

# *in Situ*

Västsvensk Arkeologisk Tidskrift



2000-2001

# *in Situ*

Västsvensk Arkeologisk Tidskrift

2000-2001

# *in Situ*

Västsvensk Arkeologisk Tidskrift

© Göteborgs universitet 2002

ISSN 1403-4964

Skriften är producerad vid  
Institutionen för arkeologi  
Göteborgs universitet  
Box 200  
405 30 Göteborg

**Ansvarig utgivare**  
Kristian Kristiansen

**Redaktion**  
Tore Artelius  
Eva Englund  
Kristian Kristiansen  
Per Persson

**Grafisk formgivning**  
Lena Troedson,  
Riksantikvarieämbetet UV Väst

**Layout**  
Eva Englund,  
Institutionen för arkeologi, Göteborgs universitet

**Montering**  
Per Persson,  
Institutionen för arkeologi, Göteborgs universitet

**Framsida**  
Detalj av glaspärla från Röstorp  
Akvarell av Andreas Åhman  
ANL, Institutionen för arkeologi, Göteborgs universitet

**Engelsk språkgranskning**  
Karl-Göran Sjögren

**Tryck**  
Livréna Grafiska AB, Kungälv

# Innehåll

---

Senneolittiske hellekister i Syd-Norge <i>Einar Østmo</i> .....	5
Neolitisering i Västvärmland <i>Curry Heimann</i> .....	27
Handen bakom huggningen <i>Lasse Bengtsson</i> .....	57
Langfærder og helleristninger <i>Kristian Kristiansen</i> .....	67
Hällristningar under vatten? <i>Sten Ekman</i> .....	81
En nyupptäckt halländsk centralplats <i>Påvel Nicklasson</i> .....	97
Skogsbonden i romersk etnografi <i>Eva Weiler</i> .....	109
Skogen som kulturmiljö och arbetsplats <i>Eva Myrdal-Runebjer</i> .....	123
Att se med andra ögon <i>Marianne Lönn</i> .....	135
Kinesiskt porslin, ostindiehandel och arkeologi i Göteborg <i>Göte Nilsson Schönborg</i> .....	147
Att gräva efter Europas skugga <i>Per Stenborg</i> .....	157



# Hällristningar under vatten?

## Kommentarer till en studie över landskapsutveckling och strandförskjutningsförlopp i Tanum

*Sten Ekman, Arkeologiskt Naturvetenskapligt Laboratorium, Göteborgs universitet*

### Abstract

**”Rock carvings under water? Comments on a study of the landscape development and shoreline displacement in Tanum”:**

A pollen analytical investigation with the aim to reconstruct the environment in the Tanum area during the Bronze and Iron Ages, has reached the conclusion that the shore in the area was at 25 meters above present day sea level until 500 BC (Svedhage 1997). If this is correct, a major part of the rock carvings in the area must be younger than the Bronze Age, the previously assumed age. Here, a critical evaluation of the Svedhage investigation is presented, pointing out that the dating of the layers in the lake Grundevatten in Tanum, central in the Svedhage argumentation, can not be maintained. This as the dating is not based on  $^{14}\text{C}$  datings of the sediment in the lake but on datings transferred from two other localities 140 and 180 km away. New investigations to determine the Bronze Age shore line are proposed and until such have confirmed the conclusions drawn by Svedhage they must be regarded as highly uncertain.

## I. INTRODUKTION

1997 publicerades resultatet av en studie vars mål var att rekonstruera miljöförhållanden under främst bronsålder och järnålder i det hällristningstäta Tanumsområdet i Bohuslän. Studien bestod i biostratigrafiska undersökningar av sedimentära lagerföljder från tre olika lokaler. Allt sedan sin publicering har denna studie diskuterats flitigt och vid ett flertal tillfällen uppmärksammats av massmedia. Att arbetet blivit så omdebatterat beror främst på följande slutsatser:

”för mellan 2.600 och 2.800 år sedan låg alla områden som idag är belägna under 25 meter över nuvarande havsyta, under havsytan. Detta innebär att i stort sett hela Tanumslätten låg under vatten fram till slutet av bronsåldern” samt: ”Med dessa värden som utgångspunkt, bör havsytan i området legat ca 15 meter över nuvarande havsyta strax före Kristi födelse.” (Svedhage, 1997, sid. 9)

Dessa slutsatser är ett ordentligt underkännande av dominerande föreställningar bland arkeologer om åldern på många av Tanums hällristningar samt landskapsbilden i Tanum under bronsåldern. Rapportens fullständiga titel är: Svedhage, K. 1997. *Specialundersökning av världsarv-*

*sområdet Tanum – Delrapport III. Tanumslätten med omgivning – En studie baserad på pollen och diatoméanalys. Tanums socken, Tanums kommun. Bohusläns museum. Rapport 1997:13.*

På uppdrag av Göteborgs Universitet och Västra Götalands länsstyrelse har jag som kvartärgeolog och pollenanalytiker gått igenom rapporten för att ge personliga synpunkter över utnyttjad metodik och dragna slutsatser. Kommentarer sorteras under följande rubriker:

- 2.1. Datering av lagerföljden från Grundevatten med hjälp av pollenstratigrafiska korrelationer
  - 2.1.a. synpunkter angående valda korrelationsstratigrafier
  - 2.1.b. synpunkter angående valda nivåer för korrelation
  - 2.1.c. synpunkter på erhållen sedimenttillväxtkurva
- 2.2. Datering av lagerföljden från Grundevatten med hjälp av AMS  $^{14}\text{C}$  mätningar.
- 2.3. Datering av lagerföljderna från Knäsmyr och Valeberg med hjälp av pollenstratigrafisk korrelationer

- 2.3.a. synpunkter angående valda korrelationsstratigrafier
- 2.3.b. synpunkter angående valda nivåer för korrelation
- 2.4. Datering av lagerföljden från Knäsmyr med hjälp av AMS  $^{14}\text{C}$  mätningar
- 2.5. Isoleringsindikatorer i Knäsmyrstratigrafien

## 2. KOMENTARER PÅ STUDIE ÖVER LANDSKAPSUTVECKLING OCH STRANDFÖRSKJUTNINGSFÖRLOPP I TANUM.

### 2.1. Datering av lagerföljden från Grundevatten med hjälp av pollenstratigrafiska korrelationer

#### 2.1.a. synpunkter angående valda korrelationsstratigrafier

I den omdiskuterade rapporten (Svedhage, 1997) redovisas biostratigrafiska analysresultat från lokalerna Grundevatten (97 m ö h), Knäsmyr (25 m ö h) respektive Valeberg (4 m ö h). Överlägset mest arbete har nedlagts på en pollenanalytisk studie av en 5,6 meter lång lagerföljd (stratigrafi) från Grundevatten. Från denna är 85 nivåer analyserade på sitt polleninnehåll, i vilka mer än 1000 pollen räknats i 82 av dem och mer än 1500 pollen i 65 av dem. Med hjälp av dessa data har en rekonstruktion av vegetationsutvecklingen i Tanumsområdet gjorts. Baserat på biostratigrafiska studier av material från lokalerna Knäsmyr och Valeberg har strandförskjutningsförändringar uttolkats.

Grundevatten ligger på en relativt hög nivå i landskapet vid kanten av världsarvsområdet Tanum. Valet av denna lokal för tolkning av områdets vegetationsutveckling är inte angivet i rapporten. Det är dock relativt lätt att ana orsaken till valet av den typ av lokal Grundevatten representerar. Sjöar i höjdområden ovanför de stora lerslätterna innehåller normalt långa gyttjesekvenser avsatta under större delen av efteristiden (Holocen). Dessa är speciellt tacksamma för detaljerade studier av regional vegetations-

utveckling under längre tidsavsnitt. I sedimentationsbassänger på låga nivåer i landskapet har, på grund av strandförskjutningshistoriken, marina sediment avsatts under en stor del av Holocen. De marina sedimenten är mindre lämpade eller ibland direkt olämpliga för detaljerade studier av exempelvis människans påverkan på vegetationen. I organiska sedimentsekvenser överlagrande de marina sedimenten är dessutom störningar, lagerluckor (hiatus) och förändringar av sedimenttyp relativt vanligt förekommande i lagerföljder från låga nivåer i landskapet.

Svedhage tidsbestämmer stratigrafien från Grundevatten genom att jämföra den med två tidigare publicerade  $^{14}\text{C}$ -daterade pollenstratigrafier:

”Referensdiagrammet från Grundevatten uppvisar ett resultat som är lätt att korrelera med resultaten från tidigare utförda pollenanalyser i Syd- och Västsverige. Analyser från Bohuslän, som spänner över längre tidsrymder saknas. Zoneringen av diagrammet från Grundevatten är utförd genom korrelation med de av Digerfeldt (1977, 1982) presenterade analyserna från Flarken och Sämbofsjön. På så vis har 15 stycken kol-14 daterade lednivåer erhållits. Dateringarna är traditionella kol-14 dateringar” (Svedhage, 1997, sid. 5).

**Kommentar 1:** När Svedhage skriver att det saknas analyser som spänner över längre tidsrymder, menar han att  $^{14}\text{C}$ -daterade pollendiagram som täcker längre tidsrymder inte förekommer från Bohuslän. Ett flertal odaterade pollenstratigrafier från seneglacial tid fram till nutid förekommer från landskapet. Fries (1951) har presenterat flera detaljerade diagram från mellersta Bohuslän. Med hjälp av dessa får man en god uppfattning om den variationsbredd som finns mellan pollendiagram från lokaler nära varandra och dessutom relativt nära Tanumsområdet. Från norra Bohuslän förekommer detaljerade diagram täckande tidigare delen av Holocen (Hessland, 1949).

$^{14}\text{C}$ -daterade bohuslänska pollenstratigrafier som täcker tidigare delen av Holocen finns redovisade från Kolbengtserödssjön och Vassbosjön i Perssons (1973) strandförskjutningsstudie från mellersta Bohuslän. Bohuslänska pollenstratigrafier publicerade före 1997 där senare delen av Holocen är  $^{14}\text{C}$ -daterad, finns från lokalerna Kollungerödsvatten på Orust (Dennegård & Jansson,

1987), Granvattnet (Ekman & Lennartzon, 1993, datering i Ekman 1996) och Smedseröds mosse (Ekman, 1996) nära Stenungssund. Senare presenterade <sup>14</sup>C-daterade pollenstratigrafier förekommer från Häljerödssjön (Ekman, 1999) och Romsvatten (Ekman, 1998).

**Kommentar 2:** Det saknas uppgifter om ifall samtliga angivna nivåer är korrelerade med båda stratigrafierna, eller om vissa nivåer endast korrelerats med Flarken och andra med Sämbosjön. Antar man det senare alternativet, vilket förmodligen är fallet, är det intressant av veta orsaken till valet av korrelationslokal.

**Kommentar 3:** Avståndet från Grundevatten till de för korrelationer utvalda lokalerna är stort. Avståndet till sjön Flarken öster om Kinnekulle i Västergötland är c. 14 mil i östlig riktning. Avståndet till Sämbosjön nordöst om Varberg i Halland är c. 18 mil i sydsydöstlig riktning.

**Kommentar 4:** Vegetationsutvecklingen under senare delen av Holocen i nordvästra Europa beror på ett komplext förhållande mellan faktorer som mänsklig påverkan, sen invandring (av bland annat gran, avenbok och bok), konkurrens mellan växter samt förändringar av jordmån (edafiska förändringar) och klimat. Svedhages korrelationer förutsätter synkron vegetationsutveckling i en stor del av sydvästra Sverige, dvs att den sammanlagda påverkan av nämnda faktorer orsakade förändringar vilka inträffade samtidigt inom området. Det är dock naturligt att anta ej helt likartade vegetationshistorier för omgivningarna runt lokalerna Grundevatten, Sämbosjön och Flarken. Detta antagande baseras här på att lokalernas läge i viss mån skiljer sig i förhållande till de vegetationszoner som förekommer i södra Sverige.

Tanumsområdet ligger vid den nemorala lövskogsregionens norra och östra gräns mot den södra barrskogsregionen. Den nemorala lövskogsregionen löper som ett smalt band längs den svenska västkusten och karakteriseras av att granskog här ej förekommer spontant (Sjors, 1971). I den del av den nemorala lövskogsregionen där Tanum ligger, är ek dominerande skogsbildare. Denna del benämns även som den västsvenska ekskogsregionen (Lindquist, 1959).

Sämbosjön ligger inom den nemorala lövskogsregionen nära den västliga gränsen för spontan granskog.

Lokalen ligger på gränsen mellan den av ek dominerade delen av regionen och en sydligare av bok dominerad del (bokskogregionen, Lindquist, 1959). Utbredningen av bokskog under senare delen av Holocen påverkade i högre grad landskapet runt Sämbosjön än landskapen runt Grundevatten och Flarken.

Flarken ligger inom den södra barrskogsregionen (Sjors, 1971), öster om den östliga utbredningsgränsen för västliga arter som klockklung och myrlilja. Stratigrafin från Flarken avspeglar således vegetationsutvecklingen inom en mer kontinentalt präglad region än vad som är fallet med den kustnära lokalen Grundevatten. Utbredningen av granskog under senare delen av Holocen påverkade i högre grad landskapet runt Flarken än landskapen runt Grundevatten och Sämbosjön.

### *2.1.b. synpunkter angående valda korrelationsnivåer*

I presentationen av sitt arbete skriver Svedhage följande:

”Den här presenterade delen utgörs av en landskapsanalys. Denna syftar till att ge ökad kunskap om den holocena (efteristida) vegetationshistorien i området, från stenåldern och framåt i tiden. Mer specifika frågeställningar som belyses, är för det första den om människans påverkan på landskapet genom odling och/eller boskapsdrift under brons- och tidig järnålder samt vid övergången till medeltid. För det andra handlar det om havsstrandens nivå under dessa skeden.” (Svedhage, 1997, sid.3).

Viktigt att notera här är att syftet med den omfattande studien av Grundevatten är att dokumentera vegetationsutvecklingen och speciellt kulturmarksutvecklingen inom ett specifikt område, Tanumsområdet. Dokumentationen görs baserat på antagandet att kulturmarkens utvecklingshistoria i Tanum inte nödvändigtvis är identisk med den i andra delar av Västsverige, vare sig med avseende på tid eller förhållandet mellan odling och betesintensitet. Om man antagit en identisk utveckling hade studien över vegetationsutvecklingen i Tanumsområdet redan från början varit överflödig.

Som nämnts ovan åldersbestämmer Svedhage Grundevattenstratigrafin genom jämförelser med daterade



pollenstratigrafier. Detta går till så att exempelvis ett maximum i procenthalten av en utvald pollentyp i Grundevattenstratigrafien antas vara samtida med ett maximum av samma pollentyp i stratigrafien från Flarken eller Sämbojsjön. De nivåer Svedhage utvald för pollenstratigrafisk korrelation benämner han ”pollenstratigrafiska led-nivåer”. Dessa nivåer har här getts bokstavs-beteckningar och deras föreslagna åldrar överförts till kalibrerade åldrar med hjälp av programmet Calib (Stuiver och Reimer, 1993). Följande nivåer har korrelerats av Svedhage:

	Karakteristik	Tolkad ålder Svedhage (1997)	Här utförd kalibrering av dessa åldrar
A.	Maximum för <i>Juniperus</i> och <i>Poaceae</i> .	1100 <sup>14</sup> C år BP	1000 cal BP (950 e.Kr.)
B.	Maximum för <i>Calluna</i> .	1150 <sup>14</sup> C år BP	1050 cal BP (900 e. Kr.)
C.	Maximum för <i>Quercus</i> , uppgång i <i>Juniperus</i> .	1200 <sup>14</sup> C år BP	1150 cal BP (800 e. Kr.)
D.	Maximum för <i>Quercus</i> , och <i>Poaceae</i> .	1500 <sup>14</sup> C år BP	1350 cal BP (600 e. Kr.)
E.	Maximum för <i>Carpinus</i> .	1700 <sup>14</sup> C år BP	1600 cal BP (350 e. Kr.)
F.	Stigande <i>Picea</i> -kurva, nära rationella gränsen.	1800 <sup>14</sup> C år BP	1700 cal BP (250 e. Kr.)
G.	Maximum för <i>Poaceae</i> .	2600 <sup>14</sup> C år BP	2750 cal BP (800 f. Kr.)
H.	Empiriska gränsen för <i>Picea</i> och <i>Carpinus</i> . Stigande <i>Calluna</i> -kurva.	3100 <sup>14</sup> C år BP	3300 cal BP (1350 f. Kr.)
I.	Nedgång i <i>Ulmus</i> .	3700 <sup>14</sup> C år BP	4050 cal BP (2100 f. Kr.)
J.	Kraftig nedgång i <i>Ulmus</i> .	5200 <sup>14</sup> C år BP	5950 cal BP (4000 f. Kr.)
K.	Rationella gränsen för <i>Tilia</i> .	7900 <sup>14</sup> C år BP	8900 cal BP (5950 f. Kr.)
L.	Maximum för <i>Alnus</i> , Stigande <i>Quercus</i> -kurva, nära rationella gränsen.	8300 <sup>14</sup> C år BP	9350 cal BP (7400 f. Kr.)
M.	<i>Alnus</i> rationella gräns.	8600 <sup>14</sup> C år BP	9550 cal BP (7600 f. Kr.)
N.	Maximum för <i>Corylus</i> , stigande <i>Ulmus</i> -kurva.	9100 <sup>14</sup> C år BP	10250 cal BP (8300 f. Kr.)
O.	Stigande <i>Ulmus</i> -kurva, sannolikt den empiriska gränsen.	9400 <sup>14</sup> C år BP	10650 cal BP (8700 f. Kr.)

**Kommentar 5:** Kommentar till nivåerna A, B, C, D, E, G och H. *Juniperus* (en), *Calluna* (ljung) och *Poaceae* (vildgräs) är apofyter, det vill säga att de är gynnade av mänsklig påverkan. Därför utnyttjas pollen från dessa växter vid rekonstruktion av kulturmarken (se Behre, 1981). Detta har också Svedhage gjort vid tolkningen av Grundevattenstratigrafien. I denna tolkning är kurvan betecknad ”äng” kraftigt dominerad av pollen från vildgräs och kurvan betecknad ”betesmark” tydligt dominerad av pollen från en. När Svedhage skriver följande: ”..en markant ökning av öppenmarksvegetationen, såväl äng och åker som hed.”, tolkar han med största sannolikhet en tydlig ökning av ljung som tecken på en expansion av hedvegetationen.

I studien utförd av Svedhage utnyttjas procentförändringar i kurvorna för en, ljung och vildgräs till tidsställning av Grundevattenstratigrafien med upp till 50 års noggrannhet genom korrelation med lokaler på upp till 20 mils avstånd. Utnyttjandet av nämnda pollenkurvor både vid åldersbestämning genom långdistanskorrelation och vid tolkning av kulturmarksutvecklingen förutsätter en synkront förlopp i ett område som täcker norra Bohuslän, mellersta Halland och nordöstra Västergötland. Ett sådant antagande står i kontrast mot motiveringen till utförandet av en pollenanalys från Tanumsområdet (se ovan).

Digerfeldt och Welinder (1987) anser att det saknas en hållbar förklaring till förekomsten av synkrona expansionsfaser i Sydskandinavien kulturmarksutveckling. Därför är en regional expansions/stagnationsdynamik inte helt självklar. De påpekar att det visserligen förekommer tidsperioder med generellt ökande kulturmarksinflytande i södra Sverige, men att lokala variationerna ofta är mer framträdande än regionala mönster.

**Kommentar 6:** Kommentar till nivåerna C och D. Kurvan för *Quercus* (ek) är i pollendiagram från västkusten särpräglad genom uppträdandet av en kulmination av ek under Subatlantikum (de senaste c. 2600 åren). Dessa diagram har därför benämnts som diagram av västkusttyp (Erdtman, 1921, von Post 1924). Därför bör inte ekkurvan i pollenstratigrafien från Grundevatten korreleras med ekkurvan i en inlandsstratigrafi som den från Flarken.

Ekkurvans förlopp är dock knappast fullständigt synkront eller i övrigt helt likartad i pollenstratigrafier från olika lokaler längs västkusten heller. Kalibrerar man de av Svedhage antagna åldrarna för de båda angivna topparna i ekpollenhalten från Grundevattenstratigrafien, får man åldrarna 1350 respektive 1150 cal BP (600 resp. 800 e.Kr.). Subatlantiska ekpollenmaxima i andra bohuslänska pollenstratigrafier vilka <sup>14</sup>C-daterats, är uppskattade till:

Kollungerödsvatten	c. 2150 cal BP (200 f.Kr.)	c. 1700 cal BP (250 e.Kr.)
Romsvatten	c. 2150 cal BP (200 f.Kr.)	c. 1500 cal BP (450 e.Kr.)
Granvattnet	c. 1950 cal BP (år 0)	c. 1500 cal BP (450 e.Kr.)
Häljerödssjön	c. 1950 cal BP (år 0)	c. 1400 cal BP (550 e.Kr.)
Smedseröds mosse	c. 1800 cal BP (150 e.Kr.)	

I grova drag antyder dessa data en uppdelning i två toppar av en utsträckt ekkulmination under Subatlantikum, den första runt övergången från förromersk

till romersk järnålder, den andra under folkvandringstid. Utan att påstå att de toppar i Grundevattenstratigrafins ekkurva som Svedhage utnyttjat är från dessa tidsperioder, kan man ändå konstatera att en god grund saknas för de tidsmässigt exakta och mycket långväga korrelationer Svedhage utnyttjat.

**Kommentar 7:** Kommentar till nivåerna E, F och H. *Carpinus* (avenbok) och *Picea* (gran) är sena invandrare i Västsverige. En gradvis invandring av avenbok och gran indikeras i pollendiagram från västsvenska lokaler. Vid sin invandring möttes de av konkurrens från den existerande skogsvegetationen. Denna konkurrens varierade från lokal till lokal beroende på rådande edafiska förhållanden och tillgängligheten på öppningar i skogen. Lokala röjningar, naturlig skogsbrand och stormar gynnade därför spridningen.

Svedhage beskriver en lednivå (F) som karakteriseras av att grankurvan vid denna nivå är nära sin rationella gräns, vilket bör innebära att nivån är något äldre än den rationella gränsen för gran. Åldern för nivån anger Svedhage till 1800 <sup>14</sup>C år BP, vilket här kalibrerats till 1700 år cal BP (250 e.Kr.). Detta kan jämföras med den uppskattade åldern på en tydlig ökning i grankurvan i andra kustnära bohuslänska lokaler:

Kollungerödsvatten	c. 2150 cal BP (200 f.Kr.)
Smedseröds mosse	c. 1550 cal BP (400 e.Kr.)
Granvattnet	c. 1450 cal BP (500 e.Kr.)
Häljerödssjön	c. 1450 cal BP (500 e.Kr.)
Romsvatten	c. 1300 cal BP (650 e.Kr.)

På grund av den gradvisa och lokalt färgade spridningen av gran och avenbok inom Bohuslän, är det svårt att försvara Svedhages korrelationer med pollenstratigrafier från lokaler utanför landskapet.

**Kommentar 8:** Kommentar till nivå I. Markerade nedgångar i kurvan för *Ulmus* (alm) efter det synkrona almfallet (nivå J) förknippas i många fall med människans röjning av ädellövskogen. Röjningar av almskogar syftade till att expandera kulturmarken på de mest näringsrika jordarna. En kulturmarksexpansion är också mycket tydligt indikerad i Grundevattenstratigrafin på samma nivå som den påtalade almnedgången:

”Den tredje fasen börjar i mitten av Subboreal, ca 3700

BP (ca 1.700 f.Kr.) och sträcker sig så långt den analyserade lagerföljden når i Subatlantikum, sannolikt fram till ca 500 BP (ca 1.500 e.Kr.). I denna fas sker en mycket markant ökning av öppenmarksvegetationen, såväl äng och åker som hed.” (sid. 9).

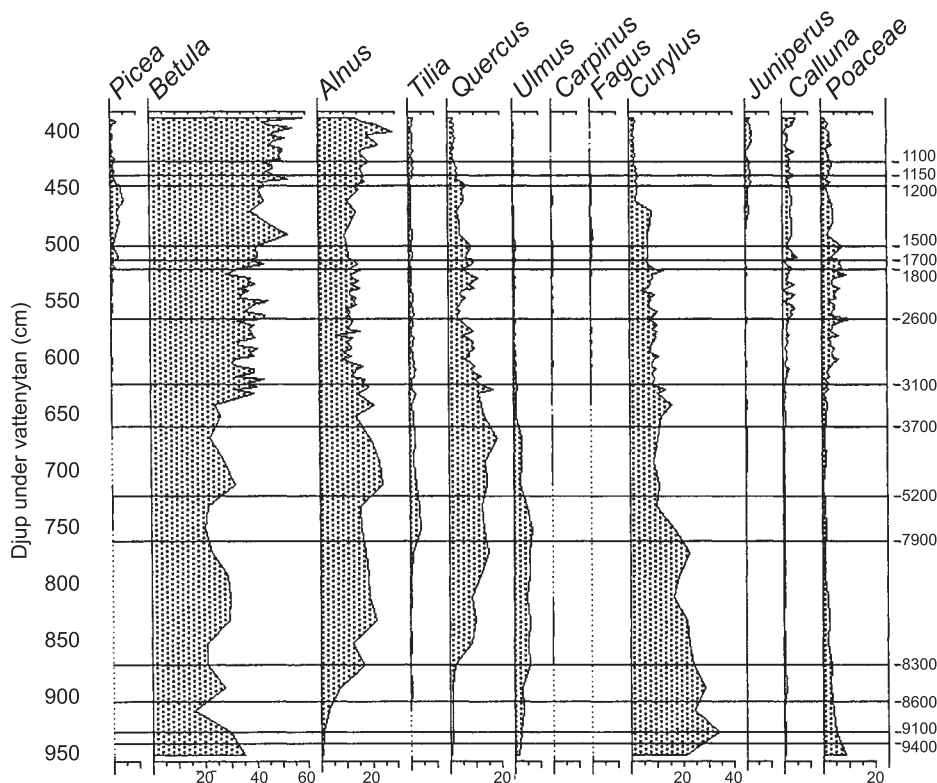
Den utnyttjade korrelationen tycks därigenom förutsetta en vid denna tid synkron expansion av kulturmarken i mellersta Halland, norra Bohuslän och nordöstra Västergötland.

**Kommentar 9:** Kommentarer till nivåerna K, L och O. Kurvan för *Ulmus* (alm) uppvisar vanligen en mycket försiktig och gradvis ökning under Boreal. Därför brukar sällan vare sig den empiriska eller rationella gränsen för alm användas vid tidsbestämning av lagerföljder.

De rationella gränserna för *Quercus* (ek) och *Tilia* (lind) har på bohuslänska lokaler daterats (Persson, 1973) till c. 8000 och 6850 <sup>14</sup>C år BP. Dessa har här kalibrerats till 9000 respektive 7650 år BP.

**Kommentar 10:** Den sammanfattande tolkningen över de pollenstratigrafiska korrelationerna är, att förfarandet inte alls är lika problemfritt som Svedhage vill göra gällande. Inom mindre regioner finns det grund för tidsbestämning genom vissa pollenstratigrafiska korrelationer. För den tidigare delen av Holocen gäller detta huvudsakligen de tydliga avtryck snabba och kraftiga förekomstökningar av hassel, klibbal, ek och lind givit. Dessa avtryck anges som rationella gränser för *Corylus*, *Alnus*, *Quercus* respektive *Tilia*. Dessutom inträffar almfallet synkront i nordvästra Europa (se tex Birks, 1986), vilket är en mycket viktig gräns. Några sådana goda korrelationsnivåer förekommer inte för den senare delen av Holocen (Subboreal och Subatlantikum), under vilken istället de lokala variationerna är betydligt mer framträdande.

Före införandet av <sup>14</sup>C metoden användes ofta pollenstratigrafiska korrelationer vid tidsbestämning av stratigrafier från senare delen av Holocen. Den allmänt förhärskande åsikten var då att de flesta betydande förändringar i pollenkurvorna berodde på klimatförändringar vilka var likartade över stora regioner. Efter hand har man omtolkat många av dessa förändringar av pollenhalter till att i stället vara orsakade av faktorer som mänsklig påverkan och edafiska förändringar. I sin avhandling om



**Figur 1.** Här antagna nivåer i Grundevattenstratigrafin för de för åldersbestämning av Svedhage (1997) använda lednivåerna. De av Svedhage angivna  $^{14}\text{C}$ -ålderna på lednivåerna till höger i diagrammet. **Figure 1.** The probable levels for the pollen analytical horizons used by Svedhage (1997) to date the layers in the lake Grundevatten stratigraphy. The dates proposed by Svedhage are shown to the right in the diagram, given in uncalibrated BP values.

vegetationsutvecklingen i mellersta Bohuslän och södra Dalsland använde sig Fries (1951) av pollenanalytiska korrelationer mellan sina detaljerade diagram. För senare delen av Holocen använde han sig av följande nivåer:

Nivå	Ålder uppskattad av Fries (1951)	Kortfattad karakteristik
a	1200 e.Kr.	Minskning av QM (ask, lind, alm och ek), al och hassel. Ökning av gran och tall, minskning av björk.
b	300 e.Kr.	Minskning av QM, al och hassel. Ökning av gran och tall och minskning av björk.
bc	100 e.Kr.	Minskning av QM, al och hassel. Ökning av gran, bok och avenbok
c	600 f.Kr.	Minskning av QM och hassel. Sammanhängande grankurva. Bok vanligare.
d	1500 f.Kr.	Minimum för QM. Ofta björkminimum och tallmaximum
e	1900 f.Kr.	Minskning av QM och hassel. Stänk av granpollen
f	2300 f.Kr.	Minskning av QM och hassel. Björkminimum och almaximum
g	3000 f.Kr.	Minskning av QM

Av dessa lednivåer är enligt Fries a, bc, e och f ofta otydliga och stundom felande, nivå a beroende på att kulturinflytandet har rubbat det naturliga förloppet (Fries,

1951). Lednivå b anser han markant, nivå c karakteristisk och d i regel tydlig. Att mer än hälften av lednivåerna tolkas som otydliga visar på den lokala variation som förekommer inom mellersta Bohuslän och södra Dalsland. Skulle Fries (1951) stratigrafier i efterhand  $^{14}\text{C}$ -dateras är det troligt att detta skulle visa att lednivåerna förekommer inom ett tidsintervall snarare än under en speciell tid. Den mest markanta av Fries angivna lednivåerna är nivå b, vilken sammanfaller med granens rationella gräns. Som diskuteras ovan (kommentar 7) kan man konstatera att en tydlig granexpansion knappast har skett synkront inom Bohuslän.

Det är få av Fries (1951) identifierade ledhorisonterna som överensstämmer med de karakteristiska Svedhage (1997) använt för sina lednivåer. Detta visar ytterligare på den osäkerhet och lokala variation som förekommer vid korrelationer av pollenstratigrafier från senare delen av Holocen.

### 2.1.c. synpunkter på erhållen sedimenttillväxtkurva

En orsak till att man väljer en provtagningslokal av den typ Grundevatten representerar för studier av regional vegetationsutveckling, är att man antar att sedimenten där avsatts under lugna och likartade förhållanden. Stora och abrupta förändringar av den hastighet med vilken sediment pålagrats skapar större osäkerhet vid åldersbestämning av nivåer mellan daterade horisonter. Förekommer en lugn och kontinuerlig takt i sedimentackumulationen däremot, kan man med större säkerhet anta åldern på nivåer mellan daterade horisonter. I fallet Grundevatten är det rimligt att anta att eventuella förändringar i ackumulationstakten av gytta skett gradvis och utan alltför kraftiga och abrupta förändringar. Ökningar av ackumulationstakten kan exempelvis orsakas av ökad instrålning och ökad näringstillförsel som gynnar livet i sjön. Normalvärden för ackumulationstakten i sjöar av den typ Grundevatten representerar är mellan 0,5 och 1 mm/år (Berglund, 1986).

För att beräkna ackumulationstakten av sediment (eller sedimentpålagringstakten) behövs kännedom om två parametrar, ålder och djup. Jag har här ritat sedimentackumulationskurvor baserade på de åldrar Svedhage angivit för sina ledhorisonter. Exakt djup för angivna nivåer är inte angivet i rapporten men har här uppskattats utifrån de karakteristiska Svedhage anger (Fig. 1).

**Kommentar 11:** Flera tvära kast förekommer i den sedimenttillväxtkurva som erhålls vid plottandet av de av Svedhage angivna lednivåerna och deras tid. Det är inte något man förväntar sig i en sjö där gytta antas ha avsatts under lugna förhållanden. Ryckigheterna kan noteras både vid plottandet av okalibrerade åldrar och om de åldrar som anges av Svedhage kalibreras (Fig. 2).

### 2.2. Datering av lagerföljden från Grundevatten med hjälp av AMS $^{14}\text{C}$ mätningar.

I rapporten redovisas 4 stycken bulkdateringar gjorda på lagerföljden från Grundevatten. Ingen av dessa dateringar

erbjöd ett av Svedhage förväntat resultat:

Lab-nummer	Lokal	Djup (cm)	Daterad ålder (14C år BP)	Förväntad ålder enligt Svedhage (14C år BP)
Ua-11684	Grundevatten	430	3205±50	1100
Ua-11685	Grundevatten	630	3600±55	3100
Ua-11686	Grundevatten	950	8595±70	9700
Ua-11687	Grundevatten	970	7660±70	>9700

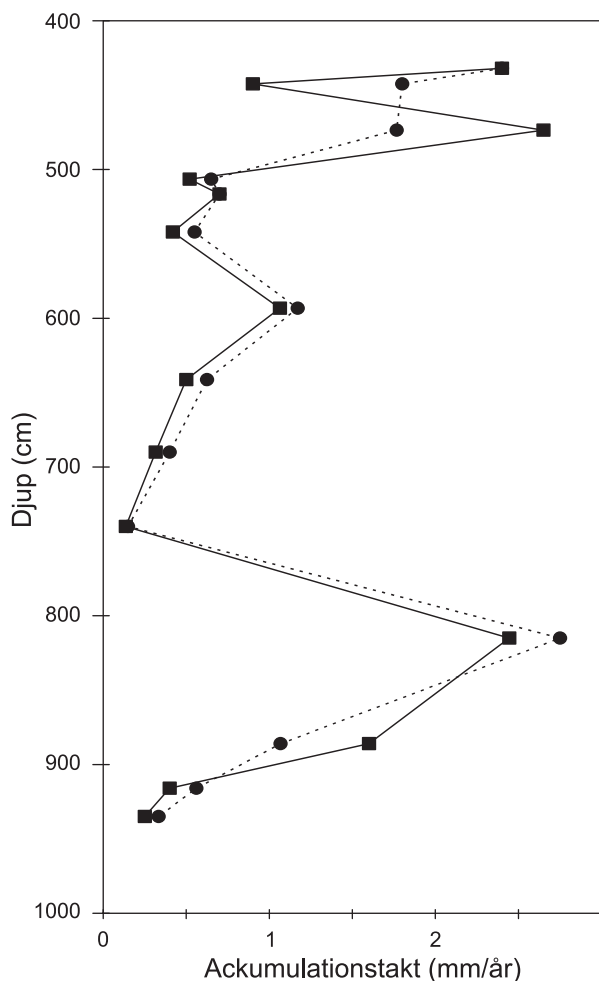
Dateringarnas dåliga överensstämmelse med av honom förväntat resultat kommenterar Svedhage enligt följande:

”Dateringarna på sedimentet från Grundevatten gjordes efter det att provtagen lagerföljd förvarats knappt ett år. Detta ska inte ha någon betydelse för dateringsresultatet, förutsatt att kontamination av proverna inte skett” samt: ”Sannolikt kan avvikelserna inte bero på kontamination” (sid. 8.)

**Kommentar 12:** Av dateringarna ger de två från lägre nivåer i stratigrafiska yngre åldrar än vad som förväntats av Svedhage. Att problem förestår är uppenbart då den lägsta daterade nivån ger en yngre  $^{14}\text{C}$ -ålder än den näst lägsta.

I rapporten redovisas ej hur sedimenten från Grundevatten förvarats. Om de delvis förvarats i rumstemperatur, kan det ha orsakat för blotta ögat ej synliga bakterie- eller svampangrepp. För pålitliga dateringar förordas förvaring i kylskåpstemperatur (4-8 °C). Förvaras sedimenten i rumstemperatur ökar risken för angrepp av svamp eller bakterier, vilket ger sedimentet en yngre ålder än förväntat. Även bulk sediment från borrhävar förvarade längre tidsperioder och endast delvis i kylskåpstemperatur, kan få för unga åldrar (Colman m.fl., 1997).

**Kommentar 13:** Dateringarna från de två övre nivåerna i stratigrafiska, ger äldre åldrar än vad Svedhage förväntat. Åldern på den överst daterade nivån är helt klart ej överensstämmande med den relativa datering som erbjuds av pollenspektra kring samma nivå som den daterade nivån. Ett exempel på en faktor som kan orsaka  $^{14}\text{C}$ -åldrar äldre än sedimentationstillfället är erosion av organiskt material i sjöns dräneringsområde (exempelvis humus) på grund av mänskliga aktiviteter. Detta material redeponeras sedan på sjöns botten.



**Figur 2.** Kurvor över sedimenttillväxt erhållen vid användandet av Svedhage (1997) angivna lednivåer.

Heldragna linjer och fyrkanter: tillväxttakt baserat på kalibrerade  $^{14}\text{C}$ -dateringar. Prickad linje och fyllda cirklar: tillväxttakt baserat på  $^{14}\text{C}$  åldrar.

**Figure 2.** The sediment growth (mm per year) in the lake Grundevatten according to the dates given by Svedhage (1997). Squares and solid line shows calculation based on uncalibrated  $^{14}\text{C}$  values, circles and dotted line based on calibrated values.

## 2.3. Datering av lagerföljderna från Knäsmyr och Valeberg med hjälp av pollenstratigrafisk korrelation

### 2.3.a. synpunkter angående valda korrelationsstratigrafier

För den pollenanalytiska korrelationen av stratigrafierna från Knäsmyr och Valeberg är inledningsvis samma kommentarer aktuella som de för Grundevattenstratigrafin (se ovan). De pollenstratigrafier som Svedhage utvalt (Sämbosjön och Flarken) för korrelation med stratigrafierna från ovannämnda lokaler ligger på stort avstånd från Tanumsområdet och delvis inom andra vegetationszoner. Dessutom bör stratigrafierna från Knäsmyr och Valeberg i första hand jämföras med stratigrafien från Grundevatten som av Svedhage utsetts som referensdiagram.

Eftersom Knäsmyr för strandförskjutningsproblematiken är den mest kritiska lokalen, koncentreras genomgången fortsättningsvis på denna lokal. Den generella problematik som kommer att påpekas gäller dock i lika hög grad för Valeberg som för Knäsmyr:

”De två provtagna lokalerna har varit relativt svår-analyserade. Detta beror i första hand på avlagringarnas karaktär och därmed förknippade svårigheter att erhålla goda preparat. Detta gäller särskilt Valeberg. Mot denna bakgrund är det ju inte helt entydigt vilken tidsställning isoleringen av respektive lokal ska ge” (Svedhage, 1997, sid. 7).

### 2.3.b. synpunkter angående valda nivåer valda för korrelation

Lokalen Knäsmyr beskrivs av Svedhage enligt följande:

”Lokalen, som utgörs av ett kärr med vissa öppna vattenytor, ligger på en nivå av knappt 25 meter över havet vid Linnebacka, ca 6 km väster om Tanumshede. Provtagningen är utförd på en plats med 0,5 meter djupt vatten. Den provtagna lagerföljden är 1 meter mäktig och har följande utseende:

- 50 - 87 cm under vattenytan gyttjig torv
- 87 - 102 cm under vattenytan gyttjig sand
- 102- 118 cm under vattenytan grusig sand
- 118- 135 cm under vattenytan stenig sand
- 135- 150 cm under vattenytan skalförande stenig sand”

I denna stratigrafi har c. 300 pollen räknats per nivå i 10 nivåer mellan 55 och 100 cm. För korrelation och tidsbestämning av Knäsmyrstratigrafien har fyra nivåer valts ut, vilka korreleras med pollenstratigrafierna från Sämbosjön och Flarken:

Nivå	Karaktistik	Tolkad ålder Svedhage (1997)	Här utförd kalibrering av åldrarna
I	Nedgång i <i>Corylus</i>	1300 <sup>14</sup> C år BP	1250 cal BP
II	Topp i Ericales inklusive <i>Calluna</i>	2000 <sup>14</sup> C år BP	1950 cal BP
III	Topp i Poaceae, nedgång i <i>Quercus</i>	2600 <sup>14</sup> C år BP	2750 cal BP
IV	<i>Betula</i> -minimum, Uppgång i Poaceae	3100 <sup>14</sup> C år BP	3300 cal BP

**Kommentar 14:** Kommentar till nivå I. Med tanke på den höga pollenproduktionen hos *Corylus* (hassel), är frekvensförändringen mycket liten. Mellan nivå 65 cm och 60 cm sjunker hassel i Knäsmyrstratigrafien från c. 5 % till ett par procent.

Kalibrerar man de åldrar Svedhage angivit för nivå I och III, ger det en ackumulationstakt av torven på c. 0,14 mm/år. 5 cm (avståndet mellan 60 och 65 cm) motsvarar då c. 350 år. Antar man dessa värden kan alltså inte hasselkurvans nedgång bestämmas mer precist än c. 350 år.

Av de senholocena lednivåer Fries (1951) använde för korrelation av bohuslänska diagram (se kommentar 10) förekommer hasselminskning i sex av dem.

**Kommentar 15:** Kommentar till nivå II. Korrelationen baserar sig på mycket små förändringar i kurvorna för *Calluna* (ljung) och *Ericaceae* (risväxter) i Knäsmyrstratigrafien, i vilken den statistiska säkerheten är lägre (c. 300 pollen/nivå) än i Grundevattenstratigrafien (>1000 pollen/nivå). Toppen av Ljungpollen består utgör c. 1% (75 cm), medan inga ljungpollen är räknade i de två omgivande nivåerna (70 och 80 cm). Detta motsvarar 3 pollenkorn vid nivån 75 cm. *Ericaceae*-toppen innebär att ett pollenkorn hittades vid 75 cm. Det är tveksamt om denna förändring verkligen reflekterar en ökad utbredning av ljung och andra risväxter.

Antar man den påtalade ökningen av ljungpollen verkligen avspeglar en reell ljungexpansion mellan 70 och 80 cm, vet man inte var i detta intervall den högsta förekomsten ligger om man inte analyserar fler nivåer än den vid 75 cm. Antar man en ackumulationstakt på 0,14 mm/år

(se kommentar 14) är inte åldern på toppen bestämd med en precision på mer än c. 700 år.

Nivån används inte vid tidsställning av Grundevatten. Det är svårt att förstå en korrelation med lokaler i mellersta Halland och nordöstra Västergötland om inte en tydlig korrelation kan göras med det detaljerade referensdiagrammet från Grundevatten.

I torvprofiler kan mycket stora procentförändringar av ljung och risväxtpollen bero på förändringar inom myrområdet, exempelvis på grund av ett fortgående igenväxningsförlopp och/eller lokala vattenståndsförändringar.

**Kommentar 16:** Kommentar till nivå III. Det är hög risk att procentmaximumet av *Poaceae* (vildgräs) avspeglar en helt lokal expansion av vass. Ett maximum av vildgräspollen förekommer regelmässigt vid övergången från gyttja till torv i lagerföljder, vilket avspeglar ökad utbredning av vassvegetation när en sjö växer igen och övergår i ett kärr. Risken för att detta avspeglas i Knäsmyrstratigrafien förefaller stor. Skulle så vara fallet, är toppen i gräspollenkurvan i Knäsmyrstratigrafien ett helt lokalt fenomen.

Problemet med *Quercus*-kurvans förlopp är diskuterat vid genomgången av Grundevattenstratigrafien (kommentar 6), där den för Knäsmyrstratigrafien påtalade minskningen av ekpollenhalten dock inte omnämns.

**Kommentar 17:** Kommentar till nivå IV. I Knäsmyrstratigrafien förekommer genomgående låga pollenhalter från *Betula* (björk) i den underliggande gyttjiga sanden och genomgående höga halter i den överliggande gyttjiga torven. Det motsatta förhållandet gäller för *Pinus* (tall). Tallpollen är ofta överrepresenterade i marina sediment på grund av transport- och sedimentationsprocesser. En sådan överrepresentation kan vara förklaringen till de lägre björkpollenhalterna i sanden, vilket i så fall skulle reflektera helt lokala förändringar samband med isoleringen av lokalen.

**Kommentar 18:** Sammanfattningsvis görs tolkningen den att den pollenanalytiska dateringen av Knäsmyr är mycket svag. Detta beror på en rad faktorer såsom korrelation med avlägsna lokaler, korrelation baserade på små procentförändringar, skiljaktigheter gentemot den närliggande pollenstratigrafien från Grundevatten och samtidigt för-

ändringar av sedimenttyp och pollensammansättning i stratigrafien. Det senare reflekterar förändringar i transport- och sedimentationsprocesser som påverkat såväl pollen-korn som andra sedimentpartiklar.

## 2.4. Datering av lagerföljden från Knäsmyr med hjälp av $^{14}\text{C}$ datering

De tolkade nivåerna för isoleringstillfället i stratigrafierna från Knäsmyr, 25 möh, har daterats till 3920+/-50 (Ua-11682). Den förväntade åldern var enligt Svedhage 3000 okal. BP.

Svedhage kommenterar dateringen av Knäsmyr enligt följande:

”Beträffande isoleringen av Knäsmyr på ca 25 möh är det svårt att bedöma relevansen i dateringen. Bristen på tillförlitliga strandförskjutningsdata är uppenbar och den erhållna dateringen bidrar inte till att sprida något starkare ljus över situationen. Tillgängliga strandförskjutningsdata (se ref) indikerar en stillastående eller svagt transgredierande havsytenivå under tidsavsnittet 4500-2500 BP. Den erhållna dateringen 3920 BP faller inom detta tidsintervall. Då lokalen ligger på denna ”kritiska” nivå kan torvbildande växter börja växa på platsen i ett tidigt skede. Pollenanalysen indikerar genom förekomsten av sötvattensväxter en tidigare isolering än vad diatoméanalysen gör.” (Svedhage, 1997, sid. 8).

**Kommentar 19:** Med tanke på de svaga pollenanalytiska korrelationerna av Grundevattenstratigrafien finns det ingen anledning till att förkasta dateringen innan nya data kan tillfogas.

Den uppmätta  $\delta^{13}\text{C}$ -halten på dateringsmaterialet är -16,06 ‰ PDB, vilket antyder marina förhållanden. Därför bör den marina reservoaråldern dras ifrån provets ålder. Denna ålder gör dateringen förmodligen mellan 300 och 500 år för gammal. Kalibrerar man dateringen och drar ifrån en antagen reservoarålder får man en ålder på c. 3900 år cal BP.

Svedhage har inte angivit på vilket djup i stratigrafien som det daterade materialet är taget. Det är intressant att

veta om det är torven eller sanden som uppvisar den marint indikerande  $\delta^{13}\text{C}$ -halten.

## 2.5. Isoleringsindikatorer i Knäsmyrstratigrafien

Från stratigrafien från Knäsmyr har 7 nivåer analyserats på sitt innehåll av diatoméer mellan 115 och 55 cm. Resultatet av isoleringsindikatorer kan sammanfattas enligt följande:

Djup (cm)	Sediment	Diatoméer	Tolkning av diatoméer	Pollen från sötvattensväxter
60-55	gyttjig torv	kraftig dominans av sötvattensarter	sötvatten	ökade halter
87-60	gyttjig torv	samdominans av marina och sötvattensarter	övergångszon	relativt höga halter på en enda nivå, 85 cm, ovanför det låga halter
102-87	gyttjig sand	enbart marina arter	saltvatten	betydande halter vid 90 cm
118-102	grusig sand	enbart marina arter	saltvatten	

I stratigrafien förekommer en c. 30 cm mäktigt lager (c. 90-60 cm) där både marina indikatorer och sötvattensindikatorer förekommer. Detta gör att isoleringen är diffus i stratigrafien:

”Diatoméanalysen är inte helt otvetydig om var i stratigrafien isoleringen ligger. Problemet består i att samtidigt som sötvattensarter kommer, kvarstår ett betydande marint inslag i florin. Orsaken till detta är antagligen att söka i vattenståndsfuktuationer och översvämningar i samband med stormar. Samtidigt indikerar sedimentet som sådant en tydlig isoleringsnivå (Svedhage syftar på gränsen mellan gyttjig sand och gyttjig torv vid 87 cm). Nedanför denna nivå är diatoméfloran entydigt marin och i så gott som total avsaknad av sötvattensarter. Denna, mest sannolika stratigrafiska nivå för isoleringen, kan med pollenanalytisk korrelation dateras till mellan 2.800 och 2.600 BP.” (Svedhage, 1997, sid. 7)

**Kommentar 20:** Det stora problemet är återigen dateringsosäkerheten. Pollenstratigrafien reflekterar troligen främst helt lokala förändringar av sedimentationsmiljö och vegetationsförhållanden då torv börjar växa i en marint influerad sedimentationsbassäng. Det går därför inte att

utifrån dessa data avgöra om torven avsatts under lång eller mycket kort tid. Med en  $^{14}\text{C}$ -datering av material från den överst liggande torven (alldeles ovanför ”övergångszonen”), där risken är minst för erhållande av marin reservoar-ålder etc., skulle åldern på lagerföljden sannolikt blivit bättre klargjord.

Provtagningen av Knäsmyrstratigrafien gjordes i en vattenhåla i ett kärr. De översta 35 cm av stratigrafien bestod av torv. Det är fullt möjligt att denna torv endast avspeglar avsättning under en relativt kort tidsrymd och att yngre torv förekommer på andra ställen i kärret, exempelvis i det halvmeter mäktiga lagret mellan kärryta och botten på vattenhålan. En avsaknad av torv kan bero på avstannad torvackumulation i vissa partier på myren eller på hela myren. Det kan också bero på erosion orsakad av naturliga processer eller mänsklig påverkan såsom torvtäkt. I Bohuslän finns exempel på små sjöar som bildats på grund av intensiv torvtäkt på mindre myrar.

### 3. SAMMANFATTANDE KOMMENTAR

Dateringsosäkerheten är, som säkert framgått, det här tolkade huvudproblemet med rapporten. När  $^{14}\text{C}$  metoden introducerades erbjöds kraftigt ökade möjligheter att urskilja tidsskillnader i vegetationsutvecklingen mellan olika områden. Man kunde göra rekonstruktioner av helt lokala utvecklingsmönster utan att snegla på andra pollenstratigrafier, vare sig nära eller avlägsna. Använder man sig av pollenstratigrafiska korrelationer för tidsbestämning innebär det tolkningsmässigt en tvångströja. Det blir speciellt tydligt vid korrelationer mellan lokaler på stora avstånd från varandra. För att utföra dessa korrelationer blir man tvungen att anta en synkron vegetationsutveckling inom ett större område.

Dateringen av Knäsmyr anser jag sakna grundförutsättningar för korrelation även med Grundevattenstratigrafien och än mindre med stratigrafier utanför landskapet, bland annat eftersom ett flertal av de påtalade kurvförändringarna från Knäsmyrstratigrafien kan reflektera helt lokala faktorer. Det saknas därigenom ”fasta punkter” både uppåt och nedåt. Det går inte att avgöra vilken tid som isoleringen har skett eller under hur lång tid

övergångszonen avsattes på grundval av erhållna pollenanalytiska data från Knäsmyr.

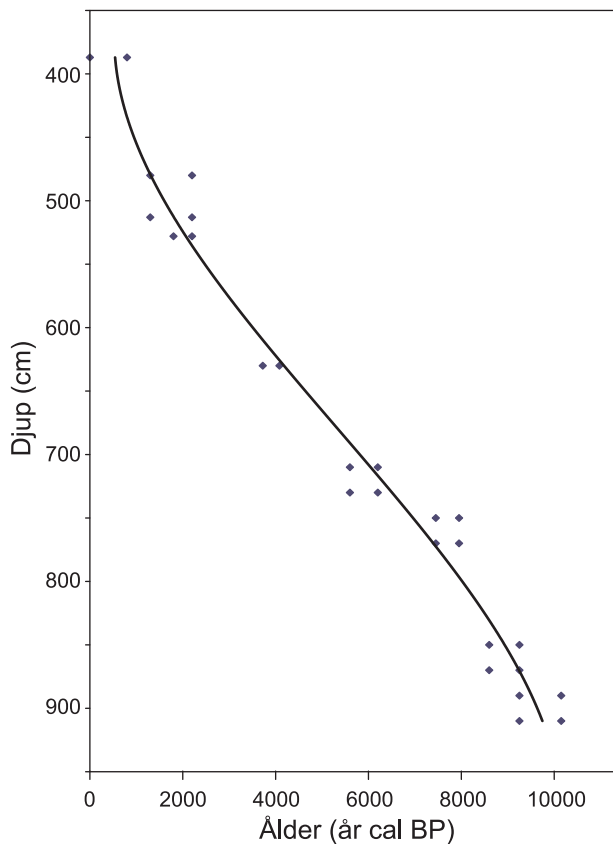
### 4. FÖRSÖK TILL ALTERNATIV TIDSBESTÄMNING AV GRUNDEVATTENSTRATIGRAFIEN

Här görs ett enkelt försök med regressionsanalys att datera Grundevattenstratigrafien som alternativ till Svedhages tidsbestämning. Följande nivåer och åldrar har då utvalts:

- $2\sigma$  på kalibrering av Perssons (1973) datering av alens rationella gräns ( $A^{\circ}$ ) i Kolbengterödssjön: 9271-10150 år cal BP. Gränsen ligger mellan nivåerna 910 och 890 cm i Grundevattenstratigrafien.
- $2\sigma$  på kalibrering av Perssons (1973) datering av ekens rationella gräns ( $Q^{\circ}$ ) i Kolbengterödssjön: 8597-9248 år cal BP. Gränsen ligger mellan nivåerna 870 och 850 cm i Grundevattenstratigrafien.
- $2\sigma$  på Perssons kalibrering av (1973) datering av lindens rationella gräns ( $T^{\circ}$ ) i Kolbengterödssjön: 7446-7943 år cal BP. Gränsen ligger mellan nivåerna 770 och 750 cm i Grundevattenstratigrafien.
- $2\sigma$  på dateringar av almfallet i Bohuslän: 5600 - 6200 år cal BP. Skedet tolkas ligga mellan nivåerna 730 och 710 cm i Grundevattenstratigrafien.
- Tydligt maximum i ekkurvan (528 cm) som här förutsätts vara av tidig Subatlantisk ålder. Maximumet uppskattas förekomma inom tidsintervallet 2200-1800 år BP.
- Granens rationella gräns, som här uppskattas förekomma inom tidsintervallet 2200-1300 cal BP. Gränsen uppskattas att ligga mellan nivåerna 513 och 480 cm i Grundevattenstratigrafien.
- $2\sigma$  på kalibrerad  $^{14}\text{C}$ -daterad nivå på 630 cm: 3724 – 4083 år cal BP
- Övre gräns för redovisad lagerföljd (387 cm) uppskattad att förekomma någonstans inom tidsintervallet 0 – 800 år cal BP.

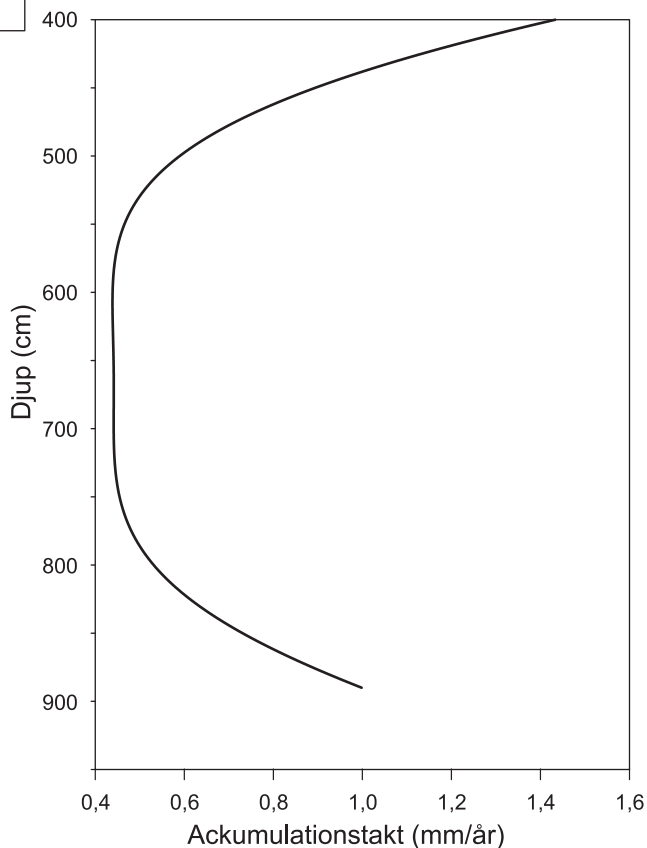
Regressionsanalys har utförts utifrån dessa data (Fig. 3) och en kurva över sedimenttillväxten plottats utifrån den utnyttjade regressionskurvan (Fig. 4). Kurvan över sedimenttillväxten visar på en hög men sjunkande





**Figur 3.** Regressionsanalys utförd på Grundevatten för ungefärlig tidsställning av Grundevattenstratigrafin som alternativ till den av Svedhage angivna tidsställningen. Åldrar i kalibrerade år BP.

**Figure 3.** Regression line for lake Grundevatten sediment depth (cm) versus age (calibrated BP). The used datings are transferred from  $^{14}\text{C}$  dated diagrams in the region close to Tanum. This gives an alternative to the dating proposed by Svedhage, as given in fig. 1.

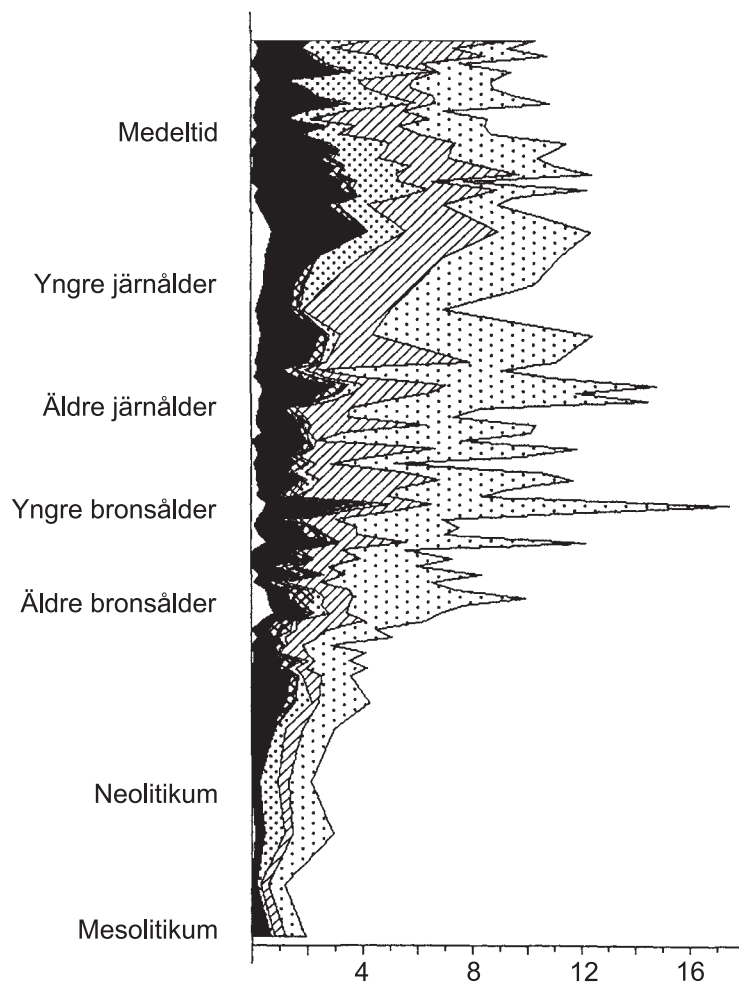


**Figur 4.** Kurva över sedimenttillväxten erhållen vid användande av den regressionskurva som redovisas i Fig. 3. Ackumulationstakten baseras på mm per kalibrerade år BP.

**Figure 4.** The sediment growth (mm per year) at different depth (cm) in the lake Grundevatten according to the datings given in Fig. 3.

**Figur 5.** Kumulativt kulturmarksdiagram från övre delen av Grundevattenstratigrafin. Angivna arkeologiska perioder baserar sig på den ungefärliga åldersbestämning som gjorts med regressionsanalysen presenterad i figur 3. Kurvorna från vänster till höger: Sädesslag (vit), 2. Kulturmarksindikatorer allmänt (svart), 3. Ruderatväxter (rutigt), 4. En (prickat), 5. Ljung (snedstreckat), 6. Vildgräs (prickat).

**Figure 5.** Cumulative diagram showing indications of cultivation and grazing in the lake Grundvatten pollen diagram. To the left the main archaeological periods are given, from the bottom; Mesolithic, Neolithic, Early and Late Bronze Age, Early and Late Iron Age, and Middle Age. The dating is based on the regression line in Fig. 3. The included pollen are cereals, various other indicators of agricultural activity, juniper, heather, and grass.



ackumulations takt under den tidigaste delen av Holocen. Detta tolkas bero på en gradvis sjunkande näringshalt i sjön och sjöns dräneringssystem. Under mitten av Holocen har ackumulationstakten stabiliserat sig på en förhållandevis låg nivå. Under senare delen av Holocen ökar takten gradvis. Detta tolkas bero på ökad mänsklig aktivitet som orsakat ökad näringstillförsel till sjön samt ökat ljusinstrålning som gynnar det biologiska livet i sjön.

Ett kulturmarksdiagram har sedan ritats med den ungefärliga tidsbestämning som gjorts med hjälp av regressionsanalysen (Fig 5). Detta kulturmarksdiagram diskuteras inte vidare i denna rapport.

## 5. FÖRSLAG TILL FORTSATTAS STUDIER AV STRANDFÖRSKJUTNINGEN I NORRA BOHUSLÄN

Här ges några kortfattade förslag till strategier som kan utnyttjas vid fördjupad analys av strandförskjutningsförloppet under senare delen av Holocen i norra Bohuslän.

De är lämpligt är att söka upp ett relativt begränsat område med många sedimentationsbassänger på låga nivåer i landskapet. Många lagerföljder från sådana bassänger innehåller diffusa isoleringskontakter på grund av den mer långsamma strandförskjutningen under senare delen av

Holocen jämfört med under den tidigare delen. En förbättrad strandförskjutningskurva bör baseras på så många lokaler som möjligt inom ett relativt snävt begränsat område. Väljer man lokaler mellan vilka det är relativt stort avstånd ökar tolkningens osäkerhet på grund av den förändring av landhöjningsbeloppet som förekommer från söder till norr och från väster till öster i Bohuslän.

Man bör företrädesvis välja isoleringar där marina sediment övergår i gyttjiga sediment. Det finns större risk för förekomsten av hiati där torv överlagrar marina sediment i isoleringssekvenser än i sådana där gyttja överlagrar finkorniga marina sediment.

De lokaler som undersöks bör ligga så skyddade mot havet som möjligt. Sedimentbassänger på östsidan av bergspartier är exempelvis generellt mer skyddade mot havsvattenpåverkan vid stormar än lokaler på västsidan. Resultatet blir mer diffusa isoleringssekvenser i de mer exponerade lokalerna.

I mån av tillgång bör lokaler väljas där isoleringslagerföljden ligger på så stort djup som möjligt. I en bassäng med relativt stor vattenvolym per ytenhet spås ett intrång av marint vatten ut i högre grad än i en grundare bassäng. Resultatet blir mer diffusa isoleringssekvenser i de grundare lokalerna.

Använd gärna olika typer av biostratigrafiska studier men ta tidigt ut material för  $^{14}\text{C}$ -dateringar på varje isoleringssekvens. En isoleringsstudie som görs utan pålitliga  $^{14}\text{C}$  dateringar riskerar att skapa mer frågetecken än svar.

Datera företrädesvis makrofossil från terrestriska kärlväxter som siktas fram ifrån isoleringslagerföljderna. Med datering av sådant material undviker man diskussioner kring i hur hög grad det daterade materialet är påverkat av den marina reservoaråldern.

## 6. Referenser

- Behre, K.-E. 1986. *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema. Rotterdam, Berlin. 232 p.
- Berglund, B. E. 1986. Palaeoecological reference areas and reference sites. I: Berglund B.E (red.): *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*. John Wiley & Sons. Chichester/New York/Brisbane/Toronto/Singapore. 111-126.
- Birks, H.J.B. 1986. Late-Quaternary biotic changes in terrestrial and lacustrine environments, with particular reference to north-west Europe. I: Berglund B.E (red.): *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Colman, S.M., Jones, G. A., Meyer R., King, J.W., Peck, J.A. och Orem, W.H. 1996. AMS radiocarbon analyses from Lake Baikal, Siberia: challenges of dating sediments from a large oligotrophic lake. *Quaternary Science Reviews (Quaternary Geochronology)*, 15,
- Dennegård, B & Jansson, E. 1987. Man's landuse as illustrated by vegetational changes from the Neolithic to the Medieval Age on the Island of Orust, southwestern Sweden. *Raä och SHM Rapport UV 1987:6*, Stockholm.
- Digerfeldt, G. 1977. The Flandrian development of Lake Flarken. Regional vegetation history and palaeolimnology. *University of Lund. Department of Quaternary Geology*. 13.

- Digerfeldt, G. 1982. The Holocene development of Lake Sämbojön, 1. The regional vegetation history. *University of Lund. Department of Quaternary Geology* 23.
- Digerfeldt, G. och Welinder, S. 1987. The pre-historic landscape in South-West Sweden. *Acta Archaeologica*. 127-136.
- Ekman, S. 1996. En pollenanalytisk studie av en lagerföljd från Smedseröds mosse, Stenungsunds kommun, Bohuslän. I: E. Schaller Åhrberg & M. Lönn. Hammar. Ett boplatsoområde från sen-neolitikum till nittonhundrat. Arkeologi längs väg E6 i Bohuslän 1986 - 1989. Del 5. *Arkeologiska resultat. UV Väst 1996:15*.
- Ekman, S. 1998. *Pollenanalytiska studier i området kring sträckningen Gläborg - Rabbaldsbede av väg E6*. Arkeologiskt Naturvetenskaplig Laboratorium. Rapport på uppdrag av RAÄ och Bohusläns museum.
- Ekman, S. 1999. Pollenstratigrafisk undersökning av Häljerödssjön, Bohuslän. I: Ortman, O.: *Stinneröd, två gårdar från yngre bronsålder – romersk järnålder, Raä 43, Resteröds socken, Bohuslän*. Bohusläns Museum. Uddevalla. s. 60-76.
- Ekman, S. & Lennartzon, P.-O. 1993. Granvattnet. En Holocen pollenstratigrafi från en sjö i Bohuslän. *Arkeologi längs väg E6 i Bohuslän 1986 - 89. Del 2. UV Väst 1993:4*.
- Erdtman, G., 1921: *Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden*. KVA Ark. F. Bot. 17: 10.
- Fries, M. 1951. Pollenanalytisk vittnesbörd om Senkvartär vegetationsutveckling, särskilt skogshistoria in Nordvästra Götaland. *Acta Phytogeographica Suecica* 29.
- Hessland, 1949. *Calcareous freshwater sediments from northern Bohuslän*. Kungliga Vetenskapsakademien, Arkivet för Mineralogi och Geologi. 1:5.
- Persson, G. 1973. Postglacial transgressions in Bohuslän, south-western Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning*. C 684, 1-47.
- Lindquist, B., 1959. Forest vegetation belts in southern Sweden. *Acta Horti Gotoburgensis* 22, 11-144.
- Sjörs, H. 1971. *Ekologisk botanik. Biologi 10*. Almqvist & Wiksell. Stockholm.
- Stuiver, M. & Reimer, P.J. 1993. Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon* 35. 215-230
- Svedhage, K. 1997. *Specialundersökning av världsarvsområdet Tanum – Delrapport III*. Tanumslätten med omgivning – En studie baserad på pollen och diatoméanalys. Tanums socken, Tanums kommun. Bohusläns museum. Rapport 1997:13.
- von Post, L., 1924. Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid. *Geologisk Föreningens Förhandlingar* 46.

