



UPPSALA  
UNIVERSITET

Självständigt arbete vid Institutionen för geovetenskaper  
2016:23

# Makrofossil som redskap för miljöbeskrivning av Lina myr på Gotland

Yrla Hanström



Makrofossil som redskap för  
miljöbeskrivning av  
Lina myr på Gotland

Yrla Hanström



## Abstract

### Macrofossils as a Tool for Environmental Description at Lina Mire on Gotland

*Yrja Hanström*

The purpose of this project is to perform a palaeoecological study to assess if macrofossil analysis can be used as an independent tool for environmental description of the sediment core from Lina mire in central Gotland and to see if there is enough material in the core to make a radiocarbon dating. Macrofossils are traces of animal- and plant life in sediment and peat layers that can be seen optically, for example seeds, small parts of bones and charcoal. By studying macrofossils, it is possible to understand environmental changes, the use of resources in an area and/or find traces of biological life.

This project is based on material taken from Lina mire in the eastern part of Gotland. The area is around 900 hectare and lies on a base of limestone. A project will start during 2016 at Lina mire, to study the landscape changes that have taken place during the last 8 000 years, by looking at the material from an ecological, archaeological and a human geographic view.

By methods of straining and with the help of microscope the material from the core taken from Lina mire was studied. A few seeds were found, though not enough material for an environmental interpretation of the area, together with some insect parts and mollusc shells. Only a small amount of charcoal was found and most seeds were not useful for dating. By interpretation of the seed ecology the assumption was that there had been fresh or brackish water in the area, since *Chara* was found in almost all the layers in the core. It is recommended that a diatom analysis and possibly a pollen analysis also should be done to make a better view of the landscape development.

**Key words:** Macrofossils, paleoecology, Lina mire, radiocarbon dating, landscape development

*Independent Project in Earth Science, 1GV029, 15 credits, 2016*

*Supervisors: Anneli Ekblom and Magnus Hellqvist*

*Department of Earth Sciences, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36*

*Uppsala (www.geo.uu.se)*

*The whole document is available at [www.diva-portal.org](http://www.diva-portal.org)*

# Sammanfattning

## Makrofossil som redskap för miljöbeskrivning av Lina myr på Gotland

*Yrle Hanström*

Syftet med det här projektet är att göra en paleoekologisk studie för att utvärdera om makrofossilanalys kan användas som självständigt redskap för att göra en miljöbeskrivning av sedimentborrhärnan från Lina myr, samt att se om det finns tillräckligt material i borrhärnan för att göra kol-14 dateringar. Makrofossil är alla spår av djurliv och växtliv i jordlagren som man kan observera okulärt, exempelvis fröer, benrester och träkol. Genom att studera makrofossil så är det möjligt få en bild av resursutnyttjandet i ett område eller se spår av biologiskt liv.

Projektet baseras på material som kommer från Lina myr som ligger på den östra delen av Gotland. Området är ca 900 hektar stort och ligger på en kalkstensgrund. Under hösten 2016 påbörjades ett projekt med syfte att undersöka landskapets och människans interaktion i området med fokus på Lina myr där landskapsförändringar som skett under 8 000 år ska studeras med hjälp av olika metoder. Studierna kombinerar paleoekologiska, arkeologiska och samhällsgeografiska perspektiv.

Genom våtsiktning och med hjälp av mikroskop studerades material från borrhärnan tagen vid Lina myr. Ett fåtal fröer hittades tillsammans med en del insektsdelar och molluskskal. Förhoppningen var att hitta material för en kol-14 datering, men endast mycket små delar träkol hittades och de flesta av fröerna var inte lämpliga för datering. Tolkningen av de artbestämda fröernas ekologi resulterade i slutsatsen att det funnits vatten i området länge som varit sött och/eller bräckt. Detta antagande stärktes av fynd av *Chara* som återfanns i prover från nästan alla lager. Dock fanns det för lite material för att göra en miljöbeskrivning av området. En rekommendation var att även utföra en diatoméanalys och eventuellt även en pollenanalys, för att få en tydligare bild av landskapsutvecklingen.

**Nyckelord:** Makrofossil, paleoekologi, Lina myr, kol-14 datering, landskapsutveckling

*Självständigt arbete i geovetenskap, 1GV029, 15 hp,*

*Handledare: Anneli Ekblom och Magnus Hellqvist*

*Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, Villavägen 16, 752 36 Uppsala  
([www.geo.uu.se](http://www.geo.uu.se))*

*Hela publikationen finns tillgänglig på [www.diva-portal.org](http://www.diva-portal.org)*

## Förord

Detta arbete är en del av det större projekt som kommer att pågå kring Lina myr under år 2016 och framåt. Det är ett samarbete mellan Uppsala och Stockholms universitet under ledning av Helene Martinsson-Wallin. Projektet är en tvärvetenskaplig studie av landskapsutvecklingen vid Lina myr, en plats som påverkats av både naturlig och kulturell inverkan och där både arkeologi, kvartärgeologi, samhällsgeografi samt ekologi kan sammanvävas. Projektet grundar sig bland annat på miljöbalkens tredje kapitel där det står att det krävs mer kunskap om kulturvärden och miljöer i anslutning till vatten. Denna uppsats ska betraktas som en förstudie till samarbetsprojektet som kommer att påbörjas hösten 2016.





# Innehållsförteckning

1. Inledning .....	1
1.1. Frågeställning .....	1
2. Områdesbeskrivning .....	1
2.1. Gotlands landskapshistoria .....	1
2.2. Gotlands paleoekologi .....	2
2.3. Lina myr .....	3
3. Bakgrund .....	4
3.1. Paleoekologi .....	4
3.2. Studier av makrofossil .....	5
3.3. Tafonomi .....	6
3.4. Användning av makrofossil .....	6
3.5. Datering .....	7
4. Metod .....	8
5. Resultat .....	9
5.1. Borrkärnan .....	9
5.2. Makrofossilanalys .....	10
5.3. Material till datering .....	13
6. Diskussion .....	13
7. Slutsats .....	14
8. Tack .....	14
9. Referenser .....	14
9.1. Internetkällor .....	15
9.2. Opublicerade referenser .....	16
10. Bilagor .....	17



# 1. Inledning

Detta arbete är gjort inom kursen Självständigt arbete i Geovetenskap, 15 hp på Uppsala universitet. Det har gjorts i samarbete med den geovetenskapliga och arkeologiska institutionen som en del av ett större paleoekologiskt och arkeologiskt projekt med fokus på Lina myr på Gotland som ska påbörjas hösten 2016. Projektet görs tillsammans med den kvartärgeologiska institutionen på Stockholms universitet.

Det finns endast ett fåtal paleoekologiska studier gjorda på Gotland. En av anledningarna är att pollen, som är den metod som oftast används, sällan bevaras speciellt väl i kalkhaltig berggrund vilket är fallet på Gotland (Svensson, 2001). Gotland har dessutom en komplex geologisk historia där strandlinjeförskjutningen med flera transgressioner är relativt okänd. Syftet med den här uppsatsen är att utvärdera om makrofossilanalys kan användas som metod för att utföra en översiktlig miljöbeskrivning vid Lina myr. Detta då mikrofossilanalyser, så som pollen och diatoméer, både tar lång tid och har en komplicerad prepareringsprocess.

Det här arbetet fokuserar på makrofossil, främst fröer, och hur eller om de kan användas för att göra en landskapsanalys. Makrofossilstudier är en metod som ökat i användning under de senaste åren och det har blivit en viktig del av arkeologi och miljöstudier. Metoden med studier av makrofossil är bland annat en av de grundläggande metoderna för studier av de första jordbruken (Hastorf, 1999) och makrofossil kan även användas för att påvisa mänsklig närvaro i ett område med hjälp av fynd av kolrester. Dock finns det idag inte särskilt många studier gjorda kring just makrofossil som enskilt redskap för exempelvis miljöstudier. Ett syfte med den här studien är att försöka belysa makrofossilens användbarhet inom landskapsanalyser och arkeologi. En förståelse av den historiska landskapsutvecklingen och sambanden mellan natur och människa ger oss perspektiv på de framtida förändringarna där bland annat de antropogena klimatförändringarna är en mycket aktuell fråga. Studien avser även att belysa de klimatförändringar som enligt forskning skett för 8 000 och 2500 år sedan (Martinsson-Wallin, muntligen 2016).

## 1.1. Frågeställning

I denna studie lyfts flera frågor som grund för undersökningen. Är det möjligt att enbart använda makrofossil som material för att göra en landskapsanalys vid Lina myr? Finns det tillräckligt med relevant material i borrhönan från Lina myr för att göra en datering?

Att göra en makrofossil analys är både enklare och billigare än att göra analys med mikrofossil, som kräver mer tid och resurser. Därför skulle det vara intressant om en tydlig landskapsanalys gick att utläsa från enbart makrofossilen i borrhönan. Fossila växtdelar är också ett av de mest användbara materialen för datering, vilket gör den andra frågeställningen relevant i förhållande till den första eftersom att det är intressant att veta ungefär när eventuella landskapsutvecklingar skett.

# 2. Områdesbeskrivning

## 2.1. Gotlands landskapshistoria

För att förstå geologin och vegetationen på Gotland, så måste man ha en förståelse för öns geologiska historia och de faktorer som bildat dess kalkberggrund, vilket ön är känd för.

Under den geologiska tidsperioden Silur (444–419 miljoner år sedan), låg Sverige vid ekvatorn. Norra och västra delen av kontinentalplattan som Sverige hörde ihop

med låg över vatten och utsattes för hård erosion. Samtidigt var vattnet grunt, varmt och syrerikt, vilket gjorde att många organismer trivdes, speciellt revbildande organismer. Högar av kalkskal från koraller och liknande organismer avsattes och med tiden sedimenterades de och pressades ihop tills de blev kalksten. Även lera blandades in och mörgel bildades. Tiden gick och under perioden Devon (ca 419–359 miljoner år sedan) så kom det nybildade Gotland upp över vattenytan. Sedan dess har olika platttektoniska skeenden påverkat berget och idag tippar berggrunden ca 2 grader åt sydöst, så olika lager ligger exponerade (Elison, 2010)

Nästa stadie som påverkade Gotland var istiderna under tidsperioden Kwartär (2,5 miljoner år sedan till idag). Efter den senaste istiden har Östersjön, och därmed Gotland, varit påverkad av olika stadier av havsnivåförändringar, där den första var sötvattenssjön Baltiska issjön och därefter kom Yoldiahavet som hade två sötvattenfaser med en fas av bräckt vatten för ungefär 10 000 – 9 500 år sedan. Efter Yoldiahavet övergick utvecklingen i Ancylussjön, en stor sötvattenssjö som varade under ca 2 000 år där många transgressioner skedde. Den sista stora perioden var Littorinahavet, som var mer salt och där flera transgressioner förekom, det var även under den här tiden som området vid Lina myr kom upp över havsytan. Littorinahavet övergick med tiden till dagens Östersjön, det postlittorina havet, som utvecklades för ungefär 3 500 år sedan vid Gotland då vattnet blev något sötare än under Littorinastadiet (Ūsaiytė, 2001). Gotland har en komplicerad strandlinjeförskjutningskurva som ännu inte har undersökts så mycket (Martinsson-Wallin, forskningsansökan, 2012). Dock är det känt att Ancylustransgressionen på Gotland var ca 20 meter i söder och mellan 40-45 meter i norr. Dessvärre vet man inget om den efterföljande regressionens lägsta nivå och inte heller om Yoldiahavets nivåer på Gotland (Påhlsson, 1977). En kortare undersökning vid Lina myr visade att just det området har speciellt komplex strandlinjeförskjutning, något som troligtvis har påverkat hur människor bott och förhållit sig till platsen under historiens gång.

För ungefär 8000 år sedan kom de första människorna till ön och efter det har ön varit befolkad, något som märks på alla lämningar som hittats (Länsstyrelsen, u.å.). Gotlands landskap har påverkats mycket av människan, exempelvis först genom tamdjurens betning och senare med jordbruk där vattenområdena dikats ut. Idag är halva ön täckt av gles barrskog där det tidigare funnits betesmarker och på de delar där det finns kalksten täcks marken av ett tunt jordlager med sparsam växtlighet, så kallad Alvarmark (Elison, 2010). Alvarmark är speciell då jordmånen är rik på kalk och ligger direkt på kalkberggrunden, vilket innebär att växtligheten på alvarmarken måste vara kalkberoende och vegetationen blir därför unik i jämförelse med resten av Sverige, med bland annat ovanliga lavar, mossor och orkidéer (Nationalencyklopedin, u.å.). Gotland har även ganska lite nederbörd jämfört med resten av Sverige, vilket påverkar vegetationen (Påhlsson, 1977).

## 2.2. Gotlands paleoekologi

Det finns få paleoekologiska studier gjorda på Gotland. I det sammanhanget bör man nämna Munthes "Drag ur Gottlands odlingshistoria i relation till öns geologiska byggnad" (1913) som är en pionjärstudie för pollenanalys och strandlinjeförskjutningskurvor på Gotland, som även om den är gammal har en kort sammanställning om barr- och lövskogens utvecklingshistoria. En vegetationsstudie har också gjorts på Stora Karlsö som ligger vid Gotlands kust (se nedan för mer detaljer) (Eriksson, 1992). Mörner och Wallin gjorde också en studie 1977 för att undersöka klimatvariationer vid Tingstäde träsk och Svensson (1989) har gjort begränsade pollenanalyser. 1977 gjorde Ingemar Påhlsson en pollenanalys vid

Lojsta området i centrala Gotland och nedan följer en kort sammanfattning av hans resultat om vegetationen på centrala Gotland.

Under Allerød perioden (ca 11 750–11 000 f.v.t) var landskapet relativt öppet med *Betula* (björk) och *Pinus* (tall) och det växte också en del buskvegetation med *Juniperus* (en), *Salix* (vide) och *Betula nana* (dvärgbjörk). Under Allerød fanns även ängsmarker med vegetation bestående av *Artemisia* (malört), Gramineae (gräs) och Cheopodiaceae (mållor). Den akvatiska vegetationen bestod till stor del av *Myriophyllum spicatum* (axslinga) och *Potamogeton* (nate). Under Yngre Dryas (11 000 – 9500 f.v.t) blev klimatet kallare, men det påverkade inte i nämnvärd grad vattenväxterna som trivdes och förutom de som fanns under Allerød så observeras även algen *Pediastrum* (tagghjul) i pollendiagram. Björkskogarna minskade och landskapet blev mer öppet med *Salix* och *Juniperus* samt öppna gräsängar.

I efterföljande tidsperiod, Pre-boreal (9500–8100 f.v.t) skedde en långsam avskogning i Lojsta området, men landskapet präglades ändå av öppna björkskogar. *Ulmus* (Alm) blev också vanligare och i takt med att skogarna försvann så ökade buskvegetationen och *Hippophaë* (havtorn) uppträder i pollendiagrammet. När den Boreala tidsperioden (8100–6900 f.v.t) började så minskade björkskogarna och *Corylus* (hassel) började ta dess plats, samt att landskapet främst präglades av tallskog (*Pinus*). *Quercus* (ek) började alltmer förekomma, men fortfarande var öppna skogar med *Juniperus* och *Populus* (poppel) vanliga. Under slutet på Boreal så var skogen relativt stabil, *Corylus* minskade igen och återigen var det *Betula* och *Pinus* som var de vanligaste träden. *Ulmus* började bli viktig och *Alnus* (Al) dök upp och ersatte *Salix* vid kusterna. Vid den Atlantiska tidsperioden (6900 – 3900 f.v.t) skedde en spridning av bred-lövdade träd så som *Ulmus* och *Tilia* (lind) på bekostnad av *Betula* som återigen minskade. När den Subboreala tidsperioden (3900 – 600 f.v.t) inleds så syns de första spåren av människan i pollendiagrammet. Skogarna öppnas upp och det blir fler busk- och ängsområden när markerna börjar betas av boskap. *Betula* ökar återigen och blir än en gång vanligast tillsammans med *Pinus*. Under den sista tidsperioden, Subatlantisk (600 f.v.t-idag) är människans påverkan påtaglig, betande djur gör att *Juniperus* trivs. Tallskogarna finns fortfarande kvar, men det finns fler öppna områden för jordbruk och bete än förut. Slutligen dyker även *Picea* (gran) upp i pollendiagrammen (Påhlsson, 1977).

Anna Erikssons (1992) vegetationshistoriska studie på Stora Karlsö vid Gotlands västra kust visar på en liknande trend. Under Preboreal tid var det närmast tundra på ön, men det kom mer och mer träd och vid Boreal tid var skogarna relativt ljusa och öppna med *Pinus* och *Corylus* samt öppna platser med gräs och *Artemisia*. Där fanns också en del *Betula*. Under Atlantisk tidsålder så blir skogen ännu tätare och klimatet blir fuktigare, här hittades även *Carex* torv. Precis som i Lojsta så blir den mänskliga påverkan tydlig vid Subboreal tid och landskapet blir mer öppet. Vid tidig bronsålder, ca 2000 f.v.t så kommer *Picea* till Stora Karlsö och när Subatlantiska tidsåldern tar vid så finns det mycket mindre skog, marken är fuktigare och alvarmarkerna börjar träda fram (Eriksson, 1992)

### 2.3. Lina myr

Lina myr ligger 22 km sydöst om Visby stad. Myren är belägen på märegravel, vilket är något mer lätteroderat än kalksten och ofta kännetecknar ett mer platt landskap (Elison, 2010). Lina myr ligger under Litorinagränsen och först 8600 f.v.t skedde den första isolationen från havet (Svensson, 1989).

De första spåren av människor på Gotland finns på Stora Karlsö och är från ca 8000 år tillbaka. Gotland har många historiska lämningar, med över 1000 husgrunder

och 500 bildstenar bland annat (Guteinfo, 2009). Vid Lina myr har det hittats spår av en yxboplats ca 3000-3500 år gammal som visar på tidig befolkning i området (Martinsson-Wallin, muntligt 2016). Där myren ligger idag så fanns det förr en vik. Fynd av skeppssättningar (stora stenar uppställda i formen av ett skepp) i området påvisar att det troligtvis var en viktig hamnplats. Helene Martinsson-Wallin (seminarium 2016-03-16) menar att det är troligt att Gothemsån gick igenom Gotland och nådde ut till Visby, vilket gjorde området kring Lina myr till en viktig kontaktplats för genomresa från östra delen av Gotland till Visby. Vanligtvis så sätts skeppssättningar i nord-sydlig riktning, men kring Lina myr så verkar de följa kusten, vilket kan ses om ytterligare ett tecken på att platsen varit viktig. I närheten av provtagningsområdet finns främst lämningar från brons- och järnålder (fornsök, 2016).

Lina myr var under en period en av Gotlands största myrar och en av Sveriges viktigaste våtmarker med hänsyn till antalet häckande fåglar, innan den utdikades 1940 och blev odlingsmark (Martinsson-Wallin seminarium, 2016-03-16). Myren har sitt utlopp i Gothemsån på östra Gotland och även ån har blivit påverkad, genom att ha blivit både uträtad och fördjupad för att bidra till utdikningen av myren. I och med att Lina myr har en lång historia av mänsklig aktivitet och rik biologi så är det mycket intressant att studera områdets vegetation- och miljöförändringar över tid.

### 3. Bakgrund

#### 3.1 Paleoekologi

Ett citat som ofta används inom paleoekologi är "utan det förflutna så kan vi inte förstå framtiden" (Willis, 2007). Paleoekologi är vetenskapen om "ekologi i forntiden". Det betyder att forskare studerar förhållanden mellan människa, flora, fauna, klimat och geologi från förr, oftast med fokus på perioden från senaste istiden (ca 14000 år sedan) och framåt till nutid.

Paleoekologi innefattar flera olika metoder som pollenanalys, diatoméanalys, kemiska analyser och träkol, men även makrofossila studier (se förklaring nedan). Både makro- och mikrofossil bevaras bäst i våtmarker, därför tas prover vanligen ut från sjöar och olika typer av våtmarker. Dessa metoder används inom flera forskningsområden: i arkeologi för att förstå växt-människa förhållanden från föda till levnadsmiljö, i klimatforskning för att studera hur vegetation påverkats och förändrats vid tidigare klimatförändringar; när det gäller studier av biologisk mångfald som ett redskap för att förstå flora och fauna i historien (Gaillard, 2010). Paleoekologi är viktigt för bevarandekologi, för att förstå vilka arter som är utrotningshotade idag, vilka områden som är hotade och för att kunna få en bild av vad som händer med växter och djurs distribution i och med förändringar i deras omgivning. Paleoekologins långa tidsperspektiv är viktigt eftersom det är svårt att veta något om ekologiska förändringar med för korta dokumenterade tidsperioder, exempelvis kan träd ha en generationstid på 20-100 år, vilket innebär att det kan dröja länge innan förändringar kan dokumenteras (Willis, 2007).

Användandet av historiska källor kan ge inblick i fem stycken nyckelfrågor när det gäller att förstå landskapet idag (Foster, 2000):

(1) Att utvärdera långsiktiga processer, så som succession efter en brand eller växtlighet med lång generationstid.

(2) Mer data till studier, speciellt när det kommer till ovanligare skeenden så som skogsbrand eller jordbävningar, eftersom att en viss mängd data krävs för att en studie ska anses som relevant.

(3) Att dokumentera just sådana ovanliga händelser och vad som sker i samband med dem.

(4) Att analysera hur ekologin i ett område reagerat på stora sociokulturella förändringar, så som övergången från Amerikas ursprungsbefolkning till Europeisk dominans och vad som händer med ekologin, eller i fallet Gotland, hur olika sociala skeenden har format växt och djurliv.

(5) För att förstå dagens ekosystem, ofta när något händer så blir det tidsförskjutet inom ett ekosystem, det dröjer innan man kan se skillnad.

Miljöarkeologi är en del av paleoekologin där pollen, mikrofossil och makrofossil används för att förstå landskapsutvecklingen i ett område. I detta projekt är fokus på botaniska makrofossil, men innan den metoden förklaras så följer här en kort genomgång av de andra metoderna.

Pollen är mycket små, ca 0,003 mm stora. De sprids från ståndarna som finns i blommorna på växter och är en del av växters reproduktionssystem. Pollen bevaras i fuktiga miljöer och det finns olika sätt att känna igen de olika växtarterna, bland annat öppningar, struktur och form. Pollenanalys är tidskrävande, som diskuterats i inledningen, men metoden är mycket användbar för att rekonstruera vegetationen i ett område. I små vattenområden under 100 m i diameter, exempelvis en brunn, kan en pollenanalys visa på den lokala omgivningens flora, medan ett större område visar på den regionala vegetationen (Ekblom, 2016). Pollen bevaras dock dåligt i områden med mycket basisk kalk i vatten och mark (Svensson, 2001).

Kiselmikrofossil kan delas in i två grupper, diatoméer och fytoliter. Diatoméer är blågröna alger vars "kiselskelett" blir bevarade. De finns i alla typer av vattendrag och är mycket miljöspecifika. Studier av diatoméer kan belysa pH i ett vattenområde, salthalt, syrehalt med mera, de är även användbara för att tolka strandlinjer och mänsklig påverkan på ett vattenområde. Fytoliter är kiselmikrofossil som bildas av en del växter när de tar upp vatten, exempelvis gräs och örter. De blir som ett "växtskelett" och med hjälp av dessa så är det möjligt att identifiera familjer, släkte och ibland arter. Detta är hjälpsamt för att identifiera och hitta växter som inte använder pollen eller fröer (Ekblom, 2016).

### 3.2 Studier av makrofossil

Makrofossil är lämningar av växter eller djur som är så stora att man kan se dem utan lupp eller mikroskop. Dock är det vanligast i arkeologiska sammanhang att det som åsyftas med begreppet är botaniska lämningar även om insekter och ben är makrofossil (Ekblom, 2016). I följande stycke kommer de typer av makrofossil som påträffades i borrhölen från Lina myr diskuteras.

Vanliga botaniska lämningar är frön, frukter, fröställningar och delar av trä, men egentligen så kan alla delar av växter bli till makrofossil. Ibland hittas exempelvis avtryck eller delar av lämningar i korprolitter (fossiliserade fekalier) eller mat så som bröd (Jacomet, 2007). Det är vanligt att hitta material i restlämningar, så som avfallshögar och avlopp. Det finns olika metoder för att preparera makrofossil, men vanligast är flotation där det organiska materialet flyter upp och mineralpartiklar sjunker, följt av siktning i en sikt med 0,25–0,5 mm maskvidd (Ekblom, 2016). Hur mycket material som provtas beror på kontexten, området och vilken fråga man vill ha svar på med undersökningen. En del makrofossil kan identifieras genom enkel

observation, men ofta är det vanligt att använda ett stereomikroskop. Dessutom är en bra referenssamling mycket värdefull och ibland avgörande vid studier och artbestämning av makrofossil (Jacomet, 2007).

### 3.3 Tafonomi

Tafonomi handlar om de processer och den påverkan som leder till bevarande av lämningar efter växter, djur och människor. Det finns olika sätt för växtdelar att bevaras utan att brytas ned. Det bästa är om omvandlingen till lämning av materialet går snabbt eller om det gått igenom en kropp och blivit bevarat som korprolit, ett sätt som exempelvis olika sorters kärnor kan bevaras (Jacomet, 2007).

Den mest studerade tafonomiprocessen är förkolning (Hastorf, 1999). Organiskt material har en kolbaserad kemisk uppbyggnad som vid upphettning kan bli till nästan rent kol (Jacomet, 2007). Om processen sker i en hög temperatur och i en syrefri miljö, förbränns inte materialet utan omvandlas till kol, där formen och cellstrukturen blir väl bevarade (Murphy & Scaife, 1991) Träkol är en relativt vanlig lämning vid arkeologiska utgrävningar på grund av att det blir rester från eldstäder och liknande (Jacomet 2007) och oftast påträffas också spannmål som har blivit förkolnat (Murphy & Scaife, 1991).

Träkol är dock användbart för att få information om vegetationen i närområdet om växtdelen kan identifieras och kan även användas för datering med  $^{14}\text{C}$  metoden om tillräckligt mycket hittas (Ekblom, 2016). Andra bevaringsprocesser är, mineralisering, nedfrysning, lufttorkning och försumpning. I denna studie var inget material nedfruset eller lufttorkat eftersom borrhälskärnan som är i fokus här kommer från en myr, men här förklaras ändå de olika processerna eftersom att de är en del av det material som kan hittas i andra paleoekologiska studier.

Vid mineralisering så skapas ett mineralhölje runt växtens yttre delar, eller i ihåligheter inuti växten och vanligast är kalciumfosfatmineralisering Kalciumfosfat är samma material som bygger upp tänder hos djur. Mineraliserade makrofossil kan bland annat hittas i miljöer som tidigare varit avlopp.

Nedfrysning och lufttorkning är lite lika i sina processer. I grottor, öknar eller byggnader kan växter torka, vilket gör att nedbrytningen upphör och växten bevaras. Vid nedfrysning är det kylan som gör att nedbrytningen stannar upp. Material som blivit bevarade i sådana sammanhang är ovanliga men värdefulla genom denna speciella process som kan innebära exceptionell bra bevarande (Jacomet, 2007).

Försumpning är när en plats blir övertäckt av vatten och en syrefattig miljö bildas och där växtmaterial kan bevaras. Speciellt bra platser för att hitta makrofossil i försumpade miljöer är gamla avloppsbrunnar och våtområden och materialet från Lina myr har bevarats på detta sätt.

Även insekter och molluskskal är makrofossil och i de sammanhang som de hittas så kan de ge mycket information eftersom att de är miljöspecifika och därmed berätta om ekologin i området (Ekblom, 2016).

### 3.4 Användning av makrofossil

Inom arkeologin och miljöarkeologin används begreppet ekofakter, vilket är lämningar av växter som finns på en arkeologisk plats. Miljöarkeologi fokuserar på perioder då människan varit aktiv och påverkat miljön, och det är främst kulturkopplade material som studeras (Jacomet, 2007). Miljöarkeologi används för att svara på frågor om resursutnyttjande på platsen och för att rekonstruera miljön.



De makrofossil som ben och växter som hittas på en arkeologisk plats, har nästan alltid på något sätt valts ut, bearbetats och/eller förflyttats. På grund av detta så måste kontexten, det vill säga sammanhanget där makrofossilet hittats, alltid vara med i tolkningarna (Ekblom, 2016). För att kunna använda makrofossilen så måste det finnas kunskap om hur depositionen bildats och om den blivit förändrad i sin uppbyggnad, samt en förståelse för området som helhet (Jacomet, 2007). Växter är och har alltid varit viktiga för människan och är något som människan hanterat på olika sätt under hela sin existens (Hastorf, 1999), därför är det något som man kan förvänta sig att hitta på de flesta arkeologiska utgrävningsplatser.

Som beskrivits ovan så finns det många olika bevarandeförhållanden, men det som oftast hittas är lämningar som hamnat där av misstag eller blivit avsatt som skräp, vilket kan göra det svårt att förstå i vilket sammanhang makrofossilen använts innan deposition (Hastorf 1999). Fröer och spannmål som förkolnats och hittas på en plats berättar tyvärr sällan direkt om vad som odlades på platsen, utan visar snarare på vad man använde för gödsel, då de ofta är blandade med annat material (Murphy & Scaife, 1991).

Botaniska makrofossil är viktiga i förståelsen av jordbruk och landskapets förändring, speciellt i samband med människans växande inblandning i historien. De kan även användas för att förstå tidiga ekonomier som grundade sig på grödor och mark, de kan till och med användas för att visa politisk ställning för personerna eller området där de hittas (Hastorf, 1999). Makrofossil i korprolitter eller i maginnehåll hos bevarade kroppar ger en hänvisning till vad man åt förr.

Till skillnad från mikrofossil, så som pollen, så sprids inte makrofossil så långt från platsen där den fanns från början och kan därför ge direkt information om platsen de hittas på, dock måste man som sagt ta hänsyn till kontext och eventuell förflyttning (Murphy & Scaife, 1991), något som är speciellt relevant i den här studien, eftersom att människor inte lever i vatten. Därför måste eventuella kulturkopplade fröer ha hamnat där på ett annat sätt.

### 3.5 Datering

Datering av växtmaterial är en av de mest använda metoderna för att ta reda på ålder av jordprover och lagerföljder (Marty, 2014). Kol-14 ( $^{14}\text{C}$ ) datering är det då som används, det baserar sig på att växter via fotosyntesen har samma kvot av  $^{14}\text{C}$  och  $^{12}\text{C}$  isotoper som atmosfären under hela sin livstid. När växten sedan dör så kommer  $^{14}\text{C}$ , som är radioaktivt, sakta att sönderfalla. Genom att mäta kvoten  $^{14}\text{C}$  och  $^{12}\text{C}$  så kan man mäta hur gammal växten är (Liljegren, u.å.). Dock finns det ett problem med växter som lever i vatten, som även är relevant för Lina myr, då vattnet tar upp oorganiskt kol som löses upp. När sedan växterna tar upp detta "reservoarkol" i vattnet så ändras  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  kvoten och vid datering av växterna så finns det för liten mängd  $^{14}\text{C}$ , vilket ger datering med mycket äldre provsvar än vad det borde vara. Därför används framför allt delar från terrestra växter vid kol 14 datering (Marty, 2014).

Eftersom att det är kalkberggrund och hårt vatten på Gotland, så blir det en kemisk reaktion och karbonater fälls ut, vilket också påverkar de vattenlevande växterna. De tar upp detta "karbonatvatten" som gör att de vattenlevande växterna även kan få för gamla dateringar (Andréé, 2006). En av frågeställningarna i den här uppsatsen är om det går att hitta material till datering. Det är därför relevant att ta reda på om de fröer som hittas kommer från växter som ha vuxit i vatten, eftersom att det då kan antas att de kommer att visa fel i dateringen på grund av både den limniska levnadsmiljön för växterna och det karbonathaltiga vattnet på Gotland.

## 4. Metod

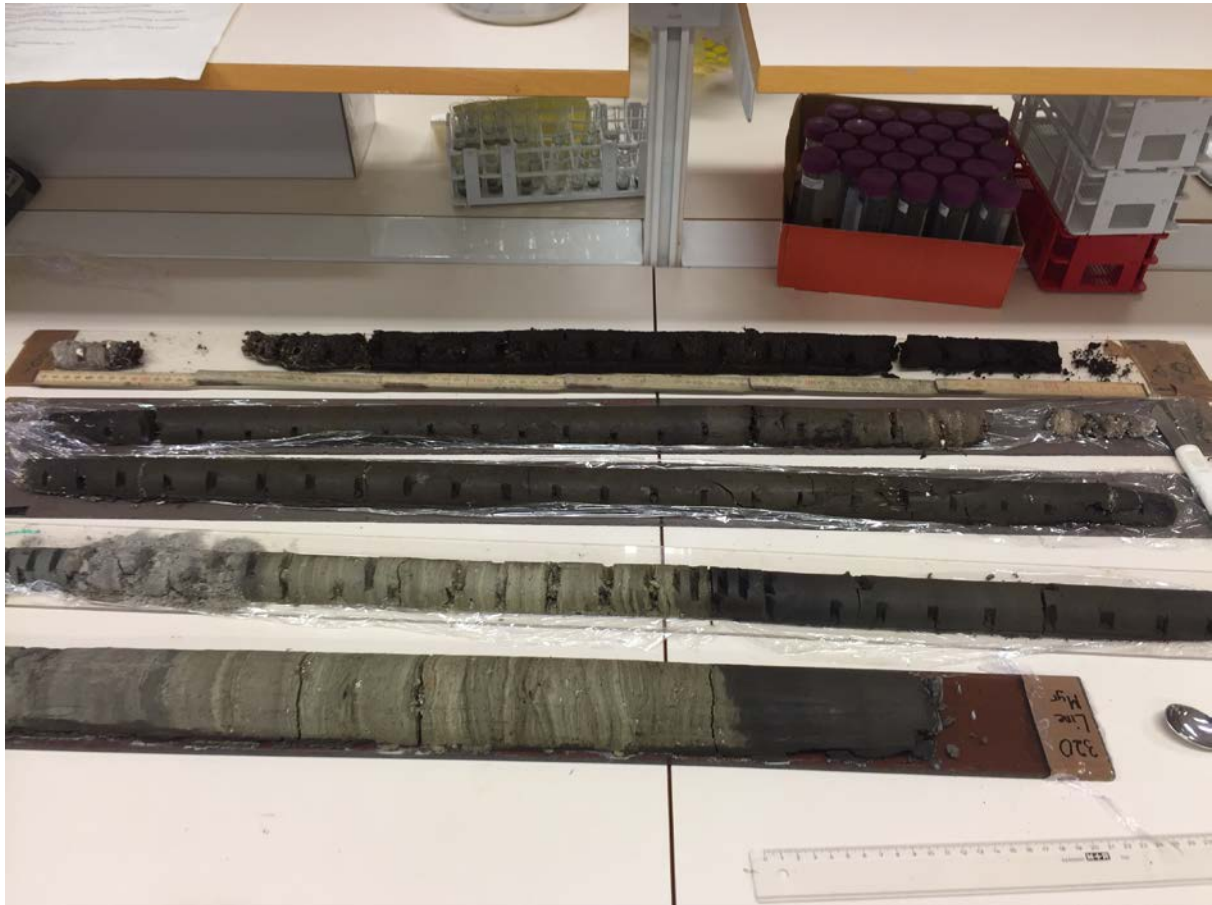
Provtagning av Lina myr genomfördes under våren 2014 av Jan Risberg och Ninis Rosqvist från Stockholms universitet. En borrhäns togs upp från lämpligt, representativ område (57°34'29.44"N, 18°39'10.30"Ö) med hjälp av ryssborr, i form av en 500 cm lång borrhäns som förvaras på institutionen för naturgeografi, Stockholmsuniversitet. Prover för makrofossilanalyser togs ut från denna kärna av författaren tillsammans med Jan Risberg och Martina Hättestrand den 15 mars 2016 vid vart 10:e cm i form av 2 st 1 cm stora bitar som placerades i brukar eller påsar märkta med cm, plats och provtagare. Vid identifierade stratigrafiska övergångar i sedimentlagren togs prov i tätare intervaller. Totalt togs 66 prover ut för makrofossilanalys från borrhäns från Lina myr och en liten mängd av dessa 66 prover, ca 1 cm<sup>2</sup>, sparades för pollenanalys vid senare tillfälle.

Preparering av makrofossilproverna gjordes i Uppsala av författaren, genom att ett prov löstes upp i 1 l vatten tills det var minimalt med jordklumpar kvar och det mesta av luften i porerna hade försvunnit från jorden. Vattenprovblandningen hölls sedan i en 0,25 mm sikt och sköljdes med varmt vatten tills alla klumpar försvunnit. Därefter silades provet återigen i ett kaffefilter av syntetiskt material innan provet lades i en provburk med lite vatten. Om materialet har för mycket lera i sig så fick det ligga i en 1:10 blandning av kaustiksoda och vatten en tid innan det siktades igen.

När väl provet var preparerat så skedde analys med hjälp av ett ljusmikroskop. En liten mängd material studerades åt gången och allt material av relevant karaktär eller okänd men intressant karaktär togs bort med pincett och placerades i mindre burkar för senare identifiering. Till sist identifierades materialet som tagits ut med hjälp av litteratur och antalet fröer, mollusker och annat relevant material räknades. Då en referenssamling inte fanns tillgänglig så har fröerna identifierats utifrån fröreferenser (se referenslista) och med hjälp av handledare.

## 5. Resultat

### 5.1 Borrkärnan



**Figur 1.** Borrkärnor från Lina myr. Foto: Yrja Hanström, 2016

I borrkärnan identifierades ca 7 olika lager (se figur 1). I botten av kärnan fanns gråblå postglacial lera följt av ett tunt lager med sand och mineralbitar i (se tabell 1). Därefter följde ett grönt lager med kalkgyttja och skal, skalen blev färre i det mörkbruna lagret bara för att återkomma i det ljusbruna lagret igen. Mellan 77-93 cm fanns det organiskt material med en del skalrester i. Det översta lagret bestod av torv med mycket organiskt material. För mängd makrofossil hittad i de olika lagren se figur 2a.

**Tabell 1.** Lager i borrkärnan från Lina myr

Lager	Längd (cm)
Postglacial lera, gråblå	390- Slutet på kärnan
Sand	380-390
Kalkgyttja, grön	341-380
Kalkgyttja, mörkbrun	120-341
Kalkgyttja, ljusbrun	93-120
Torv med skal	77-93
Torv	0-77

## 5.2. Makrofossilanalys

Resultatet är uppdelat i två tabeller, ett för de frön som hittats (bilaga 1) och ett för övriga makrofossil så som insektsdelar, molluskskal och kol (bilaga 2). En del av materialet var fragmenterat eller på annat sätt svåridentifierbart och har därför definierats med "cf.", som får betraktas som en hypotetisk bestämning i betydelsen "ser ut som".

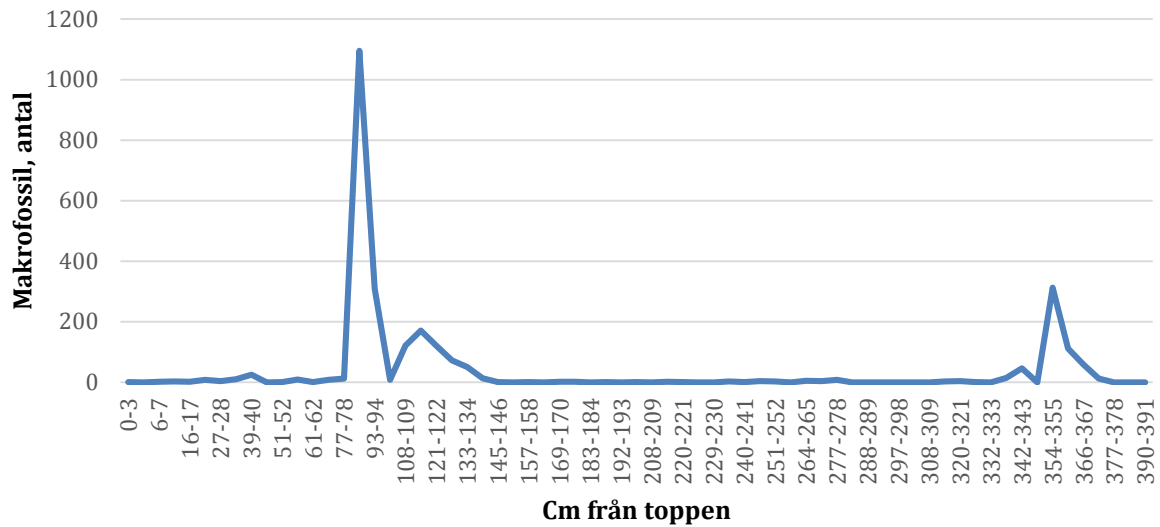
De arter som påträffades var huvudsakligen växter som lever i eller vid vattnet så som *Najas marina* och *Chara* (se tabell 2). *Chara* är inte ett frö utan en vilospor från en grönalga som växer i sötvatten eller bräckt vatten. Några terrestra fröer påträffades också, vanligast var *Betula pendula*, glasbjörk, som gärna växer vid fuktig mark. Av de familjer som hittades hörde flest fröer till familjen Cyperaceae, dvs. starrväxter. Olika arter av *Carex* (ett släkte i Cyperaceae familjen) var mycket förekommande (se figur 2c). Alla förekommande arter av *Carex*, utom *Carex sylvatica* trivs på fuktig mark vid kärr eller havsstränder. Andra förekommande växter var *Ruppia* (Nating), *Potamogeton* (nate), och *Menyanthes trifoliata* (vattenklöver). Huvuddelen av dessa växter trivs på fuktig jord eller i sött och/eller bräckt vatten. Endast ruppian trivs i salt vatten, men den trivs även i bräckt vatten. Förutom björk påträffades också enstaka fröer av terrestra växter som *Solanum dulcamara* (besksöta) och *Chenopodium album* (svinmålla) båda dessa kan växa på stränder men även kulturmarker.

**Tabell 2.** Fröer samt deras ekologi och allmänna namn, informationen hämtad från Anderberg & Anderberg, 2013 samt Guiry, 2016

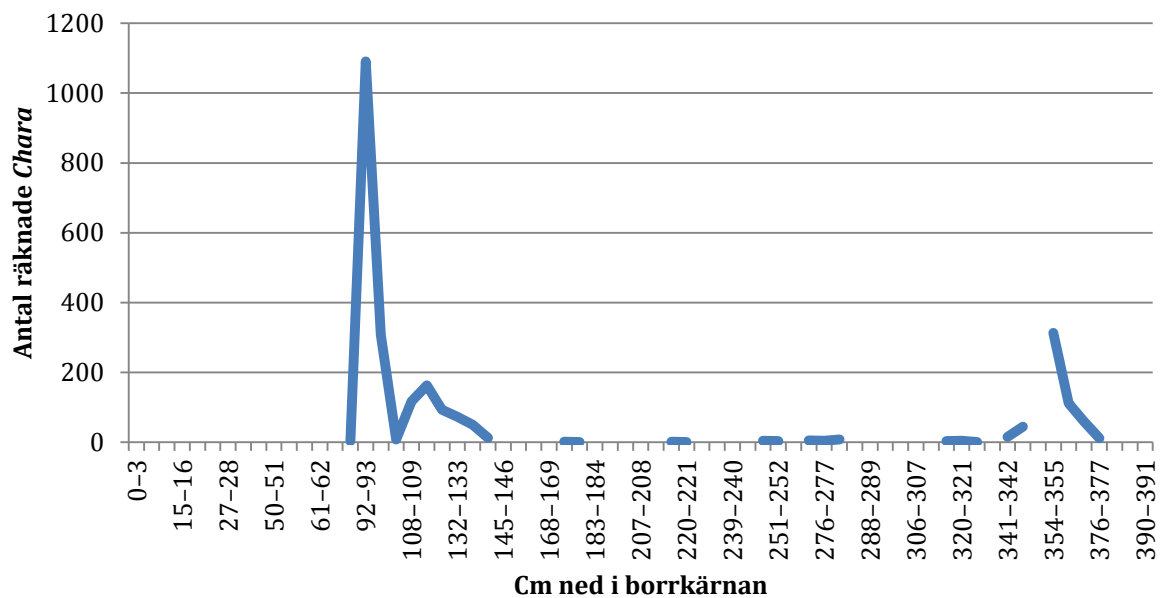
Vetenskapligt namn	Allmänt namn	Ekologi
<i>Betula pubescens</i>	Glasbjörk	Glasbjörken växer vid våtmarker och kärr
<i>Carex distans</i>	Glesstarr	Förekommer på havsstrandsängar
<i>Carex hostiana</i>	Ängsstarr	Trivs på kalkrik jord, fuktängar och stränder
<i>Carex sylvatica</i>	Skogsstarr	Trivs i mullrik jord, i lövskogar
<i>Carex panicea</i>	Hirsstarr	Växer på fuktig mark överallt, ofta vid stränder
<i>Chara</i>	Gröналgs släkte	Släkte av grönalger som växer i sötvatten eller bräckt vatten
<i>Chenopodium album</i>	Svinmålla	Trivs på kultiverad mark så som åkrar och liknande, men även vid havsstränder
Cyperaceae	Halvgräs	Familj med 115 släkten, den största är <i>Carex</i>
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Vattenklöver	Finns vid kärr, havsstränder och fuktig mark.
<i>Najas marina</i>	Havsnajas	Växer i bräckt vatten, men ibland i sötvatten och är relativt ovanlig idag.
<i>Solanum dulcamara</i>	Besksöta	Växer i vatten så som sjöstränder, kärr och längs små vattendrag.
<i>Potamogeton</i>	Nate	Vattenlevande örter med jordstam, trivs i både sött och bräckt vatten.
<i>Ruppia</i>	Nating	Vattenlevande örter som växer under vattenytan. De två arterna som finns i Sverige, hårnating och skruvnating, växer i både bräckt och salt vatten.

Vid sanden och den postglaciala leran hittades inga fröer, men vid 341- 377 cm kom det en ökning av *Chara* (se figur 2b). Därefter minskade *Chara* igen, och endast några *Betula* frön hittades. Det var först mellan ca 7-145 cm det började dyka upp flera olika sorters fröer.

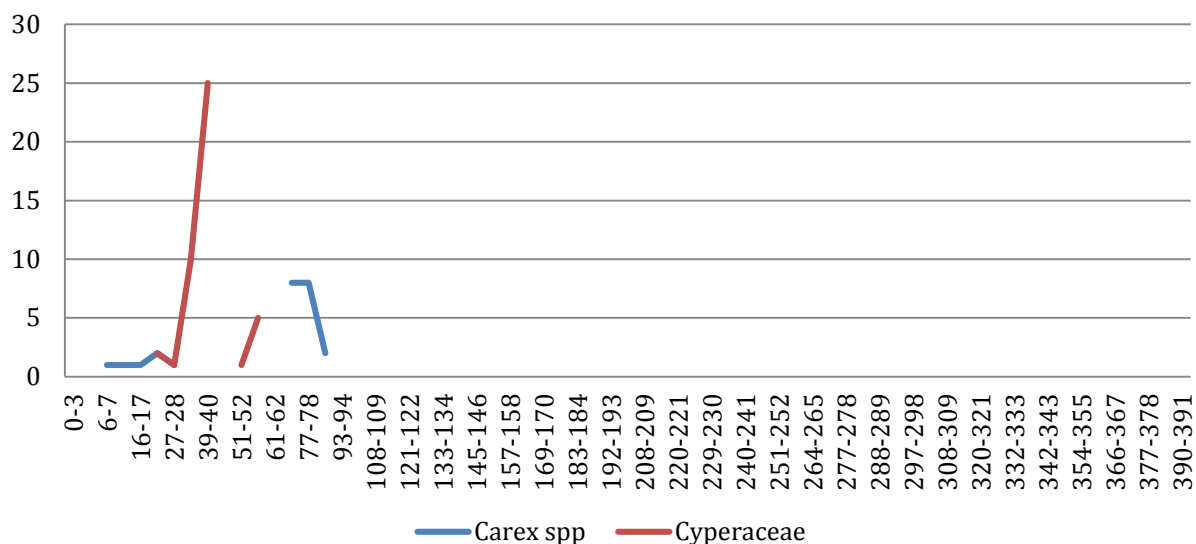
De flesta fröerna som hittades trivs i sött eller bräckt vatten och den ekologiska tolkningen av resultaten kommer att diskuteras i mer detalj i diskussionen nedan.



**Figur 2a.** Total förekomst av botaniska makrofossil i borrhärnan

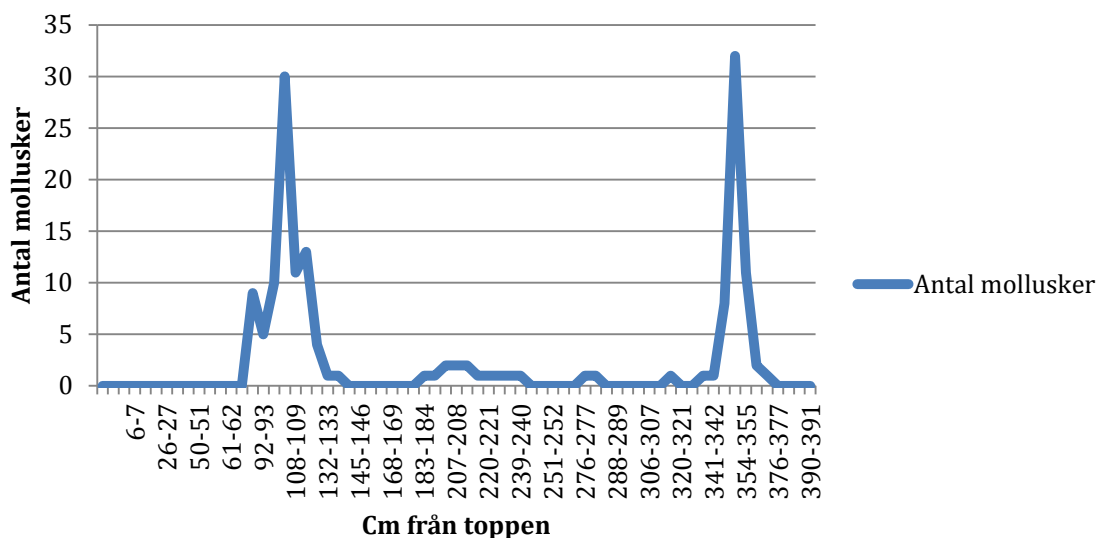


**Figur 2b.** Förekomsten av Chara i borrhärnan.



**Figur 2c.** Förekomst av Carex spp och Cyperaceae i borrkärnan.

Av de mollusker som kunde bli identifierade så är det möjligt att se att de främst levde i sötvatten. Mellan 352-367 cm fanns en del *Littorina neglecta* som återkom vid 92-123 cm. *Valvata cistrata* fanns vid 352-566 cm samt 92-133 cm och mellan 120-132 cm hittades *Sphaerium cornacaemum* (se tabell 3). Intervallet 108-109 cm är den enda delen där *Valvata macrostroma* återfinns vid (se figur 3). Insekterna är i dagsläget inte identifierade.



**Figur 3.** Förekomst av mollusker och delar av mollusker som i kärnan

**Tabell 3.** Mollusker och deras ekologi, information från Greenhalgh, 2007 samt Hayward, 1996

Mollusk	Ekologi
<i>Littorina neglecta</i>	Lever i tidvattensmiljöer
<i>Valvata cistrata</i>	Lever i sötvatten
<i>Valvata macrostroma</i>	Lever i sötvatten
<i>Sphaerium cornacaemum</i>	Lever i sötvatten

### 5.3. Material till datering

Av de fröer som hittades så var det få som kunde användas till datering, endast *Betula* lämpade sig för detta. Flera *Carex*-frön hittades men de kunde inte användas eftersom att de ofta växer vid strandkanter och liknande och därmed kan få en felaktig C<sup>14</sup>/C<sup>12</sup> kvot, något som undersöktes av Christos Katrantsiotis (2013). I hans undersökning jämfördes *Betula* och *Carex* från samma lager och då var det möjligt att se att *Carex* skiljde sig mycket åt i dateringen och därför inte var användbar.

Ett av målen med projektet var att hitta material till datering och då är träkol ofta en mycket användbar källa för <sup>14</sup>C datering eftersom att de består av rent kol. Dock hittades endast en mycket liten andel kol och proverna var för små för att kunna användas till datering.

## 6. Diskussion

Frågeställningarna som ställdes upp i början av denna uppsats var: Är det möjligt att enbart använda makrofossil som material för att göra en landskapsanalys vid Lina myr? Finns det tillräckligt med relevant material i borrhärnan från Lina myr för att göra en datering?

*Potamogeton*, *Ruppia*, *Chara* och *Najas marina* växer alla i vatten, sött eller bräckt. Alla arter utom *Carex silvatica* och *Betula pubescens* trivs på marker i kontakt med vatten. En tolkning av fördelning av de vattenlevande växterna och förekomsten av *Chara* är att då *Chara* tillfälligt ökar mellan 354-377 cm djup, så kan detta eventuellt indikera en tillfällig havsyttesänkning. Under 145 – 341 cm så finns det däremot väldigt lite *Chara*, så kanske höjdes salthalten eller vattennivåerna under den perioden. I övrigt så har *Chara* funnits nästan konstant i proverna, så troligtvis har vattnet varit sött eller lätt bräckt under större delar av tidsperioden. Dock skulle en diatoméanalys ge tydligare svar på hur vattenförhållandena varit då lagren avsatts. Från ungefär 156- 50 cm så ökar molluskerna stadigt, vilket kan visa på en högre vattennivå, alternativt en förändring i salthalt till sötare vatten. Därefter kommer det fler och fler fröer från växter som trivs på strandkanter och på blöt mark, så ett antagande kan vara att vattennivån därmed sänkts och gett plats för dessa växter. Även en hel del *Chara* dyker upp men försvinner vid ca 60 cm, så troligtvis så finns det inte längre vatten i området då.

I och med att strandlinjeförskjutningen på Gotland och i undersökningsområdet är relativt okänt, samt att det inte finns någon datering av borrhärnan, så är det dock svårt att konfirmera i vilket stadium av Östersjöns utveckling dessa olika skeenden kan ha skett och på så sätt identifiera om området varit en sjö eller havskust. Vad som står klart är att efter istiden så har en landhöjning skett som verkar stämma in på att området med tiden inte längre var havstäckt.

Ingen datering kunde göras på de flesta fröerna, då de flesta växer i vatten eller på annat sätt upptar vatten från sjöar eller hav, så resultatet kan endast tolkas relativt med hjälp av lagren i den här rapporten i nuläget. Dock borde *Betula pendula* kunna användas som datering för några av lagren.

Endast mycket lite kol har hittats, så det är inte möjligt att säga något om människans närvaro och påverkan i området, inte heller har några kulturväxter så som säd och korn hittats som kan bekräfta mänsklig närvaro. För framtida utökade analyser rekommenderas att prover tas närmare det som man misstänker vara boplatsläget under förhistorisk tid. För vidare botaniska makrofossilanalyser rekommenderas också provtagning med borrhärna med större diameter för större provmängder. Till dessa prover borde både diatomé- och eventuellt pollenanalys genomföras tillsammans med makrofossilanalys. Dessutom kommer det bli lättare att

göra en rekonstruktion av landskapsutvecklingen när en strandlinjeförskjutningskurva är framtagen.

## 7. Slutsats

Resultatet av den här undersökningen var att provmängderna var för små för att de i det här fallet skulle kunna användas för att göra en oberoende miljöanalys och det är troligtvis inte möjligt att använda enbart makrofossil för att göra en oberoende miljöbeskrivning. Däremot kan en makrofossilanalys ligga till grund för urval och prioriteringar för vidare undersökningar.

Det skulle krävas fler borrhärdar på olika platser i området och en djupare analys av både mollusker och insekter för att få en klarare ekologisk bild. En tydligare analys av vattnets utbredning och ekologi skulle kunna göras med hjälp av diatoméanalys. Dock kan det materialet som tagits fram här användas i framtida studier av Gotland och Lina myrs paleoekologi.

I frågeställningen om material till datering så hittades i den här undersökningen en relevant mängd *Carex*, men som med de flesta andra fröer som hittades så kunde de inte användas då de lever i limniska förhållanden och därmed tar upp karbonatigt vatten vilket gör att de inte lämpar sig för dateringar. Dock hittades en liten mängd *Betula* som växer i terrestra förhållanden och förhoppningsvis så kommer datering kunna göras på dem. Mängden kol som hittades var alldeles för begränsad för att vara användbart.

## 8. Tack

Tack till Jan Risberg och Martina Hättestrand på Stockholms Universitet, institutionen för kvartärgeologi, som tog emot mig och hjälpte mig att få materialet från borrhärdarna till min studie. Tack också till Sumeri Uys, utbytesstudent på arkeologiska institutionen, och min handledare Anneli Ekblom, som hjälpte mig när jag tappade bort mig bland alla fröer och växter.

## 9. Referenser

- Anderberg, A-L. (1994), *Atlas of seeds. Part 4. Resedaceae-Umbifelliferae*. Stockholm: Naturhistoriska riksmuseet.
- Andree, M., Oeschger, H., Siegenthaler, U., Riesen, T., Moell, M., Ammann, B., & Tobolski, K. (2006), <sup>14</sup>C dating of plant macrofossils in lake sediment. *Radiocarbon*, 28(2A), s. 411-416. doi:10.2458/azu\_js\_rc.28.949
- Beijerinck, W. (1976), *Zadenatlas der Nederlandsche Flora*. Amsterdam: Backhuys & Meesters.
- Berggren, G. (1969), *Atlas of seeds. Part 2. Cyperaceae*. Stockholm: Naturvetenskapliga forskningsrådet.
- Berggren, G. (1981), *Atlas of seeds. Part 3. Salicaceae-Cruciferae*. Stockholm: Naturvetenskapliga forskningsrådet.
- Eliason, S. (2010), *Geotourism highlights of Gotland*, Tallin: NGO GEOGuide Baltoscandia.
- Ekblom, A., (2016), Miljöarkeologins redskap 1. I: Ekblom, A., Lindholm, K., Löwenborg, D., Notelid, M. (red) *Arkeologi & Landskap*. Uppsala, manus.
- Eriksson, J.A., (1992), *Natural history of xerotherm vegetation and landscapes on Stora Karlsö, an island in the western Baltic basin, Sweden*. Uppsala: Societas Upsaliensis pro geologia quaternaria [Kvartärgeologiska fören.].



- Foster, D., (2000), Conservation lessons and challenges from ecological history. *Forest History Today*, 6, Fall issue, s. 2–11.
- Greenhalgh, M. & Ovenden, D. (2007), *Freshwater life: Britain and Northern Europe*, London: Collins.
- Hastorf, C., (1999), Recent research in Paleoethnobotany. *Journal of archaeological research*, vol. 7 (nr 1), s. 55-103.
- Hayward, P., Nelson-Smith, T. & Shields, C. (1996), *Sea shore of Britain & Europe*, London: HarperCollins.
- Jacomet, S., (2007), Plant macrofossil methods and studies: use in environmental archaeology I: Elias, S. A. (red), *Encyclopedia of quaternary science*, Amsterdam: Elsevier, s. 2384-2412.
- Jacomet, S, C. Brombacher und M. Dick (1989), *Archäobotanic am Zürichzee-Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von Neolitischen und Bronze zeitlichen Seefersiedlungeni m Raum Zürich*. Züricher Denkmalpflege, Monografien 7. Zürich: Orell Füssli.
- Katrantsiotis, C., (2013), *Paleoenvironment and shore displacement since 3200 BC in the central part of the Långhundraleden Trail, SE Uppland*. Masteruppsats, Stockholms Universitet.
- Marty, J. & Myrbo, A. (2014), Radiocarbon dating suitability of aquatic plant macrofossils, *Journal of Paleolimnology*, vol. 52 (nr. 4), s. 435-443.
- Munthe, H., (1913), *Drag ur Gottlands odlingshistoria: i relation till öns geologiska byggnad*, Stockholm: Norstedt.
- Murphy, P. and Scaife, R., (1988), Environmental archaeology of gardens I: Brown, A., *Garden archaeology: CBA research report no 78*. Council for British Archaeology, Dorchester: Dorset press, s. 83-100.
- Mörner, N-A. & Wallin, B. (1977), A 10,000 year temperature record from Gotland, Sweden. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21, s. 113-138.
- Påhlsson, I., (1977), *A standard pollen diagram from the Lojsta area of central Gotland*, Societas Upsaliensis pro geologia quaternaria [Kvartärgeologiska fören.].
- Svensson, N., (1989), *Late Weichselian and early Holocene shore displacement in the central Baltic, based on stratigraphical and morphological records from eastern Småland and Gotland*, Sweden, Lund: Dept. of Quaternary Geology [Kvartärgeologiska institutionen].
- Üsaiyté, D., (2001), *Late quaternary biostratigraphy of sediments of the southeastern Baltic Sea*, Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.
- Willis, K.J., Araújo, M.B., Bennett, K.D., Figueroa-Rangel, B., Froyd, C.A., Myers, N., (2007) How can a knowledge of the past help to conserve the future? Biodiversity conservation and the relevance of long-term ecological studies, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 362 (nr. 1478), s. 175-186.

## 9.1. Internetkällor

- Alvar, (u.å.) *Nationalencyklopedin*.  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/alvar> [2016-05-10]
- Anderberg, A., & Anderberg, A.L., (2013), *Den virtuella floran*. Naturhistoriska riksmuseet. <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html> [2016-04-28]
- Cappers, R.T.J. Bekker, R.M. Jans J.E.A. (2006), *Digital Seed Atlas of the Netherlands*. Groningen Archaeological Studies 4 2006, Nederländerna: Barkhuis Publishing, [www.seedatlas.nl](http://www.seedatlas.nl) [2016-04-29]

- Enderborg, B., (2009). *Myrar på Gotland*. Tillgänglig: <http://www.guteinfo.com/?id=853> [2016-03-23]
- Gaillard, M., (2010), Forskning och undervisning i paleoekologi (miljöhistoria) vid Linnéuniversitetet – I. allmän information. *Linnaeus university research blog*. [Blogg] 22 april. <http://blogg.lnu.se/research/blog/religious-studies/forskning-och-undervisning-i-paleoekologi-miljohistoria-vid-linne-universitet-i-allman-information/> [2016-05-08]
- Guiry, W in Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2016), *AlgaeBase.*, Galway: National University of Ireland. Tillgänglig: [http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species\\_id=27184](http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=27184) [2016-04-01]
- Guteinfo (2009). *Gotlands historia*. Tillgänglig: <http://www.guteinfo.com/?avd=800> [2016-04-01]
- Liljegren, R., & Öhlander, B., (u.å), kol-fjorton-datering. *Nationalencyklopedin*. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/kol-fjorton-datering> [2016-05-05]
- Länsstyrelsen, (u.å.) Gotlands län. *Gotlands historia*. Tillgänglig: [http://www.lansstyrelsen.se/gotland/Sv/om-lansstyrelsen/om-lanet/Pages/gotland\\_historia.aspx](http://www.lansstyrelsen.se/gotland/Sv/om-lansstyrelsen/om-lanet/Pages/gotland_historia.aspx) [2016-05-03]
- Naturhistoriska riksmuseet (2014), *Kambrium*. Tillgänglig: <http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/fossil/livetshistoria/kambrium.8029.html> [2016-05-05]
- Riksantikvarieämbetet, (2016), *Fornsök*. Tillgänglig: [http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html?utm\\_source=fornsok&utm\\_medium=block&utm\\_campaign=ux-test](http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html?utm_source=fornsok&utm_medium=block&utm_campaign=ux-test) [2016-04-01]
- Svensson, N-O., (2001), *Pollenanalytisk undersökning av jordlager i Rishög, Bjäragården*, Pathways to Cultural Landscapes, Eslöv. Tillgänglig: [http://www.pcl-eu.de/virt\\_ex/report.php](http://www.pcl-eu.de/virt_ex/report.php) [12-05-2016]

## 9.2. Opublicerade referenser

- Martinsson-Wallin, Helene (2016), universitetslektor i arkeologi vid Uppsala universitet. Seminarium: *Landskap i förändring*. Muntligen 16 mars 2016.

## 10. Bilagor

### Bilaga 1.

Potamogeton				C.F. 1															
Menyanthes trifoliata C.F.			1			2													
Solanum dulcamara																1			
Najas marina																			
Knopp					1	2		1										1	1
Ruppia C.F.																			
Cyperaceae						2		1	10	25				1		5			
Carex okänd				1				1											
Carex panicea-typ																			
Carex sylvatica -typ						2													
Carex hostiana-typ																			
Carex distans-typ	1		1		1												2		
Chenopodium album-typ			1																
Chenopodium																			
Chara																			
Betula pubescens								1											
Prov/ Fynd	0-3	5-6	6-7	15-16	16-17	26-27	27-28	38-39	39-40	50-51	51-52	60-61	61-62						

					1												
	1																
					2	8	27										
							1										
		1															
					1?												
		1															
7	8 C.F.																
1		1 C.F.															
		1															
	3	1091	308	8	117	163	93	73	50	13	1						
76-77	77-78	92-93	93-94	106-107	108-109	120-121	121-122	132-133	133-134	144-145	145-146	156-157					











**Bilaga 2.**

<b>Insektsägg</b>																				
<b>Insekter</b>		1	1	1	1	1	1		1				1		1					
<b>Kol</b>	1																			
<b>Vita skal</b>																				
<b>Lila skal</b>																				
<b>Musslor</b>																				
<b>Littorina neglecta</b>																				
<b>Sphaerium corinaeum C.F.</b>																				
<b>Valvata macrostroma C.F.</b>																				
<b>Valvata cristata C.F.</b>																				
<b>Prov/ Mollusker</b>	<b>0-3</b>	<b>5-6</b>	<b>6-7</b>	<b>15-16</b>	<b>16-17</b>	<b>26-27</b>	<b>27-28</b>	<b>38-39</b>	<b>50-51</b>	<b>51-52</b>	<b>60-61</b>	<b>61-62</b>	<b>76-77</b>	<b>77-78</b>						



1			1								
168-169	169-170	182-183	183-184	190-191	192-193	207-208	208-209	219-220	220-221	228-229	229-230



	1					1	1				
1	1			1	1	2	1	1			
			1			1	1				
							4	13	5		
						3	9		1		
306-307	308-309	319-320	320-321	331-332	332-333	341-342	342-343	352-353	354-355	365-366	366-367

1											
1		1?									
1											
<b>376-377</b>	<b>377-378</b>	<b>389-390</b>	<b>390-391</b>								



