LUND UNIVERSITY

Rekonstruktion av paleomiljön för området kring den Mesolitiska stenåldersboplatsen vid Sammakko, Norrbotten

Möller, Per; Nielsen, Anne Birgitte; Björck, Svante

2022

Link to publication

Citation for published version (APA):
Möller, P., Nielsen, A. B., & Björck, S. (2022). *Rekonstruktion av paleomiljön för området kring den Mesolitiska stenåldersboplatsen vid Sammakko, Norrbotten*. (Lundqua Report; Nr 43). Department of Geology, Lund University.

Total number of authors:
3

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LUNDQUA REPORT 43

Rekonstruktion av paleomiljön för området kring den Mesolitiska stenåldersboplatsen vid Sammakko, Norrbotten

PER MÖLLER, ANNE BIRGITTE NIELSEN, SVANTE BJÖRCK

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN | LUNDS UNIVERSITET

Copyright Per Möller

Quaternary Sciences
Department of Geology
Faculty of Science

LUNDQUA Report 43
ISBN 978-91-87847-60-8.
ISSN 0281-3076

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING 1

ENGLISH SUMMARY 1

1. INLEDNING 2

2. TOPOGRAFI OCH GEOLOGI I SAMMAKKO-OMRÅDET 3

3. METODER 7

3.1 LIDAR-DATA, TERRÄNGMODELLER 7

3.2 FÄLTARBETE 7

3.3 ÅLDERSBETÄMNINGAR 7

3.4 POLLENANALYS 8

4. RESULTAT OCH TOLKNINGAR 8

4.1. CAMP LAKE 8

4.2 VASSIKAJÄRVI 11

4.3 POLLENANALYS OCH VEGETATIONSUTVECKLING, CAMP LAKE 13

4.4. POLLENANALYS OCH VEGETATIONSUTVECKLING, VASIKKAJÄRVI 13

5. DISKUSSION OCH SLUTSATER 15

FÖRFATTARNAS BIDRAG 17

REFERENSER 17

LUNDQUA REPORT, TIDIGARE UTGÅVOR .....

Korresponderande författare.
Per Möller
epost: per.moller@geol.lu.se

Rekonstruktion av paleomiljön för området kring den Mesolitiska stenåldersboplatsen vid Sammakko, Norrbotten

LUNDQUA Report 43, 2022

Per Möller, Anne Birgitte Nielsen, Svante Björck

Geologiska institutionen, Kvartärgeologi, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund

Sammanfattning

En större mängd kvartsavslag och brända ben, upptäckta vid rekognosering (Norrbottens Museum) av hyggesberedda ytor norr om byn Sammakko, c. 40 km SO Gällivare, har tolkats att indikera ett kortvarigt använt boplatsområde. Platsen, liggande c. 100 meter norr Linaälven och i kanten av en nästan igenväxt göl, genomgick arkeologisk förundersökning sommaren 2019. Insamlat material av brända ben och träkol visar att boplatsen utnyttjades för c. 8800 – 8900 år sedan av Mesolitiska jägare. Föreliggande rapport omfattar en landskaps-analys och vegetationsrekonstruktion, den senare utförd genom pollenanalys av sedimentlagerföljder från två närliggande sjöbassänger, av den miljö som dessa tidig-Holocena jägare vandrade in i. Boplatsen är belägen i ett så kallat Veikimoränområde, bestående av ett undulerande landskap av höga och breda moränplatåer och mellanliggande sänkor. Detta landskap bildades under slutfasen av en föregående glaciation som till mycket liten del påverkats till sin morfologi av den senaste nedisningen. Datering av de nedersta sedimentlagren i sjöbassängerna (silt, lera) visar att nuvarande sjöbassänger blev helt isfria för c. 9200 år sedan, medan omkringliggande höjdpartier blev isfria minst 600 år tidigare – stagnerade isrester dröjde sig kvar i terrängens lågpunkter medan det successivt isbefriade landskapet i högre lägen intogs av en vegetation av typen arktiskt hedlandskap. När jägarboplatsen vid Sammakko utnyttjades hade landskapet varit helt isfritt i c. 300–400 år och utgjorde en inlandsboplats på c. 20 km avstånd från Littorinahavets kustlinje längre mot öster. Från pollenanalyserna kan vi se att redan något tidigare hade vegetationen förändrats från arktisk hed till en öppen björkskog (*Betula)* med inslag av tall (*Pinus*) och i fuktigare lägen även al (*Alnus*). Dvärgbuskar, inkluderande dvärgbjörk (*Betula nana*), vide (*Salix*) och en (*Juniperus*) var vanligt förekommande och så även olika örter, gräs och halvgräs i de semi-öppna markerna. Först efter c. 8500 BP tätnar skogen till en mer sluten björk-tallskog.

English summary

A large number of quartz fragments from knapping and burnt bone, discovered during reconnaissance (Norrbottens Museum) of forest-cleared areas north of the village Sammakko, c. 40 km SE of Gällivare, have been interpreted to indicate a short-term used dwelling site. The site, located c. 100 meters north of the Linaälven River and at the edge of an almost overgrown pond, underwent archaeological preliminary investigation in the summer of 2019. Collected material of burnt bone and charcoal shows that the settlement was used c. 8800 - 8900 years ago by Mesolithic hunters. The present report includes a landscape analysis and vegetation reconstruction, the latter carried out through pollen analysis of sedimentary layers from two nearby lake basins, of the area into which these early Holocene hunters migrated. The settlement is located in a so-called Veikimorain area, a landscape with high and broad plateaus with depressions in between. This landscape was formed during the final phase of a previous glaciation, a landscape morphology that was only very slightly affected by the most recent glaciation Dating of the lowest sediment layers in the lake basins (silt, clay) shows that current lake basins became completely ice-free c. 9200 years ago while surrounding higher-situated areas became ice-free at least 600 years earlier - stagnant ice residues lingered in the terrain lows while the gradually ice-free landscape in higher locations was occupied by a vegetation of the Arctic heathland type. When the hunter-gatherer settlement at Sammakko was utilized, the landscape had been completely ice-free for c. 300–400 years and it constituted an inland settlement at c. 20 km distance from the coastline of the Littorina Sea further east. From the pollen analyzes we can see that even a little earlier the vegetation had changed from arctic heath to an open birch forest (*Betula*) with elements of pine (*Pinus*) and in more humid locations there was alder (*Alnus)*. Dwarf shrubs, including dwarf birch (*Betula nana*), willow (*Salix*) and juniper (*Juniperus*) were common and so were various herbs, grasses and sedges in the semi-open fields. Only after c. 8500 BP does the forest become a more closed birch-pine forest.

1 Inledning

Vid rekognosering från Norrbottens Museum av hyggesberedda ytor norr om byn Sammakko, c. 40 km SO Gällivare (Fig. 1), upptäcktes kvarts och brända benrester på ett mindre område, c. 100 meter norr Linaälven och i kanten av en nästan igenväxt göl. Mängden av ben och kvartsavslag tolkades att indikera möjligheten av ett kortvarigt använt boplatsområde. En förundersökning utfördes sommaren 2019 och efterföljande datering av insamlade benrester gav ett resultat på 8961±158 och 8844±178 cal BP (2σ), således tidig-Holocena åldrar, vilket tidsmässigt placerar bosättningen till Mesolitikum. Vid fyndplatsen utfördes i september 2021 en mer utförlig utgrävning. Härvid insamlades ett större material av brända ben och kvartsavslag (Fig. 2A–C). Nya dateringar bekräftade den tidigare åldersbestämningen av bosättningen: datering på kolfragment gav en ålder på 8844 ± 186 cal BP och datering på brända ben av ren (*Rangifer tarandus*) gav en ålder på 8843 ± 188 cal BP (2σ). Sammantaget indikerar dateringarna att Mesolitiska jägare uppehållit sig inom området för cirka 8800 – 8900 år sedan (Tabell 2). Boplatsen är således betydligt yngre än den äldsta hitintill funna boplatsen i Norrbotten vid Aareavaara (c. 27 km norr om Pajala), daterad till ca 10,700 cal. BP (Möller et al., 2013).

Efter inledande kontakter med Norrbottens Museum (Frida Palmbo) och Geologiska Institutionen vid Lunds universitet (Per Möller) slöts ett samarbetsavtal där Geologiska Institutionen förband sig att utföra:

- Landskapsanalys (geomorfologi och geologi) på grundval av LiDAR-baserade digitala terrängmodeller (DTMs) över närområdet till boplatsen vid Sammakko.
- Datera deglaciationen i området.
- Göra en översiktlig vegetations- och miljörekonstruktion över ett tidsintervall på c. 1000 år kring boplatsernas utnyttjande.

Arbetet angavs att omfatta:

- Utförande av terränganalys via LiDAR-data (DTM) samt fältrekognosering i området under sommartid.
- Uppborrning vintertid av 2–3 sjöbassänger i området med rysskannborr för att finna en optimal sedimentlagerföljd för paleoekologisk miljörekonstruktion.
- Datering av upptagna sedimentlagerföljder.
- Pollenanalys av sediment omfattande det cirka första årtusendet efter deglaciationen av området för rekonstruktion av vegetationen i området under denna tidsperiod.

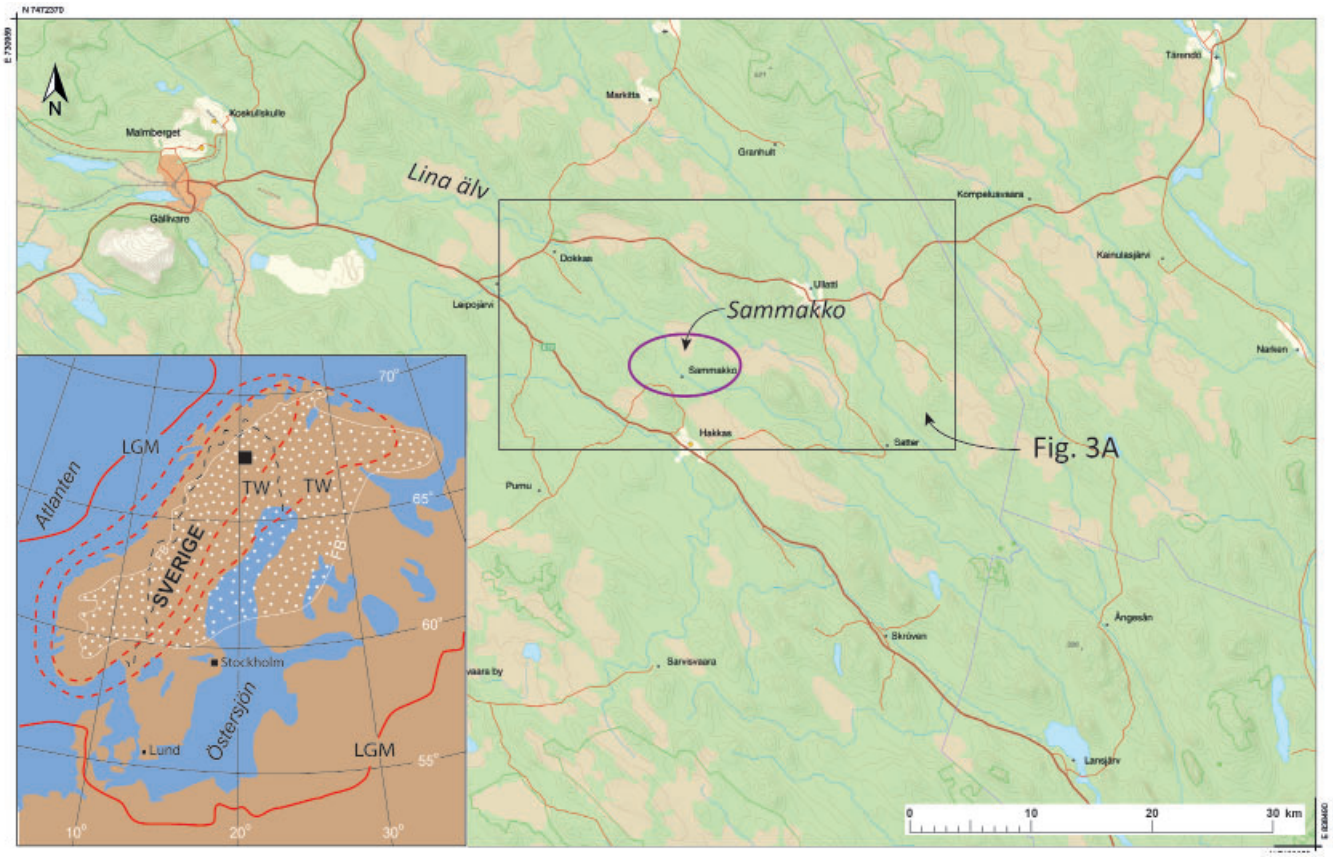


Fig. 1. Lokaliseringskarta för boplatsområdet vid Sammakko, Norrbottens län. Infällt i nedre vänstra hörnet översiktskarta visande Fennoskandiska inlandsisens utbredning vid senaste glaciala maxima (LGM) under sen-Weichsel samt möjlig isutbredning under tidig-Weichsel (enligt Kleman et al. 1997). Vitprickat område, med yttre gräns markerat som FB, är minimiutbredning av inlandsis under LGM med bottenfrusna förhållanden (Kleman et al. 1997). Svart kvadrat i norra Sverige markerar Sammakko-områdets position.

2 Topografi och geologi i Sammakkoområdet

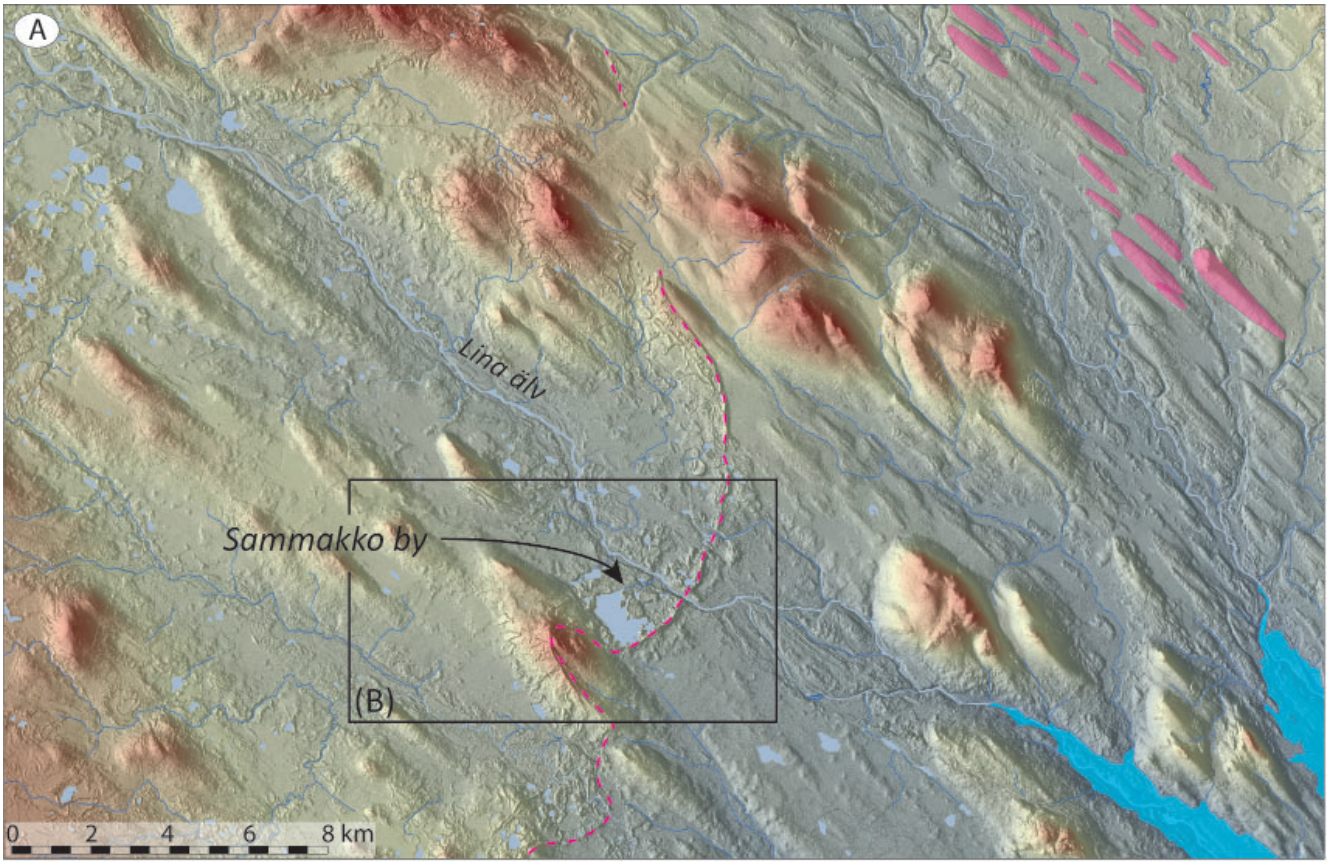
Topografin i och omkring Sammakko utgörs av en undulerande bergkullslätt med enskilt liggande eller grupper av bergkullar som når upp till 350–500 m.ö.h. och med mellanliggande lågområden – ofta täckta av vidsträckta myrområden – och dalar kring 200–250 m.ö.h. Detta betyder att området vid senaste isavsmältingen låg väl över gränsen för högsta kustlinjen (HK). Denna utbildades successivt allt eftersom vattnet i Bottenhavet – vilket då präglades av färskvatten under ett Östersjöstadium benämnt Ancylussjön – följde den mot nordväst retirerande isranden. Från att ha bildat en arkipelag av öar längre mot öster (Lindén & Möller, 2005; Lindén et al., 2006) blev det närmast fjordarmar som sträckte sig upp i nuvarande älvdalars övre delar, successivt allt smalare. Sydost om Sammakko följde Ancylussjöns vatten den retirerande iskanten uppför nuvarande Skrövåns, Linaälvens och Ängesåns dalgångar upp till en nivå av c. 175 m.ö.h. (Fig. 3A) (SGUs kartverktyg för högsta kustlinjen). Ovanför denna nivå (HK, c. 175 m.ö.h.) drog sig inlandsisen tillbaka i en subaeril miljö, dvs. det fanns inget vatten utan torrt land framför isranden.

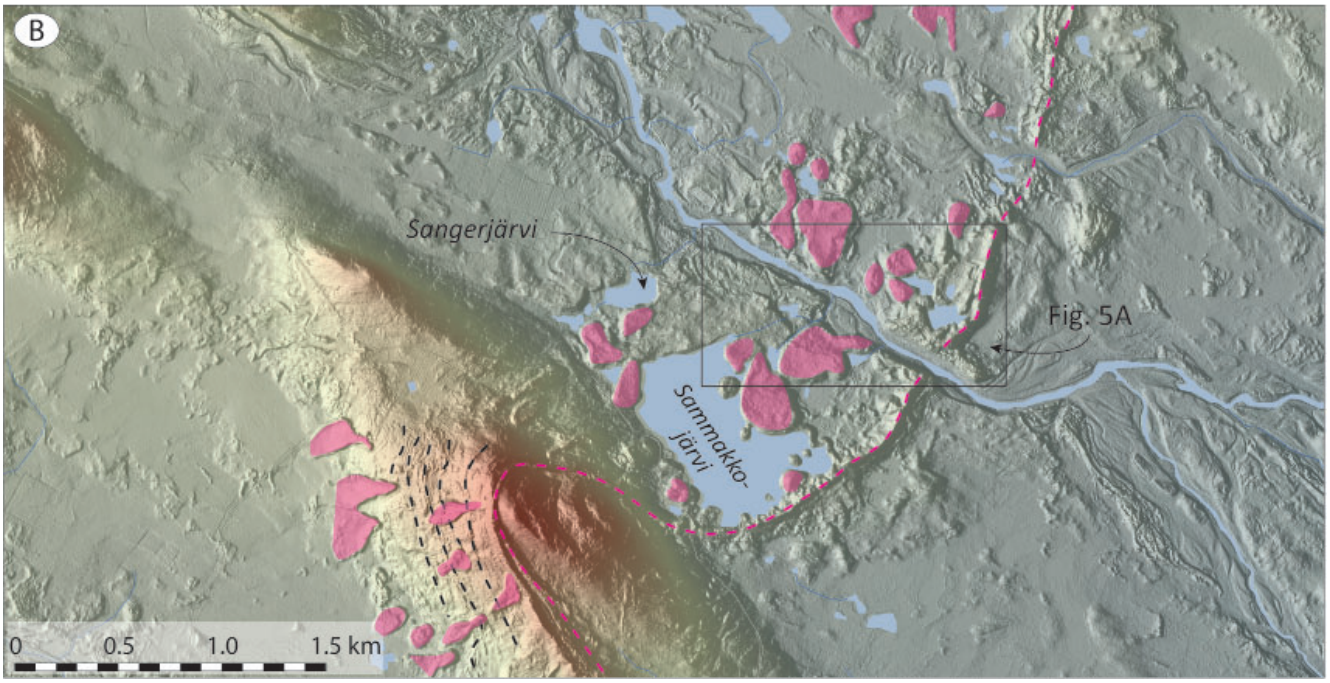
Det glaciala landskapet kring Sammakko är dock av äldre datum, bildat före den senaste glaciationen av Norrbotten(t.ex. Lagerbäck & Robertsson, 1988; Kleman et al., 1997). Den helt dominerande geomorfologin, förutom bergshöjderna, är ett strömlinjeformat landskap. Detta består av enskilt eller agglomererat liggande drum-

Fig. 2. Miljöbilder runt undersökta boplatsen vid Sammakko. (A) Markberedda moränytan vid letande av brända benrester. I bakgrunden en Veikimorän-platå. (B) Frida Palmo stående vid en av de utgrävda markytorna. Pinnar med plastpåsar markerar funna benrester och kvartsavslag. (C) Brända benrester (till vänster) och kvartsavslag. (D) Den lilla, nästan igenvuxna sjöbassängen strax norr om utgrävda boplatsen ("Camp Lake").

liner med en längdaxel strykande från nordväst mot sydost och indikerande en isrörelse under deras bildande i den senare riktningen (Fig. 3A). Drumlinerna är av ansenlig storlek; ofta 2–3 km långa och 300–400 m breda, med bredd/längd-förhållanden på 1:4 till 1:8, och höjden på drumlinerna varierar mellan 10–25 m. Drumlinerna bildades vid basen av en inlandsis med uttalad basal rörelse och en bottensmältande temperaturregim. Också bergshöjderna har modifierats under denna strömlinjeformande process; bergshöjdernas NV-sidor har pålagrats med morän, medan deras läsidor har mer eller minde uttalade moränsvansar utdragna mot SO, dvs. i samma riktning som de fritt liggande drumlinerna.

Det strömlinjeformade landskapet kring Sammakko bryts av ett N–S liggande bälte av så kallad Veikimorän. Denna karakteristiska landskapstyp kan följas från c. 90 km öster om Kiruna, först som den så kallade Lainobågen (Fig. 4), och sedan vidare i SSV riktning i mer eller mindre uttalade bågformer, totalt i en sträckning på >250 km. Karakteristiskt för Veikimoränområdet är dess abrupta avgränsning mot öster i en oftast kontinuerlig löpande moränrygg, 25–30 m hög (Fig. 3, 5),





dock genombruten på många ställen genom erosion av glacialt smältvatten. Innanför denna östligt begränsande moränrygg ligger själva Veikimoränlandskapet, bestående av kullar och platåer av mycket oregelbunden planform och oregelbunden täthet av landformerna. Ofta når platåformer längder/bredder på 300–500 m, med en höjd över omkringliggande lågområden på 10–20 m (Fig. 5). Karakteristiskt för uttalade platåformer är också kantryggar. Dessa ligger längs platåernas ytterkanter som smala ryggar, vilka höjer sig 5–10 m över markytan centralt på moränplatån (Fig. 5B).

Veikimoräner har till sin bildning tolkats som så kallade "ice-walled lake plains". Sedimentsekvenser i Veikimoränplatåer uppvisar ofta en växellagring mellan vattenavsatta sorterade sediment och gravitationsavsatta diamikta sediment i platåernas randområden, medan de mer centrala delarna domineras av vattenavsatta siltiga–sandiga sediment, ofta med inlagring av makroskopiska växtdelar (blad, fröer, kvistar, ofta från arktiska växter). Dylika sedimentsekvenser och deras laterala förhållanden tänks ha utformats i iskontaktsjöar uppe på eller penetrerande en tunnare, stagnerad iskappa (se sedimentationsmodell enligt Lagerbäck (1988), Fig. 6) med mycket flack överyta. Sediment som smälter ut på isens överyta har omdistribuerats genom smältvattenflöden och gravitationsprocesser till smältvattensjöarnas depressioner och rester av den vegetation som etablerades på isöverytans sediment inlagrades i smältvattensjöarnas sediment. Vid slutlig isbortsmältning skapades de branta iskontaktsluttningar som kännetecknar Veikimoränplatåernas periferi.

Under senare delen av 1990-talet introducerades ett paradigmskifte med avseende på tolkningen av och tidsställning för utbildandet av det glaciala landskapet i de inre delarna av Norrbotten; från att ha ansetts bildat i slutskedet av den senaste glaciationen (sen-Weichsel) föreslogs istället att det NV–SO-strykande landskapet av drumliner och rullstensåsar bildats långt tidigare, i samband med uppbyggnaden och avsmältning av ett första Fennoskandiskt istäcke under tidig-Weichsel, under syreistopstadium (MIS) 5d för ca 100 000 år sedan (Lagerbäck & Robertsson, 1988). Även bildandet av Veiki-

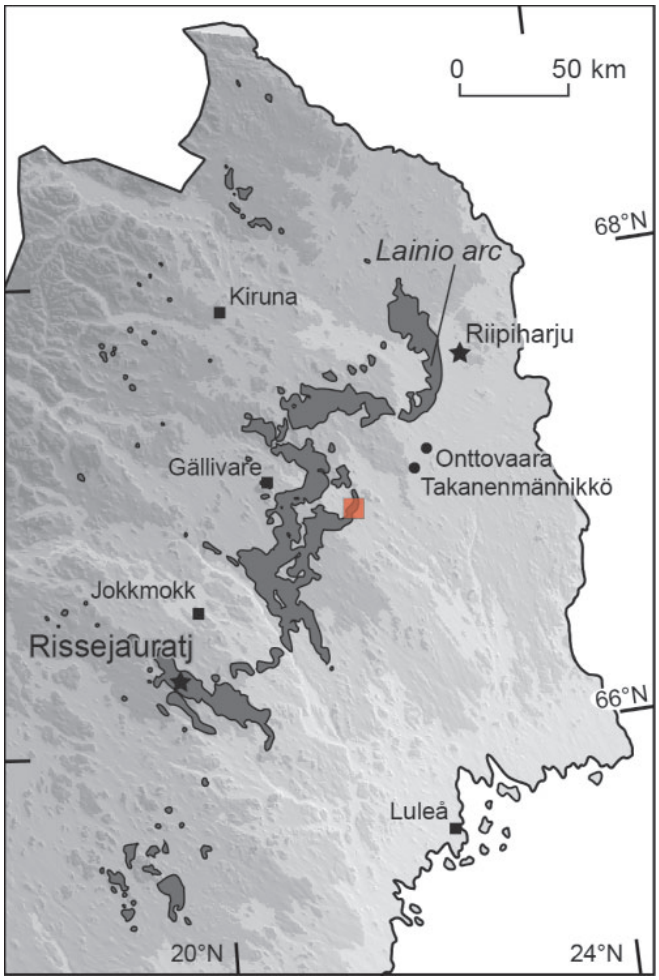


Fig. 4. Utbredningen av Veikimorän i norra Sverige (mörkt grå-tecknade områden). Röda rektangeln SO Gällivare markerar Sammakko-området. Modifierad figur (fig. 10) från Hättestrand (2008).

Fig. 3. LiDAR-baserade Digitala Terrängmodeller (DTMs) kring Sammakko-området i olika skala. Skuggningseffekten lagd från väster (270°). (A) Ett större terrängutsnitt visande den generella strömlinjeformningen över området med större och mindre drumliner (några få i övre högra hörnet markerade som ovaler med violett överskuggning), vilka påvisar ett äldre isflöde över området från nordväst mot sydost. Också högre bergkullar (rosa-röda höjdområden) påvisar drumlinisering med pålagring av morän på sina stötsidor (NV), med utdragna "moränsvansar" på läsidorna mot SO. Centralt genom bilden löper Veikimoränområdets östra begränsning (violett streckad linje), utformad som en markant moränrygg anpassad i bågar till terrängens stormorfologi. I nedre högra hörnet visas områden som var under högsta kustlinjen vid deglaciationen (c. 175 m.ö.h.) i nuvarande Linaälvens och Ängesåns dalgångar (SGUs databas för högsta kustlinjen). Svart rektangel markerar uppförstorad DTM i (B). (B) Veikimoränområdets östra begränsning i större detalj. Den begränsande moränryggen är ställvis nereroderad av senare smältvattenflöden. På berget Sangervaara (SV om Sammakkojärvi) syns på bergets västsluttning en stor mängd små kompressions-moränryggar (svarta streckade linjer) fram mot den stora avgränsande moränryggen, delvis överlagrade av senare bildade Veikimoränplatåer (markerade med överliggande violett skuggning). Väster om begränsningsmoränen föreligger riklig förekomst av Veikimorän-platåer/kullar, en del markerade med överliggande violett skuggning.

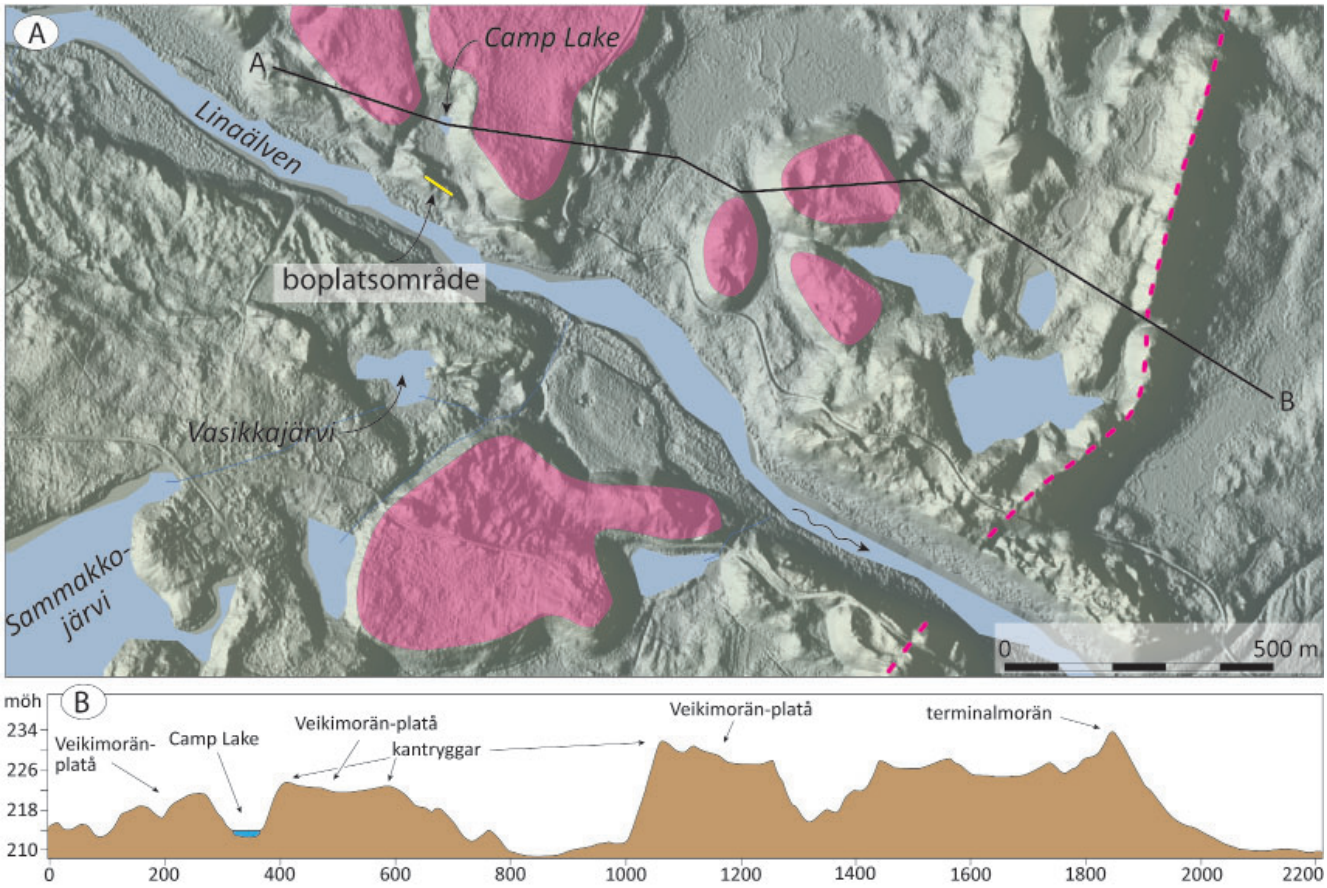


Fig. 5. (A) Uppförstorad DTM över Sammakko visande den i öster begränsande terminalmoränen för Veikimorän-området (streckad violett linje), samt några av Veikimoränplatåerna markerade med överliggande violett skuggning. Läget för bassängerna för uppborrade sedimentlagerföljder (Camp Lake och Vasikkajärvi markerade, så även boplatsområdet söder Camp Lake (gult streck). (B). Morfologisk profil (linje A–B i ovanliggande DTM) över Camp Lake och omringliggande Veikimoränplatåer, avslutande i öster över den för Veikimoränområdet begränsande terminalmoränen. Öster om den senare finns inga Veikimoräner.

moränområdet i Norrbotten knöts till deglaciationsfasen av detta istäcke, till övergången från MIS 5d till Brörup-interstadialen (MIS 5c). Bevarandet av dessa äldre landformer förklaras med att centralområdet för senare Fennoskandiska istäcken varit kallbaserat, dvs. att isen varit frusen vid sitt underlag och därmed över stora områden hade mycket liten eroderande/deformerande effekt på sitt tidigare bildade underlag (t.ex. Kleman, 1994; Kleman & Stroeven, 1997; Kleman & Glasser, 1997; Kleman et al., 2007). Den av Lagerbäck (1988) föreslagna tidsställningen för Veikimoränområdets utbildning, dvs. till övergångsskedet mot Brörup-interstadialen under tidig-Weichsel bygger dock på ett bräckligt kronologisk underlag, främst genom förkastandet av finita (<45 000 år) ^{14}C-dateringar, medan infinita sådana (>45 000 år) togs till intäkt för en tidig-Weichselålder. Senare undersökningar ifrågasätter denna ålder för Veikimoränområdets bildning (t.ex. Hättestrand, 2008; Hättestrand & Robertsson, 2010) och pågående undersökningar med datering av Veikimoränsediment med både ^{14}C och OSL (Optiskt Stimulerad Luminescens) förlägger dessas bildning till c. 55 000 – 40 000 år sedan, således i början av MIS 3-interstadialen under mitt-Weichsel (Lindqvist, 2020; Hättestrand et al., in prep.). Oberoende av pågående diskussion och omvärderingen av dessa glaciala landformers bildningsålder är det emellertid klarlagt att det landskap som Mesolitiska jägare vandrade in i efter den senaste glaciationen var ett ”gammalt” landskap, till mycket stor del opåverkat till sin ytgestaltning av den senaste glaciationsfasens istäcke.

Enligt senast sammanställda deglaciationskronologi för Fennoskandien (Stroeven et al., 2015) skulle kusttrakterna av Norrbotten vid senaste deglaciationen bli isfria för ca 10 100 år sedan och Sammakko-området ca 300 år senare, för ca 9 800 år sedan. Detta står i konflikt med undersökningar i Bodenområdet (Lindén et al., 2006) och vid Aareavaara-boplatsen norr om Pajala (Möller et al., 2013), indikerande generell deglaciation kanske 500 år tidigare. Denna diskrepans kommer att diskuteras senare.

3 Metoder

3.1 LiDAR-data, terrängmodeller

Lantmäteriet har tillhandahållit LIDAR-data (Dowling et al., 2013) som använts i denna studie. Med en rumslig upplösning på 2 m och en vertikal noggrannhet på ±0.1 m har dessa data använts för framställning av mycket detaljrika digitala terrängmodeller (DTMs) för den undersökta regionen, utvisande områdets allmänna topografi och dess glacialgeomorfologi. Terrängmodellerna har producerats i programmet ArcGIS med belysningsfaktorerna (i) azimut (betraktningsvinkel) = 270˚, (ii) vertikal vinkel = 30˚ och (iii) höjdskalningsfaktor (z-faktor) = 10. Terrängmodellerna har vidare ett färgkodat överlägg som indikerar relativ höjd.

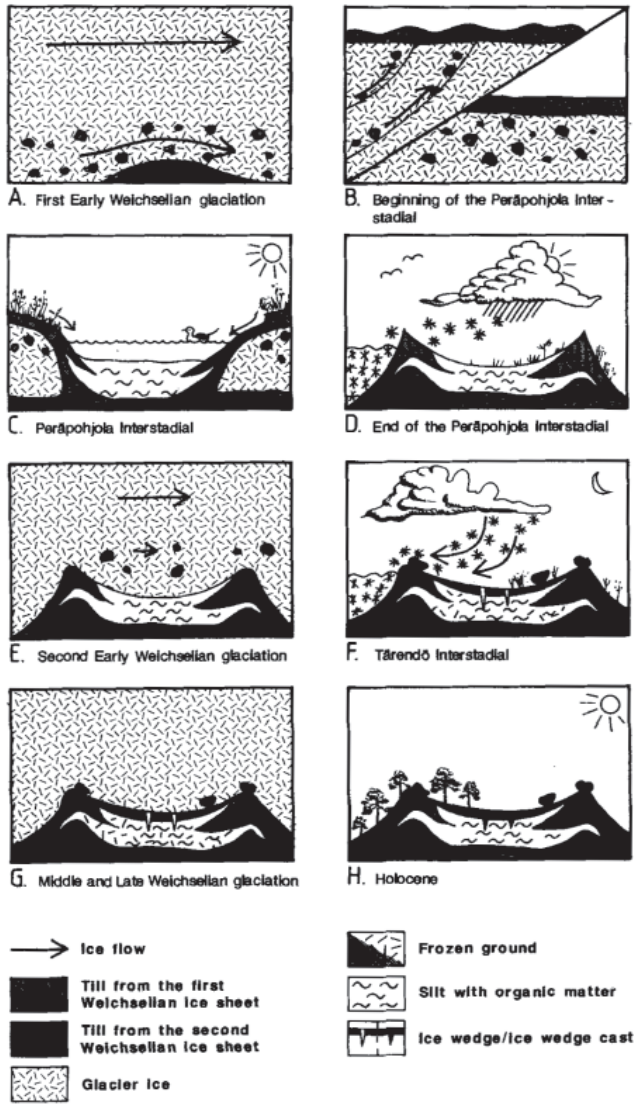


Fig. 6. Schematisk modell för uppbyggnaden av Veikimoränplatåer enligt Lagerbäck (1988) (reproduktion från denna artikel, fig. 15 i Lagerbäck, 1988). Processerna för den primära uppbyggnaden av Veikimorän är här förlagd till avsmältningsskedet av det första utbredandet av ett Fennoskandiskt istäcke under inledning av den senaste istids-cykeln (Weichsel-glaciationen), närmare bestämt till tidig-Weichsel under övergången till Brörupinterstadialen (Peräphojola i skissen, c–d), motsvarande syreisotop-stadium (MIS) 5c (c. 100 000 år före nutid). Denna tidsställning är emellertid ifrågasatt, se beskrivande text.

3.2 Fältarbete

Sammakko-området fältrekognoserades i augusti 2019, dels själva boplatsen och dels dess närmaste omgivningar för att under barmarksförhållanden välja ut möjliga och lämpliga sjöbassänger för senare provtagning (borrning) av sjölagerföljder. Vinterfältarbetet för upptagning av sjösedimentlagerföljder utfördes 23–25 april 2021 (Fig. 7). Tre sjöar valdes ut för provtagning av sjölagerföljder: (i) ”Camp Lake” (norr om och strax intill den utgrävda boplatsen; Fig. 2D, 5A), (ii) Vasikkajärvi (ca 410 m S boplatsområdet, Fig. 5A) och (iii) Sangerjärvi (ca 1,4 km VSV boplatsområdet) (Fig. 3B). Sjöarnas bredd/längd/djupförhållanden samt sedimentmäktigheter framgår av Tabell 1. Då undersökningen syfte är att fastställa områdets deglaciationsålder samt att rekonstruera dess vegetation under de första c. 1000 åren efter deglaciationen bedömdes att endast de allra nedersta delarna av respektive sedimentsekvens var av intresse. Ett viktigt kriterium är att dessa understa delar omfattar kontakten mot underliggande, mer grovklastiska glaciala sediment (morän eller glacifluvialt/glacilakustrint avsatt silt/sand/grus), detta för att säkerställa att den allra tidigaste sjösedimentationen blir representerad i varje borrkärna. Borrningarna utfördes med så kallad rysk torvprovtagare (”ryssborr”) med en innerdiameter på 7.5 cm. Provtagningsutrustningen består av en vridbar halvcylinderformad borrkanna om 1 meters längd. Borrkannan drivs ner med länkar till önskat provtagningsdjup. Länkarna vrids 180°, varvid ostörda sediment skärs ut i halvcirkelform och omsluts av provtagningskannan. Efter uppdragning och öppnande av kannan (Fig. 7) beskrivs lagerföljden, varefter sedimentkärnan packas in i plast och PVC-rör för vidare transport till kylrum på institutionen i Lund för senare provtagningar och laboratorieanalyser

3.3 Åldersbestämningar

Åldersbestämningar har dels utförs på bränt djurbensmaterial och träkol från boplatsområdet, dels på makrofossil framslammat ur de undersökta sedimentlagerföljderna i sjöarna Camp Lake och Vasikkajärvi (Tabell 2). Erhållna ^{14}C-åldrarna presenteras som konventionella sådana (BP; before present, dvs. före 1950) med en standardavvikelse (±1σ; 68.2% konfidensintervall), dels som kalibrerade åldrar beräknade enligt Oxcal 4.3.2 (Ramsey, 2017) med användande av IntCal 20 (medelålder ±2σ BP, dvs. med ett konfidensintervall på 95.4%). Ålder–sedimentdjupmodeller har konstruerats med Clam-verktyget (Blaauw, 2010).

Fig. 7. Vinterfältarbete med uppborrning av sjösediment vid Camp Lake.

Förbehandling av makrofossil, laboratoriet för ^{14}C-datering, Lunds universitet (LuS-nummer).

För makrofossilprov tillsattes 5 % NaOH, varpå provet fick stå i värmeskåp (50°C) under 60 min. Därefter neutraliserades provet med avjoniserat vatten. HCl (1 %) tillsattes och provet fick stå i värmeskåp (80 °C) i 75–100 min. Därefter neutraliserades provet med avjoniserat vatten och torkades.

För det minsta provet (LuS_16908) reducerades tider och temperaturer. Bulkprovet (LuS_16913) behandlades först med 2 % HCl över natten, sedan 2 % NaOH i 8 timmar och slutligen 2 % HCl i 30 minuter vid 80 °C, neutraliserat med avjoniserat vatten mellan varje steg. Proverna förbrändes med CuO och den erhållna CO_2-gasen grafitiserades med Fe-pulver som katalysator. Därefter mättes förhållandet mellan ^{14}C, ^{13}C och ^{12}C med acceleratormasspektrometri i laboratoriets SSAMS-maskin, och ^{14}C-åldrarna beräknades.

3.4 Pollenanalys

Sedimenten har provtagits för pollenanalys och delprov om 2 cm^3 togs ut med 3 cm (Camp Lake) respektive 4 cm intervall (Vasikkajärvi). Prov-volymen mättes med hjälp av en graderad plastspruta. Vid analys tillsattes lycopodiumtabletter för att möjliggöra kvantitativa beräkningar av pollenackumulation av varje enskild art. Både ackumulationen och den procentuella fördelningen av pollen har beräknats. Beräkningar av ackumulationen ger information om den kvantitativa variationen för varje enskild art, till skillnad från den procentuella fördelningen. För att beräkningarna ska vara tillförlitliga krävs att sedimentationshastigheten är känd, dvs. god kännedom om kronologin samt volymsbestämda prov och tillsatta ex. Lycopodiumsporer av känd mängd. Proverna förbehandlades sedan enligt *metod A* i Berglund & Ralska-Jasiewiczowa (1986). De understa proverna innehöll minerogent material och behandlades därför med fluorvätesyra (HF). Sanden togs bort med hjälp av silning eller upprepad dekantering. Proverna blandades med glycerin och lades på glas och analyserades under mikroskop med 400 x förstoring. Som regel räknades minst 500 pollenkorn på varje nivå, dock färre i de understa nivåerna, där pollenmängden var mycket låg. Beräkningar och diagram har gjorts med hjälp av datorprogrammet *Tilia* 1.7.16.

4 Resultat och tolkningar

Ett flertal borrningsförsök i Sangerjärvi (Fig. 3B) gav dåligt representativa och användningsbara sedimentlagerföljder, varför denna sjö uteslöts ur undersökningen. Således har endast sjöbassängerna ”Camp Lake” och Vasikkajärvi (Fig. 5A) använts för vidare analys av vegetationsutvecklingen (pollenanalys) i Sammakko-området.

4.1 Camp Lake

Camp Lake är den minsta av de undersökta bassängerna, c. 107 meter lång och 52 meter bred, Bassängen är till största delen igenvuxen, lämnande en central vattenspegel (c. 30x50 m) med ett vattendjup på endast 1.4 me-

Tabell 1. Karakteristika för de undersökta sjöbassängerna. Koordinaterna är mittpunkten för respektive sjö, vilket kan avvika från borrningsplatsen. Endast undre delarna av sedimentlagerföljderna provtogs med rysskannborr.

Lokal	Läge		Bredd (m)	Längd (m)	Djup (m)	Sediment-mäktighet (cm)	m.ö.h.
"Camp Lake"	N66° 58.045'	E21° 34.367'	52	107	1.4	300	214
Vasikkajärvi	N66° 57.780'	E21° 34.198'	132	208	2.4	195	215
Sangerjärvi	N66° 57.933'	E21° 32.467'	185	495	3.6	90	219

Provtagningsplats	Höjd (m.ö.h.)	Koordinater / Provtagningsdjup (cm) under vattenytan	Sediment-enhet	Daterat material	Provnummer	vikt (mg C)	^{14}C-ålder (±1 σ) BP	Kalibrerad ålder (Intcal 20) (±2σ) BP
Boplats	**218**	N66° 58.0'; E21° 34.325'						
L2019:5024_1		strax under markytan		brända ben	Ua-64375	-	8061 ± 34	8961 ± 158
L2019:5024_1		strax under markytan		brända ben	Ua-64376	-	7964 ± 31	8844 ± 178
Sammakko PM649		strax under markytan		träkol	Ua-69766	-	7977 ± 37	8844 ± 186
L2019:5024_1		strax under markytan		brända ben (ren)	Ua-71795		7975 ± 36	8843 ± 188
"Camp Lake"	**214**	N66° 58.052'; E21° 34.378'						
CL_1		440-438	1	stjälkar av mossa (sphagnum)	LuS_16902	1.1	8285 ± 50	9227 ± 98
CL_3		434-436	3a	stjälkar av mossa (sphagnum)	LuS_16903	1.4	8005 ± 45	8860 ± 92
CL_5		425-426	3c	stjälkar av mossa (sphagnum)	LuS_16904	1.3	7900 ± 45	8749 ± 110
CL_6		418-419	3c	stjälkar av mossa (sphagnum)	LuS_17102	1.5	7500 ± 50	8298 ± 120
CL_7		409-410	3c	stjälkar av mossa (sphagnum), frö (1)	LuS_16905	1.2	7245 ± 40	8073 ± 60
CL_9		389-390	3c	bark, frön	LuS_16906	1.5	6605 ± 40	7497 ± 42
CL_11		367-368	3e	bark, tallbarr (2), frön	LuS_16907	1.5	6220 ± 40	7114 ± 74
Vasikkajärvi	**215**	N66° 57.798'; E21° 34.220'						
VJ_2		425-430	1b	organiskt detritus (mycket lite)	LuS_16908	0.2	7410 ± 65	8226 ± 172
VJ_3		425-423.5	1c	organisk detritus, frön (3)	LuS_16909	1,2	8125 ± 45	9078 ± 75
VJ_4		421-422.5	3a	bark, ved	LuS_16910	0.8	8265 ± 50	9248 ± 99
VJ_5		416-417	3a	mosstjälkar, bark, tallbarr (2), frön (2)	LuS_17103	1.4	8030 ± 50	8881 ± 194
VJ_6		410-411	3a	frön (5), organiskt detritus	LuS_16911	1.4	7990 ± 45	8849 ± 95
VJ_7		400-401	4	mosstjälkar, bark, frön (2)	LuS_17104	1.5	7245 ± 45	8072 ± 122
VJ_8		390-391	5	tallbarr, organiskt detritus	LuS_16912	1.5	6905 ± 40	7738 ± 47
VJ_10		370-371	5	bulkdatering organiskt material	LuS_16913	2.7	2790 ± 30	2889 ± 45

Tabell 2. Utförda ^{14}C-analyser på makrofossil från sjölagerföljder samt brända ben och träkol i anslutning till boplatsen Sammakko PM649. LuS-nummer, Laboratoriet för ^{14}C-datering vid Lunds universitet; Ua-nummer, Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet.

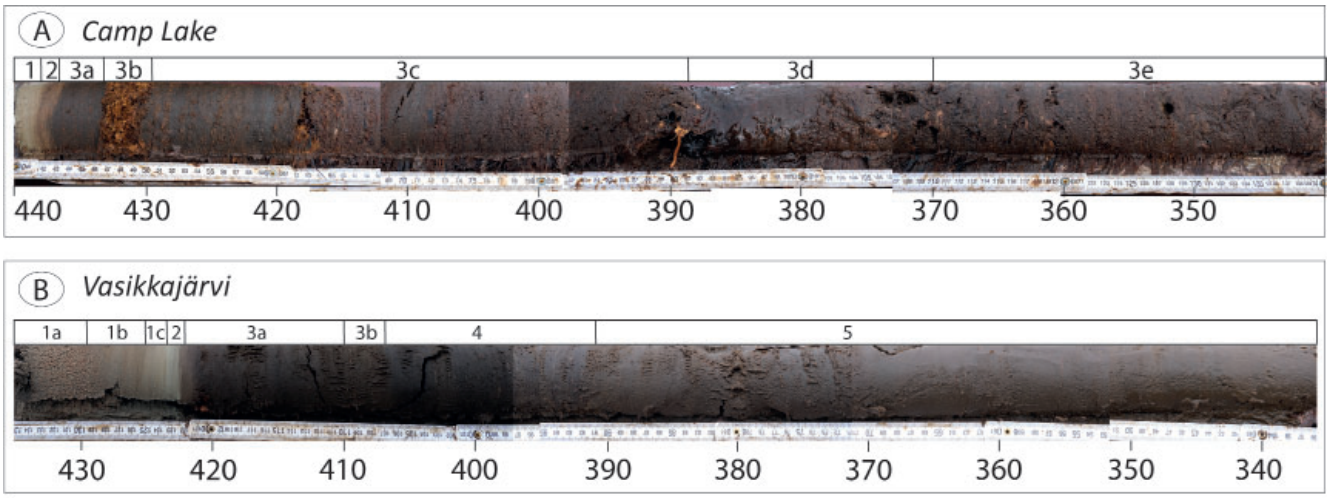


Fig. 8. Bildmosaiker över upptagna sedimentlagerföljder i Camp Lake på djupet 340–440 cm under sjöoverytan (A) samt Vasikkajärvi på djupet 335–4435 cm under sjöoverytan (B). Sedimentenheter enligt Tabell 3 och Tabell 4.

ter (Fig. 2D; Tabell 1). Boplatsen ligger vid Camp Lake's södra strand, på en låg höjdrygg c. 4 m över bassängen och bassängen omges av höga Veikimoränplatåer i väster, norr och öster (Fig. 2A, 5B) och ligger c. 1.4 km innanför (väster) Veikimoränområdets östra begränsningslinje (Fig. 5A).

En borrning gjordes strax norr om bassängens mittpunkt, varvid konstaterades en total sedimentmäktighet i bassängen på 3 meter innan borrstopp uppnåddes på -440 cm. Endast undre delen av dessa sediment dokumenterades stratigrafiskt (-250 – -440 cm, Tabell 3; Fig. 8A). De understa 2 centimetrarna i lagerföljden (enhet 1) utgörs av en grågrön siltig lera som inte kunde penetreras ytterligare. Med en graderad övergång överlagras detta av siltig lergyttja övergående till gyttjelera (lager 2a–b, 1.5 cm), följt av kompakt, mörkbrun grovdetritusgyttja (enhet 3a, 3b) mellanlagrat av ett filtaktigt sphagnumlager (enhet 3b), en total mäktighet av 47.5 cm. Resterande delen av provtagen lagerföljd (139 cm, enhet 3d–3g) utgörs av lösare grovdetritusgyttja, med ett uttalat innehåll av vedrester vid 388–389 cm djup.

En åldersmodell i form av tid/djup-diagram (Fig. 9) har konstruerats, baserat på de sju ^{14}C-dateringar som gjorts på makrofossilrester som tvättats fram från olika djup i sedimenten (Tabell 2). Som framgår av diagrammet ökar sedimentationshastigheten långsamt och gradvist, från c. 0,02 cm/år vid 438 cm djup, till 0,06 cm/år vid 367 cm. Det understa lagret av siltig lera (enhet 1) indikerar den första sedimentationen i bassängen efter att denna blev helt fri från is; åldern på enhet 1 är bestämd till 9227±98 cal. BP.

4.2 Vasikkajärvi

Tabell 3. Lagerföljden i Camp Lake (enhet 1-3G). Sedimenten mellan 340 och 440 cm visas i Fig. 8A. Resultatet av utförda ^{14}C-dateringar framgår av Tabell 2 och är åldersmodellerade i Fig. 9..

Djup (cm) under vattenytan	Sediment-enheter	Lagerföljd	^{14}C-daterade prov
0 - 140		Vatten	
140 - 250	-	ej dokumenterat	
250 - 315	3g	grovdetritusgyttja, mycket lös	
315 - 340	3f	grovdetritusgyttja, relativt lös	
340 - 370	3e	fastare grovdetritusgyttja, gradvis övergång	CL_11
370 - 389	3d	lös grovdetritusgyttja, vedrester strax ovan gränsen	
389 - 429,5	3c	kompakt grovdetritusgyttja, mörkt brun	CL_5, CL_6, CL_7, CL_9
429,5 - 433	3b	filtaktigt sphagnumlager, skarp övre gräns	
433 - 436,5	3a	kompakt grovdetritusgyttja, mörkbrun	CL_3
436,5 - 437	2b	siltig gyttjelera, ljusbrun	
437 - 438	2a	siltig lergyttja, ljusbrun	
438 - 440	1	siltig lera, gröngrå	CL_1

Vasikkajärvi ligger på södra sidan om Linaälven, rakt söder om Sammakkoboplatsen (c. 390 m; Fig. 5A). Sjön mäter 132x208 m och har ett vattendjup på 2.4 m. Sjön är omgiven av Veikimoränplatåer i SV och SO. En borrning gjordes i bassängens nordöstra vik, varvid konstaterades en total sedimentmäktighet om 195 cm innan borrstopp uppnåddes på -435 cm. Endast undre delen av dessa sediment dokumenterades stratigrafiskt (-335 – -435 cm, Tabell 4; Fig. 8B).

Sedimentationen i bassängen inleds med en sekvens av uppåt allt finkornigare sediment, med mellansand gradvis övergående i finsand till sandig silt (enhet 1, 11.5 cm). Första organiska produktionen startar med ett tunt lager gyttjig silt (enhet 2, 1.55 cm), följt av algrik, siltig findetritusgyttja (enhet 3, 13.5 cm). Sedimentsekvensen fortsätter med findetritusgyttja uppvisande en intern laminering i mörkare/ljusare skikt (enhet 4, 16 cm), följt av alggyttja (enhet 5, >56cm).

Sedimentsekvensen i Vasikkajärvi är daterad med åtta ^{14}C-dateringar (Tabell 2). Den djupast belägna dateringen på mycket lite organiskt material i finsand (enhet 1b) gav en ålder på 8226±172 cal. BP. Då denna ålder är yngre än ovanliggande dateringar bedöms detta prov vara kontaminerat och har därför uteslutits ur upprättad åldersmodell (Fig. 10), baserad på resterande sju dateringar. Som framgår av diagrammet var sedimentationshastigheten i bassängen relativt hög till en början, c. 0,03 cm/år, vilken efter 7700 cal. BP/390 cm blir betydligt långsammare, endast c. 0,004 cm/år. De sandiga–siltiga sedimenten (enhet 1) påvisar den först sedimentationen för c. 9200 år sedan.

4.2 Pollenanalys och vegetationsutveckling, Camp Lake

Den analyserade pollensammansättningen i sedimenten

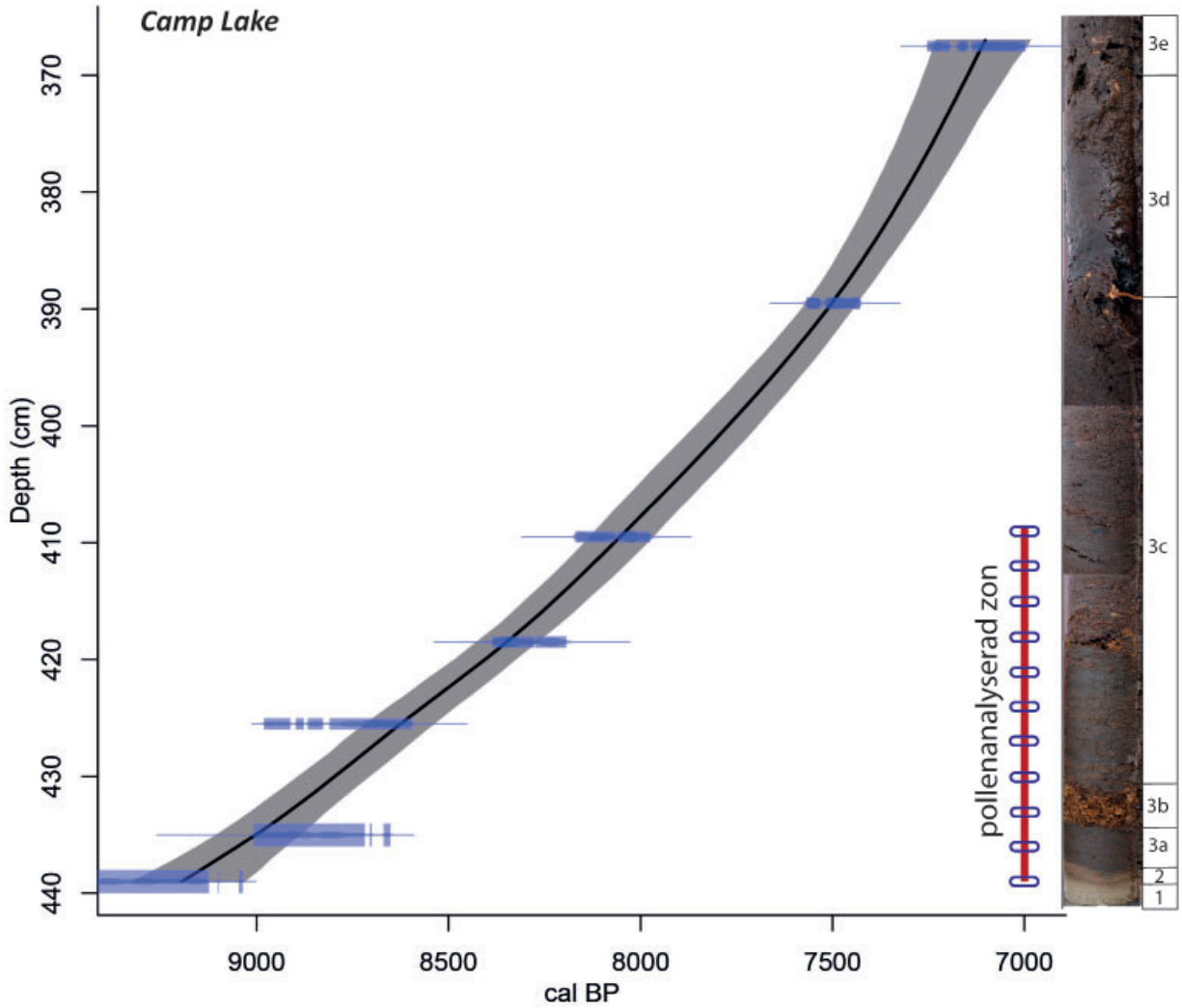


Fig. 9. Tid/djup-diagram baserat på ^{14}C-dateringarna i Camp Lake (Tabell 2). Som framgår av diagrammet började sedimentation för minst 9200 år sedan. Under efterföljande få århundraden var den organiska produktionen i området svag (gyttjelera – lergyttja) för att sedan accelererat öka, indikerat av avsättning av grovdetritusgyttja. Pollenanalyserad zon markeras med röd linje och

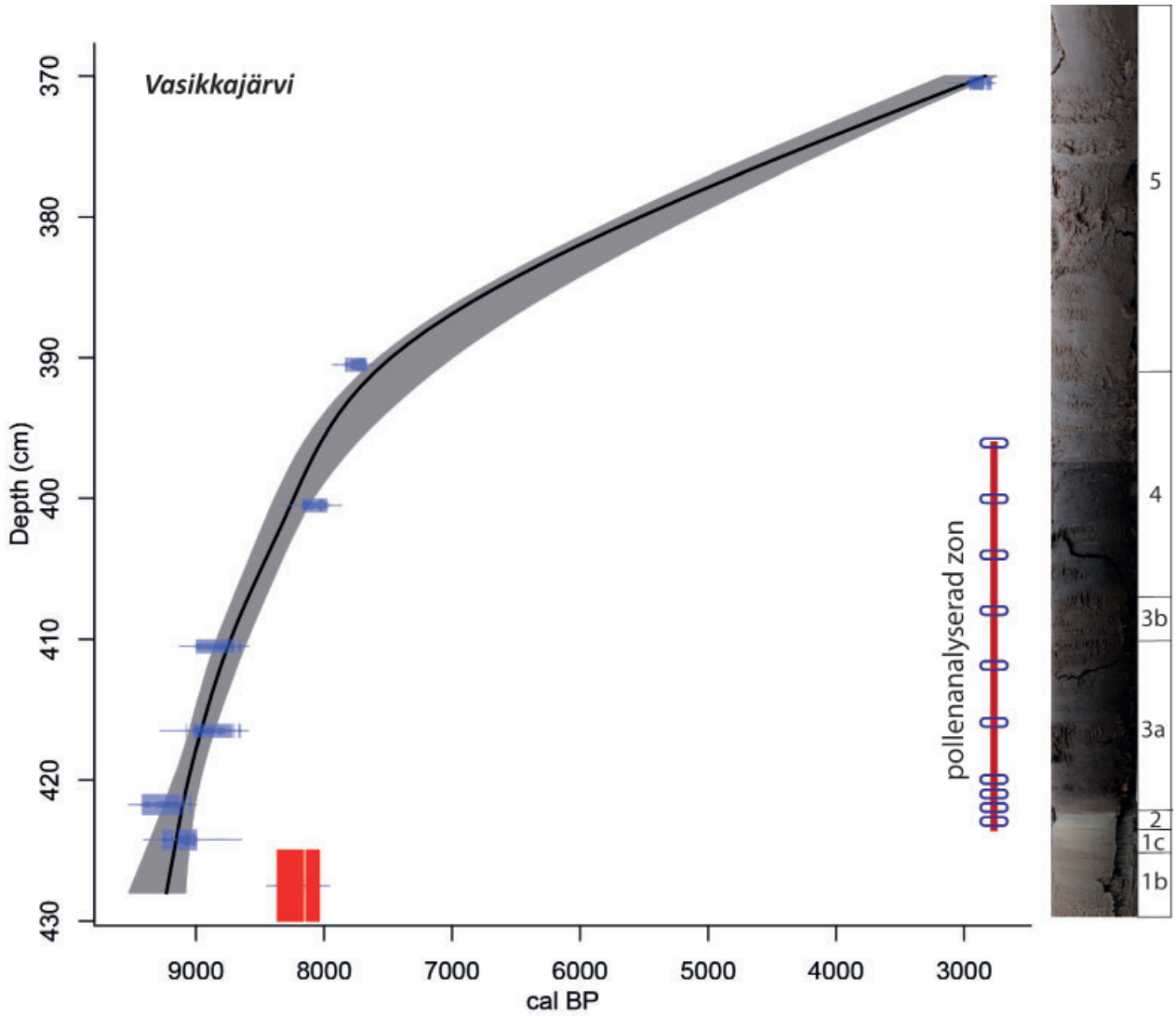


Fig. 10. Tid/djup-diagram baserat på ^{14}C-dateringarna i Vasikkajärvi (Tabell 2). Som framgår av diagrammet började sedimentation för minst 9200 år sedan med avsättning av deglaciationssediment (sand, silt, enhet 1). Under efterföljande c. 1000 år var den organiska produktionen i området relativt låg (enhet 3–4), för att sedan accelererat öka (enhet 5).

Tabell 4. Lagerföljden i Vasikkajärvi (enhet 1-5). Sedimenten mellan 340 och 440 cm visas i Fig. 8B. Resultatet av utförda ^{14}C-dateringar framgår av Tabell 2 och är åldersmodellerade i Fig. 10.

Djup (cm) under vattenytan	Sediment-enheter	Lagerföljd	^{14}C-daterade prov
0 – 240		Vatten	
240 – 335	-	ej dokumenterat	
391 – 335	5	brun alggyttja	VJ_8, VJ_10
407 – 391	4	laminerad findetritusgyttja, ljusare/mörkare skikt	VJ_7
410 – 407	3b	siltig findetritusgyttja, algrik, brun	
422 – 410	3a	siltig findetritusgyttja, algrik, mörkbrun	VJ_4, VJ_5, VJ_6
423.5 – 422	2	gyttjig silt	
425 – 423.5	1c	sandig silt	VJ_3
429.5 – 425	1b	finsand, finkornigare uppåt	VJ_2
435 – 429.5	1a	mellansand, övre gäns graderad	VJ_1

från Camp Lake omfattar tidsperioden 9050 – 8050 cal. BP (Fig. 9, 11A). De understa sedimentlagren (enhet 1–2) innehåller för få och dåligt bevarade pollen för att ge en pålitlig bild av vegetationen i anslutning till den slutliga deglaciationen av området. Pollendiagrammet (Fig. 11; n = 10) omfattar därför sedimentenheterna 3a–b och undre delen av enhet 3c, bestående av kompakt mörkbrun grovdetritusgyttja samt ett mellanlager av filtartad Sphagnum (Tabell 3) .

Pollendiagrammet visar en dominans av björk (*Betula*) och halvgräs (Cyperaceae). Den stora mängden halvgräspollen är högst sannolikt en mycket lokal signal av våtmarksvegetationen kring den lilla Camp Lake-bassängen. För att rekonstruera vegetationsförändringar "på torra land" har *Cyperaceae* därför exkluderats i den terrestriska pollensumman för att istället sättas i gruppen sumpväxter i diagrammet. Diagrammet har indelats i fyra lokala pollenzoner (LPAZ) med hjälp av numerisk analys (CONISS; Grimm, 1987).

Pollenzon CL 1, 436–429 cm (c. 9050 – 8750 cal. BP), domineras av björk men med en långsamt ökande andel av tall-pollen (*Pinus*). Dvärgbuskar, inkluderande dvärgbjörk (*Betula nana*), är vanligt förekommande men avtar under tidsintervallet för ett ökande inslag av träd. Hassel (*Corylus*) ökar i mängd och ek (*Quercus*) förekommer i små %-värden, men i övrigt saknas pollen av mer värmekrävande träd.

I *pollenzon CL 2* runt 427 cm (c. 8750 – 8650 cal BP) sker en plötslig reduktion i andelen björkpollen. Dvärgbuskar som ljung (*Calluna*) och släktet *Vaccinium* (blåbär, etc.), samt hjortron (*Rubus chamaemorus*), gräs och vissa örter ökar. Också andelen halvgräspollen ökar kraftigt. Detta indikerar en öppning av vegetationen. Dock ökar frekvensen av al (*Alnus*) och gran (*Picea*) uppträder för första gången. Vi finner också en ökning i mängden mikroskopisk träkol i det analyserade pollenprovet.

Halvgräs-kurvan förblir hög i *pollenzon CL 3*, från 426–417 cm (c. 8650 – 8300 cal BP), men i övrigt är pollensammansättningen liknande den i pollenzon CL 1. Björk ökar och dvärgbuskar och örter avtar. Dock är %-andelen björk något lägre än tidigare och andelen tall något högre. Frekvensen av gran är låg men relativt kontinuerlig, al är vanligt förekommande, medan frekvensen av hassel avtar. Mängden träkol stiger i slutet av zonen.

Vid övergången till *pollenzon CL4*, vid c. 8300 cal. BP, reduceras andelen halvgräspollen kraftigt medan *Sparganium* sp. (som omfattar igenknopps-släktet och smalkaveldun) ökar. Detta förhållande indikerar en ändring i strandvegetationen runt sjön. Vide (*Salix*) ökar också, vilket också kan vara kopplat till ändringar i strandvegetationen. I torr terräng ökar hassel, ek och ask, medan gran avtar.

Procentuella pollendiagram från subarktiska miljöer kan vara svårtolkade då de kan innehålla en stor andel pollen som inte är lokalt producerad utan transporterats in i området över stora avstånd. Polleninflux (antal pollenkorn deponerade per cm^2 per år) kan potentiellt belysa detta förhållande närmare. Polleninflux har också den fördel att olika växtarters värden inte är beroende av varandra, som fallet är med procentuell fördelning. Nackdelen är dock att influxvärden är statistiskt något mer osäkra då de beror både på antalet räknade pollen och tillsatta lycopodium-sporer, och också på precisionen i ålders–djup-modellen för lokalen.

Diagrammet över polleninflux för Camp Lake (Fig. 11B) visar att den samlade polleninfluxen är någorlunda stabil i den delen av sedimenteten där pollen är tillräckligt välbevarade för att räknas. Influx-värdena är generellt låga för många arter. Till exempel är den som högst 300 korn/år/cm^2 för tall och <20 korn/år/cm^2 för gran.

Studier av moderna sediment och resultat från pollenfällor har visat att t.ex. lokalt etablerad tallskog normalt ger ett polleninflux på minst 500 korn/år/cm^2. För gran är tröskelvärdet c. 50 korn/år/cm^2 för att indikera lokalt etablerad granskog (Giesecke, 2004). Tröskelvärdet för polleninflux som indikerar en skogsvegetation skiljar sig mellan arter beroende på deras pollenproduktion och spridningsförmåga. Erhållna influxvärden för olika trädarter indikerar således att varken tall eller gran varit lokalt etablerade i närheten av Camp Lake under den analyserade tidsperioden. Också förekomsten av hassel-, alm-, ask- och ek-pollen kan mest troligt tillskrivas fjärrtransport, medan det är svårare att avgöra om förekomst av al kan tillskrivas fjärrtransport. Influxvärdena för trädbjörk varierar mellan 200–500 korn/år/cm^2. Detta är värden man finner vid gränsen mellan öppen björkskog och arktisk/alpin hed i dagens Nordskandinavien (Seppä & Hicks, 2006). Våra pollendata från Camp Lake indikerar således att omkringliggande landskap för det analyserade tidsavsnittet varit ett mellanting mellan arktisk hed och en öppen björkskog med inslag av dvärgbjörk och andra dvärgbuskar (t.ex *Salix* och *Juniperus*). Förekomsten av träkol ökar kring 8700 cal. BP, och når en topp runt 8300 cal BP. Träkolförekomsten kan vara ett resultat av naturliga bränder, men kan också vara kopplat till mänsklig påverkan.

4.3 Pollenanalys och vegetationsutveckling, Vasikkajärvi

Den analyserade pollensammansättningen i sedimenten från Vasikkajärvi omfattar tidsperioden c. 9150 – 8050 cal. BP (Fig. 10, 12). De understa sedimentlagren (enhet 1–2) innehöll för få och dåligt bevarade pollen för att ge en pålitlig bild av vegetationen i anslutning till den slutliga deglaciationen av området. Pollendiagrammet (Fig. 12A; n = 9) omfattar därför sedimentenheterna 3a–b (siltig findetrusgyttja) samt en större del av enhet 4 (laminerad siltig findetritusgyttja (Tabell 4). Pollendiagrammet

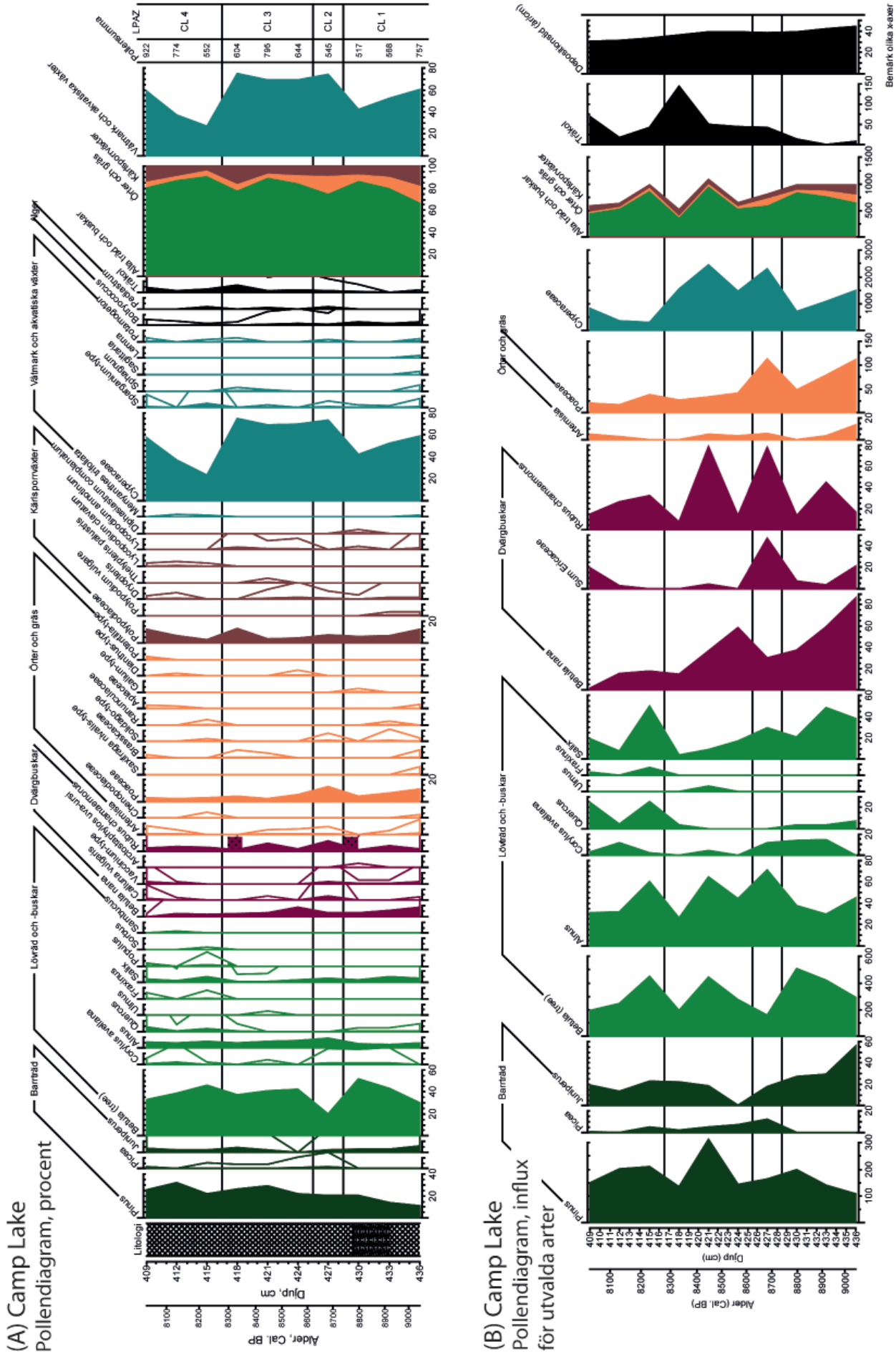


Fig. 11. (A) Pollendiagram för Camp Lake. (B) Polleninflux för valda arter, Camp Lake. Pollen/år/cm².

har indelats i tre lokala pollenzoner (LPAZ) med hjälp av numerisk analys (CONISS; Grimm, 1987).

Pollenzon VJ 1, 424 – 418.5 cm (c. 9150 – 9000 cal. BP), domineras av pollen från björk (*Betula*), men med inslag av tall (*Pinus*) och hassel (*Corylus*). Dvärgbjörk (*Betula nana*) förekommer i hög frekvens, vilket också är fallet för vide (*Salix*). Gräs och halvgräs är ganska talrika, tillsammans med andra örter. Enstaka pollenkorn av gran (*Picea*), alm (*Ulmus*) och ask (*Fraxinus*) påträffades överst i zonen. Mängden träkol är mycket hög i det understa provet.

I p*ollenzon VJ 2*, 418.5 – 409.5 cm (c. 9000 – 8750 cal. BP) ökar mängden pollen av tall på bekostnad av björk. En (*Juniperus*) visar ett maximum i början av zonen. Mängden al- och ek-pollen ökar, medan vide minskar något. Gräs och örter minskar också, medan pollen av halvgräs ökar. Vattenväxter som *Lemna* och *Polypodium amphibium* etableras i sjön, tillsammans med en ökad mängd av algen *Botryococcus*. Träkolhalten är låg.

I *pollenzon VJ 3*, 409.5 – 396 cm (c. 8750 – 8050 cal. BP) ökar pollen av tall ytterligare. Pollen av mer värmekrävande träd som alm, hassel, ask och ek finns i alla prov, men i låg frekvens. Den samlade andelen trädpollen är mycket hög genom hela zonen. Dvärgbjörk har låg frekvens i början av zonen, för att sedan öka. Flera akvatiska växter tillkommer, som flera arter av *Myriophyllum* samt *Isoëtes*. Mängden träkol ökar svagt, speciellt fram mot 8000 cal. BP.

Polleninflux i Vasikkajärvi är låg för alla arter i det understa provet. Detta tyder på en sparsam lokal vegetation, varför pollensignalen i det procentuella diagrammet kan tolkas som helt dominerad av långdistanstransport. Pollenackumulationen ökar dock snabbt uppåt i sedimentsekvensen. Björkpollen uppvisar värden på över 1000 korn/år/cm^2 runt 9100 cal. BP, vilket tyder på att björkskog etablerats i området. Strax efter 9000 cal. BP passerar tall också tröskelvärdet på 500 korn/år/cm^2, vilket antyder att en blandad björk- och tallskog dominerar området för resterande del av diagrammet. Gran och mer värmekrävande lövträd, vilka förekommer med låga procentuella värden och influxvärden, har troligtvis inte varit etablerade i området utan deras pollen har kommit dit via långtransport. Dock har al troligen varit etablerad i området efter 9000 cal. BP. Skogen i området, dominerad av björk och tall, har troligen varit relativt öppen eftersom pollen från dvärgbuskar, gräs och örter är frekvent förekommande, men deras andel i vegetationen har varit liten. Influx av träkol är hög i sedimenten för första pollenprovet, innan vegetationen var riktigt etablerad. Denna influx består troligen av äldre markkol som har transporterats till sjön vid erosion tillsammans med det minerogena materialet i sedimentet.

5 Diskussion och slutsatser

Utförda ^{14}C-dateringar på brända ben och träkol från boplatsen vid Sammakko indikerar att Mesolitiska jägare uppehållit sig inom området för cirka 8800 – 8900 år sedan. Boplatsen är således betydligt yngre än den äldsta hitintill funna boplatsen i Norrbotten vid Aareavaara (c. 27 km norr om Pajala), daterad till ca 10,700 cal. BP (Möller et al., 2013). I Aareavaara-området måste de Mesolitiska jägarna förflyttat sig med båt mellan öarna i den arkipelag som bildades när inlandsisen här drog sig söderut, samtidigt som området intogs av Bottenhavssänkans höga vattennivå som i sitt Ancylussjöstadium dränkte alla landområden under c. 170 m.ö.h., nivån för högsta kustlinjen i detta område. Dessa jägare kunde i princip beskåda den retirerande inlandsisens rand eftersom dateringen av boplatserna i Aareavaara sammanfaller med åldern på områdets deglaciation, dvs. när området blev isfritt, belagd genom dateringar av växtmakrofossil från sediment avsatta i området.

Situationen för invandrande jägare i Sammakkoområdet var något annorlunda. Sett rent paleogeografiskt var detta en inlandsboplats. Boplatsen är belägen på 228 m.ö.h., vilket är drygt 50 meter över den lokalt utbildade högsta kustlinjen (175 m.ö.h.), utbildad längs de fjordarmar som sträckte sig upp i nuvarande Skrövåns, Linaälvens och Ängesåns dalgångar, c. 10 km mot sydost, under Ancylussjöstadiet. Emellertid, vid tidpunkten för Sammakko-boplatsens ockupation (8800 – 8900 cal. BP) hade en avsevärd landhöjning hunnit ske sedan deglaciationen av området, varför kustlinjen låg c. 55 m lägre, på c. 120 m.ö.h. (Lindén et al., 2006; SGUs strandlinjevisare). Baltiska kustlinjen – nu Littorinahavs-stadiet – hade därmed distanserat sig ytterligare från Sammakoområdet, med ett avstånd från Sammakko på c. 20 km mot sydost.

Våra ^{14}C-dateringar från Camp Lake och Vasikkajärvi och från dessa konstruerade tid/djup-sedimentationskurvor (Fig. 9, 10) påvisar att sedimentationen i dessa sjöbassänger inleddes för c. 9200 år sedan med deposition av minerogena sediment, indikerande slutlig isavsmältning före avsättning av mer eller mindre organiska sediment i bassängerna. En sådan ålder – c. 9200 cal. BP – är inte helt i överensstämmelse med den generella uppfattningen om områdets deglaciationsålder. Enligt Stroeven et al. (2015) blev detta område i inre delarna av Norrbotten isfritt för c. 9800 år sedan. Här föreligger således en åldersdiskrepans på c. 600 år. Om det senare är korrekt – antalet dateringar som fastlägger en sådan ålder är inte överväldigande – kan en möjlig förklaring vara att nuvarande sjöbassängerna i Veikimorän-området kring Sammakko (Fig. 5) härbärgerade stagnerad is i ett antal århundraden efter den generella deglaciationen av området innan detta slutligen blev helt fritt från is. Is som stagnerar och lämnas kvar i depressioner i ett område har

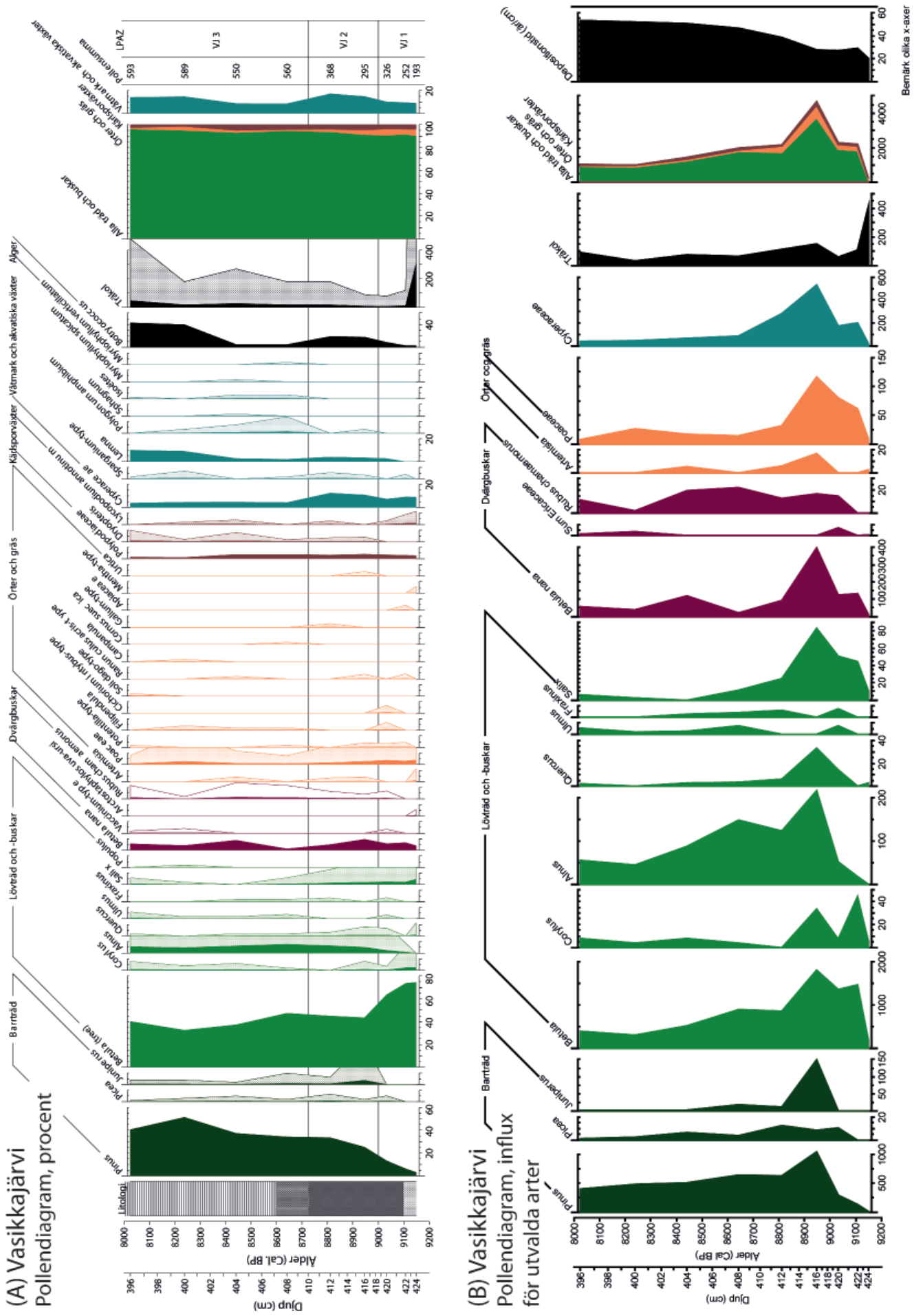


Fig. 12. (A) Pollendiagram för Vasikkajärvi. (B) Polleninflux för valda arter, Vasikkajärvi. Pollen/år/cm².

en tendens att täckas av ett yttäckande lager av utsmältningsprodukter som mycket effektivt reducerar nersmältningshastigheten av underliggande isrester.

En generell deglaciationsålder på c. 9800 cal. BP är i sin tur inte helt överensstämmande med de undersökningar som har utförts i Boden-området (Lindén et al., 2006) och vid Aareavaara-boplatsen norr om Pajala (Möller et al., 2013). Dessa undersökningar indikerar en deglaciation kanske 500 år tidigare än de som anges i Stroeven et al. (2015), vilket för Sammakko-området skulle betyda generell deglaciation vid c. 10,300 cal. BP över mer höglänta områden, medan stagnerade isrester lämnades kvar i de depressioner som senare bildade sjöar i terrängen.

Oavsett detta, jägarna som vandrade in i Sammakoområdet c. 8800 – 8900 cal. BP vandrade in i ett kvartärgeologiskt sett ”gammalt” landskap, till sina ytformer endast i mindre grad påverkat av den senaste glaciationens iskappa och dess deglaciationsprocesser; i grunden det i NV–SO riktning strömlinjeformade drumlin-landskapet från tidig-Weichsel och över detta pålagrade Veikimoränlandskapet med sina moränplatåer och mellanliggande sänkor, troligtvis format inom ett stagnerat isbräm i början av MIS 3-interstadialen under mitt-Weichsel (för c. 55 000 – 40 000 år sedan).

De invandrande jägarna mötte ett inte helt juvenilt landskap på grund av ovan beskrivna utdragna deglaciationsperiod samt tidsdiskrepansen mellan denna och invandringstidpunkten till Sammakko-området; viss vegetation hade säkert etablerat sig över Veikimoränplatåerna redan innan de sista resterna av stagnerad is i de blivande sjöbassängerna smält bort. Från denna period har vi naturligtvis inga data i våra sedimentlagerföljder. De understa deglaciationssedimenten avsatta för c. 9200 år sedan i Camp Lake och Vasikkajärvi har ett mycket litet polleninnehåll, indikerande en sparsam lokal vegetation.

Höga värden av björkpollen indikerar dock att en öppen björkskog etablerat sig redan för c. 9100 år sedan och ett inte alltför vågat antagande är att vegetationen under århundradena innan dess, under den slutgiltiga deglaciationsfasen för området, var en ännu glesare sådan i form av arktisk hed dominerad av buskartad vegetation med dvärgbjörk (*Betula nana*) och vide (*Salix*). Vid tiden för jägarnas invandring (c. 8800 – 8900 cal. BP) visar höga pollen- och influxvärden av tall (*Pinus*) att också denna etablerat sig; Veikimorän-landskapet kring Sammakko hade då en vegetation av öppen björkskog med inslag av tall och i fuktigare lägen fanns al (*Alnus*). Dvärgbuskar, inkluderande dvärgbjörk, vide och en (*Juniperus*) var vanligt förekommande och så även olika örter och halvgräs i de semi-öppna markerna. Det helt lokala närområdet vid boplatsen och Camp Lake – som kan antas i huvudsak avspegla ett pollenkällområde med en radie på ett par hunda meter – har tillsynes haft en ännu mera ljusöppen vegetation med öppen björkskog utan (eller med mycket lite) tall, många dvärgbuskar, och en riklig sumpvegetation dominerad av halvgräs runt den lilla sjön.

Funna pollen i små frekvenser av mer värmekrävande träd som gran (*Picea*), hassel (*Corylus*), ek (*Quercus*), alm (*Ulmus*) och ask (*Fraxinus*) i sedimentenheterna från detta tidsavsnitt tolkar vi som långtransporterade (vind), inte representerande någon för området etablerad vegetation.

Mikroskopiska rester av träkol är mer eller mindre vanligt i analyserade pollenprover. Denna förekomst kan vara ett resultat av naturliga bränder, men i fallet med Camp Lake vara kopplad till mänsklig påverkan.

Författarnas bidrag

Idé och projektdrivning: PM; fältarbete: PM. SB; pollenanalys: ABN, text: PM med input från ABN och SB.

Referenser

Berglund, B.E., Ralska-Jasiewiczowa, M., 1986. Pollen analysis and pollen diagrams, in: Berglund, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley, pp. 455-484.

Blaauw, M., 2010. Methods and code for ´classical´ age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology 5*, 512-518.

Dowling, T.P., Alexanderson, H., Möller, P., 2013. The new high-resolution LiDAR digital height model (‘Ny Nationell Höjdmodell’) and its application to Swedish Quaternary geomorphology. *GFF 135*, 145-151.

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.

Hättestrand, M., 2008. Vegetation and climate during Weichselian ice free intervals in northern Sweden. *Dissertations from the Department of Physical Geography and Quaternary Geology no 15*. Stockholm University.

Hättestrand, M., Robertsson, A. M., 2010. Weichselian Interstadials at Riipiharju, Northern Sweden Interpretation of Vegetation and Climate from Fossil and Modern Pollen Records. *Boreas 39*, 296-311.

Hättestrand, M., Alexanderson, H., Sigfúsdóttir, T., Hammarström, E., Hättestrand, C., Regnell, M., Kleman, J., in prep., Evidence of decay of an intermediate sized ice sheet during warm climatic conditions in MIS 3 in northern Sweden.

Kleman, J., 1994. Preservation of landforms under ice sheets and ice caps. *Geomorphology 9*, 19-32.

Kleman, J., Stroeven, A.P., 1997. Pre glacial surface remnants and Quaternary glacial regimes in north-western Sweden. *Geomorphology 19*, 35-54.

Kleman, J., Glasser. N.F., 2007. Subglacial Thermal Organization (STO) of Ice Sheets. *Quaternary Science Reviews 26*, 585-597.

Kleman, J., Hättestrand, C., Borgström, I., Stroeven, A., 1997. Fennoscandian palaeoglaciology reconstructed using a glacial geological inversion model. *Journal of Glaciology 43*, 283-299.

Lagerbäck, R., 1988. The Veiki moraines in northern Sweden – widespread evidence of an Early Weichselian deglaciation. *Boreas 17*, 469-486.

Lagerbäck, R., Robertsson, A-M., 1988. Kettle holes – stratigraphic archives for Weichselian geology and palaeoenvironment in northernmost Sweden. *Boreas 17*, 439-468.

Lindén, M., Möller, P., 2005, Marginal formation of De Geer moraines and their implication on the dynamics of grounding-line recession. J*ournal of Quaternary Science 20*, 113-133.

Lindén, M., Möller, P., Björck, S., Sandgren, P., 2006. Holocene shore displacement and deglaciation chronology in Norrbotten, Sweden. *Boreas 35*, 1-22.

Lindqvist, M. A., 2020. Kortejärvi Veiki moraine plateau - a key to the glacial history of northern Sweden. *MSc thesis Department of Geosciences, UiT the Arctic University of Norway, Tromsø, Norway*. 109 p.

Möller, P., Österlund, O., Barnekow, L., Sandgren, P., Palmbo, F., Willerslev, E., 2013. Living at the margin of the retreating Fennoscandian Ice Sheet: The early Mesolithic sites at Aareavaara, northernmost Sweden. *The Holocene 23*, 93-105.

Ramsey, C.B., 2017. Methods for summarizing radiocarbon data sets. *Radiocarbon 59*, 1809-1833.

Seppä, H., Hicks, S., 2006. Integration of modern and past pollen accumulation rate (PAR) records across the arctic tree-line: a method for more precise vegetation reconstructions. Q*uaternary Science Reviews 25*, 1501-1516.

Stroeven A.P., Hättestrand, C., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., Goodfellow, B.W., Harbor, J.M., Jansen, J.D., Olsen, L., Caffee, M.W., Fink, D., Lundqvist, J., Rosqvist, G.C., Strömberg, B., Jansson, K.N., 2016. Deglaciation of Fennoscandia. *Quaternary Science Reviews 147*, 91-121.

24. Lagerlund, E. et al., 1983: The deglaciation pattern and dynamics in South Sweden : a preliminary report.
25. Gaillard, M-J., 1984: A palaeo-hydrological study of Krageholmssjön (Scania, South Sweden) : regional vegetation history and water-level changes.
26. Digerfeld, G. (ed.), 1987: IGCP 158 : paleohydrological changes in the temperate zone in the last 15000 years : symposium at Höör, Sweden, 18-26 May 1987 : excursion guide.
27. Gaillard, M-J. (ed.), 1987: IGCP 158 : paleohydrological changes in the temperate zone in the last 15000 years : symposium at Höör, Sweden, 18-26 May 1987 : abstracts of lectures and posters.
28. Kolstrup, E. & Håkansson, Håkansson, H., 1987: Early and middle holocene developments in Herrestads Mosse (Scania, South Sweden). Part 1, Diatom analysis and vegetational development.
29. Harrison, Sandy P., 1988: Lake-level records from Canada and the eastern U.S.A.
30. Lemdahl, G., 1988: Late Weichselian insect assemblages from the Kullen peninsula, South Sweden : palaeo-environmental interpretations.
31. Göransson, H., 1991: Vegetation and man around Lake Bjärsjöholmssjön during prehistoric time.
32. Lagerlund, E. (ed.), 1990: Methods and problems of till-stratigraphy - INQUA -88 [in Lund, Sweden 25-30 September 1988] : proceedings : symposium and field trip in southern Sweden 25-30 September 1988.
33. Möller, P., Hjort, C. & Ingólfsson, O. (eds.), 1991: The last interglacial-glacial cycle : preliminary report on the PONAM fieldwork in Jameson Land and Scoresby Sund, East Greenland : proceedings of the Ponam workshop in Skanör, Sweden 23-26.4 1991.
34. Bartholin, T. et al. (eds.), 1992: Tree rings and environment : proceedings of the International Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990.
35. Möller, P. et al. (eds.), 1992: Weichselian and Holocene glacial and marine history of East Svalbard : preliminary report on the PONAM fieldwork in 1991 : proceedings of the PONAM workshop in Asker, Norway 27-29.4 1992.
36. Regnell, M., 1998: Archaeobotanical finds from the Stone Age of the Nordic countries : a catalogue of plant remains from archaeological contexts.
37. Sandgren, P. (ed.), 2000: Environ-mental changes in Fennoscandia during the Late Quaternary.
38. Linderson, H., 2003: A comparison between tree-ring widths of recent Scots pine (Pinus sylvestris) and Norway spruce (Picea abies) stands and meteorological data from two areas in Sweden : inferences for the use of tree-ring width as climate indicator.
39. Holmqvist, B.H., 2005: Classification of large pollen datasets using neural networks with appli-cation to mapping and modelling pollen data.
40. Möller, P. 2010: Sub-till sediments on the Småland peneplain : their age, and implications for south-Swedish glacial stratigraphy and glacial dynamics.
41. Möller, P., Barnekow, L. & Sandgren, P., 2011: Rekonstruktion av paleomiljön för området kring stenåldersboplatserna vid Aareavaara, Norrbotten : jägarboplatser vid randen av en inlandsis?!
42. Alexanderson, H., Bernhardson, M. & Kalińska-Nartiša, E., 2016: Aeolian activity in Sweden: an unexplored environmental archive.
43. Möller, P., Nielsen, A-B. & Björck, S., 2022: Rekonstruktion av paleomiljön för området kring den Mesolitiska stenåldersboplatsen vid Sammakko, Norrbotten.

LUNDS UNIVERSITET

Quaternary Sciences
Department of Geology
Lund University
Sölvegatan 12
SE-223 62 Lund, Sweden

Telephone +46 46 222 00 00
ISBN 978-91-XXXX-XX-X
ISSN 0281-3076