

Förekomst och rekrytering av lönn vid dess nordgräns i relation till klimatvariation i tid och rum

by

Johannes Forsberg



Plants & Ecology

Plant Ecology
Department of Botany
Stockholm University

2012/4

Förekomst och rekrytering av lönn vid dess
nordgräns i relation till klimatvariation i tid och
rum

av
Johannes Forsberg

Handledare: Kristoffer Hylander
Examinator: Ove Eriksson

Plants & Ecology

Plant Ecology
Department of Botany
Stockholm University

2012/4

Plants & Ecology

Plant Ecology
Department of Botany
Stockholm University
S-106 91 Stockholm
Sweden

© Plant Ecology
ISSN 1651-9248
Printed by FMV Printcenter

Framsida: Några mindre lönnar (*Acer platanoides*) i relativt öppen blandskog. Här växandes tillsammans med vitsippa (*Anemone nemorosa*) och olika gräsarter (*Poaceae*). Foto av Johannes Forsberg.

Det förefaller som om lönnen skulle reagerat positivt inför klimatets "uppvärmning" som ägt rum i Norden under de senaste decennierna. Detta har, enligt finska biologers undersökningar, tagit uttryck i en aktivare fröproduktion vid skogslönnens skandinaviska nordgräns.

Lindquist, 1953.

Sammanfattning

För att studera huruvida lönn (*Acer platanoides*) avancerar vid sin nordgräns eller ej, undersökte jag ett antal olika lokaler i Ångermanland. Lokalerna var i ett flertal fall belägna på sydväxtberg. Dessa sydväxtberg karaktäriseras av att de har en förmåga att inhysa växter som oftast är mer vanliga längre söderut. På flera av dessa lokaler var lönn (*Acer platanoides*) känt sedan tidigare, men lönn påträffades också på nya lokaler. Sammanlagt undersökte jag 23 lokaler med närvaro av lönn och 22 lokaler utan lönn. Lokalerna undersöktes vad gäller vegetation, artsammansättning av träd och fältskikt, olika klimatvariabler och läge. I fyra lokaler togs åldersprover på 20 – 23 individer. Detta gjordes för att se om det sker en större nyrekrytering vissa år och om dessa år i så fall är kopplade till klimatvariabler.

Resultaten är i många fall svårtolkade och det är svårt att veta vad som är orsak och verkan. Tydligast är dock att lönnarnas antal gynnas av milda vintertemperaturer, eller någon annan variabel som korrelerar med denna.

Vad gäller åldersproverna kunde det inte dras några säkra slutsatser, varken för toppår i nyrekryteringen eller för deras korrelation mot klimatvariabler, på grund av stora osäkerheter i åldersbestämningen.

Av alla de 1412 undersökta lönnarna var det 824 som var 0,5 cm i diameter eller mindre, samt ytterligare 357 som var upp till 2 cm. Då detta jämförs mot åldersproverna visar det sig att en diameter på 0,5 cm motsvarar en ålder på upp till ca 30 år, men oftast yngre. Träd upp till 2 cm kan vara upp till ca 44 år. Detta ger en bild av en lönnpopulation bestående av mestadels unga individer som antyder att det skett en expansion av lönnar i Ångermanland, men visar också att de växer mycket långsamt.

Summary

The objective of this thesis was to find out if Norway maple (*Acer platanoides*) is expanding or not in the regions of Ångermanland in Sweden and to search explanations for this. Because there has been increasing temperatures and a changing climate it could be expected for the *A. platanoides* to expand in the localities lying on its northern range limits. The aim was to identify factors which promote the presence and the abundance of the species. Further I also investigated if there were any specific years when there were greater amounts of germination and if there were, what then could have triggered this germination.

During the field study I visited and described 23 localities with *A. platanoides* and 22 localities without *A. platanoides*. At each locality data on the following variables were gathered: vegetation, cardinal direction, tree species and crown cover. The positions of every locality were registered. In the localities with *A. platanoides*, soil samples were also taken for measuring the pH-value. The individuals of all *A. platanoides* were measured for their diameter in all 23 localities. In 4 of these localities, 20 – 23 saplings were taken for counting their growth rings. A model for solar radiation for the area was created in ArcMap.

It was found out that the number of *A. platanoides* in an area is promoted by mild mean temperature in January. In other part the results were difficult to explain.

When it came to measuring the age of the individuals, it was not possible to make any statements about if there were any years with greater germination and if they had a correlation to the climate. This was because of the insecurity in the determination of the age of the individuals.

The majority of the individuals were small trees. 58.4 % had a diameter of 0.5 cm or less and only 16.3 % had a diameter that was wider than 2 cm. Compared to the studying of the growth rings, this would suggest that 58.4 % of the population would have a maximum age of about 30 years. And 83.7 % of the population would be up to around 44 years, in most case much younger. This gives a picture of an *A. platanoides* population with a young average age, which suggests that the majority of the population has germinated during the last decades. It leaves us to believe that it is possible that we live in a time, when the *A. platanoides* is advancing on its northern range areas.

Syfte

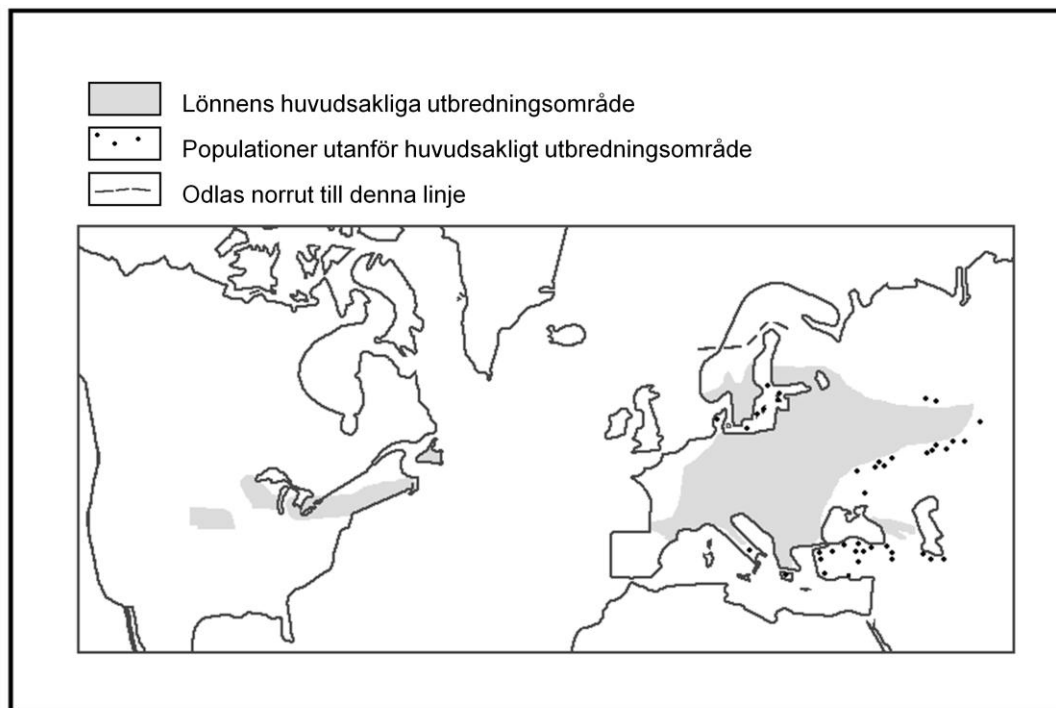
Syftet med arbetet var att öka kunskapen om och beskriva hur sydliga arter expanderar vid sina nordliga utbredningsgränser och vilka klimatvariabler som är viktiga för dem. I detta arbete har lönn (*Acer platanoides*) valts ut som exempel för att studera fenomenet.

Bakgrund

Det har under de senaste 100 åren blivit allt varmare i Sverige. Detta är en del av en global uppvärmning. Den globala medeltemperaturen har under de senaste 100 åren ökat med 0,5 – 0,6 °C (Rammukainen & Källén 2009; Bolin 1996). Sverige skiljer sig dock, då temperaturökningen i Sverige varit 1,3 – 1,4 °C, vilket är mer än dubbelt så mycket som den globala ökningen (Kullman 2010; Josefsson 2011). Bara de senaste decennierna har temperaturen ökat med 1 grad (Henriksson & Vilahamn 2010). Att studera hur denna temperaturökning tar sig uttryck i en förändrad flora är intressant ur biologisk och ekologisk synpunkt. Påverkas vår flora av temperaturökningen? Om förändringen finns, hur stor är den? I vilken mån styrs arters utbredningsgränser av klimatvariabler? I detta arbete har jag undersökt lönn (*Acer platanoides*) på några lokaler i Ångermanland.

Allmänt om Lönn

Lönn (*A. platanoides*), även känd som skogslönn, ingår i familjen lönnväxter (*Aceraceae*) och hör hemma i mindre Asien och Europa (Fig. 1). I södra Europa förekommer lönnen på höjder upp till 1100 m.ö.h. (Almgren et al. 2003). I Sverige är lönnen dock främst ett låglandsträd och med en utbredning från de sydligaste delarna och upp till Ångermanland (Almgren et al. 2003; Nationalencyklopedin 2010). Enstaka fynd har dock påträffats längre västerut som Åreskutan i Jämtland och norrut som Alsberget i Lappland (Kullman 2003).



Figur 1. Karta över lönnens (*Acer platanoides*) utbredning i världen. Karta gjord efter Hultén & Fries (1986).

Arten trivs bäst på frisk, näringsrik mulljord och förekommer oftast i lövskogar, på sydberg och i raviner (Mossberg & Stenberg 2003). Arten kan dock överleva i ett stort antal olikartade miljöer (Almgren et al. 2003). Den har även en förmåga att förändra den jord den växer i så att den blir mer fördelaktig för den egna arten. Detta sker genom att jorden blir mer mullrik och det finns också studier som visar att den släpper ut toxiner i jorden som är skadliga för andra växter men inte för den egna arten (Reinhart & Callaway 2004).

Lönnen trivs ej under vattenmättade förhållanden. För mycket vatten i jorden orsakar att rötterna drabbas av syrebrist (Kristoffersen 1998). Däremot tål lönnen torka relativt bra (Aasamaa & Söber 2001; Urban Forestry Services 2004) Det är även ett salttolerant träd, motståndskraftig mot heta och luftföroreningar och kan överleva i miljöer med ett pH - värde mellan 3,7 och 8 (Niemiera 2009). Arten är också tålig mot skugga (Wangen et al. 2006; Martin & Marks 2008) och frost och är även ett stormfast träd (Almgren et al. 2003).

Lönnen är vindspridd. Den bildar så kallade klyvfrukter. Dessa delar på sig när de mognar och sprids med vinden med hjälp av stora, utåtriktade, platta skivor. Fröna gror endast om de får övervintra (Vaahtera 1917). Plantorna tål mycket skugga och kan därmed växa på mörka

platser under större träd och buskar med täta kronor. Med tiden ökar dock ljusbehovet. Under vissa år förekommer en mycket rik frösättning vilket kan leda till ett stort antal groddplantor året därpå. Många av dessa försvinner dock av olika anledningar med tiden (Lindquist 1953; Almgren et al. 2003). Lönnen växer ofta snabbt, främst under sina första år. En lönn brukar ha en brösthöjddiameter på 40 – 50 cm vid en ålder av 80 år. Lönnen kan leva i upp till 150 år och bli mer än 20 meter hög. Lönnen bildar sällan några större bestånd utan växer som enstaka träd i blandskogar eller som ensamstående individer på öppen mark (Almgren et al. 2003). Den har en förmåga att skjuta nya skott från stubben då den har blivit kapad (Webster et al. 2004).

Den blommar under april – maj (Almgren et al. 2003). Lönnväxterna (*Aceraceae*) är insektspollinerade. De insektsarter vars besök har observerats hos olika lönnväxter är olika arter av bin, steklar, tvåvingar och flugor (Robertson 1929; Proctor & Yeo 1973). Blommorna hos lönn (*Acer platanoides*) är oftast enkönade, de är antingen han- eller honblommor (Vaahtera 1917; Nitzelius, 1958; Lindman 1970). En del blommor kan också vara tvåkönade (Jonsson, 1983; Hultén, 1985).

Lönnens historia i Sverige

Lönnen har funnits i flera tusen år i Sverige och vandrade in söderifrån. Det finns dock olika uppgifter om när lönnen vandrade in i Sverige. En del menar att lönnen vandrade in redan för ca 9000 år sedan (Lindroth & Fridman 1995; Emanuelsson et al. 2002; Niklasson & Nilsson 2005). Några menar att den kom in för 6500 år sedan (Almgren et al 2003). Andra menar att lönnen kom in först senare för 6000 år sedan, då tillsammans med ekskogen (Nylén 2008).

Enligt Emanuelsson et al. (2002) kom lönnen in i landet tillsammans med andra ädla lövträd. De ädla lövträden nådde sin maximala utbredning för 8000 – 5000 år sedan, under den så kallade postglaciala värmeperioden. Senare förändrades klimatet och blev kallare, varpå de ädla lövträden trängdes tillbaka. Då kom istället björk och hassel att bli vanligare. Även Mascher och Mo (1990) menar att lönnen nådde sin maximala utbredning under samma period som Emanuelsson et al. (2002) beskriver. Mascher och Mo (1990) anser att lönnen gick tillbaka under perioden 3000 - 500 f Kr, till följd av kallare klimat. Lönnen har således utbredd sig norrut i Sverige för att sedan trängas tillbaka söderut, men är nu kanske på väg norrut igen. Det finns fossila fynd, från Dumpokjauratj i Lappland, som visar på lönnförekomster långt norrut under början av varmetiden (Sedin 2009).

Refugier och mikroklimat

Ett område är sällan homogent till sin sammansättning av arter (Gaston 2003). I landskapet kan sydliga arter och nordliga arter leva relativt nära varandra. På ett berg kan det finnas mer sydliga arter på sydsidan och mer nordliga arter på nordsidan. Bergets olika sluttningar skapar förutsättningar för olika mikroklimat. I de olika områden för mikroklimat som kan uppstå, kan arter överleva, som annars för området är mycket ovanliga (Gaston 2003; Kullman 2003; Stewart et al 2009). En refugie är ett mindre område som tack vare sitt lokalklimat lyckas inhysa arter som är ovanliga i området utanför refugien. Arterna i refugien är mindre kvarlämningar av populationer som blivit kvar från tidigare klimat. Det kan vara fråga om sydliga arter som under en värmeperiod ockuperat stora ytor i ett nordligare område, men som senare trängs söderut p.g.a. klimatförändringar mot kyligare förhållanden. Då kan några populationer av arten överleva i lokaler med gynnsamt lokalklimat och hålla sig kvar, t.ex. sydliga arter på en sydsluttning, omgärdad av nordliga arter. Denna lokal blir då en refugie. Det omvända kan också ske, att populationer av en nordlig art lyckas hålla sig kvar och överleva på kyligare lokaler i ett annars varmt område (Stewart et al. 2009). Flera av de områden i Ångermanland där lönnen finns, kan med anledning av sitt lokalklimat och sin artsammansättning betraktas som refugier (Mascher & Mo 1990). Dessa typer av områden kallas också ofta för ”Sydväxtberg” då det ofta rör sig om bergssluttningar med en sammansättning arter som oftast har sin huvudsakliga utbredning längre söderut (Kullman 2003; Mascher & Mo 1990).

Närheten till havet kan vara gynnsamt för många arter. Havet har ofta en buffrande effekt som innebär att sommaren blir svalare och vintern blir varmare. Tack vare denna effekt kan då arter som begränsas av minimitemperaturer på vintern överleva längre norrut, så länge de lever nära havet (Christopherson 2006).

Klimatförändringar och dess påverkan på ekosystem

En klimatförändring kan ske relativt snabbt. Såväl globala som regionala förändringar kan ske inom tidsrymden 10 – 100 år. Genom historiens lopp har det förekommit såväl istider som värmeperioder med betydligt varmare klimat än idag (Björk 1996; Schmitz 1996). Det är svårt att förutse klimatförändringar. Detta är på grund av att det är många olika faktorer som spelar in. Här kan nämnas inverkan från havets uppbromsande effekt, förändringar i utsläpp av koldioxid (Bengtsson 1996), sulfatpartiklar och övriga partiklar i luftrummet (Rohde 1996) och havsströmmarnas effekt (Lundberg & Fogelquist 1996). Det är viktigt att komma

ihåg att olika arter reagerar olika på samma klimatförändring (Kullman 2003; Stewart et al. 2009; Gaston 2003). Vad som sker med lönnen kan således inte självklart ses som representativt för vad som sker med övriga trädarter i samma geografiska region. Då det sker en klimatförändring i Sverige så kan vi förvänta oss att många olika arter kommer att ändra sitt utbredningsmönster. Olika arter kan komma att etablera sig i nya områden, haven stiger (Bolin 1996) och mer kol kan lagras i skogsekosystemen. Växtproduktionen gynnas och mer kol kommer i omlopp. Det kan också ske en ökad förnabildning (Ågren 1996).

Mycket av detta är inte helt säkert och olika skogsekosystem kan säkert reagera olika. Om en temperaturhöjning leder till att ett skogsområde förlorar kväve så kommer också det området att kunna behålla mindre kol i omlopp. Biomassan och fotosyntesen kommer därmed att minska (Ågren 1996). En högre årsmedeltemperatur på några grader kan enligt modellstudier påverka tillväxt och föryngring i skogsekosystem. Samtidigt kan en högre koldioxidhalt i luften gynna fotosyntesen. Men med varmare klimat följer också ökade risker för parasiter, växtsjukdomar och skogsbränder (Bolin 1996).

En ökad temperatur gör också att mer vatten avdunstar från marken. Avdunstningen ökar med 4 – 7 % för varje grad som temperaturen stiger (Bolin 1996), vilket leder till att det blir torrare i marken. Dock menar bland annat Bernes (2011) att Sverige har fått mera nederbörd under de senaste decennierna, vilket kan kompensera för en ökad avdunstning. Ett varmare klimat gör att vi i Sverige kan få mer nederbörd i form av regn och mindre i form av snö. Detta skulle i så fall leda till att avrinningen blir jämnare under året och således minskar vårfloderna. Men huruvida den totala nederbörden i Sverige kommer att öka eller minska i framtiden är inte möjligt att förutse (Bolin 1996).

Det finns flera studier som påvisar hur olika ekosystem påverkas när klimatet blir varmare. Kullman (2003) har gjort en inventering av olika växtarters höjdgräns i de svenska fjälltrakterna och jämfört detta mot en äldre inventering (Kilander 1955). Denna undersökning visar att samtliga av 20 undersökta arter förutom lingon (*Vaccinium vitis-idaea*) har klättrat högre upp i olika fjällområden. Detta stämmer väl mot den förändring till ett varmare klimat som pågått sedan 1930-talet (Rosqvist & Karlén 1996). I sin avhandling noterade också Kilander (1955) att årsmedeltemperaturen hade ökat för Storlien, från 1859 – 1943, med 0,3 °C.

När klimatet blir varmare kan de stora barrskogarna i norr bredda ut sig på marker där det tidigare varit tundra. Skogen blir således påverkad av klimatet. Men skogen i sig har också en förmåga att påverka klimatet genom att absorbera mer solljus (Prentice 1996).

Arter vid sina nordgränser

Vid granskning av en arts utbredningsmönster mot dess nordgränser, kan det ofta observeras att desto längre norrut mot gränsen som arten befinner sig desto lägre ner i terrängen, mot havets nivå, påträffas arten (Gaston 2003). Trädarter som överlever på bergshöjder närmare tropikerna kommer således att förekomma endast i lågland och kustnära områden längre norrut. Ibland är förhållandet av det slaget att individer från en art skulle kunna överleva i områden norr om den kända utbredningsgränsen, dock ligger begränsningen i att arten inte kan reproducera sig i de nordligare områdena och därmed bildas en utbredningsgräns för var individer kan genomgå en hel livscykel (Gaston 2003).

En del arter kan också indirekt bli begränsade av klimatet. I dessa fall kan det röra sig om ett träd som rent fysiologiskt överlever längre norrut än artens utbredningsgräns. Däremot kan t.ex. deras pollinatörer ej överleva längre norrut. Trädet kommer då inte att kunna etablera sig längre norrut än vad dess pollinatörerna tillåter (Gaston 2003). Däremot kommer arten att kunna planteras av människan och överleva i nordligare områden. Lönn skulle i så fall kunna begränsas av olika bins, steklars och flugors utbredning (Robertsson 1929; Proctor & Yeo 1973).

Det som ofta begränsar växtarters utbredning norrut är minimitemperaturer olika tider på året. Dessa begränsar växterna beroende på deras tolerans mot frostsador på vintern, samt huruvida de kan utveckla knoppar på våren (Woodward 1987; Gaston 2003). Vid för låga vintertemperaturer kommer individerna inte överleva en hel årscykel. Vid låga vårtemperaturer kommer knopparna ta för stora skador. Växstsäsongens längd är av stor betydelse för växter i de flesta områden, bland annat för att de ska hinna utveckla frön (Dobrowski 2011; Gaston 2003). Men det kan också ske en evolution mot en anpassning för kortare växstsåsonger (Woodward 1987; Gaston 2003).

Växter har också en förmåga att på kemisk väg sänka fryspunkten för vatten i sina celler och på så sätt undvika isbildning. Att vara tålig mot kyla har dock sin kostnad i att andra egenskaper blir mer begränsade. Ingen art kan vara bäst på allt. Vid jämförelser mellan

trädarter från olika biogeografiska områden framgår att boreala arter klarar kyla bäst, tempererade arter klarar vind bäst och tropiska arter klarar hög nederbörd bäst (Woodward 1987).

Studier från Nordamerika (Fang & Li 2002) visar att olika trädarter, bland annat rödlönn (*Acer rubrum*), silverlönn (*Acer saccharinum*) och sockerlönn (*Acer saccharum*) först och främst är beroende av varmare temperaturer under växtsäsongen. Det finns flera faktorer som påverkar trädarters utbredning, t.ex. nederbördens mängd och fördelning över året, vinterns minitemperaturer, vårens ankomst och första höstfrosten. De olika faktorerna kan orsaka svårigheter i form av uttorkning, syrebrist eller frostsador på olika delar av växten och dess frön (Sakai & Weiser 1973; Fang & Li 2002; Gaston 2003). Dock är växtsäsongens temperaturer det som har störst inverkan på hur dessa trädarter kan överleva eller ej i nordligare områden och därmed begränsar deras utbredning mot norr (Fang & Li 2002). I undersökningen undersöktes många olika faktorer på ett flertal lokaler vid de respektive arternas nordgränser. Lokalerna visade sig variera mycket i fråga om nederbörd, minitemperaturer och andra faktorer. Dock var växtsäsongens temperaturer likartade för lokalerna. Detta, menar författarna, tyder på att växterna kan klara sig i många olika miljöer så länge växtsäsongens temperatur är tillräckligt god. Om vinterns minitemperaturer varit avgörande så skulle utbredningsgränsen följt samma linjer för en viss grad av minitemperatur under vintern. Nu följde utbredningsgränsen istället linjen för en viss temperatur under växtsäsongen.

Tanken att olika träd inte först och främst skulle vara begränsade av vinterns minitemperaturer har tidigare diskuterats av Sakai & Weiser (1973). Genom att utsätta prover av knoppar, löv och kvistar kunde de visa att rödlönnen (*A. rubrum*) kunde trotsa temperaturer ner till -25 °C och att jättelönnen (*Acer macrophyllum*) var utan skador till -20 °C. Sockerlönnen (*A. saccharum*) var mest motståndskraftig och trotsade kylan till -40 °C. Sockerlönnsens knoppar kunde dock uthärda temperaturer ner till -80 °C. En notering i denna studie var också att knopparna från några trädarter, däribland kanadalärk (*Larix laricina*), banksianatall (*Pinus banksiana*), pappersbjörk (*Betula papyrifera*) amerikansk asp (*Populus tremuloides*) och balsampoppel (*Populus balsamifera*), kunde motstå att bli nedsänkta i flytande kväve i temperaturer på -196 °C. Detta utan att det uppstod några skador på proverna.

Hypoteser

- Lönnens utbredningsområde begränsas norrut av klimatet (på något sätt). Detta innebär att utpostlokaler vid dess nordgräns borde finnas i lokalklimatiskt gynnsamma lägen (t.ex. sydsluttningar).
- Eftersom det blivit varmare i Sverige är det troligt att lönnen (*A. platanoides*) har expanderat på de platser den funnits på och att nykolonisering har skett under vissa gynnsamma år.

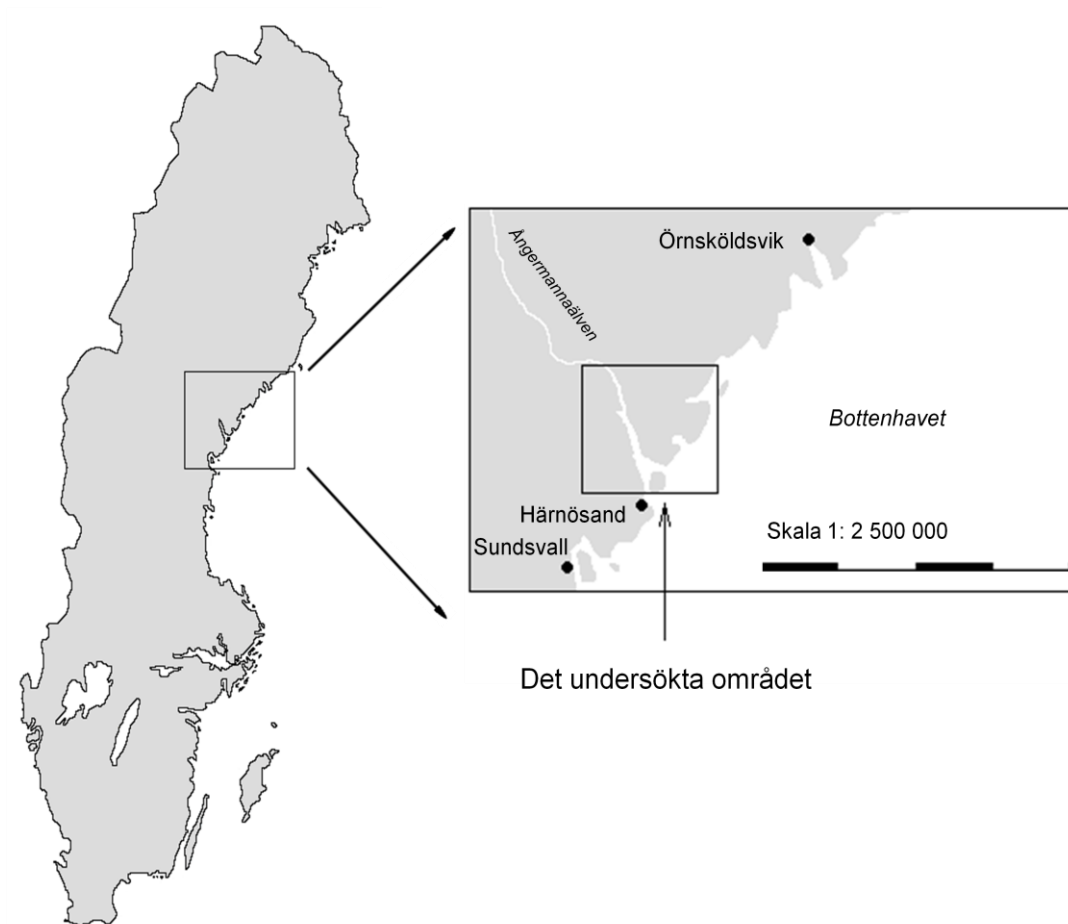
Metodbeskrivning

Val av undersökningsområde för lokaler där lönn fanns, respektive där lönn inte fanns.

Undersökningsområdet för denna studie är östra Ångermanland, närmare bestämt Kramfors kommun, främst kustlandet och området runt Ångermannaälven. Området ligger inom breddgrad 62,45 – 63,05 och längdgrad 17,30 – 18,30 (Fig. 2).

Lokalerna där lönn påträffades var i de flesta fall kända sedan tidigare. Deras exakta positioner var ej kända, men däremot fanns sedan tidigare uppgifter om i vilka områden som lönnen var etablerad (Mascher & Mo 1990; Aronsson et al. 2005; Länsstyrelsen Västernorrland 2006; Mascher 2007; Artportalen 2011; Länsstyrelsen Västernorrland 2011 a, b och c). Valet av undersökningslokaler kom därför att ske mycket utefter vilka lokaler som var angivna sedan tidigare. Dock hittades några lönnlokaler spontant, utan att jag hittat uppgifter om deras förekomst sedan tidigare.

Förutom att besöka lokaler med lönn besöktes också lokaler utan lönn. Dessa valdes ut med tanke på att få en jämn spridning av lokalernas positionering vid kusten såväl som inlandet samt att de skulle vara representerade både i söder och i norr inom området. Målet var också att de skulle vara så lika lokalerna med lönn som möjligt. Detta gällde i fråga om fältskick, artsammansättning av träd och ljusinstrålning. Lokalerna utan lönn skulle dessutom vara representerade på sluttningar i alla väderstreck, oavsett i vilka sluttningar som lokalerna med lönn var belägna. Flera gånger då jag besökte ett område för att hitta en lämplig lokal utan lönn kunde jag träffa på en eller flera lönnar och då blev lokalen genast en lokal med lönn istället.



Figur 2. Karta som visar det undersökta områdets lokalisering och utbredning i Sverige. Karta gjord efter SMHI (2012 b) och Lönnö et al. (2001), samt Björklund et al. (2005).

Undersökning av lokalerna

Sammanlagt undersöktes 23 lokaler där det förekom lönn och 22 lokaler där det inte förekom lönn. Alla lokaler var belägna på mulljord, i skog och på någon form av sluttning. Varje lokal utgjordes av ett område på 25 x 25 m, uppmätt med måttband. Inom detta område gjordes följande:

- Position uppskattades med GPS. (Garmin. (2006). GPSmap 60CSX. Kansas. USA).
- Det aktuella datumet noterades.
- Områdets lutning uppskattades med hjälp av karta (Lantmäteriet Blå kartan och Lantmäteriet Terrängkartan) och GPS (Garmin). Det bestämdes huruvida det var en syd-, nord-, väst-, eller östsluttning.
- Det undersöktes om det var mulljord i området.

- Fältskiktet beskrevs med den mest dominerande arten samt andra tydliga arter i området.
- Skogsåldern uppskattades grovt, om den var gammal, troligen över 80 år eller mellangammal, troligen 40 – 80 år. Inga kalhyggen eller mycket unga skogar undersöktes.
- Typ av område uppskattades utifrån en skala på 1 – 6. Där 1 motsvarade områden med tjock mullrik jord, riklig växtlighet, lövskog och höga örter i fältskiktet. 6:an motsvarade områden med obefintligt jordlagar, tallskog, torrt fältskikt med t.ex. ljung och kråkbär.
- Antalet träd inom varje art räknades med hjälp av relaskop från fyra punkter i området, vilka motsvarade sydvästra, sydöstra, nordvästra och nordöstra delen. På lokaler utan lönn, räknades träden inom respektive art från lokalens mittpunkt.
- Krontäckningen uppskattades från fyra olika punkter i området som motsvarade de fyra punkter från vilka relaskoperingen skedde. I de lokaler som saknade lönn uppskattades krontäckningen från en punkt i området. Krontäckningen nedtecknades angiven i procentenheter.
- I de lokaler som hade lönn, togs jordprover från 5 punkter som motsvarade sydvästra, sydöstra, nordvästra, nordöstra och mittersta delen. Jorden togs från mulljordsskiktet under fömaskiktet. Jordproverna från dessa punkter blandades sedan samman och förvarades torrt för att senare (ca 3 – 10 veckor) bli undersökta på labb. Sammanlagt togs några dl jord från varje lokal.
- I de lokaler som hade lönn räknades alla lönnar och deras diameter mättes med skjutmått eller måttband.

Jämförelse av lokaler med lönn och utan lönn

Då lokaler med och utan lönn jämfördes mot varandra användes värden för skogsålder, andel barrträd, krontäckning, solinstrålning under växstsäsongen, avstånd till havet, andel vatten inom 1 km radie samt genomsnittstemperaturen för januari.

Värden för solinstrålning

För att ta fram värden för solinstrålning under växstsäsongen på de olika lokalerna användes programvaran ArcGis (ArcGis 10,0, ESRI 2010, Redlands, California, USA). I detta program användes funktionen Solar Radiation för att skapa en modell över solinstrålningen. För att modellen skulle kunna ta hänsyn till terrängens variation användes en digital höjdmodell från

Digitala Kartbiblioteket (2011). Värdet för solinstrålningen i ArcGis angavs i WH/m^2 med olika värden för respektive pixel på kartan. Varje pixel på kartan motsvarade en yta på 50 x 50 m i verkligheten.

Det som mättes var den sammanlagda solinstrålningen under en genomsnittlig växtsäsong. Dock måste ett specifikt år väljas i programmet varpå året 2010 valdes. Växtsäsongen är i detta fall räknad från 10 maj till 17 oktober, vilket är 160 dagar. Enligt SMHI (2011 b) är 160 dagar det som är den genomsnittliga längden för växtsäsongen i detta område.

De specifika datumen är valda efter data från Skagsudde mätstation, vilken är belägen ca 2 mil sydöst om Örensköldsvik. Mätstationen tillhör SMHI och det är de som underrättat informationen till detta arbete (SMHI 2012 a). Växtsäsongen börjar på den dag då det passerat 4 dagar i rad med en medeldygnstemperatur på över 5 °C. Växtsäsongen slutar den sista dagen i en sammanhängande 4-dagarsperiod med en medeldygnstemperatur på över 5 °C. Detta är den standard för växtsäsong som SMHI använder sig av (SMHI 2011 b).

Lokalernas avstånd till havet, andelen vatten i deras närområde och temperaturdata

För att mäta respektive lokals avstånd till havet användes ett mätverktyg på Eniro (2011). Med hjälp av denna kunde avståndet mätas genom att dra räta linjer från lokalernas position till havet.

Detta mätverktyg användes även för att rita upp de respektive lokalernas närområden med en radie på 1 km. Områdets konturer av land och vatten ritades av på OH-papper. Detta papper klipptes upp i mindre delar, så att de delar som motsvarade land placerades i en hög och de delar som motsvarade vatten placerades i en annan hög. Högarna mättes mot varandra på våg (Sartorius GMBH Göttingen. Type L2200O. Sartorius Laboratory. Made in Germany). Genom högarnas vikt blev det möjligt att räkna ut hur stor andel i procent av närområdets yta som var vatten, respektive land.

Data för genomsnittstemperaturen i januari är hämtad från SMHI (2011 a). Data för medeldygnstemperaturen från 1965 – 2011 är tagen från SMHI:s mätstation vid Skagsudde (SMHI 2012 a).

Jämförelse av lönnantalet inom lokaler med lönn

Då lokaler med lönn jämfördes mot varandra för att söka förklaringar till deras varierande lönnantal så användes samma parametrar som vid jämförelse mellan lokaler med lönn och utan lönn. Dessutom användes värden för markens pH-värde på lokalerna som en ytterligare parameter.

Bestämning av pH i jordprover

I labb mättes pH-värdet i jordproverna. Detta skede med hjälp av en pH-meter (Merrohm 744). Bearbetningen och behandlingen av jordproverna utfördes enligt manual (SIS 1994). Från varje jordprov togs tre prover, så kallade delprover. Varje delprov mättes vid 2 tillfällen. De två mättillfällena gav ett genomsnitt för varje delprov. Genomsnittsvärdena för delproven gav tillsammans ett genomsnittsvärde för varje jordprov och därmed ett genomsnittsvärde för varje lokal.

Åldersbestämning

Av de 23 lönnlokaler var det 4 lokaler som blev aktuella för åldersprov. På dessa 4 lokaler sammanföll 2 viktiga faktorer. Det fanns rikligt med lönn och det fanns tillstånd från de respektive markägarna för att ta åldersprover. På dessa lokaler togs åldersprover från 20 - 23 individer, samtliga mindre än 3 cm i diameter. De som till sin höjd var ca 1 m eller lägre blev uppräckta med roten. De som var tydligt högre än 1 m blev kapade med trädgårdssåg. Kapningen skedde under marknivån, vilket innebar att en mindre grävning skedde vid alla de lönnar som togs för åldersprov.

De träd som var högre än 1 m, kapades senare så att toppen med grenar och blad avlägsnades. Den lägre delen av trädet, som endast bestod av ett kortare stamsegment på ca 20 – 40 cm, sparades för att torkas. De träd som var ca 1 m eller lägre sparades i sin helhet för att torka. Dock avlägsnades löven även från dessa mindre träd.

När träden torkat i drygt en månad transporterades de till Nordens Ark utanför Uddevalla, där en inledande undersökning av åldersproverna genomfördes under 2 dagar. Träden kom därefter att transporteras tillbaka till Botaniska institutionen vid Stockholms universitet, där genomgången av åldersproverna fortgick.

Åldersproverna kapades upp i ett flertal segment på 2 cm vardera. Detta efter modell från tidigare undersökningar (Niklasson 1998). Olika individer kapades i olika antal segment beroende på vad som var möjligt beroende på provets storlek, men också utifrån vad som kunde anses nödvändigt. Ofta lämnades en del av provet utan att bli uppsågat i dessa mindre delar, då det var främst den tjockaste delen av provet som var intressantast för åldersbestämningen. Från samtliga prov sågades minst 4 segment, men ofta kunde det vara fler än så. Som mest sågades en individ upp i 13 segment.

Varje segment markerades för att tydliggöra var på provet den var tagen från, med utgångspunkt från marknivån. Således blev ”-2” en beteckning för att segmentet motsvarar den del av stammen som går från marknivån till 2 cm under marknivån. Varje segment slipades med slippapper på den sidan som var mot marknivån. Segment som var tagna från under marknivån blev därmed slipade på ovansidan, samtidigt som de segment som var tagna från ovan marknivån blev slipade på undersidan. Varje slipning inleddes med grövre slippapper för att stegvis gå mot finare slippapper om 9 steg, motsvarande 60, 100, 180, 240, 320, 400, 600, 800 och 1000 i kornstorlek.

Efter slippning räknades årsringarna på den slipade ytan i stereolupp, med maximalt 300 gångers förstoring (Nikon SMZ745. 1520213. Made in Japan). Genom denna metod kunde en tidsserie byggas upp för varje individ, där varje segment visade hur mycket stammen vuxit till under olika tidsperioder. Målet var att hitta det äldsta segmentet från varje individ. Det äldsta segmentet användes som referens för att bestämma åldern på individen. Detta segment skulle då kunna jämföras mot segment med färre årsringar mot båda hållen, dvs. både uppåt och nedåt på stammen.

Några av de minsta individerna, de som var bara var någon mm i diameter, blev inte kapade och slipade på samma vis som de större. Dessa valde jag att skära med skalpell istället. Segmenten placerades i vatten för att fuktas upp under några minuter. Därefter skars en slät yta, så slät som det var möjligt. Ytan behandlades med zinkpasta. Provet placerades därpå under stereolupp (Nikon), för att årsringarna skulle kunna räknas.

På de individer som sparades i sin helhet, räknades också årsnoderna. Detta blev ett värdefullt komplement till årsringarna. I de flesta fall anvisade årsringarna och årsnoderna olika ålder för samma individ och då användes den hänvisning som gav den äldsta åldern. Det vanligaste

var att årsringarna påvisade den äldsta åldern. I några fall angav dock årsnoderna den äldsta åldern och ibland hände det att årsringarna och årsnoderna påvisade samma ålder. Som mest gick det att urskilja 20 årsnoder, men i de flesta fall betydligt färre.

Kortfattad redogörelse för bearbetningsmetoder

Statistik och data behandlades till stor del i programmet R 2.9.2 (R Development Core Team, 2009). Tre olika dataset behandlades. Ett dataset för lönnarnas förekomst respektive avsaknad där logistisk regression användes. Ett dataset för lönnantalet inom lokaler med lönn och ett dataset för antalet lokaler med nyrekrytering under respektive år från 1979 till 2009. Inom de två sistnämnda användes multipel regression. För samtliga tre dataset användes bakåtelimineringsprincipen (backward selection) för att få fram förklarande modeller. För att söka efter signifikanta samband, i det första datasetet, som förklarade lönnens förekomst respektive avsaknad i vissa lokaler användes följande parametrar:

- Solinstrålning under växstsäsongen
- Andelen vatten i närområdet
- Andelen barrträd på lokalen
- Krontäckningen på lokalen
- Ålder på skogen

För att söka efter signifikanta samband, i det andra datasetet, som kunde förklara det skiftande lönnantalet inom lokaler med lönn användes ovannämnda parametrar samt pH-värden från de respektive lokalernas jordprover, januaritemperatur och avstånd till havet.

För att hitta signifikanta samband, i det tredje datasetet, som kunde förklara varför det sker en större nyrekrytering vissa år så användes parametrar för:

- Det kallaste dygnet under vintern före aktuell växstsäsong
- Växstsäsongen 2 år innan det aktuella groningsåret
- Växstsäsongen 1 år innan det aktuella groningsåret
- Växstsäsongen under det aktuella groningsåret
- Växstsäsongen 1 år efter det aktuella groningsåret
- Växstsäsongen 2 år efter det aktuella groningsåret

Resultat

Lokaler med och utan lönn

Beskrivning av lokalernas miljöer

Det fanns variation i artsammansättningen av fältskiktet. Detta gällde både på lokaler med lönn och på lokaler utan lönn, där vissa lokaler dominerades av blåbärsris (*Vaccinium myrtillus*) och harsyra (*Oxalis acetosella*) med inslag av ekorrbär (*Maianthemum bifolium*) och andra låga örter och andra lokaler som var rikare dominerades av ekbräken (*Gymnocarpum dryopteris*) och högre örter såsom älggräs (*Filipendula ulmaria*) och liljekonvalj (*Convallaria majalis*).

Tabell 1. Miljövariabler på lokaler där lönn förekom i jämförelse mot lokaler där lönn inte förekom.

Miljö-/Klimatvariabel	Lokaler med lönn N = 23 Medelvärde (spännvidd)	Lokaler utan lönn N = 22 Medelvärde (spännvidd)
Krontäckning (%)	57 (45-78)	54 (40-70)
Andel barrträd (%)	40 (0-98)	48 (0-90)
Andel vatten inom 1 km radie från lokalen (%)	15 (0-49)	8 (0-48)
Solinstrålning under växstsäsongen, (WH/m ²)	61289 (57876-65323)	60025 (53892-64900)
Ålder på skogen, (antal gamla/antal mellangamla)	10/13	4/18

Artsammansättningen av träd varierade, men till de vanligaste kunde räknas främst gran (*Picea abies*), björk (*Betula pendula* och *B. pubescens*), rönn (*Sorbus aucuparia*) och gråal (*Alnus incana*). Detta gällde både i lokaler där lönn förekom och i lokaler där lönn inte förekom. Till de mindre vanliga trädarterna kunde räknas asp (*Populus tremula*), sälg (*Salix caprea*), hägg (*Prunus padus*) och tall (*Pinus sylvestris*). Den varierande artsammansättningen av träd gjorde också att det fanns en variation mellan lokalerna för hur mycket barrträden dominerade, respektive för hur mycket lövträden dominerade (tabell 1).

Samband som förklarar förekomst och icke förekomst av lönn

Både medelvärden och variation i de uppmätta miljövariablerna var i de flesta avseenden likartade för de lokaler som hade lönn och de lokaler som inte hade lönn. Förekomsten av lönn kunde förklaras av en modell med parametrarna andelen vatten inom 1 km radie (positivt signifikant) och skogens ålder i lokalen (positivt signifikant) (tabell 2). Ingen av de andra variablerna bidrog signifikant till modellen, men solinstrålningen bidrog nästan signifikant ($p=0,084$).

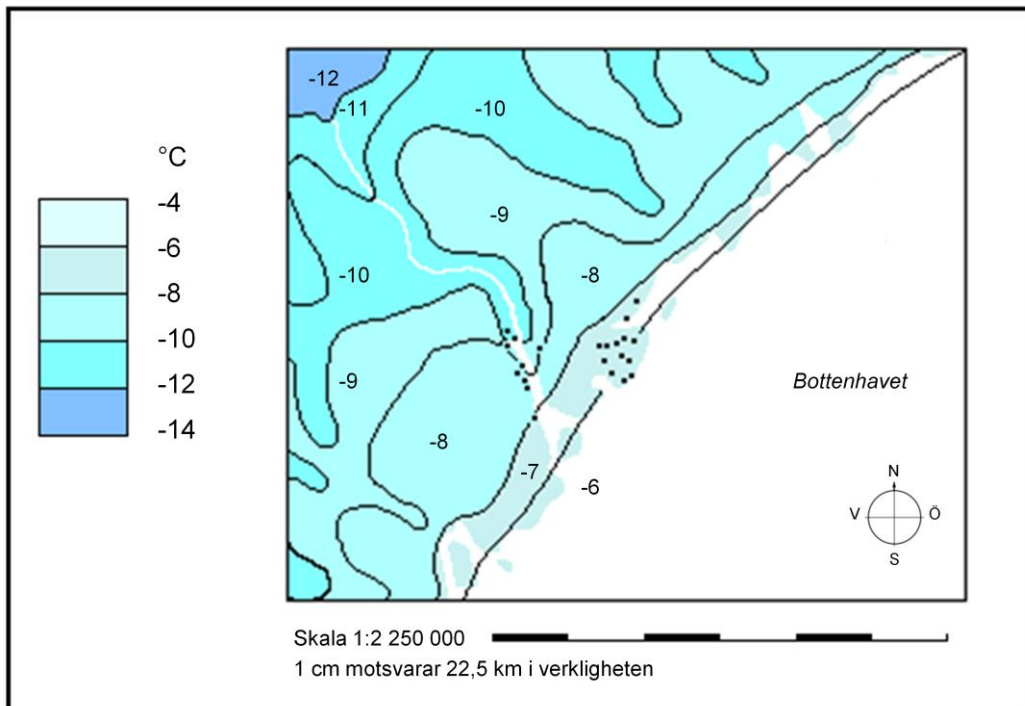
Lokaler med lönnar befann sig ofta i äldre skogar och i områden med mera vatten i jämförelse mot lokaler utan lönn.

Tabell 2. De signifikanta parametrarna som i en modell kunde förklara förekomst av lönn, respektive icke förekomst av lönn, samt värden för hela regressionen.

	Estimate	t-värde	p-värde
Interception	0,28	2,559	0,014
Andel vatten inom 1 km radie	0,011	2,021	0,0497
Skogens ålder i lokalen	0,33	2,145	0,038
Hela regressionen, Andel vatten + Skogens ålder, $R^2 = 0,12$. $p = 0,028$			

Variation inom lokaler med lönnar

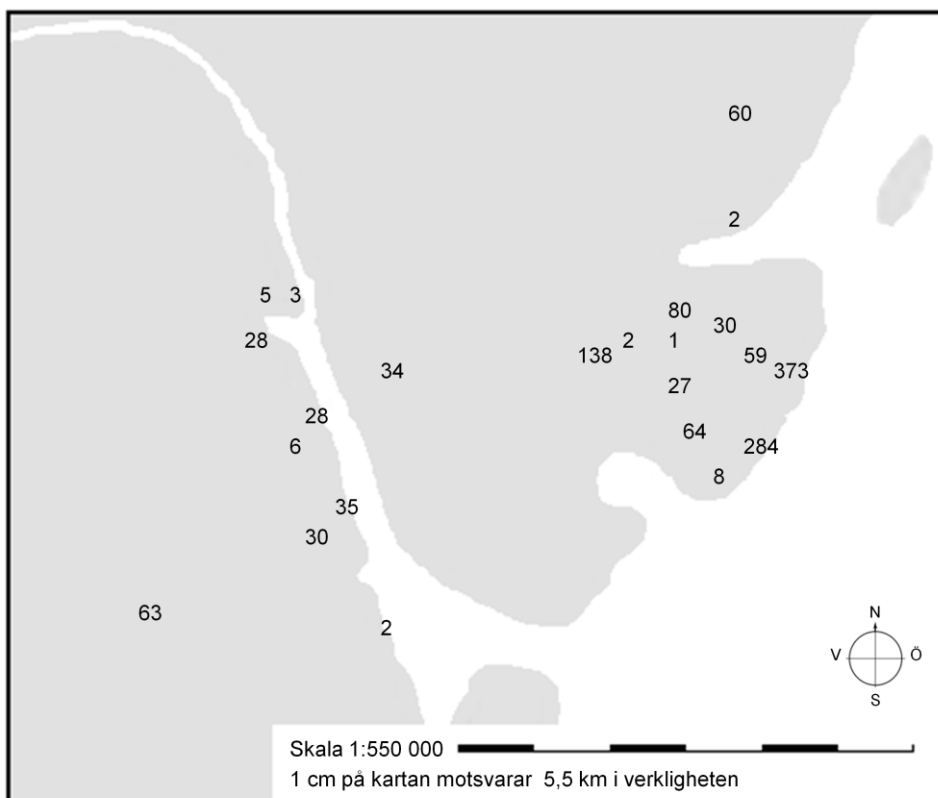
Antalet lönnar i en 25x25 meters yta (med minst en lönn) kunde förklaras av en modell med följande parametrar: genomsnittstemperaturen för januari (positivt samband), andel vatten inom 1 km radie (negativt samband) och andelen barrträd (negativt samband) (tabell 3). Ingen av de andra variablerna (t.ex. solinstrålning eller pH) bidrog signifikant till modellen.



Figur 3. Karta över östra Ångermanland och de respektive områdenas genomsnittstemperaturer för januari. De små svarta prickarna visar lokaler där lönn förekommer. Från nordväst och ut till havet syns Ångermanälven. Källa: SMHI (2011 a).

Lokaler med många lönnar utmärks av mildare januaritemperaturer, mindre andel vatten i området, mindre andel barr i lokalen, samt nära lokaliserat till havet. Avstånd till hav och genomsnittstemperatur för januari är nära korrelerade med varandra vilket är tydligt från kartan (Fig. 3). Det är också tydligt att de rikaste lönnlokalerna ligger nära havet (Fig. 4).

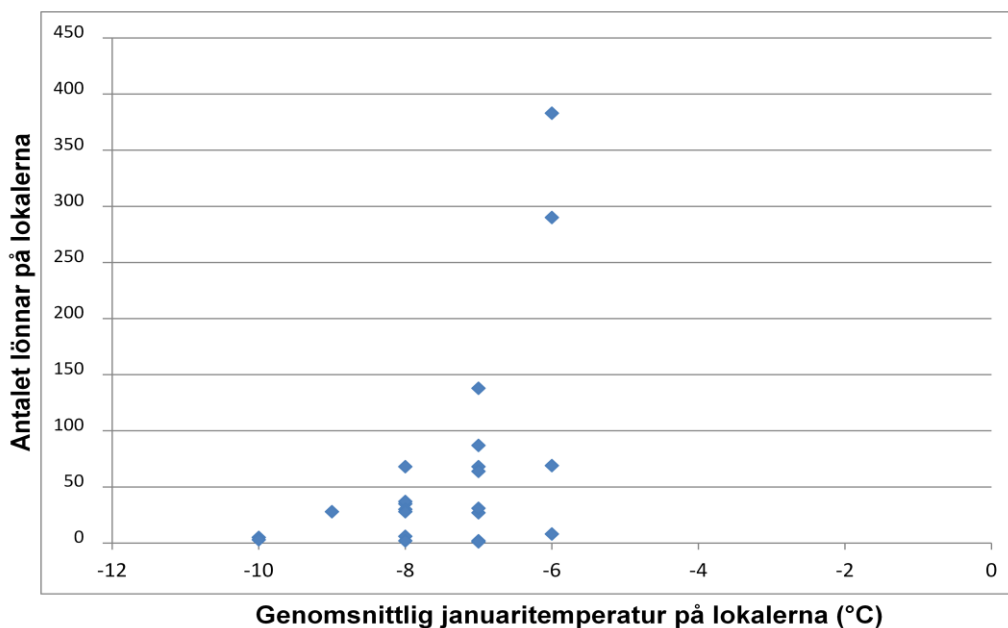
Avstånd till havet och januaritemperatur är så nära korrelerat med varandra att det blir missvisande då de läggs in i samma regression. Därför gjordes två skilda regressionsanalyser för att skilja dessa parametrar åt. Värdena för Barr och Andel vatten i lokalen i tabellen är tagna från regressionen Barr – Andel vatten – Avstånd till havet. Dessa parametrar får andra p-värden i regressionen för Barr – Andel Vatten + Januaritemperaturer, men är dock alltid signifikanta mot lönnantalet. Avstånd till havet och genomsnittstemperaturen för januari var starkt signifikanta mot varandra ($p = <0,001$).



Figur 4. Bilden visar en karta över lokaler med lönna. Siffrorna anger hur många lönna som finns på respektive lokal.

Tabell 3. De signifikanta parametrarna som i en modell kunde förklara varför det fanns fler lönna i vissa lokaler och färre i andra, samt värden för hela regressionen. Observera att januaritemperaturen har här ett negativt t-värde. Detta kommer sig av att temperaturen uppges i minusgrader, men utan minustecken. Gradera anges i dataanalysen som 6, 7, 8, 9 och 10, där 6 är varmast då det avser – 6 °C.

	Estimate	t-värde	p-värde
Interception	271	7,38	<0,001
Andel barrträd i lokalen	-1,33	-3,185	0,0049
Andel vatten inom 1 km radie	-2,87	-3,1	0,0059
Genomsnittlig januaritemperatur	-35	-3,25	0,0042
Avstånd till havet	-0,0039	-2,63	0,017
Hela regressionen, - Barr - Andel vatten + Januaritemperatur, $R^2 = 0,46$. $p = 0,0021$			
Hela regressionen, - Barr – Andel vatten - Avstånd till havet, $R^2 = 0,38$. $p = 0,0069$			



Figur 5. Antalet lönnar på lokalerna i förhållande till deras genomsnittliga januaritemperatur.

I lokaler där genomsnittstemperaturen för januari ligger på $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ eller $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ är det relativt få lönnar. I lokaler där januaris genomsnittstemperatur istället ligger på $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ kan det finnas många fler lönnar (Fig. 5). Det behöver dock nödvändigtvis inte vara många lönnar i dessa lokaler, då det även förekommer lokaler, med relativt få lönnar, som har milda genomsnittstemperaturer för januari. De lokaler som har mildare genomsnittstemperaturer i januari har därmed en stor spridning på sitt lönnantal, samtidigt som lokaler med kyligare genomsnittstemperatur för januari endast har få lönnar, i den mån de har några lönnar överhuvudtaget. De 3 lokaler som hade över 100 lönnar hade alla mildare genomsnittstemperaturer för januari på $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ eller $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

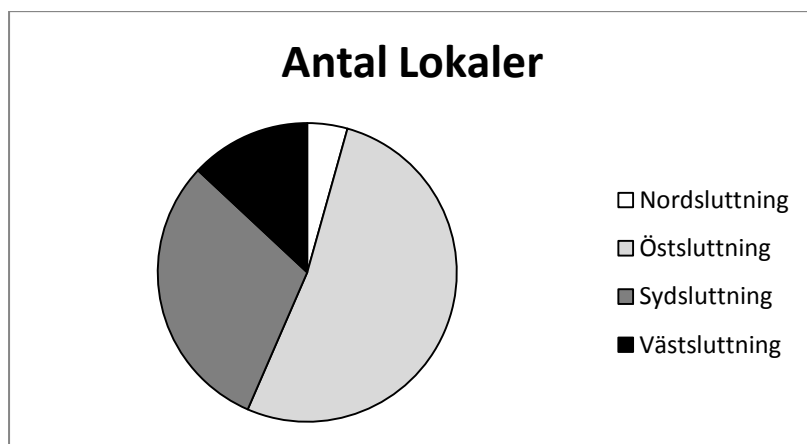
Inverkan av pH-värdet på lokalerna och dess lönnantal.

Det finns inget signifikant samband mellan pH-värdet och de olika lokalernas lönnantal. På lönnlokalerna varierar pH-värdet från 4,48 på Knäftaberget till 6,42 i Strömnäsvik. Dock gjordes ingen undersökning av pH-värdet för de lokaler som saknade lönn.

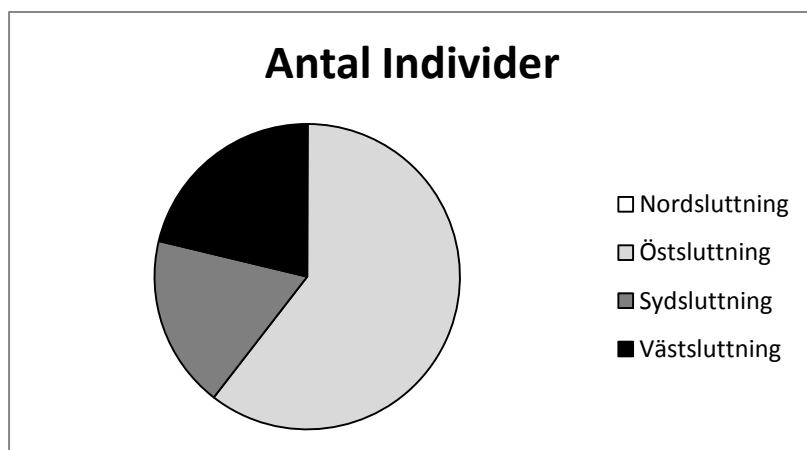
Lönnarnas antal och storleksfördelning i olika lokaler

Lönnlokaler påträffades på sluttningar i alla de olika väderstrecken, men flest påträffades i östsluttningar. I östsluttningarna påträffades också flest antal individer. Av de 23 undersökta

lönlokalerna är det 1 på nordsluttning, 12 på östsluttning, 7 på sydsluttning och 3 på västsluttning (Fig. 6). Av de sammanlagt 1412 undersökta lönnindividerna är det 1 som befinner sig i nordsluttning, 853 i östsluttning, 258 i sydsluttning och 300 i västsluttning (Fig. 7).

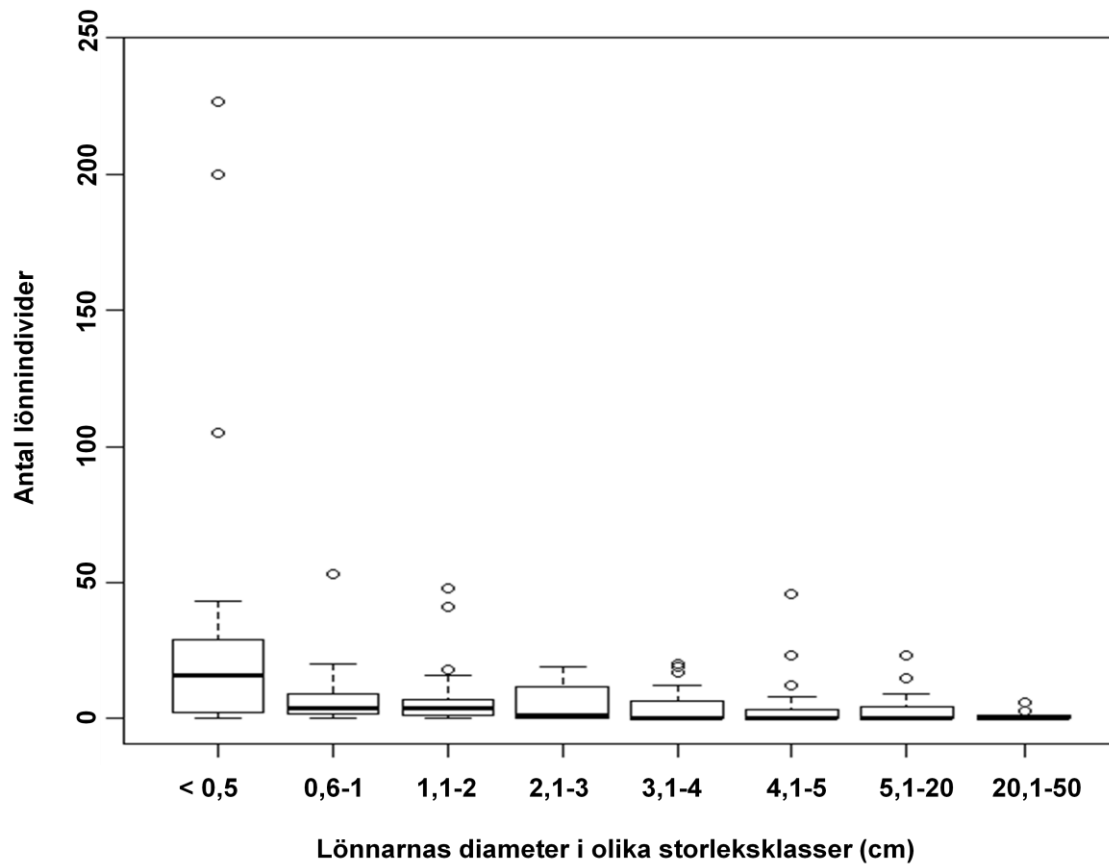


Figur 6. Fördelningen av antalet lokaler efter sluttningar i olika väderstreck.

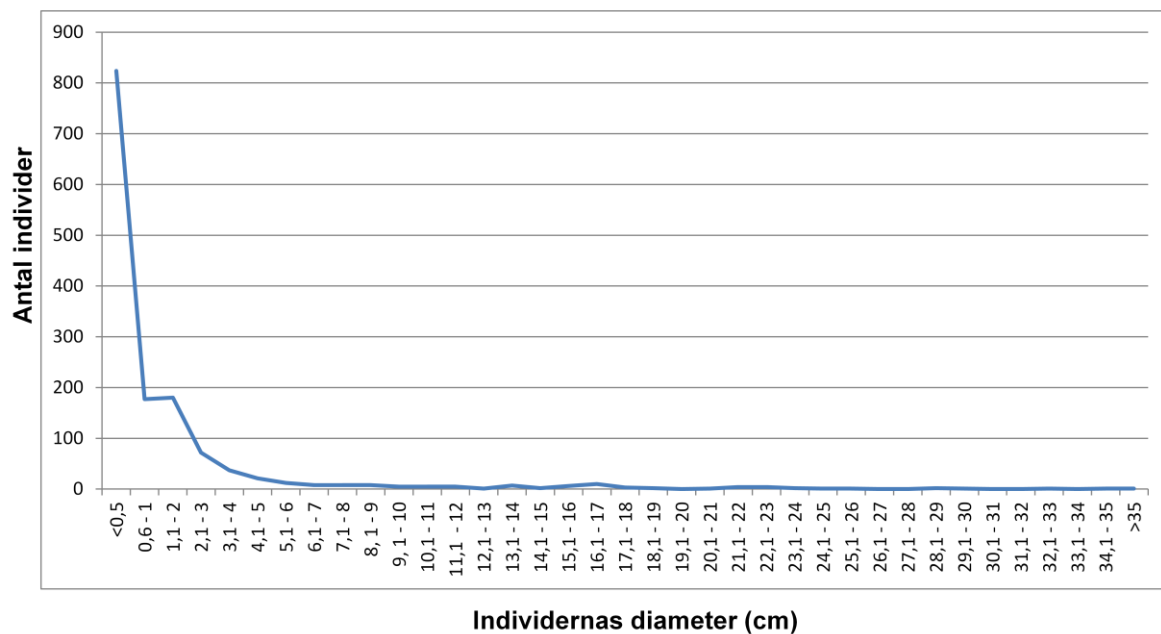


Figur 7. Fördelningen av antalet individer efter sluttningar i olika väderstreck.

Antalet individer i olika storlekar varierar stort mellan olika lokaler. Storleken räknas på individens diameter och går från <0,5 cm till 50 cm. De flesta individer är av storlekklassen 0,5 cm eller mindre (betecknad som <0,5 cm), deras antal varierar dock stort mellan olika lokaler (Fig. 8). Ängesberget har fler än 200 individer av denna storlekklass, Näsvisen precis 200, samtidigt saknas individer av denna storlekklass helt i lokalerna Rossövisen, Gusterviken och Dal. Av de 23 lokalerna är det endast 8 som har individer i storlekklassen 20,1 – 50 cm.



Figur 8. Antalet individer i olika lokaler fördelade på olika storleksklasser.



Figur 9. Individantalet för olika storlekar baserat på diametern.

Större lönnar var relativt ovanliga. Antalet individer med en diameter på 0,5 cm eller mindre var 824 stycken av de sammanlagt 1412 individer som mättes. Den lilla ”puckeln” som syns i diagrammet (Fig. 9) uppstår då antalet individer av diametern 0,6 cm – 1 cm är 177 stycken, samtidigt som antalet individer med diametern 1,1 – 2 cm är 180 stycken. Många av de olika storleksklasserna mellan 25 cm och 35 cm i diameter påträffades ej överhuvudtaget. Bland lönnar med en diameter på över 30 cm var det endast 3 individer som registrerades, varav alla påträffades i Näsvisen (västsluttning). Den största av dessa 3 lönnar var 50 cm i diameter. Den individen är här redovisad som >35 cm och är ensam inom denna klassificering.

Tabell 4. Fördelning av lönnar i olika storleksklasser.

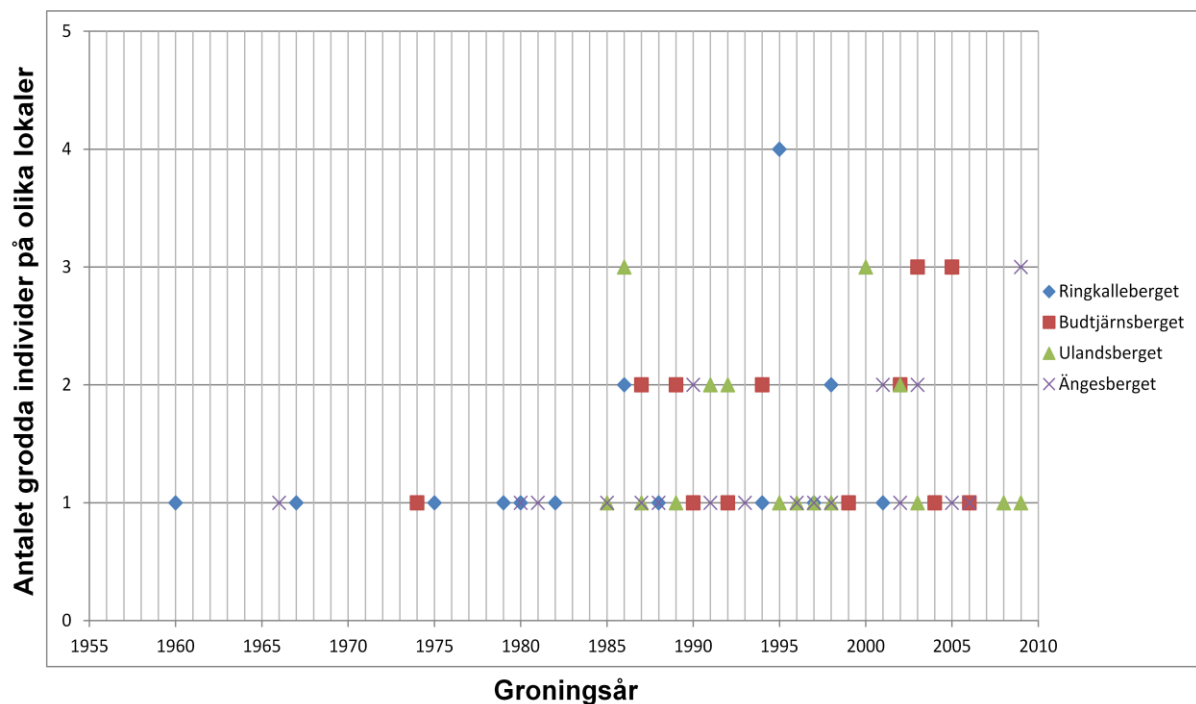
Diameter	Antal	Andel i procent
Upp till 0,5 cm	824	58,4
0,6 – 2 cm	357	25,3
2,1 – 10 cm	171	12,1
Över 10 cm	60	4,2
Sammanlagt	1412	100

De år då lönnarna gror

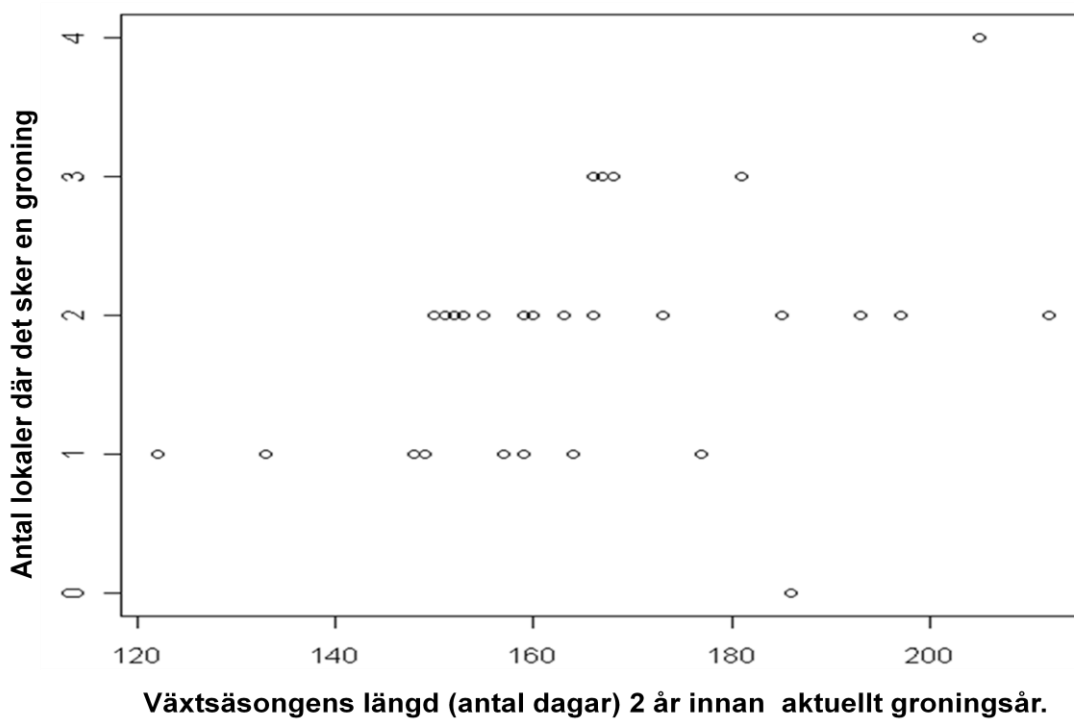
Det sker en nyrekrytering på lokalerna, olika mycket för olika år. Nyrekryteringen i lokalerna kunde förklaras av en modell med parametrarna växtsäsongens längd 2 år innan aktuellt groningsåret (positivt samband) och växtsäsongens längd 2 år efter aktuellt groningsår (positivt samband) (tabell 5). År 2002 var det enda året som det skedde en groning i samtliga fyra lokaler, enligt våra data. Andra goda år var 1987, 1992, 1997, 1998 och 2003 då det skedde en groning i 3 av de 4 undersökta lokalerna (Fig. 10).

Tabell 5. De, l signifikanta parametrarna som i en modell kunde förklara varför det sker en större nyrekrytering vissa år, samt värden för hela regressionen.

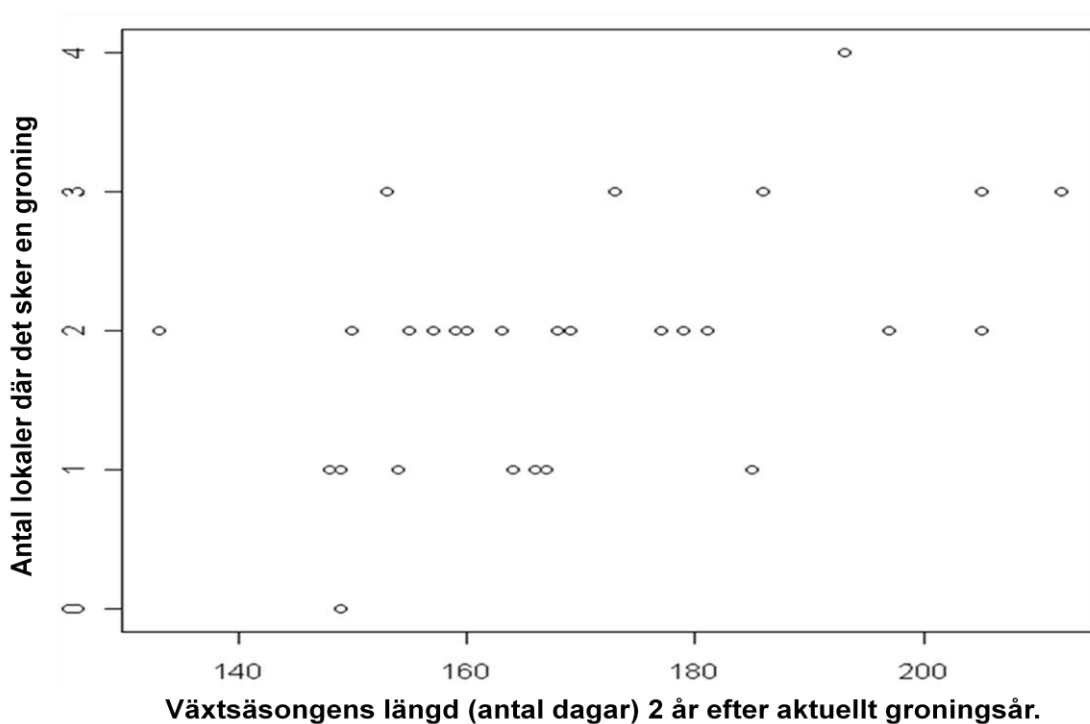
	Estimate	t-värde	p-värde
Interception	-3,94	-2,47	0,02
Växstsäsongens längd 2 år innan aktuellt groningsår	0,014	2,1	0,046
Växstsäsongens längd 2 år efter aktuellt groningsår	0,02	2,91	0,0074
Hela regressionen, Växstsäsongens längd 2 år innan aktuellt groningsår + Växstsäsongens längd 2 år efter aktuellt groningsår, $R^2 = 0,35$. $p = 0,004$			



Figur 10. Groningsår och antalet grodda individer på de olika lokalerna från 1960 – 2009.



Figur 11. Antalet lokaler av 4 undersökta lokaler där det sker en nyrekrytering mot växstsäsongens längd 2 år tidigare. Groningsåren går från 1979 – 2009. Sambandet är signifikant (P-värde = 0,0067).

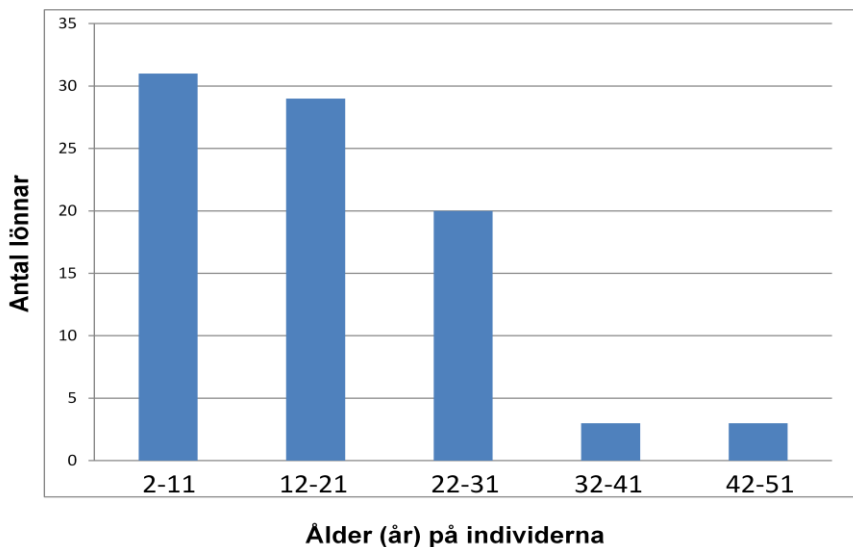


Figur 12. Antalet lokaler av 4 undersökta lokaler där det sker en nyrekrytering mot växstsäsongen 2 år senare. Groningsåren går från 1979 – 2009. Sambandet är signifikant (P-värde = 0,016).

De undersökta individerna är av varierande ålder, då deras groningsår löper från 1960 till 2009. Av de 86 undersökta individerna var 26 individer från före 1990 och 60 individer var från 1990 eller senare. Diametern hos dessa åldersbestämda lönnar varierar också, varav den största var 2,7 cm i diameter. Lönnarna kunde i ett flertal fall vara mer än 20 år, trots att deras diameter inte var mer än 0,5 cm. Av de lönnar som var mer än 1 cm i diameter var samtliga mer än 20 år (Fig. 13).

Scatter plot showing the relationship between tree diameter (cm) and age (years) for four different tree species: Ringkalleberget (blue diamonds), Budtjärnsberget (red squares), Ulandandsberget (green triangles), and Ängesberget (purple crosses). The x-axis represents 'Lönnindividernas diameter (cm)' from 0 to 3, and the y-axis represents 'Lönnindividernas ålder (år)' from 0 to 60. The plot shows a general positive correlation between diameter and age, with Ringkalleberget having the highest ages for a given diameter, followed by Budtjärnsberget, Ulandandsberget, and Ängesberget.

30



Figur 14. Lönnindividernas åldersfördelning. Individerna är här uppdelade i olika åldersgrupper om 10 årskullar i varje grupp.

I ovanstående diagram (Fig. 14) framgår åldersfördelningen hos de lönnar som jag undersökt för åldersbestämning. Det blir här tydligt att de flesta individerna är grodda under de senaste 3 decennierna. De äldre individerna utgör endast en mindre andel av populationen.

Diskussion

Lönnen gynnas av milda vintertemperaturer

Resultaten antyder att lönnen gynnas av milda vintertemperaturer. Detta är ingen överraskning. Då lönnen har en sydlig utbredning i Sverige kan det också antas att lönnen inte tål för låga minimitemperaturer. Dock är det okänt vilken minimitemperatur som skulle vara den absolut lägsta möjliga för att en lönn ska kunna överleva. I denna studie har lönn påträffats i områden där vintertemperaturerna i januari kan gå ner till under -27°C . Detta kan dock inte ses som en absolut gräns, då det finns kallare områden som inte har undersökts för närvaro av lönn.

Vad vi dock kan se är att lönn förekommer mer rikligt i de områden där temperaturen är mildare på vintern. Avståndet till havet kan vara en viktig faktor. Denna närhet gynnar troligen lokalklimatet då havets uppbromsande effekt gör att lönnarna inte utsätts för alltför extrema minimitemperaturer under vintern. Närheten till havet gör också att temperaturen inte fluktuerar för mycket mellan dag och natt och från dag till dag. Därmed kan extrema

minitemperaturer undvikas lättare. I lokaler nära havet finns också flera andra faktorer, som kan vara viktiga för lönnarnas etablering, såsom senare höstfrost, högre årsmedeltemperatur och kortare vinter (SMHI 2012 c).

Effekten av skogens ålder och varför lönnen saknas i vissa områden

De lokaler som i denna undersökning hade lönn var oftare äldre skogar än de lokaler som inte hade lönn. Däremot fanns det ingen signifikans, eller trend som visade att en hög skogsålder, skulle ge ett större antal lönnar då arten väl är etablerad i området.

Det skulle dock förmodligen vara vilseledande att påstå att lönnen gynnas av hög skogsålder. Under fältarbetets gång påträffades många individer av lönn i såväl diken, kalhyggen och yngre skogar. Dessa lokaler togs dock ej med i undersökningen då målet var att utgå från lokaler i mellangamla och äldre skogar. Detta kan därför handla om en slump, att vi råkade få ett större antal lokaler med lönn i äldre skogar. Lönnen verkar kunna etablera sig i en stor variation av miljöer och därför är det kanske andra faktorer som avgör var den etablerar sig än själva skogsåldern på lokalen.

Olika arter kan i många fall vara fröbegränsade (seed limitation) eller lokalbegränsade (microsite limitation). Med fröbegränsning avses att individerna, av någon anledning, inte lyckas producera tillräckligt många frön för att arten ska kunna expandera och kolonisera nya områden. Med lokalbegränsad avses att arten är begränsad av miljöförhållande på en mindre skalnivå. Detta avser att arten skulle kunna, av rent klimatologiska och miljömässiga skäl på större skala, etablera sig i ett område, men att den ännu inte lyckats göra det på grund av att dess frön inte lyckats etablera sig där av olika anledningar (Eriksson & Ehrlén 1992; Facelli 1994; Hubbell et al. 1999; Nathan & Muller-Landau 2000; Shah et al 2005; Guo et al 2010; Salazar et al. 2012).

Även om en art i ett område lyckas producera många frön så kan dess spridningsförmåga vara begränsad därför att dess frön blir förstörda och inte slår rot pga. angrepp från svamp, bakterier eller virus (Georgieva et al. 2000; Georgieva et al. 2001; Shah et al. 2005). Frön kan också bli uppätta av olika insekter, gnagare och andra djur (Facelli 1994; Guo et al. 2010; Salazar et al. 2012). Om det finns mycket förna på marken kan det försvåra för fröet, dels genom att fröet får svårare att slå rot om fröet hamnar högt upp ovanpå förnan, men också genom att stänga ute solljus om fröet hamnar för långt ner under förnan (Facelli 1994). Även

konkurrensen mot andra arter om utrymmet gör sig ofta påmind (Eriksson & Ehrlén 1992, Salazar et al. 2012).

När det gäller lönnen är det känt att dess blad kan bli angripna av olika kvalster, insekter och svampar, vilket kan försvåra artens etablering i olika områden (Anderberg & Anderberg 1996; Giertych, Karolewski & Oleksyn 2008; Adams et al 2009; Cincotta et al. 2009; Sucharzewska 2010). Lönnen är också ett populärt träd bland betesdjur (Niklasson & Nilsson 2005) och nötväcken äter gärna dess frön (Bioresurs 2012), något som kanske också begränsar artens utbredning.

En nära släkting, italiensk lönn (*Acer opalus* ssp. *granatense*), har i en undersökning (Gomez-Aparicio et al. 2007) visat sig vara spridningsbegränsad (dispersal limited) då de flesta av dess frön hamnade direkt under moderplantan och många andra frön landade nära moderplantan. Endast en mindre andel frön föll längre bort. Liknande mönster har påvisats i studier på andra arter (Hubbell et al. 1999).

Utifrån resultaten i denna studie är det svårt att säkerställa vad som begränsar lönnens (*A. platanoides*) utbredning i Ångermanland. Det verkar dock som att det finns flera potentiella lokaler för lönnen i landskapet, men där arten ännu inte etablerat sig.

Ljusinsläppets betydelse är otydlig

Resultaten visar också att en mindre andel barr skulle gynna förekomsten av lönn. Kanske är resultatet en bekräftelse på sig själv. Om det är mycket lönn i området så blir det därmed en större andel lövträd i området, då lönn är lövträd och således minskar andelen barrträd. Eller så kan det också vara fråga om ljuset på lokalen. Barrträden gör att det blir mycket skugga redan tidigt på året eftersom barren är på träden under hela året. I en lövskog blir det förhållandevis ljusare tidigt på våren då lövsprickningen ännu inte kommit igång och mycket ljus kan nå fram, ner till de små träd som finns i markvegetationen. De flesta av de lönnar jag hittade var små träd. I förhållande till sin storlek var individerna dock förhållandevis gamla. Detta kan jämföras med uppgifter från Almgren et al. (2003) och visar att lönnarna i detta område växer relativt långsamt mot andra områden.

Samtidigt visar resultaten att krontäckningen inte har någon större betydelse för huruvida en lokal innehar lönn eller ej och inte heller då olika lönnlokaler jämförs mot varandra för sina

respektive individantal. Ljusinsläppets betydelse förblir här otydlig. Kanske är de lokaler som har en liten andel barrträd mer gynnsamma för lönn och andra lövträd, varpå barrträden konkurreras undan. Andelen barrträd i området är i så fall inte en anledning till om lönn förekommer eller ej. Snarare kanske barrträdens antal är en konsekvens för huruvida lokalerna är gynnsamma för lövträden som då kommer och tränger undan barrträden.

Andelen vatten i området blir svårtolkat

I de lokaler som har lönn är andelen vatten i området negativt mot antalet lönnar. Det innebär att det är fler lönnar i de lokaler där det förekommer lite vatten i området. Samtidigt visar också resultaten att andelen vatten i närområdet har en positiv effekt för om lönn förekommer eller ej i en lokal. Andelen vatten i närområdet blir här en parameter som kan tolkas som motsägelsefull. Det har i detta arbete inte kunnat spåras en förklaring till varför det förhåller sig på detta vis.

Det är sedan tidigare känt att närheten till havet ofta bidrar till olika faktorer som är positiva för mer sydländska växter i området (Mascher & Mo 1990). Detta bekräftades av lönnarnas positiva respons för närheten till havet, eller mildare januaritemperaturer, som i undersökningsområdet är i stort det samma. Mot bakgrund av detta förväntade jag mig att även lokaler som hade rikligt med vatten i sin närhet, t.ex. lokaler vid Ångermannaälven och vid sjöar, skulle visa en positiv respons för antalet lönnar, i jämförelse mot lokaler som saknade sjöar och vattendrag i sin närhet. Detta blev dock inte bekräftat av resultaten. Kanske är sjöarna inte tillräckligt stora för att kunna påverka klimatet i sin närhet tillräckligt mycket. Ångermannaälven har dock mätbara effekter på lokalklimatet i sin direkta närhet (SMHI 2012 c). Denna effekt är dock mindre än havets effekt och förmodligen ej tillräckligt stor för att vi ska kunna se en respons hos antalet lönnar. Då kvarstår dock frågan varför det var färre lönnar på lokaler med mycket vatten i sin närhet. Detta resultat kan vara en slump eller så kanske det beror på någon faktor som vi inte har undersökt.

Solinstrålning under växtsäsongen

Solinstrålningen under växtsäsongen har ingen signifikant inverkan på hur många lönnar som finns i ett område. Det finns vidare ingen signifikant inverkan från solinstrålningen på huruvida det överhuvudtaget finns lönnar i ett område eller ej. Men det finns en trend som visar att områden med lönn har högre solinstrålning än områden utan lönn. Denna skillnad kommer troligen av att lokaler som saknar lönn i större utsträckning befinner sig på

nordsluttningar i jämförelse mot de lokaler som har lönn. Bland lönnlokalerna var det endast en lokal med en ensam lönn som befann sig i nordsluttning, samtidigt som lokaler mot väst söder och öst både var mer frekvent och hade flera individer. Detta antyder i sig att lönnen gynnas av goda ljusförhållanden, även om den har förmågan att kunna etablera sig under mer begränsade ljusförhållanden.

Effekten av pH

I resultaten visar det sig att pH-värdet inte har någon effekt på antalet lönnar i lokalerna. Variationen av pH-värden är här relativt smalt då det spänner från 4,48 till 6,42, vilket med god marginal ryms inom det spann av miljöer, där lönn sedan tidigare kan förväntas att påträffas. Möjligtvis skulle effekten av pH-värdet bli tydligare om undersökningen skulle innefatta fler lokaler med ett pH-värde på gränsen till vad lönnen klarar av, men där lönn fortfarande förekommer, som t.ex. pH 3,8 eller pH 7,5. Här har urvalet istället kommit att hamna inom lönnens kärnområde för pH-värden, då lönnen kan leva i områden med pH-värden på 3,7 – 8 (Niemiera 2009). I denna undersökning avser respektive pH-värde ett genomsnitt för respektive lokal. Vid en eventuell ny undersökning skulle prover istället kunna tas i direkt anslutning till där lönnarna växer, d.v.s. på en mindre skalnivå. Då skulle det kanske bli tydligare att se effekten av pH-värdet.

Goda rekryteringsår och klimatvariabler

I det urval av individer som studerats för åldersbestämning, finns det goda rekryteringsår och svaga rekryteringsår. De flesta individer var från mitten på 1980-talet och framåt i tiden till 2009.

Det som utmärker goda rekryteringsår är att de föregås av en lång växtsäsong 2 år innan, samt att de följs av en lång växtsäsong 2 år senare. Frågan är dock om det finns en verklighet bakom detta resultat eller om det bara är tillfälligheter i datainsamlingen. Ett problem vid sammankopplingen mellan rekryteringsår och klimatvariabler är att individantalet har varit utspritt över en stor tidsrymd. Detta har lett till att det blivit glest mellan individerna över tid och det blir svårare att säga något om vilka år som faktiskt är toppår och bottenår. När insamlingen genomfördes, så försiggick den i tron på att individer med en diameter på 3 cm och tunnare skulle vara i en maxålder på ca 15 år. De individer som var strax under 3 cm förväntades således vara runt 15 år. Därmed var tanken att då insamlingen innefattade ca 80 individer utspridda på ca 15 årskullar, så skulle varje årskull i genomsnitt inneha runt 5 – 6

individer vardera. Väl vid åldersbestämningen, långt efter själva insamlingen, uppenbarade det sig att det fanns individer på 2,7 cm i diameter som var över 50 år. Likaså fanns det också individer som var 30 år men ändå inte mer än 0,5 cm i diameter. Därmed kom de 86 individerna att hamna i ett spann på 50 år, vilket givetvis ändrade förutsättningarna för undersökningen. Detta gör att det i genomsnitt blir färre än 2 individer per årskull. Utglesningen innebär att skillnaderna mellan åren blir svårare att utläsa.

Ett annat problem vad gäller undersökningen av rekryteringsår är osäkerheten kring åldersbestämningen. Som nämnts tidigare kapades träden upp i segment om 2 cm vardera för att ytan på dessa skulle slippas, så att åldersringarna därefter kunde räknas. Mellan varje segment ligger ibland många år, ibland färre. Individerna har vuxit långsamt och på två intilliggande segment kan det skilja 10 år. Antalet ringar är heller inte kontinuerligt. Det kan gå från 10 ringar, till 12 ringar, till 20 ringar, till 14 ringar, till 13 ringar, till 24 ringar osv. Serierna av antalet årsringar blir således diskontinuerliga. Detta kan troligtvis komma sig av att årsringarna ligger mycket tätt, varpå de döljer varandra i många av segmenten, de ”smälter” in i varandra. Denna täthet gör att många av åldersringarna inte syns. Hur många som inte syns vet vi inte. Det som inte syns kan vi inte räkna. Det uppstår här en osäkerhet kring lönnarnas ålder. Vi vet t.ex. att individ 4:20 är senast grodd 1986, för det går att räkna på de årsringar vi ser, i det segment från individen som har flest antal ringar. Men individen kan vara grodd tidigare. Om det finns 4 gömda årsringar i det segment som ser ut att vara äldst, då är individen grodd 1982. Det kan också, bara som exempel, kanske finnas 10 gömda årsringar i ett annat segment, som ser ut att vara från 1987, men som egentligen är från 1977. Vi vet därmed endast när individerna grodde som senast, men inte deras egentliga ålder. En del av dem kan vi säkert träffat rätt med. Men förmodligen inte alla. Om vi har tur, har vi hittat alla årsringar i det äldsta segmentet. Detta kan dock inte tas för givet. Mot bakgrund av detta kan det i denna undersökning inte dras några slutsatser för huruvida växtsäsongens längd påverkar nyrekryteringen på de olika lönnlokalerna.

Expanderar lönn i Ångermanland?

Av alla de lönnar vars diameter blev uppmätt var det mer än hälften, 58,4 %, som hade en diameter på 0,5 cm eller mindre. Detta motsvarar troligtvis en ålder på upp till 30 år. Ytterligare 25,3 % hade en diameter på 0,6 – 2 cm, vilket kanske motsvarar en ålder på 14 – 44 år. Sammantaget innebär detta att 83,7 % av de undersökta lönnarna har en diameter på 2 cm eller mindre, vilket motsvarar att de är som mest ca 44 år, i de flesta fall långt mycket

yngre. Men i en del fall också äldre då det kan finnas gömda årsringar. Hur gamla de större lönnarna är går i denna studie ej att dra några slutsatser kring, då det endast är lönnar upp till 2,7 cm i diameter som har mätts. Mot bakgrund av detta är det dock möjligt att en majoritet av lönnarna på lokalerna är av yngre ålder. Det innebär således att det troligtvis har skett en rik föryngring under de senaste decennierna. Föryngringen kan t.o.m. vara större än vad som går att utläsa från dessa resultat, då det kan finnas många yngre träd även bland de individerna med en grövre diameter. Att det sker en föryngring i undersökningsområdet och att antalet unga individer är större än antalet äldre individer kan vara ett tecken på att arten är på frammarsch (Alliende & Harper 1989, Szeicz & MacDonald 1995). Dock behöver det ej vara ett tecken på en avancering för arten utan kanske bara vara ett tecken på att populationen är stabil och mår bra, att den ej är på tillbakagång (Howe 1990; Villalba & Veblen 1997; Sampaio et al 2008).

I denna undersökning verkar det dock som att de unga individerna är ovanligt många, i förhållande till de äldre individerna. Stora och därmed äldre lönnar verkar vara relativt sällsynta i landskapet. Det finns med anledning av detta skäl till att anta att lönnen expanderar i Ångermanland.

Slutsats

Det tydligaste sambandet mellan lönnens förekomst och klimatet tycks vara milda vintrar, eller någon variabel som korrelerar med detta. Vi vet att januaritemperaturen i vårt undersökningsområde är nära korrelerat med närheten till havet. Kanske finns det flera variabler som korrelerar. Ljusinsläppet och solinstrålningen har i denna studie inte visat någon större inverkan. Även vad gäller pH-värdet har det inte gått att spåra några signifikanta samband åt något håll. Övriga undersökta parametrar är svårare att dra några slutsatser kring. Vad gäller nyrekrytering mot klimatvariabler är det även där svårt att dra några slutsatser då åldersbestämningen hos lönnindivider var alltför osäker.

Även om vi inte vet den exakta åldern hos individerna så verkar det dock som att det skett en rik föryngring av lönn i de undersökta lokalerna. Detta kan tolkas som att lönnen expanderar i Ångermanland.

Tankar inför framtida studier

Vid en eventuell upprepning att försöka hitta mönster för groningsår gentemot klimatfaktorer, vore det lämpligt att ändra urvalet för de träd som tas in för åldersbestämning. I denna undersökning som har gjorts, kom urvalet för åldersbestämning att bli individer med mycket varierande ålder, trots att samtliga var under 3 cm i diameter. Med facit i hand för lönnarnas långsamma tillväxt i dessa trakter, bör urvalet istället ske på lönnar med en diameter på 1 cm eller mindre, om tanken är att urvalet till största delen ska bestå av individer på 15 år och yngre. Vid åldersbestämningen bör träden kapas i mindre segment. Det kan vara värt ett försök att kapa dem i segment om några millimeter, eller ännu mindre, i den mån det är möjligt.

Tack

Vill först och främst tacka min handledare Kristoffer Hylander, Docent och Lektor på Växtekologiska Institutionen, för allt stöd under arbetet med denna uppsats. Alltid med ett vänligt bemötande och alltid med förmågan att ingjuta hopp och energi.

Vidare vill jag också tacka Professor Johan Ehrlén för tankar och reflektioner kring främst metoddelen. Tack till Doktorand Johan Dahlberg för synpunkter och gott sällskap under många fältveckor i Ångermanland. Tack till Jessica Oremus för all hjälp med att hitta rätt på institutionen angående arbetsplats och arbetsredskap. Tack till Johan Klint som alltid är villig att ställa upp vid nätverks- och dataproblem. Tack till Karoly Varszegi på BIG som lånat ut redskap. Tack till Peter Litfors och Ingela Lundwall i Växthuset som jag fick låna material utav. Tack till övriga människor på Botan och andra delar av Universitetet för stöd och uppmuntran.

Utöver alla människor på Botan vill jag också tacka:

Mats Niklasson på Nordens Ark för all hjälp kring åldersprover och åldersbestämning av lönnar. Mats var mannen som lärde upp mig inom konsten att åldersbestämma träd.

Hans Lindersson vid Dendrokronologiska och Vedanatommiska laboratoriet i Lund för viktig information och bra tips kring åldersprover av lönn.

Magnus Huss som guidade mig fram till några lönnar på sin egen mark vid Brattberget. Av ren slump var vi på samma parkering den dagen som jag ringde honom.

Hans Fröberg för värdefulla tips om lönnars position på Nordingråland.

Eva-Louise Löf som lät mig få ta åldersprover från lönn på sin mark på Ulandsberget.

Lars- Gunnar Nordstrand som lät mig ta åldersprover från lönn på sin mark på Ängesberget.

Svenska Kyrkan i Härnösands Stift som lät mig ta åldersprover från lönn på deras mark på Budtjärnsberget.

John Ekwall på SMHI i Norrköping, som gav mig värdefull data över områdets temperaturer från 1965 och fram till idag.

Dennis Sandberg på Skogsstyrelsen i Kramfors för hjälp med att hitta olika lokaler med lönn i Kramfors kommun.

Vill även tacka alla andra markägare för visat intresse och stöd.

Referenser

- Aasamaa, K. & Söber, A. (2001). Hydraulic conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in six deciduous tree species. – *Biologia Plantarum*. 44: 65 – 73.
- Adams, J. M., Fang, W., Callaway, R. M., Cipollini, D., Newell, E., Transatlantic Acer Platanoides Network (TRAIN). (2009). A cross – continental test of the Enemy Release Hypothesis: leaf herbivore on *Acer platanoides* (L.) is three times lower in North America than in its native Europe. – *Biological Invasions*. 11:1005 – 1016.
- Alliende, M. C. & Harper, J. L. (1989). Demographic studies of a dioecious tree. I. Colonization, sex and age structure of a population of *Salix cinerea*. – *Journal of Ecology*. 77:1029-1047.
- Almgren, G., Jarnemo, L. & Rydberg, D. (2003). *Våra ädla lövträd*. Skogsstyrelsen, Berlings Skogs, Trelleborg.
- Anderberg, A. & Anderberg A-L. (1996). Den virtuella floran. Naturhistoriska riksmuseet. <http://linnaeus.nrm.se/flora/di/acera/acer/acerpla.html> 2012-03-02
- Aronsson, A., Karlberg, A., Persson, B., Öhrling, H. & Göthe, L. (2005). *Översiktlig kustinventering 2002 – 2004. Inventering och bedömning av stränder i Västernorrland*. Länsstyrelsen Västernorrland. Rapport 2005:3. Härnösand.
- Artportalen. (2011). <http://www.artportalen.se/plants/default.asp> 2011-05-02
- Bengtsson, L. (1996) Klimatmodeller. I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 82 – 96
- Bernes, C. (2011). *Världen blir varmare*. Naturvårdsverket.
- Bioresurs. (2012). Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik. Vid Uppsala Universitet i samarbete med SLU. På uppdrag av regeringen. <http://www.bioresurs.uu.se/myller/skog/lonn.htm> 2012-01-12
- Björk, S. (1996). Den dynamiska istiden: skeenden för mer än 11 000 år sedan ger nya kunskaper om klimatet. I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 106 – 120.
- Björklund, C., Björklund, J., Bäckström, G., Börjesson, K., Hjelmstedt, M., Jernselius, G., Lönnö, J., Sergerfeldt, M., Wolfbrandt, P. A. & Verständig, M. (2005). *Libers Lilla Sverigeatlas*. Liber Kartor. Liber AB, Stockholm.
- Bolin, B. (1996). Påverkar människan jordens klimat? I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 8 – 24.

- Cincotta, C. L., Adams, J. M. & Holzapfel, C. (2009). Testing the enemy release hypothesis: a comparison of foliar insect herbivory of the exotic Norway maple (*Acer platanoides* L.) and the native Sugar maple (*A. saccharum* L.). – *Biological Invasions*. 11: 379 – 388.
- Christopherson, R. W. (2006). *Geosystems. An introduction to physical geography*. Sixth Edition. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. USA.
- Digitala Kartbiblioteket. (2011). <https://butiken.metria.se/digibib/info.html> 2011-05-01
- Dobrowski, S. Z. (2011). A climatic basis for microrefugia; the influence of terrain on climate. – *Global Change Biology*. 17: 1022–1035.
- Emanuelsson, U., Bergendorff, C., Billqvist, M., Carlsson, B., Lewan, N. & Naturskyddsföreningen i Skåne. (2002). *Det skånska kulturlandskapet, 2:a uppl.* BTJ Tryck AB, Lund.
- Eniro. (2011). På kartan. Rita & Mät. Linje. www.eniro.se 2011-10-01
- Eriksson, O. & Ehrlén, J. (1992). Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. – *Oecologia*. 91: 360-364.
- Facelli, J. M. (1994). Multiple indirect effect of plant litter affect the establishment of woody seedlings in old fields. – *Ecology*. 75: 1727-1735.
- Fang, J, Y. & Li, Y. (2002). Climatic factors for limiting northward distribution of eight temperate tree species in Eastern North America. – *Acta Botanica Sinica*. 44: 199–203.
- Gaston, K. J. (2003). *The structure and dynamics of geographic ranges*. Oxford Series in Ecology and Evolution. Norfolk.
- Georgieva, I., Edreva, A., Rodeva, R., Sotirova, V. & Stoimenova, E. (2000). Metabolic changes in tomato fruits and seeds after viral, bacterial and fungal infection. – *Acta Physiologiae Plantarum*. 22: 281-284.
- Georgieva, I. D., Edreva, A. & Rodeva, R. (2001). Response of β -glucosidase to fungal infections in seed, ovary and fruit. – *Biologia Plantarum*. 44: 573-578.
- Giertych, M. J., Karolewski, P. & Oleksyn, J. (2008). Early season defoliation of *Sorbus aucuparia* (L.) and *Acer platanoides* (L.) can induce defense mechanism against the spider mite *Tetranychus urticae* (Koch). – *Polish Journal of Ecology*. 56: 443 – 452.
- Gomez-Aparicio, L., Gomez, J. M. & Zamora, R. (2007). Spatiotemporal patterns of seed dispersal in a wind-dispersed Mediterranean tree (*Acer opalus* ssp. *granatense*): implications of regeneration. – *Ecography*. 30: 13-22.
- Guo, H., Wang, X. A., Zhu, Z. H., Wang, S. X. & Guo, J. C. (2010). Seed and microsite limitation for seedling recruitment of *Quercus wutaishanica* on Mt. Ziwuling, Loess Plateau, China. – *New Forest*. 41: 127-137.

- Henriksson, E. & Vilahamn, R. (2010). *Nederbördsutveckling i södra Sverige 1961 – 2007*. Institutionen för geovetenskaper. Göteborgs Universitet.
- Howe, H. F. (1990). Survival and growth of juvenile *Viola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. – *Journal of Tropical Ecology*. 6:259-280.
- Hubbell, S. P., Foster, R. B., O'Brien, S. T., Harms, K. E., Condit, R., Wechsler, B., Wright, S. J. & Loo de Lao, S. (1999). Light-gap disturbances, recruitment limitation, and tree diversity in Neotropical forest. – *Science*. 283: 554 – 557.
- Hultén, E. (1985). *Vår svenska flora i färg jämte ett urval växter från de nordiska grannländerna*. 1. Esselte kartor. Stockholm.
- Hultén, E. & Fries, M. (1986). *Atlas of North European vascular plants. North of the tropic of cancer. II*. Koeltz scientific Books. Federal Republic of Germany.
- Jonsson, S. (1983). *Blombok. Bilder av markens örter, ris och träd*. LT:s förlag. Stockholm.
- Josefsson, W. (2011). Klimatindikator – temperatur. SMHI. Klimatdata. Temperatur. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.2430> 2011-10-02
- Kilander, S. (1955). *Kärlväxternas övre gränser på fjäll i sydvästra Jämtland samt angränsande delar av Härjedalen och Norge*. Svenska Växtgeografiska Sällskapet. Uppsala.
- Kristoffersen, P. 1998. *Nye etableringsmetoder for træer i befæstede arealer*. Diss. Den kgl. Veterinær- og Landbrohøjskole, inst. for Økonomi, Skov og Landskab, Sektion for Landskab, forskningscentret for Skov & Landskab. 44 ss.
- Kullman, L. (2003). Förändringar i fjällens växtvärld. – *Svensk Botanisk tidsskrift*. 97:5.
- Kullman, L. (2010). *Fjällnaturens nya ansikte – en grön paus i neoglacialen*. http://www.kullmantreeline.com/empty_16.html 2011-05-02
- Lindman, C. A. M. (1970). *Bilder ur nordens flora*. Wahlström & Widstrand. Stockholm.
- Lindquist, B. (1953). Lönn och Lind. I Arnborg, T & Hustich, I. (red). *Våra Träd*. Svenska Skogsvårdsföreningen. Stockholm. Sid 196 – 205.
- Lindroth, S. & Fridman, J. (1995). Skogens historia – en kort översikt. I Lindroth, S. (red). *Skog och mark i Sverige. Fakta från riksskogstaxeringen*. SLU. Kommentus förlag. Sid 11 – 12.
- Lundberg, P. & Fogelquist, E. (1996). Håller Golfströmmen på att vända? I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 58 – 69.
- Länsstyrelsen Västernorrland. (2006). *Bevarandeplan Natura 2000. Skuleskogen SE0710054*. Härnösand.

Länsstyrelsen Västernorrland. (2011 a).

<http://www.lansstyrelsen.se/vasternorrland/sv/djur-och-natur/skyddad-natur/naturreservat-i-vasternorrland/kramfors-kommun/omneberget/Pages/default.aspx?keyword=l%c3%b6nn>
2011-04-03

Länsstyrelsen Västernorrland. (2011 b).

<http://www.lansstyrelsen.se/vasternorrland/sv/djur-och-natur/skyddad-natur/naturreservat-i-vasternorrland/kramforskommun/halsviksravinen/Pages/default.aspx?keyword=l%c3%b6nn> 2011-05-03

Länsstyrelsen Västernorrland. (2011 c).

<http://www.lansstyrelsen.se/vasternorrland/SiteCollectionDocuments/Sv/publikationer/broschyrer-foldrar/2009/skuleskogens-nationalpark-dar-berg-moter-hav.pdf> 2011-05-06

Lönnö, J., Hjelmstedt, M. & Jansch, J. (2001). *Libers Världsatlas*. Liber AB, Stockholm.

Martin, P. H. & Marks, P. L. (2006). Intact forest provide only weak resistance to a shade-tolerant invasive Norway maple (*Acer platanoides*). – *Journal of Ecology*. 94: 1070 – 1079.

Mascher, J. W. & Mo, E. (1990). *Ångermanlands flora*. Svenska Botanisk Tidsskrift. Lund.

Mascher, J. W. (2007). Nya fynd i Ångermanlands flora. – *Svensk Botanisk Tidsskrift*. 101:6: 321-346. Lund.

Mossberg, B. & Stenberg, L. (2003). *Den nya nordiska Floran*. Wahlström & Widstrand.

Nathan, R. & Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial pattern of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*. 15: 278-285.

Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/lang/lönn/247494> 2011-05-04

Niemiera, A. X. (2009). Virginia Cooperative Extension programs & employment. Virginia Tech & Virginia State University. <http://pubs.ext.vt.edu/2901/2901-1059/2901-1059.html>
2011-05-05

Niklasson, M. (1998). *Dendroecological studies in forest and fire history*. Silvestria 52. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Vegetation. Umeå.

Niklasson, M. & Nilsson, S. G. (2005). *Skogsdynamik och arters bevarande*. Studentlitteratur. Narayana Press. Denmark.

Nitzelius, T. (1958). *Boken om träd: en illustrerad beskrivning av inhemska arter och främmande träd och deras odling i vårt land*. Saxon & Lindström. Stockholm.

Nylén, H. (2008). *För folk och få. Om tre järnåldersgårdar i nordöstra småland. Arkeologisk undersökning inom RAÄ 104 inför planerad bostadsbebyggelse inom fastigheten Ölmstad 2:16. Ölmstad socken i Jönköpings kommun. Jönköpings län. Jönköpings läns Museum.*

- Arkeologisk rapport 2008:30.
- Prentice, C. (1996). Jordens landekosystem och vårt globala klimat. I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 70 – 81.
- Proctor, M. & Yeo, P. (1973). *The pollination of flowers*. The new Naturalist. A survey of British Natural History. Collins. St James's Place, London.
- R Development Core Team. (2009). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing. Available from <http://R-project.org>
- Rammukainen, M. & Källén, E. (2009). *Ny klimatvetenskap 2006 – 2009*. Kommissionen för hållbar utveckling. Regeringskansliet.
- Reinhart, K. O. & Callaway, R. M. (2004). Soil biota facilitate exotic *Acer* invasions in Europe and North America. – *Ecological Applications*. 14: 1737 – 1745.
- Robertson, C. (1929). *Flowers and insects. List of visitors of four hundred and fifty-three flowers*. The science press printing company. Lancaster, PA.
- Rohde, H. (1996) Luftens partiklar – kan de påverka klimatet? I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 25 – 35.
- Rosqvist, G. & Karlén, W. (1996). Värmeböljor och fimbulvintrar: klimatet de senaste 10 000 åren. I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 97 – 105).
- Sakai, A. & Weiser, C. J. (1973). Freezing resistance of trees in North America with Reference to Tree Regions. – *Ecology*. Vol 54: 118–126.
- Salazar, A., Goldstein, G., Franco, A. C. & Miralles-Wilhelm, F. (2012). Seed limitation of woody plants in Neotropical savannas. – *Plant Ecology*. 213: 273-287.
- Sampaio, M. B., Schmidt, I. B. & Figueiredo, I. B. (2008). Harvesting effects and population ecology of the Buriti palm (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae) in the Jalapão region, Central Brazil. – *Economic Botany*. 62: 171-181.
- Schmitz, B. (1996). Växthusklimat och värmekatastrof för 55 miljoner år sedan. Vad kan forntiden berätta om framtiden? I Åberg, L. (red) *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 97 – 105.
- Sedin, P-O. (2009). *De första Norrlänningarna*. Örnsköldsviks Kommun.
<http://www.ornskoldsvik.se/Kultur-fritid-och-turism/Ornskoldsvik-10-000-ar/Alla-tider/Aldre-och-mellersta-stenalderen/De-forsta-norrlanningarna.html> 2011-05-09
- Shah, D. A., Pucci, N. & Infantino, A. (2005). Regional and varietal in the risk of wheat seed

- infection by fungal species associated with fusarium head blight in Italy. – *European Journal of Plant Pathology*. 112: 13-21.
- SIS – Standardiseringskommissionen i Sverige. (1994). Svensk standard SS-ISO 10 390.
- STG. *Markundersökningar – Bestämning av pH*. Utgåva 1. Sid 1 -7. Norstedts Tryckeri.
- SMHI. (2011 a). Sveriges Meterologiska och Hydrologiska Institut. Klimatdata. Temperatur. Normal medeltemperatur för januari.
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.3973> 2011-05-08
- SMHI. (2011 b). Sveriges Meterologiska och Hydrologiska Institut. Klimatdata. Temperatur. Klimatindikator – vegetationsperiodens längd.
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.4076> 2011-05-09
- SMHI. (2012 a). Sveriges Meterologiska och Hydrologiska Institut. Dygnstemperatur för Skagsudde. Excelfil, skagsudde_temp_dygn_1965_2010(1). John Ekwall. SMHI. Norrköping. 2012-01-14
- SMHI. (2012 b). Sveriges Meterologiska och Hydrologiska Institut. Klimatdata. Temperatur. Genomsnittliga datum för den första höstfrosten. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/1.4074> 2012-01-26
- SMHI. (2012 c). Sveriges Meterologiska och Hydrologiska Institut. Klimatdata. Temperatur. <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur> 2012-01-30
- Stewart, J. R., Lister, M. A., Barnes, I. & Dalén, L. (2009). Refugia Revisted: individualistic responses of species in space and time. – *Proceeding of the Royal Society*. 277: 661 – 671.
- Sucharzewska, E. (2010). Key survival strategies of the *Sawadaea tulasnei* parasite on its *Acer platanoides* host under condition of varied anthropopression. – *Polish Journal of Environmental Studies*. 19: 1013 – 1017.
- Szeicz, J.M . & MacDonald, G.M. (1995) Recent white spruce dynamics at the subarctic alpine treeline of north- western Canada. – *Journal of Ecology*, 83, 873-885.
- Urban Forestry Services. Forestry facts #3 2004. Toronto Park & Recreation.
http://www.toronto.ca/trees/pdfs/Fact_3_Controlling_Invasive_Plants.pdf 2011-05-10
- Vaahtera, F. (1917). Lönn, *Acer platanoides* L. Projekt Runeberg. Bilder ur Nordens flora.
<http://runeberg.org/nordflor/236.html> 2011-05-12
- Villalba, R. & Veblen, T. T. (1997). Regional patterns of tree population age structures in northern Patagonia: climatic and disturbance influences. – *Journal of Ecology*. 85: 113 – 124.
- Wangen, S. R. Webster, C. R. & Griggs, J. A. (2006). Spatial characteristics of the invasion of *Acer platanoides* on a temperate forested island. – *Biological Invasions*. 8: 1001 – 1012.

- Webster, C. R., Nelson, K. & Wangen, S. R. (2004). Stand dynamics of an insular population of an invasive tree, *Acer platanoides*. – *Forest Ecology and Management*. 208: 85 – 99.
- Woodward, F. I. (1987). *Climate & plant distribution*. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ågren, G. (1996). Hur reagerar skogen när koldioxidhalterna ökar? I Åberg, L. (red). *Jordens klimat*. Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1996. Risbergs Tryckeri AB, Uddevalla. Sid 49 – 58.