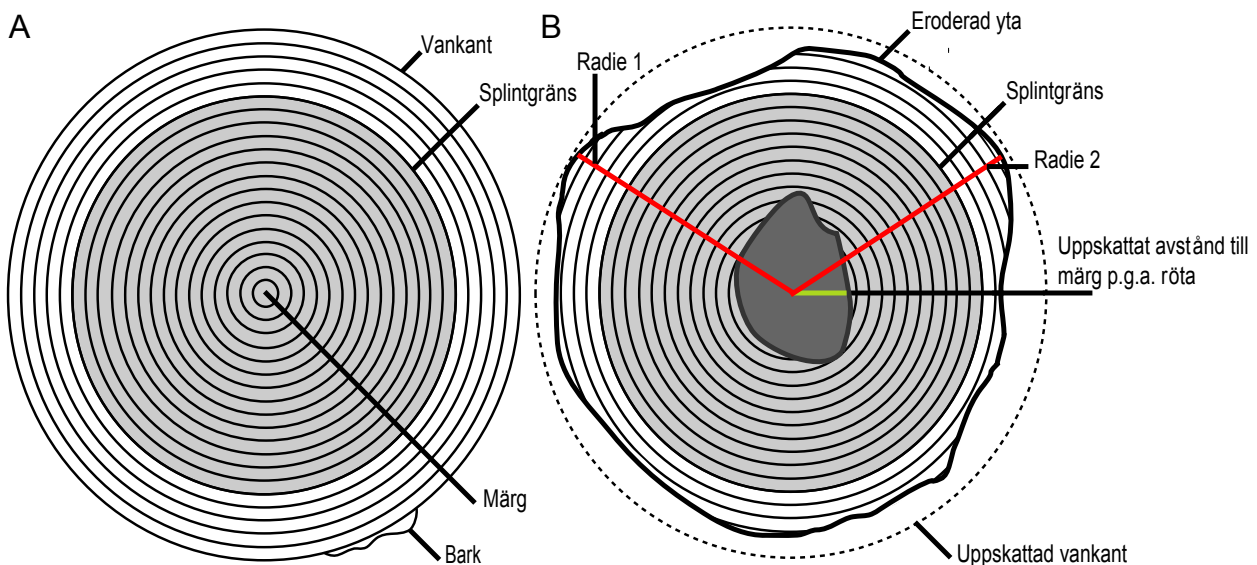
### 3.2 Mätarbete

För att ge proverna rena släta mätytor där gränserna mellan de olika årsringarna blir skarpa bearbetades minst två radier per prov med rakblad. Radierna utformades så att de innehöll ett så stort antal årsringar som möjligt (figur 5). Vinkeln mellan olika radier gjordes, om det gick, större än 90° för att få med de variationer som finns hos ringbredden hos varje enskilt prov (figur 5 & 6). Att den genomsnittliga ringbredden varierar mellan olika radier från samma träd kan bero på att underlaget där det vuxit lutat eller att det utsatts för ensidig vindpåverkan (Nilsson, 1995).

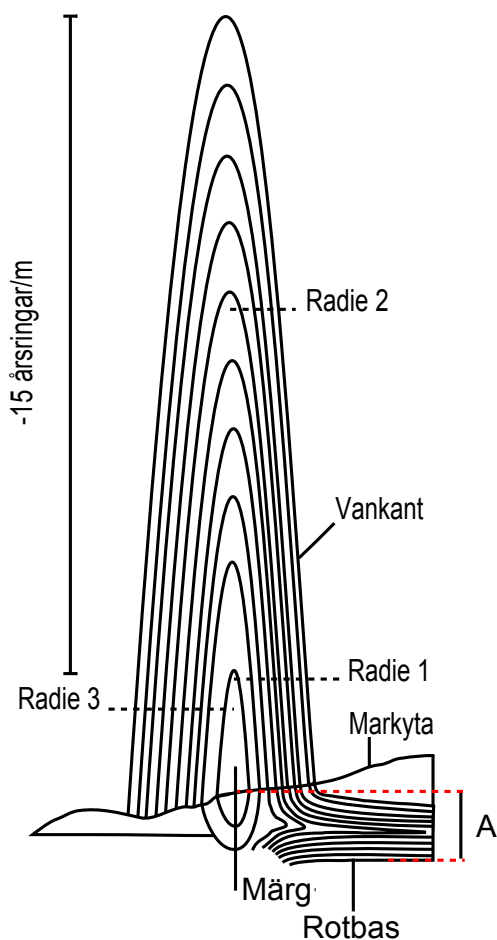
För att kompensera ojämn belastning kan ett träd växa snabbare i en riktning och på så sätt stå så stadigare (figur 6). Alla former av störningar på årsringarna som inte var orsakade av klimatbetingade variationer undveks under mätarbetet. Exempel på sådana störningar kan vara kvistar, rötter eller angrepp från djur och insekter.

Mätarbetet och sammanställningen av kronologierna gjordes med DOS-programmet CATRAS (*Computer Aided Tree-Ring Analysis System*) (Aniol, 1988). CATRAS är konstruerat för mätning av årsringsbredd, jämförelse mellan olika årsringsserier, felsökning, samt lagring av trädriingsdata (Eckstein, 1984). Årsringsbredden mättes med en noggrannhet på 0,01 mm. För att kunna mäta med så hög noggrannhet användes ett Wild Heerbrugg M8 stereomikroskåp. Då många prover var extremt tätvuxna användes ibland talk på de utskurna radierna för att gränserna mellan årsringarna skulle framträda tydligare.

På prover där de enskilda radierna inte passade samman mättes fler radier. Dessa kontrollmätningar klargjorde om någon radie var felaktigt mätt, eller om trädet vuxit på ett avvikande sätt. Alla uppmätta radier från ett enskilt prov jämfördes både statistiskt och visuellt innan de sammanställdes med korsdatering till stammedelkurvor (figur 7). Totalt har 316 radier på de 130 proverna mätts, vilket motsvarar över 40000 enskilda årsringar.



Figur 5. Figur 5A visar ett intakt prov med märg och vankant. Splintgränsen finns där kärnved (mörkare delen kring märgen) övergår till splintved (ljusare delen av stammen, mellan splintgräns och vankant). Figur 5B visar ett prov som utsatts för erosion och röta. Detta innebär att avstånd till märg och vankant måste uppskattas. Genom att studera årsringarnas böjning går det att uppskatta var märgen funnits på ett prov med röta. Avståndet mellan den uppskattade märgen och en uppmätt årsring kan mätas. Med hjälp av detta avstånd kan en extrapolering på hur många årsringar sträckan motsvarar göras. Antalet årsringar per måttenhet varierar med hur tätvuxet provet är. Avstånd till vankant kan uppskattas med kunskap om hur många årsringar som brukar finnas i splintveden. Antalet årsringar i splintveden varierar mellan olika tallar, men i snitt rör det sig inte om mer än  $\pm 10$  år inom ett bestånd. När årsringsbredden ska mätas på ett prov görs detta längs radier som innehåller så stort antal årsringar och så mycket splintved som möjligt. För att få största möjliga variation på årsringsbredden mättes två eller fler radier, om möjligt med mer än 90° mellanrum.



Figur 6. Schematisk genomskärningsbild av en stående stam. Antalet årsringar i en stam avtar med höjden, ju långsammare trädet vuxit desto större blir skillnaden per meter. Våtmarkstallar växer långsamt, den approximerade minskningen för Viss mosse är 15 år/m. Därför omfattar radie 1 på bilden sex årsringar mer än radie 2 trots att båda har en komplett årsringsserie från centrum till vankant. Trädets genomsnittliga ringbredd är större på stammens vänstra sida för att kompensera för den sneda belastning som det lutande underlaget orsakar, liknande tillväxt sker även om trädet utsätts för ensidig vindpåverkan (Nilsson, 1995). Tillväxtmönstret blir det samma i radie 1 och 3 även om den genomsnittliga årsringbredden blir större på den vänstra sidan. För att få så representativ ringbredd som möjligt görs stammedelkurvor baserade på minst två radier. Sträckan A motsvarar uppskattat avståndet mellan rotbas och markyta vid groddtillfälle. Vid beräkningar var markytan fanns vid groddtillfället utifrån nivån hos rotbasen har sträcka A uppskattats till 20 cm.

### 3.3 Uppbyggnad av kronologier

#### 3.3.1 Statistisk jämförelse mellan kurvor

Det finns flera metoder för att utvärdera likheter mellan två olika kurvor. Bearbetning av mätresultat och konstruktion av kronologier följde i huvudsak standardförfarandet inom dendrokronologi

(Schweingruber, 1988). Förutom visuell granskning av kurvorna har olika typer av statistiska jämförelser gjorts. De två värden som främst använts för att avgöra representativiteten mellan olika kurvor är t-värde och medlöparvärde.

#### 3.3.2 T-värde (t-value)

T-värdet ger en uppfattning om överensstämmelse mellan tillväxtmönster från två olika kurvor. T-värdet är relaterat till korrelationskoefficienten och beräknas för alla överlappande positioner (Eckstein, 1984). Om t-värdet överstiger 3 är överensstämmelsen så pass stor att andra faktorer än slumpen bör vara involverade (Schweingruber, 1988). Ett problem med t-värdet är att det kan bli missvisande högt om extrema variationer hos olika kurvor matchar varandra (Schweingruber, 1988). För att undvika att fel uppstår på grund av detta görs även andra analyser.

#### 3.3.3 Medlöparvärde

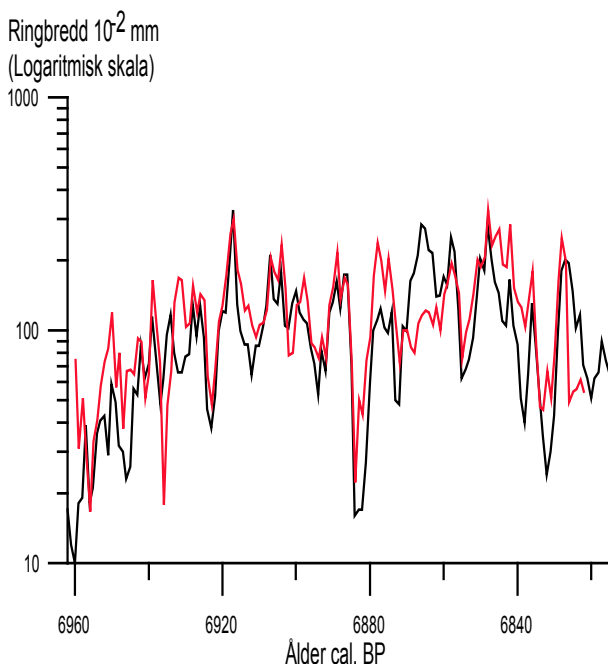
Även medlöparvärdet (*Gleichläufigkeit*) ger ett mått på överensstämmelsen mellan två kurvor (Schweingruber, 1988). Värdet baseras på antalet gånger ringbredden i två jämförda serier på årsbasis ökar eller minskar synkront (Eckstein, 1984). Jämförelser görs om trenden hos kurvorna är upp-, nedgående eller oförändrad mellan punkter längs en tidsaxel där varje steg motsvarar ett år (Schweingruber, 1988). Är då båda kurvorna har samma riktning får värdet +1, medan år då de löper i olika riktning får värdet 0, och år då ena kurvan saknar lutning får värdet 0,5 (Schweingruber, 1988). Det medlöparvärde som presenteras vid korsdatering mellan två olika kurvor anger likheten vid den överlappande position där överensstämmelsen är som störst och uttrycks vanligen som ett procenttal (Schweingruber, 1988). I CATRAS testas alla möjliga positioner för två olika kurvor innan värdet för den bästa passningen presenteras (Anoil, 1988). Presentationen kan göras i tre signifikansnivåer, 95 %, 99 % och 99,9 %, där den sistnämnda används då korrelationen är hög (Anoil, 1988). Vid värden på över 50 på 99,9 % -nivån anses faktorer utöver slumpen vara inblandade (Eckstein, 1984). Eckstein (1984) visar att värdet 65 på 99,9 % -nivån ges endas en gång på tusen vid slumpmässig korrelation mellan två serier bestående av 100 år vardera.

#### 3.3.4 Uppbyggnad av medelkurvor och kronologier med hjälp av t-värde och medlöparvärde

Då de statistiska jämförelserna görs i CATRAS presenteras den position där likheten mellan två jämförda kurvorna är som störst samt t- och medlöparvärde för överlappningen vid den givna positionen. För de kurvor där de givna statistiska värdena visar på god korrelation följde en visuell granskning innan kurvorna fördes samman till en medelkurva (korsdaterades). De visuella granskningarna gjordes även för att hitta avvikande tillväxtmönster hos enskilda prov. Vid korsdatering mellan enskilda radier eftersträvades t-värden på minst 7 och medlöparvärden på över 75 % (figur 7).

Kraven på statistisk överensstämmelse var något lägre vid korsdatering mellan olika stammedelkurvor eftersom variationer mellan olika träd är större än mellan enskilda radier från ett prov. Dock eftersträvades t-värden på över 5 och medlöparvärden över 70 %.

Då alla stammedelkurvor sammanställts gjordes de statistiska och visuella utvärderingarna på nytt fast mellan medelkurvorna. De kurvor som överensstämde väl sattes samman som provkurvor och testades mot de övriga kurvor på nytt. De flesta av de enskilda provernas egenheter minimerades då flera kurvor fördes samman, vilket gjorde att ytterligare kurvor både statistiskt och visuellt kom att passa in. Vid den visuella granskningen av kurvorna kunde tillväxtkollaps och andra egenheter på de enskilda proverna upptäckas. Vissa kurvor kunde på så sätt kortas så att endast de gemensamma omvärldsfaktorerna som styr tillväxtmönstret (temperatur, nederbörd och hydrologiska förhållanden) blev representerade. Efter det att kurvor och kronologier sammanställts i CATRAS gjordes en del liknade utvärderingar och tester av dem i DOS-programmet COFECHA (Holmes, 1983). Testerna i detta program liknar dem som gjordes i CATRAS, men kurvorna delades in i kortare avsnitt för att det



Figur 7. Statistiska och visuella jämförelser görs mellan olika kurvor innan de korsdateras för att bilda en medelkurva. Vid jämförelse mellan de två stammedelkurvorna TM085 (röd) och TM086 (svart) gavs ett t-värde för de överlappande åren på 6,9 och ett medlöparvärde (*Gleichläufigkeit*) på 73 (99,9 % -nivån). Samma typ av jämförelser görs mellan radier från enskilda prover innan de slås samman till stammedelkurvor (korsdateras). Radier från ett och samma prov förväntas dock passa samman bättre i ändarna än de två olika stammedelkurvorna på bilden.

lättare ska gå att finna liknade sekvenser mellan dem (Holmes, 1983).

### 3.3.5 Identitetsnummer på kurvor och kronologier

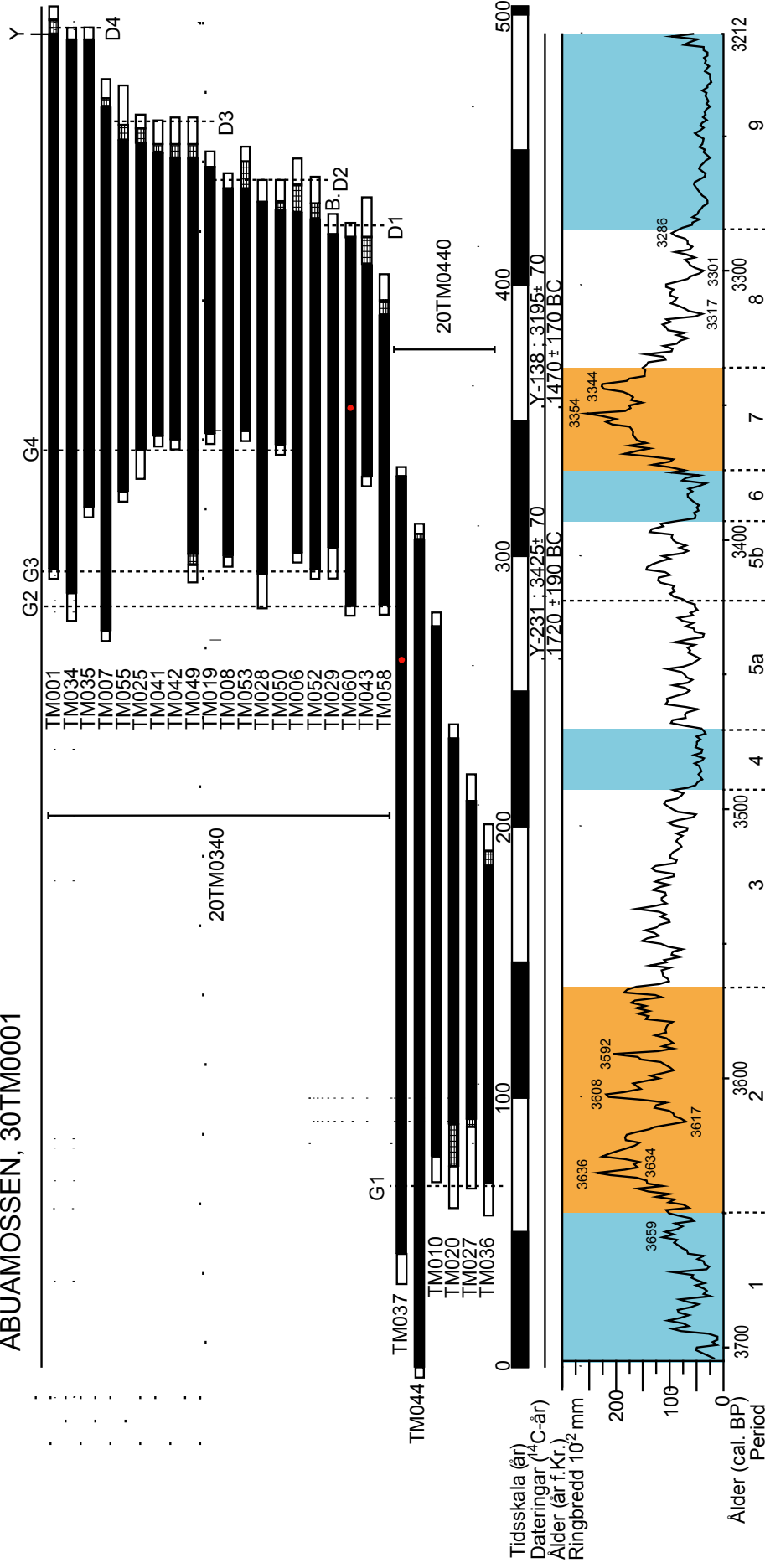
Alla uppmätta radier, stammedelkurvor och kronologier har givits ett åttasiffrigt identitetsnummer (Id). Samtliga Id-nummer innehåller bokstäverna TM, som står för torvmark, på position 3 och 4. Position 5-7 utgörs av provernas enskilda löpnummer, från 001 till 132. Position 8 visar vilken uppmätt radie på de enskilda proverna en kurva motsvarar (figur 5). Utgörs denna position av siffran nio är det en stammedelkurva som består av två eller flera uppmätta radier från ett enskilt prov. Det finns i ett fåtal fall även åttor på den sista positionen vilket betyder att det finns två olika stammedelkurvor för provet, nian bedöms dock som den mest pålitliga. Då flera stammedelkurvor förs samman bildas beståndsstammedelkurvor. Dessa har en tvåa som position ett och en nolla som position åtta. Kopplas sedan flera av dessa samman till en större ståndortskronologi får denna kurva en trea som position ett. För att förenkla något då enskilda prover diskuteras i arbetet utelämnas de första två och den sista positionen (när t.ex. prov TM125 nämns är det kompletta CATRAS-numret för stammedelkurvan 00TM1259).

### 3.3.6 Justeringar av grodd-, respektive dödsår

Eftersom många av de stammar och stubbar som kronologierna är uppbyggda med utsatts för erosion, röta och andra faktorer som skadat proverna, går det inte alltid att avgöra det exakta grodd- eller dödsåret. Av den anledningen måste vissa efterkonstruktioner göras. På de prover som utsatts för röta så att årsringar i stammens mitt saknas mäts det uppskattade avståndet till märken utifrån årsringarnas böjning. Med det ungefärliga avståndet till märken görs en extrapolering på hur många årsringar denna sträcka skulle motsvara (figur 5). På de prover som kommer från stammar har ytterligare 15 år per meter lagts till, även om märken finns bevarad. Orsaken är att årsringsantalet är större vid stubben än högre upp i stammen (Nilsson, 1995). Antalet 15 år/m är en approximation baserad på tillväxthastigheten på Viss mosse (figur 6).

För de prover där bark finns kvar har man ett exakt avstånd till vankant (som ger dödsåret, figur 5). På andra prover kunde avståndet till vankant avgöras i fält då det fanns barkrester någonstans på stam eller rötter. För de prover som helt saknar bark, eller tydlig vankant, har beräkningar utifrån mängd splintved gjorts (figur 5). Proverna med hel splint från Åbumossen innehöll i snitt 74 år splintved och proverna från Viss mosse 69 år. Med hjälp av detta kan det ungefärliga tidsavståndet till vankant uppskattas för samtliga prover med splintgräns. Grodd- och dödsår är uppskattade på detta sätt i figur 8, 9 och 10.

# ÅBUAMOSSEN, 30TM0001



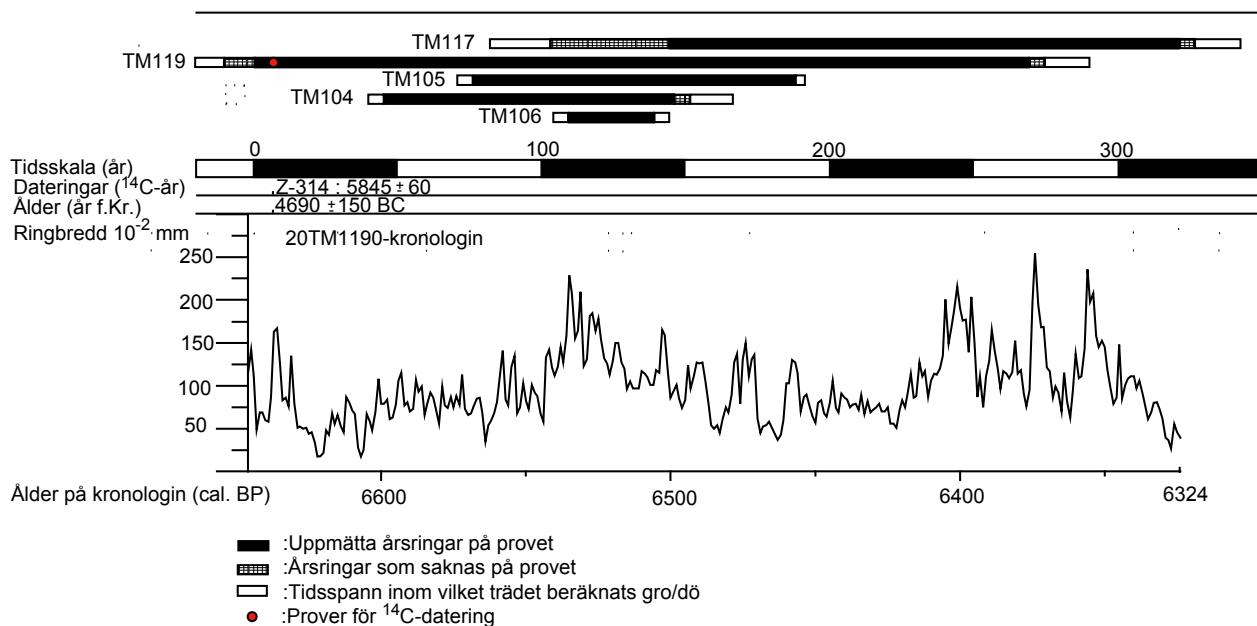
**Figur 8.** Uppbyggnad och överlapp mellan de enskilda prover som bildar huvudkronologin 30TM0001 från Åbuamosse. De svartmarkerade avsnitten motsvarar uppmätta årsringar. De rutnåstrade delarna motsvarar årsringar som saknas men uppskattats ha funnits på proven (figur 5). De tomma fönstren till vänster om varje prov motsvarar det tidsintervall inom vilket mörk och groddår funnits. För de prover som kommer från stammar har avståndet från mörk till groddår justerats med 15 extra år per meter stam (figur 6). De tomma fönstren på höger sida visar de tidsintervall inom vilka träden beräknats ha dött. Den sammanställda kronologin är indelad i 9 perioder. Perioder då tillväxten var god har markerats med orange färg (2 och 7) medan perioder med svag tillväxt markerats med ljusblå färg (1, 4, 6 och 9). De enskilda årtal som finns utsatta på kurvan representerar händelser som tydligt syns på majoriteten av proverna som kurvan baseras på.

- B : Bark på provet
- : Uppmätta årsringar på provet
- ▨ : Årsringar som saknas på provet
- : Tidsintervall inom vilket tådet beräknats börja gro/öb
- : Prover för <sup>14</sup>C-datering
- G1-4 : Olika groddgenerationer
- D1-4 : Olika synkrona ödstillfällen





## VISS MOSSE, 20TM1190



Figur 10. Uppbyggnad och överlapp mellan de enskilda prover som bildar en av de kronologier (20TM1190) från Viss mosse som inte kan korsdateras med huvudkronologin 30TM0002. De svartmarkerade avsnitten motsvarar uppmätta årsringar. De rutmönstrade delarna motsvarar årsringar som saknas men enligt uppskattning (figur 5) har funnits på provet. De tomma fönstren till vänster om varje prov motsvarar det tidsintervall inom vilket märke och groddår funnits. För de prover som kommer från stammar har avståndet till märken justerats med 15 extra år per meter stam (figur 6). De tomma fönstren på höger sida visar de tidsintervall inom vilket träden beräknats ha dött.

### 3.4 Dateringar, $^{14}\text{C}$ -prover

Materialet från Viss mosse och Åbuamossen är så pass gammalt att det inte går att datera med de tallkronologier som finns från södra Sverige. Därför användes  $^{14}\text{C}$ -dateringar för att skapa daterade kronologier. För att datera kronologierna behövs endast en eller ett fåtal  $^{14}\text{C}$ -dateringar per kronologi att göras. Eftersom det inte finns mycket analyserat vedmaterial från södra Sverige som representerar kronologiernas antagna åldrar, 5000-8000 cal. BP, togs extra prover för kalibrering av den befintliga  $^{14}\text{C}$ -kurvan. Femton  $^{14}\text{C}$ -prover från Viss mosse skickades för datering med acceleratormasspektrometri (AMS) på Tandemlaboratoriet i Uppsala (Ua). Dessa femton prover kommer att användas för kalibrering av  $^{14}\text{C}$ -kurvan vid Tandemlaboratoriet, samt datering av huvudkronologin från Viss mosse (30TM0002, figur 9). Proverna plockades ut så att deras centrumringar motsvarade en förflyttning på 40 kalenderår. Det yngsta provet döptes till X. De nummer som följer efter X på de resterande proverna från 30TM0002-kronologin motsvarar hur mycket äldre de är i kalenderår. Proverna togs från TM069, TM072, TM125 och TM128 som alla ingår i den 570 år långa 30TM0002-kronologin (figur 9).

Tre dateringar gjordes vid laboratoriet för  $^{14}\text{C}$ -datering vid geologiska institutionen i Lund (LuA). Även här användes AMS-metoden för datering av proverna. Två av  $^{14}\text{C}$ -proverna användes för att datera 20TM0440 och 20TM0340-kronologierna som tillsammans bygger upp den 493 år långa 30TM0001-

kronologin från Åbuamossen (figur 8). Proverna togs från TM037 och TM060, och stämmer den överlappande delen som binder samman de båda beståndsmedelkurvorna ska provet som tagits från TM037 vara 93 kalenderår äldre än det som är från TM060. Provernas namn (Y-231 & Y-138) baseras på hur många år äldre i kalenderår de är än 30TM0001-kronologins slutår (Y).

Den tredje dateringen som gjordes i Lund togs från prov TM119 som ingår i en av de kronologier (20TM1190, figur 10) som sammanställts av material från område 4 (OIV, figur 4) på Viss mosse. Inga prover eller kronologier från OIV har kunnat korsdateras med 30TM0002-kronologin.  $^{14}\text{C}$ -dateringen av TM119 ska därför ge svar på om materialet från mossens nordöstra del är av annan ålder än övrigt material. Provets namn (Z-314) baseras på hur många år äldre i kalenderår de är än 20TM1190-kronologins slutår (Z).

#### 3.4.1 Bearbetning av $^{14}\text{C}$ -dateringarna

Då kronologier sammanställs i CATRAS används exakta dateringar, i detta fall år f. Kr. (tabell 1). Detta krävs av programmet även om de felmarginaler som finns hos  $^{14}\text{C}$ -dateringarna omöjliggör denna exakthet. För att minimera felmarginerna hos dateringarna, innan kronologierna gavs exakta åldrar, gjordes flera statistiska utvärderingar. Dessa visade bland annat vilka dateringar som hamnade på  $^{14}\text{C}$ -plataer respektive brantare delar av  $^{14}\text{C}$ -kurvan. Kalibreringsprogrammen OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001) baserat på

IntCal04 (Reimer *et al.*, 2004) och ett Excelkonstruerat <sup>14</sup>C wiggle-match datingprogram baserat på INTCAL98 (Stuiver, 1998) användes. Förutom att minimera dateringarnas felmarginaler, gav kalibreringarna även de sammansatta kronologierna, de ingående provena och tallbestånden bättre dateringar. Efter det att kronologierna konstruerats i CATRAS ges dateringarna de cal. BP-åldrar, kalenderår före nutid (1950), som används i övriga delar av arbetet (tabell 1).

### 3.4.2 Wiggle-match dating

Wiggle-match dating (WMD) används främst för att få fram så precisa dateringar som möjligt och ger ett mer rättvisande resultat än om man kalibrerar <sup>14</sup>C-dateringar individuellt, detta gäller främst för problematiska partier på <sup>14</sup>C-kalibreringskurvan (Blaauw *et al.*, 2003). Vid WMD används det icke-linjära förhållandet mellan <sup>14</sup>C-åldrar och kalenderåldrar för att passa in en sekvens dateringarna så bra som möjligt på kalibreringskurvan (Blaauw *et al.*, 2003). De tre äldsta proven representerar ett problematiskt parti av <sup>14</sup>C-kurvan då de hamnar på en <sup>14</sup>C-platå kring 7000 cal. BP (tabell 1)(Reimer *et al.*, 2004).

Vid de Excelbaserade WMD-testerna användes två variabler,  $\alpha$  och  $\beta$ , för beräkningar av förhållandet mellan <sup>14</sup>C-daterings ålder och deras ålder i kalenderår. Tillsammans avgör  $\alpha$  och  $\beta$  var transekten genom dateringspunkterna kommer att skära Y-axeln, som visar <sup>14</sup>C-år BP, respektive X-axeln, som visar kalenderår BC (figur 14B och 15B)(Blaauw *et al.*, 2003). Ökas värdet på  $\alpha$  innebär detta att tillväxthastigheten minskar vilket ger en ökad sekvens längs axeln med kalenderår (Blaauw *et al.*, 2003). För att genomföra WMD beräknades en genomsnittlig tillväxthastighet för 30TM0002-kronologin motsvarande 1,041 mm/år ( $\alpha$ ). Att anta att tillväxthastigheten är konstant kan ge problem vid WMD av långa kronologier. För att minska de eventuella fel som kan uppstå till följd av detta kan kronologierna delas in i under-

enheter. Detta gjordes inte till en början eftersom det längsta tidsspännat (X till X-549) inte är mer än 549 kalenderår.

Resultatet visas som en graf med <sup>14</sup>C-åldrar mot kalenderår för en sekvens som läggs in på kalibreringskurvan för <sup>14</sup>C-åldern (figur 14B och 15B). Kalibreringskurvan innefattar <sup>14</sup>C-åldern för varje kalenderår konstruerad med hjälp av data från INTCAL98 (Stuiver, 1998; Blaauw *et al.*, 2003). Anledningen till att INTCAL98 användes och inte någon nyare kalibreringsdata var att programmet var konstruerat för versionen från 1998.

### 3.4.3 Wiggle-match dating med OxCal v3.10

Ytterligare en WMD-analys gjordes med hjälp av Define Sequence tester i OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001) baserat på IntCal04 (Reimer *et al.*, 2004). Dateringarnas <sup>14</sup>C-ålder har i OxCal v3.10 kalibrerats tillsammans med det faktiska avståndet i kalenderår som dendrokronologierna ger. Kalibreringen i OxCal v3.10 gjordes för ytterligare kontroll av dateringarna och kronologierna, samt visualisering av <sup>14</sup>C-platån som de tre äldsta dateringarna (tabell 1) hamnar på (Reimer *et al.*, 2004; Bronk Ramsey, 1995, 2001).

Vid kalibrering ges ett index, A-värde (*aggreement index*), som motsvarar 95 % sannolikhet med signifikans på 5 % och visar hur väl de ingående dateringar under de givna förutsättningarna passar in på kalibreringskurvan (Bronk Ramsey, 1995, 2001). Om dateringarna och de angivna förutsättningarna anses vara möjliga ges ett A-värde på över 60 % (Bronk Ramsey, 1995, 2001). Tillsammans med indexvärdet visar fördelningskurvorna om och hur dateringarna kan passa samman (Bronk Ramsey, 1995, 2001). Eftersom avståndet i kalenderår mellan dateringarna från de båda sekvenserna från Viss mosse och Åbuamossen är kända blir fördelningen den samma mellan samtliga dateringar i vardera sekvensen. Detta gör att dateringarna får en gemensam fördelningskurva

Tabell 1. Dateringar från Viss mosse och Åbuamossen. De åldrar som anges i år-f.Kr. har kalibrerats med WMD innan de använts i CATRAS. Åldrarna i cal. BP (kalibrerade år före 1950) som används i övrigt är baserade på CATRAS-dateringarna.

Prov	Lokal	Kronologi	Datering utförd	<sup>14</sup> C-år (BP)	Given ålder i CATRAS (f.Kr.)	Ålder (cal. BP)
X	Viss mosse	30TM0002	Ua	5830±45	4650	6600
X-40	Viss mosse	30TM0002	Ua	5835±40	4690	6640
X-160	Viss mosse	30TM0002	Ua	5995±35	4810	6760
X-400	Viss mosse	30TM0002	Ua	6230±45	5050	7000
X-520	Viss mosse	30TM0002	Ua	6175±40	5170	7120
X-549	Viss mosse	30TM0002	Ua	6170±45	5199	7149
Z-314	Viss mosse	20TM1190	LuS 6753	5845±60	4690	6640
Y-138	Åbuamossen	30TM0001	LuS 6733	3195±70	1400	3350
Y-231	Åbuamossen	30TM0001	LuS 6732	3425±70	1493	3443



som sedan passas in på de enskilda dateringarnas fördelningskurvor (figur 14B och 15B). De åldrar som kommer att användas i CATRAS kommer att baseras på den av dateringarna som den gemensamma fördelningskurvan passar in bäst på.

### 3.5 Dendrokronologi som metod för rekonstruktion av klimatrelaterade hydrologiska förändringar

Anledningen till att daterbara kronologier kan konstrueras med trädringsdata är att olika träd inom en och samma region oftast reagerar på liknade sätt på miljöbetingade variationer vilket medför att olika träd uppvisar liknade tillväxtmönster då deras ringbredd jämförs (Schweingruber, 1988; Gunnarson, 2002). Den årliga tillväxten påverkas av det regionala klimatet, främst temperatur och nederbörd, men även av mer lokala faktorer som exempelvis insektsangrepp, skogsbränder och vindfällningar (Gunnarson, 2002).

För träd som växer nära trädgränsen är sommartemperaturen (speciellt juli månads) den viktigaste faktorn för tillväxten och kan därför användas som indikator för sommartemperatur (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988). Om träden istället vuxit i en hydrologiskt känslig miljö kan tillväxtmönstret användas för att spåra klimatförändringar som påverkat den hydrologiska balansen (Gunnarson, 1999). Perioder då tillväxten varit långsam, dödligheten hög och regenerationen låg indikerar ett ogynnsamt klimat för träden (Fritts, 1976; Gunnarson & Linderholm, 2002). Trots detta kan inte ringbredd användas direkt för att avgöra den hydrologiska balansen eftersom den i så pass hög grad är beroende av sommartemperaturen (Gunnarson, 2002). För träd som vuxit på en våtmark eller i nära anslutning till en mindre sjö kan man dock utgå från att god tillväxt genereras vid ett varmt, torrt klimat med låg vattennivå och låg vattenrelaterad stress för träden (Gunnarson, 2002). På samma sätt

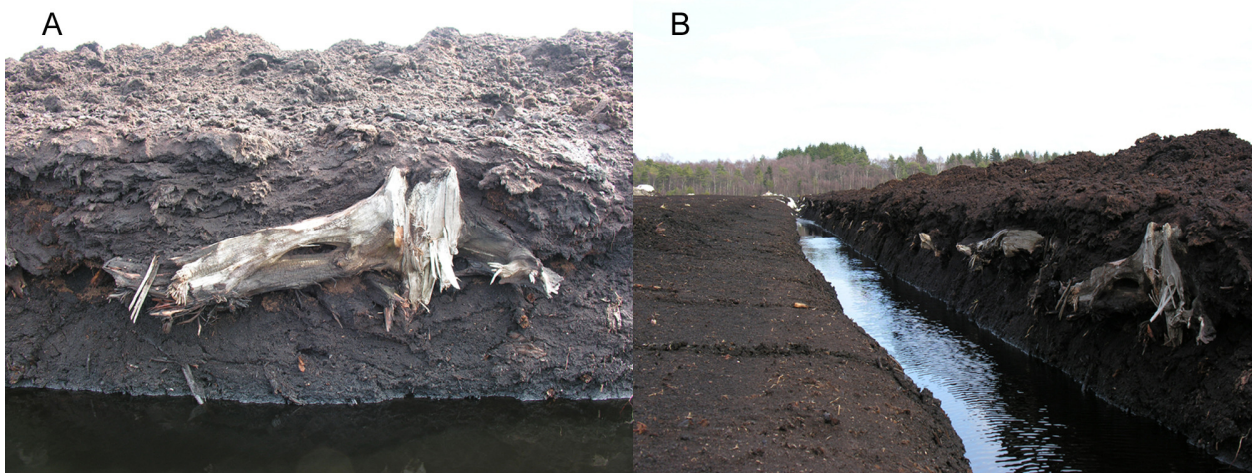
kan svag tillväxt och regenerering kopplas till stigande vattennivå, vilket kan ses som ett resultat av kallare klimat och/eller ökad nettonederbörd.

Träd anpassar sig efter de levnadsförhållanden som råder. Detta gör det problematiskt att basera alltför ingående klimatstudier enbart på tillväxtdata. För att få bättre insikt och säkrare klimatdata bör även kompletterande studier av t.ex. isotopsammansättning och densitet i de enskilda trädringarna göras (Briffa *et al.*, 2002).

#### 3.5.1 Tillväxtdynamik hos tall

Hög temperatur under senvintern och tidig vår är faktorer som generellt ökar tillväxten hos tall (*Pinus sylvestris*) (Linderson, 2003). Detta kan ses som ett resultat av att tall har hög metabolism, samt kräver mycket solstrålning för sin fotosyntes (Linderson, 1992). Vid jämförelser mellan tillväxt hos tall i norra respektive södra Sverige märks vissa skillnader på behov av nederbörd och värme. I söder är oftast mängden nederbörd en viktigare faktor än i norr där tillväxten främst regleras av temperaturen (Linderson, 2003). Förutom klimatrelaterade faktorer spelar jordmån, hydrologisk konduktivitet, pH-värde, snödjup, längd på tillväxtsäsongen och mängd solstrålning in (Kultti *et al.*, 2006).

Eftersom de områden som undersökts är våtmarker har nederbörds mängden varit av större betydelse än normalt. Ökad nederbörd kan i områden där grundvattenytan ligger nära markytan medföra en begränsad markvattenzon inom vilken trädens rötter finns (Gunnarson, 1999). Detta kan leda till minskad tillväxt då rötterna hamnar i grundvattenzonen och syreupptaget hämmas. De tillväxtminskningar som syns på flera prover kan i många fall tillskrivas perioder med höjd grundvattenyta och minskad markvattenzon. Våtmarkstillstånd reagerar på något avvikande sätt jämfört med fastmarkstillstånd (Linderson, 1990). Fastmarkstillståndens tillväxt beror i hög grad på temperaturen under perio-



Figur 11. Bild 11A visar en tallstubbe *in situ* i ett dräneringsdike på Viss mosse. Sphagnumtorven som vedmateriale finns i fortsätter ca 50 cm under rötternas bas innan den underlagrande vasstorven påträffas. På bild 11B syns stubbhorisont i ett dräneringsdike på Viss mosse. Den ursprungliga markytan var ca 250 cm ovan stubbhorisonten (Foto: Johannes Edvardsson).

den januari till april (Linderson, 1992). För god tillväxt hos våtmarkstall ska oktobermånad föregående år ha varit kall och följande period, november till maj, vara mild (Linderson, 1990). Lindersons undersökning (1990) visar även att det är viktigt att det har varit torrt under perioden februari till maj för att tillväxten ska bli god hos våtmarkstallen. Tillväxtperioden börjar då dygnsmedeltemperaturen i luften överskrider +5°C tre dygn i sträck och slutar då lufttemperaturen underskrider +5°C tre dygn i följd (Linderson, 1992; Nilsson, 1995).

## 4. Stratigrafi

### 4.1 Stratigrafi från Åbuamossen

Då ingen borrhärla togs från Åbuamossen har lagerföljden (tabell 2) baserats på en torvinventering (Thelaus & Holmquist, 1994a) och undersökningar utförda av Sveriges geologiska undersökning, SGU (Daniel, 1999).

Det undersökta vedmaterial som kommer från Åbuamossen har med största sannolikhet vuxit på mossens sydöstra del (Bengtsson, 2006). Vitmosstorvens ursprungliga mäktighet var ca 3 m på denna del av mossen innan täktverksamhet inleddes (Daniel, 1999). Det finns stora mängder stubbar och stammar bevarade på Åbuamossen. De ligger inte i en enskild stubbhorisont som på Viss mosse, utan det verkar som om Åbuamossen varit bevuxen med tallskog vid ett flertal tillfällen. Det finns stubbarna och stammarna bevarade i vitmosstorven, starttorven och skogsstarttorven (Thelaus & Holmquist, 1994a). Det analyserade materialet har ursprungligen funnits ca 50 cm upp i vitmosstorven (enhet 6, tabell 2) vilket motsvarar dagens markyta. Under Åbuamossen finns kuperad morän med lager av silt i svackorna. I mossens norra del

överlagras siltlagret med gyttja (Thelaus & Holmquist, 1994a, Daniel, 1999). I den södra delen överlagras silten med 1-3 m starttorv (enhet 2-5, tabell 2), dessa lager fortsätter ut över gyttjan i mossens norra del. Mängden vedrester i starttorven varierar vilket gör att den på vissa delar av mossen betecknas som skogsstarttorv. Starttorven överlagras av vitmosstorv (enhet 6, tabell 2) som når en mäktighet på ca 2,5-3 m (Thelaus & Holmquist, 1994a). Vitmosstorven mäktighet har varit något större i mossens södra del än den norra (Daniel, 1999).

### 4.2 Stratigrafi från Viss mosse

Lagerföljden på Viss mosse baseras på borrhärlor från fältarbetet och en tidigare gjord torvinventering utförd av Thelaus & Holmquist (1994b). Profilen i tabell 3 visar lagerföljden vid borrhärlpunkt 1 (figur 4).

Eftersom täktverksamhet pågår på Viss mosse har så pass mycket torv brutits att det analyserade lagret med stubbarna på många ställen ligger i marknivå. Det ursprungliga djup stubbarna varit på är ca 240 cm vid borrhärlpunkt 1 (figur 4) vilket innebär att vedmaterialet finns relativt högt upp i enhet 7 (tabell 3, figur 12C). Mätningar gjorda på stubbar *in situ* i dräneringsdiken visar att de är placerade ca 40-50 cm över gränsen mellan enhet 6 och 7 (tabell 3, figur 12B-C). Torvlagren har blivit något kompakterade i samband med dränering och tågtrafik på mossen. Dessa faktorer bidrar till att djupet som stubbarna påträffas på varierar en del mellan olika platser på mossen.

För att säkrare kunna fastställa den varierande humifieringsgraden av vitmosstorven (340-0 cm) gjordes densitetsmätningar med 5 till 10 cm mellanrum, beroende på variationer i materialet. Densiteten avspeglar i stora drag humifieringsgraden, som i sin tur troligen påverkats av sommarförhållanden och då främst nettonederbörden (Björck & Clemmensen,

Tabell 2. Lagerföljd från sydöstra delen av Åbuamossen baserad på mätdata från torvinventering av Thelaus & Holmquist (1994a) och undersökningar utförda av SGU (Daniel, 1999). De djupvärden som presenteras i parenteserna motsvarar en uppskattning av lagrens mäktighet innan torvbrytning inleddes på mossen.

Djup (cm)	Enhet	Stratigrafi
0-40 (0-300)	6	Vitmosstorv ( <i>Sphagnum</i> ) med låg humifieringsgrad. Lagrets ursprungliga mäktighet var ca 2,5-3 m i mossens södra del innan täktverksamhet inleddes på Åbuamossen. De stubbar och stammar som analyserats från Åbuamossen har legat i nivå med den tåkade markytan, d.v.s. på ca 2 m djup den ursprungliga enheten.
40-60 (300-320)	5	Starttorv ( <i>Carex</i> ) med låg humifieringsgrad, dock något högre än i enhet 6.
60-175 (320-435)	4	Skogsstarttorv ( <i>Carex</i> ) med hög humifieringsgrad. Torven i enhet 4 innehåller vedrester.
175-245 (435-505)	3	Skogsstarttorv ( <i>Carex</i> ) med hög humifieringsgrad. Torven i enhet 3 innehåller ved- och vassrester.
245-275 (505-535)	2	Starttorv ( <i>Carex</i> ) med låg humifieringsgrad (humifieringsgraden är ett mellanting mellan den i enhet 5 och den i enhet 4 och 3) Torven i enhet 2 innehåller en del vedrester.
275+ (535+)	1	Silt

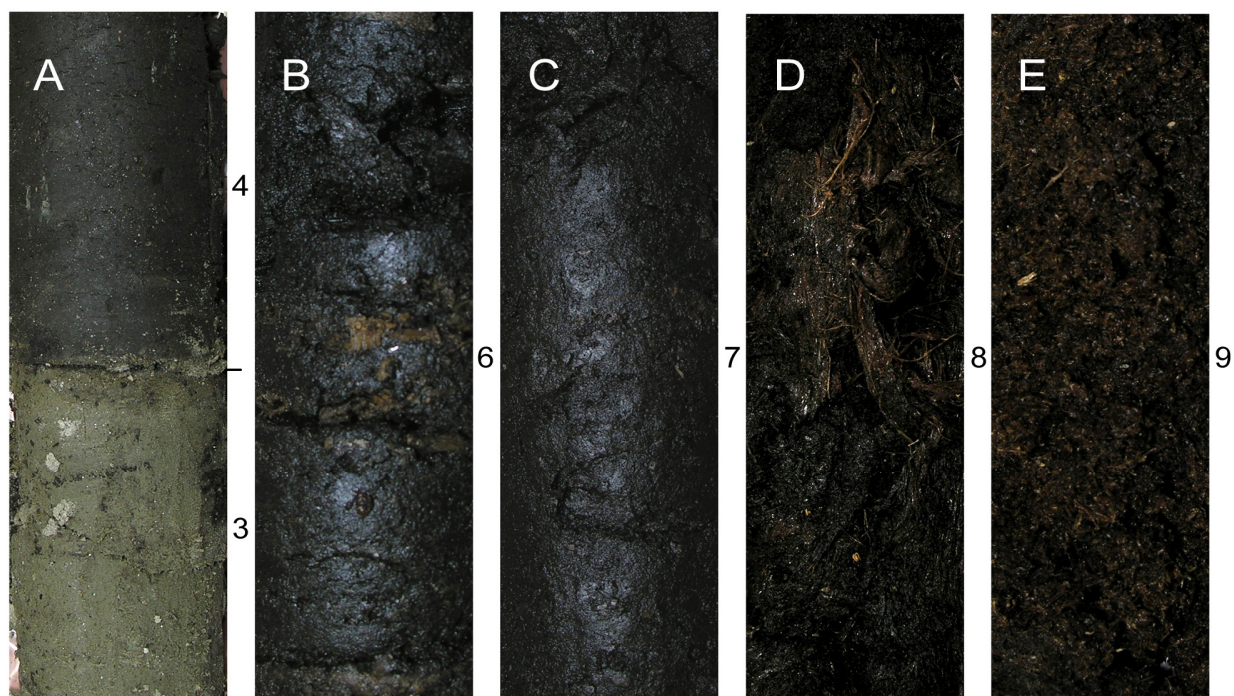
2004). Hypotesen för testet var att ju högre densitet materialet har desto större är graden av nedbrytning. Då humifieringsgraden är hög har grundvattennivån varit låg vilket medför att mer syre kunnat påverka under nedbrytningsprocessen. Hög densitet hos torven visar därför att klimatet varit torrt. Provernas volym mättes innan de torkades i 105°C över natten. De torkade proverna vägdes, sedan kunde densiteten för vitmoss-

torven vid de 36 provpunkterna beräknas. Den generella trenden är att humifieringsgraden ökar med djupet, med några undantag (figur 13).

Lagret med alggyttja (tabell 3) saknas i borrhningar nordost om borrhpunkt 1 (figur 4) (Theläus & Holmquist, 1994b) vilket tyder på att den sjö som en gång bör ha funnits på platsen inte täckt hela området.

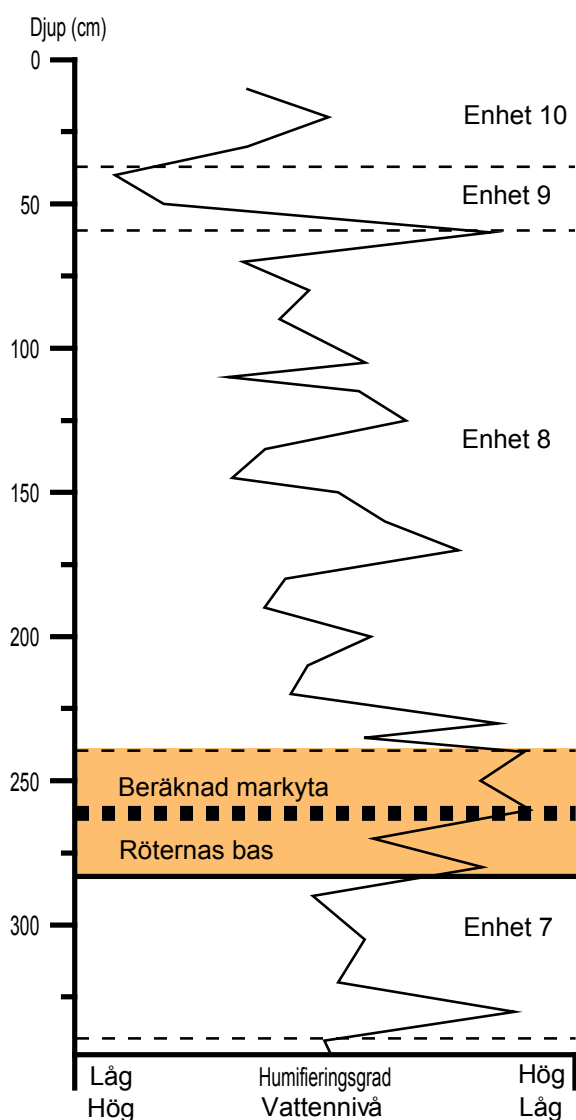
Tabell 3. Lagerföljd från nordöstra delen av Viss mosse baserad på borrhkärna 1 (figur 4).

Djup (cm)	Enhet	Stratigrafi
0-37	10	Mörkbrun till svart låghumifierad vitmossstorv ( <i>Sphagnum</i> ).
37-59	9	Brun till roströd vitmossstorv ( <i>Sphagnum</i> ) med låg humifieringsgrad.
59-240	8	Mörkbrun vitmossstorv ( <i>Sphagnum</i> ) med varierande humifieringsgrad. Det finns vällbevarade rester av tuvull, främst i den övre delen av enheten.
240-340	7	Mörkbrun till svart vitmossstorv ( <i>Sphagnum</i> ) med mycket hög humifieringsgrad. Det är i den övre delen av enhet 7 som de analyserade stubbarna och stammarna ursprungligen varit placerade med rötternas bas ca 50 cm ovan gränsen mellan enhet 6 och 7.
340-355	6	Svart vasstorv med ljust grågröna vassrester
355-370	5	Mörkbrun till svart grovdetrusgyttja. Övergången mellan enhet 4 och 5 är successiv.
370-402	4	Olivgrön alggyttja (svartnade mycket snabbt då den kom i kontakt med syre).
402-410	3	Ljusgrå lergyttja. Lergyttjan innehåller eventuellt mindre mängder findetrusgyttja. Övergången mellan enhet 3 och 4 är skarp, eventuellt, men inte nödvändigtvis en <i>hiatus</i> .
410-435	2	Laminerad siltig, lerig gyttja. Gyttjan är ljusgrå till färgen med mörkare lamina.
435-440+	1	Ljusgrå mellansand med hög sorteringsgrad



Figur 12. Bilderna visar delar av borrhkärnan som togs vid borrhpunkt 1 (figur 4) på Viss mosse. Siffrorna visar vilken enhet bilden motsvarar (tabell 3). Foto 12A visar den skarpa övergången mellan enhet 3 och 4. Foto 12B visar vasstorven i enhet 6. Foto 12C visar höghumifierad *Sphagnum*torv från enhet 7. Foto 12D visar rester av tuvull från den övre delen av enhet 8. Foto 12E visar låghumifierad *Sphagnum*torv från enhet 9 (Foto: Johannes Edvardsson).





Figur 13. Variationer i humifieringsgrad hos Sphanumtorven (340-0 cm) baserat på densitetsberäkningar med 5-10 cm mellanrum. Tallbeståndet började växa under en period då grundvattenytan var relativt låg vilket gav upphov till hög humifieringsgrad. Det färgade området visar stubbhorisontens utbredning, den heldragna linjen rötternas bas och den tjocka streckade linjen var markytan beräknats vara då träden började gro. Nivån för rötternas bas mättes i fält. Marknivå vid groddtillfället är uppskattat utifrån studerat avstånd mellan rotbas och markyta (figur 6). De tunna streckade linjerna visar gränserna mellan de olika enheterna (tabell 3).

## 5. Resultat med tolkning

### 5.1 Åbuamossen

#### 5.1.1 Huvudkronologi från Åbuamossen

De två väl underbyggda kronologierna 20TM0440 och 20TM0340 (figur 8) föreslås överlappa vandra med 57 år. Vid korsdatering i CATRAS mellan dem ges ett t-värde på 4,4 och ett medlöparvärde på 68 (99 % -nivån).

Då passningen kurvorna emellan är något svag medför detta en viss osäkerhet vid skapandet av den gemensamma 30TM0001-kronologin som är 493 år lång och består av sammanlagt 26 prover (figur 8).

#### 5.1.2 Resultat av dateringskorrelering från Åbuamossen

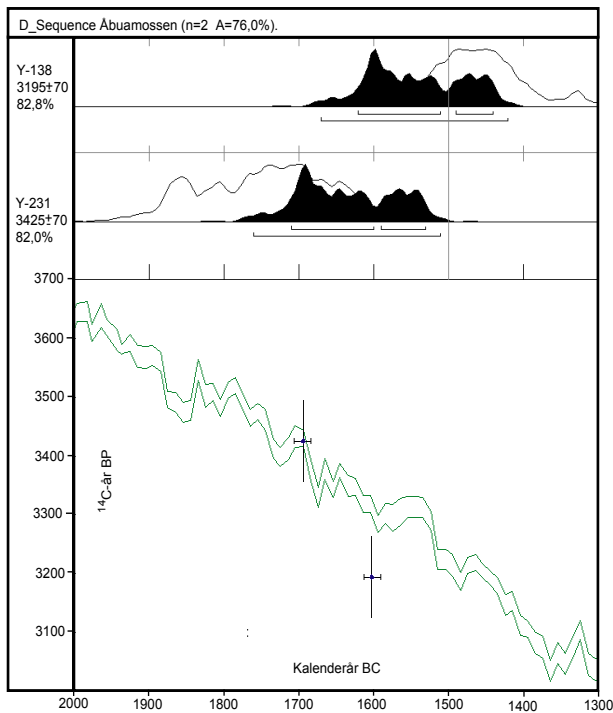
Det fanns inte tillgång till mer än två  $^{14}\text{C}$ -dateringar från Åbuamossen, vilket egentligen är för lite för en kvalitativ kalibrering med WMD. Trots detta har dateringarna från Åbuamossen behandlats på samma sätt som de från Viss mosse för att få dem så välkalibrerade som möjligt, samt ytterligare en utvärdering av det överlapp som finns i mitten av 30TM0001-kronologin (figur 8). Då dateringarnas åldrar (tabell 1) och det från kronologin givna tidsavståndet på 93 kalenderår mellan dem angavs i OxCal v3.10 erhöles ett A-värde på 76,0 % (figur 14) vilket är väl över minimikravet (Bronk Ramsey, 1995, 2001).

Fortsatta försök med WMD visade dock att det kan finnas ett problem med antingen den 93-åriga överlappningen mellan 20TM0340 och 20TM0440 (figur 8) eller en av dateringarna. Då det önskade tidsavståndet på 93 kalenderår användes till båda dateringarna kan de inte passas in på  $^{14}\text{C}$ -kalibreringskurvan med  $1\sigma$  (figur 14). Skulle avståndet mellan dateringarna i kalenderår ökas med ca 30 år kan de passas in på kalibreringskurvan. Antingen är tidsavståndet mellan båda dateringarna över 93 år, eller så är en av dateringarna missvisande. Vilket av alternativen som orsakat problemet skulle kunna avgöras med två nya dateringar, en från varje delkronologi. Om hela kalibreringsproceduren sedan gjordes om med tillgång till två extra dateringar skulle en säkrare utvärdering av överlappningen vid 3400 cal. BP vara möjlig. Alternativet skulle vara att samla in mer vedmaterial från Åbuamossen för dendrokronologisk analys och på så sätt kunna bygga på och stärka kronologierna för att utvärdera överlappningen.

Eftersom en WMD baserad på två dateringar inte ger något tillförlitligt resultat så kan inte 30TM0001-kronologin avfärdas. Dateringarna kan passas in med  $2\sigma$  och A-värdet i OxCal v3.10 är inom felmarginalerna. Dock bör man ta hänsyn till att det kan finnas ett problem vid överlappningen mellan 20TM0340 och 20TM0440. Det kan därför vara idé att jämföra framtida tallkronologier från denna tidsperiod med 20TM0340 och 20TM0440 separat, och inte bara med 30TM0001.

#### 5.1.3 Groddtillfällen på Åbuamossen

Märgen på det äldsta kända provet från Åbuamossen, TM044, är daterad till 3705 cal. BP vilket innebär att groddåret bör ha varit omkring 3710 cal. BP (figur 8). TM044 kan ha varit fröträd till de prover som utgör det första groddtillfället (G1, figur 8) ca 3645 cal. BP. De olika provernas grodd var inte helt synkron vid detta tillfälle. Majoriteten av de daterade proverna från Åbuamossen groor inom ett kort tidsintervall på ca 70 år. Under detta tidsintervall groor tre relativt synkrona generationer tall (G2-4, figur 8).



Figur 14. Två prov (Y-138 & Y-231) från Åbuamossen har  $^{14}\text{C}$ -daterats. Tidsavståndet mellan de båda dateringarna ska enligt 30TM0001-kronologin (figur 8) vara 93 år. Övre delen av figuren (A) visar kalibreringsresultatet baserat på OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001), medan den nedre delen (B) visar samma dateringar placerade på  $^{14}\text{C}$ -kalibreringskurvan med hjälp av wiggle-match dating baserat på INTCAL98 (Stuiver, 1998). Skalan på x-axeln är den samma i del A och B. A-värdet visar hur väl de ingående dateringar passar in på kalibreringskurvan och n-värdet hur många dateringar är, A-värdet ska vara över 60 % (Bronk Ramsey, 1995, 2001). I övre delen av vänstermarginalen anges provens namn,  $^{14}\text{C}$ -ålder och hur väl de passar på kalibreringskurvan under givna förhållanden enligt OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001). De vita kurvorna i figur 14A visar fördelningskurvan för de enskilda kurvorna. De svarta kurvorna är fördelningskurvor baserade på de kända avstånden mellan samtliga dateringar. Eftersom avståndet i tid mellan dateringarna är känt blir fördelningen den samma för samtliga dateringarna vilket är orsaken till att de svarta fördelningskurvorna är identiska. Att båda dateringarna i B inte samtidigt passar in på kalibreringskurvan med  $1\sigma$  tyder på att det kan finnas ett problem med antingen avståndet i kalenderår mellan provpunkterna eller en av dateringarna.

#### 5.1.4 Tillväxtperioder på Åbuamossen

De olika tillväxtperioderna (Period 1-9, figur 8) på Åbuamossen baseras på tillväxtmönstren hos 30TM0001-kronologin och samtliga kurvor som den är uppbyggd av. Period 1 (3705-3650 cal. BP) visar en svag men tilltagande tillväxt. Allt för stor vikt ska dock inte läggas vid tillväxtmönstret under denna period, då en stor del av den endast representeras av ett

prov (TM044, figur 8). Tillväxten är generellt stark under Period 2 (3650-3565 cal. BP) förutom en tydlig tillväxtreducering kring 3617 cal. BP. Period 3 (3565-3496 cal. BP) visar en svagt avtagande tillväxthastighet. Under Period 4 (3496-3471 cal. BP) är tillväxten jämn men mycket svag. Period 5 (3471-3395 cal. BP) visar inledningsvis svag och något avtagande tillväxt. Slutet av denna period (5b) är motsägelsefull då enskilda prover studeras. Tillväxtmönstren från de träd som ingår i 20TM0340-kronologin uppvisar betydligt svagare tillväxt än de träd som ingår i 20TM0440-kronologin. Period 6 (3395-3374 cal. BP) inleds med reducerad tillväxt kring 3391 cal. BP, tillväxten är fortsatt mycket svag efter detta. Period 7 (3373-3337 cal. BP) visar gynnsamma förhållanden då en tydlig tillväxtökning syns hos samtliga prover. Åren 3354 och 3344 cal. BP var år då tillväxten var extra god. Period 8 (3336-3286 cal. BP) visar en tydlig degenerering med tydliga synkrona tillväxtminskningar hos många prover kring 3317 och 3301 cal. BP. Under avslutande Period 9 (3285-3212 cal. BP) är tillväxten extremt svag och samtliga prov från 30TM0001-kronologin dör.

#### 5.1.5 Tillväxt på olika delar av Åbuamossen

Eftersom materialet från Åbuamossen transporterats från själva mossen innan prover för dendrokronologisk analys samlades in, är det svårt att göra någon precisare bedömning än att tillväxtförhållandena var så pass gynnsamma under perioden 3710-3212 cal. BP att det växte tallskog på mossens sydöstra del. Det troliga igenväxningsmönstret hos Åbuamossen bör ha varit från söder mot norr. Detta antagande baseras på att berggrunden och moräntäcket lutar från söder mot norr och det lager av gyttna som finns under mossens norra del (Theläus & Holmquist, 1994a; Daniel, 1999). Utöver detta finns det fortfarande öppet vatten norr om Åbuamossen. Malsjön, som ligger mellan mossens nordligaste del och Helge å, har troligen täkt stora delar av det område som idag utgörs av våtmark innan igenväxningsfasen inleddes.

#### 5.1.6 Degenerering av beståndet på Åbuamossen

De prover som utgör 20TM0440-kronologin dör successivt under ca 150 år (figur 8). Ett snabbare och mer dramatiskt händelseförlopp syns hos proverna som utgör 20TM0340-kronologin. Under en relativt kort period på 70 år dör det kända tallbeståndet på Åbuamossen (figur 8). Det är svårt att avgöra om detta sker successivt eller i fyra pulser (D1-4, figur 8) baserat på 20 prover. Många av de uppmätta proverna från både Viss mosse och Åbuamossen visar att träden vuxit mycket sakta innan de slutligen dött. Detta kan vara ett resultat av att det blivit allt fuktigare vilket medför att syreupptagningsförmågan hos rötterna försämras.

## 5.2 Viss mosse

### 5.2.1 Huvudkronologi från Viss mosse

Ett flertal kronologier har sammanställts med vedmaterial från Viss mosse. Den mest omfattande kronologin är den 570 år långa 30TM0002-kronologin som består av 37 prover (figur 9).

### 5.2.2 Delkronologi från Viss mosse

Tre mindre kronologier bestående av material från Viss mosses nordöstra del, område 4 (figur 4) skapades. Inga av dessa kronologier kunde korsdateras sinsemellan eller med 30TM0002-kronologin. Den starkaste av kronologierna från område 4 är den 320 år långa 20TM1190-kronologin som är uppbyggd av fem prover (figur 10).

### 5.2.3 Resultat av dateringskorrelering från Viss mosse

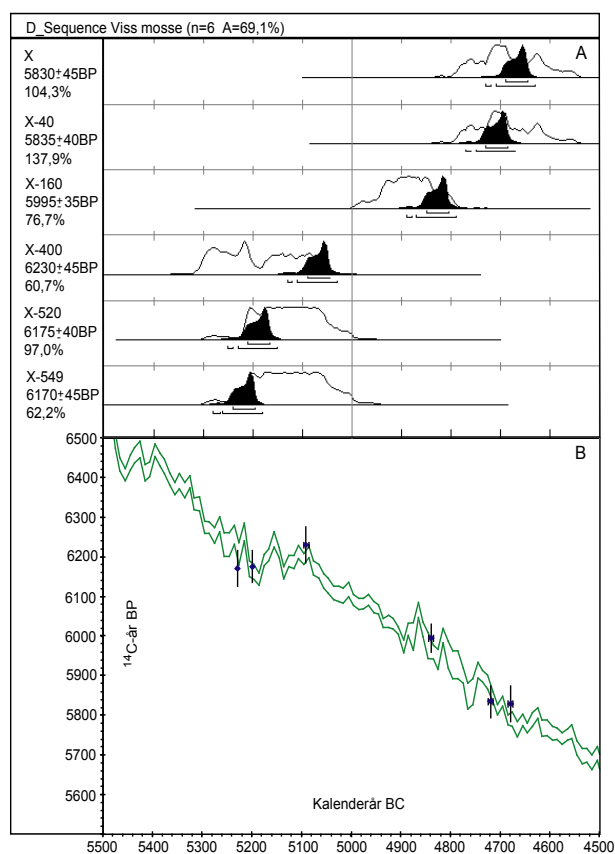
Dateringarna från Viss mosse kan tyckas märkliga då åldern för prov X-400 är högre än hos proverna X-520 och X-549 som ska vara 120 respektive 149 år äldre (tabell 1). Kalibrering av dateringarna från Viss mosse (30TM0002-kronologin) i OxCal v3.10 visar att de kan stämma. Det givna A-värdet är på 69,1 % vilket är relativt lågt men väl över den givna minigränsen på 60 % (Bronk Ramsey, 1995, 2001).

Till en början gjordes WMD baserad på konstant tillväxthastighet, baserad på den genomsnittliga tillväxten per år, vilket gav problem när dateringarna skulle passas in på  $^{14}\text{C}$ -kalibreringskurvan. Eftersom tillväxthastigheten inte varit konstant över tiden gjordes tester där avståndet mellan dateringarna i kalenderår lades in tillsammans med givna  $^{14}\text{C}$ -dateringarna med  $1\sigma$  (tabell 1). Efter denna justering passade dateringarna mycket bra in på  $^{14}\text{C}$ -kalibreringskurvan (figur 15B)

Dateringen från 20TM1190-kronologin (tabell 1), OIV (figur 4), visar att det bör vara en överlappning på ca 50 år mellan 20TM1190- och 30TM0002-kronologin. Perioden då kronologierna överlappas representeras dock endast av ett prov från vardera kronologin (figur 9 & 10). Det kan räcka med att ett av de två träden vuxit på ett avvikande sätt för att korsdatering mellan dem ska omöjliggöras. Det finns inga statistiskt signifikanta värden för överlappningen mellan kronologierna, men  $^{14}\text{C}$ -dateringarna visar att beståndet i område 4 etableras senare och klarat sig längre än de i område 1-3 (figur 4).

### 5.2.4 Groddtillfällena på Viss mosse

Det äldsta beräknade groddåret på Viss mosse kommer från prov TM125. På grund av röta går det inte att avgöra det exakta groddåret. Det saknas uppskattningsvis 60-80 år till provets märke (figur 5). Eftersom provet är från en stam kan det röra sig om ytterligare 15 år till groddåret (figur 6) vilket gör att det uppskattade året trädets grott blir ca 7250 cal. BP. Omkring 7165 cal. BP har flera träd grott synkront (G1, figur 9), möjligen från frön från TM125. Nästa generation synkrona groddar (G2 figur 9) inträffade kring 7070 cal. BP. De



Figur 15. Totalt har 16 dateringar på material från Viss mosse gjorts, 15 från 30TM0002-kronologin. Kronologins ålder baseras på sex av dessa dateringar (X, X-40, X-160, X-400, X-520 och X-549). Övre delen av figuren (A) visar kalibrering av dateringarna med OxCal v3.10 (Bronk Ramsey, 1995, 2001) baserat på IntCal04 (Reimer *et al.*, 2004). Nedre delen (B) visar samma dateringar inlagda på  $^{14}\text{C}$ -kalibreringskurvan med hjälp av en Excelkonstruerad wiggle-match dating baserad på INTCAL98 (Stuiver, 1998). Skalan på x-axeln är den samma i del A och B. A-värdet visar hur väl de ingående dateringar passar på kalibreringskurvan under givna förhållanden och n-värdet hur många dateringar det är, A-värdet ska vara över 60 % (Bronk Ramsey, 1995, 2001). I övre delen av vänstermarginalen anges provens namn,  $^{14}\text{C}$ -ålder och hur väl de passar på kalibreringskurvan under givna förhållanden enligt OxCal v3.10. Eftersom värdet för prov X-40 är det högsta (137,9 %) har de dateringarna som används i CATRAS baserats på detta prov. De vita kurvorna i figur 15A visar de enskilda dateringarnas fördelningskurvor. De svarta kurvorna är fördelningskurvor baserade på de kända avstånden mellan samtliga dateringar. Eftersom avståndet i tid mellan dateringarna är känt blir fördelningen den samma för samtliga dateringarna vilket är orsaken till att de svarta fördelningskurvorna är identiska. Alla dateringarna passar in på kalibreringskurvan med  $1\sigma$  och visar hur en  $^{14}\text{C}$ -plåt sänker åldern något på de två äldsta dateringarna (tabell 1).

flesta träd som har grott vid detta tillfälle började växa i område 2 (OII figur 4 och 16). Tredje generationen av synkrona groddar på Viss mosse, Groddtillfälle 3 (G3, figur 9), inträffade omkring 7045 cal. BP och består av prover från både område 1 och 2 (OI och OII, figur 16). Mellan G2 och G3 började även ett flertal prover att växa sporadiskt. Den fjärde generationen synkrona groddar på Viss mosse, Groddtillfälle 4 (G4, figur 9), inträffade ca 6965 cal. BP. De träd som ingår i 20TM1190-kronologin (figur 10) från område 4 (OIV, figur 16) kan tänkas utgöra en femte groddgeneration på Viss mosse.

### 5.2.5 Tillväxtperioder på Viss mosse

Första delen av Period 1 (1a, figur 9) visar en tilltagande tillväxt hos beståndet på Viss mosse. Under andra halvan av Period 1 (1b), 7141-7119 cal. BP, var tillväxtförhållandena mycket goda. År då tillväxten har varit extra stark hos de ingående proverna var 7137 och 7122 cal. BP. Period 2 inleds med synkrona tillväxtminskningar och 7108 cal. BP kollapsar många träd. Återhämtningsfasen tog många år, men tillväxten tilltog mot slutet av Period 2 (ca 7085-7072 cal. BP). Tillväxten var mycket god under Period 3 (7072-7050, figur 9). Under perioden skedde två extrema tillväxttoppar kring 7066 och 7055 cal. BP som syns på samtliga prover. Tillväxten var relativt stark och jämn under Period 4 (7049-6977 cal. BP). Det har inträffat ett flertal synkrona tillväxtökningar och minskningar under perioden. Period 5 (6976-6900 cal. BP) inleddes med ett par mindre men synkrona tillväxtminskningar. Under resterande del av perioden har en svag tillväxtökning, med stark tillväxt 6917 och 6904 cal. BP, pågått. Period 6 (6899-6856 cal. BP) inleddes med tillväxtminskningar. Kring 6884 cal. BP var tillväxten extremt svag och en del träd kollapsade. Den sista perioden då tillväxten var generellt tilltagande och god på Viss mosse var Period 7 (6855-6800 cal. BP). De mest gynnsamma åren var 6828 och 6805 cal. BP. Under Period 8 blev tillväxten svagare men var relativt jämn. Den följande perioden, Period 9 (6766-6749 cal. BP) visar en något tilltagande tillväxt. Period 10 (6749-6634 cal. BP) inleddes med ett par synkrona tillväxtminskningar och perioden fortsatte sedan med mycket svag tillväxt. Avslutande Period 11 representeras endast av ett prov (TM069) och är därför inte helt tillförlitlig. Tillsammans visar dock Period 10 och 11 en tydlig degenerering med allt svårare levnadsförhållanden för tallbeståndet på Viss mosse.

### 5.2.6 Tillväxt på olika delar av Viss mosse

Prover från område 1 (OI, figur 4 och 16) visar att tillväxten på denna del av mossen var relativt stark och stabil. De tillfälliga händelser som ses som goda respektive dåliga tillväxtår på huvudkronologin är inte lika starka hos de enskilda prover från OI som hos de från t.ex. OII. Öster om OI ligger Område 2 (OII). De tillväxtminskningar som syns på 30TM0002-kronologin, t.ex. 7042 cal. BP (figur 9), ter sig som kollapsar på många prover från OII. Detta tyder på att denna del av mossen var känslig för förändringar.

Det första kända träd som grott på Viss mosse (TM125) är från område 3 (OIII, figur 16). Trädet har vuxit under svåra förhållanden vilket den långsamma, men relativt jämna, tillväxten visar. Träden från OIII verkar gro och dö successivt under hela den undersökta perioden. Det är svårt att avgöra den exakta orsaken till detta då antalet analyserade prover är något mindre från OIII än OI och OII.

De träd som kommer från Område 4 (OIV) kan inte korsdateras med träd från övriga delar av Viss mosse. Enligt <sup>14</sup>C-datering av 20TM1190-kronologin (figur 10 & tabell 1) är tallbeståndet från OIV av något yngre ålder än övriga daterade bestånd från Viss mosse.

### 5.2.7 Degenerering av bestånden på Viss mosse

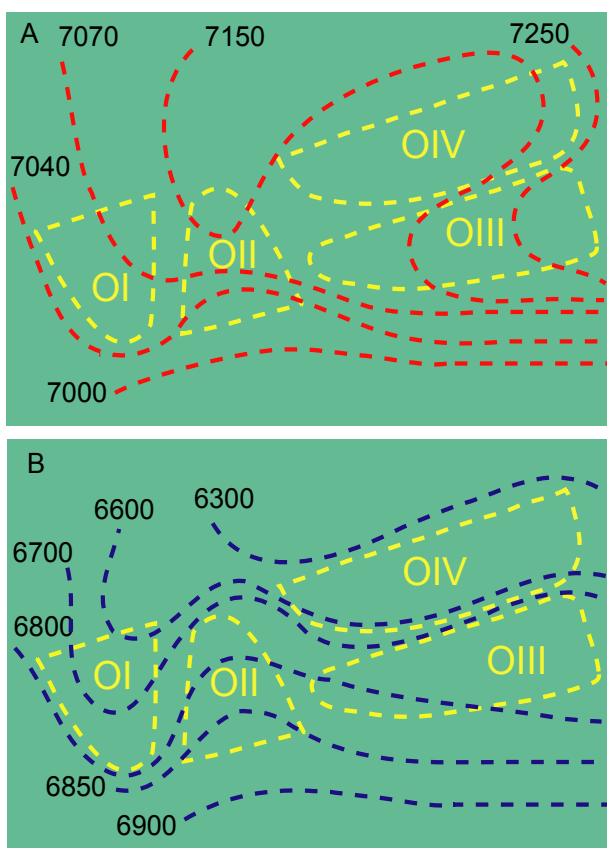
De tillfällen då många träd dött på Viss mosse är inte lika synkrona och tydliga som groddtillfällena. De sex längst kvarvarande proverna från 30TM0002-kronologin härstammar alla från OI (figur 16), vilket tyder på att levnadsförhållandena var relativt stabila och att förändringarna därför var mindre abrupta på denna del av mossen. Studeras enskilda prover är det tydligt att under perioden 6900-6700 cal. BP är det främst träd som vuxit inom OII som dött (figur 16). Detta område tycks ha varit extra känsligt för förändringar. Inom OIII dog träden successivt under hela degenereringsfasen. Under fältarbetet noterades att moräntäcket inte är jämnt och att mindre moränkullar nästan når täktytan inom delar av OIII. Detta styrks av den torvinventering som tidigare genomförts av Thelaus & Holmquist (1994b). En del av de tallar som kommer från OIII kan ha vuxit på de mindre fastmarksöar som kullarna bör ha utgjort på mossen. Orsaken till att en del träd reagerat kraftigare på grundvattenfluktuationer än andra inom OIII kan vara att de som vuxit utanför moränkullarna i högre grad påverkats av hydrologiska förändringar än de som vuxit på den fastare mark som moränkullarna erbjöd. Det yngsta daterade trädet från Viss mosse (TM117) kommer från OIV och dog 6324 cal. BP (figur 16). Degenereringen inom OIV var utifrån proverna som ingår i 20TM1190-kronologin successivt (figur 10).

### 5.2.8 Händelseförlopp vid etablering och degenerering

Skogsutbredningen inleddes på Viss mosses östra del (OIII) ca 7250 cal. BP (figur 16A). Etableringen av tall fortsätter från nordost inom OII där de äldsta proverna började gro omkring 7200 cal. BP, något senare börjar det även växa tall i OI (figur 16A). Skogens utbredningsmaxima på Viss mosse var omkring 7000 cal. BP. Förhållandena för tallskogen försämrades efter 6900 cal. BP. De försämrade levnadsförutsättningarna märktes främst inom OII där många trädets tillväxtmönster visar på svåra förhållanden vilket slutligen ledde till att många av träden dog. Vid studier av enskilda prov är signalerna vid synkrona tillväxtminskningar starkast hos prover från detta område. Förhållandena fortsätter att försämrades på mossen och 6730 cal. BP finns där inte



några kända träd kvar inom OII. Även i OIII var tillväxtförhållandena svåra och det sista kända trädet från denna plats dog ca 6705 cal. BP. Tallbeståndet inom OI påverkades inte lika snabbt av de försämrade levnadsvillkoren, men 6600 cal. BP har de flesta träd på denna plats dött (figur 16B). De kända prover som finns från OIV är något yngre än de som finns från OI-III. Det har vuxit tallar inom OIV fram till ca 6300 cal. BP, vilket visar att detta område drabbades av riktigt svåra förhållandena först efter att övriga bestånd dött.



Figur 16. De röda linjerna i 16A visar tallens utbredningsförlöpp inom områdena I-IV (figur 4) på Viss mosse vid olika tidpunkter. Tallbestånden på Viss mosse expanderar mellan 7250 och 7000 cal. BP. Tallens utbredning är som störst 7000-6900 cal. BP. De mörkblå linjerna i figur 16B visar degenereringsförlöppet på Viss mosse. Tallbestånden börjar minska i omfång efter 6900 cal. BP och sista daterade provet har dött 6300 cal. BP. Alla åldrar på bilderna är i cal. BP.

### 5.2.9 Densitetsberäkningar av Sphagnumtorven från Viss mosse

Densitetsberäkningarna från Sphagnumtorven visar att förhållandena blev torrare under den period då tallbeståndet på Viss mosse etablerades (figur 13). Torvens densitet är inledningsvis relativt låg men stiger markant där markytan beräknats ha varit då tallbeståndet grodde (tabell 3, figur 13). Ovan stubbhorisonten visar den generella trenden sjunkande densitet och humifieringsgrad vilket indikerar fuktigare förhållanden med mindre syre inblandat under nedbrytningsprocessen på mossen.

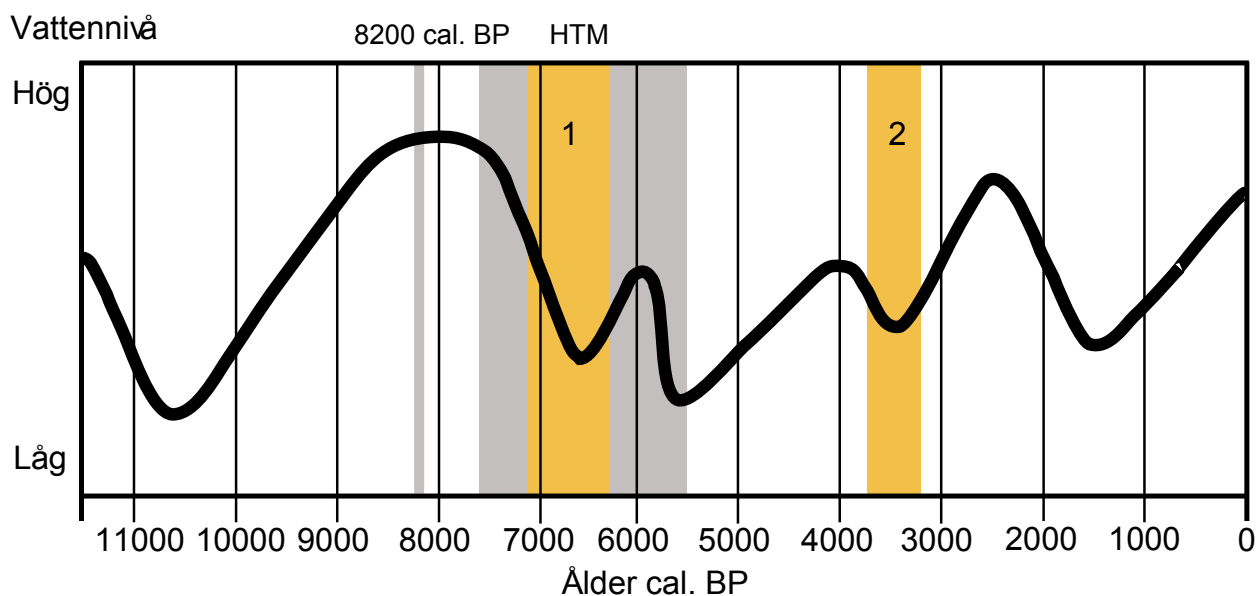
## 6. Diskussion

### 6.1 Koppling mellan resultat från Viss mosse och klimatutvecklingen under holocen

Under holocen har ett flertal snabba klimatförändringar inträffat på norra halvklotet (Mayewski *et al.*, 2004). Studier från södra Sverige visar att många större regionala förändringar hos grundvattennivån och vattennivån i sjöar under holocen har varit synkrona (Digerfeldt, 1988). Den hydrologiska balansen i sjöar påverkas i hög grad av variationer i effektiv nederbörd som i sin tur styrs av klimatiska variationer (Hammarlund *et al.*, 2003). Träd som vuxit på våtmarker har varit känsliga för variationer hos den effektiva nettonederbörden och har därför reagerat då den har förändrats (Gunnarson, 2002). Lokalt kan icke klimatiska variationer påverka den hydrologiska balansen men vid synkrona variationer sett ur ett regionalt perspektiv måste klimatiska variationer vara inblandade.

Det var kallt och fuktigt i Europa omkring 8200 cal. BP (Snowball *et al.*, 2004; Hammarlund *et al.*, 2005). Undersökningar av Hammarlund *et al.* (2005) från Igelsjön i Västergötland indikerar sänkt temperatur och höjd mängd nettonederbörd under kallperioden 8200 cal. BP vilket resulterade i att vattennivån i sjön höjdes. Perioden 8000-4000 cal. BP karakteriseras i södra Sverige av ett relativt stabilt och torrt klimat (Hammarlund *et al.*, 2003). Under denna period inträffar det holocena klimatoptimat, ca 7500-5500 cal. BP (Snowball *et al.*, 2004). Det finns många paleoklimatarkiv som visar att det skandinaviska klimatet under det holocena klimatoptimat var varmt och torrt vilket fick till följd att vattennivån i sjöarna märkbart sänktes (Snowball *et al.*, 2004; Borgmark, 2005). Sommartemperaturen 7500-5500 cal. BP var ca 2°C varmare än dagens (Snowball *et al.*, 2004; Kultti *et al.*, 2006). Pollenbaserade temperaturrekonstruktioner indikerar något lägre, 1,4-1,7°C, men ändå höga julitemperaturer i södra och centrala Sverige (Seppä *et al.*, 2005). Det torra och varma klimatet bidrog inte bara med att tallbestånd kunde etableras på våtmarker. Studier på tallens utbredning i Lappland visar att trädgränsen nådde rekordhögt upp på fjällslutningarna omkring 6800 cal. BP (Kultti *et al.*, 2006).

Det finns inga kända prover av tall från Viss mosse från den kalla och fuktiga perioden kring 8200 cal. BP. Troligen var grundvattennivån för hög på hela mossen för att etablering av tallskog skulle kunna ske. Det är troligt att den sjö som det finns spår av i lagerföljden (tabell 3) från Viss mosse var som störst omkring 8200 cal. BP vilket i så fall överrensstämmer med de generellt höga vattennivåer som registrerats i sydsvenska sjöar från denna period (figur 17). Tallbestånden på Viss mosses etablering och utbredning sammanfaller väl med det holocena klimatoptimat i Skandinavien (figur 17). Grundvattennivån måste ha sänkts betydligt för att tallbestånd ska etableras på en våtmark i över 600 år vilket överrensstämmer bra med



Figur 17. Vattennivåfluktuationer i Sydsverige baserat på Digerfeldts (1988) sedimentstratigrafiska undersökningar av Bysjön i Skåne. Åldrarna är sedermera korrigerade åldersmässigt efter dem som presenteras av Hammarlund *et al.* (2003). Tallbeståndens utbredning i tid är utsatta i figuren, fält 1 representerar tallbestånden från Viss mosse och fält 2 de från Åbuamossen. Tallens etablering sker i bägge fallen kring torrare perioder under holocen då vattennivån i Sydsvenska sjöar sänkts. Det smala skuggade fältet representerar kallperioden 8200 cal. BP då vattennivån på Viss mosse troligen har varit som högst. Det breda skuggade fältet visar det holocena klimatoptimat, 7500-5500 cal. BP (Snowball *et al.*, 2004), då tall etablerades på Viss mosse (fält 1).

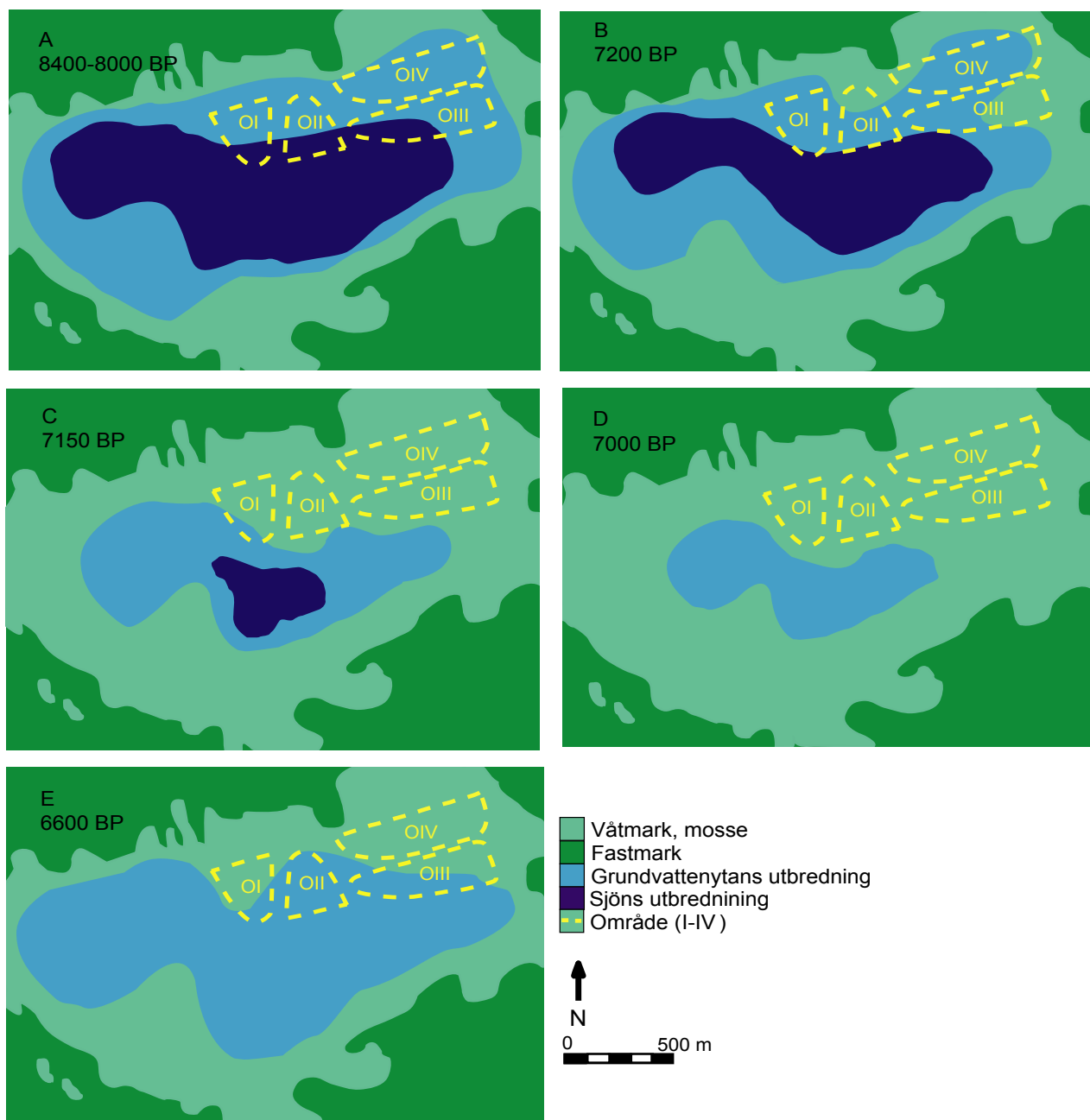
den generella bilden av perioden 7500-5500 cal. BP med ett varmt, torrt klimat och låg vattennivå i de sydsvenska sjöarna. Tallens etablering på Viss mosse inleddes ca 500 år före det lågvattenoptimum som inträffade under perioden då det fanns tallskog på mossen (figur 17). Detta kan förklaras med att etableringen skedde successivt allt eftersom grundvattennivån sänktes, vilket den bör ha gjort under hela etableringsfasen (figur 17). En kortare period med ökad nederbörd, eventuellt som ett resultat av kallare sommartemperatur tycks inträffa omkring 6700 cal. BP (Hammarlund *et al.*, 2003). Denna händelse skulle eventuellt kunna förklara de sämre tillväxtförhållandena som märks av på Viss mosse vid och efter denna tidpunkt. Humifieringsgraden hos vitmosstorven visar att förhållandena på Viss mosse blev fuktigare igen efter det att tallbeståndet etablerats (figur 13). Anledningen till att träden dog bör därför vara att grundvattennivån successivt höjdes vilket medförde att rötternas syreupptagningsförmåga hämmades.

## 6.2 Fluktuationer i Vissjön

Att stubbhorisonten är belägen ca 50 cm upp i Sphagnumtorven är ett tecken på att igenväxningsfasen av Viss mosse inte har varit kontinuerlig. Fluktuationer av den hydrologiska balansen som en följd av klimatförändringar har uppenbarligen inträffat då tall vuxit på stora delar av mossen i en över 600 år lång period för att sedan försvinna igen. Baserat på tillväxtdynamik, när olika områden på Viss mosse blev be vuxna och avskogade, samt alggyttjans utbredning (Thelaus & Holmquist, 1994b) har en utvecklingsrekonstruktion

av Vissjön och grundvattenfluktuationer på Viss mosse möjliggjorts (figur 18).

Det är svårt att utan dateringar från de stratigrafiska enheterna exakt fastställa när Vissjön hade sin största utbredning. Med hjälp av Sphagnumtorven under den beräknade markytans mäktighet (figur 13) går det att göra en överslagsberäkning för hur lång tid det krävts för lagret att bildas. Eftersom torven kompakterats vid dränering och täktverksamhet på mossen bör varje millimeter motsvara mer än ett års mossbildning. Används värdet 0,8 mm/år har Sphagnumtorven under den beräknade marknivån vid tidpunkten då tallbeståndet började gro, 7250 cal. BP, bildats under en 875 år lång period. Åldern för gränsen mellan enhet 6 och 7 (tabell 3) blir i så fall 8125 cal. BP. Perioden då sjön var som störst bör sammanfalla med alggyttjelagrets största utbredning (enhet 4, tabell 3). Alggyttjans utbredning baseras på den torvinventering som gjorts av Thelaus och Holmquist (1994b). Alggyttjan följer moränens topografi och 97,5 % av gyttjan finns på nivåer lägre än 169,9 m.ö.h. (Thelaus & Holmquist, 1994b). Det är svårt att avgöra under hur lång tid bildningsprocessen för enhet 5 och 6 (tabell 3) pågick. Men en rimlig ålder för Vissjöns största utbredning (figur 18A) bör bli omkring 8200 cal. BP vilket överrensstämmer bra med figur 17 och de rådande kalla och fuktiga klimatförhållandena omkring 8200 cal. BP (Hammarlund *et al.*, 2005). Eftersom inga dateringar gjorts på alggyttjan och dess ålder endast extrapolerats bör dock inte tidpunkten för Vissjöns största utbredning preciseras exaktare än 8400-8000 cal. BP även om 8200 cal. BP



Figur 18. Konstruktion av olika stadier hos Vissjön baserat på när tall etablerades och försvann från områdena I-IV (figur 16), tillväxtdynamik hos enskilda prov, alggyttjans utbredning och moränens topografi. De ljusblå områdena representerar delar av mossen inom vilka grundvattenytan var för högt belägen för att etablering av tall skulle kunna ske. De mörkblå områdena visar Vissjöns utbredning baserad på torvinventering av Thelaus & Holmquist (1994b). Vissjöns var som störst någon gång mellan 8400 och 8000 cal. BP (A). Åldern för sjöns största utbredning är baserad på mäktigheten hos de olika enheterna mellan den beräknade markytan vid tallbeståndets groddtillfälle (figur 13) och alggyttjan (tabell 3). Sjöns igenväxning sker då det blir varmare och torrare (B-D). Det finns inte någon öppen vattenyta kvar då tallbeståndet är som störst, 7000-6900 cal. BP. Mellan 6900-6300 cal. BP har grundvattenytan höjts på Viss mosse vilket är den främsta orsaken till tallbeståndets degenerering (E).

verkar rimligt. Med hjälp av moräntopografin under Viss mosse och alggyttjans utbredning har även Vissjöns största djup beräknats till ca 2 m.

Då Vissjön var som störst var grundvattenytans nivå så pass hög att etablering av skog inte kunde ske inom något av de undersökta områdena (figur 18A). Efterhand som klimatet blev varmare och torrare sjönk

grundvattennivån vilket medförde att tall kunde etableras på mossens nordöstra del kring 7200 cal. BP (figur 18B). Sänkningen av grundvattenytan och skogsutbredningen gick relativt fort, vilket medförde att Vissjön snabbt krympte i omfång (figur 18C). Omkring 7000 cal. BP har tallbeståndets utbredning på Viss mosse varit som störst (figur 16 och 18D). Klimatet

bör ha varit så pass varmt och torrt att Vissjön helt försvann och det finns inga tecken på att någon ny sjö ska ha bildats i området efter det holocena klimatoptimat. Efter denna tidpunkt är det främst grundvattentytans nivå som styr hydrologin på Viss mosse. Då tallbeståndet nådde sin största utbredning kring 7000 cal. BP bör det endast ha varit de centrala delarna av den bassäng som utgör Viss mosse som haft för hög markvattenhalt för etablering av tall (figur 18D). Efter 6900 cal. BP har grundvattennivån successivt stigit på Viss mosse vilket medfört en degenerering av tallbestånden (figur 16B). Kring 6600 cal. BP nådde grundvattentytan så höga nivåer att de flesta träd inom områdena 1-3 dog eller var döende (figur 16B & 18E). Grundvattennivån fortsatte sedan att stiga vilket medförde att det inte finns några kända daterade prover från Viss mosse efter 6300 cal. BP (figur 16B).

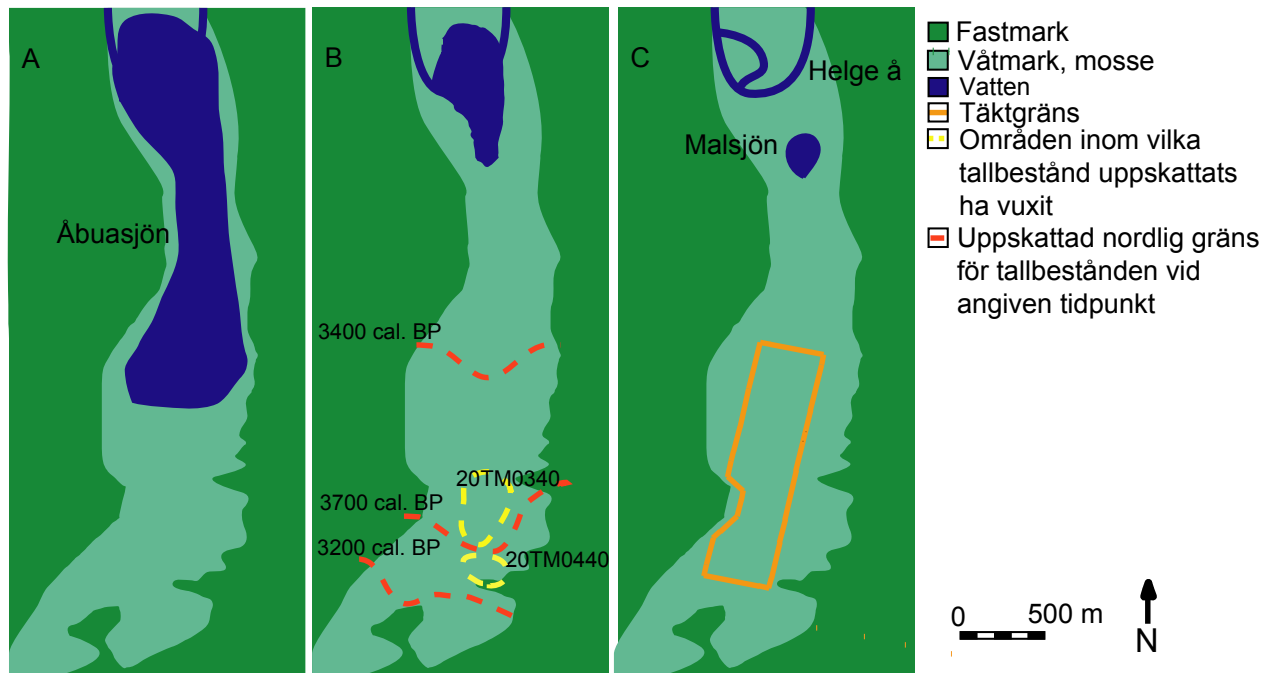
### 6.3 Koppling mellan resultat från Åbuamossen och klimatutvecklingen under holocen

Omkring 4200 cal. BP inleddes en period på norra halvklotet då temperaturen relativt snabbt sänktes (Mayewski *et al.*, 2004). Många nordeuropeiska kli-

matarkiv, däribland sediment från Igelsjön i Västergötland, visar på kallare och blötare förhållanden efter 4100 cal. BP (Jessen *et al.*, 2005). Till följd av ökad nettonederbörd steg vattennivån i sydsvenska sjöar kring 4000 cal. BP (Hammarlund *et al.*, 2003; Digerfeldt, 1988). Faktorer som kan ha orsakat den ökade nettonederbörden under denna period är minskad sommarinstrålning på nordliga latituder och försvagad thermohalin cirkulation i Atlanten, vilket i sin tur kan ha orsakat förändringar i atmosfärens cirkulation över Nordvästeuropa (Hammarlund *et al.*, 2003).

Det har grovt tallar på Åbuamossen kring 3700 cal. BP trots att vattennivån bör ha varit hög och temperaturen låg. Igenväxningsfasen av mossen kan ha varit så pass långt fortskriden att de sydligaste delarna inte direkt påverkades av de ändrade förhållandena. En annan möjlighet är att de äldsta tallarna, som bildar 20TM0440-kronologin (figur 8), vuxit på en marginalzon till mossen och på så sätt inte direkt påverkats av förändringarna (figur 19). En faktor som tyder på detta är att tillväxten hos tallarna i 20TM0440 är mycket starkare under Period 5b (figur 8) än för de träd från i 20TM0340-kronologin som tycks ha vuxit på en hydrologiskt mer känslig del av mossen.

Enligt paleohydrologiska undersökningar i Syd-



Figur 19. Figur 19A visar Åbuasjöns största utbredning baserad på det gyttjelager som finns mellan enhet 1 och 2 (tabell 2) på mossens norra del (Thelaus och Holmquist, 1994a). Gyttn och den från söder sluttande topografin i området tyder på att Åbuamossen vuxit igen från söder mot norr. Förhållandena på Åbuamossen var relativt torra omkring 3400 cal. BP då det bestånd som bildar 20TM0340-kronologin började växa. 20TM0440-kronologin började växa kring 3700 cal. BP men troligen närmare mossens yttre gräns eftersom träden inte reagerar på förändringar på samma sätt som 20TM0340-träden. Det övre av de gulmarkerade områdena visar var 20TM0340-beståndet kan ha vuxit medan den undre visar ett möjligt område för 20TM0440-beståndet. Grundvattennivån höjdes snabbt mellan 3290 och 3210 cal. BP då samtliga träd som bildar 20TM0340-kronologin dör. De röda linjerna visar ungefär hur långt vattnet från sjön och vattendraget i norr bidrar med för hög grundvattennivån för talltillväxt vid olika tillfällen på mossen. Figur 19C visar den nutida Åbuamossen med Helge å och Malsjön i norr. År då snösmältningen är kraftig och vattennivån i Helge å stiger kan halva Åbuamossen stå under vatten. Den orangefärgade markeringen visar den yttre gränsen för den täktade delen av Åbuamossen.

sverige sker en sänkning av vattennivån i sjöarna med ett minimum kring 3400 cal. BP (figur 17) (Hammarlund *et al.*, 2003; Digerfeldt, 1988). Denna något torrare period sammanfaller väl med den starka tillväxtökning som sker på Åbuamossen både vad det gäller kvantitet och ringbredd (figur 8, Period 7). Även om den generella trenden är att klimatet blir fuktigare så visar undersökningar av både vattennivåfluktuationer och torvstratigrafier att trenden ibland brutits under kortare torrperioder (Digerfeldt, 1988). De 220 år under vilka majoriteten av de daterade proverna från Åbuamossen har levt (figur 8) passar väl in på den kortvariga torrare period vars optimum inträffade ca 3400 cal. BP (figur 17). Det finns rekurensytor i torv i Halland som visar på en snabb växling från torra till fuktiga klimatförhållanden kring 3200 cal. BP (Björck & Clemmensen, 2004). Denna klimatförändring kan ha orsakat den snabba degenerering som inträffade på Åbuamossen då samtliga prover från 20TM0340-kronologin hastigt dog under en 70-årsperiod (figur 8).

Åbuamossen ligger i nära anslutning till Helge å (figur 19C). Trots att det numera finns pumpanläggningar för att hålla vattennivån konstant på Åbuamossen översvämmas den med jämna mellanrum. Detta sker främst år då snösmältningen är kraftig vilket medför att vattennivån i Helge å stiger (Bengtsson, 2006). Mossen bör ha varit ännu mer känslig för variationer av Helge ås vattennivån under igenväxningsfasen. Malsjön norr om Åbuamossen kan vid ett tidigt stadium av mossens utveckling ha utgjort en sjö som täckt större delen av Åbuamossen (Åbuasjön figur 19A).

## 6.4 Jämförelse mellan Viss mosse och Åbuamossen

Tyvär är materialet från de båda mossarna av olika åldrar vilket omöjliggör korsdatering och andra dendrokronologiska jämförelser mellan platserna. Variationerna på Åbuamossen tycks ha varit snabbare och mer dramatiska än de på Viss mosse vilket kan vara orsakat av Åbuamossens närhet till Helge å. Detta medför att Åbuamossen är och har varit del i ett betydligt större hydrologiskt system än Viss mosse och att det därför finns fler variabler och större mängder vatten som kan påverka mossens hydrologi.

Jämförs antalet bevarade stammar mellan de båda torvmossarna så finns det procentuellt sett fler stammar i förhållande till antalet stubbar bevarade på Åbuamossen. Detta kan vara ett resultat av att Åbuamossen utsatts för en storm som medfört att många träd blivit vindfällda. Stammar från träd som har blivit vindfällda kan ha hamnat i en lika bra bevaringsmiljö som rötterna och stubbarna vilket medfört att de bevarats. De stammar som ligger *in situ* på Åbuamossen ligger i ungefär samma västöstliga riktning med rotändan mot väster. Även detta tyder på att många av träden är vindfällda och att den storm som en gång fällde dem kom från väster. Eftersom döda träd utgör mindre vindfång än levande kan den storm som orsakade träd-

fällningen skett innan de sista träden dog omkring 3200 cal. BP (figur 8). Det tillfälle då flest träd kan ha dött synkront och därför kan tänkas vara det tillfälle området stormdrabbades är D3 (figur 8). Tillväxtmönstret på de få kvarvarande träden visar ingen direkt tillväxtökning efter D3 (figur 8), trots trolig minskad konkurrens om näring, vilket kan förklaras med att rötterna ofta tar skada vid stormar. Det som ser ut som en tillväxtökning hos de sista kvarvarande träden kan vara ett resultat av att marken blivit mjukare, troligen som ett resultat av stigande grundvattennivå, så att träden har börjat stå snett och därför producerat kompensationsved för att stå stabilare (figur 6).

Då tillväxtmönstren från de båda lokalerna studeras tycks de enskilda åren med god tillväxt vara något mer synkrona än åren med dålig tillväxt. En anledning till detta kan vara att vattennivån successivt höjts och på så sätt nått olika trädets rötter vid något skilda tillfällen. Efter tillväxtkollaps behöver träden rimligen en återhämtningsfas på några år. Ett visst cykliskt mönster kan anas när tillväxtmönstret från Viss mosse (figur 9) analyseras. Tillräckliga analyser för att avgöra orsakerna bakom dessa eventuella cykler har inte varit möjliga inom de givna tidsramarna. År med stark tillväxt återkommer ofta med 11-15 års mellanrum på Viss mosse. Fortsatta studier och ingående frekvensanalyser skulle kunna ge svar på frågorna om det finns samband mellan de plötsliga tillväxtökningar och t.ex. solfläckscykeln, eventuella nederbördscykler, eller om de bara är slumpartade. Att de eventuella cyklerna inte syns lika tydligt på tillväxtmönstret från Åbuamossen (figur 8) kan bero på att det finns fler variabler som påverkar tillväxten på Åbuamossen än på den hydrologiskt mer slutna Viss mosse.

Vedmaterialets placering i vitmosstorven är ungefär den samma på de båda torvmossarna, ca 50 cm ovan de underlagrande enheterna (tabell 2 och 3). Detta kan bero på att det krävs en viss volym vitmosstorv innan förhållandena kan bli så pass torra att det finns förutsättningar för etablering av tall.

Undersökningarna från de båda lokalerna ger tillsammans värdefull kunskap inför eventuella fortsatta studier. Resultaten från Viss mosse visar de detaljerade resultat med årlig tidsupplösning som dendrokronologiska analyser kan ge. Resultaten från Åbuamossen visar på några av de problem och svårigheter som kan dyka upp vid denna typ av undersökningar.

## 7. Slutsatser

1. Tallbestånd har under relativt långa perioder etablerats på våtmarker i södra Sverige för att sedan försvinna igen.

2. Åldern för de daterade tallbeståndens utbredning på Viss mosse och Åbuamossen sammanfaller med perioder då vattennivån i sydsvenska sjöar har varit låg. Tallbestånden från Viss mosses ålder överrensstämmer väl med det holocena klimatoptimat.

3. Delar av Viss mosse var täckta av tallskog 7250-6300 cal. BP. Etablering och degenerering var inte synkrona mellan de olika delarna av mossen vilket orsakades av varierande hydrologiska förhållanden mellan de olika undersökta platserna på mossen.

4. Det växte tallskog på de södra delarna av Åbuamossen 3700-3200 cal. BP. Åbuamossen är del i ett större hydrologiskt system än Viss mosse vilket bidragit till den relativt snabba etablering och degenerering som skett på mossen.

Arbetets syften har uppnåtts då flera långa kronologier konstruerats med materialet från Viss mosse och Åbuamossen. De värdefullaste kronologierna har daterats med  $^{14}\text{C}$ -metoden och dateringarna har korrelerats för att ge kronologierna, tallbestånden, de enskilda proverna samt torrperioderna bästa möjliga åldrar. Bildnings-, utbrednings-, och avskogningsfas, samt perioder med stark respektive svag tillväxt hos de olika bestånden har fastställts. Vattenståndsförändringar, grundvattenfluktuationer och Viss mosses utvecklingshistoria har konstruerats utifrån tallbeståndens förflyttningmönster. De olika utvecklingsfaserna hos tallbestånden har kopplats till klimatrelaterade hydrologiska variationer. Något som dock misslyckades var sammanslagningen av kronologier från de olika lokalerna då vedmaterialet var av skilda åldrar.

#### 7.1 Möjligheter till fortsatta studier

Fler sydsvenska mossar behöver undersökas dendrokronologiskt så att de sydsvenska kronologierna kan byggas på. Sker skogsetablering synkront mellan dem kommer kronologierna att stärkas och på sikt kanske bindas samman med varandra och andra kronologier. Ett sådant projekt skulle inte bara ge den dendrokronologiskt baserade vetenskapen värdefull information, utan även kunna bidra med mycket inom forskning om paleoklimatologi,  $^{14}\text{C}$ -analys, arkeologi och torvstratigrafi då den dendrokronologiska metodiken uppvisar stor detaljrikedom och hög upplösning. Även torvindustrin skulle kunna dra nytta av att stubbhorisonterna på deras täkter kartläggs och dateras.

Eftersom träd anpassar sig efter de rådande levnadsförhållandena kan det vara bra att komplettera den dendrokronologiska analysen med studier av t.ex. isotopsammansättning och densitet i de enskilda träd-ringarna. Noggranna kompletterande studier av torvens humifieringsgrad och hur denna förändras kring stubbhorisonter hade också givit värdefull information. Det skulle bland annat gå att studera fragment av Sphagnum mer ingående, lutbehandla torven och undersöka vilka rizopoder (olika arter av skalämöbor som fungerar som fuktindikatorer) som finns i olika enheter av den. Vidare skulle även rekurensytor i torven kunna studeras eftersom dessa bildats då humifieringsgraden abrupt förändras.

## 8. Tack

Först och främst ett mycket stort tack till Hans Linder-son för god handledning, stora entusiasm och många tankeväckande kommentarer under arbetets gång. Jag vill även tacka Dan Hammarlund och Svante Björck för handledning, idéer och textgranskning. Tack till Göran Possnert för finansiering av en stor mängd dateringar och diskussion om dem. Jag vill även tacka Arne Sjöström för intressant guidning på skånska mossar, hoppas jag kan datera din stubbe på Rönneholms mosse under något framtida projekt. Karl Ljung tackas för all den hjälp han gav mig då dateringarna skulle kalibreras med wiggle-match dating. Jag vill även tacka Björn Holmquist för information om de torvventeringarna han utfört på de båda mossarna. Gunnar Digerfeldt tackas för diskussioner och granskning av arbetet. Jag vill tacka Johan Olsson för medverkan och hjälp under en regning fältdag. Jag tackar Ulf Bengtsson för upplysningar om de båda torvmossarna. Jag vill även passa på att tacka personal på Åbuamossen och Viss mosse för information, berättelser och kaffe under fältarbetet. Stort tack till Helena Wennerberg och Birgitta Hårdh för textgranskning och kommentarer till arbetet. Slutligen vill jag även passa på att tacka alla kursare och föreläsare jag haft under åren på geologiska institutionen, tack.

## 9. Referenser

- Aniol, R. W., 1988. Catras: Computer Aided Tree Ring Analysis System – User's Manual. *Unpublished. Schleswig, Germany.*
- Björck, S., Clemmensen, L.B., 2004: Aeolian sediment in raised bog deposits, Halland, SW Sweden: a new proxy record of Holocene winter storminess variation in southern Scandinavia? *The Holocene* **14**, **5**, 677-688.
- Blaauw, M., Heuvelik, G., Mauquoy, D., van der Plicht, J., van Geel, B. 2003: A numerical approach to  $^{14}\text{C}$  wiggle-match dating of organic deposits: best fits and confidence intervals. *Quaternary Science Reviews* **22**, 1485-1500.
- Borgmark, A., 2005. The Colour of Climate: Changes in Peat Decomposition as a Proxy for Climate Change - A Study of Raised Bogs in South-Central Sweden. *Thesis in Quaternary Geology No 4*. Department of Physical Geography and Quaternary Geology, Stockholm University.
- Briffa, K.R., Osborn, T.J., Schweingruber, F.H., Jones, P.D., Shiyatov, S.G., Vaganov, E.A., 2002: Tree-ring width and density data around the Northern Hemisphere: Part 2, spatio-temporal variability and climate patterns. *The Holocene* **12**, 759-789.
- Bronk Ramsey, C., 1995: Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, Vol. **37**, No. 2, 425-430.
- Bronk Ramsey, C., 2001: Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon* **43** (2A), 355-363.



- Daniel, E., 1999: Beskrivning till jordartskartan 3D Kristianstad NO. *Sveriges geologiska undersökning* Ae 134.
- Digerfeldt, G., 1988: Reconstruction and regional correlation of Holocene lake-level fluctuations in Lake Bysjön, South Sweden. *Boreas*, Vol. **17**, 165-182.
- Eckstein, D., 1984: Handbooks for Archaeologists N.2 Dendrochronological Dating. *European Science Foundation*. ISBN 2-903148-39-2.
- Fritts, H.C., 1976: Tree Rings and Climate. *Academic Press, London*.
- Gunnarson, B.E., 1999: A 200-year tree-ring chronology of pine from raised bog on Sweden: Implication for climate change? *Geografiska Annaler* **81A**, 421-430.
- Gunnarson, B.E., 2002: Holocene Climate and Environmental Fluctuations from Subfossil Pines in Central Sweden. *Thesis in Geography with Emphasis on Physical Geography No.25*, Department of Physical Geography and Quaternary Geology, Stockholm University
- Gunnarson, B.E., Linderholm, H.W. 2002: Low-frequency climate variation in central Scandinavia since the 10th century inferred from tree rings. *The Holocene*. **12**, 667-671.
- Hammarlund, D., Björck, S., Buchardt, B., Israelson, C., Thomsen, C.T., 2003: Rapid hydrological changes during the Holocene revealed by stable isotope records of lacustrine carbonates from Lake Igelsjön, southern Sweden. *Quaternary Science Reviews* **22**, 353-370.
- Hammarlund, D., Björck, S., Buchardt, B., Thomsen, C.T., 2005: Limnic responses to effective humidity during the 8200 cal. yr BP cooling event in southern Sweden. *Journal of Paleolimnology* **34**, 471-480.
- Holmes, R. 1983: Computer Assisted Quality Control in Tree-Ring Dating and Measurement. *Tree-Ring Bulletin* **44**, 69-75.
- Jessen, C.A., Rundgren, M., Björck, S., Hammarlund, D., 2005: Abrupt climate change and an unstable transition into a late Holocene Thermal Decline: a multiproxy lacustrine record from southern Sweden. *Journal of Quaternary Science* **20** (4), 349-362.
- Jowsey, P.C., 1966: An improved peat sampler. *New Phytologist* **65**, 245-248.
- Kultti, S., Mikkola, K., Virtanen, T., Timonen, M., Eronen, M., 2006: Past changes in the Scots pine forest line and climate in Finnish Lapland: a study based on megafossils, lake sediments, and GIS-based vegetation and climate data. *The Holocene* **16**, 381-391.
- Linderson, H., 1990: Dendroklimatologisk undersökning på torvmarkstallar i Pasarp-bränngårdeområdet i södra Västergötland. *Opublicerad undersökning*.
- Linderson, H., 1992: Dendroclimatological investigation in Southern Sweden. *Department of Quaternary Geology*, University of Lund.
- Linderson, H., 2003: A comparison between tree-ring widths of recent Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) stands and meteorological data from two areas in Sweden - inferences for the use of tree-ring width as climate indicator. *LUNDQUA Report 38*, Department of Geology, Quaternary Geology Lund University.
- Malmberg Persson, K., 2000: Beskrivning till jordartskartan 2D Tomelilla NO. *Sveriges geologiska undersökning* Ae 135.
- Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlén, W., Maasch, K.A., Meeker, K.A., Meyerson, E.A., Gasse, F., van Kreveld, S., Holmgren, K., Lee-Thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider R.R., Steig, E.J., 2004: Holocene climate variability. *Quaternary Research* **62**, 243-255.
- Nilsson, N.E (red), 1995: Skogen. Sveriges Nationalatlas. *Bokförlaget Bra Böcker*, Höganäs. ISBN 91-87760-05-3.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S., Ramsey, C.B., Reimer, R.W., Remmelle, S., Southon, J.R., Stuvier, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J., Weyhenmeyer, C.E., 2004: IntCal04 terrestrial radiocarbon age, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon* **46**, 1029-1058.
- Schweingruber F.H., 1988: Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology. *Kluwer Academic Dordrecht*. The Nederland's.
- Seppä, H., Hammarlund, D., Antonsson, K. 2005: Low- and high-frequency changes of temperature and effective humidity during the Holocene in south central Sweden: Implications for atmospheric and oceanic forcing of climate. *Climate Dynamics* **25**, 285-297.
- Snowball, I., Korhola, A., Briffa, K.R., Koc, N., 2004: Holocene climate dynamics in Fennoscandia and the north Atlantic. *Past Climate Variability through Europe and Africa*, 465-494.
- Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plicht, J., Spurk, M. 1998: INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* **40**, 1041-1084.
- Thelaus, M., Holmquist, B.H., 1994 (a): Åbuamossen: Inventering av torvslag och torvkvantiteter 1994. *SSV Markundersökning HB*.
- Thelaus, M., Holmquist B., 1994 (b): Inventering av Vissmossen. *SSV Markundersökningar HB*.
- Muntlig referens
- Bengtsson, Ulf, Weibull Trädgård AB 27650 HAMMENHÖG, Tel. 0414-44 38 00, 2006-11-14



# Appendix I

## Provdatab

Förkortningar som används i Appendix I

**Id-nr:** Identitetsnummer, position 8 ( ) varierar beroende på radie, stammedelkurvorna har siffran 9 på den sista positionen.

**Plats:** Provets fyndplats (figur 3 & 4).

**Art:** Tall (*Pinus*) eller Al (*Alnus*).

**St:** Stam, alla prover med ifyllda X kommer från stammar, övriga från stubbar.

**R:** Antal uppmätta radier hos varje enskilt prov.

**År:** Antal uppmätta år hos varje enskilt prov.

**SP:** Mängd splintved hos varje enskilt prov, Ot står för otydlig splintgräns.

**VT(9):** Valid time, de årsringar på provet som följer de klimatrelaterade tillväxttrenderna.

**OST:** Ojämn snabb tillväxt.

**OLT:** Ojämn långsam tillväxt.

**RC:** Röta i provets mitt, kring märgen.

**SY:** Skadade yttersta årsringar.

**SC:** Skadade innersta årsringar.

**TK:** Tillväxtkollaps + när det inträffar.

**W:** Avstånd till vankant, Ev. står för eventuellt vankant,

**Bark:** Avstånd till bark på provet, B betyder att provet har bark, Ev. står för eventuellt bark

**P:** Avstånd till märg på provet, P betyder att provet har märg.

**Dat:** Datering, i CATRAS given ålder i år f.Kr. för provets yngsta årsring.

**PK:** Bedömd prov kvalitet vid mätning, 1-5 (5=bäst).

**LD:** Långsam död.

**JT:** Jämn tillväxt.

**ST:** Snabb tillväxt.

**JST:** Jämn snabb tillväxt.

**JLT:** Jämn långsam tillväxt.

**OT:** Ojämn tillväxt.

**L:** Lyra.

**RN:** Rotnära prov.

**RG:** Rotgrupp

**DPMR:** Dåligt prov med röta

Id-nr	Plats	Art	St	R	År	VT(9)	SP	W	Bark	P	Dat	PK	Övrigt
00TM001_	Å1	Tall		4	198		79		5-10	P	1263	2+	LD.
00TM002_	Å1	Tall		4	231	1-100	82	1-5	>20	P		3.5	
00TM003_	Å1	Tall		2	103		48	3-5	B	P		4	JT, SY.
00TM004_	Å1	Tall		2	85		5	1-3		P		4+	JT.
00TM005_	Å1	Tall		2	123		64	2-5	Ev.	P		3	JT1-68, SY.
00TM006_	Å1	Tall		3	126	1-85	70		>20	P	1328	2.5	TK, OT.
00TM007_	Å1	Tall		2	199	55-170	79	3-10	Ev.	P	1285	2	LD.
00TM008_	Å1	Tall		2	136		53	Ev.		P	1320	3	LD.
00TM009_	Å1	Tall		3	81		OT			P		3	
00TM010_	Å1	Tall		2	198		41	>5	Ev.	5	1480	3.5	
00TM011_	Å1	Tall		2	95		41	W	B	1		3.5	JT 25-95.
00TM012_	Å1	Tall		1	150		OT	>5	>5	10		2.5	OT.
00TM013_	Å1	Tall		2	157		62			P		2.5	RN.
00TM014_	Å1	Tall		2	128		OT			P		3.5	RN.
00TM015_	Å1	Tall		2	101		OT	1-5				3	JST.
00TM016_	Å1	Tall		2	171		80	W		P		2.5	ST.
00TM017_	Å1	Tall		4	141	20-180	69	W		P		3	TK 143.
00TM018_	Å1	Tall		2	217		60	W		P		4.5	SY.
00TM019_	Å1	Tall		2	99		45	1-5		P	1312		
00TM020_	Å1	Tall		2	143			>5		20	1523	2	RN, OST.
00TM021_	Å1	Tall		2	113		41	>5		P	1428		
00TM022_	Å1	Tall	X	4	288		88	>5		10-20		4-	JLT 150-288.
00TM023_	Å2	Tall		2	156		73	3-5		P		3.5	
00TM024_	Å2	Tall	X	2	163		76	5-10		P		4	LT.

<b>Id-nr</b>	<b>Plats</b>	<b>Art</b>	<b>St</b>	<b>R</b>	<b>År</b>	<b>VT(9)</b>	<b>SP</b>	<b>W</b>	<b>Bark</b>	<b>P</b>	<b>Dat</b>	<b>PK</b>	<b>Övrigt</b>
00TM025_	Å2	Tall	X	2	114		63			P	1303	4-	JT.
00TM026_	Å2	Tall	X	2	136		OT			1-5		4-	JT. SY
00TM027_	Å2	Tall	X	2	118		10	1-10		3-5	1546	3	JST.
00TM028_	Å2	Tall	X	2	138		54	1-5		P	1325		
00TM029_	Å2	Tall	X	2	116		OT	2-7	B	P	1337	4-	JLT.
00TM030_	Å2	Tall	X	2	85		57	>5		P			
00TM031_	Å2	Tall	X	3	241		76	1-3		P		3	LT, LD.
00TM032_	Å2	Tall	X	3	309		118	W	B	P		3	OT, LD.
00TM033_	Å2	Tall	X	2	207		33	1-10		20-30		4	JST.
00TM034_	Å2	Tall	X	2	205		62	>5		P	1265	3	OT, LD.
00TM035_	Å2	Tall		2	173		90	>5		P	1265	3	Röd.
00TM036_	Å2	Tall	X	2	118		OT			1-3	1570	3+	Röd.
00TM037_	Å2	Tall	X	2	287		86	Ev.		P	1427	4+	JT, röd.
00TM038_	Å2	Tall	X	3	309		70	>5		P			Röd
00TM039_	Å2	Tall	X	2	88		48	2-5		P		3	JT.
00TM040_	Å3	Tall		2	122		OT			P		3	ST.
00TM041_	Å3	Tall		2	103		51			P	1317		ST.
00TM042_	Å3	Tall		2	104		42			P	1309	3	LD.
00TM043_	Å3	Tall		2	78		39			P	1348	2+	
00TM044_	Å3	Tall		3	306	25-306	68	2-5		P	1450		
00TM045_	Å3	Tall		2	131		79	5-10		P			
00TM046_	Å3	Tall		2	119		40			P		2	OT.
00TM047_	Å3	Tall		2	103		OT	5-10		1-3		3+	JT.
00TM048_	Å3	Tall		3	251		85	15		P		3+	
00TM049_	Å3	Tall		3	147		58			3-5	1309	3+	
00TM050_	Å3	Tall		2	87		53			P	1326	2+	LD.
00TM051_	Å3	Tall		2	143		45			P		3+	JST.
00TM052_	Å3	Tall		2	130		35			P	1331	3	
00TM053_	Å3	Tall		2	86		54	15		P	1320	3	
00TM054_	Å3	Tall		2	75		48			P	1328	3+	
00TM055_	Å3	Tall		3	123		31			P			
00TM056_	Å3	Tall		2	97		42	5-10		P		4-	
00TM057_	Å3	Tall		2	144		58	1-10		P		2	OT, TK.
00TM058_	Å3	Tall		2	107		55	5-15		P	1367	2+	OT.
00TM059_	Å3	Tall											SAKNAS
00TM060_	Å3	Tall		2	137		49			P	1338	2	TK.
00TM061_	V1	Tall		2	150		5	2-5		20-30	4957	1	OST.
00TM062_	V1	Tall		2	135		35			5-10	4728	1	OST, SY.
00TM063_	V1	Tall		2	193		OT	3-5		10-20	4717	2	OST.
00TM064_	V1	Tall		2	156		OT	10		70	4711	3	SY.
00TM065_	V1	Tall	X	2	108		35	W	B	P	4965	4-	JST.
00TM066_	V1	Tall		2	145		OT			30	4757	2+	RN, LD.
00TM067_	V1	Tall		2	112		OT			15	4988	2+	ST.
00TM068_	V1	Tall		4	98		OT	15		10	4994		RC.

<b>Id-nr</b>	<b>Plats</b>	<b>Art</b>	<b>St</b>	<b>R</b>	<b>År</b>	<b>VT(9)</b>	<b>SP</b>	<b>W</b>	<b>Bark</b>	<b>P</b>	<b>Dat</b>	<b>PK</b>	<b>Övrigt</b>
00TM069_	V1	Tall	X	2	218		72	W	B	20	4645	4	SY.
00TM070_	V1	Tall		4	85		3	20		5-7		2+	RC, OT.
00TM071_	V1	Tall		3	71		OT	40		P		3	
00TM072_	V1	Tall	X	2	314		60	W	B	P	4686	4	JT 1-230, TK, BY
00TM073_	V1	Tall		3	181	1-100	OT	W	B	5-10		2	TK 60.
00TM074_	V1	Tall	X	2	65		OT			P	4944		
00TM075_	V3	Tall		4	198	1-67	44	W	B	P	4919	2	OT.
00TM076_	V3	Tall		2	195		53	W	B	P		2	LT.
00TM077_	V3	Tall		2	65		OT	Ev.	0-5	3-5	5049	3	RC.
00TM078_	V3	Tall		2	197		OT		0-10	P		2	OT, LD.
00TM079_	V3	Tall		2	148	1-135	89	W		1-10	4939		79-81 RG.
00TM080_	V3	Tall		2	164	1-128	OT	0-10		5-7	4944		79-81 RG, LD.
00TM081_	V3	Tall		3	72		31	W			5045		79-81 RG.
00TM082_	V3	Tall		3	82		32		0-10	P	5034	3	
00TM083_	V3	Tall	X	2	143		33	W	B	P	4991	3+	
00TM084_	V3	Tall	X	3	117		53	1-5	B	P	5002	4	JST, LD.
00TM085_	V3	Tall		2	139		80	W	B	P	4872	2+	OT, LD, SY.
00TM086_	V3	Tall		2	199		OT	0-10		P	4814	3	OT.
00TM087_	V3	Tall		2	87		20		0-5	20		2	OT.
00TM088_	V3	Tall		3	163			W	B	P	4876	2+	DPMR.
00TM089_	V3	Tall		3	187		74	W	B	5	5006	2	OT, DPMR.
00TM090_	V3	Al		5	112			W	B	30		2-	DPMR.
00TM091_	V3	Tall		2	87		29		30	8	5061	2+	OST
00TM092_	V3	Tall							0-10	20			SAKNAS
00TM093_	V3	Tall		2	102		52	W	B	P			
00TM094_	V3	Al		3	130			W	B	20		2	RC, DPMR.
00TM095_	V3	Tall		2	205		47	>5	B	P	4913		
00TM096_	V3	Tall		3	232		93	W	B	P	4977	3+	TK 52-62.
00TM097_	V3	Tall		3	137	33-80	51	>5	B	P	5078	2	TK 55-65.
00TM098_	V3	Tall		2	170		98	0-10		10		2	98-99 RG, RC, LD.
00TM099_	V3	Tall		2	152		58		0-5	1-3	5050	3	98-99 RG, ST.
00TM100_	V3	Tall		2	220	15-200	OT		B	P	4836	4	LD.
00TM101_	V4	Tall		4	54			W	B	P		2	JST.
00TM102_	V4	Tall		4	89	35-89	51			P			Stört p.g.a. kvistar.
00TM103_	V4	Tall		2	111		OT	20		P		2+	OT.
00TM104_	V4	Tall	X	2	107		OT	5-20		P	4551	4-	JLT.
00TM105_	V4	Tall		3	112		36		Ev.	P	4509	2-	105-106 RG, DPMR.
00TM106_	V4	Tall	X	2	30		Ot			P	4580		105-106 RG, ST.
00TM107_	V4	Tall	X	3	115		43	W		P		4	LT.
00TM108_	V4	Tall		2	108		69	0-5		P		3	LT.
00TM109_	V4	Tall		2	208	1-160	OT	0-5		3-5		3	TK, LD.
00TM110_	V4	Tall		2	239		64	0-5		1-3			
00TM111_	V5	Tall	X	2	138	1-107	75	5-20		P		3	LD.
00TM112_	V6	Tall	X	4	151		63			P		2+	OLT.



**Tidigare skrifter i serien  
”Examensarbeten i Geologi vid Lunds  
Universitet”:**

157. Nilsson, Jonas, 2003: Carcharhiniforma hajar från Limhamns kalkbrott.
158. Larsson, Linda M., 2003: Late Triassic and Early Jurassic palynology of the Höganäs Basin and the Ängelholm Trough, NW Scania, Sweden.
159. Sköld, Pia, 2003: Holocen skogshistoria i Stenshuvuds nationalpark, Skånes östra kust, Sverige.
160. Fuchs, M., 2003: Påverkan av sterilisering på gruvsand – en mineralogisk och textuell undersökning.
161. Ljungberg, Julia, 2003. Sierrgaväggeskollan i gränlandet mellan Sarek och Padjelanta; miljöindikatorer för fjällkedjeberggrundens bildning.
162. Håkansson, Lena, 2003: An architectural element analysis of a large-scale thrust complex, Kanin Peninsula, NW Russia: interaction between the Barents and Kara Sea ice sheets.
163. Davidson, Anja, 2003: Ignimbritenhetera i Barranco de Tiritaña, övre Mogánformationen, Gran Canaria.
164. Näsström, Helena, 2003: Klotdioriten vid Slättemossa, centrala Småland – mineral kemi och genes.
165. Nilsson, Andreas, 2003: Early Ludlow (Silurian) graptolites from Skåne, southern Sweden.
166. Dou, Marion, 2003: Les ferromagnésiens du granite rapakivique de Nordingrå – centre-est de la Suède – composition chimique et stade final de cristallisation.
167. Jönsson, Emma, 2003: En pollenanalytisk studie av råhumusprofiler från Säröhalvön i norra Halland.
168. Alwmark, Carl, 2003: Magmatisk och metamorf petrologi av en mafisk intrusion i Mylonitzonen.
169. Pettersson, Ann, 2003: Jämförande litologisk och geokemisk studie av Sevens amfibolitkomplex i Sylarna och Kebnekaise.
170. Axelsson, Katarina, 2004: Bedömning av potentiell föroreningsspridning från ett avfallsupplag utanför Löddeköpinge, Skåne.
171. Ekestubbe, Jonas, 2004:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geokronologi och implikationer för tolkningen av den Kaledoniska utvecklingen i Kebnekaise.
172. Lindgren, Paula, 2004. Tre sensveko-fenniska graniter: kontakt- och åldersrelationer samt förekomst av metasedimentära enklaver.
173. Janson, Charlotta, 2004. A petrographical and geochemical study of granitoids from the south-eastern part of the Linderödsåsen Horst, Skåne.
174. Jonsson, Sara, 2004: Structural control of fine-grained granite dykes at the Äspö Hard Rock Laboratory, north of Oskarshamn, Sweden.
175. Ljungberg, Carina, 2004: Belemnites stabila isotopsammansättning: paleomiljöns och diagenesens betydelse.
176. Oster, Jessica, 2004: A stratigraphic study of a coastal section through a Late Weichselian kettle hole basin at Ålabodarna, western Skåne, Sweden.
177. Einarsson, Elisabeth, 2004: Morphological and functional differences between rhamphorhynchoid and pterodactylid pterosaurs with emphasis on flight.
178. Anell, Ingrid, 2004: Subsidence in rift zones; Analyzing results from repeated precision leveling of the Vogar Profile on the Reykjanes Peninsula, Southwest Iceland.
179. Wall, Torbjörn, 2004: Magnetic grain-size analyses of Holocene sediments in the North Atlantic and Norwegian Sea – palaeoceanographic applications.
180. Mellgren, Johanna, S., 2005: A model of reconstruction for the oral apparatus of the Ordovician conodont genus *Protopanderodus* Lindström, 1971.
181. Jansson, Cecilia, 2005: Krossbergskvalitet och petrografi i den kambriska Hardebergasandstenen i Skåne.
182. Öst, Jan-Olof, 2005: En övergripande beskrivning av malmbildande processer med detaljstudier av en bandad järnmalm från södra Dalarna, Bergslagen.
183. Bragée, Petra, 2005: A palaeoecological study of Holocene lake sediments above the highest shoreline in the province of Västerbotten, northeast Sweden.
184. Larsson, Peter, 2005: Palynofacies och mineralogi över krita-paleogengränsen vid Stevns Klint och Kjølby Gaard, Danmark.

185. Åberg, Lina, 2005: Metamorphic study of metasediment from the Kangilinaaq Peninsula, West Greenland.
186. Sidgren, Ann-Sofie, 2005:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -geokronologi i det Rinkiska bättet, västra Grönland.
187. Gustavsson, Lena, 2005: The Late Silurian Lau Event and brachiopods from Gotland, Sweden.
188. Nilsson, Eva K., 2005: Extinctions and faunal turnovers of early vertebrates during the Late Silurian Lau Event, Gotland, Sweden.
189. Czarniecka, Ursula, 2005: Investigations of infiltration basins at the Vomb Water Plant – a study of possible causes of reduced infiltration capacity.
190. G<sup>3</sup>owacka, Ma<sup>3</sup>gorzata, 2005: Soil and groundwater contamination with gasoline and diesel oil. Assessment of subsurface hydrocarbon contamination resulting from a fuel release from an underground storage tank in Vanstad, Skåne, Sweden.
191. Wennerberg, Hans, 2005: A study of early Holocene climate changes in Småland, Sweden, with focus on the '8.2 kyr event'.
192. Nolvi, Maria & Thorelli, Gunilla, 2006: Extraterrestrisk och terrestrisk kromrik spinell i fanerozoiska kondenserade sediment.
193. Nilsson, Andreas, 2006: Palaeomagnetic secular variations in the varved sediments of Lake Gołczyń, Poland: testing the stability of the natural remanent magnetization and validity of relative palaeointensity estimates.
194. Nilsson, Anders, 2006: Limnological responses to late Holocene permafrost dynamics at the Stordalen mire, Abisko, northern Sweden.
195. Nilsson, Susanne, 2006: Sedimentary facies and fauna of the Late Silurian Bjärsjölagård Limestone Member (Klinta Formation), Skåne, Sweden.
196. Sköld, Eva, 2006: Kulturlandskapets förändringar inom röjningsröseområdet Yttra Berg, Halland - en pollenanalytisk undersökning av de senaste 5000 åren.
197. Göransson, Ammy, 2006: Lokala miljöförändringar i samband med en plötslig havsyteförändring ca 8200 år före nutid vid Kalvövik i centrala Blekinge.
198. Brunzell, Anna, 2006: Geofysiska mätningar och visualisering för bedömning av heterogenitetens utbredning i en isälvsavlagring med betydelse för grundvattenflöde.
199. Erlfeldt, Åsa, 2006: Brachiopod faunal dynamics during the Silurian Ireviken Event, Gotland, Sweden.
200. Vollert, Victoria, 2006: Petrografisk och geokemisk karaktärisering av metabasiter i Herrestadsområdet, Småland.
201. Rasmussen, Karin, 2006: En provenansstudie av Kågerödformationen i NV Skåne – tungmineral och petrografi.
202. Karlsson, Jonnina, P., 2006: An investigation of the felsic Ramiane Pluton, in the Monapo Structure, Northern Mozambique.
203. Jansson, Ida-Maria, 2006: An Early Jurassic conifer-dominated assemblage of the Clarence-Moreton Basin, eastern Australia.
204. Striberger, Johan, 2006: En lito- och biostratigrafisk studie av senglaciala sediment från Skuremåla, Blekinge.
205. Bergelin, Ingemar, 2006:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of basalts in Scania, S Sweden: evidence for two pulses at 191-178 Ma and 110 Ma, and their relation to the break-up of Pangea.
206. Edvarsson, Johannes, 2006: Dendrokronologisk undersökning av tallbestånds etablering, tillväxtdynamik och degenerering orsakat av klimatrelaterade hydrologiska variationer på Viss mosse och Åbuamossen, Skåne, södra Sverige, 7300-3200 cal. BP.
207. Stenfeldt, Fredrik, 2006: Litostratigrafiska studier av en plåtformad sand- och grusavlagring i Skuremåla, Blekinge.



## LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen  
Gentrum för GeoBiosfärvetenskap  
Sölvegatan 12, 223 62 Lund