



## **Examensarbeten**

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

**2012:22**

### **Skogsutnyttjandet vid den medeltida masugnen i Hyttehamn**

*The forest use in the vicinity of the medieval blast furnace  
in Hyttehamn*

**Torun Bergman**





# Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2012:22

## Skogsutnyttjandet vid den medeltida masugnen i Hyttehamn

*The forest use in the vicinity of the medieval blast furnace  
in Hyttehamn*

**Torun Bergman**

### Nyckelord / *Keywords:*

Geokemisk analys, masugnsbruk, pollenanalys / *blast furnace ironmaking, geochemical analysis, pollen analysis*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2012

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*  
Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*  
Examensarbete i biologi / *Bachelors degree thesis in Biology*  
EX0587, 15 hp, grundnivå/ *ground level G2E*

Handledare / *Supervisor:* Ulf Segerström  
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*  
Examinator / *Examiner:* Erik Valinger  
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

## **Förord**

Detta arbete har kommit till med hjälp från några mycket kunniga personer. Jag riktar ett stort tack till Richard Bindler och Jon Karlsson, Umeå universitet, som bidragit med sitt kunnande på olika sätt, till exempel i Figur 2-5. Stort tack också till Catarina Karlsson, SLU, för att jag fått nyttja hennes bilder från Hyttehamn. Sist men inte minst vill jag tacka min kompanjon Anna Weinehall, utan vars sällskap på labbet arbetet hade varit betydligt svårare och framförallt inte lika roligt!

## Sammanfattning

Detta arbete är en del i ett större tvärvetenskapligt projekt, "Hyttehamnsprojektet", som initierades efter att en medeltida masugnsruin upptäckts i Hyttehamn i nordöstra Västergötland. Min del i projektet har varit att utföra en pollenanalys på sedimentprover från Kvarnsjön, belägen i närheten av Hyttehamn. Syftet var att utreda hur landskapet runt sjön förändrats under tiden hyttan var igång. Ingen pollenanalys har tidigare utförts i området. Pollenanalysen kombinerades med geokemisk analys. Resultaten tyder på att odling och skogsbete förekommit i området mellan cirka AD 1050 och AD 1400. De dateringar som tidigare gjorts på masugnen visar att den varit igång mellan sent 1200-tal och tidigt 1400-tal. Resultaten av pollenanalys och geokemisk analys visar att landskapet varit under påverkan betydligt längre än vad dateringarna av masugnen säger oss. Min slutsats är att fler  $^{14}\text{C}$ -dateringar på proverna från Kvarnsjön behövs för att kunna göra en säkrare tolkning av pollendiagrammet. Det skulle också vara bra om fler prover analyserades, då det skulle ge en bättre bild av vegetationshistoriken.

**Nyckelord:** masugnsbruk, pollenanalys, geokemisk analys

## Abstract

This thesis is part of a larger interdisciplinary project, "the Hyttehamn project", which was initiated since a medieval blast furnace was discovered in Hyttehamn, situated in northeastern Västergötland. My part in this project has been to do a pollen analysis on sediment samples from the Kvarnsjön lake, situated near Hyttehamn. The aim was to investigate how the surrounding landscape changed meanwhile the furnace was in use. No pollen analysis has been made before in this area. The pollen analysis was combined with a geochemical analysis. The results show that there have been cultivation and forest pasture in the area between around AD 1050 and AD 1400. According to age determinations made earlier, the blast furnace was in use sometimes between late thirteenth century and early fifteenth century. Results from the pollen analysis and the geochemical analysis show that the landscape has been under influence for a considerably longer period than the age determinations of the blast furnace tell. My conclusion is that more radiocarbon datings on the samples from Kvarnsjön are needed. Further, it would be useful to do some more pollen analysis on the samples, to make the picture of the vegetation history clearer.

**Key words:** blast furnace ironmaking, pollen analysis, geochemical analysis

## Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Bergsbruket i Sverige under medeltiden .....	1
1.2 Hyttehamnsprojektet .....	1
1.3 Hyttdriften i Hyttehamn .....	1
1.4 Hyttdriftens påverkan på det omgivande landskapet .....	2
2. Material och metoder .....	3
2.1 Fältarbete .....	3
2.2 Preparering på lab.....	3
2.3 Pollenanalys och <sup>14</sup> C-datering.....	3
2.4 Databearbetning .....	3
3. Resultat.....	4
3.1 <sup>14</sup> C-datering .....	4
3.2 Geokemiska analyser.....	5
3.3 Kolpartiklar .....	8
3.4 Pollenanalys .....	8
4. Diskussion .....	10
5. Slutsatser .....	12
6. Referenser.....	13
7. Bilagor.....	15

# 1. Inledning

## 1.1 Bergsbruket i Sverige under medeltiden

Järnframställningen i Sverige har en lång historia; spår finns ända tillbaka till sen bronsålder (ca 700 f.Kr.) (Lagerås 2007). Att framställa och smida järn är en komplicerad process i flera steg. Man skiljer mellan två tekniker för järnframställning: blästbruk och masugnsbruk. Vid blästbruk var råvaran huvudsakligen jord-, sjö- och myrmalmer medan det i masugnsbruk var bergsmalm (Räf 2008). Blästbruket skedde i lokal skala och de flesta blästerugnarna låg i direkt anslutning till platsen där malmen påträffades (Magnusson 2010). Masugnstekniken anses ha införts under tidig medeltid. Den hittills äldsta kända masugnen är Lapphyttan i Norbergs socken, Västmanland, som är daterad till slutet av 1100-talet (Räf 2008). I en masugn reduceras järnet vid så höga temperaturer att både järn och slagg blir flytande. Det går till så att en oxidisk malm upphettas i en blandning med kol. Kolet reagerar med det syre som finns i malmineralet vid bildning av koloxid och koldioxid och därigenom frigörs järnet (Karlsson 2010). Järnet sjunker till ugnens botten medan slaggen flyter ovanpå järnet. Utbytet är högt tack vare ugnens höga arbetstemperatur (Räf 2008). Bergsbrukets äldsta historia i Sverige är oftast dåligt dokumenterad i skriftliga källor. Desto fler är de fysiska spåren i naturen, såsom gruvhål, slagghögar och lämningar efter hyttor (Segerström m.fl. 2010).

## 1.2 Hyttehamnsprojektet

Detta arbete är en del i ett större tvärvetenskapligt projekt, "Hyttehamnsprojektet". Det initierades efter att en tidigare okänd medeltida masugnsruin år 2000 upptäckts i Hyttehamn i nordöstra Västergötland, endast tiotalet meter från Vätterns strand. De dateringar som gjorts visar att hyttan med all sannolikhet brukats under 1300-talets första hälft. Det intressanta med Hyttehamn är att platsen ligger utanför de tidigare kända medeltida bergslagsområdena och när masugnsruinen påträffades ansågs den därför vara ett unikt fynd. Så visade sig dock inte vara fallet, utan Hyttehamn är en del i en mindre etablering av hyttor i området under medeltiden. Masugnsruinen är drygt 5 x 5 m. Konstruktionen tycks skilja sig från "den vanliga svenska masugnen", genom att hyttan verkar ha varit helt friliggande, det vill säga ej ingrävd i marken. En tre och en halv meter lång dräneringskanal har hittats och denna är unik för medeltida fynd av masugnar. Hyttan tycks ha varit i bruk endast under en kortare period, av mängden slagg och andra lämningar att döma. Varför masugnen i Hyttehamn övergavs och produktionen avslutades är okänt. Under tiden den var i bruk var arbetet dock mycket välorganiserat; kol och malm förvarades var för sig och masugnsprocessen och efterarbetet med tackjärnet separerades. Hyttehamn verkar ha varit ett typiskt medeltida kolonisationsområde, med relativt dåliga förutsättningar för odling men där andra näringar i form av industri, skogsproduktion, jakt och fiske varit viktiga (Karlsson & Ask 2010).

## 1.3 Hyttdriften i Hyttehamn

Tre faktorer var avgörande vid valet av plats för en masugn: förekomst av malmråvara, tillgång på bränsle i form av ved och träkol samt närhet till rinnande vatten för vattenkraft. Masugnsruinen i Hyttehamn är belägen ett par meter norr om Hyttbäcken, som rinner från Kvarnsjön några hundra meter väster om Hyttehamn, mot Vättern. Fallhöjden mellan Kvarnsjön och Vättern är ca 30 meter och fallsträckan ungefär 500 meter. Det finns därför goda förutsättningar för vattenkraft i Hyttbäcken och spår av dämmen och rester av en



hjulgrav visar tydligt att sådan bedrivits på platsen. Själva råvaran, malmen, tycks inte ha brutits i direkt anslutning till Hyttehamn, men eftersom masugnen ligger nära stranden är det möjligt att malmen fraktats dit med båt. Bränsle torde det ha funnits gott om, då Hyttehamn ligger inom det skogsklädda bergsområdet Tiveden (Karlsson & Ask 2010).

#### 1.4 Hytt driftens påverkan på det omgivande landskapet

En masugn krävde stora mängder träkol och ved till kolning och tillmakning. Det var därför inte järnframställningen i sig själv som lämnade störst spår i miljön, utan avskogningen (Lagerås 2007). Vedartsanalyser visar att det framförallt var kol av gran och tall som användes i Hyttehamn, men även lövträd som björk, al och asp har hittats i proverna (Karlsson & Ask 2010). Hytt driften hade även en direkt miljöpåverkan genom spridning av tungmetaller och kolpartiklar (Sandberg 2011). Föroreningar som sprids i luft och vattendrag lagras i sjöarnas bottensediment och myrarnas torvlagerföljder, vilka fungerar som biologiska arkiv över forna tiders miljöförändringar. Genom att analysera bottensedimentet kemiskt fås en uppfattning om belastningen av föroreningar i ett område. Även pollen från fröväxter och sporer från ormbunkar transporteras via luft och vattendrag och inkorporeras i sjösediment och torv, där de bevaras tack vare bristen på syre. Pollen och sporer är identifierbara till art och med pollenanalys studeras vegetationshistoriken; det vill säga vilka trädslag som funnits, när människan börjat odla och vad som odlats (Segeström m.fl. 2010). Detta ger en bild av hur skogen runt sjön förändrats då landskapet exploaterats för olika ändamål. Enligt Lagerås (2007) har järnproduktionen ofta föregåtts av en tidig, småskalig agrar etablering. Det kan därför vara svårt att skilja jordbrukets och bergsbrukets påverkan på den omgivande skogen åt. Syftet med detta arbete är att utreda hur landskapet runt sjön förändrats under tiden hyttan var igång. Min del i projektet har varit att utföra en pollenanalys på sedimentprover från Kvarnsjön, Hyttehamn. Ingen pollenanalys har tidigare utförts i området.



Figur 1. Karta över området. Hyttehamn ligger i Karlsborgs kommun, Västergötland. Ur: Karlsson & Ask 2010. Publiceras med tillstånd av författarna.

## 2. Material och metoder

### 2.1 Fältarbete

Sedimentproverna är tagna från Kvarnsjön, belägen några hundra meter väster om Hyttehamn, Karlsborgs kommun, Västergötland (Figur 1). Sjön är relativt liten, två hektar stor och fem meter djup (Segerström 2012 muntl.). En fullständig sedimentprofil togs av Ingemar Renberg och Ulf Segerström den 15 februari 2009. Proverna togs från isen med rysk torvborr (Jowsey 1966) samt HTH sedimentprovtagare (Renberg & Hansson 2008) för det övre, mycket vattenhaltiga sedimentet. Sedimentprofilen bestod av två proppar, från sedimentytan ner till 1,7 meters sedimentdjup. De halvcyylinderformade sedimentpropparna packades in i plastfolie och aluminiumfolie för transport till laboratoriet.

### 2.2 Preparering på lab

Under februari 2012 preparerades och analyserades sedimentet geokemiskt av Richard Bindler och Jon Karlsson vid EMG, Umeå universitet. Propparna skars i 1 cm tjocka prover som sedan frystorkades (Karlsson 2012 muntl.). Sedimentet analyserades avseende 26 olika element med röntgenfluorescensspektrometri (XRF). Av intresse för mitt arbete var magnesium (Mg), kalium (K), zirkonium (Zr), titan (Ti), bly (Pb) samt zink (Zn). De geokemiska analyserna avseende metaller användes för att studera depositionen av föroreningar över tid, och därmed kunna utläsa när i sedimentprofilen påverkan av järnframställning kan förväntas förekomma.

För pollenanalysen plockades vart fjärde prov ut så att en serie på 18 prover från 28 cm ner till 96 cm i sedimentprofilen erhöles. En liten mängd torkat sediment, uppskattningsvis 0,5 cm<sup>3</sup>, överfördes till provrör. Prepareringen av sedimentproverna för pollenanalys följde standardmetoder enligt Moore m.fl. (1991), med 5 % kaliumhydroxid och sedan acetolys. De behandlade proverna monterades på objektglas med safraninfärgad glycerin.

### 2.3 Pollenanalys och <sup>14</sup>C-datering

Minst 500 pollen per preparat räknades och identifierades med hjälp av bestämmingslitteratur. Totalt analyserades 16 prover. Förutom pollen noterades kolpartiklar i två storleksfraktioner, 50-150 mikrometer och >150 mikrometer, samt brunnen mossa. Makrofossil från tre sedimentdjup (66, 78 samt 98 cm) plockades ut och skickades till Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet för <sup>14</sup>C-datering. Valet av nivåer gjordes på basis av resultaten från de geokemiska analyserna. Resultaten kalibrerades i programmet Calib Rev. 6.0.0.

### 2.4 Databearbetning

Beräkningar och diagramritning gjordes i programmet Tilia 2.0. Procentberäkningarna för terrestra arter baserades på totalsumman av pollen från terrestra kärlväxter. För spörväxter och vattenväxter användes totalsumman av terrestra kärlväxter plus antalet av respektive art.

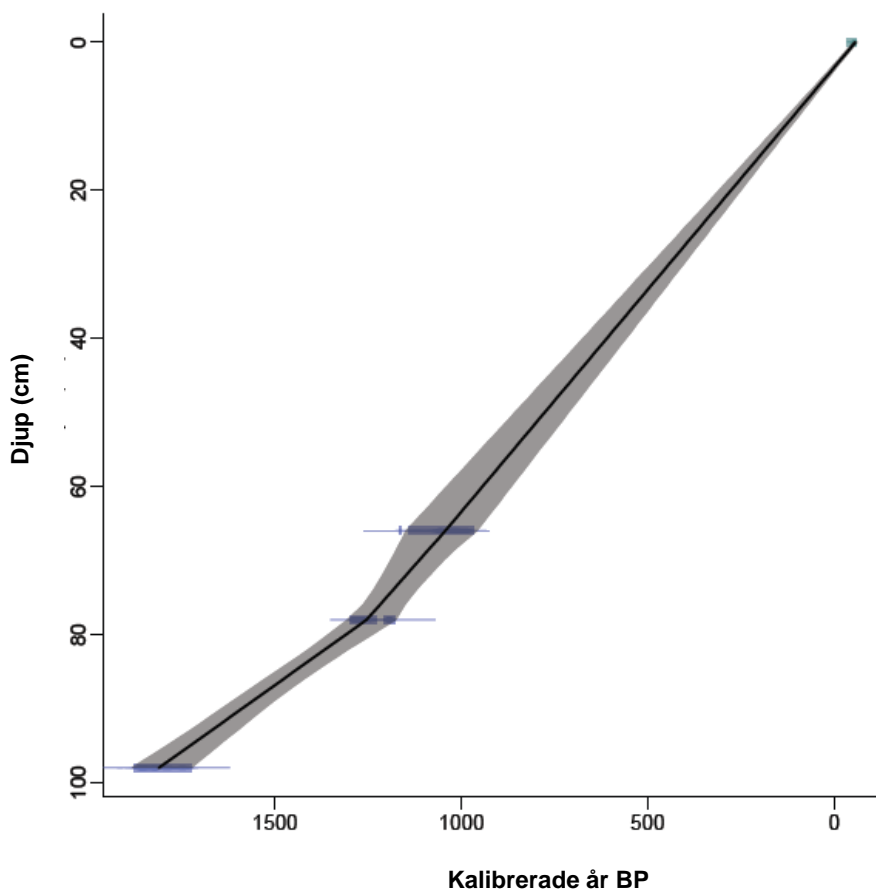
### 3. Resultat

#### 3.1 <sup>14</sup>C-datering

De tre nivåerna i sedimentprofilen som daterades var 66 cm, 78 cm samt 98 cm sedimentdjup. Dessa daterades till AD 900 ± 100 år, AD 710 ± 60 år respektive AD 150 ± 80 år (Tabell 1). Djup-åldermodellen (Blaauw 2010) användes för att uppskatta åldern på övriga sedimentdjup i sedimentprofilen (Figur 2). En översikt av resultaten från pollenanalys och geokemisk analys finns i Tabell 2.

Tabell 1. Resultat av <sup>14</sup>C-analyserna för sedimentprofilen från Kvarnsjön samt kalibrering av dateringarna till kalenderår. Analyserna har gjorts vid Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet och kalibreringen med programmet Calib Rev. 6.0.0 (Stuiver & Reimer 1993).

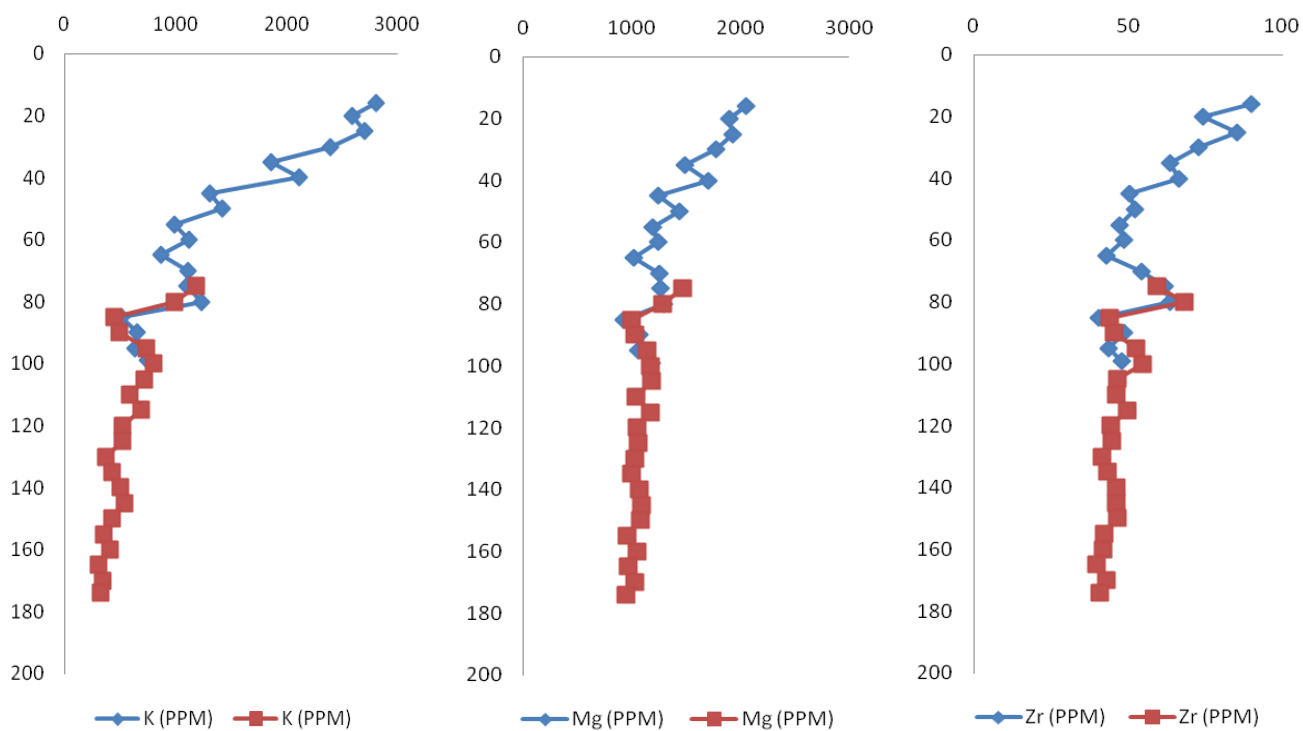
Labnummer	Sedimentdjup (cm)	Material	<sup>14</sup> C-ålder (BP)	Kalibrerad datering (2 sigma, 95,4 % sannolikhet)
Ua-43852	66	makrofossil	1137 ± 33	AD 900 ± 100 (809-985)
Ua-43853	78	makrofossil	1325 ± 30	AD 710 ± 60 (650-770)
Ua-43854	98	makrofossil	1874 ± 30	AD 150 ± 80 (71-224)



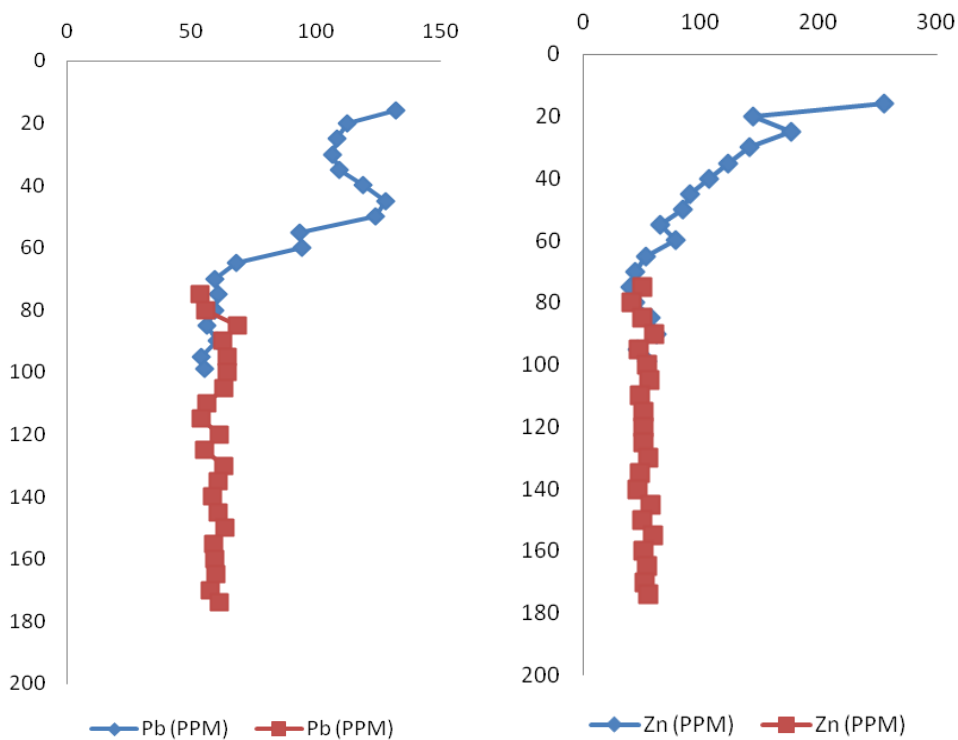
Figur 2. Djup-ålderkurva baserad på modellerade värden. Den lodräta skalan anger sedimentdjup i cm och den vågräta kalibrerade år BP (före år 1950).

### *3.2 Geokemiska analyser*

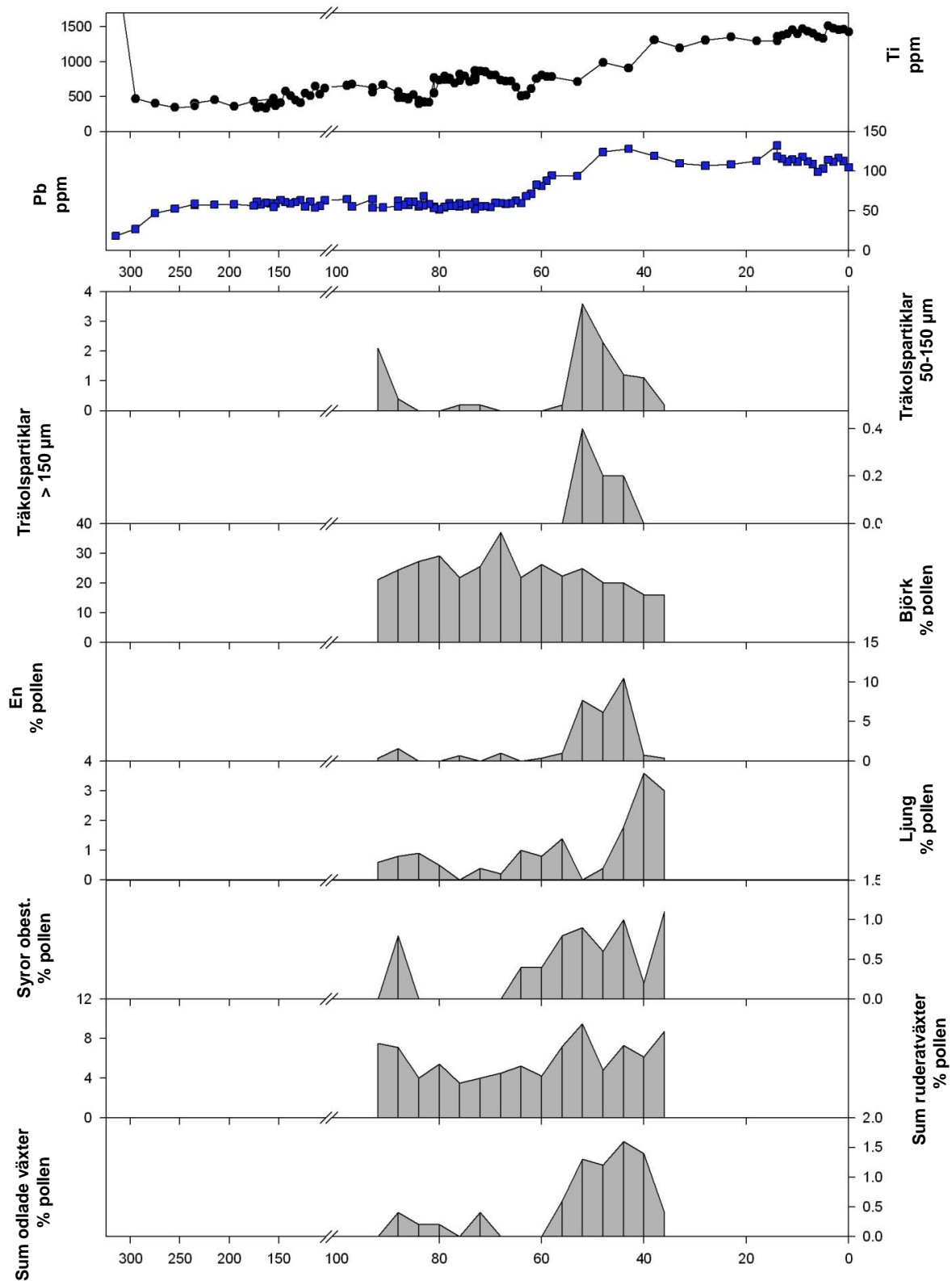
Geokemiska analyser för kalium, magnesium, zirkonium, titan, zink och bly gjordes på 15 till 175 cm sedimentdjup (Figur 3, 4 och 5). Kring 78-80 cm sedimentdjup sker en förändring i sedimentgeokemin. Halterna av kalium, magnesium och zirkonium börjar variera (Figur 3). Före 80 cm sedimentdjup är de relativt konstanta. Halten titan börjar stiga vid 80 cm sedimentdjup och trenden är därefter uppåtgående (Figur 5). Halterna bly och zink börjar stiga markant kring 66 cm sedimentdjup, efter att ha legat på en stabil nivå dessförinnan (Figur 4). Detta visar att någonting inträffat vid denna tidpunkt som haft påverkan på sedimentgeokemin.



Figur 3. Resultat av geokemiska analyser för kalium (K), magnesium (Mg) och zirkonium (Zr), angivet i ppm. Den lodräta skalan visar sedimentdjup i cm.



Figur 4. Resultat av geokemiska analyser för bly (Pb) och zink (Zn), angivet i ppm. Den lodräta skalan visar sedimentdjup i cm.



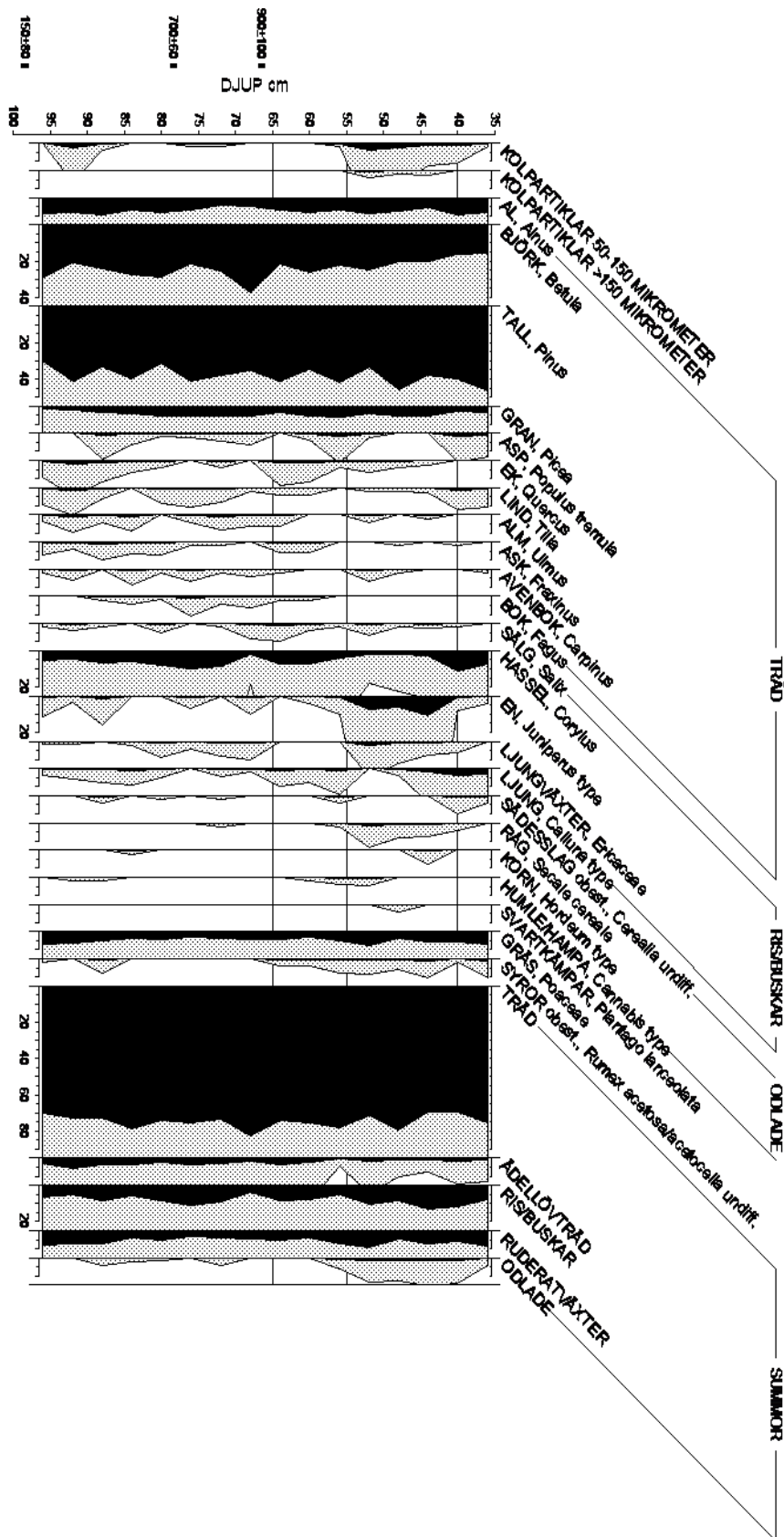
Figur 5. Översiktsdiagram med några av de viktigaste resultaten av geokemisk analys och pollenanalys. Den vågräta skalan visar sedimentdjup i cm. Figuren visar nedifrån och upp: summa andel pollen från odlade växter, summa andel pollen från ruderatväxter, andel pollen från syror obest., andel ljungpollen, andel enpollen, andel björkpollen, andel träkolpartiklar >150 mikrometer, andel träkolpartiklar 50-150 mikrometer, halten bly (Pb) i ppm samt halten titan (Ti) i ppm.

### 3.3 Kolpartiklar

Generellt hittades inte så mycket kol i proverna. Två toppar var dock tydliga: en mindre vid 95-85 cm sedimentdjup och en större vid 56-36 cm sedimentdjup, då också partiklar av den större fraktionen (>150 mikrometer) registrerades (Figur 5 och 6). Fragment av brunnen mossa hittades i hälften av proverna (44, 56, 60, 72, 76, 80, 88 samt 92 cm sedimentdjup).

### 3.4 Pollenanalys

Pollen från sädeslag återfinns ända ned till 94 cm sedimentdjup, och pollen från humle/hampa ännu längre ner (Figur 6). I pollendiagrammet överensstämmer tidpunkten för kolpartiklarnas större topp (56-36 cm sedimentdjup) med en markant ökning av pollen från odlade växter (Figur 5 och 6). Också förekomsten av pollen från humle/hampa, som tillhör de odlade växterna, sammanfaller med förekomst av kolpartiklar. De betesgynnade växterna; en, syror, ljung och ljungväxter visar ökande trender i samband med förekomst av kolpartiklar. Andelen ljungpollen sjunker till nollnivå under tiden andelen kolpartiklar är som störst, för att sedan öka markant. Summan av ruderväxterna visar en något uppåtgående trend i samband med kolpartiklarnas toppar. Gräsen visar ingen tydlig trend, utan andelen gräspollen är relativt jämn genom hela diagrammet. Någon generell trend för träden kan inte ses i diagrammet. Andelen trädpollen fluktuerar men inga markanta toppar eller dalar vid någon enskild tidpunkt finns (Figur 6). Andelen tallpollen är hög genom hela diagrammet, men följer ingen trend. Granen har inte haft någon större betydelse i området, då andelen granpollen är låg och håller sig på konstant nivå. Andelen al är relativt hög men ligger på en jämn nivå genom hela diagrammet. Björkpollenkurvan visar generellt en nedåtgående trend, med vissa toppar. Andelen björkpollen varierar upp till 68 cm sedimentdjup, där en topp nås. Trenden därefter är tydligt nedåtgående. Aspkurvan uppvisar tre toppar vid 87 cm, 56 cm samt 40 cm sedimentdjup. Andelen pollen från ädellövträd sjunker uppåt i sedimentprofilen. För alla ädellövträd gäller att pollenförekomsten sjunker efter 60 cm sedimentdjup, med undantag för lind, som når en andra topp vid 40 cm sedimentdjup. Bok försvinner från 56 cm uppåt. Sälgen har sin topp vid 65 cm sedimentdjup och minskar sedan uppåt i sedimentprofilen. Ingen tydlig trend kan ses. Andelen hasselpollen varierar genom hela diagrammet, men går ner betydligt mellan 56 cm och 45 cm sedimentdjup. Minskningen överensstämmer med tidpunkten för kolpartiklarnas större topp (56-36 cm sedimentdjup).



Figur 6. Pollendiagram från Hyttehamn med de viktigaste resultaten. Från vänster: de tre daterade <sup>14</sup>C-daterade nivåerna angivna med datering AD. Därefter följer en djupskala för sedimentprofilen (cm) som följs av kurvorna för andelen kol i två olika storleksfraktioner, samt procentdiagram för de viktigaste enskilda arterna eller pollentyperna. Till höger i diagrammet ges summakurvor för totalandelen trädpollen, andelen ädelövs-träd, ris/buskar, ruderalväxter (växter gynnade av människan) samt odlade växter.



Tabell 2. Översikt av resultat från pollenanalys och geokemisk analys. Årtalen är uppskattade närmevärden som baseras på djup-åldermodellen (Blaauw 2010). Osäkerheten för dessa modellerade värden varierar men bedöms ligga omkring  $\pm 100$  år.

Sedimentdjup (cm)	Kalibrerat kalenderår AD $\pm 100$ år	Händelse i pollendiagrammet/sedimentprofilen
44-36	1250-1400	Andel lindpollen ny topp Ny topp andelen hasselpollen
50-36	1150-1400	Andelen björkpollen börjar minska Topp andel ljungpollen
56-36	1050-1400	Topp en och ljungväxter
56-40	1050-1300	Topp kolpartiklar båda fraktionerna Ökning andel ruderväxter
56 –	1050 –	Markant minskning andel ädellövträd
60-36	1000-1400	Topp odlade växter
66	900	Halterna zink och bly i sedimentet börjar öka
80-78	650-710 (daterat årtal)	Halterna K, Mg, Zr, Ti i sedimentet börjar öka
95-90	200-350	Topp kolpartiklar 50-150 mikrometer Ökning andel ruderväxter

## 4. Diskussion

Resultaten av  $^{14}\text{C}$ -dateringarna (3 st) är redovisade i Tabell 1. Modelleringen av sedimentåldern för Kvarnsjön är baserad på dessa värden. Tabell 2 ger en översikt av resultaten från pollenanalys och geokemisk analys. I tabellen har jag för enkelhetens skull använt mig av mittenvärdena i djup-ålderkurvan, angivna med en osäkerhet på  $\pm 100$  år, då de sanna värdena ligger inom ett 95-procentigt konfidensintervall. De tre  $^{14}\text{C}$ -dateringarna bedöms vara rimliga, med utgångspunkt i kurvan för granpollen som minskar från 90 cm sedimentdjup nedåt i diagrammet (Figur 6). Sedimentet på 98 cm djup daterades till AD  $150 \pm 80$ . I tidigare pollenanalyser från Småland har granpollen börjat förekomma i sedimentet i betydande mängder omkring AD 0 (Segerström m.fl. 2010). Med djup-åldermodellen daterades sedimentet på 36 cm djup till 1400-tal (Figur 2). Vid denna nivå har andelen kolpartiklar och pollen från odlade växter sjunkit och detta tolkas som minskad antropogen aktivitet. Det stämmer väl överens med tidigare gjorda dateringar på masugnen, som visade att den var i bruk någon gång mellan sent 1200-tal och tidigt 1400-tal (Karlsson & Ask 2010).

Den första indikationen på antropogen påverkan finns vid 95-90 cm sedimentdjup (Figur 6), vilket dateras genom skattning med hjälp av djup-ålderkurvan till ca AD 200-350 (Figur 2). Andelen pollen från en och syror, som indikerar bete, är förhöjd strax efter kolpartiklarnas topp. Det här är tecken på en tidig agrar etablering. Det rör sig om småskalig odling och kanske skogsbete. Påverkan på den omgivande skogen har dock varit liten, eftersom andelen trädpollen inte påverkats (Figur 6).

En stark indikator på bergsbruk är utsläppen av metaller och tungmetaller, som sprids via luft och vattendrag och lagras i sjöarnas bottensediment (Segerström m.fl. 2011). Ökningen av bly och zink i sedimentet tolkas som spridning av tungmetaller på grund av att hantering av bergsmalm förekommit i området. Förändringen i depositionen av bly och zink startade omkring AD 900 enligt  $^{14}\text{C}$ -dateringen som gjordes på 66 cm sedimentdjup (Tabell 1).

Kalium, magnesium, zirkonium och titan är lithogena mineraler (jordmineraler), som indikerar inflöde av minerogent material till sjösedimentet (Kauppila & Salonen 1997, Bindler m.fl. 2011). Detta tyder på ökad erosion från fastmarken runt sjöarna (Segerström m.fl. 2011). Ökande halter lithogena mineraler förekommer redan omkring 78-80 cm sedimentdjup, det vill säga omkring AD 700. Detta visar att någonting inträffat som ökat markerosionen. Intressant här är att halterna tillfälligt minskar igen ungefär vid 75 cm sedimentdjup för att sedan åter öka vid cirka 66 cm sedimentdjup (Figur 3 och 5), det vill säga där halterna bly och zink i sedimentet börjar öka. Denna nivå daterades till cirka AD 900. Att halterna av bly och zink i sedimentet stiger redan omkring AD 900 är märkligt, eftersom det är långt tidigare än den datering som fått från själva masugnen. Det finns här en diskrepans mellan resultaten från de geokemiska analyserna och dateringarna av masugnen.

Kolpartiklar indikerar olika slags mänsklig påverkan. Tillsammans med förändringar i pollenförekomst kan de ofta sättas i samband med antropogen aktivitet. Förutom vid naturliga skogsbränder kan kolpartiklar produceras vid betesbränning, röjning, bränning i samband med odling eller vid kolning (Segerström m.fl. 2011). Den stora förändringen i pollendiagrammet kommer någon gång omkring AD 1050 (Figur 6). Vid denna tidpunkt har det skett något som kan förväntas haft påverkan på det omgivande landskapet. Det kol som hittades i proverna härstammar med stor sannolikhet från lokal mänsklig aktivitet. Detta motiveras med att kolets toppar stämmer väl överens med trenderna för betesindikatorer såsom en, ljunng och syror, samt att pollenkurvorna för odlade växter uppvisar toppar vid ungefär dessa tidpunkter. Pollen från råg, korn och svartkämpar indikerar att odling förekommit (Segerström m.fl. 2011). Brunnen mossa i proverna visar att det brunnit regelbundet i området. Om det rör sig om naturliga skogsbränder eller antropogen påverkan av betesbränning eller kolning är dock svårt att säga.

Lind är en bra indikatorart, då den sprider få pollen som på grund av att de är klubbiga inte sprids långt från trädet. Det pollen som hittas i sedimentet har alltså lokalt ursprung och ökning eller minskning i andelen pollen i diagrammet kan kopplas direkt till ökad eller minskad förekomst av lind. Ökningen av lindpollen vid 44 cm sedimentdjup skulle kunna tolkas som minskad antropogen påverkan på landskapet, då andelen lindpollen varit låg tidigare i diagrammet då påverkan varit som störst. Genom att titta på andelen hasselpollen kan man också skapa sig en bild av hur landskapet sett ut. Hasseln är känslig för konkurrens från högväxta träd och har svårt att nyetablera sig i uppvuxen skog på grund av bristen på ljus. Den uppträder därför ofta i naturliga eller antropogena bryn eller i biotoper som hålls öppna genom exempelvis bete (Axelsson Linkowski 2010). Detta faktum är intressant, då andelen hasselpollen i diagrammet sjunker under tiden landskapet tros ha varit betat, för att sedan öka igen då antropogen påverkan tycks ha minskat. Fluktuationen kan förstås ha naturliga orsaker och behöver inte vara direkt kopplad till antropogena aktiviteter.

Det kan konstateras att odling och skogsbete förekommit i området mellan cirka AD 1050 och AD 1400. Den stora frågan är om dessa förändringar också kan knytas till masugnen i Hyttehamn. Enligt Lagerås (2007) är det ofta svårt att entydigt säga i vilken utsträckning påverkan på skogen kan relateras direkt till bergsbruket eller har orsakats av jordbruket. Å andra sidan är det troligt att bergsbruket föregåtts av en agrar etablering. Dateringarna av masugnen (sent 1200-tal till tidigt 1400-tal) motsvarar i pollendiagrammet kring 45 cm och 36 cm sedimentdjup. Odlingen har då redan pågått under åtminstone 200 år. Tillsammans med resultaten av de geokemiska analyserna visar detta att landskapet varit under påverkan betydligt längre än vad dateringarna av masugnen visar. Eftersom årtalen är baserade på en modell går det dock inte att se dateringarna som exakta.

## 5. Slutsatser

Det skulle vara intressant att göra fler  $^{14}\text{C}$ -dateringar på proverna från Kvarnsjön för att kunna göra en säkrare tolkning av pollendiagrammet, särskilt med tanke på att det finns en diskrepans mellan de geokemiska analyserna och dateringarna av masugnen. Det skulle också vara bra att analysera fler prover från Kvarnsjön för att få en bättre bild av vegetationshistoriken. Framförallt skulle det vara av intresse att veta vad som händer uppåt i sedimentprofilen, eftersom de geokemiska analyserna visar att halterna av lithogena mineraler och tungmetaller fortsätter stiga.

## 6. Referenser

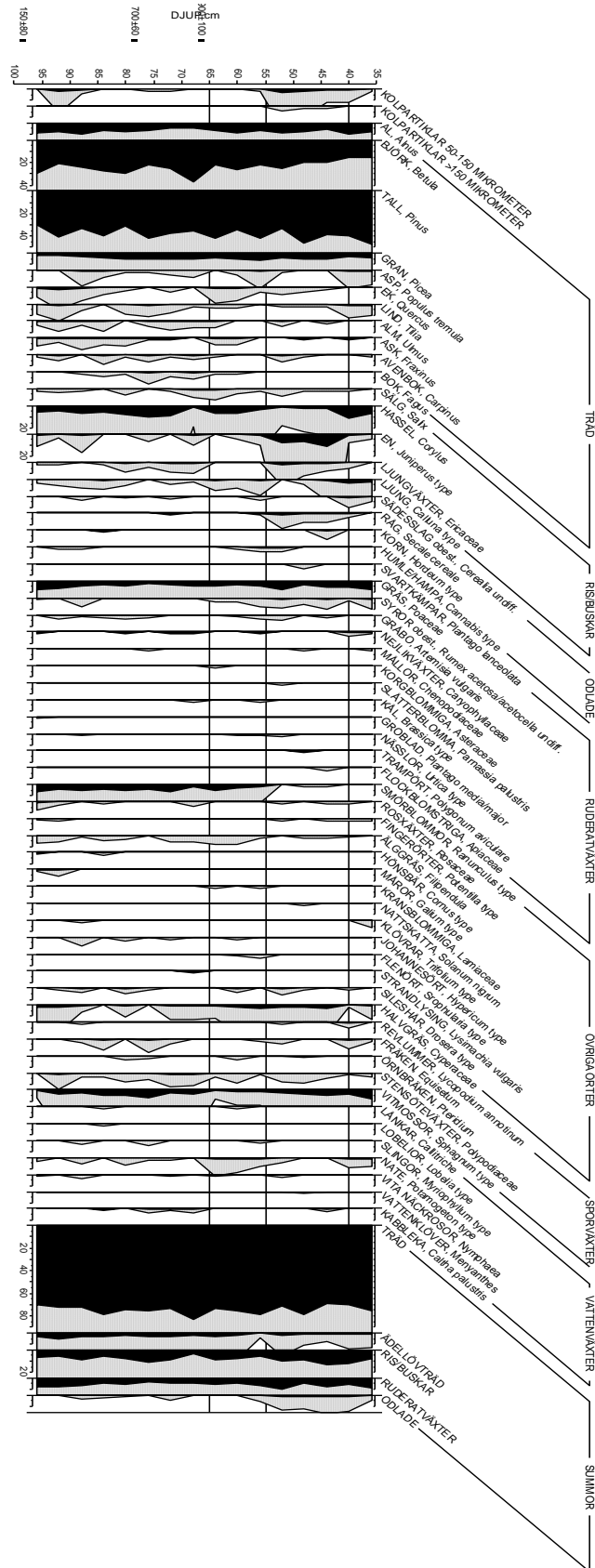
- Axelsson Linkowski, W. 2010. Utmarksbete, främst skogsbete, och dess effekter på biologisk mångfald. CBM:s skriftserie 40. Naptek, Centrum för biologisk mångfald, Uppsala.
- Bindler, R. m.fl. 2011. Early medieval origins of iron mining and settlement in central Sweden: multiproxy analysis of sediment and peat records from the Norberg mining district. *Journal of archaeological science* 38: 291-300.
- Blaauw, M. 2010. Methods and code for "classical" age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5: 512-518.
- Jowsey, P.C. 1966. An improved peat sampler. *New phytologist* 65: 245-248.
- Karlsson, C. 2010. Den svenska masugnen med ett europeiskt perspektiv. I: Magnusson, G. (red.). *Med hammare och fackla*, s. 149-200. Kristianstads boktryckeri, Kristianstad.
- Karlsson, C. & Ask, C. 2010. Hyttehamnsprojektet 2005-2008. Jernkontorets bergshistoriska utskott, Stockholm.
- Kaupila, T. & Salonen, V-P. 1997. The effect of Holocene treeline fluctuations on the sediment chemistry of Lake Kilpisjärvi, Finland. *Journal of Paleolimnology* 18: 145-163.
- Lagerås, P. 2007. The ecology of expansion and abandonment. Grans tryckeri AB, Lund.
- Magnusson, G. 2010. Medeltida järnhantering en europeisk översikt. I: Magnusson, G. (red.). *Med hammare och fackla*, s. 103-130. Kristianstads boktryckeri, Kristianstad.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. *Pollen analysis*, second ed. Blackwell Science Ltd, Oxford. 216 s.
- Renberg, I. & Hansson, H. 2008. The HTH sediment corer. *Journal of Paleolimnology* 40: 656-659.
- Räf, E. 2008. Varifrån kom järnet? Förhistorisk järnframställning i Östergötland. Östergötlands länsmuseum.
- Sandberg, F., Palm, V. & Nilsson, N. 2011. Gladhammars gruvor. Särskild arkeologisk undersökning 2010. Kalmar läns museum, Kalmar. Rapport 2011:19.
- Segerström, U. m.fl.. 2010. Det tidiga bergsbruket i Norberg – Nu ännu tidigare. Skogshistoria och föroreningshistoria kastar nytt ljus över utvecklingen. I: Magnusson, G. (red.). *Med hammare och fackla*, s 201-230. Kristianstads boktryckeri, Kristianstad.
- Segerström, U. m.fl. 2011. Geokemiska och skogshistoriska undersökningar vid Gladhammars gruvor. Slutrapport 2011-04-29. I: Sandberg, F., Palm, V. & Nilsson, N. (red.). *Gladhammars gruvor. Särskild arkeologisk undersökning 2010*, s. 391-407. Kalmar läns museum, Kalmar. Rapport 2011:19.
- Stuiver, M. & Reimer, P.J. 1993. *Radiocarbon*, 35, 215-230.

*Muntliga uppgifter:*

Karlsson, J. Doktorand vid Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet. Muntligen, 2012-05-08.

Sejerström, U. Professor vid institutionen Skogens ekologi och skötsel, SLU Umeå.  
Muntligen,  
2012-05-08.

## 7. Bilagor



Bilaga 1. Pollendiagram från Hyttehamn. Från vänster: de tre daterade <sup>14</sup>C-daterade nivåerna angivna med datering AD. Därefter följer en djupskala för sedimentprofilen (cm) som följs av kurvorna för andelen kol i två olika storleksfraktioner, samt procentdiagram för enskilda arter eller pollentyper. Till höger i diagrammet ges summakurvor för totalandelen trädpollen, andelen ädellövträd, ris/buskar, ruderatväxter (växter gynnade av människan) samt odlade växter.

## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2012:6 Författare: Axel Eriksson  
Röjningsformens effekt på tallens (*Pinus sylvestris* L.) tillväxt och kvalitetsegenskaper
- 2012:7 Författare: Björn Henningsson  
Inverkan av röjning och gödsling på mikrofibrillvinkeln i tallens (*Pinus sylvestris* L.) ungdomsved
- 2012:8 Författare: Sophie Casetou  
The inter- and intra- specific variability of charcoal traits in boreal ecosystems
- 2012:9 Författare: Andreas Hagenbo  
Allelopathic effects of *Calluna vulgaris* on *Pinus sylvestris* and *Populus tremula*
- 2012:10 Författare: Mikael Öhman  
Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter – en studie genomförd på SCA-skogs marker inom Medelpads skogsförvaltning
- 2012:11 Författare: Klara Joelsson Hedemyr  
Soil organic carbon and infiltrability in relation to distance from trees (*Vitellaria paradoxa*) with and without termite mounds in a parkland of central Burkina Faso
- 2012:12 Författare: Felicia Olsson  
Tame animals in the wilderness – livestock grazing around summer farms in Jämtland, boreal Sweden 1800-2011
- 2012:13 Författare: Jonas Sjödin  
Undersökning av självspridning av contortatalen i norra Sverige
- 2012:14 Författare: Nils Henriksson  
Measuring N uptake and transport in *Pinus sylvestris* to estimate mycorrhizal transfer efficiency. A tracer/fertilizer experiment in northern Sweden
- 2012:15 Författare: Mikael Sörhult  
Influence of prescribed burning and/or mechanical site preparation on stand stem density and growth of Scots pine stands above the Arctic Circle: - results 9-19 years after stand establishment
- 2012:16 Författare: Per-Olof Nordin  
NPK+ och blå målklassning – indikatorer på vattenkvalitet?
- 2012:17 Författare: Erik Söderbäck  
Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001. Föryngringsresultat efter 10 år
- 2012:18 Författare: Erik Söderholm  
Lämpliga hybridaspkloner för odling i södra och mellersta Norrland
- 2012:19 Författare: Caroline Pöntynen Boström  
Röjningsplan för Sveaskog
- 2012:20 Författare: Robyn Hooper  
Climate change impacts and forest management adaptation measures in Sweden and British Columbia, Canada: A case study of Swedish forest managers
- 2012:21 Författare: Addisu Almaw Semeneh  
Effects of trees and termite nests in agroforestry parklands on preferential water flows: image analysis of soil profiles after rain simulations and dye experiments

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)