

Granens invandring i sydvästra Sverige, belyst genom pollenanalys från Skottenesjön

Maja Damber

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 568
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2019

Granens invandring i sydvästra Sverige, belyst genom pollenanalys från Skottenesjön

Kandidatarbete
Maja Damber

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2019

Innehållsförteckning

1	Introduktion	7
1.1	Bakgrund	7
1.1.1	Områdesbeskrivning	7
1.1.2	Geologi	7
1.1.3	Ekologiska förutsättningar för <i>Piceas</i> utbredning	7
1.1.4	Utbredning av <i>Picea</i> under Holocen	8
2	Metoder	9
2.1	Pollenanalys	9
3	Resultat	10
3.1	Datering	10
3.2	Pollenanalys	10
3.2.1	REVEALS	12
4	Diskussion	12
4.1	Zon 1—2	12
4.2	Zon 3—4	12
4.3	Metoddiskussion	14
5	Fortsatta studier	14
5	Slutsatser	14
6	Tack	15
7	Referenser	15

Omslagsbild: Maja Damber: Pollen av *Picea* i ljusmikroskop.

Granens invandring i sydvästra Sverige, belyst genom pollenanalys från Skottenesjön

MAJA DAMBER

Damber, M., 2019: Granens invandring i sydvästra Sverige, belyst genom pollenanalys från Skottenesjön. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 568, 17 sid. 15 hp.

Sammanfattning: Paleoekologiska studier har visat sig vara ett bra verktyg för att studera trädetablering, samt dess relation till klimatpåverkan och mänsklig påverkan. Utbredningen av *Picea* i Sverige under Holocen är väldokumenterad, men kunskapsluckor kring dess spridningsdynamik kvarstår. Denna studie ämnar tydliggöra *Piceas* etablering i en lokal i sydvästra Sverige, och därpå även bidra till kunskapsbasen om vilka de styrande faktorerna för spridning av *Picea* ur ett vegetationshistoriskt perspektiv är. Lokalen i sydvästra Sverige, Skottenesjön, är relativt okänd med avseende på *Piceas* etablering, och därmed är det intressant att studera detta närmare. Denna studie grundar sig i pollenanalys, där 11 prov med modellerad ålder har studerats. Resultaten har illustrerats i diagram med hjälp av programmet Tilia. Diagrammen har fördelats in i fyra zoner med hjälp av ett dendrogram, skapat med hjälp av en klusteranalys utförd av CONISS. En regional vegetationsrekonstruktion har utförts med hjälp av programmet Reveals. Pollenanalysen visade att *Picea* inkom till lokalen 690 år f.v.t., samt att dess ankomst kan korreleras till antropogent indikativa arter. Från studien framkommer det att *Piceas* spridning inom den regionala skalan främst pådrivits av klimatförändringar, men att spridning inom den lokala skalan även påverkats av mänsklig aktivitet. Rekommenderade fortsatta studier för att erhålla mer koncisa resultat samt en bredare förståelse kring den antropogena påverkan, innefattar kolanalys, makrofossilanalys samt fler pollenanalyser utförda på olika lokaler inom samma område.

Nyckelord: gran, *Picea*, pollenanalys, sydvästra Sverige, paleoekologi

Handledare: Anne Birgitte Nielsen

Ämnesinriktning: Kvärtärgeologi

Maja Damber, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.

E-post: Majadamber@hotmail.com

Immigration of Spruce in southwestern Sweden, observed through pollen analysis from lake Skottenesjön

MAJA DAMBER

Damber, M., 2019: Immigration of Spruce in southwestern Sweden, observed through pollen analysis from the lake Skottenesjön. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 568, 17 pp. 15 hp (15 ECTS credits)

Abstract: Paleoecological studies have shown to be a good tool for studying the establishment of trees, as well as their relation to climate and human influence. The spread of *Picea* in Sweden during the Holocene is well documented, but knowledge gaps concerning the spread dynamics still remains. This study aims to clarify the establishment of *Picea* in a locality in southwestern Sweden, and thereby also contribute to the knowledge base of which the governing factors for the spreading of *Picea* from a vegetational perspective are. The locality in southwestern Sweden, Skottenesjön, is relatively unknown with regards to the establishment of *Picea*, and it is therefore interesting to study *Picea*'s establishment more closely. This study is based on pollen analysis, where 11 samples with modeled age have been studied. The results are illustrated in diagrams created in the program Tilia. The diagrams were divided into four zones using a dendrogram, created using a cluster analysis performed by CONISS. A regional vegetation reconstruction was performed using the program Reveals. The pollen analysis showed that *Picea* arrived at the premises 690 years B.P, and that its arrival can be correlated to anthropogenic indicative species. From this study, it appears that *Picea*'s spread within the regional scale is mainly driven by climate change, but that spreading within the local scale also is affected by human activity. Recommended continued studies to obtain more concise results and a broader understanding of the anthropogenic impact, include carbon analysis, macro-fossil analysis and more pollen analyzes performed on different premises in the same area.

Keywords: spruce, *Picea*, pollen analysis, southwestern Sweden, paleoecology

Supervisor(s): Anne Birgitte Nielsen

Subject: Quaternary Geology

*Maja Damber, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.
E-mail: Majadamber@hotmail.com*

1 Introduktion

Intresset för spridning samt utbredning av trädarter ökar ständigt i takt med det ökade intresset för pågående klimatförändringar och dess eventuella konsekvenser (Pitelka et al. 1997; IPCC 2001). Ekosystem är dock väldigt komplexa system och att förutse hur interaktioner och förändringar inom ekosystem kan relateras till klimatförändringar är inte alltid självklart (Bradshaw & Anderson 2001). Användning av pollenanalys som ett verktyg för att tolka klimatförändringar introducerades till Skandinavien av Von Post (1916), som rapporterade sina undersökningar på pollenstratigrafier från sydsvenska torvmossor. Paleoekologiska studier med fokus på pollendata har visat sig vara ett effektivt verktyg för att beskriva utbredning av trädarter på både regional och kontinental skala under senkvartär tid (Huntley & Birks 1983). Genom att studera spridningsmönstret av gran (*Picea*) i Skandinavien under Holocen tilläts ett utmärkt tillfälle för att granska dynamiken bakom trädutbredning och populationsexpansion (Giesecke 2004).

Sediment bevarat i sjöar och olika våtmarksområden besitter rikliga mängder plantrester, som t.ex. pollen och makrofossil. Oftast är dessa plantrester även välbevarade, eftersom en högre grad av anaerobiska förhållanden vanligtvis råder inom våtmarker, samt att mikrofossil såsom pollen och sporer är väldigt degradesmotståndiga till följd av deras kemiska sammansättning (Lowe & Walker 2014). Dessa faktorer gör sjöar och våtmarker till utmärkta lokaler för att studera samt rekonstruera föregångna vegetationer som existerat inom, samt runtomkring, dessa lokaler (Andersson 1986; Walker 2005; Lowe & Walker 2014). Sediment som härrör från den senkvartära perioden är oftast lättillgängliga och kan dateras med diverse fysiska dateringsmetoder (Giesecke 2004). Genom att studera sedimentsekvenser från den här typen av miljöer ges möjligheten att rekonstruera förändringar i vegetationssammansättningar bakåt i tiden (Giesecke 2004).

I den här studien har pollendata samlats från en sjö i sydvästra Sverige för att studera etableringen av *Picea* i sydvästra Sverige. Modellerade dateringar erhålls för samtliga studerade pollenprover. *Piceas* spridning samt etablering är välstuderad i Skandinavien, men eftersom ständigt nya fynd erhålls från studier blir dess historia alltjämt omdirigerad. Syftet med denna studie är att bidra till kunskapsbasen om samspillet mellan mänsklig påverkan och klimatpåverkan för granens etablering.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Områdesbeskrivning

Skottenesjön är belägen i Västra Götalands län i sydvästra Sverige (58.35222°N 12.13993°Ö) (Lantmäteriet 2019), ca. 90 km norr om Göteborg (Fig. 1). Sjön besitter en area på 0,3579 km² samt är belägen 54 m.ö.h. (SMHI 2013). Medelårstemperaturen är 6,2 °C och medelårsnederbörden ligger på 709,1 mm, uppmätt från den meteorologiska stationen i Vänersborg, ca. 9 km öster om Skottenesjön. Skottenesjön befinner sig inom den boreonemorala vegetationszonen, eller södra barrskogsregionen, vilken agerar som en över-



Fig. 1. Karta över västra Götaland, med en grön markering över den studerade lokalen. Förstoringsbild över Skottenesjön syns nere till höger. Modifierad från Lantmäteriet

gångszon mellan den boreala och nemorala zonen (Angelstam et al. 2010). Den boreonemorala zonen domineras vanligtvis av tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*), men även lövskog är rikligt förekommande, oftast i form av dungar eller mindre skogar (Rydin 1999). Enligt Rydin (1999) är ek (*Quercus robur*), vårtbjörk (*Betula pendula*) och ask (*Fraxinus excelsior*) de vanligast växande lövträdslagen på mediumfertil jordmån inom den boreonemorala zonen, medan *Quercus robur*, åtföljd av lind (*Tilia cordata*), lönn (*Acer platanoides*) och hassel (*Corylus*) samt andra buskar är vanligast förekommande i rikare jordmån.

1.1.2 Geologi

Omkringliggande berggrund runt Skottenesjön domineras av olika metamorfa bergarter, diabas samt glimmerrika bergarter, vilka förekommer omväxlande i relation till deformationszoner som löper i en nordsydlig riktning (SGU 2019a). En stor del av berggrunden går i dagen i band följande deformationszonernas riktning. Området blev isfritt för 13 600 år sedan, vilket bland annat är demonstrerat av Trollhättans ändmoränbälte, som är beläget strax väster om Skotteneområdet (Rasmussen et al. 2014; Stroeven et al. 2016). Området är präglat av främst postglaciala leror och sand (Fig. 2), vilka härrör från när områden fortfarande var i förbindelse med havet ca. 11 000 år sedan (SGU 2019c). Ovanliggande de postglaciala sedimenten återfinns olika typer av torvavlagringar.

1.1.3 Ekologiska förutsättningar för *Piceas* utbredning

Picea har lätta frön som kan spridas långa distanser med hjälp av vind, framförallt när marken är snöbelädd och sjöar är frusna (Björkman 1996). Frön från *Picea* sprids vanligtvis under tidig vår (februari – maj), och de kräver en temperatur på minst 7 °C för att

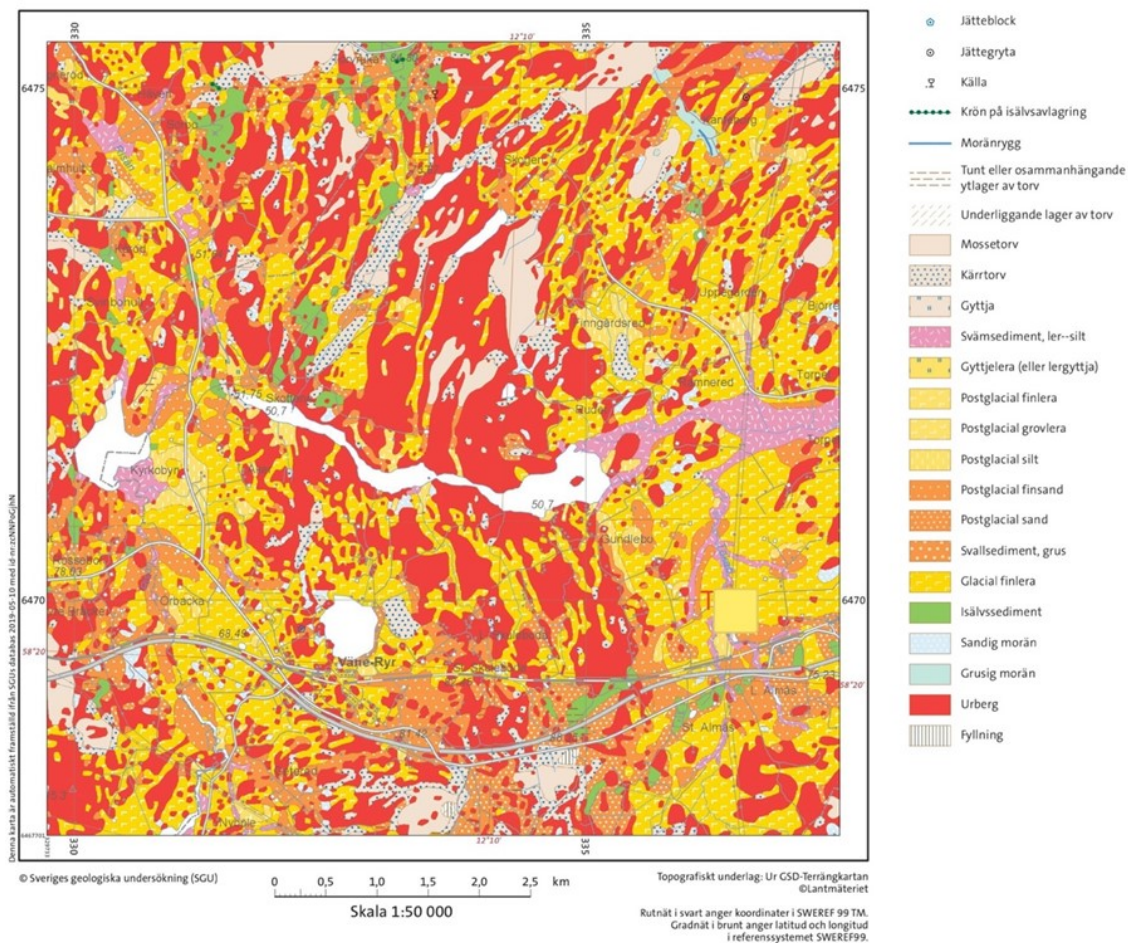


Fig. 2. Jordartskarta över Skotteneområdet. Modifierad från SGU (2019b).

gro (Björkman 1996). Pollinationen av *Picea* är oftast fullbordad i maj eller tidig juni, och för att fröet skall mogna krävs en medeltemperatur över 9,5 °C. För att *Picea* ska överleva krävs oftast en vinterperiod med en medeltemperatur under -1 °C som varar i drygt fyra månader. På grund av denna omständighet frodas sällan *Picea* i regioner med milda vintrar (Tallantire 1972). *Picea* är väldigt intolerant mot frost och torka under tidig vår, vilket resulterar i att *Picea* som växer i områden med heltäckande snötäcke under vintern gynnas (Huntley 1988).

Picea är kraftigt skuggmotståndig, och kan överleva under årtionden undertryckta av skugga för att sedan växa till sig när ljusförhållanden blir mer gynnsamma (Björkman 1996). Detta gör *Picea* till en starkt konkurrenskraftig art inom den boreonemorala vegetationszonen (Björkman 1996). Skogstyper med en öppen struktur, såsom skog dominerad av *Pinus sylvestris*, kan enkelt bli invaderad av *Picea*, som strax efter invandring kan bli det dominerande trädslaget i dessa skogar (Hesselman & Schotte 1906). Öppna områden i skogsdungar kan uppstå vid viss typ av skogsbruk, och inom dessa områden har *Picea* oftast enklare att regenerera än befintliga arter. På grund av att *Picea* enkelt kan invadera samt regenerera i dessa miljöer har kulturella landskap såsom ängar och betesmarker

av olika slag varit viktiga för kolonisation och expansion av *Picea* (Björkman 1996).

Den boreonemorala vegetationszonen består av skogstyper som har blivit starkt påverkade av mänskliga faktorer under flera tusen år, framförallt förändringar i markanvändning (Bradshaw et al. 1994). Dessa omställningar har starkt gynnat barrskog, på bekostnad av lövskog (Björkman 1996). Idag växer *Picea* även utanför sin naturliga distributionsgräns i södra Sverige, vilket kan vara en indikation på att *Picea* fortfarande migrerar söderut (Björkman 1996). Denna migration är dock starkt gynnad av modernt skogsbruk. Den nuvarande distributionsgränsen är inte strikt begränsad av jordmån eller klimat. Flertalet studier pekar på att de mest inflytelserika styrande faktorerna är av kulturell art, såsom jordbruk och skogsbruk (Lindquist 1959; Björkman & Bradshaw 1996).

1.1.4 Utbredning av *Picea* under Holocen

Den övergripande accepterade migrationsmodellen av *Piceas* invandring till Sverige under Holocen, föreslås vara en migrationsfront från öst genom Finland som vidare spred sig västerut och söderut, som en respons på klimatförändringar (Huntley & Birks 1983). Giesecke (2004) menar att spridningen av *Picea* under mellersta till sena Holocen antar en skepnad i form av

Tabell. 1. Tabell som illustrerar provnummer relaterat till modellerad ålder samt djup under sedimentytan.

Prov nr.	Datering (e.v.t./f.v.t)	Djup (cm)
234	728	40,5
241	359	47,5
247	89	53,5
255	-214	61,5
263	-468	69,5
271	-690	77,5
275	-794	81,5
279	-896	85,5
283	-998	89,5
287	-1103	93,5
291	-1212	97,5

en förflyttande front, som snarare beter sig likt en våglik expansion av åtskilda populationer, än i form av en tät front av en enskild population av *Picea* (Fig. 3). Giesecke (2005) drar även slutsatsen i sin studie av *Piceas* migrationsmönster i Mellansverige, att en exponentiell tillväxt av populationer, i relation till en tät front, är ett rimligare scenario. Tidiga utpostpopulationer av *Picea* återfanns i Skanderna som spred sig individuellt efter 6000 år f.v.t. (Giesecke 2004). Enligt Huntley & Birks (1983) befinner sig *Picea* i norra och centrala Sverige 2000 år f.v.t, och har spridit sig till Norges österliga delar och fortsätter expandera söderut och västerut i Skandinavien. *Picea* fortsätter att expandera 1500 år f.v.t. och vid 1000 år f.v.t. har *Picea* spridits inom samtliga områden i Skandinavien, förutom sydvästra Norge, de nordligaste och västligaste delarna av Skandinavien såväl som de sydligaste delarna av Sverige (Huntley & Birks 1983). 500 år f.v.t. har den *Picea*-dominerade skogen även nått ut mot västkusten av Skandinavien för första gången i centrala Norge (Huntley & Birks 1983).

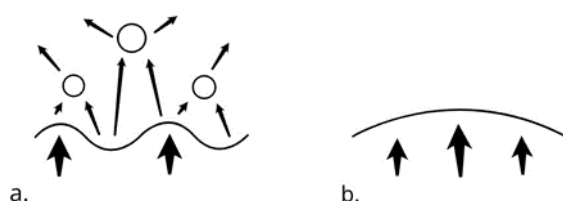


Fig. 3 Schematisk bild över två olika modeller av *Piceas* expansionsmönster under mellersta till sena Holocen. a) *Piceas* spridning antar ett våglik mönster med åtskilda populationer. Detta expansionsmönster är mest troligt enligt Giesecke (2004). b) *Picea* sprids som en tät front av en enskild population.

2 Metoder

En 4,6 m lång sedimentsekvens upptogs under ett vattendjup på 1.9 m med hjälp av en ryssborr med en diameter på 75 mm (Yang 2017). ^{14}C -dateringar utfördes med acceleratormasspektrometer (AMS) (Yang 2017). Samtliga ^{14}C -dateringar kalibrerades med hjälp av IntCal13 kalibrationskurvan (Reimer et al. 2013) och konverterades till kalenderår (Yang 2017). En åldersdjup modell för sedimenten etablerades i CLAM (Blaauw 2010).

2.1 Pollenanalys

Borrkärnan provtogs på regelbundna intervall på 4 cm. Provdjup samt daterad ålder är synlig i Tabell 1. Ett känt antal av exotiska sporer, *Lycopodium* sporer, tillsattes i samtliga prov för beräkning av pollenkoncentrationer (Maher 1981). Pollenproven preparerades därpå enligt standardmetod efter Fægri et al. (1989). De preparerade proven blandades slutligen ut med några droppar glycerol varpå de undersöktes med ett ljusmikroskop med maximal förstoring på 400x. Omkring 300 pollen samt sporer från vardera prov räknades och identifierades till lägsta möjliga taxonomiska nivå. Identifikation gjordes med hjälp av referensmaterial samt litteratur med identifikationsnycklar (Fægri et al. 1989; Beug 2004). Totalt undersöktes 11 prov från borrhärnan på oregelbundna djup, eftersom proven plockades baserat på var granpollen upphittades för att snabbats lyckas inringa dess ankomst. De räknade samt identifierade proven uppställdes i ett kalkylark och överfördes därefter till programmet Tilia v.1.7.16. (Grimm 2004), där pollen även blev kategoriserade efter vilken ekologisk grupp de tillhör (träd och buskar, örter, pteridofyter eller mossor). Beräknade pollensummor blev konverterade till pollenprocent samt illustrerade som stratigrafiska diagram med djup och ålder visualiserat på y-axeln samt procent på x-axeln. Vardera diagram har en skuggad förstoring på 10 %. Med hjälp av CONISS utfördes därpå en klusteranalys för att sedan skapa ett dendrogram. Med hjälp av dendrogrammet placerades zongränser ut baserat på de olika kluster som CONISS skapade. Totalt blev fyra olika zoner beskrivna.

Pollendatan användes även för att utföra en regional vegetationsrekonstruktion med hjälp av programmet Reveals.v.3.9 (Sugita 2007). Reveals.v.3.9 använder sig av REVEALS modellen (Sugita 2007) vilken innefattar en pollenspridningsfunktion för respektive art, som beräknas med hjälp av fallhastighet för vardera pollentyp. Prentice (1985) och Sugita (1993) pollenspridningsmodeller används med standardinställningar för vindhastighet (3 m/s) och atmosfäriska parametrar (neutrala atmosfäriska förhållanden). Relativ pollenproduktivitet beräknas även för 25 taxa baserat på studier från södra Sverige (Sugita et al. 1999; Broström et al. 2004) samt Danmark (Nielsen 2004). 340 m valdes som genomsnittlig radie för lokalen, och utbredning av vegetationsregionen (hur stor region omkring lokalen som besitter i stort sätt samma vegetation) valdes till 100 km. *Lake model 1* av Sugita (1993) användes. Ett dendrogram skapades med hjälp av CONISS även för Reveals-diagrammet, vilket resulterade i fyra distinkta zoner.

3 Resultat

3.1 Datering

Modellerade åldrar erhållna från Yang (2017) är synliga i Tabell 2. Tabell 2 illustrerar minimum/maxålder, såväl som bästa estimerad ålder, relaterat till dess respektive djup samt provnummer. Estimerad bästa ålder har använts i denna studie. Minimum- och maximumålder utgör gränserna för 95 % av konfidensintervallet av åldern

3.2 Polleanalys

Pollenprocent är visualiserade i ett diagram i Fig. 4, uppdelat i fyra olika zoner. Zonerna sträcker sig från botten uppåt, där zon 1 utgör den nedersta zonen.

ZON 1

Zon 1 är upphittad på djupet 95,5 – 97,5 cm i borrhärnan och daterad till omkring 1200 år f.v.t.. Zon 1 är karakteriserad av att det är den enda zonen där *Sphagnum* ej upphittats. *Corylus* når även sin högsta procentnivå inom zon 1 (omkring 30 %) för att sedan sjunka drastiskt och ligga på omkring 10 % i den överliggande delen av borrhärnan. Zon 1 besitter även den lägsta procentandelen örtväxter i borrhärnan, trots att *Poaceae*, *Cyperaceae* samt *Rumex acetosa* är närvarande. *Betula* når även sin lägsta nivå (15 %) på detta djup och *Picea* är helt frånvarande.

ZON 2

Överliggande zon, zon 2, sträcker sig från ett djup på 83,6 – 95,5 cm med dateringar på omkring 900 år f.v.t. till 1100 år f.v.t. Inom zon 2 introduceras *Sphagnum* för att sedan vara närvarande i snarlik procentnivå i resten av borrhärnan. Sporer av *Pteridium* är även i stort sett endast närvarande inom denna zon, och flertalet örtväxter introduceras. *Fagus*, *Alnus* och *Tilia* finns även här i något högre procent än vad de gör i resterande djup. Både *Pinus* och *Betula* ökar i drygt 10 % inom zon 2. *Picea* är fortfarande helt frånvarande.

ZON 3

Zon 3 befinner sig på ett djup från 65,5 – 83,6 cm (datering från omkring 500 år f.v.t. – 800 år f.v.t.). Inom zon 3 observeras *Picea* för första gången i borrhärnan, på ett djup på omkring 77,5 cm som är daterat till 690 år f.v.t. *Picea* besitter relativt låga procentnivåer och sjunker strax efter sin introduktion inom samma zon för att sedan öka något mot den övre delen av zonen. Inom zon 3 sjunker även *Pinus* till en lägsta nivå på ett djup på drygt 70 cm för att sedan öka kontinuerligt. Träd som *Betula*, *Quercus* och *Salix* ökar även en liten andel inom zon 3. Örtväxterna *Cyperaceae*, *Saxifraga*, *Plantago lanceolata* samt *Taraxacum* är närvarande inom zon 3, om än i väldigt låga nivåer, för att sedan vara i stort sett helt frånvarande i resten av borrhärnan.

ZON 4

Zon 4 är den översta zonen i borrhärnan och sträcker sig från ett djup på 40,5 – 65,5 cm med en daterad ålder från 700 år e.v.t till omkring 200 år f.v.t. *Picea* är ständigt närvarande samt ökar något genom hela zonen och når sitt maximum på ett djup på drygt 47 cm. Ormbunsväxten *Polypodiaceae* ökar även inom zon 4. Både *Corylus* och *Alnus* minskar något inom denna zon, och *Betula* ökar relativt drastiskt vid ett djup på omkring 47 cm.

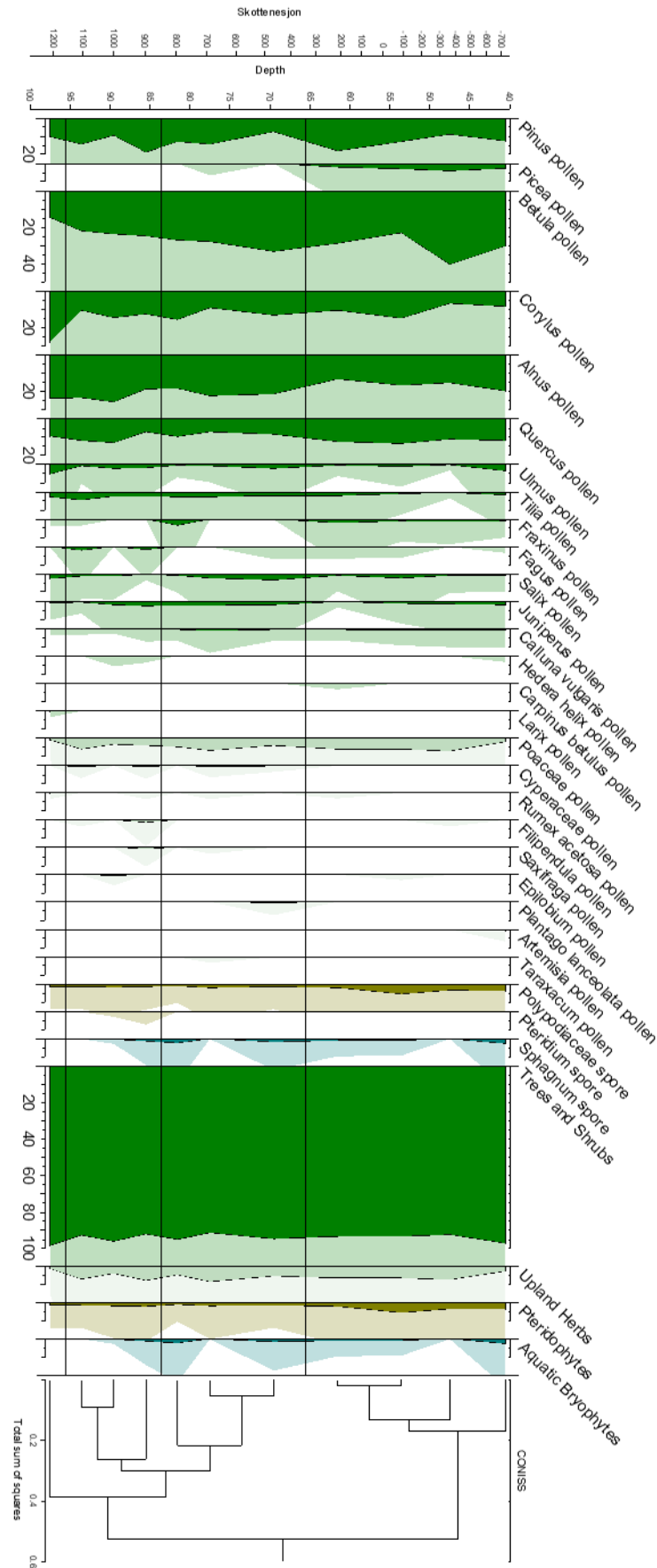


Fig. 4. Diagram som illustrerar pollenprocent från Skottensjön, sydvästra Sverige. Pollenprocent syns på x-axeln för respektive taxa, och provdjup samt kalibrerad ^{14}C -ålder på y-axeln. Skuggad förstoring är på 10 % för samtliga taxa. Zonering är baserad på ett dendrogram skapat med hjälp av CONISS. Diagrammet är skapat i Tilia.v.1.7.16. (Grimm 2004).

3.3 REVEALS

Pollentaxa som användes i REVEALS (Sugita 2007) för den regionala vegetationsrekonstruktionen är visualiserat i ett diagram i fig. 5. Zongränserna befinner sig i stort sett på snarlikt djup som diagrammet i fig. 4, med undantaget att den övre zongränsen för zon 2 befinner sig på ca. 79,5 cm istället för 84 cm. Den mest påtagliga skillnaden som är synlig i fig. 5 i relation till fig. 4 är den högre procenthalten av *Picea*. *Picea* går upp till 20 % som mest, men ligger i snitt runt 15 % där den är närvarande. *Betula* och *Alnus* och *Pinus* förekommer i lägre procent, runt 5 – 10 %. *Tilia* och *Fraxinus* har något högre procenthalter, runt 5 – 10 %. *Corylus* är även kraftigt underrepresenterad i pollendiagrammet, då den når upp mot 45 % i botten av borrhjärnan för att sedan ligga på runt 20 % i fig. 5. Örtväxterna *Poaceae* samt *Calluna* återfinns även i högre procent, där *Poaceae* ligger på 20 % och *Calluna* på omkring 5 %.

4 Diskussion

Zon 1 – 2

Det som utmärker zon 1, är den höga pollenprocenten av *Corylus*, som drastiskt sjunker mot zon 2 med en associerad ökning av örtväxter. Troligtvis var *Corylus* vitt utbredd i undervegetationen, och i korrelation med dess nedgång gavs utökad plats för örtväxter att etablera sig.

Noterbart inom zon 2 är att *Fagus* förekommer tillsammans med den antropogent indikativa arten *Rumex acetosa*. Associationen mellan *Fagus* och antropogena arter noterades även i Bradshaw & Lindbladhs (2005) studie, där deras data föreslog en mer frekvent förekomst av populationer av *Fagus* i association med stark antropogen påverkan, än *Picea* i association med stark antropogen påverkan. Bradshaw & Lindbladhs (2005) tillägger dock att associationen mellan *Fagus* och antropogen påverkan inte är ett resultat av orsak och verkan, då *Fagus* kan förekomma naturligt på väl-dränerad jordmån lämplig för odling, medan *Picea* påvisar en bredare tolerans. I REVEALS-diagrammet (fig. 5) är närvaron av *Tilia* högre än vad pollenkoncentrationerna visar i fig. 4. I början av zon 2 är närvaron av *Tilia* som högst för att sedan stadigt minska uppåt i borrhjärnan. Hultberg et al. (2017) har studerat minskningen av *Tilia* i södra Sverige och diskuterar dess relation till antropogen påverkan och klimatförändringar. Från studien framgår att avskogning för mer intensivt jordbruk var en viktig orsak till nedgången av *Tilia*, men inom studiens nordligare lokaler inleddes nedgången främst av ett kallare klimat (Hultberg et al. 2017). De nämner även att *Tilia* exploaterats för bland annat hamling och betning, då löv från träden är några av de mest näringsrika och därav eftersökta av betande djur (Hejermanova et al. 2014), och likaså de mest eftertraktade trädet för hamling i många områden (Häggström 1998).

Tillsammans med *Tilia* ses också en kontinuerlig nedgång av *Corylus* och *Ulmus* uppåt i borrhjärnan, med undantag att *Ulmus* ökar något mot toppen av borrhjärnan. Bradshaw & Hannon (1992) argumenterar för att en nedgång av dessa taxa kan var en konse-

kvens av en nedgång av sommartemperaturer, men att brand med påföljande misslyckad regenerering av träd troligtvis är den styrande mekanismen för förändringar i vegetationen. Träd som växer i våta områden, såsom *Alnus* och *Salix*, har en mindre sannolikhet att minska i nummer vid eldsvåda, och därav kan oförändrade pollenprocent av *Alnus* och *Salix* i kombination med en minskning i pollenprocent av taxa som växer i torrare områden kopplas till eldsvåda (Bradshaw & Hannon 1992). I denna studie kan man dock observera en svag minskning av *Alnus* uppåt i borrhjärnan, medan *Salix* förblir relativt oförändrad med några fluktuationer. Kopplingen av minskningen av *Tilia*, *Corylus* och *Ulmus* till brand är svårbedömt, speciellt då data om fossilt kol saknas. Däremot indikerar *Alnus* nedgång att träskområden i skogen fick ett något mindre inflytande i samband med en utbredning av bland annat *Betula* och *Pinus*.

Betula, en möjlig indikator på mänsklig aktivitet (Lindbladhs 1999), ökar uppåt i borrhjärnan och utgjorde troligtvis en viktig del av vegetationen, även om den är överrepresenterad i pollendiagrammet (Fig. 4). *Betula* är en pionjärart som producerar stora mängder pollen-korn, vilket förklarar dess överrepresentation (Lindbladhs 1999). Enligt Bradshaw & Lindbladhs (2005) är *Betulas* närvaro även en antydning på att störning har påverkat vegetationen.

Zon 3 – 4

Den första ankomsten av *Picea* i pollendatan återfinns i zon 3 daterat till 690 år f.v.t. Dessa pollen-korn reflekterar troligtvis en tidig inkomst av *Picea* till lokalen, men ett långdistansursprung kan inte helt uteslutas för de tidigaste pollen-kornen.

Huntley & Birks (1983) interpolerade pollenkartor över Europa illustrerar att *Picea* invandrade till sydvästra Sverige omkring 1500–1000 år f.v.t. (vid 1500 år f.v.t. befinner sig Skottenesjön inom konturlinjer som representerar pollenvärden av 2 % och för 1000 år f.v.t. inom konturlinjer som representerar 5 %). Huntley & Birks (1983) föreslår att pollenvärden över 5 % i deras pollenkartor representerar en lokal närvaro av *Picea*, medan värden över 25 % antas representera områden där *Picea* dominerade skogen. Latalowa & Van Der Knaap (2006) har gjort en sammanställning av expansionen av *Picea* genom Europa baserad på pollendata från litteratur och databaser, med ¹⁴C-datering i steg av 1000 år. Enligt Latalowa & Van Der Knaap (2006) interpolerade pollenkartor baserat på när en 2 % pollen-tröskel nåtts, befinner sig Skottenesjön i ett område daterat till ca. 1500 år f.v.t. Värt att notera från Latalowa & Van Der Knaap (2006) sammanställningskarta baserad på pollendata, är att de markerat närliggande område till Skottenesjön med en notering att lokalen ständigt besitter pollen av *Picea* under 2 %.

Förändringar av klimatiska parametrar under Holocen har med rätt hög sannolikhet haft en stor påverkan på spridningen av *Picea* i Skandinavien. Giesecke (2004) menar även att anpassning och genflöde troligtvis också har spelat en viktig roll i trädets spridning. Analyser av spridning av träd i södra Skandinavien utförda av Bradshaw & Lindbladhs (2005), påvisar att klimatförändringar sannolikt är den styrande

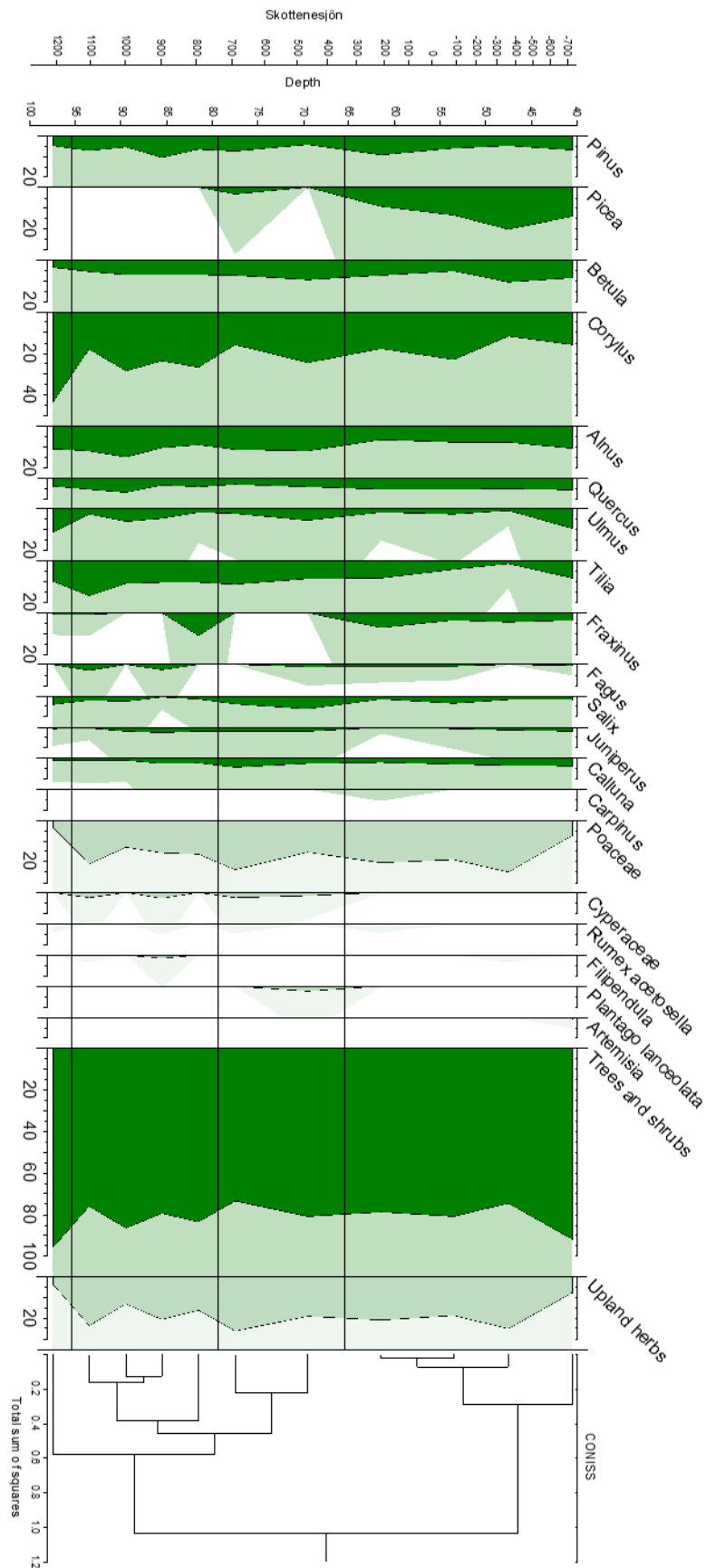


Fig. 5. Diagram över en regional vegetationsrekonstruktion över Skottenesjön, sydvästra Sverige, skapad med hjälp av REVEALS (Sugita 2007). X-axeln illustrerar samtliga taxa. Provdjup samt kalibrerad ^{14}C -ålder är illustrerad på y-axeln. Skuggad förstöring är på 10 % för respektive taxa. Zonering är baserad på ett dendrogram skapat med hjälp av CONISS. Diagrammet är

drivkraften för spridning av träd på en kontinental skala. På en regional skala menar Bradshaw & Lindblad (2005) att faktorer såsom jordmån, spridningsprocesser samt typ och frekvens av störningar, är de dominerande styrningskrafterna för hur spridningen uttrycker sig. Huntley & Birks (1983) argumenterar för att nederbörd/evaporationsförhållanden kan ha varit en kritisk klimatisk faktor för spridningen av *Picea*, hellre än en specifik temperaturförändring. Deras argument grundar sig i faktumet att granplanter är väldigt känsliga mot sommartorka samt att de gynnas av ett beständigt snötäcke under vintern (Tallantire 1972). Huntley & Birks (1983) poängterar även att antropogena störningar troligtvis har varit en viktig faktor för *Piceas* spridning, framförallt på en lokal skala. Denna association har påvisats av flertalet studier (Vuorela 1970; Overpeck et al. 1990; Bradshaw & Lindblad 2005), och Huntley & Birks (1983) betonar att trampning, betning, samt skogshållning av olika slag förmodligen har främjat spridning av *Picea* genom Skandinavien. Bradshaw & Lindblad (2005) sammanfattar att mänsklig aktivitet sannolikt har förorsakat och förstärkt en spridningsprocess som i första hand drivs av klimatförändringar. Det påvisats att *Picea* även har spridits oberoende av mänsklig aktivitet, vilket understryker att mänsklig aktivitet inte är den enda faktorn som har påverkat spridningen av *Picea* i Skandinavien (Huntley & Birks 1983).

Strax efter introduktionen av *Picea* inkommer *Plantago lanceolata* (fig. 4), en art som har antagits vara en indikation på betesmark (Behre 1981). Ytterligare studier pekar dock på att *Plantago lanceolata* snarare är associerad med slåtterängar (Gaillard et al. 1992; Lindblad & Bradshaw 1998). *Rumex acetosa* är även fortfarande närvarande under perioden då *Picea* introduceras.

Inom zon 4 förekommer pollen av *Carpinus*, en art som kom in relativt sent till Sverige under Holocen, med ett migrationsmönster som enligt Huntley (1988) tros vara under bred klimatkontroll. Frön av *Carpinus* betraktas som ljuskrävande, och Björkman & Bradshaw (1996) menar att en framgångsrik regenerering av *Carpinus* endast sker efter störningar i vegetationen. De antropogent indikativa arterna *Artemisia*, *Rumex acetosa* samt även en liten procentandel *Plantago lanceolata*, är alla närvarande i zon 4, i kombination med en kontinuerlig ökning av *Picea* uppåt i borrhärnan. Denna association styrker argumentet att *Piceas* utbredning har påverkats av mänsklig aktivitet, vilket har diskuterats ovan.

Sammanfattningsvis som har den storskaliga spridningen av *Picea* genom Skandinavien huvudsakligen drivits av klimatförändringar. Denna spridning har amplifierats kraftigt på grund av mänsklig aktivitet inom den lokala skalan, som till exempel *Piceas* utbredning runtomkring Skottenesjön.

4.1 Metoddiskussion

I preparerade pollenprov är det möjligt att identifiera kol i mikrofraktion (25 – 250 µm). Stora störningar i vegetationen, såsom eld, har visat sig vara av kritisk vikt för att kontrollera vegetationsdynamik, särskilt inom boreala och boreonemorala skogar (Foster 1988; Engelmark et al. 1993). Störningsregimer påverkar vegetationen genom att skapa regenerations-

områden samtidigt som de selektivt tar bort redan etablerade arter (Overpeck et al. 1990). Tillsammans med övriga data kan det vara möjligt att koppla kolfragment till bland annat svedjebruk, vilket kan ge en viktig insyn ur ett vegetationshistoriskt perspektiv. I denna studie utfördes ej någon kolanalys. På grund av detta saknas följande infallsvinkel i denna studie, som är av stor vikt, då även kopplingar mellan klimat och störningar är debatterat i flertalet studier (Overpeck et al. 1990; Bergeron & Archambault 1993). Niklasson et al. (2002) menar även att *Picea* har gynnats av både naturliga och antropogena förändringar i eldregimen i Skandinavien under de senaste två millennierna, vilket ytterligare belyser vikten av att inkludera kolanalys i studier av trädetablering.

Användning av pollenanalys för att studera vegetationer på en regional skala är ett relativt snabbt och pålitligt verktyg. Tillsammans med analys av makrofossil och megafossil tillskrivs även ett lokalt ursprung som ej är åtkomligt av enbart en pollenanalys (Segeström & Von Stedingk 2003). Vikten av att kombinera dessa metoder bör ej underskattas, och eftersom makrofossilanalys ej utfördes i denna studie, fattas en detaljrikedom som annars potentiellt kunnat skildras. Det är även av stor vikt att välja vilken typ av lokal samt vilket biologiskt arkiv man skall studera beroende på frågeställningen, eftersom pollensignaler kan uttrycka sig på väldigt skilda sätt beroende på vilken lokal samt vilket arkiv som undersöks. Prentice (1985) understryker att för att enklast lyckas urskilja en lokal pollensignal från en regional pollensignal krävs en serie av pollenanalyser från olika lokaler inom samma område. I denna studie undersöktes endast en borrhärna, från en lokal som utgörs av en medelstor sjö. För att erhålla ett mer pålitligt resultat, i detta fall att ta reda på när *Picea* etablerades inom lokalen, hade studien gagnats av fler pollenanalyser.

5 Fortsatta studier

Den här studien begränsades till enbart pollenanalys där 300 pollenkorn räknats från vardera prov. För att upprätta mer koncisa resultat i fortsatta studier, rekommenderas följande: att räkna en större mängd pollenkorn per prov, att uträtta fler pollenanalyser inom samma område men från olika lokaler, samt att utföra makrofossilanalys. För att utvidga förståelsen kring antropogen påverkan i denna studie rekommenderas även kolanalys (både på mikro- och makronivå).

5 Slutsatser

- *Picea* ankom till lokalen på ett djup i borrhärnan som motsvarar en ålder på 690 år f.v.t. Det kan inte uteslutas att de tidiga pollenkornen i borrhärnan har ett långdistansursprung.
- Resultat erhållna från denna studie överensstämmer relativt bra med övriga studier över *Piceas* spridning i Sverige (Huntley & Birks 1983; Giesecke 2004; Latalowa & Van Der Knaap 2006).
- Den storskaliga spridningen av *Picea* till och i Skandinavien har huvudsakligen drivits av kli-

matiska parametrar. På den lokala skalan har mänsklig aktivitet har en betydande påverkan för *Piceas* utbredning.

- Antropogent indikativa arter såsom *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa* samt *Artemisia* förekommer i borrhjärnan i association med *Piceas* ankomst, vilket understryker att mänsklig aktivitet kan korreleras till utbredningen av *Picea* inom lokalen.
- I denna studie begränsades antalet pollenprover som analyserades, samt utslöts kolanalys och makrofossilanalys. På grund av dessa begränsningar saknas en infallsvinkel om störningar i vegetationen till följd av brand, samt en detaljrikedom i resultaten.

6 Tack

Jag vill tacka min handledare Anne Birgitte Nielsen för värdefull rådgivning och motivation. Samt vill jag tacka Britta Smångs för snabba svar och hjälp med referenshantering. Slutligen vill jag även tacka familj och vänner som hjälpt till med korrekturläsning och även gett sällskap under skrivningens gång.

7 Referenser

- Andersson, G., 1986: *Svenska växtvärldens historia*. Norstedt, Stockholm.
- Angelstam, P., Jonsson, B. G., Törnblom, J., Andersson, K., Axelsson, R. & Roberge, J.-M., 2010. Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald: en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer. Skogsstyrelsen Rapport 1100-0295, Jönköping.
- Behre, K. E., 1981: The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams: *Pollen et spores* 23, 225-245.
- Bergeron, Y. & Archambault, S., 1993: Decreasing frequency of forest fires in the southern boreal zone of Quebec and its relation to global warming since the end of the 'Little Ice Age': *The Holocene* 3, 255-259.
- Beug, H.-J., 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Friedrich Pfeil, München. 560 sid.
- Björkman, L. 1996. *The Late Holocene history of beech Fagus sylvatica and Norway spruce Picea abies at stand-scale in southern Sweden*. Lund University, Lund, Sweden. Retrieved from <http://ludwig.lub.lu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07147a&AN=lub.1004828&site=eds-live&scope=site> Available from EBSCOhost cat07147a database.
- Björkman, L. & Bradshaw, R., 1996: The immigration of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. into a natural forest stand in southern Sweden during the last 2000 years: *Journal of Biogeography* 23, 235-244.
- Blaauw, M., 2010. Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5, 512-518.
- Bradshaw, R., Gemmel, P. & Björkman, L., 1994: Development of nature-based silvicultural models in southern Sweden: the scientific background: *Forest Landscape Research*.
- Bradshaw, R. & Hannon, G., 1992: Climatic change, human influence and disturbance regime in the control of vegetation dynamics within Fiby Forest, Sweden: *Journal of Ecology*, 625-632.
- Bradshaw, R. & Anderson, N. J., 2001: *The Impacts of past climate change on terrestrial and aquatic ecosystems*. Danmarks Meteorologiske Institut, Copenhagen, Denmark. 408 sid.
- Bradshaw, R. & Lindbladh, M., 2005: Regional spread and stand-scale establishment of *Fagus sylvatica* and *Picea abies* in Scandinavia: *Ecology* 86, 1679-1686.
- Broström, A., Sugita, S. & Gaillard, M.-J., 2004: Pollen productivity estimates for the reconstruction of past vegetation cover in the cultural landscape of southern Sweden: *The Holocene* 14, 368-381.
- Engelmark, O., Bradshaw, R. & Bergeron, Y., 1993: Disturbance dynamics in boreal forest: Introduction: *Journal of Vegetation Science* 4, 729-732.
- Fægri, K., Kaland, P. E. & Krzywinski, K., 1989: *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester. 328 sid.
- Foster, D. R., 1988: Disturbance history, community organization and vegetation dynamics of the old-growth Pisgah Forest, south-western New Hampshire, USA: *The Journal of Ecology* 76, 105-134.
- Gaillard, M.-J., Birks, H.J.B., Emanuelsson, U. & Berglund, B.E., 1992: Modern pollen/land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-uses and cultural landscapes: an example from south Sweden: *Vegetation History and Archaeobotany* 1, 3-17.
- Giesecke, T., 2004. *The Holocene spread of spruce in Scandinavia*. Uppsala University, Uppsala, Sweden.
- Giesecke, T., 2005: Moving front or population expansion; how did *Picea abies* (L.) Karst. become frequent in central Sweden?: *Quaternary Science Reviews* 24, 2495-2509. doi: 10.1016/j.quascirev.2005.03.002
- Grimm, E., 2004: Tilia graph v.1.7.16. Springfield, Illinois, Illinois State Museum, research and collections center.
- Hägström, C. A., 1998: Pollard meadows: multiple use of human-made nature: *The ecological history of European forests*, 33-41.
- Hejmanova, P., Stejskalova, M. & Hejman, M., 2014: Forage quality of leaf-fodder from the main broad-leaved woody species and its possible consequences for the Holocene development of forest vegetation in Central Europe: *Vegetation History and Archaeobotany* 23, 607-613.

- Hesselman, H. & Schotte, G., 1906: Granen vid sin sydvästgräns i Sverige: *Meddelanden från Statens skogsforsöksanstalt* 3, 1-52.
- Hultberg, T., Lagerås, P., Björkman, L., Sköld, E., Jacobson, G.L., Hedwall, P.O. & Lindbladh, M., 2017: The late-Holocene decline of *Tilia* in relation to climate and human activities-pollen evidence from 42 sites in southern Sweden: *Journal of Biogeography* 44, 2398-2409.
- Huntley, B., 1988: Glacial and Holocene vegetation history: Europe: *Vegetation History*, 341-383.
- Huntley, B. & Birks, H. J. B., 1983: *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13 000 years ago*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPCC, 2001. Climate change 2001: impact, adaptations, and vulnerability. Report, Cambridge, UK.
- Lantmäteriet, 2019: Historiska kartor. Hämtad 10-5 2019, från <https://historiskakartor.lantmateriet.se/historiskakartor/search.html>.
- Latałowa, M. & Van Der Knaap, W. O., 2006: Late Quaternary expansion of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in Europe according to pollen data: *Quaternary Science Reviews* 25.
- Lindbladh, M., 1999: The influence of former land-use on vegetation and biodiversity in the boreo-nemoral zone of Sweden: *Ecography* 22, 485-498.
- Lindbladh, M. & Bradshaw, R., 1998: The origin of present forest composition and pattern in southern Sweden: *Journal of Biogeography* 25, 463-477.
- Lindquist, B., 1959: Forest vegetation belts in Southern Scandinavia: *Acta Horti Gotoburgensis* 22, 111-144.
- Lowe, J. J. & Walker, M.J., 2014: *Reconstructing Quaternary Environments*. Routledge, London, UK. 568 sid.
- Maher, L. J., 1981: Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains: *Review of Palaeobotany and Palynology* 32, 153-191. doi: [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(81\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0034-6667(81)90002-6)
- Nielsen, A. B., 2004: Modelling pollen sedimentation in Danish lakes at c. AD 1800: an attempt to validate the POLLSCAPE model: *Journal of Biogeography* 31, 1693-1709.
- Niklasson, M., Lindbladh, M. & Björkman, L., 2002: A multicentury tree-ring and pollen record of *Quercus* decline, logging and fire history in a southern Sweden *Fagus-Picea* forest: *Journal of Vegetation Science* 13, 765-774.
- Overpeck, J. T., Rind, D. & Goldberg, R., 1990: Climate-induced changes in forest disturbance and vegetation: *Nature* 343, 51-53.
- Pitelka, L. F., Gardner, R.H., Ash, J., Berry, S., Gitay, H., Noble, I.R., Saunders, A., Bradshaw, R.H.W., Brubaker, L., Clark, J.S., Davis, M.B., Sugita, S., Dyer, J.M., Hengeveld, R., Hope, G., Huntley, B., King, G.A., Lavorel, S., Mack, R.N., Malanson, G.P., Mcglone, M., Prentice, I.C. & Rejmanek, M., 1997: Plant migration and climate change: *American Scientist* 85, 464-473.
- Prentice, I. C., 1985: Pollen Representation, Source Area, and Basin Size: Toward a Unified Theory of Pollen Analysis: *Quaternary research* 23, 76-86.
- Rasmussen, S. O., Bigler, M., Blockley, S. P., Blunier, T., Buchardt, S. L., Clausen, H. B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S. J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W. Z., Lowe, J. J., Pedro, J. B., Popp, T., Seierstad, I. K., Steffensen, J. P., Svensson, A. M., Val-lalonga, P., Vinther, B. M., Walker, M. J. C., Wheatley, J. J. & Winstrup, M., 2014: A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy: *Quaternary Science Reviews* 106, 14-28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.09.007>
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Ramsey, C.B., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L. & Friedrich, M., 2013: IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration cruves 0-50,000 years cal BP: *Radio-carbon* 55, 1869-1887.
- Rydin, H., 1999: *Swedish plant geography : dedicated to Eddy van der Maarel on his 65th birthday*. Uppsala : Svenska växtgeografiska sällskapet : Opulus Press [distributör], 1999 ; (Uppsala : TK-tryck).
- Segerström, U. & Von Stedingk, H., 2003: Early-Holocene spruce, *Picea abies* (L.) Karst., in west central Sweden as revealed by pollen analysis: *The Holocene* 13, 897-906.
- SGU, 2019a: Kartgenerator, berggrund. Hämtad 24-5 2019, från http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html.
- SGU, 2019b: Kartgenerator, jordarter. Hämtad 20-5 2019, från http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_sv.html.
- SGU, 2019c: Kartgenerator, strandnivå. Hämtad 10-5 2019, från http://apps.sgu.se/kartgenerator/maporder_en.html.
- SMHI, 2009: Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990. Hämtad 2/4 2019, från <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalvarden-1.7354>.
- SMHI, 2013: Svenskt vattenarkiv. Hämtad 2-4 2019, från <https://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/svenskt-vattenarkiv>.
- Stroeven, A. P., Hättstrand, C., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., Goodfellow, B. W., Harbor, J. M., Jansen, J. D., Olsen, L., Caffée, M. W., Fink, D., Lundqvist, J., Rosqvist, G. C., Strömberg, B. & Jansson, K. N., 2016: Deglaciation of Fennoscandia: *Quaternary Science Reviews* 147, 91-121. doi: [10.1016/j.quascirev.2015.09.016](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.09.016)

- Sugita, S., 1993: A model of pollen source area for an entire lake surface: *Quaternary research* 39, 239-244.
- Sugita, S., 2007: Theory of quantitative reconstruction of vegetation I: pollen from large sites REVEALS regional vegetation composition: *The Holocene* 17, 229-241.
- Sugita, S., Gaillard, M.-J. & Broström, A., 1999: Landscape openness and pollen records: a simulation approach: *The Holocene* 9, 409-421.
- Tallantire, P. A., 1972: Spread of Spruce (*Picea abies* (L. Karst) in Fennoscandia and possible climatic implications: *Nature* 236, 64.
- Von Post, L., 1916: Forest tree pollen in south Sweden peat bog deposits, lecture to the 16th convention of Scandinavian naturalists: *Pollen et spores* 9, 375-401.
- Vuorela, I., 1970: The indication of farming in pollen diagrams from southern Finland: *Acta Botanica Fennica* 87, 40.
- Walker, M., 2005: *Quaternary Dating Methods*. John Wiley & Sons Ltd, Southern Gate, Chichester, UK.
- Yang, B., 2017: Late Holocene human impact dynamics in southern Sweden: Problem Analysis [Opublicerat manuskript]. Lund, Sverige, Geologiska institutionen. 39 s.

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

512. Ingered, Mimmi, 2017: U-Pb datering av zirkon från migmatitisk gnejs i Delsjöområdet, Idefjordenterrängen. (15 hp)
513. Kervall, Hanna, 2017: EGS - framtidens geotermiska system. (15 hp)
514. Walheim, Karin, 2017: Kvartsmineralogins betydelse för en lyckad luminiscensdatering. (15 hp)
515. Aldenius, Erik, 2017: Lunds Geotermisystem, en utvärdering av 30 års drift. (15 hp)
516. Aulin, Linda, 2017: Constraining the duration of eruptions of the Rangitoto volcano, New Zealand, using paleomagnetism. (15 hp)
517. Hydén, Christina Engberg, 2017: Drumlinerna i Löberöd - Spår efter flera isrörelseriktningar i mellersta Skåne. (15 hp)
518. Svantesson, Fredrik, 2017: Metodik för kartläggning och klassificering av erosion och släntstabilitet i vattendrag. (45 hp)
519. Stjern, Rebecka, 2017: Hur påverkas luminiscenssignaler från kvarts under laboratorieförhållanden? (15 hp)
520. Karlstedt, Filippa, 2017: P-T estimation of the metamorphism of gabbro to garnet amphibolite at Herrestad, Eastern Segment of the Sveconorwegian orogen. (45 hp)
521. Önnervik, Oscar, 2017: Ooider som naturliga arkiv för förändringar i havens geokemi och jordens klimat. (15 hp)
522. Nilsson, Hanna, 2017: Kartläggning av sand och naturgrus med hjälp av resistivitetmätning på Själland, Danmark. (15 hp)
523. Christensson, Lisa, 2017: Geofysisk undersökning av grundvattenskydd för planerad reservvattentäkt i Mjölkalånga, Hässleholms kommun. (15 hp)
524. Stamsnijder, Joaen, 2017: New geochronological constraints on the Klipriviersberg Group: defining a new Neoarchean large igneous province on the Kaapvaal Craton, South Africa. (45 hp)
525. Becker Jensen, Amanda, 2017: Den eocena Furformationen i Danmark: exceptionella bevaringstillstånd har bidragit till att djurs mjukdelar fossiliserats. (15 hp)
526. Radomski, Jan, 2018: Carbonate sedimentology and carbon isotope stratigraphy of the Tallbacken-1 core, early Wenlock Slite Group, Gotland, Sweden. (45 hp)
527. Pettersson, Johan, 2018: Ultrastructure and biomolecular composition of sea turtle epidermal remains from the Campanian (Upper Cretaceous) North Sulphur River of Texas. (45 hp)
528. Jansson, Robin, 2018: Multidisciplinary perspective on a natural attenuation zone in a PCE contaminated aquifer. (45 hp)
529. Larsson, Alfred, 2018: Rb-Sr sphalerite data and implications for the source and timing of Pb-Zn deposits at the Caledonian margin in Sweden. (45 hp)
530. Balija, Fisnik, 2018: Stratigraphy and pyrite geochemistry of the Lower–Upper Ordovician in the Lerhamn and Fågelsång -3 drill cores, Scania, Sweden. (45 hp)
531. Höglund, Nikolas, 2018: Groundwater chemistry evaluation and a GIS-based approach for determining groundwater potential in Mörbylånga, Sweden. (45 hp)
532. Haag, Vendela, 2018: Studie av mikrostrukturer i karbonatslagkägglor från nedslagsstrukturen Charlevoix, Kanada. (15 hp)
533. Hebrard, Benoit, 2018: Antropocen – vad, när och hur? (15 hp)
534. Jancsak, Nathalie, 2018: Åtgärder mot kusterosion i Skåne, samt en fallstudie av erosionsskydden i Löderup, Ystad kommun. (15 hp)
535. Zachén, Gabriel, 2018: Mesosideriter – redogörelse av bildningsprocesser samt SEM-analys av Vaca Muertameteoriten. (15 hp)
536. Fägersten, Andreas, 2018: Lateral variability in the quantification of calcareous nannofossils in the Upper Triassic, Austria. (15 hp)
537. Hjertman, Anna, 2018: Förutsättningar för djupinfiltration av ytvatten från Ivösjön till Kristianstadbassängen. (15 hp)
538. Lagerstam, Clarence, 2018: Varför svalde svanödlor (Reptilia, Plesiosauria) stenar? (15 hp)
539. Pilser, Hannes, 2018: Mg/Ca i bottenlevande foraminiferer, särskilt med avseende på temperaturer nära 0°C. (15 hp)
540. Christiansen, Emma, 2018: Mikroplast på och i havsbotten - Utbredningen av mikroplaster i marina botten-sediment och dess påverkan på marina miljöer. (15 hp)
541. Staahlacke, Simon, 2018: En sammanställning av norra Skånes prekambrika berggrund. (15 hp)
542. Martell, Josefín, 2018: Shock metamorphic features in zircon grains from the Mien impact structure - clues to conditions during impact. (45 hp)
543. Chitindingu, Tawonga, 2018: Petrological characterization of the Cambrian sandstone reservoirs in the Baltic Basin, Sweden. (45 hp)
544. Chonewicz, Julia, 2018: Dimensionerande

- vattenförbrukning och alternativa vattenkvaliteter. (15 hp)
545. Adeen, Lina, 2018: Hur lämpliga är de geofysiska metoderna resistivitet och IP för kartläggning av PFOS? (15 hp)
546. Nilsson Brunlid, Anette, 2018: Impact of southern Baltic sea-level changes on landscape development in the Verkeån River valley at Haväng, southern Sweden, during the early and mid Holocene. (45 hp)
547. Perälä, Jesper, 2018: Dynamic Recrystallization in the Sveconorwegian Frontal Wedge, Småland, southern Sweden. (45 hp)
548. Artursson, Christopher, 2018: Stratigraphy, sedimentology and geophysical assessment of the early Silurian Halla and Klinteberg formations, Altajme core, Gotland, Sweden. (45 hp)
549. Kempengren, Henrik, 2018: Att välja den mest hållbara efterbehandlingsmetoden vid sanering: Applicering av beslutsstödsverktyget SAMLA. (45 hp)
550. Andreasson, Dagnija, 2018: Assessment of using liquidity index for the approximation of undrained shear strength of clay tills in Scania. (45 hp)
551. Ahrenstedt, Viktor, 2018: The Neoproterozoic Visingsö Group of southern Sweden: Lithology, sequence stratigraphy and provenance of the Middle Formation. (45 hp)
552. Berglund, Marie, 2018: Basaltkuppen - ett spel om mineralogi och petrologi. (15 hp)
553. Hernnäs, Tove, 2018: Garnet amphibolite in the internal Eastern Segment, Sveconorwegian Province: monitors of metamorphic recrystallization at high temperature and pressure during Sveconorwegian orogeny. (45 hp)
554. Halling, Jenny, 2019: Characterization of black rust in reinforced concrete structures: analyses of field samples from southern Sweden. (45 hp)
555. Stevic, Marijana, 2019: Stratigraphy and dating of a lake sediment record from Lyngsjön, eastern Scania - human impact and aeolian sand deposition during the last millennium. (45 hp)
556. Rabanser, Monika, 2019: Processes of Lateral Moraine Formation at a Debris-covered Glacier, Suldenferner (Vedretta di Solda), Italy. (45 hp)
557. Nilsson, Hanna, 2019: Records of environmental change and sedimentation processes over the last century in a Baltic coastal inlet. (45 hp)
558. Ingered, Mimmi, 2019: Zircon U-Pb constraints on the timing of Sveconorwegian migmatite formation in the Western and Median Segments of the Idefjorden terrane, SW Sweden. (45 hp)
559. Hjorth, Ingeborg, 2019: Paleomagnetisk undersökning av vulkanen Rangitoto, Nya Zeeland, för att bestämma dess utbrottshistoria. (15 hp)
560. Westberg, Märta, 2019: Enigmatic worm-like fossils from the Silurian Waukesha Lagerstätte, Wisconsin, USA. (15 hp)
561. Björn, Julia, 2019: Undersökning av påverkan på hydraulisk konduktivitet i förorenat område efter in situ saneringsförsök. (15 hp)
562. Faraj, Haider, 2019: Tolkning av georadarprofiler över grundvattenmagasinet Verveln - Gullringen i Kalmar län. (15 hp)
563. Bjeremo, Tim, 2019: Eoliska avlagringar och vindriktningar under holocen i och kring Store Mosse, södra Sverige. (15 hp)
564. Langkjaer, Henrik, 2019: Analys av Östergötlands kommande grundvattenresurser ur ett klimtperspektiv - med fokus på förstärkt grundvattenbildning. (15 hp)
565. Johansson, Marcus, 2019: Hur öppet var landskapet i södra Sverige under Atlantisk tid? (15 hp)
566. Molin, Emmy, 2019: Litologi, sedimentologi och kolisotopstratigrafi över krita-paleogen-gränsintervallet i borrhiningen Limhamn-2018. (15 hp)
567. Schroeder, Mimmi, 2019: The history of European hemp cultivation. (15 hp)
568. Damber, Maja, 2019: Granens invandring i sydvästa Sverige, belyst genom pollenanalys från Skottenesjön. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund