

**Val av tidpunkt för markberedning vid naturlig
föryngring under skärm av *Pinus sylvestris* i Svealand**

*Timing of scarification when using natural
regeneration in seed tree stands of *Pinus sylvestris*
in Central Sweden*



Andreas Lennartsson



Institutionen för skogens produkter och marknader

**Val av tidpunkt för markberedning vid naturlig
föryngring under skärm av *Pinus sylvestris* i Svealand**

*Timing of scarification when using natural
regeneration in seed tree stands of *Pinus sylvestris*
in Central Sweden*

Andreas Lennartsson

*Examensarbete 20 poäng, D-nivå i ämnet skogshushållning
Andreas Lennartsson, skogsvetarprogrammet 99/03*

Handledare: Roland Hörnfeldt

Förord

Detta examensarbete, omfattande 20 poäng, har utförts i ämnet skogshushållning inom ramen för skogsvetarprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Flera personer har bidragit till att arbetet har kunnat genomföras. Jag vill tacka min handledare Roland Hörnfeldt, Institutionen för skogens produkter och marknader, för idén till detta arbete samt för god handledning. Tack riktas också till Mats Hannerz och Curt Almqvist på SkogForsk för värdefull hjälp vid utformandet av försöken, samt den senares rådgivning vid de statistiska beräkningarna. Ett tack också till Mats Pettersson, förvaltare av Norunda häradsallmännings marker, för upplåtandet av adekvata försöksplatser. Stora tack är jag också skyldig Peter Tjärnefors och Anders Broby för god handräckning i ansemliga delar av fältarbetet. Slutligen vill jag även tacka Torgil Stålberg för utlåning av dator samt för ovärderlig hjälp vid diverse datakomplikationer.

Uppsala i november 2003

Andreas Lennartsson

Abstract

This thesis is built on a field study that was carried out in two seed-tree stands near by Götbrunna in Uppland, Sweden. The aim was to examine if scarification carried out in spring time could generate a more dense seedling establishment when using natural generation, than scarification carried out in autumn. It was also investigated whether there were differences in mortality the first season between the two plot-types. Plots were established block-wise with 50 blocks (pairs) on each site. The spring scarification was made with a hoe during 22-23 of April. The shelterwood densities were 120-130 stems ha⁻¹ and the seedfalls were registered by five seed-traps in each stand.

The seedfalls started in April and were completed in early June. The most intensive seedfall occurred during the first half of May. There were large differences in registered seedfall amounts between the two stands, which most likely could be explained by differences in tree-crown sizes and influence from wind.

Scarification in autumn clearly affected seed germination and establishment positively, probably due to many factors. The spring plots were not exposed to as many seeds as the autumn plots as a consequence of that the scarification was carried out after the seedfall had started. The autumn plots could during dry periods offer a better water uptake due to a higher degree of compactation. The germination and seedling establishment were significantly improved in exposed mineral soil compared to humus and the amount of exposed mineral soil was 8-10 percentage units higher in the autumn plots than in spring plots. The frequency of plots without seedlings (0-plots) were 38 and 44 %, respectively. There was no significant difference in mortality between the plot-types. In total 6 seedlings died during the first season.

According to this study, scarification in autumn is to be preferred compared to scarification in the following spring. Except from the lower degree of seedling establishment, ground frost and snow can delay scarification in the spring, which leads to that a significant part of the seedfall gets unutilized.

Key words: Natural regeneration, shelterwood, scarification, *Pinus sylvestris*

Sammanfattning

Detta examensarbete utfördes via fältförsök i två bestånd i närheten av Götbrunna i Uppland. Syftet var att undersöka om markberedning utförd på våren kan generera ett högre plantuppslag vid naturlig föryngring än markberedning utförd på hösten. Det undersöktes också om det förelåg skillnader i överlevnad den första säsongen mellan höst- och vårytorna. Försöksytorna anlades blockvis med 50 block (par) i vardera bestånd. Höstmarkberedningen utfördes maskinellt under hösten 2002, medan vårmakberedningen gjordes med hacka under 22-23 april. Skärmställningarna hade stamantal på 120-130 st/ha och tidpunkten för fröfallen registrerades via fem fröfallor i vardera bestånd.

Fröfallen startade i början av april och avslutades i början av juni. Det mest intensiva fröfallet inträffade under första halvan av maj. Det var stor skillnad på de registrerade fröfallens totala mängd mellan de båda bestånden. Detta hade sannolikt att göra med skillnader i kronornas storlek samt graden av vindpåverkan.

Det var en signifikant högre plantetablering i höstytorna jämfört med vårytorna, detta troligen beroende av flera orsaker. Vårytorna exponerades inte för lika många frön då vårmakberedningen, p g a tjäle i marken, utfördes efter det att fröfallet startat. Höstytorna kunde under torra perioder erbjuda en bättre vattentillgång till följd av en högre kompakteringsgrad. Det var en signifikant högre plantetablering i mineraljord jämfört med humus, och höstytorna blottade 8-10 procentenheter mer mineraljord än vårytorna. Andelen försökspar som helt saknade plantuppslag (0-plot-par) var 38 och 44 % i de båda försöksbestånden. Det var ingen signifikant skillnad i antalet avgångna plantor mellan höst- och vårytorna. Totalt sex plantor avgick under säsongen.

Det går inte, utifrån resultaten i denna undersökning, att ur frögroningssynpunkt rekommendera markberedning utförd på våren. Vårmakberedning innebar i denna studie en mindre gynnsam groningsmiljö. Tjäle och snö riskerar dessutom att senarelägga en vårmakberedning vilket kan leda till att man går miste om en betänklig del av fröfallet.

Innehåll

| | |
|---|----|
| Inledning | 6 |
| Markberedning | 6 |
| Syfte | 8 |
| Faktorer som påverkar frögroning och plantetablering | 8 |
| Tallens fröfall..... | 8 |
| Marktemperatur..... | 9 |
| Markfuktighet och relativ humiditet..... | 9 |
| Markporositet..... | 10 |
| Konkurrerande vegetation och allelopati | 10 |
| Predation..... | 11 |
| Uppfrysning och frost..... | 12 |
| Fröträd- och skärmställning..... | 13 |
| Material och metoder | 13 |
| Försöksplatser..... | 13 |
| Försöksupplägg..... | 15 |
| Inventeringsmetod..... | 16 |
| Väderleksförhållanden..... | 17 |
| Fröfallet..... | 18 |
| Statistisk bearbetning av resultat..... | 19 |
| Resultat | 19 |
| Diskussion | 22 |
| Referenser | 25 |

Inledning

Naturlig föryngring under skärm eller fröträd är idag en relativt vanlig metod för att etablera ny skog. År 2001 angavs i anmälan om avverkning naturlig föryngring som metod för 22% av den totala arealen, vilket dock är en minskning jämfört med 1994 då andelen var 36 % (Anon. 2002). Företrädesvis sker naturlig föryngring i Sverige i bestånd av tall (*Pinus sylvestris* L.). Andelen naturliga föryngringar som bedömts godkända enligt skogsvårdslagen har de senaste decennierna legat på omkring 70% medan de planterade arealerna under samma period legat på mellan 80-85% (*ibid*).

Det finns flera faktorer som avgör hur väl naturliga föryngringar lyckas. Dit hör fröproduktion hos kvarlämnade träd, frönas kvalitet, predation, mikroklimat vid groning etc. Markberedning ger i många hänseenden ett mer gynnsamt mikroklimat för fröna att gro i (Örlander et al. 1990). Den renderar en högre marktemperatur (Winsa, 1995), ökad vattentillgång (Beland et al. 2000), minskad konkurrens från annan vegetation (Lundmark, 1988) samt minskar risken för predation (Örlander & Nilsson 1999, Nystrand & Granström 1997). I en studie visade Karlsson & Örlander (2000) att de positiva effekterna av markberedning kan hålla i sig 6-7 år efter det att den utfördes. Med tiden ökar graden av konkurrerande vegetation, jordytan hårdnar och förnatäckningen ökar (Björ 1971, Bergsten 1988). Det är därför fördelaktigt att vid naturlig föryngring markbereda strax innan ett rikt fröår och på så vis erbjuda fröna en så ny och färsk groningsmiljö som möjligt (Karlsson & Örlander 2000).

En generell rekommendation är att markberedning vid naturlig föryngring bör ske på hösten. Ett argument till detta är att tallen skulle släppa sina frön under senvintern/våren då marken fortfarande är täckt av snö (Jäghagen & Sandström 1994, Enström 1997). Snö och tjäle skulle därmed omöjliggöra markberedning. Nyligen utförda studier har dock bekräftat en sedan Hesselmanns (1939) tid befast sanning, att tallens fröfall sker senare. De första fröna släpps i april, fröfallet kulminerar i maj och kan under normala förhållanden pågå till en bit in i juni (Hannerz et al. 2002). Då snön i Svealand i medeltal försvinner under första halvan av april finns således teoretiska möjligheter att ändå markbereda under våren, precis innan det egentliga fröfallet. Markberedning utförd på våren skulle kunna generera en lucker miljö för fröna att gro i medan den å andra sidan lättare kan torka ur. Detta till skillnad från de höstmarkberedda fläckarna som packats av snö under vintern och därmed erhållit en ökad kapillaritet med bättre vattentillgång.

Markberedning

För att uppnå en lyckad föryngring på naturlig väg är det i allmänhet nödvändigt att markbereda under fröträden. Oftast ger markberedning en gynnsammare gronings- och växtmiljö än opreparerad mark, vilket leder till en snabbare föryngring. Det är främst torra marker med tunna humuslager som kan föryngras naturligt utan att föryngringen föregås av markpreparering. Ett bra exempel på sådana är sk tallhedar. Ett digert plantuppslag främjar en snabbare föryngring och gör att det framtida beståndet kommer att bestå av relativt få åldersklasser vilket leder till en reducering av höjdskillnaderna mellan olika individer (Karlsson & Örlander 2000).

Markberedning som begrepp syftar främst till att blottlägga mineraljord och därigenom erhålla de positiva effekter som medföljer. Det maskinella arbetet i fält innebär dock sällan att en fullständig blottläggning av mineraljorden sker. Ojämna markförhållanden med dålig

terräng samt kravet på en minimering av markpåverkan omöjliggör detta. Inte sällan blir en markberedd yta en kombination av mineraljord, humus och förna. Andelen av vardera, samt graden av omblandning och störning skiftar kraftigt. Blottad mineraljord erbjuder de bästa förutsättningarna för frön att börja gro. Detta främst tack vare att de där erbjuds en ur fuktighetssynpunkt bra miljö med möjlighet att tillgodogöra sig kapillärt vatten (Béland et al. 2000). Förna erbjuder inte någon gynnsam gröningsmiljö p g a bristen på både näring och vatten. För mycket förna hindrar dessutom frön som faller från att nå mineraljorden (Karlsson & Örlander 2000). Humus eller humus blandad med mineraljord (humix) kan i vissa sammanhang erbjuda ett relativt gynnsamt gröningssubstrat även om de plantor som gror är mindre till antalet än de som gror i mineraljord. Anledningen till det är oftast bristen på vatten i humusen (Winsa 1995, Wennström 2002). Karlsson & Örlander (2000) kunde inte påvisa någon större skillnad i tillväxt mellan plantor etablerade i humus jämfört med mineraljord. I detta fallet var det frågan om störd humus eller humix. Försök (med sådd) har till och med visat att humus eller humix kan medföra en 20-30 % högre tillväxt än plantor som grott i mineraljord (Wennström 2002). Detta kan ha flera förklaringar. Plantor med rötterna i humus kan dels eller helt undgå skador till följd av uppfrysning. Tillgången på vatten kan vara god då plantor med rötterna både i humus och mineraljord tillgodogör sig humusens effekt av att hindra avdunstningen från underliggande mineraljord. En ytterligare förklaring skulle kunna vara att "extra" växnäring frigjorts i det fuktiga skiktet mellan mineraljord och humus (*ibid*).

Det har visat sig att färska markberedningar vid naturlig föryngring är bättre ur gröningsynpunkt än äldre. Karlsson & Örlander (2000) visade i försök att de för plantetablering positiva effekterna av markberedning avtar med tiden. Det mest fördelaktiga i strävan att nå en hög plantetablering är att markbereda året innan ett rikt kottår (Karlsson & Örlander 2000). Tidsfaktorn gör att konkurrensen om ljus, vatten och näringsämnen från inväxande vegetation ökar. Mer och mer förna täcker mineraljorden och snö gör att den från början luckra markytan hårdnar alltmer. Mineraljorden i de äldre markberedningarna riskerar att beskuggas vilket gör att de inte kan erbjuda en lika hög marktemperatur som färskare markberedningar (Winsa 1995, Karlsson & Örlander 2000).

Mycket tyder på att den största fördelen med färska markberedningar är att den blottade mineraljorden kan erbjuda en mer lucker gröningsmiljö jämfört med äldre. Luckerheten och det porösa jordlagret medför att fröna kan dra fördel av den erosion som sker på mikronivå. Vind och regndroppar leder till denna erosion som får till följd att markpartiklar lägger sig över fröna vilket innebär en för dem bättre kontakt med markens fuktighet (Björ 1971, Béland et al. 2000, Hannerz et al. 2002) samt ett bra skydd mot predatorer (Winsa 1995, Nystrand 1998).

Hannerz et al (2002) visade att tallens fröfall i Svealand, under normala år, startar under första halvan av april, kulminerar i maj för att så småningom mattas av och avslutas i juni. Med anledning av detta samt de positiva effekter färska markberedningar har på plantuppslaget vid naturlig föryngring, finns det anledning att undersöka resultatet av markberedning utförd på våren. En sådan torde teoretiskt kunna erbjuda ett ännu porösare och färskare gröningssubstrat än en höstmarkberedning. Fröna skulle i teorin snabbare myllas över och därmed undgå ett högt predationstryck samt att transporteras bort från mineraljorden p g a vinden. Den ringa förnatäckning som trots allt hinner ske skulle inte utgöra ett hinder för fröna att nå mineraljorden. Dock skulle vatten kunna bli en alltför begränsande faktor då kapillariteten brutits och om nederbörden blir otillräcklig. En relativt färsk men ändå gammal markberedning har trots allt packats samman något under vintern med en eventuellt bättre

vattentillgång som följd. Ett nyligen gjort såddförsök i Finland visade att någon kompakteringseffekt i ett år gamla markberedningar, jämfört med färskas, inte var mätbar, men att tecken tydde på att föryngring med tall trots det gynnades i dessa (Chantal de 2003).

Syfte

Det övergripande syftet med detta examensarbete är att undersöka om markberedning utförd på våren kan generera ett större plantuppslag än markberedning utförd på hösten innan. Därtill undersöker jag om skillnader i överlevnad den första säsongen föreligger mellan plantor etablerade i de två yttyperna samt mellan plantor som grott i humus respektive mineraljord.

Faktorer som påverkar frögroning och plantetablering

Tallens fröfall

Mängden frön ett tallbestånd ger ifrån sig samt egenskaperna hos dessa beror av flera olika faktorer. Väderleksförhållanden är en av dem och har en viktig roll redan under de tre år som föregår ett fröår. Hög solinstrålning och höga sommartemperaturer år 1 ger goda förutsättningar för en rik blomning det andra året (år 2) (Almqvist et al. 1998). Pollination, blomning och bildning av kottanlagen sker under det andra året och gynnas av torrt och blåsigt väder under försommaren. Under det tredje året bildas den färdiga kotten och fröna mognar, vilkas vikt och duglighet ökar vid höga sommartemperaturer (Sahlén 1992). Normalt sett sprids fröna under april-juni år 4. Fröspridningen är avhängig väderleken och kulminerar normalt under första halvan av maj. Kottarna behöver värme för att klänga och fröfallet kan därför under kallare perioder upphöra för att därefter återupptas vid gynnsammare väderlek (Hannerz et al. 2002). Det är således vädret, speciellt temperaturen under sommaren, som främst är anledningen till variationer mellan olika år i fråga om frömängd och frökvalitet (Almqvist et al. 1998). Som regel startar fröfallet när dygnsmedeltemperaturen överstigit 5 °C. Det mest intensiva fröfallet sker vanligen vid en dygnsmedeltemperatur mellan 10 och 15 °C (Hannerz et al. 2002).

Variationer i fröproduktion föreligger även utan direkt påverkan från väderleken. Skillnader i frömängd och frökvalitet mellan olika bestånd låter sig också förklaras av genetiska skillnader mellan olika trädindivider. Vissa träd är av genetiska orsaker mer benägna att producera frö än andra. Det är dessutom så att träd med högre diameter har en genomsnittligt större fröproduktion än träd med lägre diameter (Hagner 1958, Karlsson 2000). Kottproduktionen hålls också nere av den skuggning som träden i ett bestånd utsätter varandra för. Karlsson (2000) har visat att det, fyra år efter en frihugning till skärm- eller fröträdställning, kan erhållas en fem gånger högre kottproduktion än vad som var fallet innan. Anledningen är sannolikt det ökade ljusinsläppet till kronorna och den minskade konkurrensen om näringsämnen. Även vattentillgången och mineraliseringsstakten ökar (Karlsson 2000).

Mängden frön som släpps står också i ett positivt samband till antalet träd i beståndet. Béland et al (2000) fann att fröfallet under fyra år i en skärmställning om 200 st/ha varierade mellan 1 040 000 och 2 380 000 frön per hektar och år. Fröfallet i en skärmställning om 160 st/ha låg under samma period mellan 430 000 och 1 280 000 frön per hektar och år, medan det i en

fröträdställning om 60- 84 st/ha under en sjuårsperiod varierade mellan 20 000 och 640 000 frön per hektar och år (Karlsson och Örlander 2000).

Vinden hjälper fröna att spridas och avståndet till närmsta fröträd, i en frö- eller skärmträdställning, har visat sig ha liten effekt på frögroningen (Karlsson och Örlander 2000). Antalet frön som gro är alltså lika stort oavsett om gröningspunkten ligger en eller flera meter från trädet de föll ifrån. Längre än 30 m faller dock sällan fröna och de som ändå når så långt har lägre vikt (Karlsson 2000), varför de också har sämre chanser att gro (Sarvas 1962). Sådana avstånd mellan fröträd förekommer dock sällan vid naturlig föryngring av tall i Sverige.

Marktemperatur

Blottlagd mineraljord leder till ökad marktemperatur. Mineraljorden upplagrar solenergi på ett effektivare sätt än en vegetationsklädd markyta. Under natten avger marken den upplagrade energin vilket ger en högre temperatur i luften närmast ovan mark. Skillnaden mellan en fläckmarkberedd yta och en yta med ett orört vegetationstäckes kan nattetid uppgå till 0,5 °C, vilket kan vara skillnaden mellan om plantorna skall frostska eller ej. Markberedning genom högläggning resulterar i ytterligare höjning av minimitemperaturen (Lundmark 1988).

Tallfrön börjar gro vid 5-10 °C men den optimala temperaturen ligger mellan 20-25 °C. Vid temperaturer däröver avtar groningen markant (Söderström 1979). Temperaturen i marken påverkar även plantors närings- och vattenupptag och därmed också rottillväxten. Vatten får vid ca 30 °C en lägre viskositet samtidigt som membranerna i rotcellerna blir mer genomsläppliga. Rottillväxten är därför optimal vid denna temperatur men kan däremot hämmas om temperaturen stiger ytterligare (Lundmark 1988, Örlander et al. 1990).

Markfuktighet och relativ humiditet

Markfuktighet och vattentillgång är sannolikt den viktigaste variabeln för skillnader i plantetablering mellan olika ståndorter (Winsa 1995). Vatten är under vår och försommar en begränsande faktor i praktiskt taget hela östra Sverige då evaporationen är högre än nederbörden (Örlander et al. 1990). Fröna och plantorna får sitt vatten från nederbörd, dagg och den fuktighet som markens kapillaritet ombesörjer. Mängden dagg är dock låg i Sverige och anses av vissa vara en obetydlig faktor vid frögroning (Winsa 1995). Nederbördsmängd, -intensitet samt -intervall kan variera kraftigt vilket gör att fuktförhållandena periodvis kan bli ogynnsamma (*ibid*). För att fröna ska kunna gro och överleva måste rötterna så snabbt som möjligt nå ned i mineraljord eller till gränsen mellan mineraljord och humus. Fuktigheten där är tämligen stabil vilket inte är fallet i humuslagrets övre del där den varierar i takt med väderleken (Söderström 1979). Tillgången på kapillär markfuktighet tycks vara den avgörande faktorn vid plantetablering då enbart nederbörd oftast inte kan erbjuda fuktighet under tillräckligt långa perioder (Winsa 1995).

Förutom markfuktigheten spelar luftfuktigheten (relativ humiditet) en viktig roll i regleringen mellan vattenupptag och vattenavgång hos plantorna. Vatten flödar från hög vattenpotential till låg vattenpotential. För en plantas vattenförsörjning gäller att vattenpotentialen i marken måste vara högre än i plantans rötter för att vatten ska kunna strömma in (Grip & Rodhe 1985). Samma förhållande gäller för plantan och den omgivande luften. Vid hög relativ

humiditet kan stomata hållas öppna utan att det leder till några vattenförluster (transpiration). När förhållandena är omvända, hög temperatur och låg humiditet, strävar vatten mot att lämna plantan och gå ut i luften. Plantan har ofta inte råd att avge något vatten och minimerar detta genom att stänga stomata. Följden blir att lägre halter av koldioxid kan tas in vilket reducerar fotosynteshastigheten (Örlander et al. 1990).

Den relativa humiditeten varierar över året och är sommartid ofta en begränsande faktor för groddplantors tillväxt. För låg relativ humiditet och höga temperaturer leder ofta till stora avgångar på groddplantor under denna period. Avgångar till följd av för låg relativ humiditet misstas ofta för att vara orsakat av för låg markfuktighet (*ibid*).

Markporositet

Markens porositet eller, om man så vill, grad av kompaktering påverkar tillgången på både vatten och syre. I en porös, lucker mark blir syretillgången betydligt bättre än i en kompakterad. Dessutom är det lättare för plantornas rötter att tillväxa och sträcka sig eftersom det mekaniska motståndet minskar. Det är dock alltid en avvägning mellan vad som ger en lämplig syrehalt och en godtagbar vattenhalt.

För en typisk svensk morän är densiteten mellan 1,3-1,6 g/cm³ (Troedsson & Nykvist 1973). En grov jord, exempelvis sand, har en låg fältkapacitet vilket gör att det i porerna finns gott om utrymme för syre. Istället kan det på sådana marker bli brist på vatten. Det omvända förhållandet råder således på finkornigare marker, såsom mo och mjäla. Om porerna helt fylls med stillastående vatten hämmas syretillförseln med en nedsatt rottillväxt som följd (Söderström 1979, Lundmark 1988). Syrebrist kan även förekomma på marker med grövre textur på grund av högt grundvattenstånd.

Syreåtgången i marken bestäms främst av två faktorer, dels på plantans respiration och dels på nedbrytningen av organiskt material. Konsumtionen av syre stiger som regel med ökad marktemperatur (Örlander et al. 1990). Syre från luften tränger ned i markens porer för att ersätta det syre som åtgår vid markandningen. Gasutbytet sker i markporerna och när för höga vattenhalter gör att detta gasutbyte blir för lågt, uppkommer syrebrist och plantorna kan ta skada. Anaeroba förhållanden kan också leda till att för plantan giftiga gaser frigörs. Exempel på sådana är etylen, vätesulfid och höga halter av koldioxid. Även olika organiska syror kan frigöras och skada plantan. Vid längre perioder med syrebrist riskerar marken också att förlora stora mängder kväve genom denitrifikation (*ibid*).

Förhållandet mellan syrehalt och vattenhalt påverkar också temperaturen i marken. En hög vattenhalt medför att jorden får en högre värmeledningsförmåga. Värme fördelar sig snabbt över en stor jordvolym vilket får temperaturen i marken närmast ytan att sjunka med ökad markfuktighet. En fuktig jord förlorar också värme genom en ökad avdunstning, detta som en följd av att avdunstning är en energikrävande process (Lundmark 1988).

Konkurrerande vegetation och allelopati

Återbeskogning via naturlig föryngring hämmas ofta av konkurrerande vegetation. De negativa effekterna är flera. Gräs och olika ristyper kan hindra frön från att nå ned till mineraljorden samt konkurrerar med plantorna om vatten. Transpiration, speciellt från gräs,

bidrar till att vattnet i marken förbrukas snabbare vilket minskar groddplantornas vattenupptag. Även tillgången på näringsämnen minskar av konkurrensen varpå plantorna bl.a hindras från att ta upp tillräcklig mängd kväve (Örlander et al. 1990).

Vegetation konkurrerar även om ljus. Solstrålning hindras från att nå plantan och den omkringliggande markytan värms heller inte upp i samma omfattning. Ett för stort uppslag av gräs och annan vegetation utgör också en indirekt fara då denna kan erbjuda en gynnsam miljö för sorkar och andra predatorer (Jeansson 1985, Örlander et al. 1990).

Även frö- och skärmträden utgör en viss konkurrens, om än beräknad och till viss del önskvärd. En välkänd konsekvens som kan tillskrivas träden är de "brunnar" som ofta återfinns i direkt anslutning till dem. Med dessa "brunnar" menas arealer av varierande storlek som helt eller delvis saknar föryngring (Hagner 1962).

Vissa markvegetationstyper är också kända för allelopati. Kemiska substanser utsöndras i syfte att hävda det egna livsutrymmet och hämmar andra växters frögroning och tillväxt. Gifterna kan avlämnas på flera sätt. Vissa växter har för ändamålet speciella bladkörtlar medan andra vid regn eller dagg "läcker" ut ämnena via bladen. Utsöndring kan också ske via rötterna eller genom biologisk nedbrytning av förran. Det är flera fysiologiska processer som kan påverkas av de kemiska substanserna. Dit hör fotosyntes, reglering av stomata, celldelning, vattentransport m fl (Zackrisson & Nilsson 1989). I det svenska skogsbruket finns det flera arter med dokumenterad allelopatisk inverkan på skogsföryngring. Nordligt kråkbär (*Empetrum hermaphroditum*) är en av dem och förekommer rikligt norr om Dalälven där den på måttligt bördiga ståndorter kan skapa unikt ensartade växtsamhällen, som en följd av att branden som dess reglerande faktor till stor del har upphört (*ibid*). Det räcker med väldigt små koncentrationer av substansen från kråkbär för att minska tallfröns möjligheter att gro. Groddplantor av tall i tidiga utvecklingsstadier är mycket känsliga för den giftiga miljö som kråkbärsvegetation innebär och möjligheterna att de ska utvecklas till normala plantor är små (*ibid*). Bland andra vanliga arter med allelopatisk effekt kan nämnas örnbräken (*Pteridium aquilinum*), vissa ljungtyper och renlavar (Örlander et al. 1990).

Predation

Föryngringsfasen vid naturlig föryngring av skogsmark kan kraftigt fördröjas till följd av predation. Denna kan vara tämligen hög och förekommer på både frön och plantor. Fröätarna kan delas in i två grupper: de som konsumerar frön innan respektive efter att de släppts från träden. De förstnämnda är oftast specialiserade insekter som lätt lokaliserar kottarna och med unika anpassningar penetrerar dessa. De senare är företrädesvis fåglar, sniglar och sorkar; generalister som lätt förtär frön på marken när dessa väl påträffas. Samma grupp är predatorer även på groddplantor, dock handlar det oftast om andra arter. (Nystrand 1998)

När predation sker på frön som ännu inte släppts från föräldraträdet påverkas fröfallets storlek negativt. För att kompensera detta kan trädet reallokera resurser genom att t ex undvika att abortera blommor i samma utsträckning som normalt (Hendrix 1979, Nystrand 1998). När fröna väl har släppts kan dock inte föräldraträdet kompensera för några predationsförluster, utan istället måste dessa minimeras genom att fröna på något sätt själva kan skydda sig (Nystrand 1998). Det är inte helt utrett hur detta går till. Mycket tyder dock på att frönas färg spelar en stor roll. Flera Nordamerikanska *Pinus*-arter (*P. contorta*, *P. banksiana*), vilka huvudsakligen föryngrar sig på nybrända markytor efter skogsbränder, släpper genomgående

svarta frön. Detta gör att fröätare får svårare att detektera dem mot en lika svart bakgrundsytta. Hos *P. sylvestris*, vilken inte är knuten till branden i samma utsträckning, varierar däremot färgen på fröna, vilka kan skifta mellan att vara alltifrån svarta till ljusa gula. Detta tillåter den att förnygra sig på olika marktyper med olika färg på markytan. Svarta frön åtgår snabbare till följd av predation på ljusare underlag medan blekare frön får det svårare på nybränd mark. De frön med färg som matchar markytan de ligger på har dock en betydligt större chans att överleva och gro. Frönas färg hos olika tallarter skulle alltså kunna vara en anpassning till predation från olika djur, kanske framförallt fåglar (*ibid*).

För groddplantan är de första veckorna efter groningen de mest kritiska med avseende på predation. Sniglar (*Arion subfuscus*) tycks vara den allvarligaste predatoren under denna period. Allt eftersom plantorna växer till sig och mognar minskar dock predationstrycket. Nystrand (1998) visade i laboratoriemiljö att den med tiden ökande torrsubstanshalten (som ett mått på mognad och ökande lignifiering) gör plantorna mindre åtråvärda för sniglar. Han fann att en torrsubstanshalt om 25% innebar att plantorna nått ett "säkert" stadium och att tiden för att nå detta stadium var ca en månad från frögroningen. Markberedning har också visat sig verka förebyggande på predation från sniglar. Dessa är beroende av en fuktig markmiljö och att beträda den blottade mineraljorden innebär en risk för uttorkning (*ibid*).

Predationstrycket på frön och groddplantor varierar kraftigt, både i tiden och rummet. Det kan skilja sig kraftigt åt från år till år, liksom mellan olika ytor inom ett och samma bestånd. Detta gör att olika undersökningar om predation i boreal skog får väldigt varierande resultat (*ibid*). Direkta mönster är svåra att uttyda och förklaringar till de stora skillnaderna blir därför vanskliga att göra. Skillnader i predationstryck kommer sannolikt an på många samverkande faktorer. Bland dessa torde frötillgång, tillgång på alternativ föda, konkurrens mellan olika predatorer, väder och lokala markförhållanden, ingå (*ibid*).

Uppfrysning och frost

Risken för uppfrysning är störst på marker med finare texturer och där ett skyddande humuslager saknas till följd av markberedning. De viktigaste faktorerna som påverkar uppfrysning är skillnader i markens partikelstorlek, porstorlek och porvolym. När temperaturen når under 0° C fryser det vatten som på grund av kapillärkrafterna stiger uppåt. Med isen sker en volymutvidgning vilken leder till att groddplantor relativt lätt kan drabbas av tjällyftning (Lundmark 1988, Örlander et al. 1990). Isstänglar, s k pipkraken, bildas på liknande sätt och blir som allvarligast under vår och höst med låga temperaturer (ca 0° C) under flera dagar i sträck (Lundmark 1988).

Tall kan anses vara ett mycket frosthärdigt trädslag. Inte desto mindre kan frost leda till svåra skador och avgång på plantor. Låga temperaturer under vegetationsperioden kan leda till att förmågan till fotosyntetisering kraftigt sätts ned. Lundmark (1988) visade att en nattlig temperatur på -4° C kan leda till en minskning av fotosynteshastigheten på mellan 15-25%. Försök visar att ytterligare temperatursänkning ned till -7° C kan reducera fotosynteshastigheten med 85% (*ibid*). Om kalla nätter åtföljs av klara dagar med hög ljusinstrålning där barren blir belysta av starkt ljus kan klorofyllet och därmed hela fotosyntessystemet skadas. Vid frost dras vatten ut ur cellerna och det bildas kristaller mellan dem. Man kan således tala om en form av uttorkning. Ju lägre temperatur desto mer vatten försvinner ur cellerna vilket i förlängningen kan leda till att plantor dör (*ibid*).

Fröträäd- och skärmställning

När träd kvarställs vid naturlig föryngring är huvudsyftet att de ska producera frö för besåning av marken. En annan viktig funktion är att skapa en gynnsam miljö för groningen och plantetablering. Beroende på hur tätt fröträden står kan de i olika grad reglera temperaturen, solbestrålningen och fuktigheten i beståndet. Temperaturregleringen är särskilt värdefull på marker med stor risk för frost. Reducering av solbestrålningen påverkar temperaturen men reglerar även graden av konkurrerande gräs- och buskvegetation. För att de kvarställda träden ska ge kvalitativa frön samt fungera under hela föryngringsfasen bör de uppfylla vissa krav. Dessa inbegrips av en välutvecklad krona, stormfasthet samt godtagbara kvalitetsegenskaper vad beträffar stamraket mm (Enström 1997).

Antalet fröträäd som bör ställas kvar beror på vilka av ovan nämnda konsekvenser som är önskvärda och i vilken grad man önskar reglera dessa. Skogsstyrelsen rekommenderar generellt sett ett avsevärt högre antal i södra Sverige (150 st) jämfört med i norra (50-75 st). Detta då skillnaderna i uppslaget av konkurrerande vegetation skiftar kraftigt mellan olika klimatlägen (*ibid*).

Konceptet med naturlig föryngring leder också till ökade möjligheter att producera högkvalitativt virke. Naturlig föryngring på rätt sätt och på rätta ståndorter ger inte sällan ett tätt plantuppslag med en långsam plant- och ungdomsutveckling, vilket lägger grunden för möjligheterna att skörda kvalitetsvirke i framtiden (Jeansson 1985).

Material och metoder

Försöksplatser

Försöken anlades på två platser strax nordost respektive sydost om Götbrunna i Uppland (lat. 60° 09' N, long. 17° 29' E, 45 m.ö.h.). Dessa utgjordes av avdelning 61A (se figur 1) respektive 44 (se figur 2) på Norunda häradsallmännings marker. Bestånden låg i anslutning till Uppsalaåsen och marktaturen var i båda fallen sediment av sand med inslag av finare partiklar, vilka härstammade från ett underliggande lager med lera. Jordmånen hade ett tunt blekjordslager om ca 2-3 cm. Båda bestånden markbereddes under hösten 2002 och markberedningsmetoden var på avdelning 61A grund harvning medan avdelning 44 hade fläckmarkberetts. Skärmträden utgjordes undantagslöst av tall (*Pinus sylvestris* L.) och var till antalet ca 120-130 per ha. Den genomsnittliga diametern i brösthöjd mättes, höjden bestämdes med hjälp av hypsometer och med borrhastställdes genomsnittlig brösthöjdsålder (se tabell 1). Avdelning 61A var 2 ha stor och omgavs av en större föryngringsyta med omgivande jordbruksmark. Beståndet var utsatt för en relativt påtaglig vindpåverkan, vilket resulterade i att totalt 14 skärmträäd föll under säsongen.



Figur 1. Avdelning 44 fläckmarkbereddes hösten 2002. Den bortre halvan planterades i mitten av maj 2003 med gran.

Avdelning 44 var 9,4 ha stor och omgavs i öster av ett äldre blandbestånd med tall/gran samt i norr av ung tallskog. I väster stod äldre granar som ett vindskydd ut mot åkermark och i söder yngre blandskog. Beståndet var inte lika utsatt för vindpåverkan, varför blott fyra träd föll under säsongen. Bonitering gjordes med hjälp av ståndortsegenskaper enligt Hägglund & Lundmark (1999).

Tabell 1. Beskrivning av skärmställningarna där försöken gjordes.

| | Ståndortsindex (SI) | Ålder (år) | Höjd (m) | Stammar/ha | DBH (cm) |
|----------------|---------------------|------------|-------------|---------------|-----------|
| Avd 44 | T 24 | 115 | 25,5 | ca 120 | 39 |
| Avd 61A | T 24 | 110 | 25 | ca 130 | 38 |

Båda skärmarna frihöggs under 2002. Skärmträden i avdelning 61A hade påtagligt små, högt upphissade kronor som en konsekvens av ett sparsamt gallringsprogram tidigare under omloppstiden (Pettersson 2003).



Figur 2. Skärmställningen i avdelning 61A höggs fram och harvades under hösten 2002. Avdelningen planterades delvis i början av maj 2003 med tall. Hygget som omgärdar skärmställningen (avd 61B) planterades i månadsskiftet april/maj 2003 med gran.

Försöksupplägg

Enligt markförvaltarens önskemål anlades försöket inom begränsade områden i varje bestånd. I vardera bestånd gränsades 50 ytor av från markberedningen gjord på hösten. Dessa definierades med hjälp av en mätram (45x45 cm) (se figur 3) varpå försökspinnar trycktes ned för att markera hörnen. Ytorna valdes ut utifrån möjligheten att för hand markbereda i direkt anslutning till respektive yta och på så vis få en parvis jämförelse med så gott som identiska yttre förhållanden. Vårmarkberedningen utfördes för hand med hacka under den 22-23 april och gränsades av på samma sätt som höstytorna. Vårytorna gjordes med avsikt att efterlikna höstytorna, beträffande innehåll av mineraljord respektive humus, i så hög utsträckning som möjligt. Vårmarkberedningen var planerad till den 15 april men omöjliggjordes då av allt för hård tjäle i marken.

Mätramen, som användes för definiering av ytorna, indelades med hjälp av snören i nio mindre rutor (15x15 cm). Dessa rutor numrerades 1-9. Med mätramens hjälp estimerades fördelningen mellan mineraljord och humus i varje försöksyta. Då en delruta (15x15 cm) täcktes till mer än 50% av något av substraten fick ytan beteckning efter detta substrat. Det gjordes ingen åtskillnad mellan rostjord och blekjord. Inte heller graden av störning i humusen noterades. Den totala fördelningen mellan mineraljord och humus i de olika försöksleden (höst-vår) och bestånden framgår av tabellen nedan (tabell 2). Varje försöksled (höst-vår) hade potentiellt sett 450 delytor (9×50) per bestånd. Vissa av dessa bortsågs ifrån då de innehöll stenar, stubbar eller andra hinder. På grund av oklara omständigheter skedde en plantering inom ett av de anlagda försöken, i avdelning 44. Plantor sattes i vissa (5-8 st) av de definierade ytorna. Efter att ha erindrat markförvaltaren detta rycktes dessa plantor hastigt upp. På grund av detta bortsågs även från de delytor där en planta suttit. Den störning

planteringen inneburit på berörda ytor ansågs inte vara tillräckligt omfattande för att hela provytor skulle räknas bort.

Andelen markyta som störts till följd av den maskinella markberedningen uppskattades genom att den genomsnittliga bredden på harvspåren/fläckarna räknades ut, liksom det genomsnittliga förbandet mellan dem. Detta för att få ett mått på markberedd yta per hektar (se tabell 2).

Tabell 2. Andelen delytor med mineraljord respektive humus i de olika bestånden samt estimerad andel markberedd markyta per hektar.

| Bestånd | mineraljord (antal delytor) | humus (antal delytor) | Andelen markberedd yta/ha (m²) |
|-----------------|--|----------------------------------|--|
| 44 höst | 280 (63%) | 162 (37%) | 1350 (13.5%) (fläckmarkberett) |
| vår | 238 (53%) | 210 (47%) | |
| 61A höst | 350 (78%) | 98 (22%) | 3300 (33%) (harvat) |
| vår | 314 (70%) | 136 (30%) | |

Inventeringsmetod

Den första inventeringen genomfördes den 1-2 juli. Mätarmen lades över försökspinnarna och antalet plantor räknades (Se figur 3). När en planta upptäcktes registrerades det i vilken delyta (1-9), samt i vilket av groningssubstraten den växte. För att registrera avgång/överlevnad den första säsongen gjordes en andra inventering den 6 oktober, vilken gick till på samma sätt som den första. Vid denna registrerades vilka plantor som överlevt och ej. Därtill undersöktes om det förekom eventuella tillskott av plantor, dvs plantor som grott efter 1-2 juli.



Figur 3. Den mättram som användes vid anläggning av försöksytorna samt vid inventeringarna.

Väderleksförhållanden

Meteorologiska data inhämtades från Ultuna väderstation belägen ca 40 km söder om försöksplatserna. För att notera de lokala nederbörds mängderna användes regnmätare vilka placerades ut i respektive bestånd den 16 april. Dessa bestod av trattar ($\varnothing = 19,4$ cm) fästa i slangar vilka utmynnade i plastflaskor med tydlig volymangivelse. Trattarna fångade upp regnvattnet 20-30 cm ovanför markytan. Plastflaskorna grävdes ned i sanden. Insidan av slangar och flaskor täcktes av ett tunt oljelager i syfte att förhindra avdunstning. Tömning av regnmätarna skedde med sju till tolv dagars mellanrum fram t o m den 21 juli, vartefter det inom ramen för detta examensarbete ej längre var praktiskt genomförbart att tömma. Således saknas nederbördsdata efter detta datum.

Vegetationsperiodens längd är för regionen normalt 180-210 dagar med en temperatursumma som uppgår till 1300-1500 dygnsgrader. Nederbörden under vegetationsperioden ligger normalt mellan 350-400 mm (Lundmark 1986). Under 2003 var den totala nederbörds mängden, under perioden för försöket, i paritet med den normala (se tabell 3), men fördelningen över säsongen varierade kraftigt. April var något kallare än normalt, med nederbörds mängder högt över det normala. Likaså blev maj blött tack vare kraftiga regn i början och i slutet av månaden. Även juni visade upp höga regnmängder men med normala temperaturer. Juli däremot blev varmare än normalt och extremt torrt, endast 20 mm föll jämfört med normala 75 mm. Augusti var något varmare än normalt, med nederbörds mängder nära det normala.

De registrerade nederbörds mängderna i bestånden under mätperioden 16 april-21 juli skiftade något från de registrerade i Ultuna klimatstation. I bestånden uppmättes en nederbörds mängd om ca 145 mm i avdelning 61A och ca 155 mm i avdelning 44, medan klimatstationen registrerade 184 mm nederbörd under den aktuella perioden. Nederbörds mängderna som registrerades i bestånden ska dock endast ses som ungefärliga värden då det inte helt går att utesluta en viss avdunstning.

Tabell 3. Nederbördsdata för perioden 1 april- 1 oktober 2003, hämtad från Ultuna klimatstation. Genomsnittsvärdena gäller för Uppsala under perioden 1961-1990 och är hämtade från SMHI.

| | Nederbörd (mm) | |
|----------------------------|----------------|---------|
| | 2003 | 1961-90 |
| April | 54 | 29 |
| Maj | 63 | 33 |
| Juni | 76 | 45 |
| Juli | 20 | 75 |
| Augusti | 58 | 65 |
| September | 32 | 59 |
| Totalt för perioden | 303 | 306 |

Fröfallet

För att kontrollera när fröfallet startade och upphörde samt få en bild av dess förlopp sattes fem fröfällor ut i vardera bestånd. Dessa bestod av kvadratiska lådor med arean 0,14 m² (37,5x37,5 cm), vilka placerades ut på marken runt om i bestånden (se figur 4). Fröfällorna sattes ut den 26 mars och vittjades med sju till 14 dagars intervall. Sista gången fällorna vittjades var den 16:e juni. Det genomsnittliga antalet fallna frön per hektar beräknades för de båda bestånden.



Figur 4. Den modell av fröfällor som placerades ut i bestånden (0,14 m²).

Statistisk bearbetning av resultat

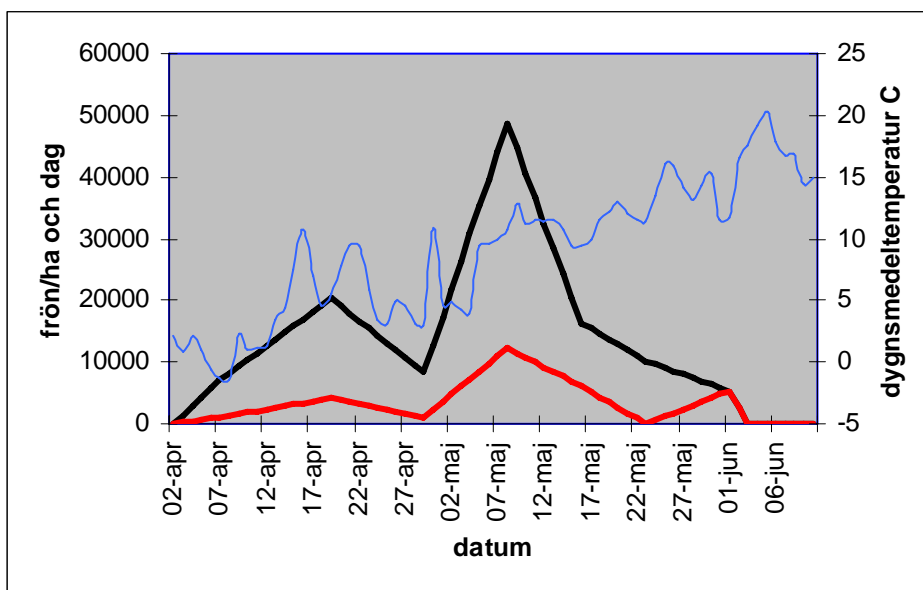
Vid jämförelser av plantuppslagen mellan försöksblocken användes parat t-test (matchning). Vid analys av eventuella skillnader i plantavgång mellan de två behandlingarna användes oberoende chi-square test. Alla effekter med $P < 0.05$ ansågs signifikanta. (Källor: Olsson & Engstrand 2000, Spiegel 1961)

Resultat

Fröfallet startade i början av april detta år. I tabellen nedan framgår hur många frön som påträffades vid varje vittjningstillfälle under säsongen (se tabell 4). Det mest intensiva fröfallet skedde under första halvan av maj, varefter det mattades av och avslutades i början av juni. Det var stor skillnad i storleken på fröfallen mellan de två bestånden. I avdelning 61A föll ca 230 000 frön under säsongen medan den totala siffran för avdelning 44 var ca 910 000. Under det mest intensiva fröfallet föll i medeltal 12 000 respektive 49000 frön per hektar och dag i de båda bestånden (se figur 5). Detta inträffade då dygnsmedeltemperaturen uppnått en nivå mellan 10-15 °C. Under senare delen av april avstannade fröfallet avsevärt vilket sammanföll med en kortare period med kallare väder.

Tabell 4. Den sammanlagda mängden frön som påträffades i fällorna vid respektive vittjningstillfälle. Resultaten som redovisas i denna tabell ligger till grund för framräkningen av fröfallens storlek och intensitet vilket redovisas i figur 5.

| Avd. | 2/4 | 16/4 | 23/4 | 5/5 | 12/5 | 19/5 | 26/5 | 3/6 | 10/6 | 16/6 |
|------|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
| 61A | 0 | 1 | 2 | 1 | 6 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 44 | 0 | 7 | 10 | 7 | 24 | 8 | 5 | 3 | 0 | 0 |



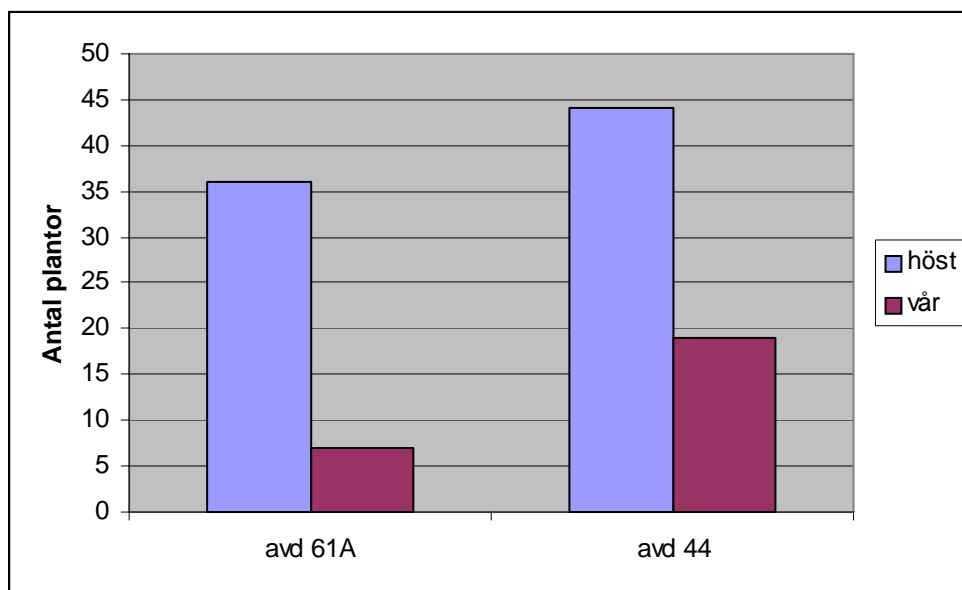
Figur 5. Det totala fröfallet uttryckt som antalet frön per hektar och dag i de båda bestånden. Svart linje representerar avdelning 44, medan röd linje representerar avdelning 61A. Den tunnare linjen anger variationen i dygnsmedeltemperaturen under den aktuella perioden.

Det var en signifikant högre plantetablering i höstytorna jämfört med vårytorna, på båda försöksplatserna. I avdelning 61A noterades totalt 36 plantor i höstytorna jämfört med 7 plantor i vårytorna. I avdelning 44 var antalet plantor 44 st i höstytorna respektive 19 st i vårytorna (se tabell 4 och figur 6). Det var även en signifikant högre plantetablering i mineraljord jämfört med humus. Det förelåg dock inga skillnader i fördelningen av plantor i respektive växtsubstrat mellan höst- och vårytorna.

Det förelåg en relativt hög andel försökspår i de båda bestånden som helt saknade plantuppslag, s k 0-plot-par; 22 av 50 (44 %) i avdelning 61A respektive 19 av 50 (38 %) i avdelning 44. Vid de statistiska beräkningarna prövades att både ta med och utesluta dessa. Motivet till att bortse från 0-plot-paren var att de inte bidrog med någon information i form av jämförbara värden. Resultaten divergerade dock ringa och kraftig signifikans erhöles vid båda beräkningarna. Antalet plantor som grodde efter den 1:a juli var 2 st i avdelning 61A och 4 st i avdelning 44. Samtliga hade grott i mineraljord (se tabell 5).

Tabell 5. Totala antalet 0-plot-par (ytpar utan plantor), plantor fördelade på antalet försöksytor (höst-vår) samt plantornas fördelning mellan växtsubstrat och typ av försöksyta. Inom parentes anges hur många plantor som grodde efter 1:a juli.

| | Avd 44 höst | vår | Avd 61A höst | vår |
|--|--------------------|----------------|---------------------|--------------|
| Antalet 0-plot-par | 19/ 50 (38 %) | | 22/ 50 (44 %) | |
| Antalet plantor | 44st / 26 ytor | 19st / 15 ytor | 36st / 27 ytor | 7st / 5 ytor |
| Antalet plantor som växte i mineraljord | 41 (4) | 14 | 31 (2) | 6 |
| Antalet plantor som växte i humus | 3 | 5 | 5 | 1 |



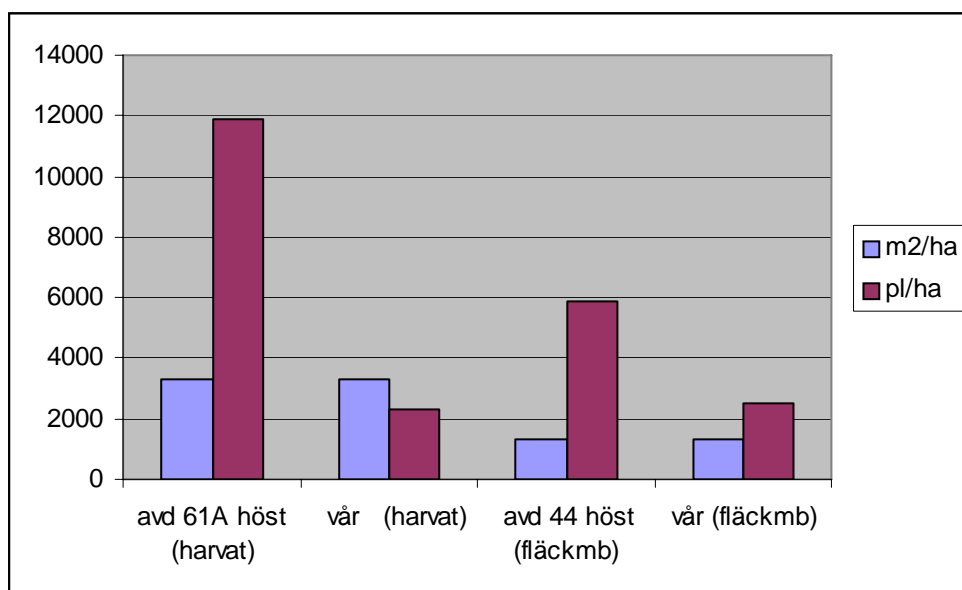
Figur 6. Fördelningen av antalet plantor i respektive yttyp och avdelning.

Då vårmärkberedningen inte kunde genomföras innan det att fröfallet startat föll ett lägre antal frön på vårytorna jämfört med höstyterna (Se tabell 6). Efter omräkning till antalet plantor per kvadratmeter yttyp och bestånd kunde en groningsprocent räknas fram. Denna var i avdelning 61A 15,6% för höstyterna och 3,8% för vårytorna. I avdelning 44 var groningsprocenten avsevärt lägre för höstyterna, 4,8%, medan den för vårytorna var jämförbar, 2,8%.

Tabell 6. Antalet fallna frön per m², plantuppslag per m² samt groningsprocent för respektive yttyp.

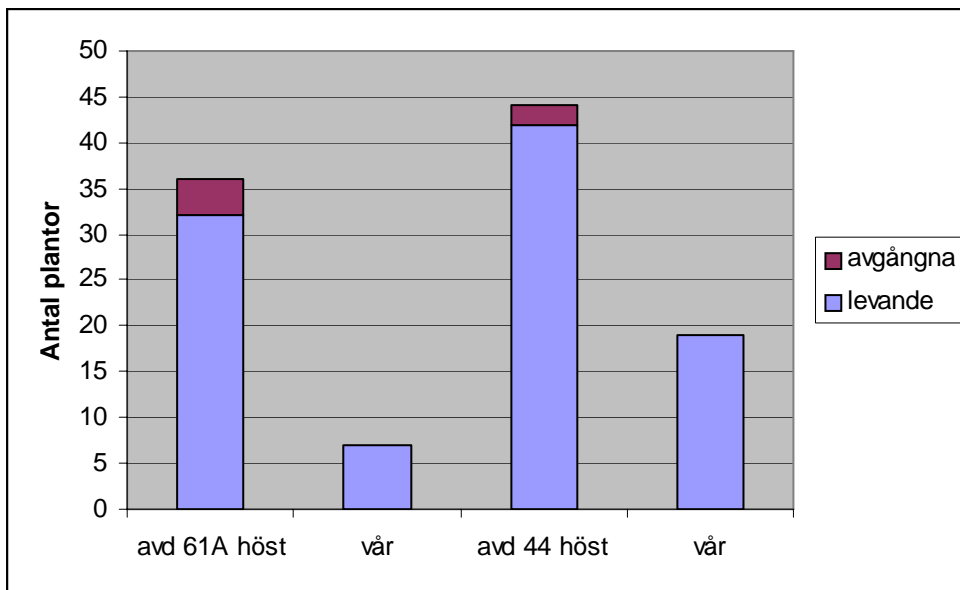
| | Avd 44 höst | vår | Avd 61A höst | vår |
|------------------------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|
| frön/m² | 91 | 67 | 23 | 18,5 |
| plantor/m² | 4,35 | 1,88 | 3,6 | 0,7 |
| gronings-% | 4,8 (4,35/91) | 2,8 (1,88/67) | 15,6 (3,6/23) | 3,8 (0,7/18,5) |

Det sammanlagda plantuppslaget i relation till andelen märkberedd yta var för höstmärkberedningen i avdelning 61A (harvat, ca 3300 m²) ca 11 900 plantor/ha. Om beståndet istället vårmärkberetts skulle antalet bli ca 2 300 plantor/ha. För avdelning 44 (fläckmärkberett, ca 1350 m²) var det totala plantuppslaget ca 5 900 plantor/ha för höstmärkberedningen och ca 2 500 plantor/ha om avdelningen märkberetts på våren (se figur 7).



Figur 7. Det totala plantuppslaget per hektar vid höst- respektive vårmärkberedning, i relation till andelen märkberedd yta per hektar i respektive bestånd.

Det förelåg ingen signifikant skillnad i avgång mellan höst- och vårytorna. I avdelning 61A avgick 4 plantor (11 %) under den första säsongen. För avdelning 44 var antalet avgångna plantor endast 2 (4,5 %)(Se figur 8). Samtliga plantor som dött hade grott i höstyterna, men ingen signifikant skillnad kunde alltså påvisas vid de statistiska beräkningarna. Av de avgångna plantorna hade 4 st växt i mineraljord och 2 st i humus.



Figur 8. Fördelningen mellan levande och avgångna planter i de båda avdelningarna.

Diskussion

Det är enligt denna studie fördelaktigare att vid naturlig föryngring markbereda på hösten innan fröfallet, istället för på våren. Det specifika mikroklimat en vårmarkberedning erbjuder, hade i detta försök ingen positiv inverkan på frögroning och plantetablering.

Höstmarkberedningen bidrog, i båda bestånden, till ett avsevärt högre plantuppslag. Det är dock svårt att klargöra orsaken till detta. En högre grad av kompaktering i höstytorna kan under torra perioder innebära en bättre vattentillgång än i vårytorna. Klimatdata från Ultuna väderstation visar dock att nederbördsmängderna under april t o m juni låg mellan 35-80 % över det normala, vilket tyder på att vattentillgången under gröningsfasen totalt sett torde varit tillräcklig. En kompakteringseffekt skulle dock kunna ha betydelse under torra perioder med risk för tillfällig uttorkning. Enligt Ultuna väderstation innehöll maj drygt två veckor med minimal nederbörd i mitten av månaden. Likaså innebar slutet av maj och början på juni en period om tolv dagar med totalt endast 1,2 mm nederbörd. Väderleken kan dock innebära stora lokala skiftningar. Sättet på vilket nederbörden mättes i bestånden tillåter inte någon liknande analys. För det krävs att regnmängderna registreras dag för dag, vilket inte var fallet i denna undersökning. En liten del av skillnader i plantetablering kan förklaras med skillnader i mängden blottad mineraljord. Enligt bedömningar innehöll höstytorna 8-10 procentenheter mer blottad mineraljord än vårytorna.

Det var endast sex planter som grodde efter 1:a juli. Av dessa planter hade samtliga etablerat sig i höstytorna. Juli hade detta år medeltemperaturer som låg betydande över det normala samtidigt som nederbördsmängden endast uppgick till drygt 25 % av ett genomsnittsår. Det är därför rimligt att misstänka att en kompakteringseffekt bidragit till ökad vattentillgång i höstytorna.

Det förelåg ingen statistisk skillnad i mängden avgångna planter mellan försöksytorna trots att samtliga avgångna registrerades i höstytorna. Därtill var talen för låga. Det tyder alltså på att de planter som trots allt etablerat sig i vårytorna hade en tillräcklig vattentillgång för att överleva trots att juli var torrare än normalt. Av de totalt sex avgångna plantorna återfanns

fem av dem med en gul-brunaktig färg, sannolikt orsakat av torka. En av plantorna saknades helt vilket skulle kunna vara ett tecken på att den åtgått till följd av predation.

Syftet med fröfällorna i denna undersökning var att kontrollera när fröfallet startade respektive upphörde, samt att få en bild av när det mest intensiva fröfallet skedde. Den sammanlagda ytan som fröfällorna täckte i vardera bestånd var allt för liten för att ge de i detta arbete angivna frömängderna ett godtagbart statistiskt underlag. De angivna frömängderna ska därför inte ses som exakta utan gör endast anspråk på att fungera som riktvärden för gjorda jämförelser mellan bestånden.

De registrerade fröfallen följde i båda bestånden likartade mönster. Avstannandet med de lägre intensiteterna under det kyliga slutet av april, följt av topparna under en period med temperaturer som översteg 10 °C under första halvan av maj, stämmer väl överens med tidigare gjorda undersökningar (Hannerz et al. 2002). Det var dock en anmärkningsvärd skillnad i storlek på det sammanlagda fröfallet mellan de båda bestånden. Det avsevärt lägre fröfallet i avdelning 61A kan nog delvis förklaras med de iögonfallande små och högt upphissade trädkronorna, vilket troligen föranlett en lägre kottproduktion än i avdelning 44, där kronorna var mer normala. Avdelning 61A var även föremål för en kraftig vindpåverkan. Denna kan ha lett till att de lättaste fröna blåst iväg ut ur beståndet vilket i så fall skulle innebära att det egentliga fröfallet var större än det som registrerats.

Höst- och vårytorna exponerades för olika mängd frön eftersom vårmarkberedningen utfördes efter det att fröfallet startat. Den sammanlagda frömängden som nådde vårytorna uppgick endast till mellan 70-80 % av den mängd som höstyterna exponerades för. Skillnaderna i plantetablering mellan yttyperna skulle därför teoretiskt sett kunna vara förknippade med skillnader i frönas kvalitet. Det går att spekulera i om de frön som släpps de första veckorna på säsongen har en högre grobarhet och därigenom bidrar mer till förnyringen än de som faller senare. Något stöd för en sådan teori står i litteraturen dock inte att finna. Även om det inte föreligger några skillnader i grobarhet kan de tidigt fallna fröna erhållit en ur fuktighetssynpunkt gynnsammare gröningsmiljö. Snösmältning kan ha bidragit till ”extra” tillförsel av vatten, vilken inte kom fröna i vårytorna till del.

Anmärkningsvärt är att gröningsprocenten i höstyterna var avsevärt högre i avdelning 61A. Det registrerade fröfallet i denna avdelning uppgick till ca 25 % av det i avdelning 44, medan plantuppslaget vid samma jämförelse uppgick till hela ca 75 %. Detta resulterade i en drygt tre gånger så hög gröningsprocent i höstfläckarna i avdelning 61A jämfört med avdelning 44. Det tycks sålunda som om kvaliteten och den faktiska grobarheten hos de frön som släpptes under säsongen var avsevärt högre i avdelning 61A. Enligt Sarvas (1962) studier kan andelen icke grobara frön (frön utan embryo) variera från 10 % till 18 % mellan olika bestånd. I en annan studie skiftade frönas faktiska grobarhet mellan 77-98 % mellan olika år (Karlsson & Örlander 2000). Den registrerade skillnaden i grobarhetsprocent är alltså väl stor för att skillnader i frökvalitet mellan bestånden ska vara hela förklaringen. En ytterligare del av förklaringen torde ligga i att harvningen i avdelning 61A blottlade mer mineraljord än i avdelning 44, som fläckmarkbereddes (78 %-63 %). Som ovan diskuterats var avdelning 61A utsatt för kraftig vindpåverkan och frön kan ha blåst ut ur beståndet. Om detta skett har de lättaste fröna sorterats bort av vinden medan de frön som faller ner i beståndet sannolikt är större och tyngre, vilket innebär bättre förutsättningar för groning. Det skulle därmed inte föreligga någon skillnad mellan de båda bestånden i fråga om kvalitet mellan de frön som släpptes, men väl på de frön som nått marken.

Som väntat grodde frön signifikant bättre i mineraljord jämfört med humus, vilket är samstämmigt med sedan länge vedertagna fakta. Därför bör vikten av att så mycket mineraljord som möjligt blir blottlagd vid markberedning återigen framhävas. Markberedning vid naturlig föryngring bör ske via harvning. Den genererar avsevärt fler potentiella gröningspunkter än fläckmarkberedning eftersom en större areal mineraljord blottläggs. Om harvning använts som metod i avdelning 44 i stället för fläckmarkberedning hade det totala plantuppslaget per hektar varit över 14 000 i stället för knappt 6000. Det ska tilläggas att den större markpåverkan harvning innebär, i vissa situationer kan vara mindre önskvärd. Främst gäller kanske detta i miljöer med högt rekreationstryck. När sådana aspekter kommer in i bilden bör alternativ till naturlig föryngring övervägas.

Det går enligt resultaten i denna studie inte att rekommendera att vid naturlig föryngring av tall markbereda på våren. Förutom att frögroningen, och därmed föryngringen, missgynnas kan det även föreligga mer tekniska hinder för en vårmarkberedning. Under vissa år kan markerna efter tjällossning vara vattensjuka och därmed omöjliggöra maskinell markberedning. Dessutom kan tjälen gå ur marken efter det att träden börjat släppa sina frön, vilket var fallet i denna studie, och därmed går man miste om en betänklig del av fröfallet.

Det ansenliga antalet fallna träd i avdelning 61A visar på vikten av att friställning av frö- och skärmställningar sker stegvis. På det sättet reduceras risken för stormfällningar vilket bidrar till ett bättre utnyttjande av beståndets totala fröfall.

Slutligen ska det sägas att resultaten från denna studie gäller för en specifik ståndort, för Svealand, under för detta året rådande väderleksförhållanden. Det krävs ytterligare försök, på andra marktyper och i fler regioner, för att säkrare slutsatser i denna fråga ska kunna dras.

Svagheter i undersökningen

- Vårmarkberedningen utfördes för hand med hacka varför den inte är fullt jämförbar med de maskinellt utförda höstmarkberedningarna. Markberedning för hand torde skapa en för just den metoden speciell markmiljö med avseende på luckerhets- och kompakteringsgrad.
- Längden på intervallet mellan de två inventeringstillfällena omöjliggjorde en registrering av de plantor som eventuellt grott och hunnit avgå mellan 1:a juli och 6 oktober, samt mellan april och 1:a juli.
- Det lokala vädret på försöksplatserna studerades inte tillräckligt noggrant. För vidare analysmöjligheter krävs att temperatur och nederbörd mäts dag för dag i respektive bestånd.

För att få svar på uppkomna frågor angående fröfall, frökvalitet och grobarhet krävs en större mängd fällor och att frön insamlade vid olika tidpunkter under säsongen analyseras med avseende på grobarhet.

Referenser

- Anon. 2002. *Skogsstatistisk årsbok, Sveriges officiella statistik*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Almqvist, C. & Bergsten, U., Bondesson, L., Eriksson, U. 1998. *Predicting germination capacity of Pinus sylvestris and Picea abies seeds using temperature data from weather stations*. Can. J. For. Res. 28: 1530-1535
- Béland, M. & Agestam, E., Ekö, P.M., Gemmel, P., Nilsson, U. 2000. *Scarification and Seedfall affects Natural Regeneration of Scots Pine Under Two Shelterwood Densities and Clear-cut in Southern Sweden*, Scand. J. For. Res. 15: s 247-255.
- Bergsten, U. 1988. *Pysamidal Indentations as a Micrisite Preparation for Direct Seeding of Pinus sylvestris L.*, Scand. J. For. Res. 3: s 493-503
- Bjor, K. 1971. *Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiska og spireökonomiske undersøkelser*. Meddelelser fra Det Norske Skogforsöksvesen 28: 429-526.
- Chantal de, M. & Eskola, L., Ilvesniemi, H., Leinonen, K., Westman, C-J. 2003. *Early Establishment of Pinus sylvestris and Picea abies Sown on Soil Freshly Prepared and After Stabilisation*. Silva Fennica 37 (1): s 15-30.
- Eggertsson Karlström, C. (redaktör) 2003. *Väder och Vatten*. Nr 4-9. SMHI, Norrköping
- Enström, J. 1997. *Grundbok för skogsbrukare*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Grip, H. & Rodhe, A 1985. *Vattnets väg från regn till bäck*. Forskningsrådets Förlagstjänst, Karlshamn.
- Hagner, S. 1958. *Om kott- och fröproduktion i svenska barrskogar*, Medd. Stat. Skogsforskningsinstitut. 47 (8): s 1-120.
- Hagner, S. 1962. *Naturlig föryngring under skärm: en analys av föryngringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk*. Stockholm.
- Hannerz, M. & Almqvist, C., Hörnfeldt, R. 2002. *Timing of Seed Dispersal in Pinus sylvestris Stands in Central Sweden*. Silva Fennica 36 (4).
- Hendrix, S.D. 1979. *Compensatory reproduction in a biennial herb following insect Depressaria pastinacella defloration*. Oecologia 42: s 107-118.
- Hesselman, H. 1939. *Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning*. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 31.
- Hägglund, B & Lundmark, J-E. 1987. *Bonitering-Del 2 Diagram och tabeller*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Jeansson, E. 1985. *Naturlig föryngring*. Skogsfakta, Biologi och Skogsskötsel, nr 25. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala-

- Jäghagen, K. & Sandström, J. 1994. *Alla tiders skog*. Skogsägarnas riksförbund, Stockholm.
- Karlsson, C. 2000. *Effects of Release Cutting and Soil Scarification on Natural Regeneration in Pinus sylvestris Shelterwoods*. Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria 137. SLU, Alnarp.
- Karlsson, C & Örländer, G. 2000. *Soil Scarification Shortly before a Rich Seed Fall improves Seedling Establishment in Seed Tree Stands of Pinus sylvestris*. Scand. J. For. Res. 15: s 256-266.
- Lundmark, J-E. 1986. *Skogsmarkens ekologi- ståndortsanpassat skogsbruk, del 1- Grunder*. Skogsstyrelsen, Jönköping
- Lundmark, J-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi- ståndortsanpassat skogsbruk, del 2- Tillämpning*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Nystrand, O. & Granström, A. 1997. *Forest floor moisture controls predator activity on juvenile seedlings of Pinus sylvestris*. Can. J. For. Res. 27: s 1746-1752.
- Nystrand, O. 1998. *Post-dispersal Predation on Conifer Seeds and Juvenile Seedlings in Boreal Forest*. Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria 61. SLU, Umeå.
- Olsson, U. & Engstrand, U. 2000. *Biometri- kompendium för grundkurs i statistik*. Avdelningen för statistik, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Sahlén, K. 1992. *Anatomical and physiological ripening of Pinus sylvestris L. seeds in north Fennoscandia*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Sarvas, R. 1962. *Investigations on the flowering and seed crop of Pinus Silvestris*. Helsingfors
- Spiegel, M.R. 1961. *Theory and problems of statistics*. Schaum publishing company, New York.
- Söderström, V. 1979. *Ekonomisk skogsproduktion, Del 2. Föryngring*. Stockholm.
- Troedsson, T. & Nykvist, N. 1973. *Marklära och markvård*. Uppsala.
- Wennström, U. 2002. *Resultat*. SkogForsk, nr 20. Uppsala.
- Winsa, H. 1995. *Influence of Rain Shelter and Site Preparation on Seedling Emergence of Pinus sylvestris L. After Direct Seedling*. Scand. J. For. Res. 10: s 167-175.
- Zackrisson, O. & Nilsson, M-C. 1989. *Allelopati och dess betydelse på svårföryngrade skogsmarker*. Skogsfakta, Biologi och skogsskötsel, nr 59.
- Örländer, G. & Gemmel, P., Hunt, J. 1990. *Site preparation: A Swedish Overview*. Canada.
- Örländer, G. & Nilsson, U. 1999. *Effect of reforestation methods on pine weevil (Hylobius abietis) damage and seedling survival*. Scand. J. For. Res. 14: s 341-354.

Muntlig referens

Pettersson Mats, skogsingenjör, Uppsala Skogsförvaltning 2003-10-09
Tlf: 018-377951, 070-6022782