

# Lokala miljöförändringar i samband med en plötslig havsyteförändring ca 8200 år före nutid vid Kalvöviken i centrala Blekinge

*Ammy Göransson*

Examensarbeten i Geologi vid  
Lunds universitet - Kwartärgeologi, nr. 197



Geologiska institutionen  
Centrum för GeoBiosfärsvetenskap  
Lunds universitet  
2006

**Titel på examensarbetet  
(Formatmall "Titel": Arial, 26 punkter,  
Fetstil)**

Examensarbete  
Sven Svensson  
(Formatmall "Titel2": Arial, 16 punkter)

Geologiska Institutionen  
Lunds universitet  
2005  
(Formatmall "Titel2")



# Innehåll

<b>1. Introduktion .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Områdesbeskrivning.....</b>	<b>6</b>
2.1 Studieområdet .....	6
2.2 Geologi.....	6
<b>3. Metoder .....</b>	<b>7</b>
3.1 Fält- och laboratoriearbete .....	7
3.2 Mineralmagnetisk analys och glödförlust .....	7
3.3 Makrofossilanalys .....	7
3.4 Datering.....	9
3.5 Pollenanalys .....	9
3.6 Strukturanalys .....	9
<b>4. Sedimentbeskrivning .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Resultat och tolkningar.....</b>	<b>11</b>
5.1 Beskrivning av mineralmagnetisk analys och glödförlust.....	11
5.2 Tolkning av mineralmagnetisk analys och glödförlust .....	11
5.3 Beskrivning och tolkning av makrofossilanalys .....	12
5.3.1 Ka M1 (325-301 cm).....	12
5.3.2 Ka M2 (301-291 cm).....	12
5.3.3 Ka M3 (291-262 cm).....	12
5.4 Sammanfattande tolkning av makrofossilanalys.....	12
5.5 Beskrivning av pollenanalys .....	12
5.5.1 Ka P1 (309-302 cm).....	14
5.5.2 Ka P2 (302-290 cm).....	14
5.5.3 Ka P3 (290-280 cm).....	14
5.6 Tolkning av pollenanalys .....	14
5.7 Kol-14-dateringar och tid/djup kurva.....	16
5.8 Beskrivning av strukturanalys.....	17
5.9 Tolkning av strukturanalys.....	17
<b>6. Diskussion .....</b>	<b>19</b>
6.1 Kalvövikens .....	19
6.2 Jämförelse med andra undersökta platser längs Blekingekusten.....	19
6.2.1 Sörevik .....	19
6.2.2 Smygen .....	20
6.3 Den holocena strandförskjutningen vid Blekingekusten .....	20
6.4 Nordatlantiskt perspektiv på perioden 8500-8000 år före nutid.....	20
<b>7. Slutsatser.....</b>	<b>22</b>
<b>8. Tack.....</b>	<b>22</b>
<b>9. Referenser .....</b>	<b>22</b>

Appendix I. Sammanställning av samtliga identifierade makrofossil

Appendix II. Arterna i pollen- och makrofossildiagrammet samt i appendix I på latin och svenska

**Omslagsbild:** Kalvövikens med Kalvön i bakgrunden. (Foto: A. Göransson)



# Lokala miljöförändringar i samband med en plötslig havsyteförändring ca 8200 år före nutid vid Kalvöviken i centrala Blekinge

AMMY GÖRANSSON

Göransson, A., 2006: Lokala miljöförändringar i samband med en plötslig havsyteförändring ca 8200 år före nutid vid Kalvöviken i centrala Blekinge. *Examensarbete i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 197, 24 sid. + 2 appendix 20 poäng.

**Sammanfattning:** En sedimenttransekt bestående av tio punkter borrades med hjälp av en ryssborr i alkärret vid Kalvöviken på Biskopsmålahalvön i centrala Blekinge. I huvudpunkten togs tre parallella 1 m långa borrhävar. Sedimentprov togs ur borrhävarna och undersöktes med hjälp av glödförlust, mineralmagnetiska-, makrofossil-, pollen- och strukturanalyser. Kronologin fastställdes genom två kol-14-dateringar kompletterade med tidigare dateringar som utfördes i samband med undersökningarna av platsen under perioden 1997-1999. Avsikten med studien var att analysera och tolka den lokala miljöförändringen i samband med en plötslig förändring i havsytans nivå kring 8200 år före nutid. Resultaten har jämförts med likartade undersökningar från närbelägna platser utefter Blekingekusten men också satts in i ett större regionalt perspektiv. Sedimentprofilen avslöjar ett lager av svämgyttja med ca 15 meters utbredning i sydöst - nordvästlig riktning avsatt mellan två brackvattengyttjelager. Studien visar att lagret avsattes under en period med lågt vattenstånd som inträffade mellan ca 8150-8075 år före nutid. Den mineralmagnetiska analysen bekräftar antagandet om en plötslig övergång till perioden med lägre vattenstånd. Makrofossilanalysen indikerar att Kalvöviken vid denna period var en strandmiljö med växter såsom starr (*Carex*), svalting (*Alisma plantago-aquatica*), sjöfräken (*Equisetum fluviatile*), halvgräs (Cyperaceae) och vass (*Phragmites*). Dateringar tillsammans med pollenkoncentrationsvärden antyder att varaktigheten troligen var mycket kort, 75 år eller kortare. Svämgyttjelagret är samtida med den korta temperaturanomali som identifierats i grönländska iskärnor, s.k. 8.2 kyr event. Det kan ha en meteorologisk bakgrund som beror på skillnader i lufttryck mellan Azorerna och Island, ett fenomen som benämns den Nordatlantiska oscillationen (North Atlantic Oscillation - NAO).

**Nyckelord:** havsyteförändring, Blekinge, makrofossilanalys, pollenanalys, glödförlust, mineralmagnetism, 8.2 kyr event.

**Handledare:** Björn E. Berglund och Per Sandgren

Ammy Göransson, Geologiska Institutionen, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Lunds Universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: ammy@sinoscan.se

# Local environmental changes 8200 cal BP as a result of a sudden change in sea level at Kalvöviken in central Blekinge

AMMY GÖRANSSON

Göransson, A., 2006: Local environmental changes 8200 cal BP as a result of a sudden change in sea level at Kalvöviken in central Blekinge. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 197, 24 pp + 2 app. 20 Swedish credits.

**Abstract:** A sediment transect based on ten corings were performed with a Russian peat corer in the aldercarr at Kalvöviken on the Biskopsmåla Peninsula in central Blekinge. Three parallel sediment cores were collected at the master coring point. These cores were subsampled and studied by means of loss of ignition (LOI), mineral magnetic measurements, macrofossil analysis, pollen analysis and structural analysis. The chronology was obtained by radiocarbon dating of two levels and by adopting dates from earlier studies performed at Kalvöviken in 1997-1999. The purpose of this study was to analyse and interpret the local environmental changes that took place around 8200 cal BP when a sudden change in sea level occurred. The stratigraphic records were compared with other similar studies from nearby sites along the coast of Blekinge but also placed in a more regional context. The transect reveals a 15 meter long drift gyttja layer orientated in SE-NW direction. This layer was found between two layers of brackish gyttja. The study shows that the drift gyttja layer was deposited during a period with low water level between ca 8150-8075 cal. BP. The mineral magnetic analysis confirms the assumption of a sudden transition. The plant macrofossils indicate that Kalvöviken during this period was a shore environment with plants such as *Carex*, *Alisma plantago-aquatica*, *Equisetum fluviatile*, Cyperaceae and *Phragmites*. Datings together with pollen concentration values indicate a short duration of this period, 75 years or less. The drift gyttja layer in Kalvöviken is synchronous with a short temperature anomaly found in ice cores from Greenland, the so-called "8.2 kyr event". It might have a meteorological explanation caused by differences in air pressure between the Azores and Island, a phenomenon called the North Atlantic Oscillation (NAO).

**Keywords:** sea level change, Blekinge, macrofossil analysis, pollen analysis, LOI, mineral magnetism, 8.2 kyr event.

**Supervisors:** Björn E. Berglund och Per Sandgren

*Ammy Göransson, Department of Geology, GeoBiosphere Science Centre, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: ammy@sinoscan.se*

## 1. Introduktion

Under sen- och postglacial tid har Östersjöns vattennivå främst bestämts av både eustatiska och isostatiska komponenter. Dessa komponenter beror på den senaste inlandsisens tillväxt och avsmältning. Samspelet mellan komponenterna har lett till att förhållandena i Östersjön växlat mellan brackvatten- och färskvattenperioder. För ungefär 8500 år före nutid hade landhöjningen i sydöstra delarna av Sverige nästan avstannat. Den globala havsytestigningen var större än den isostatiska komponenten och Öresund öppnades (Björck, 1995). Därmed bildades Littorinahavet *sensu stricto*. Studier av transgressionslagerföljder i Blekinge visar att Littorinatransgressionen, 8500-3000 år före nutid, är komplex och består av minst fem mindre transgressionsvågor (Berglund, 1964; Yu, 2003). Tidsperioden 8200-8000 år före nutid, slutet på den första transgressionsvågen, motsvaras i några sedimentbassänger av ett organiskt sediment som avviker från under- och överliggande brackvattensgyttja. Lagret har tolkats som en kortvarig regression troligen orsakad av en regional klimatförändring (Berglund m.fl., 2005). Denna skulle kunna ha ett samband med den s.k. Nordatlantiska oscillationen (North Atlantic Oscillation - NAO), ett fenomen som uppkommer på grund av tryckskillnader mellan Azorerna och Island (Ekman, 1998; Andersson, 2002).

Lagret är samtida med den korta period med kallare klimat, 8200 före nutid (*8.2 kyr event*), vars orsak har diskuterats flitigt i litteraturen under senare tid (Alley m.fl., 1997; Barber m.fl., 1999; Klitgaard-Kristensen m.fl., 1998; Muscheler m.fl., 2004; Rohling & Pälike, 2005). I sediment från djupbassänger i Östersjön har en stratigrafisk enhet, som daterats till ca 8000 år före nutid, identifierats och föreslagits bildad i

samband med tsunamivågen orsakad av "Storegga skredet" (Bondevik m.fl., 1997; Andrén & Andrén, 2001).

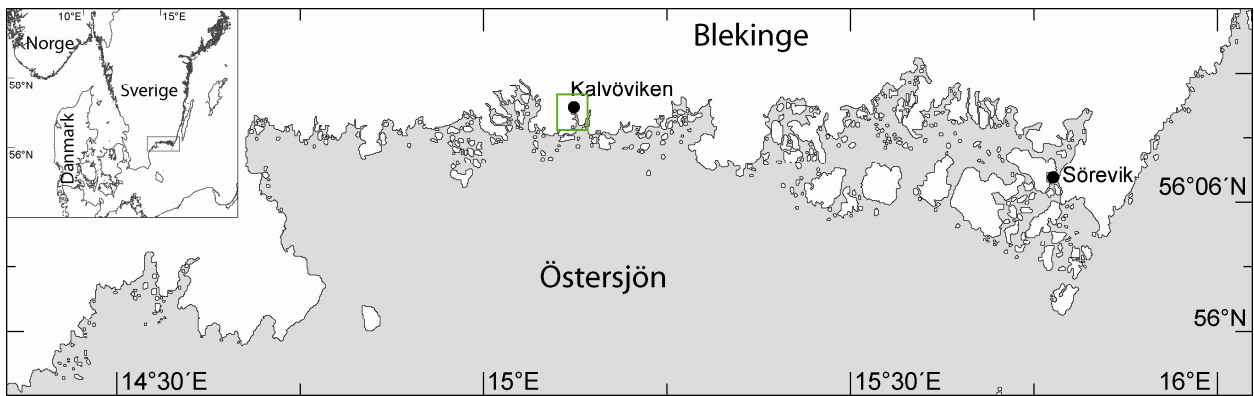
Syftet med detta arbete är att med hjälp av palaeoekologiska metoder analysera och tolka den lokala miljöförändringen i samband med en plötslig havsyteförändring runt 8200 år före nutid. Genom användning av flera kompletterande paleobiologiska och stratigrafiska metoder har tillförlitligare data rörande eventuella förändringar i miljön erhållits än om bara en metod använts. Till exempel återspeglar växtmakrofossil den lokala vegetationsmiljön generellt bättre än pollen eftersom fossilen sällan transporteras långa sträckor. Vidare har ambitionen varit att datera det aktuella lagret med större precision än tidigare. Studierområdet är beläget vid Kalvövikens, mellan Karlshamn och Ronneby, på Biskopsmålahalvön i Blekinge. Viken med intilliggande område hade en skyddad position under Littorinatransgressionens maximum och anses speciellt lämplig för jämförande studier då sådana platser ofta innehåller sedimentsekvenser med hög tidsupplösning (Berglund m.fl., 2005). Vikar och laguner med skyddade lägen utgör bra förhållanden för kontinuerlig sedimentation (Berglund, 1964). Dessutom anses Blekingekusten generellt vara speciellt lämplig för jämförande studier mellan olika bassänger och gamla kustlinjer eftersom kusten löper parallellt med landhöjningsisobasen för holocen (Berglund, m.fl., 2005).

Resultaten från studien har jämförts med stratigrafiska undersökningar från andra platser längs Blekingekusten (Berglund m.fl., 2005; Yu m.fl., 2005) men har också satts in i ett större regionalt perspektiv.



Figur 1. Foto från fältarbetet i alkärret vid Kalvövikens.  
(Foto: B. E. Berglund)





(A)

(B)

Figur 2.(A) Översiktskartan visar studieområdets geografiska placering. Källa: Yu, S-Y., 2003. (B) Topografisk karta över Kalvöviken och omgivningarna. Transekten i denna undersökning är utmärkt med heldragen linje, prickad linje är transekten från undersökningarna 1997-1999 (Berglund m.fl., 2005). Källa: modifierad från <http://geoimager.lantmateriet.se>

## 2. Områdesbeskrivning

### 2.1 Studieområdet

Lokalen utgörs av ett alkärr (figur 1) beläget vid Kalvöviken på Biskopsmålahalvön, ca 8 km söder om Bräkne-Hoby i Blekinge län (56°10' N, 15°07' E) (figur 2). Alkärran ansluter till en öppen strandäng. Viken i nordost har ett vattendjup på mindre än två meter (Berglund m.fl., 2005). Österut mot Väbyfjorden ökar emellertid vattendjupet till 15 meter. Bräkneån har sitt utflöde i Väbyfjorden ca 800 meter norr om Kalvöviken. Viken och våtmarken ligger i en berggrundssänka som sträcker sig i nord-sydlig riktning. Platsen har ett skyddat läge och förhållandena där var sannolikt desamma när Littorinatransgressionen nådde sitt maximum under mellersta holocen.

### 2.2 Geologi

Blekinges berggrund består till övervägande del av prekambriiska kristallina bergarter (Kornfält och Bergström, 1991; Kornfält, 1993). Genom landskapet går ett antal sprickdalar, vilka har ett tektoniskt ursprung,

med en huvudsaklig NNV-SSO riktning. Dessa har senare eroderats och delvis fyllts med sediment.

Karlshamnsgraniten utgör den ytmässigt dominerande bergarten i länet (Kornfält och Bergström, 1991; Kornfält, 1993). Den är en rödaktigt grå, medel- till grovkornig, porfyrisk granit vars ålder beräknats till ca 1400 miljoner år. Karlshamnsgraniten uppträder i ett par större massiv i Blekinge benämnda Karlshamnsmassivet respektive Eringsbodamassivet. Det här studerade området ligger i de allra sydligaste delarna av Karlshamnsmassivet.

Eftersom undersökningsområdet är beläget under högsta kustlinjen samt till stora delar har påverkats av transgressioner under holocen (Björck, 1979; Liljegren, 1982) har de lösa jordarterna en begränsad utbredning. Längs bergskanterna på ömse sidor om alkärran och våtmarken ligger ett stråk med svallad småblockig morän. I kärret och våtmarken finns organogena jordarter med ett maximalt djup om ca 5 meter (för detaljerad beskrivning se tabell 1).

Topografiskt tillhör området kustlandet och är ett

slättlandskap med en typisk relief, som fått sin form av de nord-sydligt gående bergryggarna (Berglund m.fl., 2005). Blekinges kust går parallellt med isobasen för landhöjningen under holocen. Detta medför att äldre kustlinjer och sedimentbassänger längs kusten är jämförbara.

### 3. Metoder

#### 3.1 Fält- och laboriearbete

Fältarbetet utfördes under september 2005. En transekt borrades (126-306°) vinkelrät mot den som undersöktes 1997-1999 av Berglund m.fl. (2005). Transektenes längd var ca 70 meter (våtmarkens totala bredd mätte ca 92 m) och totalt gjordes 10 borrhningar med olika avstånd och djup. Borrhkärnorna togs med en 1 m lång *Russian corer*, s.k. ryssborr (Jowsey, 1966), med en innerdiameter på 5 cm. Huvudpunkten benämns borrhpunkt 6 (Bp 6) och ligger i de båda transekternas skärningspunkt strax intill BP4/5 som var benämningen på huvudpunkten i den tidigare undersökningen vid Kalvöviken 1997-1999 (Berglund m.fl., 2005). Vid huvudpunkten togs även tre parallella borrhkärnor med 6,5 cm diameter, vars material användes till de olika analyser som beskrivs i denna uppsats. Kärnorna benämndes Ka2, Ka3 och Ka4.

En preliminär beskrivning av stratigrafin gjordes i fält. Därefter packades borrhkärnorna in i plastfilm och plastbehållare för vidare transport till Lund.

I laboratoriet packades borrhkärnorna upp, rensades och beskrevs igen (se tabell 1 nedan). Borrhkärnorna i transekten korrelerades stratigrafiskt samt genom mätning av deras magnetiska susceptibilitet. De tre parallella borrhkärnorna från Bp 6 korrelerades enbart stratigrafiskt med varandra och prov togs för olika analyser.

#### 3.2 Mineralmagnetisk analys och glödförlust

Inledningsvis mättes den magnetiska susceptibiliteten i borrhkärnorna längs transekten. Borrhkärnorna skannades och var 4:e mm avlästes med en Bartington Instruments Ltd MS2E1 sensor kopplad till en loggningsapparat med automatisk frammatning, Tamiscan-TS1.

Prover för mineralmagnetisk analys och glödförlust togs i huvudborrkärnan Ka2. Provtagning gjordes på varje cm mellan 264 - 359 cm och material fylldes i 7 cm<sup>3</sup> plastkuber (20x20x20 mm, yttermått). Totalt togs 96 prover.

Magnetisk susceptibilitet ( $\chi$ ) är ett mått på ett materials magnetiseringsförmåga. (Thompson & Oldfield, 1986). För att mäta susceptibiliteten användes en Kappabridge KLY-2.

*Anhyretic Remanent Magnetization* (ARM) är den magnetisering som ett prov får när det utsätts för ett avtagande växelströmsfält samtidigt som ett svagt, konstant likströmsfält är pålagt. Parametern är särskilt känslig för s.k. *stable single domain* (SSD) partiklar, vilka är magnetiska korn med endast en domän. En

magnetisk domän är ett område i en kristall som spontant kan magnetiseras i en riktning. ARM inducerades i provet med hjälp av en Molspin AF demagnetizer (100 mT växelströmsfält och 0,1 mT likströmsfält) och den inducerade remanensen mättes med en Molspin Minispin magnetometer.

*Isothermal Remanent Magnetization* (IRM) är den kvarvarande magnetism ett prov har efter att det utsätts för ett magnetiskt fält. *Saturation Isothermal Remanent Magnetization* (SIRM) är den kvarvarande magnetismen efter att provet "mättats" magnetiskt d.v.s. exponerats för ett starkt magnetiskt fält. Parametern är beroende av den magnetiska mineralogin men är även beroende av kornstorleken och koncentrationen. Med en Redcliffe BSM-700 magnetizer skapades ett magnetfält på 1 T, vilket anses tillräckligt för att uppnå maximal magnetisering i dessa prover. Därefter mättes den inducerade remanensen med magnetometern. När SIRM-mätningarna var gjorda magnetiserades proverna i ett omvänt magnetfält på 100 mT med en Molspin Demagnetizer. Därefter mättes remanensen ånyo med Molspin Minispin magnetometern.

När de magnetiska analyserna var klara torkades proverna vid 50 °C i ett dygn varefter de vägdes för bestämning av torrvikten och beräkning av massspecifika SI enheter.

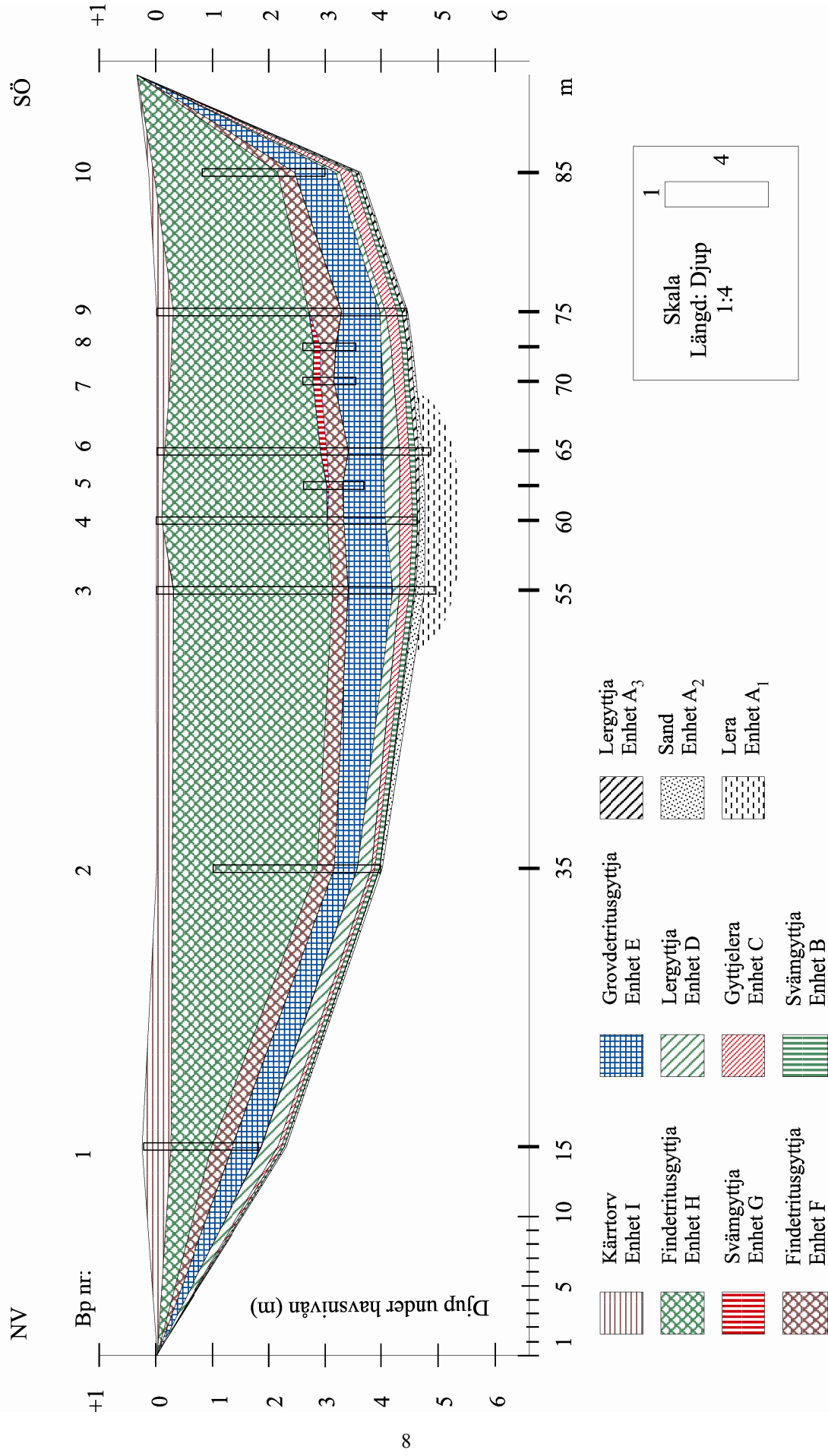
Glödförlust utfördes för att bestämma halten organiskt material. Det organiska materialets massa i ett prov bestäms genom viktförlust vid förbränning. Detta gjordes genom att torka proverna vid 105 °C under ett dygn för bestämning av torrvikten och därefter upphetta dem till 550 °C under fyra timmar. Efter avsvälning i exsickator vägdes proverna varefter den organiska halten per torrviikt beräknades.

Diagrammen för magnetisk analys och glödförlust gjordes med hjälp av datorprogrammet Grapher.

#### 3.3 Makrofossilanalys

Prov för makrofossilanalys togs i borrhkärnorna Ka3 och Ka4 på 18 nivåer mellan 262-325 cm. Provtagningsintervallet varierade mellan 2-4 cm varför resultatet är redovisat per 50 ml provmängd. Proverna slammades och silades genom 250 och 500 µm siktar varefter urslammat material lades i destillerat vatten. Detta analyserades i petriskål med radmarkering med hjälp av stereomikroskop 9-40X förstoring. Fossilerna bestämdes till släkte och även till art där så var möjligt med hjälp av avbildningar i Nilsson (1961) och Beijerinck (1976) samt referenssamlingen på Geologiska institutionen i Lund. Diagrammet konstruerades med hjälp av datorprogrammen Tilia, Tilia Graph och TG Views (Grimm, 1991).

# Kalvövikens 2005



Figur 3. Sedimentprofil över Kalvövikens, baserad på 10 borrhöjningar längs en transekt i sydöstlig-nordvästlig riktning (126-306°). Profilens läge framgår av figur 2 B.

### 3.4 Datering

Två nivåer i Ka4 valdes ut för dateringar baserade på terrestra makrofossil. Vid ett senare tillfälle kompletterades med två andra nivåer från Ka3 och Ka4. Proverna daterades med acceleratormasspektrometri (AMS) vid laboratoriet för  $^{14}\text{C}$ -datering vid Geologiska institutionen i Lund. De erhållna  $^{14}\text{C}$ -åldrarna kalibrerades till kalenderår före nutid med datorprogrammet Oxcal v3.10 (Bronk-Ramsey, 1995; 2001) och kalibreringsdatasetet IntCal04 (Reimer m.fl., 2004). Två tid-djupmodeller konstruerades kompletterade med de  $^{14}\text{C}$ -dateringar som redovisats i Berglund m.fl.(2005). Den anpassade kurvan är gjord manuellt.

### 3.5 Pollenanalys

I huvudborrkärnan Ka2 togs material för pollenanalys från 12 nivåer mellan 280 och 309 cm. Provtagningsintervallet varierade mellan 2 och 3 cm. Provtagningen gjordes med 1 cm<sup>3</sup> stora mässingscylinrar. För att kunna beräkna pollenkoncentrationen tillsattes 6 lycopodiumtabletter, innehållande 10679 ±191 sporer per tablett, till varje prov. Proven preparerades i pollenlaboratoriet enligt Berglund & Ralska-Jasiewiczowa (1986). Pollenproverna monterades i glycerol och analyserades i ljusfältsmikroskop i 400X och 600X förstoring. I varje prov räknades ca 500 träd- och ört-pollen (AP - Arboreal Pollen och NAP - Non Arboreal Pollen). Pollen- och sporbestämmningen gjordes med bestämningsnyckel av Faegri och Iversen (1989), referensbilder (Reille, 1992; Moore m.fl., 1991) och referenspreparat tillgängliga på Geologiska institutionen i Lund.

Procentdiagram konstruerades med hjälp av datorprogrammen Tilia, Tilia Graph och TG Views (Grimm, 1991). Pollen och sporer grupperades i fyra kategorier: träd och buskar (1), örter (2), strand- och vattenväxter (3) och ormbunkar (4). Den pollenstratigrafiska zoneringsen gjordes med utgångspunkt av dendrogrammen från datorprogrammet CONISS, som bygger på en numerisk analys, en stratigrafiskt begränsad klusteranalys genom en metod med tillväxande kvadratsumma (Grimm, 1987). Metoden jämför intilliggande nivåer vad gäller olikhet och slår samman de intilliggande nivåer som är mest lika varandra. Zoneringsen baseras på terrestra arter som ingår i pollensumman.

### 3.6 Strukturanalys

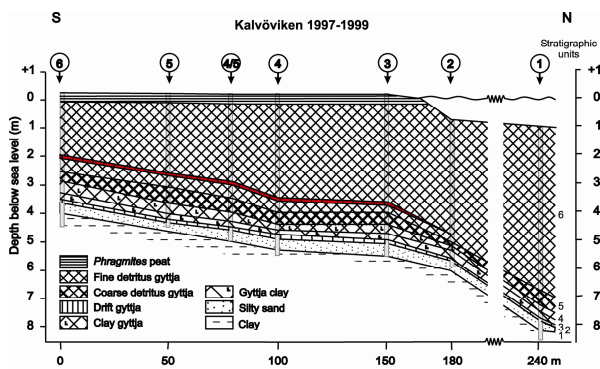
På samma nivåer, och i samma borrhärdar (Ka2) som pollenproverna, togs även prov för s.k. strukturanalys. Analysen gjordes som ett komplement till den visuellt bestämda stratigrafien och är en enkel mikroskopisk sedimentanalys med vars hjälp de ingående avlagrade komponenterna beräknas (Aaby & Berglund, 1986).

Materialiet upplöstes med hjälp av glycerinvatten varefter proverna monterades på objektglas med täckglas för analys i ljusfältsmikroskop med 200X för-

storing. Med hjälp av ett ruttmönster (100 µm maskor) i ett av okularen bestämdes frekvensen av de olika elementen i varje skärningspunkt i ruttmönstret. För varje prov valdes 20 slumpmässiga synfält ut. Därefter summerades alla resultaten och redovisades som procent av totalsumman per provnivå. Resultaten redovisades som histogram med hjälp av datorprogrammen Tilia, Tilia Graph och TG Views (Grimm, 1991).

## 4. Sedimentbeskrivning

Sedimentprofilen bygger på 10 borrhärdar och redovisas i figur 3. Från alkärrens sydöstra till nordvästra sida är det ca 92 meter. Figuren visar att svämgyttjan i enheten G har en utbredning på ungefär 15 meter. I figur 4 visas sedimentprofilen från undersökningarna vid Kalvöviken 1997-1999 (Berglund m.fl., 2005). Profilen bygger på en transekt vinkelrät mot den i detta arbete. Svämgyttjelagrets utbredning i denna riktning kan uppskattas till ca 180 meter.

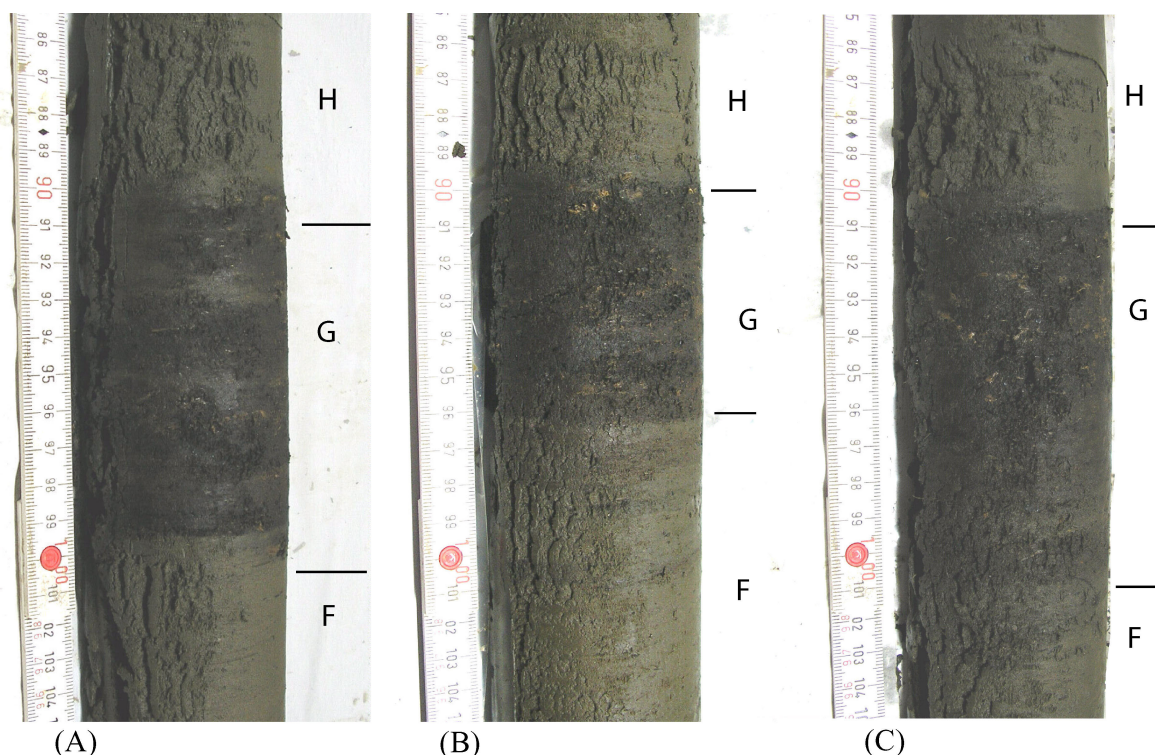


Figur 4. Sedimentprofil över Kalvöviken från Berglund m.fl. (2005). Rödmarkerat lager är svämgyttjelagret (enhet G i detta arbete). Huvudpunkten BP 4/5 är skärningspunkten för de två transekterna och motsvarar huvudpunkt Bp 6 i detta arbete. Profilens läge framgår av figur 2 B.

Sedimenten indelades i nio olika stratigrafiska enheter (tabell 1) Vid Bp 6 borrhades endast till 3,60 m. Stratigrafien på denna borrhärd under detta djup baseras på Berglund m.fl. (2005). Figur 5 visar de tre borrhärdarna, Ka2, Ka3 och Ka4 från Kalvöviken.

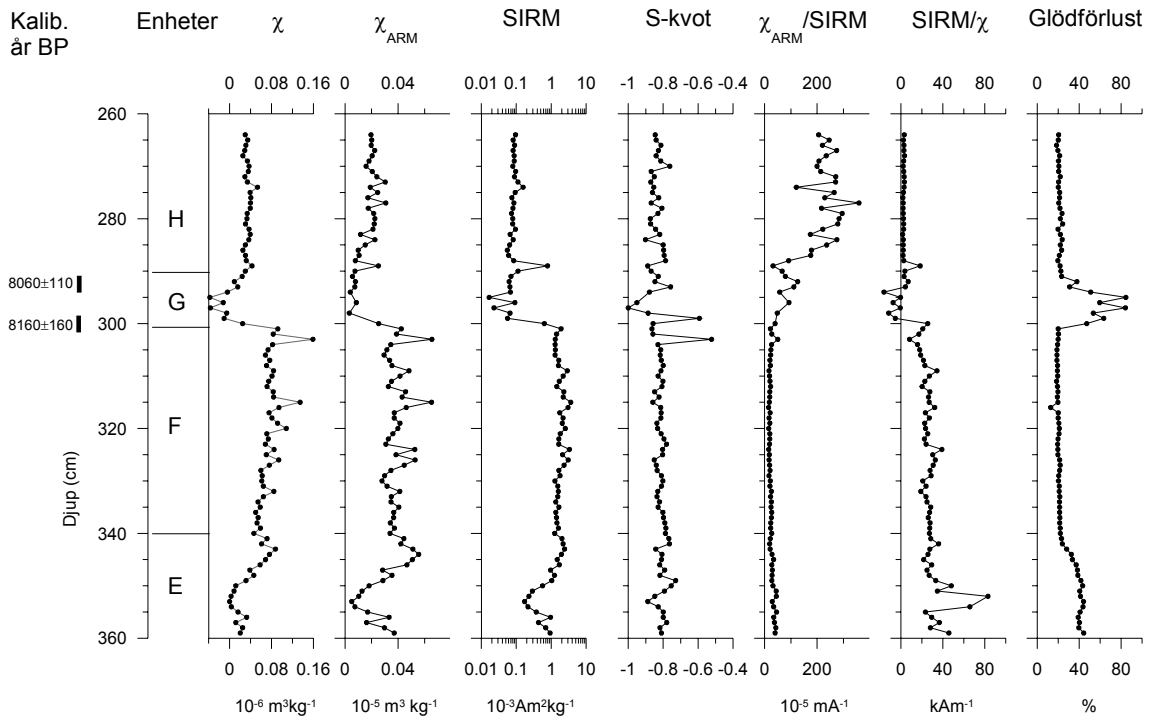
Tabell 1. Sedimentbeskrivning för Kalvövikens Bp 6. Stratigrafin under 3,60 m baseras på Berglund m.fl. (2005).

Djup (m)	Enhet	Stratigrafi
0,00-0,15	I	Svartbrun kärrtorv
0,15-2,91	H	Grågrön, svagt lerig findetritusgyttja med växtrester. De nedersta 20 cm uppvisar en mer homogen struktur, obetydlig förekomst av växtrester.
2,91-3,01	G	Mörkbrun svämgyttja med vedbitar och andra grövre växtrester. Grågröna gyttjeband, 3-5 mm tjocka: 2,93 - 2,935 tydligast och genomgående 2,954 - 2,96 ej genomgående Övre gräns mycket distinkt och oregelbunden (inom 2 mm).
3,01-3,40	F	Brungrågrön, svagt lerig findetritusgyttja. Färgen successivt brunare nedåt. Homogen, inga synliga makroskopiska växtrester. Övre gräns mycket skarp och oregelbunden (<2 mm, ibland 1 mm).
3,40-4,00	E	Mörkbrun grovdetritusgyttja, rikligt med växtrester. Översta 5 cm grågrönbrun, nedanför 3,54 färgen något ljusare.
4,00-4,30	D	Mörk svartgrå siltig lergyttja med moss- och växtrester.
4,30-4,47	C	Grå gyttjelera
4,47-4,58	B	Brunsvart svämgyttja med vedrester och lertinns.
4,58-4,63	A <sub>3</sub>	Mörkgrå, siltig lergyttja. Övre gräns skarp.
4,63-4,72	A <sub>2</sub>	Grå, siltig sand
4,72-4,93+	A <sub>1</sub>	Ljusgrå, homogen lera fortsättande neråt.



Figur 5. Foton på de tre borrkärnorna från Bp 6 i Kalvövikens: Ka2 (A), Ka3 (B) och Ka4 (C). Den avvikande färgen på enheten G i förhållande till de under- och överliggande enheterna F respektive H beror på att den organiska halten i svämgyttjan är högre än i findetritusgyttjan. Foto: B. E. Berglund.

Kalvöviken Bp 6  
Mineralmagnetiska parametrar, kvoter samt glödförlust



Figur 6. Mineralmagnetiska parametrar, kvoter samt glödförlust från borrhärla Ka2 i Kalvöviken uttryckt mot en djupskala. Stratigrafiska enheter enligt tabell 1. De två kol-14-dateringarna är redovisade i kalibrerade år BP.

## 5. Resultat och tolkningar

### 5.1 Beskrivning av mineralmagnetisk analys och glödförlust

De mineralmagnetiska parametrarna, beräknade kvoter samt glödförluster visas i figur 6. De koncentrationsberoende parametrarna  $\chi$ ,  $\chi_{\text{ARM}}$  och SIRM visar i stort parallella kurvförlopp. Från 360 till ca 355 cm minskar värdena för att därefter stiga till ca 345 cm. Därifrån till 300 cm är förändringarna små med undantag för  $\chi_{\text{ARM}}$  som uppvisar något större fluktuationer. Därefter sker en tydlig nedgång med lägsta värden i lager G. Efter en svag uppgång stabiliseras därefter värdena i lager H på en relativt låg och konstant nivå, dock lägre än före nedgången under G.

S-kvoten är relativt stabil kring -0,9 och -0,8 med undantag för två toppar på -0,59 och -0,52.

Värdena för SIRM/ $\chi$  kvoten ligger, med vissa undantag, ganska stabilt kring  $30 \text{ kAm}^{-1}$  mellan 360 cm och ca 300 cm. Två värden, 352 cm och 354 cm, avviker ganska kraftigt från detta med värden på 83,01  $\text{kAm}^{-1}$  respektive 65,7  $\text{kAm}^{-1}$ . Från 300 cm djup och uppåt är värdena som lägst.

Värdena för  $\chi_{\text{ARM}}$ /SIRM kvoten visar motsatt trend nämligen låga värden, mindre än  $50 \times 10^{-5} \text{ mA}^{-1}$ , i den nedersta delen (enheterna E och F) av sekvensen och höga,  $100\text{-}300 \times 10^{-5} \text{ mA}^{-1}$ , i den översta delen (enheterna G och H).

Glödförlusten uppgår till ca 40 % mellan 360 cm och 350 cm. Från 350 cm till ca 340 cm halveras den nästan och förblir sedan på en konstant nivå runt 20 % till ca 300 cm. Då ökar den märkbart och når ca 85 % kring 295 cm varefter den återigen minskar tydligt till ca 20 % vid ca 290 cm. Resterande del av sekvensen uppvisar stabila värden kring 20 %.

### 5.2 Tolkning av mineralmagnetisk analys och glödförlust

Den relativt stabila S-kvoten antyder att det är samma magnetiska mineral som finns i sedimentsekvensen. När S-kvoten ligger nära -1 tyder detta på att sedimenten domineras av ferrimagnetiska mineral, t.ex. magnetit (Walden, 1999). Om S-kvoten ökar tyder detta på att andelen antiferromagnetiska mineral ökar, t.ex. hematit. De två avvikande värdena, som indikerar en helt avvikande magnetisk mineralogi, beror troligen på felmätningar. Om de varit korrekta skulle detta även återspeglats i de andra parametrarna och kvoterna.

De relativt sett höga glödförlusterna i lager G och E sammanfaller med en nedgång i de koncentrationsberoende magnetiska parametrarna. Emellertid visar resultaten från glödförlusten på ungefär samma halt

organiskt material över, respektive under lager G, med undantag för de nedersta ca 10 cm. De tre koncentrationsberoende parametrarna har däremot olika koncentrationsförhållanden i övre, respektive nedre delen av sekvensen. SIRM parametern visar en tiopotens lägre värden för lager G och H jämfört med lager E och F. Parametrarna  $\chi$  och  $\chi_{ARM}$  har hälften så höga koncentrationsvärden i de ovan jämförda lagren.

Kvoterna SIRM/ $\chi$  och  $\chi_{ARM}/SIRM$  är båda parametrar för kornstorleken där höga värden visar på förekomst av finare magnetiska korn och låga värden på grövre korn. I sediment med hög organisk halt är SIRM/ $\chi$  kvoten mindre tillförlitlig än  $\chi_{ARM}/SIRM$  kvoten på grund av att  $\chi$ -värdet påverkas av bidrag från paramagnetiska och diamagnetiska material (Walden, 1999). En förklaring till att  $\chi_{ARM}/SIRM$ - och SIRM/ $\chi$ -kurvorna från Kalvövikens uppvisar motsatta trender kan vara skillnad i koncentration av magnetiskt mineral eventuellt i kombination med en förändring av miljön. Värdena från Kalvövikens visar på en successiv ökning av  $\chi_{ARM}/SIRM$ -kvoten från 300 cm djup och uppåt. Denna förändring i värdena tyder på en kornstorleksförändring mot finkornigare material. Detta kan tyda på en ökning av vattendjupet och en minskning av erosionen (Berglund m.fl., 2005).

Sammantaget visar flertalet parametrar synnerligen snabba förändringar vid undre gränsen för lager G, medan förändringarna är mer gradvisa vid övergången till lager H.

### 5.3 Beskrivning och tolkning av makrofossilanalys

Makrofossildiagrammet är visuellt indelat i tre *local macrofossil assemblage zones* (LMAZ) (figur 7). Samtliga identifierade makrofossil finns förtecknade i Appendix I. I makrofossildiagrammet har de mest frekventa makrofossilerna valts ut. Emellertid har en del mer frekventa makrofossil utelämnats eftersom de bedömts ge ringa information om de lokala miljöförhållandena.

#### 5.3.1 Ka M1 (325-301 cm)

I denna zon finns enstaka förekomster av telmatofyter (strandväxter) - *Alisma plantago-aquatica*, *Carex* och *Schoenoplectus lacustris*. *Betula* och *Alnus* finns representerade. Gränsen mot den överliggande zonen är skarp så tillvida som att limnofyterna försvinner. Dessutom minskar förekomsten av *Cristatella mucedo*.

#### Tolkning

Den relativt låga förekomsten av telmatofyter indikerar att området, under denna period, inte var en strandmiljö. Flytbladsväxter (*Potamogeton*) finns representerade, vilket tyder på en relativt lugn miljö med inte alltför strömmande vatten.

#### 5.3.2 Ka M2 (301-291 cm)

Denna zon karakteriseras av rikliga fynd av telmatofyter - *Alisma plantago-aquatica*, *Carex*, *Cicuta virosa*, *Eleocharis* och *Equisetum fluviatile*. Limnofyter (vattenväxter) saknas helt i denna zon. *Betula* och *Alnus* förekommer i hela zonen.

#### Tolkning

Vattendjupet minskade och telmatofyter såsom starr (*Carex*), svalting (*A. plantago-aquatica*) och sjöfräken (*E. fluviatile*) etablerade sig i större omfattning. Fynden av telmatofyter och avsaknaden av limnofyter tyder på att området var en strandmiljö.

#### 5.3.3 Ka M3 (291-262 cm)

Karakteristiskt för denna zon är den påtagliga minskningen av telmatofyter. I övergången till denna zon försvinner *Equisetum fluviatile* helt. I nedre delen av zonen är det främst *Carex* som förekommer. *Betula* saknas i zonen översta delar medan *Alnus* endast finns representerad i dess nedre delar. Förutom relativt riklig förekomst av Characeae saknas limnofyter.

#### Tolkning

En vattenståndshöjning ägde troligen rum i denna zon, vilket medförde att telmatofyterna minskade. Eventuellt var förändringen i vattennivån snabb och förhindrade på så sätt flytbladsväxter (*Potamogeton*) att etablera sig. Avståndet till stranden var större än under de båda tidigare zonerna. Vattendjupet var större än under tiden för Ka M1.

### 5.4 Sammanfattande tolkning av makrofossilanalys

Förekomsten av strandväxter i låga frekvenser i övre delen av lager F och undre delen av lager H tyder på en gradvis sänkning respektive höjning av vattenståndet, d.v.s. lager G representerar ett strandnära område under en period med extremt lågt vattenstånd.

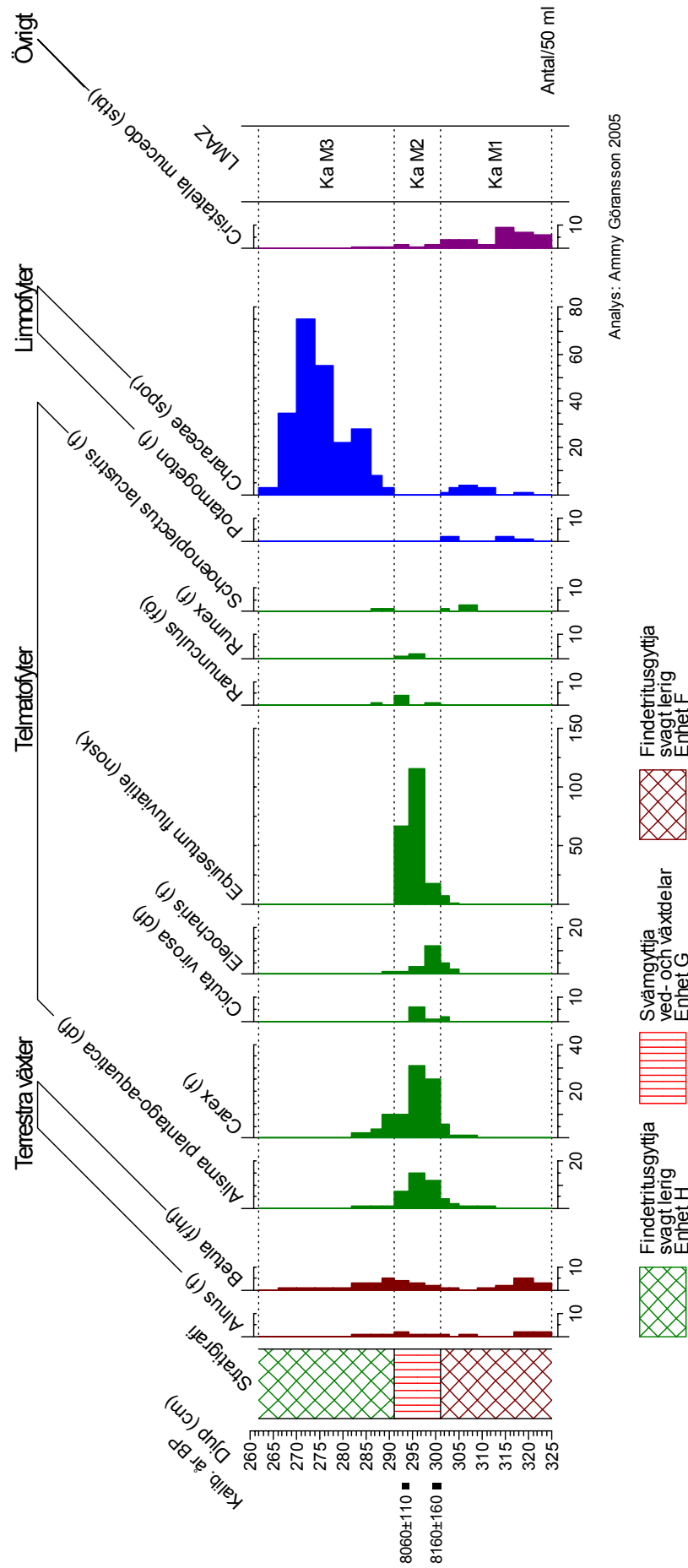
### 5.5 Beskrivning av pollenanalys

Diagrammet har indelats i tre *local pollen assemblage zones* (LPAZ) delvis baserat på dendrogrammet från CONISS (Grimm, 1987) (figur 8). Samtliga zoner faller inom pollen zonen Ka P3 i den tidigare undersökningen av Berglund m.fl. (2005).

I sin helhet kännetecknas pollenresultaten av höga värden för *Pinus* (40-60%) och måttliga värden för *Betula* (10-20%) och *Alnus* (10-20%). Lövträden *Ulmus*, *Quercus*, *Tilia* och *Fraxinus* visar låga värden, mindre än 5 %. Buskar och örter har alla värden mindre än 5 % undantaget *Corylus* som ligger mellan 10 och 20 %. Strand- och vattenväxter uppvisar låga värden, under 5 %, med undantag för *Equisetum* (upp till 30 %) och Poaceae (upp till 55 %) som uppvisar betydligt högre värden i mellanzonen.

# Kalvöviken, Bp 6

Makrofossil



Figur 7. Makrofossildiagram från borrhäma Ka3 och Ka4 i Kalvöviken uttryckt mot en djupskala. Antalet frö etc. är redovisat per 50 ml. De två kol-14-dateringarna är redovisade i kalibrerade år BP.



### 5.5.1 Ka P1 (309-302 cm)

*Pinus*, som är den dominerande arten, har en avtagande trend i nedre delen av zonen. I zonens övre del håller *Pinus* en relativt konstant nivå, ca 40 %. *Betula* visar först en uppgång och sedan en nedgång. *Alnus* och *Corylus* visar svagt ökande trender genom zonen från drygt 10 % till ca 15 % för *Alnus* medan *Corylus* ökar från 15 % till 20 %. *Ulmus*, *Quercus* och *Tilia* har båda stabila värden strax under 5 %, medan *Fraxinus* fluktuerar genom hela zonen. Rosaceae och pollen av *Taraxacum*-typ förekommer endast i denna zon. Pollenkonzentrationsvärdena ligger på en relativt konstant nivå runt 250 000/cm<sup>3</sup> genom hela zonen. Övergången till Ka P2 visar på en tydlig nedgång av koncentrationsvärdena.

– Zongränsen Ka P1/P2 kännetecknas av minskande värden för *Alnus*, *Corylus* och *Fraxinus*.

### 5.5.2 Ka P2 (302-290 cm)

Denna zon kännetecknas av mycket låga pollenkoncentrationsvärden, 100 000-130 000/cm<sup>3</sup>, d.v.s. en 50-procentig nedgång av värdena. *Pinus* visar en topp på ca 60 % i nedre delen av zonen. Samtidigt visar *Corylus* och *Alnus* tydliga minima. *Corylus* ökar snabbt igen till 20 % men visar under resten av zonen successivt avtagande värden. *Alnus* däremot ökar inte till ursprungliga värden utan behåller i stort samma nivå, ca 10 %, genom hela zonen. *Betula* uppvisar relativt stabila värden runt 15 % i den nedre delen av zonen. I mitten av zonen sker en tydlig nedgång för *Betula* till 10 % men kort därefter stiger värdena och når i slutet av zonen sitt maximum, 20 %, i den här studerade sekvensen. *Quercus* och *Tilia* har båda en liten topp i mitten av zonen och därefter en nedgång. *Ulmus* uppvisar mer stabila värden än de båda. *Fraxinus* fluktuerar även i denna zon. Cyperaceae förekommer återigen när denna zon börjar. Busken *Viburnum opulus*, har sitt maximum i mitten av denna zon. *Equisetum* och Poaceae visar mycket stora uppgångar. *Equisetum* har en topp på 30 % i nedre delen av zonen medan Poaceae har sin topp, 50 %, i den övre delen. Flera andra strand- och vattenväxter uppvisar också toppar i denna zon: Apiaceae, *Lycopus*, *Lysimachia*, *Menyanthes trifoliata*, *Typha latifolia* och *Ranunculus*.

– Zongränsen Ka P2/P3 kännetecknas av minskande värden för *Betula* och *Pinus* samt ökande värden för *Alnus* och *Corylus*.

### 5.5.3 Ka P3 (290-280 cm)

I denna zon ökar pollenkoncentrationsvärdena och når högre värden än tidigare, 300 000/cm<sup>3</sup>. *Betula* visar en nedgång till 10 % samtidigt som *Corylus* visar en uppgång till 20 %. *Pinus* visar en nedgång i början av zonen. *Alnus* har en uppgång i zonens nedre del till drygt 15 %, därefter minskar den och ligger stabilt kring 10 %. *Ulmus* och *Quercus* når relativt konstanta nivåer efter en svag uppgång i zonens början. *Tilia* visar en nedgång i slutet av zonen. *Fraxinus* fluktuerar nu liksom tidigare. *Rhamnus frangula* finns inte i denna zon. Vissa strand- och vattenväxter förekommer inte längre i denna zon: *Lycopus*, *Lysimachia*, *Menyanthes trifoliata* och *Ranunculus*.

## 5.6 Tolkning av pollenanalys

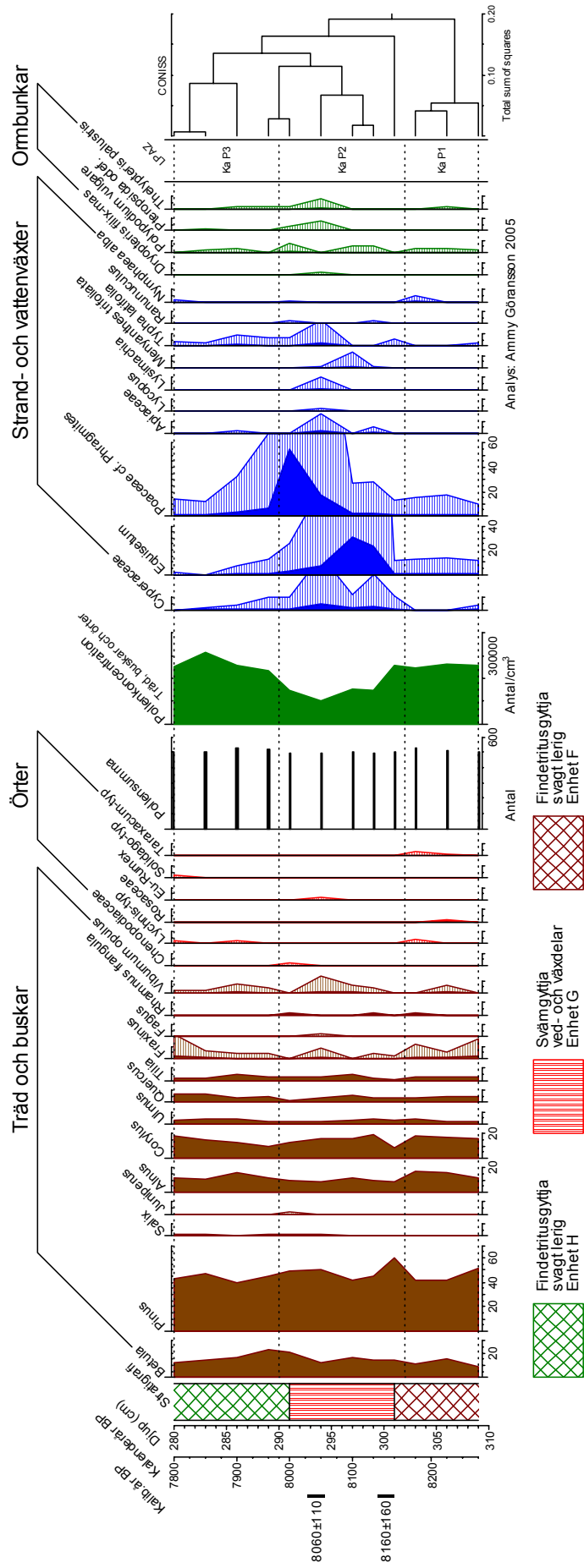
Pollendiagrammet visar på en relativt stabil sammansättning av skogen bestående av främst tall, björk, al och hassel. Emellertid sker det under zon Ka P2 en halvering i pollenkoncentrationsvärdena, troligen orsakad av snabbare sedimentation. *Pinus maximum* i denna zons nedre del kan bero på anrikning av tallpollen nära stranden (Faegri och Iversen, 1989). Minima av *Quercus*, *Tilia* och *Fraxinus* i undre respektive övre delen av Ka P2 kan möjligen ha en klimatisk bakgrund.

Den rikliga förekomsten av Poaceae i zon 2 kan troligen förklaras av att merparten av dessa pollen kommer från bladvass (*Phragmites*). Jämförande studier har gjorts med recent pollen av bladvass och pollenmorfologiska likheter har konstaterats. Den rika förekomsten av flera strand- och vattenväxter i zon 2 skulle kunna tolkas som att en uppgrundning ägt rum och att många strandväxter därför har kunnat etablera sig t.ex. Cyperaceae, *Equisetum* och Poaceae. Detta är i överensstämmelse med makrofossilanalyserna.

Pollen från *Fagus* i zon 2 har bekräftats (Björkman, muntligen) och härrör med största sannolikhet inte från platsen utan är ganska säkert ett långtransporterat pollen från Sydosteuropa. Det var först långt senare som boken invandrade och etablerade sig i Sverige (3000 kal. år BP, Björkman, 1996).

# Kalvöviken, Bp 6

Procentdiagram pollen och sporer



Figur 8. Pollendiagram från borrhäarna Ka2 i Kalvöviken uttryckt mot en djupskala. Enfärgad kurva anger procent och streckad kurva promille. Kronologin bygger på tid/djup modell 1 i figur 9. De två kol-14-dateringarna är redovisade i kalibrerade år BP.

Tabell 2. Provtagningsdjup, material använt för dateringen, kol-14-ålder BP och kalibrerade kol-14-år redovisas (Reimer m.fl., 2004). Dateringar med lab.nr. LuS 6319 och 6320 kommer från borrhärna Ka 4 i detta arbete. LuS 6453 och 6454 kommer från borrhärnor Ka 3 och Ka 4. De övriga dateringarna är från Berglund m.fl. (2005). LuA-dateringarna överfördes till borrhärna Ka 4 genom korrelation utifrån stratigrafiska enheter.

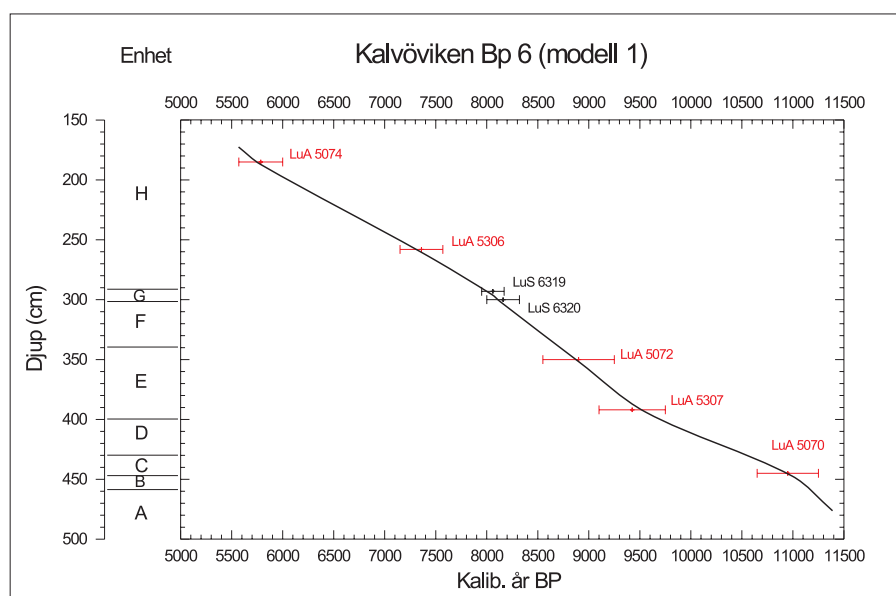
Djup (cm)	Lab.nr.	Material	<sup>14</sup> C ålder (BP)	Kalibrerade <sup>14</sup> C-år BP (95,4 %)
183-188	LuA 5074	Zannichellia frukter	5315 ± 100	5570-6000
257-259	LuA 5306	Bulk gytta	6440 ± 100	7150-7570
289-294	LuA 5073	Iris pseudacorus frukter	7445 ± 90	8030-8400
288,5-291	LuS 6453	Alismafrön, frukter av <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Carex</i> , Cyperaceae, <i>Eleocharis</i> , <i>Schoenoplectus lacustris</i>	7200±60	7930-8170
292,7-294,3	LuS 6319	Alismafrön, frukter av <i>Carex</i> , <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Iris</i>	7220 ± 50	7950-8170
299,3-301	LuS 6320	Alismafrön, frukter av <i>Carex</i> , <i>Eleocharis</i> , <i>Rumex</i> , <i>Alnus</i> , <i>Menyanthes</i> , <i>Cicuta</i>	7325 ± 65	8000-8320
301-303	LuS 6454	Alismafrön, frukter av <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Carex</i> , <i>Cicuta</i> , <i>Eleocharis</i> , <i>Schoenoplectus lacustris</i>	7395±60	8040-8360
298-301,5	LuA 5071	Alismafrön, frukter av <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Eleocharis</i>	7700 ± 95	8200-8850
348-353	LuA 5072	Kotte och frukter av <i>Alnus</i>	8005 ± 100	8550-9250
391-393	LuA 5307	Bulk gytta	8480 ± 110	9100-9750
443-447	LuA 5070	<i>Betula</i> frukter och löv, barr från <i>Pinus</i>	9650 ± 100	10650-11250

## 5.7 Kol-14-dateringar och tid/djup kurva

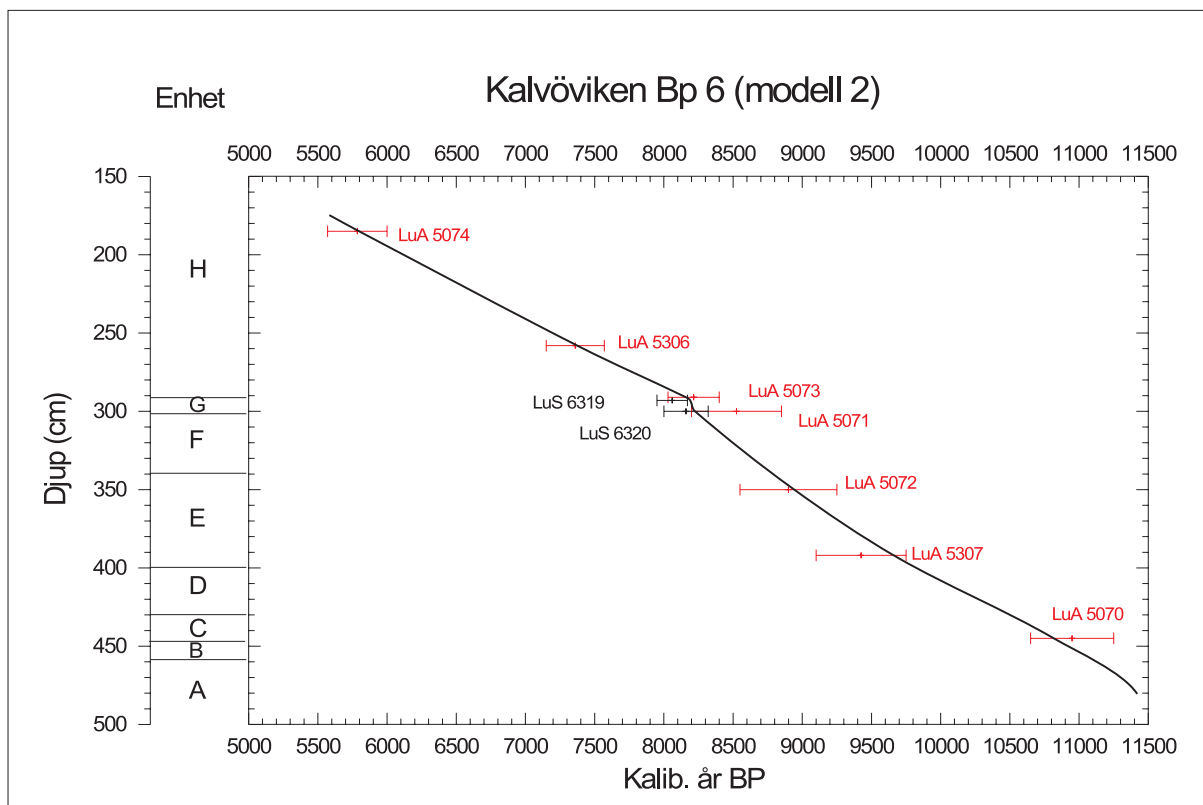
Daterade prover och använt material redovisas i tabell 2. Dateringarna med laboratoriebeteckningen LuS kommer från borrhärna Ka3 och Ka4 i detta arbete medan dateringarna med beteckningen LuA kommer från Berglund m.fl.(2005).

Två modeller med tid/djup kurvor har konstruerats. Dateringarna LuS 6453 och LuS 6454 har inte medtagits i modellerna p.g.a. att analyserna gjordes vid ett senare tillfälle och dateringarna inte fanns tillgängliga.

Resultaten indikerar att det inte finns någon hiatus, varken före eller efter avsättningen av lager G. Modell 1 bygger på antagandet om en i stort kontinuerlig sedimentation (figur 9). Pollenkonzentrationsvärdena tyder emellertid på en dubbelt så snabb avsättningshastighet för den stratigrafiska enheten G varför en alternativ modell 2 också har gjorts (figur 10). Enligt den förra, modell 1, har lager G avsatts under ca 150 år, enligt den senare under ca 75 år. Den låga pollen-konzentrationen i lager G stöder modell 2.



Figur 9. Tid/djup modell 1 för Bp 6 i Kalvöviken baserad på 7 stycken kol-14-dateringar av makrofossil enligt tabell 2. Dateringar i svart färg är från detta arbete, de röda från Berglund m.fl. (2005). Det markerade tidsintervallet omfattar 95,4% sannolikhet (2σ). Modellen är konstruerad utifrån antagandet av mer eller mindre konstant sedimentationshastighet.



Figur 10. Tid/djup modell 2 för Bp 6 i Kalvöviken baserad på 9 stycken kol-14-dateringar av makrofossil i tabell 2. Dateringar i svart färg är från detta arbete, de röda från Berglund m.fl. (2005). Det markerade tidsintervallet omfattar 95,4% sannolikhet ( $2\sigma$ ). Det korta tidsintervallet för avsättningen av enhet G baseras på pollenanalysen där koncentrationvärdena antyder en dubbelt så snabb avsättningshastighet jämfört med ovan- och underliggande enheter. I övrigt bygger modellen på mer eller mindre konstant sedimentationshastighet vilket stratigrafin antyder.

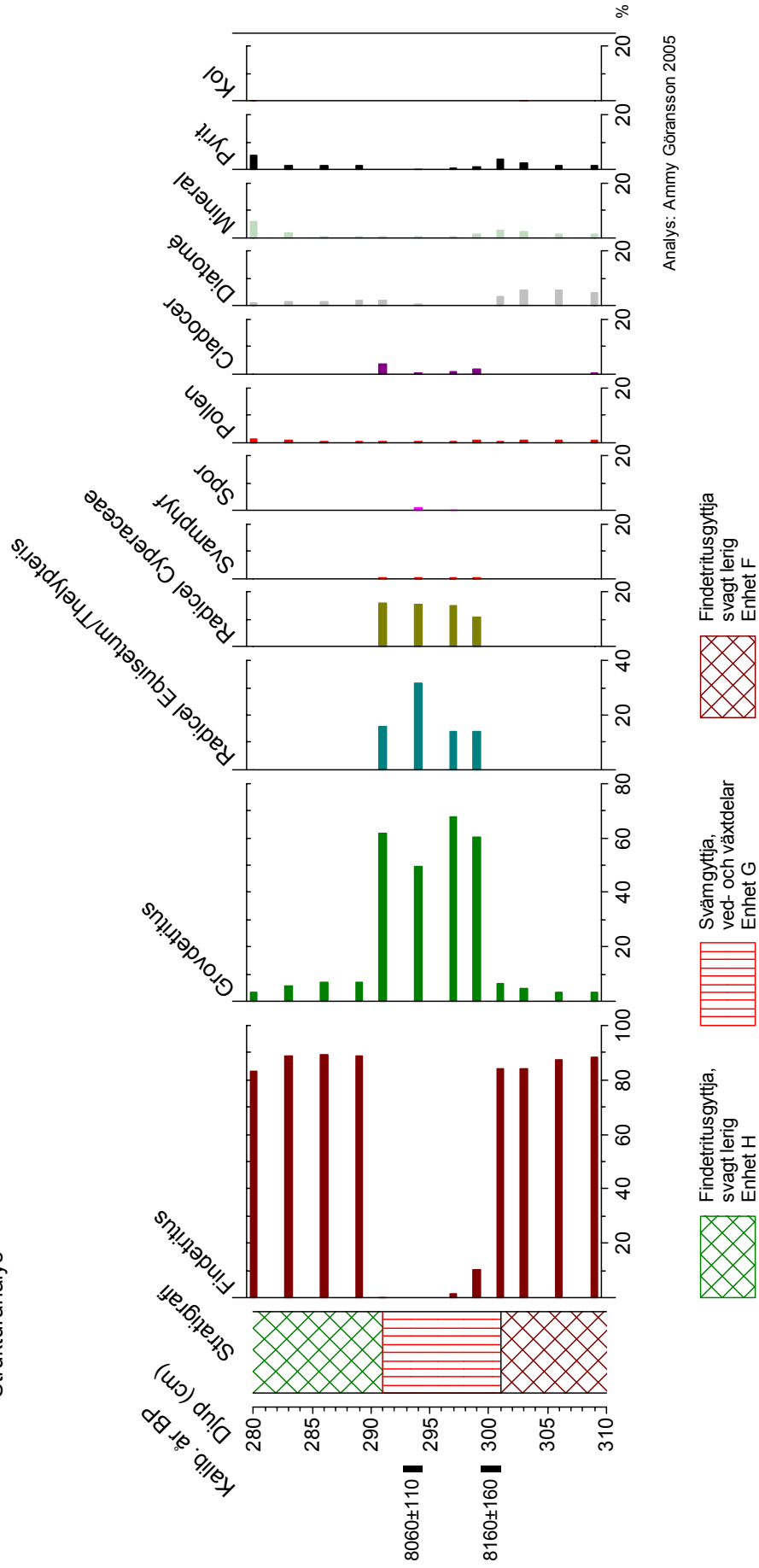
## 5.8 Beskrivning av strukturanalys

Av de totalt 12 analyserade provnivåerna utgör findetritus den dominerande komponenten i de fyra översta och de fyra nedersta proverna, där andelen uppgår till mellan 83 % och 88 % (figur 11). I de fyra mellersta provnivåerna är grovdetritus den beståndsdel som visar högst värden, 50- 68 %. I dessa prover visar även radiceller från *Equisetum/Thelypteris* respektive Cyperaceae relativt höga värden, 14-31 % respektive 11-16 %. Övriga komponenter har alla mycket låga värden, enstaka procent. Diatoméer har identifierats i samtliga prover utom i två av de mellersta provnivåerna. Cladocerer har endast påträffats i de fyra mellersta proverna. Mineralpartiklar och pyrit har störst andel i det översta provet samt i de nedersta proverna, d.v.s. de uppvisar likartade förekomster.

## 5.9 Tolkning av strukturanalys

De nedersta 10 cm i enheten F och de översta 10 cm i enheten H har bestämts till findetritusgyttja medan den mellanliggande sekvensen tolkats som svämgyttja. Strukturanalysen bekräftar därmed den visuellt gjorda jordartsbestämningen och stratigrafin i tabell 1.

# Kalvövikens, Bp 6 Strukturanalys



Figur 1.1. Strukturanalys från borrhäma Ka2 i Kalvövikens uttryckt mot en djupskala. Beståndsdelarna är redovisade i procent. De två kol-14-dateringarna är redovisade i kalibrerade år BP.

## 6. Diskussion

### 6.1 Kalvövik

Kalvövik vid Blekingekusten har en skyddad position med goda förutsättningar för bevarande av en kontinuerlig sedimentation för tidsperioden 9800-5000 år före nutid (Berglund m.fl., 2005). De stratigrafiska undersökningarna i detta arbete är baserade på transektborrningar, samt glödförlust-, makrofossil-, pollen-, struktur- och mineralmagnetisk analys av tre borrkärnor från en huvudpunkt utvald i transekten. Denna bygger på 10 borrpunkter och visar att svämgyttjelagret (enheten G) har en utbredning på ca 15 meter i sydöstlig-nordvästlig riktning. I nordöstlig-sydvästlig riktning är lagrets utbredning ungefär 180 meter (Berglund m.fl., 2005).

Svämgyttjelagret underlagras av en svagt lerig findetritusgyttja (enhet F) avsatt mellan ca 8400-8150 kal. år BP. Sedimenten och makrofossilen indikerar en miljö med djupare vatten än för enheten G. Strandvegetationen var sparsam och det var främst nate (*Potamogeton*), säv (*Schoenoplectus lacustris*), vass (*Poaceae* cf. *Phragmites*) och sjöfräken (*Equisetum*) som utgjorde den lokala vegetationen.

Övergången till svämgyttjelagret, som inträffade ca 8150 kal. år BP, visar på en minskning av vattendjupet. Övergången var plötslig vilket stöds av framförallt den mineralmagnetiska analysen, där flertalet parametrar uppvisar snabba förändringar vid gränsen mellan dessa två lager. Det finns dock inga belägg för en tidslucka, en hiatus. Förekomsten av strandväxter ökade under denna period och växter som starr (*Carex*), svalting (*Alisma plantago-aquatica*), sjöfräken (*Equisetum fluviatile*), halvgräs (*Cyperaceae*) och vass (*Poaceae* cf. *Phragmites*) utgjorde troligen vanliga inslag i en mer frodig strandvegetation. Makrofossil- och pollenanalysen tyder på en succession från dominans av starrväxter via sjöfräken till vass. Denna period hade förmodligen en mycket kort varaktighet, 75 år eller mindre. Denna tolkning stöds av pollenkoncentrationsvärdena, vilka för perioden var hälften av vad de var i under- och ovanliggande stratigrafiska enheter. Denna halvering i koncentrationsvärdena tolkas som en snabbare avsättning än under- och ovanliggande sedimentenhet.

Perioden efterföljdes av en vattenståndshöjning vid ca 8075 kal. år BP. och en lerig findetritusgyttja (stratigrafisk enhet H) avsattes igen. Troligtvis var höjningen av vattennivån snabb eftersom flytbladsväxter inte kunde etablera sig. Men inte heller här finns det indikationer på en hiatus. Vattendjupet blev större och området ändrade karaktär från att ha varit en strand med riklig strandväxtlighet till en miljö med mera limniska inslag. Även den mineralmagnetiska analysen indikerar ett större vattendjup genom en övergång mot finkornigare magnetiskt material.

En frågeställning som uppkommer är varför svämgyttjelagret (enheten G) inte har en större utbredning i sydöstlig-nordvästlig riktning. Kan enheten vara en

erosionsrest som spolats från kanterna på respektive sida av kärret? Det som talar emot detta antagande är dateringen, växtsuccessionen, samt avsaknaden av minerogent material som indikerar att erosion i stort inte förekommit vid avsättning av lager G. Det mest troliga är därför att området ändå varit en strandmiljö när svämgyttjelagret bildades, dock med kort varaktighet.

### 6.2 Jämförelse med andra undersökta platser längs Blekingekusten

#### 6.2.1 Sörevik

Den stratigrafiska informationen från Kalvövik är intressant att jämföra med motsvarande information (Berglund m.fl., 2005) från Sörevik på ön Senoren (56°07' N, 15°46' E) belägen ca 40 km öster om Kalvövik (figur 1). Sörevik ligger sydöst om Karlskrona och viken vetter mot söder. Sörevik har liksom Kalvövik ett vattendjup på mindre än två meter, dock ökar det till 6 meter mot den i sydöst intilliggande fjärden (Berglund m.fl., 2005). I jämförelse med Kalvövik är Sörevik mer exponerad mot en öppen fjärd.

Tabell 3. Stratigrafi samt enhetsbeteckningar för Kalvövik Bp 6 och Sörevik BP 1 (Berglund m.fl., 2005)

Stratigrafi	Kalvövik Enhet	Sörevik Enhet
Findetritusgyttja	H	6 c
Svämgyttja	G	6 b
Findetritusgyttja	F	6 a
Grovdetritusgyttja	E	5

Borrkärnorna från de två platserna visar att det finns en likhet i stratigrafien samt att svämgyttjelagret (enhet G) finns representerat i båda (tabell 3). Enligt Berglund m.fl. (2005) skulle emellertid detta svämgyttjelager vara tydligare utbildat i Kalvövik.

I detta arbete har glödförlust använts för att bestämma halten organiskt material medan kolanalysator LECO RC412 (Berglund m.fl., 2005) använts i Sörevik. Efter en omvandling av glödförlustvärdena, ca med faktorn 1/2 (Digerfeldt, 1972; Håkansson & Jansson, 1983), uppskattas högsta kolvärdet i Kalvövik i enheten G till ca 40 %. I Sörevik är högsta värdet inom lagret knappt 20 %. Motsvarande omvandlingar av glödförlustvärdena från Kalvövik i de andra enheterna i jämförd sekvens ger ungefär likvärdiga kolvärden för de båda platserna. Skillnaden i kolvärden inom lager G tyder på en rikligare vegetationsmiljö i Kalvövik än i Sörevik för denna period.

De mineralmagnetiska parametrarna och kvoterna visar en del skillnader för den jämförda sekvensen. Koncentrationsparametrarna visar inte lika höga värden för enheten E i Kalvövik som i Sörevik. Dessutom minskar värdena plötsligt vid övergången till enheten F i Sörevik, en nedgång som först kan observeras vid enheten G i Kalvövik.  $\chi_{ARM}/SIRM$ -värdena visar en tydlig uppgång vid övergången till enheten F i Sörevik men denna uppgång i värdena uppträder först under enheten G i Kalvövik. Med ledning av de höga koncentrationsparametrarna, den höga organiska halten, de låga  $\chi_{ARM}/SIRM$ -värden samt de höga  $SIRM/\chi$ -värden har Berglund m.fl. (2005) bedömt att enheten E i Sörevik innehåller det autogent bildade mineralet greigit. Denna observation kan inte utläsas av magnetiska data i Kalvövik. Sammantaget visar inte de magnetiska parametrarna lika snabba förändringar vid övergången till svämgyttjelagret i Sörevik som i Kalvövik. I Sörevik är förändringen i stället snabb vid övergången från enheten E till enheten F.

Berglund m.fl. (2005) tolkar fynden av strandväxter i makrofossilundersökningen från Sörevik i zonen Sö M5b (motsvarar ungefär stratigrafisk enhet G) som en kort period med låg vattennivå alternativt skulle de vara resultatet av erosion. Resultaten från makrofossilanalysen i Kalvövik i detta arbete visar att vattennivån även här var mycket låg när svämgyttjelagret avsattes. Tolkningen att enheten G i Kalvövik skulle representera en erosionsrest anses emellertid inte vara sannolik. Argumenten mot denna tolkning är att dateringen inte visar på någon hiatus samt att det minerogena inslaget är ringa i lagret. Vidare är förekomsten av makrofossil i svämgyttjelagret rikligare i Kalvövik än i Sörevik.

Jämförelsen mellan pollendiagrammen är svår att utföra då undersökningen från Kalvövik har betydligt högre upplösning, 12 nivåer, än motsvarande sekvens för Sörevik, 2 nivåer. Dessutom är inga prover tagna i svämgyttjelagret, inte heller finns det någon uppgift om pollenkoncentrationsvärdena från Sörevik.

Jämförelsen i stratigrafiska data från Kalvövik och Sörevik tyder dock helt klart på att båda platserna utgjorde strandmiljöer med lågt vattenstånd när svämgyttjan avsattes. Förmodligen var det en frodigare strandmiljö i Kalvövik vilket styrks av såväl makrofossilinformationen som halten organiskt material.

Fältrekognoseringar utefter Blekingekusten tyder på att liknande lagerföljder förekommer i flera Östersjövikar mellan Pukavik och Karlskrona (Berglund; Sandgren, muntligen).

### 6.2.2 Smygen

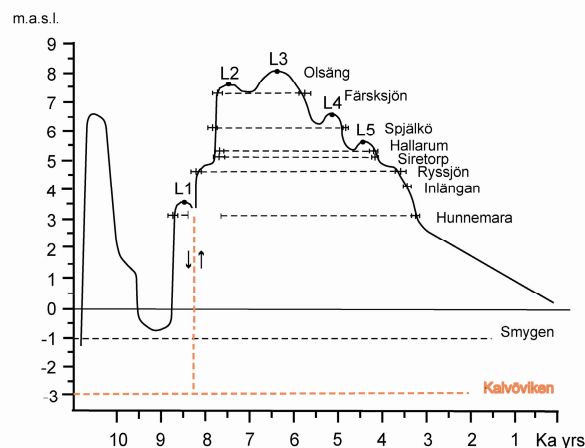
Smygen är en nutida lagun som ligger ca 500 m söder om Kalvövik. Vid jämförelse av stratigrafin mellan Smygen och Kalvövik visar det sig att svämgyttjelagret (enheten G) saknas i Smygen. En anledning till detta skulle kunna vara att lagunen Smygen har en berggrundströskel belägen 1 meter under dagens havsnivå (Yu m.fl., 2005). Vid tiden för sedimentets av-

sättande var havsnivån ca 3 meter under dagens havsnivå. Konsekvensen blev under sådana omständigheter att lagunen isolerades och svämgyttjelagret aldrig avsattes i lagunen. Vidare är tidsupplösningen i pollen- och makrofossildiagrammen inte tillräckligt hög för att avslöja en kortvarig lågvattenperiod motsvarande den som registrerats i Kalvövik och Sörevik.

## 6.3 Den holocena strandförskjutningen vid Blekingekusten

En syntes av strandförskjutningen i Blekinge har nyligen sammanställts av Berglund, Sandgren och Yu (opublicerat, 2006) (figur 12). Den lågvattenperiod som beskrivits i detta arbete är i denna figur inplacerad som en mycket kortvarig händelse.

Holocene Shore displacement along the Blekinge coast, SE Sweden



Figur 12. Strandförskjutningskurva längs Blekingekusten under holocen (opubl., Berglund, Sandgren och Yu, 2006) (röd markering avser en i detta arbete gjord modifiering). L1-L5 betecknar de fem Littorinatransgressionerna (Berglund, 1964; Yu, 2003). Lokaler i svart text visar pasströskelvärdet. Horisontell rödstreckad linje visar vattennivån i Kalvövik. Vertikal dito visar att lågvattenperioden var kort.

## 6.4 Nordatlantiskt perspektiv på perioden 8500-8000 år före nutid

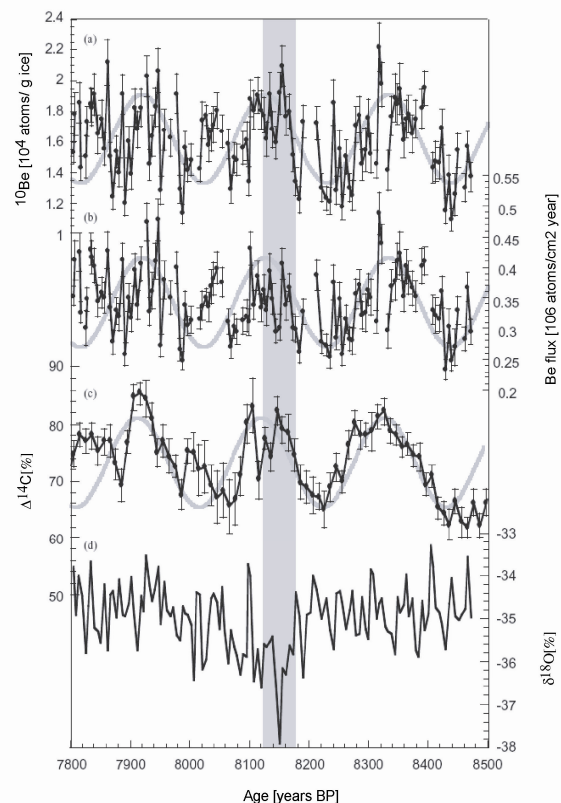
I sediment från djupbassänger i Östersjön har en liknande stratigrafisk enhet (svämgyttjelagret i enhet G) som den i Kalvövik påträffats (Andrén & Andrén, 2001). Lagret beskrivs som en siltig gyttjelera, som uppåt övergår till en mer normal gyttjelera. Gränsen till den underliggande leran är erosiv. De nedersta två cm av detta lager innehåller små terrestra makrofossil. Enheten anses vara bildad i samband med tsunamivågen efter Storegga skredet (Andrén & Andrén, 2001), det största påvisade submarina skredet i världen (Haflidason m.fl., 2005). Nya undersökningar visar att skredet utgjorde en enskild huvudhändelse

daterad till  $8100 \pm 250$  kal.år BP (Haflidason m.fl., 2005). Orsaken till skredet var förmodligen en jordbävning väster om Norge (Bryn m.fl., 2005). De glaciala sediment som avsatts på shelfkanten utanför Norges kust sattes därmed i rörelse. Skredet gav upphov till en tsunami som drabbade Norges västkust, Skottland, Shetlandsöarna och Färöarna. På Shetlandsöarna har översvämningar i samband med Storegga tsunamin uppskattats till mer än 20 meter (Bondevik m.fl., 2005). Förutom Andrén & Andrén's studie (2001) finns inga andra undersökningar som tolkats så att tsunamin skulle ha nått Östersjön. Om så varit fallet måste tsunamivågen ha passerat både uppgrundningen i Kattegatt (medeldjup på 25 m) och de låga pass-trösklarna till Östersjön, 7-8 meter för Öresund och 18 meter för Bälthavet (Fonselius, 1992). Tsunamin borde ha bromsats upp långt före Östersjön till följd av uppgrundningen varför sannolikheten för att den skulle ha tillräcklig med energi kvar för att generera en våg som avspeglas i sedimenten hålls för mycket liten.

Indirekta temperaturdata,  $\delta^{18}\text{O}$ , från iskärnor i centrala Grönland visar en tydlig temperaturanomali mellan 8200 och 8100 före nutid (Johnsen m.fl., 1992/2001; Alley m.fl., 1997), vanligtvis benämnd 8.2 kyr event. Svämgyttjelagret (enheten G) vid Kalvövikens är synkront med denna anomali. Den korta perioden med kallt klimat vid 8200 anses vara en följd av den slutgiltiga tappningen av issjöarna Lake Agassiz och Ojibway, 8470 kal.år BP (Barber m.fl., 1999), efter kollapsen av det nordamerikanska istäcket. Teorin är att dräneringen skulle ha gett ett så stort tillskott av färskvatten att den försvagat den termohalina cirkulationen i Nordatlanten (Alley m.fl., 1997; Klitgaard-Kristensen m.fl., 1998; Barber m.fl., 1999; Clark m.fl., 2001; Teller m.fl., 2002) och värmetransporten norrut. Rohling & Pälike (2005) menar, efter att gått igenom en stor mängd klimatproxydata, att det vore felaktigt att tillskriva alla anomalier runt 8000 till 8.2 kyr event. Deras studie visar att i flera paleoarkiv sträcker sig en anomali över 400-600 år, den började redan för 8600 år sedan och är därmed sålunda oberoende av utflödet av smältvatten. Samtidigt med denna anomali förekommer dessutom en kortare 200-årig anomali som började runt 8300 kal.år BP och som således inträffade samtidigt som den långvariga pågick (Rohling & Pälike, 2005). Denna 400-600 år långa klimatförsämringsperiod skulle vara en del av ett under holocen återkommande mönster, vilket verkar vara nära förbundet med solaktiviteten (Rohling & Pälike, 2005).

Genom att korrelera den kosmogena isotopen  $^{10}\text{Be}$  i GRIP-iskärnan med trädringsarkiv har Muscheler m.fl. (2004) visat att den kallaste fasen i GRIP-arkivet inträffade vid 8150 kal.år BP. Jämförelsen mellan radionukliden och  $\delta^{18}\text{O}$  i GRIP-iskärnan för perioden 7800-8500 visar också att klimatförändringen vid 8.2 kyr event kan kopplas till minskad påverkan från solen (figur 13). Emellertid fanns det under detta tidsintervall andra perioder med starkare solaktivitetsförändringar vilka inte visar på något tydligt samband

med förändringar i syreisotopen (Muscheler m.fl., 2004). En spekulering framförs av Muscheler m.fl. (2004) som går ut på att det under en period med instabilt klimat troligen är mer sannolikt att små förändringar i solpåverkan kan ha en stark inverkan på klimatet genom att initiera klimatförändringen, s.k. stokastisk resonans. Denna teori skulle i så fall förklara varför det inte kan ses något samband mellan radionuklider och  $\delta^{18}\text{O}$  i GRIP-iskärnan under andra perioder när de klimatiska förhållandena var mer stabila (Muscheler m.fl., 2004).



Figur 13. Jämförelse mellan radionukliderna  $^{10}\text{Be}$  och  $^{14}\text{C}$  samt  $\delta^{18}\text{O}$  i GRIP-iskärnan uttryckt i trädringskronologin (Muscheler m.fl., 2004). Den ljusa sinuskurvan i a-c visar 207-års soleyckler.

Jämförande studier visar på en signifikant överensstämmelse mellan NAO och Östersjöns vattennivå under 1900-talet (Andersson, 2002). Orsakerna till att NAO varierar är fortfarande inte kända. Däremot är det känt att atmosfärcirkulationen över Nordatlanten har starkt inflytande på Östersjöns klimat (Omstedt m.fl., 2004; Ocean Climate Group at Earth Sciences Centra, Göteborg Universitet, www sida). Perioder med positivt NAO visar samband med högtryck och låg medelvattenyta i Östersjön (Ekman, 1998; Omstedt, 2004). Små variationer i solinstrålningen kan påverka NAO, som i sin tur ger en förändring i den förhärskande vindregimen och därmed vattennivån i Östersjön. Svämgyttjelagret i Kalvövikens tolkas här som en kortvarig lågvattenperiod följt av en vattennivåhöjning där en trolig orsak är en stör-



ning i klimatet över Nordatlanten. Denna korta lågvattenperiod skiljer sig från övriga regressioner under Littorinatid (Yu, 2003, jfr figur 12) i det att den inte har någon eustatisk bakgrund och inget direkt samband med dräneringen av de nordamerikanska issjöarna.

## 7. Slutsatser

1. Stratigrafin i Kalvövikens baserad på borrhningar längs två vinkelräta transekter visar att svämgyttjelagrets utbredning är 15 meter i sydöstlig-nordvästlig riktning och 180 meter i nordöstlig-sydvästlig riktning.

2. Kalvövikens strandmiljö med mycket lågt vattenstånd under den period när svämgyttjelagret avsattes mellan ca 8150-8075 kal. år BP. Varaktigheten för denna lågvattenperiod var alltså ungefär 75 år, eventuellt mindre. Vegetationen utgjordes främst av starr, svalting, sjöfräken, halvgräs och vass.

3. När lagret avsattes var havsnivån ca 3 meter under dagens nivå. Lågvattenperioden inramades av perioder med högre vattenstånd, varvid den efterföljande var relativt högre än den föregående.

4. Slutsatsen att svämgyttjelagret avsattes under en period med lågvatten bekräftas av stratigrafiska data från andra platser längs Blekingekusten.

5. Dateringen av denna miljöförändring tyder på synkronitet med den kallaste fasen i GRIP-iskärnan från Grönland, 8150 kal. år BP.

6. Lågvattenperioden anses inte vara betingad av eustasi, utan tolkas här ha en meteorologisk bakgrund med anknytning till NAO.

## 8. Tack

Först och främst vill jag tacka min huvudhandledare Björn Berglund för utomordentligt god handledning och ett mycket intressant projekt. Din entusiasm, ditt intresse och otaliga diskussioner har varit mycket värdefulla för mig. Tack för att du så frikostigt har delat med dig av din erfarenhet och kunskap. Jag vill även tacka Per Sandgren för din bistådda handledning, hjälp med fältarbetet, värdefulla delaktighet i diskussioner samt din omtänksamhet. Ett stort varmt tack även till Gunnar Digerfeldt som varit mig behjälplig med framförallt makrofossilidentifiering men även med pollenidentifiering. Ditt glada och språksamma sätt gjorde arbetet till en lärorik och angenäm upplevelse. Thomas Persson förtjänar ett särskilt tack för hjälpen med pollenprepareringen, hanteringen av pollendata i datorprogrammet Tilia och många andra praktiska ting. Vidare tackar jag Ian Snowball för handledning i det paleomagnetiska laboratoriet och för granskning av magnetiska data. För tillgången till ditt förstklassiga mikroskop, tackar jag Mats Rundgren. Tack till Gert Pettersson för råd och hjälp med datahanteringen. För rättigheten att använda Blekinge-

kartan från doktorsavhandlingen, tackas Shi-Yong Yu. Slutligen vill jag tacka min make Lanny Göransson för fältassistans men framförallt för ditt stöd och visade intresse under mina studier.

## 9. Referenser

- Aaby, B. & Berglund, B.E., 1986: Characterization of peat and lake deposits. I: Berglund, B.E. (ed.), *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*, 231-246. John Wiley & Sons, Chichester.
- Alley, R.B., Mayewski, P.A., Sowers, T., Stuvier, M., Taylor, K.C. & Clark, P.U., 1997: Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology* 25, 483-486.
- Andersson, H.C., 2002: Influence of long-term regional and large-scale atmospheric circulation on the Baltic Sea level. *Tellus* 54A, 76-88.
- Andrén, A. & Andrén, E., 2001: Did the Second Storegga slide affect the Baltic Sea? *Baltica* 14, 115-121.
- Barber, D.C., Dyke, A., Hillaire-Marcel, C., Jennings, A.E., Andrews, J.T., Kerwin, M.W., Bilodeau, G., McNeely, R., Southon, J., Morehead, M.D. & Gagnon, J.-M., 1999: Forcing of the cold event of 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes. *Nature* 400, 344-348.
- Beijerinck, W., 1976: *Zadenatlas der Nederlandsche flora*. Backhuys och Meesters, Amsterdam.
- Berglund, B.E., 1964: The post-glacial shore displacement in eastern Blekinge, southeastern Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning C* 599, 47 s.
- Berglund, B.E. & Ralska-Jasiewiczowa, M., 1986: Pollen analysis and pollen diagrams. I: Berglund, B.E. (ed.), *Handbook of Holocene palaeoecology and paleohydrology*, 455-484. John Wiley & Sons, Chichester.
- Berglund, B.E., Sandgren, P., Barnekow, L., Hannon, G., Jiang, H., Skog, G. & Yu, S.-Y., 2005: Early Holocene history of the Baltic Sea, as reflected in coastal sediments in Blekinge, southeastern Sweden. *Quaternary International* 130, 111-139.
- Björck, S., 1979: Late Weichselian stratigraphy of Blekinge, SE Sweden, and water level changes in the Baltic Ice Lake. *LUNDQUA Thesis 7*, Lund University, Lund. 248 s.
- Björck, S., 1995: A review of the history of the Baltic Sea, 13.0-8.0 ka BP. *Quaternary International* 27, 19-40.
- Björckman, L., 1996: The late Holocene history of beech *Fagus sylvatica* and Norway spruce *Picea abies* at stand-scale in Southern Sweden. *LUNDQUA Thesis 39*, Lund University, Lund. 44 s. + 4 app.
- Bondevik, S., Svendsen, I.J., Jonsen, G., Mangerud, J. & Kaland, P.E., 1997: The Storegga tsunami along the Norwegian coast, its age and runup. *Boreas* 26, 29-53.

- Bondevik, S., Mangerud, J., Dawson, S., Dawson, A. och Lohne, Ø., 2005: Evidence of three North Sea tsunamis at the Shetland Islands between 8000 and 1500 years ago. *Quaternary Science Reviews* 24, 1757-1775.
- Bronk-Ramsey, C., 1995: Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon* 37(2), 425-430.
- Bronk-Ramsey, C., 2001: Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon*, 43 (2A), 355-363.
- Bryn, P., Berg, K., Forsberg, C.F., Solheim, A. & Kvalstad, T.J., 2005: Explaining the Storegga Slide. *Marine and Petroleum Geology* 22, 11-19.
- Clark, P.U., Marshall, S.J., Clarke, G.K.C., Hostetler, S.W., Licciardi, J.M. & Teller, J.T., 2001: Freshwater Forcing of Abrupt Climate Change During the Last Glaciation. *Science* 293, 283-287.
- Digerfeldt, G., 1972: The post-glacial development of Lake Trummen; regional vegetation history, water level changes and palaeolimnology. *Folia limnologica Scandinavica* no.16. Lund, 104 s.
- Ekman, M., 1998: Secular Change of the Seasonal Sea Level Variation in the Baltic Sea and Secular Change of the Winter Climate. *Geophysica* 34, 131-140.
- Fægri, K. & Iversen, J., 1989: *Textbook of Pollen Analysis*. Blackburn press, New Jersey, 328 s.
- Fonselius, S., 1992: Hav i väster och hav i öster. I: Sjöberg, B. (ed.), *Hav och kust – Sveriges Nationalatlas*, 10-13. Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.
- Grimm, E.C., 1987: Coniss: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences* 13, 13-35.
- Grimm, E.C., 1991: Tilia och Tilia-Graph 2.0.b.4, TG Views. Illinois State Museum, Research and Collection Centre. Springfield USA.
- Haflidason, H., Lien, R., Sejrup, H.P., Forsberg, C.F & Brun, P., 2005: The dating and the morphometry of the Storegga Slide. *Marine and Petroleum Geology* 22, 123-136.
- Håkansson, L. & Jansson, M., 1983: *Principles of Lake Sedimentology*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 316s.
- Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dansgaard, W., Fuhrer, K., Gundestrup, N., Hammer, C.U., Iversen, P., Jouzel, J., Stauffer, B. & Steffensen, J.P., 1992: Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core. *Nature* 359, 311-313.
- Johnsen, S.J., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, N., Steffensen, J.P., Clausen, H.B., Miller, H., Masson-Delmotte, V., Sveinbjörnsdóttir, A.E. & White, J., 2001: Oxygen isotope and palaeo-temperature records from six Greenland ice-core stations: Camp Century, Dye-3, GRIP, GISP2, Renland and NorthGRIP. *Journal of Quaternary Science* 16, 299-307.
- Jowsey, P.C., 1966: An improved peat sampler. *New Phytologist* 65, 245-248.
- Klitgard-Kristensen, D., Sejrup, H.P., Haflidason, H., Johnsen, S. & Spurk, M., 1998: A regional 8200 cal. yr BP cooling event in northwest Europe, induced by final stages of the Laurentide ice-sheet deglaciation? *Journal of Quaternary Science* 13, 165-169.
- Kornfält, K.-A. & Bergström, J., 1991: *Beskrivning till provisoriska, översiktliga berggrundskartan, Karlskrona*. Sveriges geologiska undersökning, Ba, nr 44, 33 s.
- Kornfält, K.-A., 1993: *Beskrivning till berggrundskartan*. Sveriges geologiska undersökning, Af, nr 179, 56 s.
- Liljegren, R., 1982: Paleoeкологи och strandförskjutning i en Littorinavik vid Spjälkö i mellersta Bleking. *LUNDQUA Thesis* 11, Lund University, Lund. 95 s.
- Moore P.D., Webb, J.A., & Collison, M.E., 1991: *Pollen analysis*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 216 s.
- Muscheler, R., Beer, J. & Vonmoos, M., 2004: Causes and timing of the 8200 yr BP event inferred from the comparison of the GRIP 10Be and the tree ring  $\Delta$  14C record. *Quaternary Science Reviews* 23, 2101-2111.
- Nilsson, T. 1961: Kompendium i kvartärpaleontologi och kvartärpaleontologiska undersökningsmetoder. Studentlitteratur, Lund.
- Omstedt, A., Elken, J., Lehmann, A. & Piechura, J., 2004: Knowledge of the Baltic Sea physics gained during the BALTEX and related programmes. *Progress in Oceanography* 63, 1-28.
- Omstedt, A., 2005: Baltic Sea physics (www). <[http://www.oceanclimate.se/research\\_baltic\\_sea\\_physics.htm](http://www.oceanclimate.se/research_baltic_sea_physics.htm)>. Publicerat 2005-01-01. Hämtat 2006-04-09.
- Reille, M. 1992: *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Marseille: Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, 520 s.
- 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., Bronk Ramsey, C., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht, J., & Weyhenmeyer, C.E., 2004: IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon* 46, 1029-1058.
- Rohling, E.J. & Pälike, H., 2005: Centennial-scale climate cooling with a sudden cold event around 8,200 years ago. *Nature* 434, 975-979.
- Teller, J.T., Leverington, D.W. & Mann, J.D., 2002: Freshwater outbursts to the oceans from glacial Lake Agassiz and their role in climate change during the last deglaciation. *Quaternary Science Reviews* 21, 879-887.

- Thompson, R., & Oldfield., 1986: *Environmental magnetism*. London, Allen and Irwin.
- Walden, J., 1999: Remanence measurements. I: Walden, J., Oldfield, F. och Smith, J.P. (Eds.) *Environmental Magnetism: a practical guide*. Quaternary Research Association, London, 63-88.
- Yu, S-Y., 2003. The Littorina transgression in southeastern Sweden and its relation to mid-Holocene climate variability. *LUNDQUA Thesis* 51, Lund University, Lund. 22 s. + 6 app.
- Yu, S-Y, Berglund, B., Sandgren, P. & Fritz, S.C., 2005: Holocene palaeoecology and shoreline displacement along the Blekinge coast, SE Sweden and implications for climate and sea-level changes. *The Holocene* 15 (2), 278-292.

*Muntliga källor*

Berglund, B.E., professor emeritus, Lunds Universitet, 2006-04-27

Björkman, L., docent, Lund Universtiet 2005-11-02

Sandgren, P., professor, Lunds Universitet, 2006-04-27



# Appendix I

Sammanställning av samtliga identifierade makrofossil

	Nivå (cm)	262- 266	266- 270	270- 274	274- 278	278- 282	282- 286	286- 288,5	288,5- 291	291- 294 <sup>1/3</sup>	294 <sup>1/3</sup> - 297 <sup>2/3</sup>	297 <sup>2/3</sup> - 301	301- 303	303- 305	305- 309	309- 313	313- 317	317- 321	321- 325
Rumex (f)	Kärna 3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Schoenoplectus lacustris (f)	Kärna 3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
Najas marina (fö)	Kärna 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nymphaea alba (fö)	Kärna 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Potamogeton (f)	Kärna 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	2	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	1	0
Characeae (spor)	Kärna 3	7	86	66	26	33	3	1	0	0	0	0	0	0	6	5	1	3	0
	Kärna 4	2	6	134	119	25	71	11	4	0	0	2	1	4	4	4	0	0	0
Chironomid (hk)	Kärna 3	18	8	11	11	58	93	10	37	99	1	4	46	25	73	43	41	9	7
	Kärna 4	11	18	9	24	34	51	63	4	49	6	30	18	23	38	34	16	21	10
Cladocer (äk)	Kärna 3	0	0	0	0	0	3	1	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	2	1	0	5	0	0	5	0	1	1	0	0	1	1
Oligochaeta (ko)	Kärna 3	73	103	179	206	167	275	55	44	53	11	40	52	95	133	128	218	124	78
	Kärna 4	46	158	79	68	46	71	89	76	38	31	64	28	26	35	60	15	82	40
Oribatid	Kärna 3	31	41	45	6	31	21	0	2	2	6	2	12	3	5	3	4	2	1
	Kärna 4	26	30	22	38	91	157	65	14	3	13	15	6	2	9	4	6	6	4
Piscicola geometra (ägk)	Kärna 3	1	3	1	5	6	3	0	1	0	0	0	0	1	4	6	0	9	6
	Kärna 4	0	1	2	0	0	2	0	2	0	0	5	0	1	3	2	0	4	5
Cenococcum geophilum (sk)	Kärna 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herpobdella (ägk)	Kärna 3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0
Cristatella mucedo (stbl)	Kärna 3	0	0	0	0	0	3	1	0	2	0	0	0	4	5	1	16	10	2
	Kärna 4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	5	1	5	4	7	9	13

f = frukt  
fö = frö  
hf = hängefjäll  
df = delfrukt  
hk = huvudkapsel  
ko = kokong  
ägk = äggkokong  
stbl = statoblast  
(grodtkropp)  
äk = ändklo  
sk = sklerotier  
(vilkropp)  
nosk = noskivor

## Appendix II

Arterna i pollen- och makrofossildiagram samt i appendix I på latin och svenska

<i>Alnus</i>	Al
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Svalting
Apiaceae	Flockblomstriga växter
Asteraceae	Korgblommiga växter
<i>Betula</i>	Björk
<i>Carex</i>	Starr
<i>Cenococcum geophilum</i>	Jordgryn (svamp, sklerotier-vilkropp)
Characeae	Kransalg
Chenopodiaceae	Mållväxter
Chironomid	Fjädermygga
<i>Cicuta virosa</i>	Sprängört
<i>Cladium mariscus</i>	Ag
Cladocer	Hinnkräftor
<i>Corylus</i>	Hassel
<i>Cristatella mucedo</i>	Mossdjur
Cyperaceae	Halvgräs
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Träjon
<i>Eleocharis</i>	Sävarter
<i>Equisetum fluviatile</i>	Sjöfräken
<i>Fagus</i>	Bok
<i>Fraxinus</i>	Ask
Herpobdella	Hundigel
<i>Iris</i>	Iris
<i>Juniperus</i>	En
<i>Lychnis</i> typ	Tjärblomster m.fl.
<i>Lycopus europeus</i>	Strandklo
<i>Lysimachia</i>	Lysing m.fl.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Vattenklöver
<i>Najas marina</i>	Havsnajas
<i>Nymphaea alba</i>	Vit näckros
Oligochaet	Glattmaskar
Oribatid	Lårkvalster
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall
<i>Piscicola geometra</i>	Fiskigel
Poaceae	Gräs
<i>Polypodium vulgare</i>	Stensöta
<i>Potamogeton</i>	Nate
Pteropsida	Ormbunkar
<i>Quercus</i>	Ek
<i>Ranunculus</i>	Ranunkel
<i>Rhamnus frangula</i>	Brakved
Rosaceae	Rosväxter
<i>Rumex</i>	Skräppa
<i>Salix</i>	Vide
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Säv
<i>Solidago</i> typ	Gullris
<i>Taraxacum</i> typ	Maskros
<i>Thelypteris palustris</i>	Kärrbräken
<i>Tilia</i>	Lind
<i>Typha latifolia</i>	Bredkaveldun
<i>Ulmus</i>	Alm
<i>Viburnum opulus</i>	Olvon

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

147. Boman, Daniel, 2001: Tektonostratigrafi och deformationsrelaterad metamorfos i norra Kebnekaisefjällen, Skandinaviska Kaledoniderna.
148. Olsson, Stefan, 2002: The geology of the Portobello Peninsula; proposal of a saturated to oversaturated lineage within the Dunedin Volcano, New Zealand.
149. Molnos, Imre, 2002: Petrografi och diagenes i den underkambriska lagerföljden i Skrylle, Skåne.
150. Malmberg, Pär, 2002: Correlation between diagenesis and sedimentary facies of the Bentheim Sandstone, the Schoonebeek field, The Netherlands.
151. Jonsson, Henrik, 2002: Permeability variation in a tidal Jurassic deposit, Höganäs basin, Fennoscandian Border Zone
152. Lundgren, Anders, 2002: Seveskollorna i nord-östra Kebnekaise, Kaledoniderna: metabasiter, graniter och ögongnejser.
153. Sultan, Lina, 2002: Reconstruction of fan-shaped outwash in front of the Mýrdalsjökull ice cap, Iceland: Architecture and style of sedimentation.
154. Rimša, Andrius, 2002: Petrological study of the metamafic rocks across the Småland-Blekinge Deformation Zone
155. Lund, Magnus, 2002: Anti-slope scarp investigation at Handcar Peak, British Columbia, Canada.
156. Sjöstrand, Lisa, 2003: Early to early Middle Ordovician conodont biostratigraphy of the Tamsalu drill core, central Estonia.
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 texturrell undersökning.
161. Ljungberg, Julia, 2003. Sierrgavåggeskollan i gränsländet 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: Ignimbritenheter 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 förorenings-spridning 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 pterodactyloid 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 *Protospanderodus* 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 Kjølbj 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. Głowacka, Małgorzata, 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 Gołocin, 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 Kalvöviken i centrala Blekinge.
198. Brunzell, Anna, 2006: Geofysiska mätningar och visualisering för bedömning av heterogenitetens utbredning i en isälvavlagring med betydelse för grundvattenflöde.



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen  
Gentrum för GeoBiosfärsvetenskap  
Sölvegatan 12, 223 62 Lund