

En lito- och biostratigrafisk studie av sen-glaciala sediment från Skuremåla, Blekinge

Johan Striberger

Examensarbeten i Geologi vid
Lunds universitet - Kvartergeologi, nr. 204



Geologiska institutionen
Centrum för GeoBiosfärvetenskap
Lunds universitet
2006

Innehåll

1 Inledning	5
2 Områdesbeskrivning	6
2.1 Undersökningsområdet	6
2.2 Geologi	6
3 Metoder	7
3.1 Fältarbete	7
3.2 Sedimentbeskrivning	7
3.3 Datering	7
3.4 Glödförlust	7
3.5 Mineralmagnetisk analys	8
3.6 Pollenanalys	8
4 Resultat och tolkningar	9
4.1 Sediment och litostratigrafi	9
4.2 ¹⁴ C-datering	10
4.3 Glödförlust	10
4.4 Mineralmagnetisk analys	11
4.5 Pollenstratigrafi	11
4.5.1 LPAZ-S1 (800-780 cm)	11
4.5.2 LPAZ-S2 (780-760 cm)	12
4.5.3 LPAZ-S3 (760-746 cm)	12
4.5.4 LPAZ-S4 (746-740 cm)	12
5 Diskussion	12
5.1 En syntes av analysresultaten	12
5.2 Kronologi	14
5.3 En jämförelse med övriga Blekinge	15
5.3.1 Pollenstratigrafi	15
5.3.2 Isolering	16
5.4 Skuremålagölens litostratigrafiska enheter	17
5.5 Deglaciationen vid Skuremåla, en sammanfattande klimatrekonstruktion	17
5.5.1 Bølling (GI-1e)	17
5.5.2 Äldre Dryas (GI-1d)	17
5.5.3 Allerød (GI-1c – GI-1a)	17
5.5.4 Yngre Dryas (GS-1)	18
5.5.5 Preboreal	18
6 Slutsatser	18
7 Tack	18
8 Referenser	18

En lito- och biostratigrafisk studie av sen-glaciala sediment från Skuremåla, Blekinge

JOHAN STRIBERGER

Striberger, J., 2006: En lito- och biostratigrafisk studie av sen-glaciala sediment från Skuremåla, Blekinge. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 204, 19 sid. 20 poäng.

Sammanfattning: En sedimentsekvens bestående av totalt elva borrhälsborr togs upp med hjälp av en s.k. ryssborr i dödishålan Skuremålagölen i Skuremåla naturreservat i centrala Blekinge. Från denna sekvens undersöktes gölens sen-glaciala sediment med hjälp av paleoekologiska och stratigrafiska metoder i syfte att undersöka gölens och områdets utveckling under sen-glacial tid. Vid analyserna av de sen-glaciala sedimenten undersöktes under vilka omständigheter Skuremålagölen blev isfri, när den isolerades från Baltiska Issjön och huruvida klimatutvecklingen i området går att korrelera med eventstratigrafin från Greenland Ice Core Project (GRIP) vilken baseras på förändringar i $\delta^{18}\text{O}$ -data från årligt avsatta islager. Analyserna bestod i underökning av sedimentens polleninnehåll, magnetiska susceptibilitet och organiska innehåll samt en ^{14}C datering. En syntes av resultaten visar att klimatutvecklingen vid Skuremålagölen går att korrelera med eventstratigrafin från Grönland. De visar att Skuremålagölen blev isfri först när merparten av det omgivande israndfältet, som utgör en stor del av Skuremåla naturreservat, hade färdigbildats. Därefter utgjorde Skuremålagölen en del av Baltiska Issjön under > 126 år, varpå gölen isolerades och mer organiska sediment började avsättas. Isoleringen av Skuremålagölen skedde innan 14050 år före nutid, vilket utgör åldern för gränsen mellan event GI-1e och GI-1d (Bølling/Äldre Dryas). En tolkning av sedimentationshastigheten vid isoleringen och jämförelser med liknande studier i området tyder på att gölen isolerades i slutet av GI-1e. Strax efter isoleringen följde en kort period med något kallare klimat under GI-1d, med en avstannande organisk produktion i gölen och en ökad markerosion. Under efterföljande GI-1c (Allerød) förbättrades klimatet. Markförhållandena stabiliserades och vegetationen ökade kraftigt mot periodens slut. Vid denna tidpunkt utgjordes området troligen av en mer eller mindre tät björkskog. Den därpå följande GS-1 (Yngre Dryas) innebar på nytt kallare förhållanden. Under perioden öppnades landskapet upp, och vegetationen dominerades istället av örter och gräs. 11650 år före nutid avslutades GS-1 och inledningen av Holocen innebar en markant förbättring av klimatet, med en kraftig ökning av den organiska produktionen i sjön och en på nytt tät vegetation med en hög förekomst av björk.

Nyckelord: Skuremåla, dödishåla, eventstratigrafi, isolering, pollenanalys, glödförlust, mineralmagnetism, Blekinge.

Johan Striberger, Geologiska Institutionen, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Lunds Universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige. E-post: striberger@gmail.com

A litho- and biostratigraphic study of late glacial sediments from Skuremåla, Blekinge, Sweden

JOHAN STRIBERGER

Striberger, J., 2006: A litho- and biostratigraphic study of late glacial sediments from Skuremåla, Blekinge, Sweden. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 204, 19 pp. 20 poäng.

Abstract: With a Russian chamber corer late glacial sediments were obtained from Skuremålagölen, a kettle hole lake in Skuremåla in the province of Blekinge, southeastern Sweden. The sediments were analysed with respect to pollen content, magnetic susceptibility, loss on ignition and a ^{14}C date. The main aim of the analyses was to interpret the development of Skuremålagölen and its surroundings during the Late Weichselian, and to investigate if the event stratigraphy from the Greenland Ice Core Project (GRIP) can be correlated to the local climate development in Skuremåla. The results show that Skuremålagölen was deglaciated after the adjacent subaqueous glacial fan was developed during Greenland Interstadial 1e (GI-1e). After the local deglaciation, Skuremålagölen was part of the Baltic Ice Lake for > 126 years before it was isolated by the end of GI-1e, about 14100-14050 years before present (BP). A synthesis of the results shows that the local climate development can be correlated to the event stratigraphy. Shortly after the isolation the area was characterised by cold conditions and unstable soils during 14050-13900 years BP (GI-1d). During GI-1c – GI-1a the organic productivity increased with decreased soil erosion, with the exception of GI-1b, a short cold phase 13200-13000 years BP. In GI-1a, the area probably consisted of a more or less dense birch forest. At 12850 years BP, Greenland Stadial 1 (GS-1), a strong decline in tree vegetation occurred. Instead herbs and grasses dominated the open landscape. By the end of GS-1 at 11650 years BP the climate returned to warmer conditions resulting once again in denser vegetation, with a strong expansion of birch.

Keywords: Skuremåla, kettle hole lake, event stratigraphy, isolation, pollen analysis, LOI, mineral magnetism, Blekinge, Sweden.

Johan Striberger, Department of Geology, GeoBiosphere Science Centre, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden. E-mail: striberger@gmail.com

1 Inledning

Den senoglaciala utvecklingen är sedan länge väl dokumenterad i Blekinge genom detaljerade undersökningar av länets biostratigrafi, litostratigrafi och kronostratigrafi av bl.a. Lagerlund & Björck (1979), Björck (1979, 1981) och Björck & Möller (1987). Med denna kunskap har information om Blekinges deglaciationsmönster, strandlinjeförskjutning, vegetations- och klimathistoria kunnat dokumenteras i ett flertal områden, men det finns fortfarande lokaler i Blekinge med kvartergeologiska värden i vilka kunskapen om dess bildning och utvecklingshistoria är bristfällig. Skuremåla naturreservat är ett av dessa.

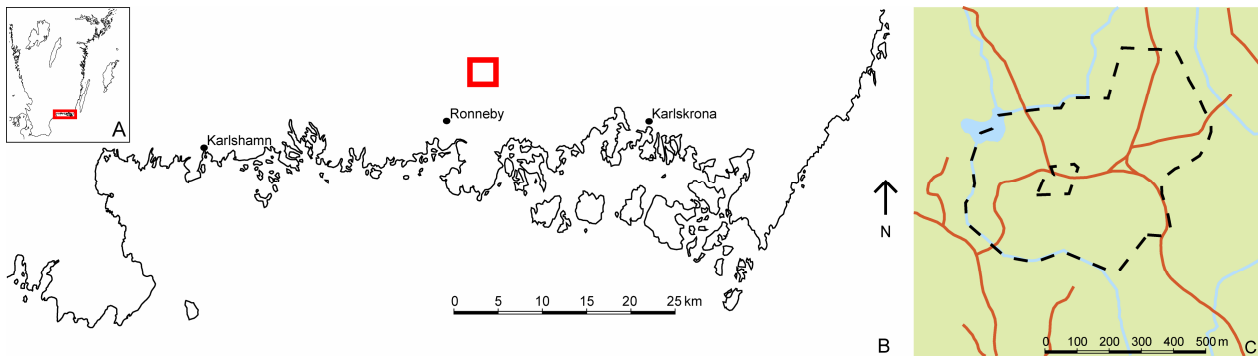
Området har studerats vid ett antal tillfällen under fältkurser vid Geologiska institutionen i Lund, bl.a. av Berglund et al. (1975). Naturreservatet är uppbyggt av ett randfält med en mycket tydlig iskontaktbrant som angränsar till en dödishåla kallad Skuremålagölen (figur 1). Naturreservatets syfte är att bevara dessa geologiska formationer, och landskapets speciella karaktär förklarar varför det tidigare fungerat som studieområde för bl.a. karteringskurser. Några grundliga studier har däremot inte gjorts av områdets litostratigrafi och biostratigrafi i syfte att utveckla kunskapen om Skuremålas deglaciations-, vegetations- och klimathistoria. Övergripande undersökningar har gjorts av områdets litostratigrafi, men utifrån dessa har endast tolkningar kunnat göras då de bygger på sonderingsresultat. I stort sett ingenting har dokumenterats, och dödishålans lito- och biostratigrafi har aldrig undersökts. Denna brist på kunskap om områdets utvecklingshistoria återspeglas i informationen om naturreservatet till allmänheten, som idag är rudimentär.

I denna studie har Skuremålagölen senoglaciala sediment undersökts. Paleoekologiska metoder har tillsammans med stratigrafiska metoder använts för att analysera och tolka den lokala miljöutvecklingen under senoglacial tid. I undersökningen har analyser gjorts för att bestämma under vilken period och under vilka förhållanden gölen isolerades från Baltiska Issjön. Sonderingsresultat från tidigare fältstudier har tolkats som att Skuremålagölen organiska sediment direkt underlagras av grova sediment (troligtvis morän). Det skulle i så fall innebära att dödishålan blev isfri först när Baltiska Issjöns regression nått nedanför gölens tröskelnivå. Alltså skulle gölen ha isolerats före dödisblocket smälte, och i den innevarande studien har detta undersökts. Vegetationsutvecklingen kring Skuremålagölen har undersökts genom pollenanalyser av gölens organiska sediment i syfte att fastställa hur området påverkats av tidigare klimatvariationer. Går det t.ex. att se indikationer på att området påverkats av kortare klimatförändringar som påvisas i eventstratigrafien från Greenland Ice Core Project (GRIP) av Björck et al. (1998), och som senare kronologiskt reviderats i North Greenland Ice Core Project (NGRIP) av Rasmussen et al. (2006)?

Parallellt med studien har en undersökning av områdets litostratigrafi och den storskaliga utvecklingen av Skuremåla naturreservat gjorts (Stenfeldt, 2006). Båda dessa undersökningar har som ett övergripande mål att utgöra en värdefull kunskap om naturreservatet, vars information till allmänheten förhoppningsvis kan kompletteras med resultatet av de båda undersökningarna.



Figur 1. Skuremålagölen. Fotot är taget från den angränsande iskontaktbrantens överyta sydväst om gölen under fältarbetet i oktober 2006 (Foto: Johan Striberger).



Figur 2. Karta över Skuremåla naturreservats placering i Blekinge län. (A) Generell karta över södra Sverige, med Blekinge län markerat. (B) Blekinge län med placeringen av Skuremåla naturreservat markerat. (C) Skuremåla naturreservat och angränsande område.

2 Områdesbeskrivning

2.1 Undersökningsområdet

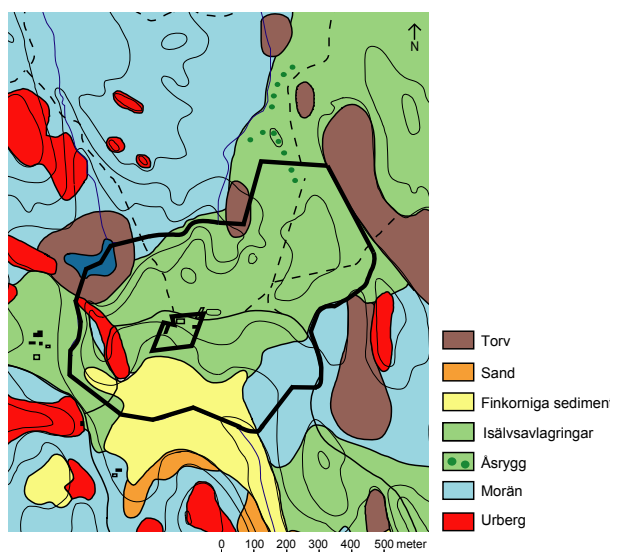
Skuremåla naturreservat är beläget ca 5 km nordöst om Ronneby i Blekinge län ($56^{\circ}15'17''$ N, $15^{\circ}21'2''$ Ö) (figur 2). Naturreservatet bildades 1982, utgör en areal på 0,32 km² och har i syfte att för den vetenskapliga och kulturella naturvården samt för friluftslivet bevara ett område med främst geologiska värden (Länsstyrelsen i Blekinge län, 2004). I områdets nordvästra del ligger Skuremålagölen. Denna dödishåla har en öppen vattenspegel på ca 3700 m², varav drygt hälften av arealen ligger utanför naturreservatet. Gölen kantas av ett gungfly med varierande utbredning, och området utanför gungflyet utgörs främst av björkhagar på hed- eller ängsliknande mark. I övriga delar av naturreservatet är denna mark vanligt förekommande, men det finns även tätare löv- och barrskog samt odlad mark. I söder avgränsas Skuremålagölen av en tydlig iskontaktbrant (Berglund et al., 1975), och det angränsande randfältet (Stenfält, 2006) påverkar kraftigt morfologin i området. Hela naturreservatet är beläget ca 50-60 m.ö.h.

2.2 Geologi

Blekinge läns berggrund består till största del av prekambrisk bergarter med en dominans av gnejser och graniter. Undantaget är länets östligaste del som består av en kambrisk sandsten och Listerlandet i väst som utgörs av en kalksten av kretaceisk ålder. I sydvästra delen av Skuremåla naturreservat underlagras de kvartära avlagringarna av Karlshamnsgranit. Denna grovkorniga granit dominerar berggrunden helt i området väster om Skuremåla. Den övervägande delen av Skuremåla naturreservat inklusive Skuremålagölen underlagras däremot av kustgnejs, en i allmänhet finkornig till fint medelkornig gnejs som dominerar området norr och öster om naturreservatet (Kornfält, 1993).

Topografiskt kan centrala Blekinge delas upp i fyra områden som sträcker sig från Östersjön i söder till gränsen mot Småland i norr: kustlandet med Blekinges skärgård (1), ett dallandskap med flertalet sprickdalar i

NNV-SSÖ riktning (2), ett starkt kuperat område (3) och Blekinges plåtaområde (4) som är en fortsättning av den småländska urbergsslätten (Björnsson, 1946). Högsta kustlinjen i Blekinge låg på 63,5-67,5 m.ö.h. (Ringberg, 1971), och har starkt påverkat de kvartära avlagringarnas utbredning i Blekinges olika topografiska områden. I kustlandet är gytta och torv vanligt förekommande då låga (< 10 m.ö.h.) kustnära områden påverkats av Östersjöns transgressioner under Holocen. I övrigt domineras kustlandet av sandig silt och leror (ibland varviga). Dallandskapet är starkt influerat av sprickdalarna. I söder är sprickdalarna normalt breda och domineras av sandiga och siltiga avlagringar. Rullstensåsar uppbyggda av grövre sediment, vanligtvis grus, förekommer ofta centralt i sprickdalarna. Längre norrut vid 50-60 m.ö.h. återfinns delataytor uppbyggda av grus, sand och silt. Norrut i det kuperade landskapet blir avlagringarna grövre. Sprickdalarna



Figur 3. Jordartskarta över Skuremåla naturreservat och angränsande område. Naturreservatet har markerats på kartan.

smalnar av, och områdena mellan dalarna blir rikliga på sjöar och våtmarker. På nivåer över 70 m.ö.h. domineras landskapet helt av en kullig morän (Björck, 1981).

Topografiskt ligger Skuremåla naturreservat i dallaslandskapet. Skuremålagölen är idag belägen 51 m.ö.h., men tolkas ha legat en meter högre under seneglacial tid. Området domineras av sorterade jordarter, främst sand i randfältets överyta, som övergår i silt söderut. I högre terräng dominerar en sandig morän. Organiska jordarter återfinns i sänkor i terrängen, bl.a. omkring Skuremålagölen (figur 3).

3 Metoder

3.1 Fälthämtning

Fälthämtningen utfördes i april 2006, och inkluderade upphämtning av borrhämtningar från Skuremålagölen samt en jordartskartering i och strax utanför Skuremåla naturreservat. Två borrhämtningar valdes för provtagning med en 1-meter lång s.k. ryssborr (Jowsey, 1966). Från borrhämtning A togs elva borrhämtningar upp i syfte att dokumentera hela sekvensen. Från denna borrhämtning hämtades material för merparten av de planerade analyserna. Borrhämtning B valdes ca 0,5 m bredvid borrhämtning A, och från denna togs en borrhämtning upp för en mineralmagnetisk analys. Borrhämtningarna togs så centralt i gölen som det var möjligt, ca en meter från vattenspegeln i gölens norra del (56°15'30" N, 15°20'55" Ö). Vid upptag från borrhämtning A borrades så djupt det var fysiskt möjligt. De två djupaste borrhämtningarna togs upp med en borrhämtning med en innerdiameter på 50 mm, medan övriga borrhämtningar togs upp med en borrhämtning med en innerdiameter på 75 mm. Från borrhämtning B togs en borrhämtning upp från ett förutbestämt intervall, som i sekvensen från borrhämtning A tolkades innehålla sediment från seneglacial tid. Samtliga borrhämtningar som togs upp beskrevs stratigrafiskt i detalj, och utvalda borrhämtningar fotodokumenterades. Baserat på vad som tolkades vara sediment från seneglacial tid valdes fyra borrhämtningar ut från borrhämtning A för vidare analyser. Tillsammans med den parallellt upptagna borrhämtningen från borrhämtning B pakerades dessa i plastfilm, och lades i plastbehållare för transport till Geologiska institutionen i Lund. Dessa borrhämtningar kommer fortsättningsvis att benämnas SkA1070, SkA980, SkA880, SkA804 och SkB820. Förkortningarna baseras på borrhämtning och djup, SkA1070 står t.ex. för att borrhämtningen togs upp från borrhämtning A och att dess nedersta djup är 10,70 m från gungflyets övre nivå. Om inget annat anges, är fortsatta djupangivelser relativt gungflyets övre nivå.

Skuremåla naturreservat och angränsande marker översiktligt karterades utmed stigar, bil- och traktorvägar. Under detta moment tolkades landskapet i större utsträckning än under den efterföljande detaljkarteringen. Svårtolkade områden valdes ut att karteras medan områden där tydliga indikationer på gällande jordart kunde göras noterades direkt utan provtagning. Med utgångspunkt från förberedande flygbildstolkning samt

tidigare genomförd jordartskartering (Berglund et al., 1975) detaljkarterades valda delar av området genom s.k. linjekartering. Linjekarteringen gjordes i delar av området där rådande jordart var svårbedömd vid flygbildstolkningen och i delar där tidigare karteringsresultat kunde ifrågasättas. Undersökning av jordart gjordes vid linjekarteringen var 100:e m på 50 cm djup med hjälp av stickspjut och/eller skruvborr. Vid grövre jordarter användes en spade. De tänkta linjerna följdes, men kompletterades med punkter i områden som bedömdes vara extra intressanta och lätta att undersöka, t.ex. rotvärtor och blottade vegetationsfria marker.

I oktober 2006 gjordes avvägningar av Skuremålagölen samt iskontaktbrantens överyta.

3.2 Sedimentbeskrivning

SkA1070, SkA980, SkA880 och SkA804 rensades från smuts i laboratoriet, och den stratigrafiska beskrivningen som gjordes i fält kompletterades och enheternas tjocklek mättes på nytt. Varvräkning i enheter med varvig lera gjordes i vilka varven var tillräckligt tydliga, och uppskattning av antal varv gjordes i de fall där varven var diffusa. Därefter korrelerades de fyra borrhämtningarna från borrhämtning A stratigrafiskt. Djupangivelserna för respektive enhet utgick från SkA1070. Med SkB820 gjordes motsvarande genomgång av den stratigrafiska beskrivningen. Därefter korrelerades borrhämtningen stratigrafiskt med sekvensen från borrhämtning A.

3.3 Datering

Ett prov togs från SkA804 för ¹⁴C-datering. Provet togs från en horisont av vattenmossa vid 785-786 cm djup, och daterades med acceleratormasspektrometri (AMS) vid laboratoriet för ¹⁴C-datering vid Geologiska institutionen i Lund. Den erhållna ¹⁴C-åldern kalibrerades till kalenderår före nutid (före 1950) med hjälp av datorprogrammet OxCal v3.10 (Bronk-Ramsey, 1995, 2001) och kalibreringsdatasetet IntCal04 (Reimer et al., 2004).

3.4 Glödförlust

I intervallet 740-800 cm i SkA804 togs 25 prov för undersökning av organisk halt. Provtagningsintervallet varierade mellan 1,4-3,1 cm, baserat på den stratigrafiska beskrivningen och tolkningen av den seneglaciala periodens läge i sekvensen från borrhämtning A. Minst 2 cm³ material från respektive nivå lades i deglar, som sedan placerades i ett 105 °C varmt torkskåp under två dygn. Efter torkningen noterades provernas torrsvikt innan de i långsam hastighet hettades upp och brändes i 550 °C under två timmar. Efter att proverna bränts placerades de i en exikator för att förhindra upptag av vatten från den omgivande luften under avsvälningen. När proven hade svalnat vägdes de på nytt. Genom att jämföra vikten efter förbränning med den ursprungliga torrsvikten erhöles hur stor viktprocent av provet som bränts bort under upphettningen. Eftersom det var provets organiska material som förbrändes kunde den

organiska halten i respektive prov beräknas, vilket var syftet med analysen.

3.5 Mineralmagnetisk analys

En Long Core (LC) magnetisk susceptibilitetsanalys gjordes av SkB820. Vid analysen skannades SkB820 och avlästes var 4:e mm med en Bartington Instruments MS2E1-sensor, som kopplats till en loggningsapparat med automatisk framskjutning av modell Tamiscan-TS1. Totalt gjordes 250 mätningar av borrhärnan. Resultaten av den uppmätta magnetiska susceptibiliteten (MS) korregerades per automatik mot den omgivande luftens inverkan under mätningarna. Analysen gjordes främst i syfte att ge en indikation på när Skuremålagölen isolerades från Baltiska Issjön, men har även kompletterat övriga analyser som har gjorts av borrhärnan.

3.6 Pollenanalys

Från SkA804 togs 24 prover ut för pollenanalys. Dessa prover togs på samma nivåer som vid analysen av organisk halt bortsett från en nivå (743 cm) som inte togs med i pollenanalysen. Provtagningsintervallet varierade mellan 1,4-4,9 cm, och valet av nivåer baserades på den stratigrafiska beskrivningen och tolkningen av den senglaciala periodens läge i sekvensen från borrhärpunkt A. Vid respektive nivå togs ett prov om 1-2 cm³ beroende på uppskattad halt organiskt material. 1-4 Lycopodiumtabletter innehållande 10679±191 sporer per tablett tillsattes till varje prov för en eventuell koncentrationsberäkning. Antalet tabletter i respektive prov baserades på uppskattad halt organiskt material, d.v.s. på provvolymen. Materialet preparerades därefter enligt metoden beskriven av Berglund & Ralska-Jasiewiczowa (1986), och monterades i glycerol och

Tabell 1. Sedimentbeskrivning av sekvensen från borrhärpunkt A.

Djup (cm)	Enhet	Stratigrafi
0-100	S	Mossa (gungfly)
100-170	-	Vatten
170-295	R	Grovdetritusgyttja, extremt lös.
295-305	Q	Mycket grovt organiskt material. Torvliknande.
305-485	P	Mörkbrun grovdetritusgyttja, som blir grövre uppåt i enheten.
485-685	O	Svart FeS-färgad alggyttja. Relativt rikligt med vivianit. Övre gräns gradvis. Alggyttjan aningen ljusare och med en tydligare laminering mellan 500-600 cm.
685-704	N	Mörkgrå till svart FeS-färgad findetritusgyttja.
704-746	M	Mörk gröngrå siltig findetritusgyttja. Inslag av vivianit mellan 723-743 cm. Övre gräns relativt skarp.
746-763	L	Brun FeS-laminerad lergyttja med flera mindre enheter. Lägre organisk halt än enhet K. Övre gräns relativt skarp, men mindre distinkt.
763-768	K	Mörkgrå FeS-färgad siltig lergyttja. Övre gräns relativt skarp.
768-770	J	Grönaktigt brun siltig lergyttja. Övre gräns relativt skarp.
770-777	I	Mörkgrå FeS-färgad siltig lergyttja. Övre gräns relativt skarp.
777-785	H	Svagt FeS-färgad siltig grön-mörkgrå gyttjelera. Övre gräns diffus.
785-809	G	Brun lerig sandig silt med sporadiska svarta och gröna FeS-lager mellan 792-794 cm, och ca 3 mm tjockt grönt lerlager vid 789 cm. Vattenmossor vid 785-786 cm. Övre gräns relativt skarp.
809-825	F	Grå lerig sandig silt. Övre gräns skarp.
825-900	E	Varvig lera med röda leriga vinterskikt och grå-bruna siltiga sandiga sommarskikt. 47 diffusa varv mellan 825-880 cm, och 15 varv (uppskattade) mellan 880-900 cm. Varven ej mätbara.
900-930	D	Lerig silt.
930-968	C	Varvig lera med emellanåt diffusa röda lerlager och grå siltiga sommarskikt. 40 varv (uppskattade). Varven ej mätbara.
968-1020	B	Sandig lerig silt.
1020-1070	A	Varvig lera med grovsiltiga till finsiltiga sommarskikt. 24 varv. Vinterskikt uppskattade till en tjocklek i intervallet 5-15 mm.

analyserades i ljusmikroskop av modell Olympus BX41 med $\times 400$ förstoring.

I analysen räknades de pollen och sportyper som Björck (1981) presenterade i sin studie av Kroksjön, som är belägen drygt 20 km väster om Skuremålågölen på jämförbar nivå (47 m.ö.h.). Övriga pollen och sporer bestämdes att grupperas under "övriga" om sådana skulle hittas. Minst 300 träd- och örtpollen räknades vid varje nivå. *Pediastrum* begränsades till att räknas endast när fragmenten var minst i storlek med *Pinus*. Pollen- och sporbestämmning gjordes med hjälp av bestämningsnyckel av Fægri & Iversen (1989), referensbilder av Moore m.fl. (1991) och Reille (1998) samt Geologiska institutionens referensprover.

Pollendiagrammet konstruerades med datorprogrammen Tilia, Tilia Graph och TG Views (Grimm, 1991). Räknade pollen grupperades i fyra grupper: träd (1), buskar (2), dvärgboskar (3) samt örter, halvgräs och gräs (4). Den pollenstratigrafiska zoneringen gjordes med hjälp av datorprogrammet CONISS (Grimm, 1987). Programmet bygger på en numerisk metod för zonerings av stratigrafisk taxa. CONISS konstruerar ett dendrogram baserat på förändringar i pollensammansättningen genom att jämföra intilliggande nivåers olikheter. De nivåer som har en mest liknande pollensammansättning slås samman. Beräkningarna baseras på alla pollentaxa som inkluderas i pollensumman.

Med pollenanalysen erhöles information om vegetationsutvecklingen i och omkring Skuremålågölen, som användes för att tolka områdets klimatutveckling.

4 Resultat och tolkningar

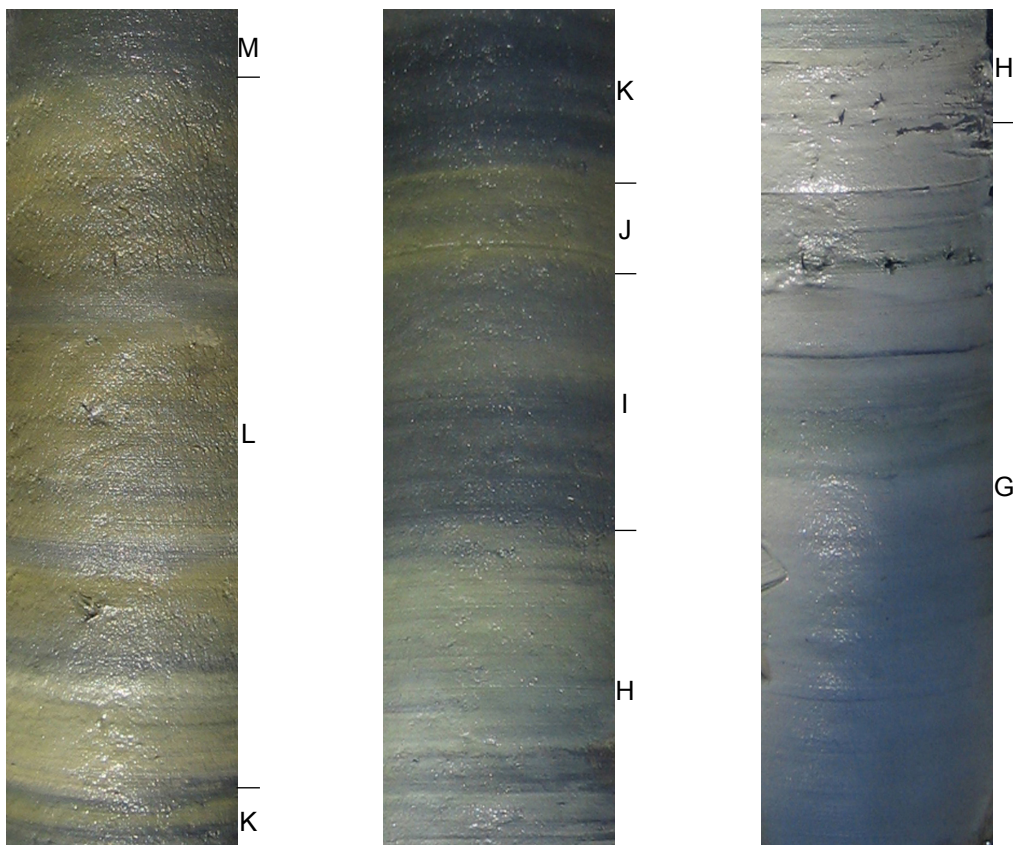
4.1 Sediment och litostratigrafi

Sekvensen från borrhypunkt A fördelades på elva borrhypkärnor. I sekvensen valdes intervallet 740-800 cm (figur 4) att undersökas närmare i laboratorium. I tabell 1 redovisas hela sekvensen. Figur 5 visar en korrelering mellan enheterna från borrhypunkt A och SkB820.

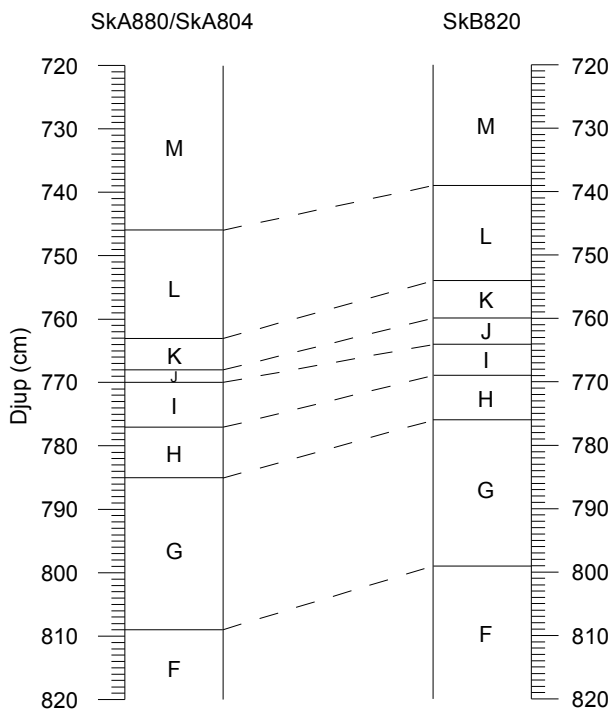
I de nedre sedimenten återfinns mer eller mindre diffust varviga lera i enheterna A, C och E (figur 6). Dessa enheter mellanlagras av silt med en viss halt sand och lera (B, D, F och G). Dessa enheter innehåller en mycket låg halt organiskt material, bortsett från enhet G som har en tydlig horisont vattenmossor vid enhetens övre gräns. Denna sektion, enhet A-G, tolkas ha avsatts under vegetationsfattiga förhållanden och den varviga leran visar på en glaciolakustring sedimentation.

Enheterna H-K innehåller en stigande halt organiskt material jämfört med underliggande sektion. Den organiska halten är fortfarande relativt låg och varierar, men enheterna I-K består av gyttjor. Således har dessa enheter deponerats i en isolerad sjö. Gytjtjan tyder på att sjöns omgivande marker hade en viss vegetation och att sjön hade en viss organisk produktion, vilket tolkas som att deponering har skett under mildare förhållanden än när de underliggande enheterna deponerades.

Enhet L tolkas som en återgång till kallare förhållanden eftersom den organiska halten är märkbart lägre. Enheten består av ett flertal mindre enheter, vilket



Figur 4. Foton på intervallet 740-800 cm från SkA804 som analyserades i laboratorium, med sedimentenheterna markerade efter indelningen i tabell 1. Vid gränsen mellan sedimentenhet G och H syns horisonten av vattenmossa som användes vid ^{14}C -datering (Foto: Johan Striberger).



Figur 5. Korrelering av sedimentenheterna från borrhypunkt A och SkB820.

tyder på instabila förhållanden under sedimentationen.

Från enhet M och upp till markytan består sekvensen av gyttjor, som blir allt rikare på organiskt material. Enhet M innehåller dock en del silt. Findetritusgyttja anses var ett "normalsediment" i oligotrofa sjöar (Liljegren, opubl.), vilket tyder på att Skuremålagölen var en relativt näringsfattig sjö vid sedimentationen av enheterna M och N. Inslag av vivianit i dessa båda enheter tyder dessutom på att det under denna tid var syrefattiga förhållanden i sjöns botten. Därefter visar alggyttjan i enhet O och efterföljande grovde-



Figur 6. Varviga lera från sedimentenhet C i intervallet 949-959 cm från SkA980 (Foto: Johan Striberger).

tusgyttja på att näringstillgången ökade i sjön (Liljegren, opubl.), med en högre organisk produktion som resultat.

4.2 ^{14}C -datering

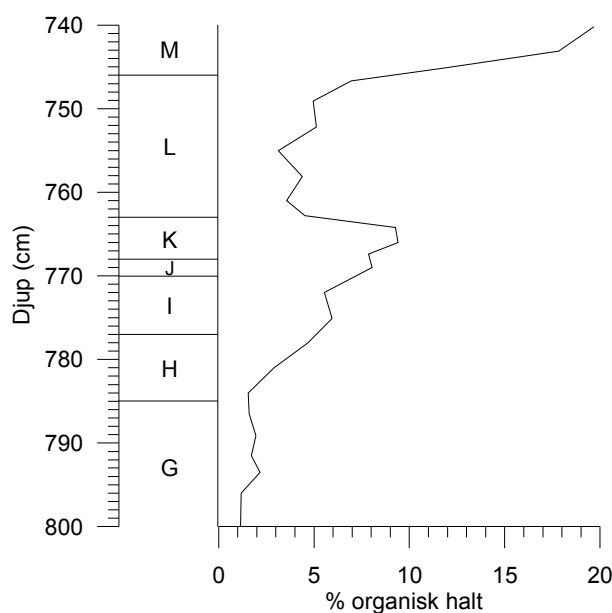
Datering av vattenmossan på ett djup av 785-786 cm från SkA804 (figur 4) ger en ålder på 12530 ± 60 ^{14}C -år före nutid (BP). Vid kalibrering mot kalenderår före nutid resulterar det med 68,2 % säkerhet i en ålder på 14700 ± 220 kalenderår BP (1σ), och med en säkerhet på 95,4 % i en ålder på 14650 ± 400 kalenderår BP (2σ). Den daterade horisonten av vattenmossa återfinns även i SkB820 på 777-778 cm djup.

Alltså går det att fastställa att det organiska materialet som återfinns i översta delen av enhet G från borrhypunkt A på 785-786 cm djup och från borrhypunkt B på 777-778 cm djup har en yngsta ålder på 14250 kalenderår BP om ingen "förorening" av provet har skett.

4.3 Glödförlust

Resultatet av glödförlustanalysen redovisas i figur 7. Den analyserade sektionen uppvisar generellt låga värden, utom i sektionens övre del i vilken den organiska halten ökar kraftigt. I sektionens botten är den organiska halten mellan ca 1-2 % i enhet G. Därefter ökar halten från ca 1,5 % i botten av enhet H till ca 9 % i det översta provet i enhet K. I enheterna H-K visar två prov på en tillfällig tillbakagång vid 772 cm och 767 cm. Det översta provet i enhet K visar även det på en tillbakagång. I enhet L går den organiska halten tillbaka till ca 3-6 %, för att därefter kraftigt stiga i enhet M med värden upp mot 20 %.

De låga värdena i botten av enhet G visar på en begränsad vegetation i området och en låg organisk produktion i sjön, men en ökning av den organiska halten vid 796 cm tyder på ett varmare klimat. Denna ökning avstannar dock kort därefter, och nivån hålls



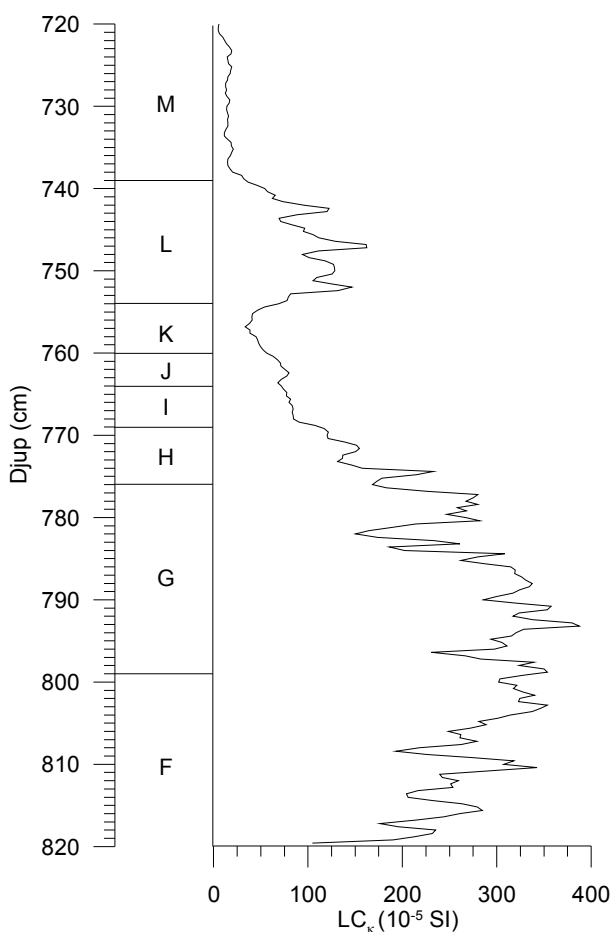
Figur 7. Resultat av glödförlustanalys i intervallet 740-800 cm från SkA804.

mer eller mindre konstant upp till 784 cm vilket tolkas som att klimatet återigen blev kallare.

Därefter ökar den organiska halten i enheterna H och I, vilket tolkas som en förändring mot ett varmare klimat, med en ökad markvegetation. I enhet J minskar den organiska halten tillfälligt, för att i enhet K ha ökat i förhållande till enhet I. Det lägre värdet i enhet J kan tolkas som en tillfällig, kort tillbakagång mot ett svalare klimat som snabbt förbättras i enhet K. I efterföljande enhet L minskar den organiska halten kraftigt igen, vilket tyder på ett klart kallare klimat. I enheten fluktuerar den organiska halten, vilket stämmer väl överens med sedimentens utseende. I efterföljande enhet M ökar den organiska halten kraftigt, där det sista provet når upp emot 20 %.

4.4 Mineralmagnetisk analys

Resultatet av den mineralmagnetiska susceptibilitetsanalysen redovisas i figur 8. Resultatet visar på fyra storskaliga trender. I enhet F-G (och till viss del i nedersta delen av H) varierar MS kraftigt, med höga värden. Från enhet H minskar MS upp till enhet K. Dock syns en mindre avvikelse i enhet J, där MS tillfälligt ökar. I övre delen av enhet K börjar MS att stiga på nytt, för att i enhet L återigen visa på relativt höga värden som varierar kraftigt. I den övre delen av enhet



Figur 8. Resultat av mineralmagnetisk susceptibilitetsanalys i intervallet 720-820 cm från SkB820.

L börjar MS att minska på nytt och i efterföljande enhet M stabiliseras MS, med värden som är de lägsta i hela sektionen.

Den variation av minerogent material som sedimenten innehåller återspeglas i analysen, vars resultat baseras på hur magnetiserbara sedimenten är. Nederst i sektionen är värdena som högst, med ett maxvärde vid 793 cm. Detta tolkas utgöra tidpunkten för isoleringen av Skuremålagölen från Baltiska Issjön. Vid isoleringen bör det ha sköljt in extra mycket minerogent material från omgivande tröskel (Björck, 1979), vilket orsakar det höga MS-värdet. Efter maxvärdet minskar MS snabbt, för att vid 782 cm återigen ha höga värden upp till ca 775 cm. Därefter fortsätter minskningen av MS. Den tillfälliga ökningen vid 775-782 cm tyder på en tillfällig tillbakagång mot kallare förhållanden, med en ökad markerosion med transport av mer minerogent material ut i sjön som resultat.

Den minskande MS fortsätter upp till 754 cm, med undantag för en avvikande ökning vid enhet J. I denna enhet ökar MS tillfälligt, vilket kan tyda på en kort period med ett kallare klimat.

Enhet L tolkas att ha avsatts i ett klimat likt klimatet då enheterna F och G avsattes, d.v.s. i kalla förhållanden. Därefter tyder de låga värdena i enhet M på att klimatet återigen blir varmare, med en minskad markerosion som resultat.

4.5 Pollenstratigrafi

Resultatet av pollenanalysen redovisas i figur 9. Resultatet karaktäriseras av generellt höga värden av för *Pinus* (10-45 %), *Cyperaceae* (15-35 %) och *Betula* (10-35 %). Bland representerade buskpollen utmärker sig *Salix* med att under en begränsad period passera 10 % medan övriga buskpollen ligger runt 5 %. *Empetrum*, som är den enda arten bland dvärgbuskar, når som högst upp till 10 %. I gruppen örter, halvgräs och gräs utmärker sig förutom redan nämnda *Cyperaceae* även *Poaceae* (5-20 %) och *Artemisia* som passerar 10 % under en begränsad period. Övriga i gruppen har låga värden (< 5 %). Även värt att notera är att *Pedicularis* förekommer i hela sektionen och bitvis passerar 10 %, och att förmodat omlagrade pollen främst representerade av *Alnus* har höga värden under en viss period.

Som beskrivs i 3.6 har CONISS använts för att konstruera ett dendrogram, som ligger till grund för de fyra *local pollen assemblage zones* (LPAZ) som den analyserade sektionen har delats upp i.

4.5.1 LPAZ-S1 (800-780 cm)

Pinus är den dominerade arten i zonen, med en förekomst på mellan 30-40 % med undantag för en nivå i vilken *Pinus* minskar till 15 %. Vid denna nivå ökar samtidigt *Betula*. *Cyperaceae*, som har en stigande trend i zonen även om förekomsten varierar, når vid nivån sitt maxvärde i zonen (35 %). *Poaceae* ligger konstant runt 10 % i hela zonen. *Salix* förekommer rikligt i nedre delen av zonen, men minskar uppåt.

Artemisia har en nivå på ca 5 % i hela zonen, men minskar i zonen övre del. Sektionens enda förekomst av *Hippophaë* finns vid två nivåer i zonen. Vid den övre nivån (787 cm) finns en samtidig topp för *Salix*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae* och *Dryas octopetala*. Här börjar även den totala förekomsten av träd att öka, efter att ha haft en svagt minskande trend genom hela zonen. Noterbart är även att sekundärt pollen, främst representerat av *Alnus*, har sitt maxvärde i zonen.

Gränsen LPAZ S1/LPAZ S2 kännetecknas av en ökad förekomst av *Betula* samtidigt som *Cyperaceae* minskar.

4.5.2 LPAZ-S2 (780-760 cm)

Betula stiger i zonen nedre del, och når ca 20 %. Denna förekomst av *Betula* ligger därefter konstant i zonen, bortsett från en nivå strax över zonen mitt där den stiger tillfälligt till strax över 30 % i enhet K. Vid denna nivå minskar samtidigt *Pinus* till ca 25 % från att i övriga zonen generellt ligga strax över 30 % med en topp på ca 45 %. *Cyperaceae* och *Poaceae* har båda en låg förekomst jämfört med övriga zoner (ca 15 % resp. 10 %). *Empetrum* förekommer däremot betydligt rikligare än i föregående zon, och når en topp strax över zonen mitt. Vid denna nivå återfinns även en topp för *Chenopodiaceae*, *Filipendula*, *Thalictrum* och *Juniperus*. Samtidigt är den totala nivån av trädpollen låg, framför allt eftersom *Pinus* tillfälligt minskar. *Salix* håller en relativt konstant nivå, något lägre än i underliggande zon. Förekomsten av *Artemisia* är låg förutom i zonen övre del där arten ökar samtidigt som *Pinus* börjar minska.

Gränsen LPAZ S2/LPAZ S3 kännetecknas av en ökning av *Artemisia*, *Cyperaceae*, *Poaceae* och *Pediastrum* samtidigt som *Pinus* minskar.

4.5.3 LPAZ-S3 (760-746 cm)

I zonen nedre del minskar förekomsten av *Pinus*, vilket resulterar i att den totala mängden trädpollen minskar kraftigt eftersom *Betula* inte förändras. Mängden trädpollen minskar upp till zonen mitt. Efter det stiger både *Pinus* och *Betula*, samtidigt som buskpollen minskar. I zonen har *Juniperus* en konstant förekomst på ca 5 %, *Salix* minskar uppåt i zonen liksom *Empetrum* som dock börjar öka vid zonen topp. *Betula nana* har sitt maxvärde i zonen, liksom *Artemisia* som passerar 10 % i zonen mitt. Även *Chenopodiaceae* och *Rumex* har relativt höga värden. *Cyperaceae* och *Poaceae* stiger konstant upp till 749 cm där de når 35 % resp. 20 % vilket är högsta värdet för *Poaceae* i hela sektionen. Förekomsten av *Pediastrum* varierar, men når bitvis upp till 15 %. *Dryas octopetala* återfinns i zonen nedre del, men försvinner därefter helt i sektionen.

Gränsen LPAZ S3/LPAZ S4 kännetecknas av att *Betula* och *Empetrum* ökar, samtidigt som *Artemisia* minskar.

4.5.4 LPAZ-S4 (746-740 cm)

Zonen karaktäriseras av höga värden av *Betula*, som dominerar zonen och når ca 35 % i zonen topp. *Pinus* varierar mellan 20-30 %. *Juniperus* når upp mot 5 %. *Empetrum* stiger i hela zonen, och når knappt 10 % i zonen topp. *Salix* ligger på en konstant låg nivå, liksom *Betula nana* som minskar i förhållande till underliggande zon. *Artemisia* minskar från de höga värdena i föregående zon till < 5 %. I zonen minskar även *Poaceae* konstant. *Cyperaceae* ökar tidigt i zonen, men minskar sedan uppåt i zonen. Både *Pediastrum* och *Myriophyllum* har förhållandevis höga förekomster.

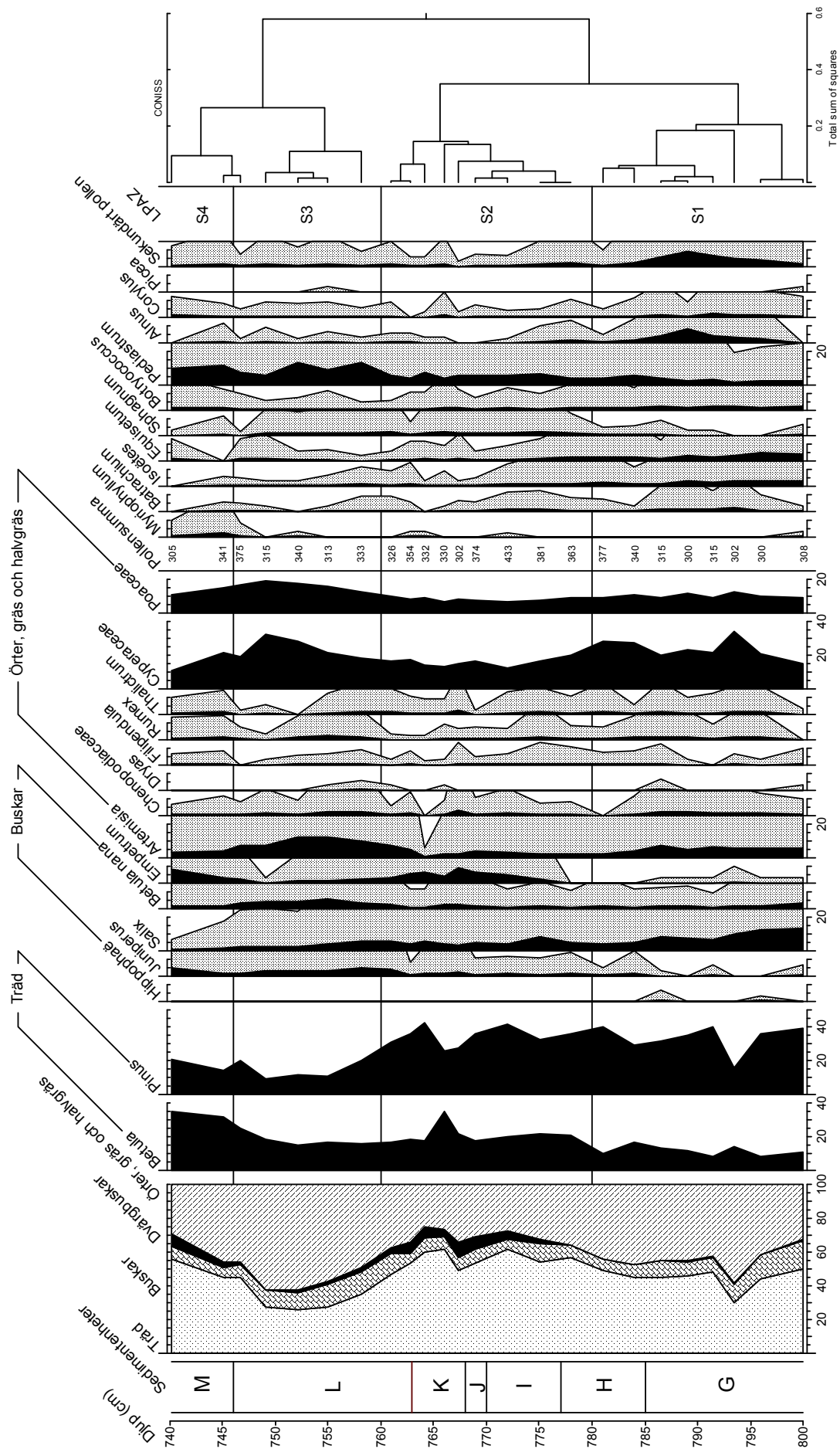
5 Diskussion

5.1 En syntes av analysresultaten

De nedersta enheterna i den upptagna sekvensen, benämnda enhet A-E, ligger nedanför den analyserade sektionen och har därför endast beskrivits litostratigrafiskt. Enhet A, C och E består av varvig lera, vilket enligt Björck (1981) vanligtvis innebär att sedimenten har avsatts i Baltiska Issjön. Alltså tyder den varviga leran på att Skuremålågölen inte hade isolerats från Baltiska Issjön när dessa enheter avsattes.

Eftersom glödförlust- och pollenanalysen enbart utförts på prover fr.o.m. 800 cm och uppåt i SkA804 är det endast med hjälp av litostratigrafin och den mineralmagnetiska analysen som isoleringen av Skuremålågölen går att bestämma i sekvensens nedre enheter. Det maxvärde på MS vid 793 cm i SkB820 som tolkas utgöra tidpunkten för isoleringen stämmer väl överens med litostratigrafin eftersom varvig lera inte återfinns över denna nivå. En kraftigt ökning av *Pediastrum* är vanligtvis en mycket god indikator för när en sjö isole-ras (Björck, 1981), men vid den nivå som ger ett maxvärde för MS har ingen pollenanalys gjorts. I pollenstratigrafin förekommer däremot *Pediastrum* vid samtliga analyserade nivåer, vilket betyder att isoleringen högst troligt skedde före det intervall som pollenanalyserades. Alltså bör isoleringen av Skuremålågölen ha skett i den nedre delen av enhet G. När sedimenten på 800 cm djup i SkA804 avsattes bör alltså sjön ha varit isolerad från Baltiska Issjön, och således ger resultatet av glödförlustanalysen information om sjöns organiska produktion samt influens från den omgivande markens vegetation.

Mellan 800-793 cm ökar den organiska halten något samtidigt som den mineralmagnetiska analysen i motsvarande intervall av SkB820 visar på en minskande MS. I intervallet ökar alltså sjöns organiska produktion, och troligtvis även vegetationen i omgivande mark. MS varierar däremot fortfarande kraftigt även om trenden visar på minskande värden, vilket betyder att marken runt gölen fortfarande är ganska lätteroderad och genererar mycket minerogent material ut i sjön via regn- och smältvatten. Eventuellt påverkar Baltiska Issjön fortfarande Skuremålågölen med att transportera in material i sjön vid kraftiga stormar. I pollenstratigrafin har *Betula* en topp vid 793 cm i SkA804 samti-



Figur 9. Pollenprocentdiagram för intervallet 740-800 cm från SkA804. Enfärgad kurva anger förekomst i procent medan prickad kurva anger förekomst i promille för respektive pollen och sportyp.

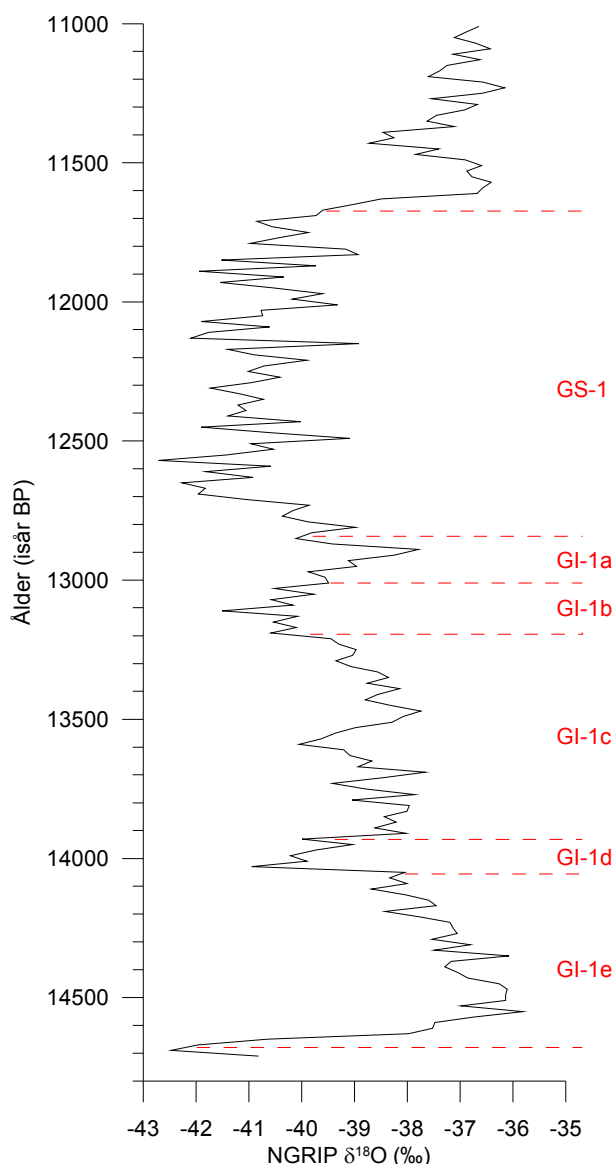
digt som *Pinus* minskar. Även *Cyperaceae* har en topp vid 793 cm. Över hela intervallet minskar mängden trädpollen samtidigt som örter, gräs och halvgräs ökar vilket tyder på ett kallare klimat, men den ökande halten *Betula* tillsammans med en ökad organisk produktion visar på motsatsen.

Trenden mot en fortsatt ökad organisk halt avstannar vid 793 cm, och minskar därefter något upp till 784 cm vilket utgör gränsen mellan enhet G och H. I SkB820 visar motsvarande intervall på en ökning av MS. Dessa båda signaler tyder på att den organiska produktionen i sjön minskade något, samtidigt som markerosionen ökade. Den ökade markerosionen slår även igenom i pollenstratigrafien, som i intervallet har en topp av sekundärt pollen. Pollenanalysen visar även på en snabb minskning av *Betula* efter 793 cm som därefter långsamt återhämtar sig i intervallet. Vid 787 cm visar pollenstratigrafien en samtidig topp av *Hippophaë*, *Salix*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* och *Dryas octopetala*. Denna topp kan tolkas som vändpunkten för ett med tiden kallare klimat som efter 787 cm långsamt återgår mot gynnsammare förhållanden.

I enhet H-K ökar den organiska halten kraftigt samtidigt som MS minskar, vilket tolkas som en period med ett varmare klimat med stabilare förhållanden. I intervallet avviker den organiska halten vid två nivåer, 772 cm resp. 767 cm vid vilka halten minskar. MS visar inte på någon motsvarande avvikelse vid 772 cm, ej heller i lito- eller pollenstratigrafien återfinns denna signal. Däremot syns en liten ökning av MS i enhet J som motsvarar ca 767 cm i SkA804. Även sedimentet i enhet J avviker från över- och underlagrande sediment med en ljusare färg, och i pollenstratigrafien minskar trädpollen tillfälligt. I hela intervallet 784-763 cm är andelen trädpollen högre än tidigare, och den kraftigt ökande organiska halten tyder på att perioden präglas av allt gynnsammare förhållanden för flora och fauna. Vid 767 cm tyder däremot flertalet analyser på en tillfällig återgång mot ett kallare klimat, som i enhet K återgår till ett varmt klimat med en kraftig ökning av *Betula*.

Gränsen mellan enhet K och L karaktäriseras av en tydlig återgång mot ett kallare klimat, vilket går att påvisa i samtliga analyser. Den organiska halten minskar, MS ökar och visar samma kraftiga variation som i enhet F och G och pollensammansättningen förändras. Förekomsten av trädpollen minskar, främst *Pinus*, medan *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Betula nana* och *Cyperaceae* ökar. Hela LPAZ-S3 återfinns i enhet L, vilket innebär att enheten även utgör en tydlig pollenstratigrafisk zon. I övre delen av enhet L börjar resultaten visa på en återgång mot ett varmare klimat, t.ex. börjar både *Pinus* och *Betula* att öka på nytt.

Den organiska halten börjar stiga redan i övre delen av enhet L, och fortsätter därefter att öka i den analyserade delen av enhet M. Vid 740 cm når den organiska halten knappt 20 %, vilket innebär en kraftig ökning av den organiska produktionen i sjön jämfört med tidigare nivåer. MS visar samtidigt på mycket låga värden, vilket betyder att markvegetationen ökat



Figur 10. $\delta^{18}\text{O}$ -data från NGRIP (Rasmussen et al., 2006). Dessa är direkt jämförbara med eventstratigrafien (Björck et al., 1998) som ursprungligen baseras på data från GRIP, men med en reviderad och förbättrad kronologi.

jämfört med föregående nivåer. Enhet M är även den första sedimentenhet som består av en ren gyttja. Här sker alltså en tydlig förändring mot ett betydligt varmare klimat med en väsentlig ökning av sjöns organiska produktion, men även av den omgivande markvegetationen. I pollenstratigrafien återspeglas förändringen i LPAZ-S4, som visar på en tydlig ökning av trädpollen och av *Empetrum* samtidigt som *Cyperaceae* och *Poaceae* minskar.

5.2 Kronologi

Baserat på syntesen i avsnitt 5.1 återfinns sex olika nivåer i sektionen som tolkas utgöra gränser mellan olika climatevents. Med utgångspunkt från eventstratigrafien beskriven av Björck et al. (1998) och senare kronologiskt reviderad av Rasmussen et al. (2006) kan

dessa climatevents korreleras med isotopdata från NGRIP (figur 10).

Den första gränsen vid 793 cm innebär att en period präglad av ett långsamt varmare klimat avbryts, och övergår till en period med avstannande uppvärmning och ett kallare klimat. Enligt tidigare undersökningar av Björck (1981) har sediment från Greenland (Isotope) Stadial (GS) 2 (Äldsta Dryas) inte påträffats i motsvarande studier av sjöar i Blekinge, utan de äldsta sedimenten har daterats till Greenland (Isotop) Intersstadial (GI) 1e (Bølling). I Kroksjön avsattes de äldsta sedimenten under GI-1e. Eftersom gränsen vid 793 cm innebär en förändring från en uppvärmning till ett kallare klimat är det troligt att denna nivå utgör gränsen mellan GI-1e och GI-1d (Äldre Dryas). GI-1d pågår därefter upp till ca 784 cm.

Vid 785-786 cm visar dateringen av vattenmossan på en ålder mellan 14250-15050 år BP med 2σ . Skulle denna ålder stämma stratigrafiskt, innebär det att gränsen vid 793 cm är betydligt äldre än ovan beskrivet eftersom gränsen GI-1e/GI-1d enligt Rasmussen et al. (2006) har en ålder på 14050 isår BP (isår BP benämns fortsättningsvis i texten som år BP). Vidare skulle det betyda att sediment från GS-2 högst troligt skulle finnas representerat i Skuremålågölen, då gränsen GS-2/GI-1e enligt Rasmussen et al. (2006) har en ålder på 14650 år BP vilket är mitt i åldersintervallet för dateringen.

För att få ett svar på om vattenmossans ålder är stratigrafiskt representativ går det att jämföra isoleringen av Kroksjön (Björck, 1981) med den troliga tidpunkten för isoleringen av Skuremålågölen. Båda sjöarna ligger på liknande nivåer, och bör därför ha isolerats ungefär samtidigt. Enligt Björck (1981) isolerades Kroksjön under GI-1d, vilket betyder att gränsen vid 784 cm knappast kan vara av den ålder som dateringen resulterade i. Det skulle i så fall innebära att indikationer på isoleringen skulle synas på en nivå över 784 cm, vilket ej är fallet. Istället syns denna indikation i enhet G. Det daterade materialet antas istället vara förorenat av gammalt kol, t.ex. via CO₂ i smältvattnet från omgivande dödis i området som tagits upp av vattenmossan eller från omlagrat organiskt material i kvarvarande lera på mossbladen, men den höga åldern kan teoretiskt sett också vara en rent statistisk effekt.

Med vetenskapen om att 793 cm troligtvis utgör gränsen GI-1e/GI-1d, och antagandet att GS-2 inte finns representerat i sekvensen går det att datera isoleringen till att ha skett under GI-1e, d.v.s. innan 14050 år BP.

Vid 784 cm sker en förändring från en period med kallare förhållanden till en period med ett mildare klimat. Denna gräns utgör således gränsen mellan GI-1d och GI-1c (Allerød). Enligt Rasmussen et al. (2006) började GI-1c 13900 år BP. Därefter fortsatte klimatet att bli varmare ända upp till den tydliga gränsen vid 763 cm där enhet L tar vid. Mellan 784-763 cm avbröts uppvärmningen mycket kort i enhet J, främst synligt i enhetens MS. Denna korta tillbakagång mot ett kallare klimat är troligen GI-1b, den s.k. Gerzen-

see-oscillationen, som enligt Rasmussen et al. (2006) pågick under perioden 13200-13000 år BP.

Enhet K tolkas ha avsatts under den varma GI-1a, som därefter avbröts av stadialen GS-1 (Yngre Dryas) 12850 år BP (Rasmussen et al., 2006). GS-1 pågick upp till gränsen mot enhet M vid 746 cm, som innebar en förändring mot ett varmare klimat. Denna gräns är därför ett avslut på GS-1, vilket betyder att den analyserade delen av enhet M avsattes under Preboreal. Gränsen vid 746 cm utgör alltså gränsen mellan Pleistocen/Holocen, och har daterats till 11650 år BP av Rasmussen et al. (2006).

5.3 En jämförelse med övriga Blekinge

Kronologin i avsnitt 5.2 bygger på tolkningar av de utförda analyserna. Det finns inga dateringar som kan bekräfta de kronologiska gränserna som har beskrivits. För det krävs ett flertal ¹⁴C-dateringar. I undersökningar gjorda av Björck (1981) har isoleringstidpunkter för ett större antal sjöar bestämts, och sedimenten från respektive sjö har pollenanalyserats. En jämförelse av dessa resultat med resultaten från Skuremålågölen vad gäller pollenstratigrafi och isoleringstidpunkt är intressant, eftersom dessa bör stämma överens om kronologin i 5.2 har tolkats korrekt.

5.3.1 Pollenstratigrafi

Björck (1981) har konstruerat en regional indelning av pollenstratigrafien i Blekinge baserad på lokala pollenstratigrafier från 14 sjöar som alla är belägna i länet. Indelningen har gjorts i åtta *regional pollen assemblage zones* (RPAZ 1-8), från GI-1e till Preboreal. De fyra LPAZ från Skuremålågölen pollenstratigrafi sträcker sig över motsvarande period som de åtta RPAZ.

RPAZ-1 och RPAZ-2 gäller för GI-1e resp. GI-1d, och motsvarar LPAZ-S1. De två regionala zonerna karaktäriseras främst av förekomst av *Betula*, *Artemisia*, *Betula nana*, *Gramineae*, *Salix*, *Rumex* och *Hippophaë*. Av dessa är det främst *Betula* och *Betula nana* som inte förekommer i lika stor utsträckning i LPAZ-S1. Detsamma gäller *Hippophaë*, men å andra sidan återfinns *Hippophaë* endast i denna LPAZ. *Cyperaceae* och *Chenopodiaceae* har båda en topp i LPAZ-S1, vilket inte utmärker vare sig RPAZ-1 eller RPAZ-2. LPAZ-S1 karaktäriseras även av en förekomst av sekundärt pollen. Detta finns inte i de två RPAZ, men däremot i åtta av de 15 LPAZ som de två RPAZ baseras på. Gränsen mellan RPAZ-1 och RPAZ-2 har ingen tydlig motsvarighet i LPAZ-S1 från Skuremålågölen som sträcker sig över motsvarande perioder samt även en kort period in i GI-1c.

RPAZ-3 och RPAZ-4 sträcker sig över GI-1c, och gränsen mellan de regionala zonerna ligger mitt i perioden. Från Skuremålågölen motsvaras dessa båda zoner av LPAZ-S2, som till största del sträcker sig över GI-1c. De regionala zonerna karaktäriseras av en riklig förekomst av *Pinus*, *Empetrum* och *Betula* vilket stämmer väl med LPAZ-S2. I den lokala zonen går det där-

emot inte att se någon gräns som skulle kunna motsvara gränsen mellan de regionala zonerna, vilket skulle innebära en tydlig förändring mot en ökad förekomst av *Empetrum*. Förvisso förekommer inte *Empetrum* nederst i den lokala zonen, men denna korta period motsvarar inte halva GI-1c.

LPAZ-S3 börjar strax efter starten av GS-1, och avslutas vid gränsen mot Preboreal. Regionalt innefattar denna period RPAZ-5 och RPAZ-6. Vid en jämförelse mellan de regionala zonerna och LPAZ-S3 motsvaras den lokala zonen bäst av den äldsta regionala zonen, RPAZ-5, vilken motsvarar den första delen av GS-1. RPAZ-5 kännetecknas av en hög förekomst av *Artemisia*, *Juniperus*, *Gramineae* och *Chenopodiaceae*. I LPAZ-S3 är även *Betula nana* och *Cyperaceae* utmärkande vilka återfinns i RPAZ-6, men i den lokala zonen är det svårt att skilja förekomsten av dessa till ett visst intervall som motsvarar RPAZ-6.

LPAZ-S4 har avsatts under Preboreal, och motsvaras regionalt av RPAZ-7 (Björck et al., 1996) och RPAZ-8. RPAZ-7 kännetecknas av förekomst av *Juniperus*, *Empetrum*, *Pinus* och *Betula*. Den lokala zonen avviker från RPAZ-7 med en minskande förekomst av *Pinus* i zonen nedre del, medan övriga pollen som kännetecknar RPAZ-7 har en hög förekomst eller ökar. I RPAZ-8 förekommer *Betula* och *Pinus* rikligt, vilket stämmer väl med övre delen av LPAZ-S4 i vilken både *Betula* och *Pinus* ökar.

Jämförelsen mellan de åtta RPAZ i Blekinge och de fyra LPAZ från Skuremålagölen visar att den lokala pollenstratigrafien är jämförbar med den regionala, även om den bitvis avviker något. Den senglaciala perioden har regionalt dessutom delats upp i åtta zoner, medan den lokala motsvaras av fyra. Den lokala pollenstratigrafien skulle kunna delas upp i ytterligare zoner, men dessa skulle i så fall inte ha varit lika tydligt kopplade till eventstratigrafien som är fallet med de regionala zonerna.

5.3.2 Isolering

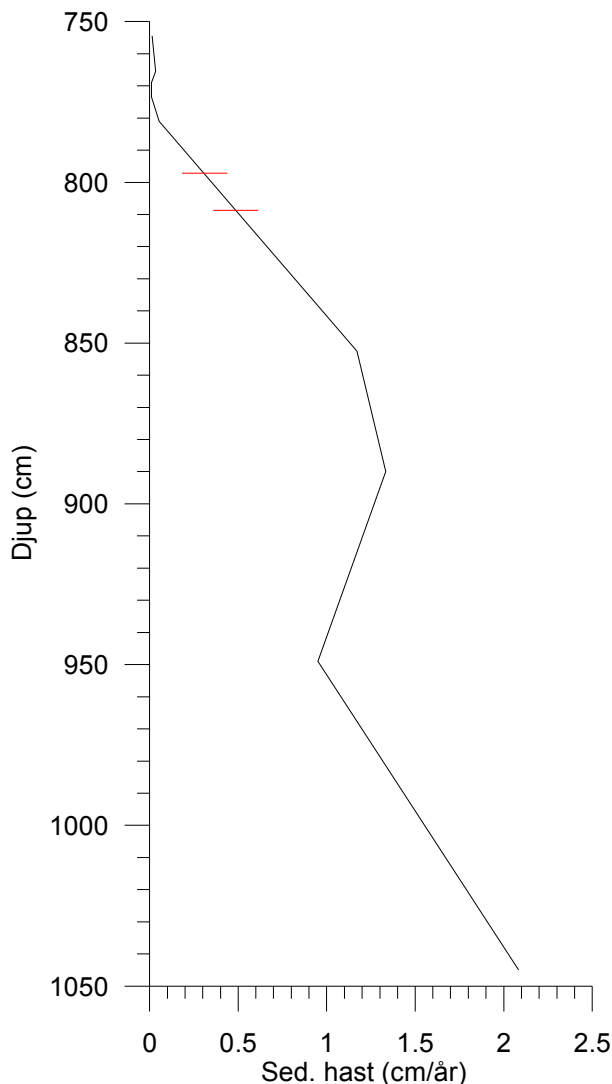
I de 14 undersökta sjöarna har Björck (1981) undersökt tidpunkten för isolering av respektive sjö från Baltiska Issjön. Vid undersökningarna användes nio olika indikatorer för att bestämma när respektive sjö isolerades. Av dessa visar sig MS och *Pediastrum* utgöra de bästa isoleringsindikatorerna. Båda dessa indikatorer har använts för att bestämma isoleringstidpunkten för Skuremålagölen.

Av de 14 sjöarna är Kroksjön bäst jämförbar med Skuremålagölen då den ligger i samma region och på liknande nivå, och bör därför ha isolerats vid ungefär samma tidpunkt. Kroksjön isolerades under GI-1d, och den underlagrande varviga leran innehållandes 300 varv har korrelerats till GI-1e. Det innebär att deglaciationen av Kroksjön har en yngsta ålder på 14050 år BP + 300 varvår. Det tog alltså minst 300 år från det att isen lämnade Kroksjön till att den isolerades, vilket skedde mellan 13900-14050 år BP.

Skuremålagölen tolkas ha isolerats under GI-1e, alltså innan 14050 år BP. Även deglaciationen tolkas

ha skett under GI-1e. Tjockleken på varven i enheterna A, C och E var dessvärre inte möjliga att mäta vilket omöjliggjorde en korrelation av den varviga leran från Kroksjön och Skuremålagölen.

Logylet ligger strax nordväst om Kroksjön på en något högre nivå (61 m.ö.h.) än Skuremålagölen. Denna sjö isolerades vid gränsen GI-1e/GI-1d, alltså samtidigt eller strax efter Skuremålagölen trots dess högre läge.



Figur 11. Sedimentationshastigheten i Skuremålagölen baserad på sedimentenheter innehållandes en varvig lera (A, C, E), och sedimentenheter som har korrelerats till eventstratigrafien (H-L). Den nedre delen av sedimentenhet G har markerats i figuren.

Att Skuremålagölen isolerades från Baltiska Issjön tidigare än Kroksjön kan förklaras med att sjön ligger ca 5 m högre än Kroksjön. Däremot är det svårare att förklara varför Logylet som ligger nästan 10 m högre än Skuremålagölen isolerades vid samma tidpunkt, eller senare. Rimligtvis borde nivåskillnaden ha inneburit att Skuremålagölen isolerades efter Logylet. Som nämns i 5.1 skulle en pollenanalys av SkB820 kunna förstärka tolkningen av att isoleringen sker vid tid-

punkten när MS når sitt maxvärde, eftersom en sådan analys hade kunnat fastställa om *Pediastrum* samtidigt ökar.

Genom att beräkna sedimentationshastigheten i de sedimentenheter som har korrelerats till eventstratigrafin samt i de enheter som innehåller varvig lera kan en grov uppskattning av sedimentationshastigheten vid isoleringstidpunkten göras. Figur 11 visar sedimentationshastigheten i Skuremålagölen baserat på ovan nämnda sedimentenheter, d.v.s. sedimentheterna A, C, E samt H-L.

MS-analysen visar att isoleringen av Skuremålagölen skedde i nedre delen av sedimentenhet G (figur 8). Detta intervall har markerats i figur 11, och vid denna tidpunkt kan sedimentationshastigheten uppskattas till ca 0,3-0,5 cm/år. I figur 8 har den kraftiga ökningen av MS vid 782 cm i SkB820 korrelerats till gränsen GI-1e/GI-1d, d.v.s. till 14050 år BP. Om man antar att den uppskattade sedimentationshastigheten på 0,3-0,5 cm/år var konstant från det att gölen isolerades fram till gränsen GI-1e/GI-1d, under vilket det avsattes 11 cm sediment, betyder det att isoleringen av Skuremålagölen skedde 22-36 år före starten av GI-1d, d.v.s. 14072-14086 år BP.

Denna ålder är givetvis högst osäker eftersom hypotesen bygger på antaganden och uppskattningar, t.ex. är det endast sedimentationshastigheten i sedimentenhet A samt övre delen av E som med säkerhet går att bestämma. De gjorda uppskattningarna och antagandena tyder dock på att gölen isolerades nära gränsen GI-1e/ GI-1d, vilket stämmer någorlunda väl in med isoleringstidpunkterna av Logylet och Kroksjön.

5.4 Skuremålagölen litostratigrafiska enheter

Lagerlund & Björck (1979) undersökte Blekinges litostratigrafi och skapade ett litostratigrafiskt faciesdiagram över länets kvartära avlagringar. Faciesdiagrammet är uppbyggt av fyra stratigrafiska formationer, och ger en bild av Blekinge läns utvecklingshistoria. Stenfeldt (2006) har undersökt Skuremålas litostratigrafi genom profilborring från iskontaktbranten söder om gölen, och söderut över randfältet. Undersökningen har resulterat i en revidering av Lagerlund & Björcks (1979) faciesdiagram.

I Skuremålagölen tillhör sedimentheterna med varvig lera *Sörby varved clay* (*distal*). Stenfeldt (2006) uppmätte 101 varv av dessa sediment söder om iskontaktbranten som troligtvis kan korreleras med Skuremålagölen motsvarande enheter. Ovanpålagrande silt med inslag av sand och lera tillhör troligtvis *Kroksjö clay* och/eller *Danstorp lower silt* (*Danstorp Member*) som båda ingår i Mörrumsformationen. Sediment tillhörande *Danstorp Member* avsattes efter deglaciationen i samband med flertalet deltabildningar i Blekinge (Lagerlund & Björck, 1979). Eftersom gölen och angränsande randfält bildades vid deglaciationen kan sediment tillhörande *Danstorp Member* inte ha avsatts

i särskilt stor utsträckning i området. Det skulle i så fall ha inneburit att gölen hade fyllts igen av dessa sediment eftersom dödisblocket vid gölen vid denna tidpunkt hade försvunnit. Däremot är det rimligt att anta att det kraftiga tillflödet av material i samband med deltabildningarna till viss del påverkade sedimentationen i Skuremåla.

Det troliga är istället att merparten av ovanpålagrande sediment tillhör *Kroksjö clay*, som var en naturlig fortsättning av den varviga leran efter att isens påverkan på sedimentationen minskade. Efterföljande organiska sediment avsattes när Skuremålagölen hade isolerats, och tillhör således Ronnebyformationen.

5.5 Deglaciationen vid Skuremåla, en sammanfattande klimatrekonstruktion

5.5.1 Bølling (GI-1e)

Tidigt i perioden utgjorde Skuremålagölen troligen en liten vik utmed Baltiska Issjöns kust. Det dödisblock som format gölen måste ha smält efter att randfältet var mer eller mindre färdigbildat, och eftersom vattendjupet var litet i området är det mindre troligt att isblocket seglade iväg och på så vis frilade Skuremålagölen. Istället smälte antagligen den största delen av isblocket på plats. Baltiska Issjöns vågpåverkan mot isblocket skyndade troligtvis på processen, men exakt när isblocket försvann går inte att bestämma. Däremot går det att fastslå att gölen utgjorde en del av Baltiska Issjön under > 126 år.

Efter att Skuremålagölen hade isolerats var den organiska produktionen i sjön låg, och markerosionen var hög till följd av en sparsam markvegetation och lösa jordar. Närheten till Baltiska Issjön innebar att sjön troligen fortfarande fick ett tillflöde av material från Baltiska Issjön vid stormar. Dödis fanns fortfarande kvar i delar av området.

Den ökade halten av ört- och gräspollen tillsammans med den minskade förekomsten av träd innebär att vegetationen i området blev allt mer öppen mot perioden slut.

5.5.2 Äldre Dryas (GI-1d)

Denna ca 150 år korta period skiljer sig från Bølling främst genom en ökad markerosion, och en svagt minskande organisk produktion i Skuremålagölen. Den höga markerosionen tyder på att omgivande markvegetation minskade under perioden. Förekomsten av *Hippophaë*, *Salix*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* och *Dryas octopetala* tyder på en låg, öppen vegetation till följd av ett kallt klimat. I slutet av Äldre Dryas påverkades Skuremålagölen troligen fortfarande av smältvatten från dödis i området.

5.5.3 Allerød (GI-1c – GI-1a)

Under Allerød ökade den organiska produktionen kraftigt i sjön samtidigt som markerosionen minskade till

följd av en mer utbredd markvegetation. Båda dessa förändringar tyder på en uppvärmning. *Pinus* och *Betula* ökade tidigt under GI-1c samtidigt som ört- och gräspollen minskade. Således blev vegetationen i området tätare. Dödisen försvann troligen helt från området under denna uppvärmning.

Under GI-1b blev klimatet återigen något kallare. Vegetationen blev på nytt mer öppen samtidigt som markerosionen ökade. Efterföljande GI-1a innebar att *Betula* ökade kraftigt, samtidigt som förekomsten av örter, gräs och halvgräs minskade. Markerosionen var låg, vilket betyder att områdets vegetation återigen övergick till att vara tätare. Troligtvis hade markförhållandena och sammansättningen av vegetationen stabiliserats vid denna period, som återigen innebar varmare förhållanden. Den kraftiga expansionen av *Betula* kan tyda på en invandring till området under perioden, men det kan även innebära att klimatet var gynnsamt nog för att *Betula* skulle dominera områdets vegetation. Eventuellt kan Skuremåla ha utgjorts av en björkskog under GI-1a.

5.5.4 Yngre Dryas (GS-1)

Under Yngre Dryas förändrades områdets vegetation kraftigt. Området utgjordes av en öppen vegetation som främst dominerades av örter och gräs, t.ex. kom *Artemisia* tillbaka efter att ha haft en låg förekomst sedan GI-1d. Trädpollen har mycket låga värden. Denna förändring innebär att klimatet blev betydligt kallare än under föregående GI-1a, vilket även syns i den ökade markerosionen och den minskade organiska produktionen i Skuremålagölen.

Under den senare delen av perioden ökade återigen både *Betula* och *Pinus* samtidigt som ört- och gräspollen minskade. Denna förändring visar att klimatet återigen blev varmare.

5.5.5 Preboreal

Tidigt under Preboreal ökade förekomsten av *Betula*, samtidigt som ört- och gräspollen minskade. Markerosionen var mycket låg, och den organiska produktionen i sjön var betydligt högre än under tidigare perioder. Troligen utgjordes området av en tät björkskog, med en utbredd markvegetation. Preboreal utgör tillsammans med GI-1a troligen de perioder då vegetationen var som tätast i området.

6 Slutsatser

1. I botten av Skuremålagölen återfinns varvig lera, och inte grova sediment som var tolkningen av tidigare sonderingsresultat. Det betyder att dödisblocket som formade Skuremålagölen låg kvar i gölen när det angränsande randfältet bildades i samband med deglaciationen av området under GI-1e. Kort efter att randfältet hade bildats smälte dödisblocket, varpå Skuremålagölen utgjorde en del av Baltiska Issjön.

2. Efter att ha utgjort en del Baltiska Issjön under > 126 år isolerades Skuremålagölen strax före 14050 år

BP. Den exakta isoleringstidpunkten går inte att bestämma, men en uppskattning av sedimentationshastigheten i gölen tyder på att Skuremålagölen isolerades nära gränsen GI-1e/GI-1d, omkring 14100-14050 år BP.

3. En syntes av analysresultaten från Skuremålagölen senglaciala sediment visar att klimatutvecklingen i Skuremåla går att korrelera med eventstratigrafien från GRIP/NGRIP. Resultaten visar även att klimatutvecklingen i Skuremåla stämmer relativt väl med den allmänna tolkningen baserad på tidigare studier av den senglaciala utvecklingen i Blekinge län.

7 Tack

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Svante Björck för all hjälp under fältarbetet, för de intressanta diskussionerna och för en god handledning under arbetets gång. Ett stort tack riktas även till Fredrik Stenfeldt för ett utmärkt och mycket trevligt samarbete under jordartskareringen, profilborrningen och avvägningen i Skuremåla. Jag vill även tacka Per Möller för handledningen under jordartskareringen och för hjälpen under Fredriks profilborrning. Ett stort tack vill jag ge till Thomas Persson för allehanda hjälp under pollenprepareringen, för hjälpen vid framställandet av pollendiagram samt för hjälp med allehanda praktiska ting. Jag vill tacka Per Sandgren för hjälp och handledning under den mineralmagnetiska analysen, och Anders Schomacker för demonstrationen av avvägningsutrustningen.

Dessutom vill jag avslutningsvis passa på att tacka alla kursare och lärare jag har lärt känna under åren på Geologiska institutionen. Det har varit en trevlig tid med många goda minnen jag sent kommer att glömma.

8 Referenser

Berglund, B.E., Andersson, O.H., Lagerlund, E., 1975: Johannishus naturvetenskapliga fältstation och kvartärgeologisk fältverksamhet i Blekinge. *Blekinges Natur 1975*, 79-110.

Berglund, B.E. & Ralska-Jasiewiczowa, M., 1986: Pollen analysis and pollen diagrams. I: Berglund, B.E. (red), *Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*, 455-484. John Wiley & Sons, Chichester.

Björck, S., 1979: Late Weichselian stratigraphy of Blekinge, SE Sweden, and water level changes in the Baltic Ice Lake. *University of Lund, Department of Quaternary Geology, Thesis 7*, 1-248.

Björck, S., 1981: A stratigraphic study of Late Weichselian deglaciation, shore displacement and vegetation history in south-eastern Sweden. *Fossils and Strata 14*, 1-93.

Björck, S. & Möller, P., 1987: Late Weichselian Envi-

- ronmental History in Southeastern Sweden during the Deglaciation of the Scandinavian Ice Sheet. *Quaternary Research* 28, 1-37.
- Björck, S., Kromer, B., Johnsen, S., Bennike, O., Hammarlund, D., Lemdahl, G., Possnert, G., Rasmussen, T.L., Wohlfarth, B., Hammer, C.U., Spurk, M., 1996: Synchronized Terrestrial-Atmospheric Deglacial Records Around the North Atlantic. *Science* 274, 1155-1160.
- Björck, S., Walker, M.J.C., Cwynar, L.C., Johnsen, S., Knudsen, K.-L., Lowe, J.J., Wohlfarth, B. et al., 1998: An event stratigraphy for the Last Termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the INTIMATE group. *Journal of Quaternary Science* 13(4), 283-292.
- Björnsson, S., 1946: En studie av det blekingska kulturlandskapet. *Meddelande Lunds Universitet Geografiska Institutionen Avhandlingar IX*. 299 s.
- 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.
- Fægri, K. & Iversen, J., 1989: *Textbook of Pollen Analysis*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. 328 s.
- Grimm, E.C., 1987: Coniss: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geoscience* 13, 13-35.
- Grimm, E.C., 1991: Tilia, Tilia-Graph 2.0.b.4, TG Views. Illinois State Museum, Research and Collection Center, Springfield, Illinois.
- Jowsey, P.C., 1966: An improved peat sampler. *New Phytologist* 65, 245-248.
- Kornfält, K.-A., 1993: *Beskrivning till berggrundskartan Karlskrona NV/SV*. Sveriges Geologiska Undersökning, Af, nr 179, 56 s.
- Lagerlund, E. & Björck, S., 1979: Lithostratigraphy of the Quaternary deposits in Blekinge, Sweden. University of Lund, *Department of Quaternary Geology Report* 17. 65 s.
- Liljegren, R., 1998: Kompendium i organogen jordartslära, *opublicerad*.
- Länsstyrelsen i Blekinge län, 2004: Blekinges naturreservat: Skuremåla. <http://www5.k.lst.se/version1/miljo/naturmil/naturv/nr/naturres/skuremal.html>. Publicerad 2004-05-18. Hämtad 2006-09-07.
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collison, M.E., 1991: *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 216 s.
- Rasmussen, S.O., Andersen, K.K., Svensson, A.M., Steffensen, J.P., Vinther, B.M., Clausen, H.B., Siggaard-Andersen, M.-L., Johnsen, S.J., Larsen, L.B., Dahl-Jensen, D., Bigler, M., Röthlisberger, R., Fischer, H., Goto-Azuma, K., Hansson, M.E., Ruth, U., 2006: A new Greenland ice core chronology for the last glacial termination. *Journal of Geophysical Research* 111, 1-16.
- Reille, M., 1998: *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord, Supplement 2*. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie. 521 s.
- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C.B., 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.
- Ringberg, B., 1971: Glacialgeologi och isavsmältning i östra Blekinge. *Sveriges Geologiska Undersökning C 661*, 1-174.
- Stenfeldt, F., 2006: Litostratigrafiska studier av en plåtformad sand- och grusavlagring i Skuremåla, Blekinge. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, in press.

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

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 textuell undersökning.
161. Ljungberg, Julia, 2003. Sierrgavåggeskollan i gränlandet mellan Sarek och Padjelanta; miljöindikatorer för fjällkedjeberggrundens bildning.
162. Håkansson, Lena, 2003: An architectural element analysis of a large-scale thrust complex, Kanin Peninsula, NW Russia: interaction between the Barents and Kara Sea ice sheets.
163. Davidson, Anja, 2003: Ignimbritenheterna i Barranco de Tiritaña, övre Mogánformationen, Gran Canaria.
164. Näsström, Helena, 2003: Klotdioriten vid Slättemossa, centrala Småland – mineral kemi och genes.
165. Nilsson, Andreas, 2003: Early Ludlow (Silurian) graptolites from Skåne, southern Sweden.
166. Dou, Marion, 2003: Les ferromagnésiens du granite rapakivique de Nordingrå – centre-est de la Suède – composition chimique et stade final de cristallisation.
167. Jönsson, Emma, 2003: En pollenanalytisk studie av råhumusprofiler från Säröhalvön i norra Halland.
168. Alwmark, Carl, 2003: Magmatisk och metamorf petrologi av en mafisk intrusion i Mylonitzonen.
169. Pettersson, Ann, 2003: Jämförande litologisk och geokemisk studie av Sevens amfibolitkomplex i Sylarna och Kebnekaise.
170. Axelsson, Katarina, 2004: Bedömning av potentiell föroreningsspridning från ett avfallsupplag utanför Löddeköpinge, Skåne.
171. Ekestubbe, Jonas, 2004: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geokronologi och implikationer för tolkningen av den Kaledoniska utvecklingen i Kebnekaise.
172. Lindgren, Paula, 2004. Tre sensveko-fenniska graniter: kontakt- och åldersrelationer samt förekomst av metasedimentära enklaver.
173. Janson, Charlotta, 2004. A petrographical and geochemical study of granitoids from the south-eastern part of the Linderödsåsen Horst, Skåne.
174. Jonsson, Sara, 2004: Structural control of fine-grained granite dykes at the Äspö Hard Rock Laboratory, north of Oskarshamn, Sweden.
175. Ljungberg, Carina, 2004: Belemnites stabila isotopsammansättning: paleomiljöns och diagenesens betydelse.
176. Oster, Jessica, 2004: A stratigraphic study of a coastal section through a Late Weichselian kettle hole basin at Ålabodarna, western Skåne, Sweden.
177. Einarsson, Elisabeth, 2004: Morphological and functional differences between rhamphorhynchoid and pterodactylid pterosaurs with emphasis on flight.
178. Anell, Ingrid, 2004: Subsidence in rift zones; Analyzing results from repeated precision leveling of the Vogar Profile on the Reykjanes Peninsula, Southwest Iceland.
179. Wall, Torbjörn, 2004: Magnetic grain-size analyses of Holocene sediments in the North Atlantic and Norwegian Sea – palaeoceanographic applications.
180. Mellgren, Johanna, S., 2005: A model of reconstruction for the oral apparatus of the Ordovician conodont genus *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 bältet, 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. G³owacka, Ma³gorzata, 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 Goęci¹ę, Poland: testing the stability of the natural remanent magnetization and validity of relative palaeointensity estimates.
 194. Nilsson, Anders, 2006: Limnological responses to late Holocene permafrost dynamics at the Stordalen mire, Abisko, northern Sweden.
 195. Nilsson, Susanne, 2006: Sedimentary facies and fauna of the Late Silurian Bjärsjölagård Limestone Member (Klinta Formation), Skåne, Sweden.
 196. Sköld, Eva, 2006: Kulturlandskapets förändringar inom röjningsröseområdet Yttra Berg, Halland - en pollenanalytisk undersökning av de senaste 5000 åren.
 197. Göransson, Ammy, 2006: Lokala miljöförändringar i samband med en plötslig havsyteförändring ca 8200 år före nutid vid Kalvövik i centrala Blekinge.
 198. Brunzell, Anna, 2006: Geofysiska mätningar och visualisering för bedömning av heterogenitetens utbredning i en isälvavlagring med betydelse för grundvattenflöde.
 199. Erlfeldt, Åsa, 2006: Brachiopod faunal dynamics during the Silurian Ireviken Event, Gotland, Sweden.
 200. Vollert, Victoria, 2006: Petrografisk och geokemisk karaktärisering av metabasiter i Herrestadsområdet, Småland.
 201. Rasmussen, Karin, 2006: En provenansstudie av Kågerödformationen i NV Skåne – tungmineral och petrografi.
 202. Karlsson, Jonnina, P., 2006: An investigation of the Felsic Ramiane Pluton, in the Monapo Structure, Northern Moçambique.
 203. Jansson, Ida-Maria, 2006: An Early Jurassic conifer-dominated assemblage of the Clarence-Moreton Basin, eastern Australia.
 204. Striberger, Johan, 2006: En lito- och biostratigrafisk studie av senglaciala sediment från Skuremåla, Blekinge.
 205. Bergelin, Ingemar, 2006: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of basalts in Scania, S Sweden: evidence for two pulses at 191-178 Ma and 110 Ma, and their relation to the break-up of Pangea.



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
 Centrum för GeoBiosfärsvetenskap
 Sölvegatan 12, 223 62 Lund