

Självföryngring före slutavverkning

Redovisning av projekt PREKAL

Birger Eriksson och Martin Täljeblad



Markberedning i slutavverkningsbestånd med kranspetsmonterat aggregat Humax 2-4 (modifierat).
Västerbotten år 2005. Foto. Birger Eriksson

Innehåll

Förord	4
Summary	5
Sammanfattning.....	6
Bakgrund	7
Syfte, mål och avgränsning.....	7
Metod	8
Försöksanläggning	8
Försöksmarker	11
Frö vid sådd.....	12
Inventering och slutavverkning.....	13
Avbrutna studier	14
Resultat	15
Markberedning	15
Inventering 1	17
Inventering 2	17
Inventering 3	18
Diskussion	32
Frön gror	32
Självföryngring av både tall och gran.....	32
Markberedningen är mycket viktig.....	33
Plantavgång under föryngringsfasen	34
Stor andel godkända föryngringar	34
Ökad tillväxt	35
Avverkningstidpunkt.....	35
Ekonomi	35
Miljö	37
Fortsatta studier	38
Slutsatser	38
Referenser.....	40
Bilaga 1	41
Bilaga 2	42



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts 12 december 2022 av
Gert Andersson och Erik Ling, programchefer Driftsystem respektive Skötsel.
Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 22 december 2022.
Redaktör: Caroline Rothpfeffer caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2022 ISSN 1404-305X

Förord

Våren 2005 startade Skogforsk anläggning av försök med självföryngring före slutavverkning. I denna rapport redovisas resultaten från de 13 försök som anlagts under perioden 2005 – 2012.

Vi vill rikta ett stort tack till de markägare som upplåtit mark för försöken och till de entreprenörer som utfört markberedningen i försöken.

Sävar i oktober 2022.

Martin Täljeblad och Birger Eriksson

Summary

In the past 20 years, interest has grown in regenerating forest using other methods than the traditional approaches of planting and natural regeneration under seed trees.

In 2005-2012, 13 trials were set up to examine natural regeneration before final felling (the Prekal Method). The aim was to increase knowledge about an alternative approach to forest regeneration that would be both financially and environmentally sustainable.

The trials were set up in final-felling forests, located from the county of Östergötland in the south of Sweden to Västerbotten in the north. Nine of the trials were placed in pine or pine-dominated stands and four in spruce-dominated stands. The stands, which were intended for final felling within a short period, were situated on relatively infertile soils, with H100 varying between 17 and 22.

In each trial, an area of 0.5-1 ha in the final felling area was scarified, to examine naturally regenerating plants before and after final felling. In addition, sample plots were sown, to examine the proportion of seeds that germinate inside final-felling stands.

Four trials were discontinued during the study period – one because of storm and machine damage, another because the landowner had changed management approach and applied fertiliser to the stand, and two because the young plants suffered extensive fungal damage.

The remaining nine trials were surveyed on three occasions, once before and twice after final felling. Findings from the surveys included the following.

- On average, 27 percent of the sown seeds had germinated and formed a plant that was still alive two growth seasons after sowing.
- All nine trials that were surveyed three times met the current requirements in the Swedish Forestry Act when resurveyed 3-4 years after final felling.
- Scarification is important in the Prekal Method, especially in stands with thick ground vegetation, a thick humus layer, and/or in locations with a challenging climate. In this study, the proportion of scarified area varied between 5 and 14 percent, which was sufficient to create approved regeneration, but the proportion of scarified area should probably be increased in difficult regeneration conditions.
- A scarification machine designed for Prekal regeneration should give better results than the machines used in the study.
- The variation in terms of tree age and spatial distribution is somewhat greater in stands regenerated using the Prekal Method than in planted regeneration sites.

Economic aspects of the tested regeneration method with scarification before final felling (the Prekal Method) compared with traditional planting were clearly affected by the success of the regeneration, how much growth was lost by not using genetically improved plant material, and the landowner's requirements regarding return on the investment.

Sammanfattning

Under 2000-talet har intresset för att föryngra skogen med andra metoder än de traditionella, plantering eller självföryngring under fröträd, ökat.

Under åren 2005 – 2012 anlades 13 försök med självföryngring före slutavverkning (prekal) för att öka kunskapen om ett alternativt sätt att skapa skogsföryngring på ett ekonomiskt och miljömässigt hållbart sätt.

Försöken anlades i slutavverkningsskogar belägna från Östergötlands län i söder till Västerbottens län i norr. Nio av försöken placerades i tall- eller talldominerade bestånd och fyra i grandominerade bestånd. Bestånden var sådana som markägarna hade för avsikt att slutavverka inom kort. Bestånden hade relativt svaga boniteter, ståndortsindex (H_{100}) varierade mellan 17 och 22.

I varje försök markbereddes ett 0,5 – 1 ha stort område inne i slutavverkningensbeståndet för att kunna studera självföryngrade plantor före och efter slutavverkning. Dessutom såddes provtytor för att se hur stor andel frö som gror inne i slutavverkningensmogna bestånd.

Fyra försök avbröts i förtid. Ett på grund av storm- och körskadador, att annat eftersom markägaren ändrat skötselinriktning och gödslat beståndet och två eftersom de nyetablerade plantorna drabbats av omfattande svampskador.

Övriga nio försök inventerades vid tre tillfällen, ett före och två efter slutavverkning. Vid dessa inventeringar konstaterades bl.a.:

- I genomsnitt hade 27 procent av de sådda grobara fröna grott och bildat en planta som levde två tillväxtsånger efter sådd.
- Samtliga nio försök som inventerades tre gånger uppfyllde nuvarande Skogsvårdslags krav på plantor/ha när de inventerades tre – fyra år efter slutavverkning.
- Markberedning är mycket viktig i prekalmetoden och betydelsen av en bra markberedning ökar i bestånd med kraftig markvegetation, tjockt humustäcke och/eller i kärva klimatlägen. I denna studie har andelen markberedd areal varierat mellan 5 och 14 procent vilket varit tillräckligt för att skapa godkända föryngringar men det är troligt att andelen markberedd areal bör ökas om föryngringsförhållandena är svåra.
- Ett markberedningsaggregat konstruerat för prekalföryngring bör ge bättre föryngringsresultat än de aggregat som använts i studien.
- Variationen beträffande trädens ålder och rumsliga fördelning blir något större i bestånd anlagda med prekalmetoden än i planterade föryngringar.

Vidare konstaterades att ekonomin för den testade föryngringsmetoden med markberedning före avverkning (prekalmetoden), jämfört med plantering, påverkas påtagligt av hur väl föryngringarna lyckas, storleken på uteblivna tillväxteffekter genom att inte använda förädlat plantmaterial och vilket räntekrav markägaren ställer på investeringen.

Bakgrund

Den svenska skogspolitiken kännetecknas av två jämställda mål – ett miljömål och ett produktionsmål, vilket bland annat framgår i Skogsvårdslagen §1 där det står att ”Skogen är en nationell tillgång och en förnybar resurs som ska skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden behålls. Vid skötsel ska hänsyn tas även till andra allmänna intressen.”

Produktionsmålet berörs bl.a. i § 5 där det sägs att ny skog ska anläggas på produktiv skogsmark om markens virkesproducerande förmåga efter avverkning eller på grund av skada på skogen inte tas till vara på ett godtagbart sätt, marken ligger outnyttjad eller skogens tillstånd är uppenbart otillfredsställande. (Skogsstyrelsen 2022)

I Skogsvårdslagen § 6 anges att ”Vid anläggning av ny skog ska de föryngringsåtgärder vidtas som kan behövas för att trygga återväxten av en skog av tillfredsställande täthet och beskaffenhet i övrigt.” I Skogsvårdsförordningen 4 § anges att ”Endast metoder som erfarenhetsmässigt eller genom forskningsrön och prov i praktisk skala visat sig ge tillfredsställande resultat inom godtagbar tid får användas vid beståndsanläggning.” (Skogsstyrelsen 2022)

Under senaste decennierna har intresset för alternativa föryngringsmetoder och då främst kalhyggesfria metoder ökat (Sonesson m.fl. 2017). Ökningen kan troligtvis delvis förklaras med att kraven och förväntningarna på skogens ekosystemtjänster blivit större. Kunskapen om alternativa föryngringsmetoder är dock begränsad och behöver utvecklas (Skogsstyrelsen 2022).

En förstudie utförd 2004 visar att i tallskog kan markberedning och självföryngring före slutavverkning (prekalmetoden) ge goda föryngringsresultat till låg kostnad under förutsättning att markberedningen lyckas och att slutavverkningsbeståndet avvecklas vid rätt tidpunkt (Eriksson & Sundblad, 2004).

Efter att dessa försök anlades har markberedningsteknik- och aggregat utvecklats, vilket bl.a. innebär att stamtätare slutavverkningsbestånd kan markberedas. Kranspetsmonterade markberedningsaggregat är exempel på sådana aggregat.

Syfte, mål och avgränsning

Syfte

Bidra till ökad kunskap om hur skogsföryngring kan genomföras på ett ekonomiskt och miljömässigt hållbart sätt.

Mål

- Genomföra en initial beskrivning av prekalmetodens för- och nackdelar med avseende på miljö, föryngringsresultat och ekonomi.
- Påbörja arbetet med att identifiera metodens geografiska och ståndortsmässiga avgränsningsområde.

- Belysa behovet av anpassad markberedningsteknik vid självföryngring före slutavverkning.

Avgränsning

Studien omfattar tall- eller grandominerade bestånd.

Metod

Försöksanläggning

Under åren 2005 – 2012 anlades 13 försök med självföryngring före slutavverkning. Försöksanläggningen inleddes med att ett 0,5 – 1,0 ha stort område, inne i ett slutavverkningsbestånd, markbereddes maskinellt. Slutavverkningsbestånden var sådana som markägarna hade för avsikt att avverka inom snar framtid. Därefter färdigställdes anläggningen genom att följande moment genomfördes:

- Beräkning av hur stor andel av markytan som markberetts.
- Markering av sex fasta 100 m² cirkelprovytor som används för att studera självföryngring (självföryngringsytor).
- Markering av sex fasta 100 m² cirkelprovytor som används för att studera både självföryngring och sådd (såddytor).
- Mikropreparering och sådd av 20 st. ca. 0,08 m² stora såddfläckar på varje 100 m² såddyta. I varje såddfläck såddes 12 frön.

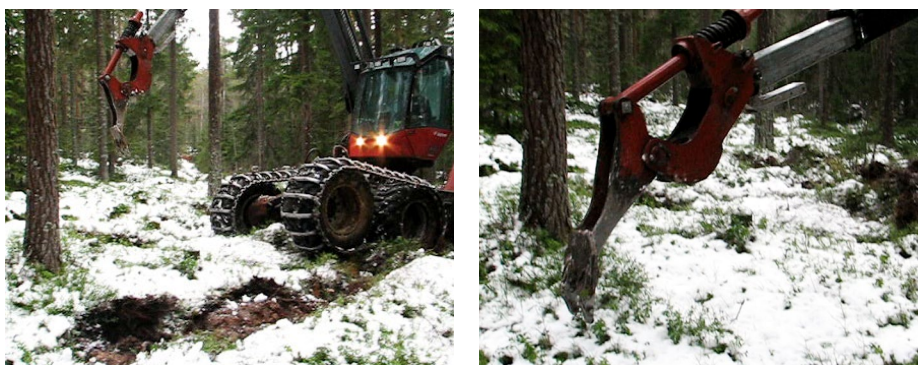
I de fall markberedningen utfördes på hösten genomfördes försöksanläggningen våren därpå och om markberedningen gjordes på våren genomfördes försöksanläggningen kort efter markberedningen.

Sju av försöken (Tabell 1) markbereddes med det kranspetsmonterade Humax 2-4. Aggregatet är konstruerat för att utföra både markberedning och sådd men vid anläggningen av dessa försök hade såddenheten plockats bort så att aggregatet endast utförde markberedning. Med aggregatet frästes cirka 20 cm breda spår i vegetation och humus. (Figur 1).



Figur 1. Markberedning med markberedningsaggregatet Humax 2-4.

Ett annat kranspetsmonterat aggregat (dubbelklon) användes i fyra av försöken (Tabell 1). Med detta aggregat (Figur 2) revs vegetation och humus bort så att mineraljorden blottades.



Figur 2. Markberedning med det kranspetsmonterat aggregatet (dubbelklon). Foto: Martin Täljeblad

Ett försök markbereddades med två dubbelvikta skotarband (benämns "band" i rapporten) som drogs av en skotare (Figur 3). För att förbättra markberedningseffekten hade varje skotarband försetts med tio "järnplogar" (Figur 4). En traditionell harv användes i ett försök, där stamtätheten var relativt låg (Tabell 1).



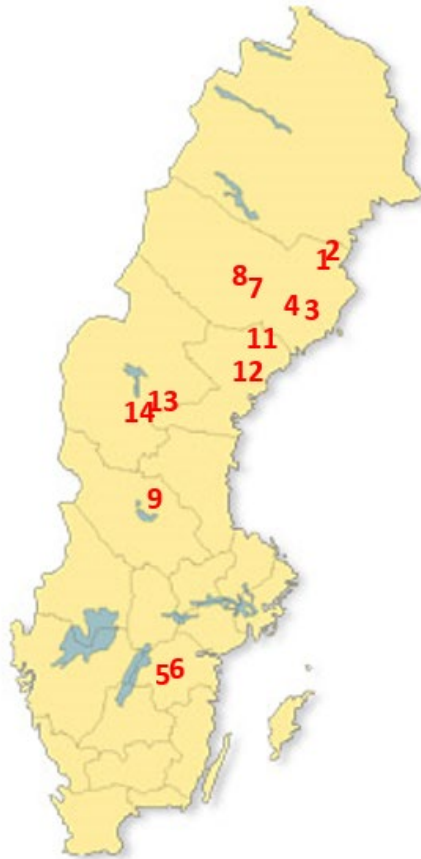
Figur 3. Markberedning med dubbelvikta skotrarband. Foto: Peter Wallin, Boxholms Skogar AB.



Figur 4. Dubbelvikta skotrarband som försetts med "järnplogar". Foto: Peter Wallin, Boxholms Skogar AB.

Försöksmarker

Försöken anlades i slutavverkningsskogar belägna från Östergötlands län i söder till Västerbottens län i norr (Figur 5).



Figur 5. Försökens lokalisering.

Nio av försöken placerades i tall- eller talldominerade bestånd (tallförsök). I fyra av dessa var markvegetationstypen "Lingontyp" och lika många "Blåbärstyp". I ett av försöken var markvegetationstypen "Lavtyp". Ståndortsindex, H_{100} , varierade mellan 17 och 22, stamtätheten mellan 350 och 570 stammar/ha och humustjockleken mellan 4 och 9 cm (Tabell 1).

I de fyra försöken som placerades i grandominerade bestånd (granförsök) var humuslagret något tjockare och antalet stammar/ha något fler än i tallförsöken. Markvegetationstypen var "Blåbärstyp" i samtliga granförsök och ståndortsindex H_{100} 20-21. (Tabell 1).

Tabell 1. Beskrivning av försöksmarker och markberedningsmetod.

Försök Nr	Huvud- träd- slag	Stam/ha	SI	Humus- tjocklek cm	Mark- veg.typ	Yt- struktur	Markberednings- metod
1	Tall	550	22	9	Blåbärssris	1	Humax 2-4
2	Gran	490	21	12	Blåbärssris	2	Humax 2-4
3	Gran	670	20	12	Blåbärssris	1	Humax 2-4
4	Tall	500	18	4	Lingonris	1	Humax 2-4
5	Tall	370	22	7	Blåbärssris	1 - 2	Harv
6	Tall	360	22	7	Blåbärssris	1 - 2	Band
7	Tall	410	19	7	Lingonris	1	Humax 2-4
8	Tall	340	21	6	Lingonris	1	Humax 2-4
9	Tall	470	21	5	Lav	1	Humax 2-4
11	Tall	350	17	5	Lingonris	1	Dubbelklon
12	Gran	560	20	9	Blåbärssris	1	Dubbelklon
13	Tall	570	20	8	Blåbärssris	1	Dubbelklon
14	Gran	540	21	8	Blåbärssris	1	Dubbelklon

Ytterligare information om försöksmarkerna såsom lokalisering, jordart och markfuktighet samt försökens anläggningsår presenteras i Bilaga 1.

Frö vid sådd

På hälften av provytorna inom varje försök anlades ett såddförsök. Vid sådden användes frö av relativt god kvalitet. Frömaterialet som användes beskrivs kortfattat i tabell 2.

Tabell 2. Frö som användes i försöken.

Försök nr	Träd- slag	Ursprung frötäktsovmråde / plantage	Ursprung breddgrad	Ursprung h.ö.h (m)	Gro- barhet matat frö (%)	Gronings energi (%)	1 000- kornvikt (g)
1	Tall		65° 00	200	98,8	93,1	4,75
2	Gran	Hissjö			100	98,2	6,30
3	Gran		64° 25	215	96,2	84,4	4,38
4	Tall		64° 24	200	96,3	97,1	4,76
5	Tall	Saleby FP-45			84,5	85,4	5,96
6	Tall	Saleby FP-45			84,5	85,4	5,96
7	Tall	FO AC-BD-139 Malå			90,5	87,8	4,52
8	Tall	FO AC-BD-139 Malå			90,5	87,8	4,52
9	Tall	Gnarp			98,0	98,5	

11	Tall	FP- 412 Domsjöänet	98,2	99,5	6,8
12	Gran	FP -130 Domsjöänet	98,7	99,7	6,41
13	Tall	FP- 412 Domsjöänet	98,2	99,5	6,8
14	Gran	FP -130 Domsjöänet	98,7	99,7	6,41

Inventering och slutavverkning

Försöken inventerades vid tre ordinarie mättillfällen. I denna rapport benämns dessa inventeringar Inventering 1, Inventering 2 och Inventering 3. Dessutom gjordes i vissa fall kompletterande mätningar. Se nedan.

Inventering 1. Två tillväxtsåonger efter försöksanläggning stickprovsinventerades de fasta provytorna. Vid inventeringen registrerades antalet självföryngrade barrplantor och antalet plantor uppkomna efter sådd. Vid inventeringen av antalet plantor uppkomna efter sådd registrerades totala antalet plantor inom varje såddfläck. Därefter reducerades detta plantantal med antalet plantor som beräknades ha uppkommit genom självföryngring. Vid denna beräkning av antalet självföryngrade plantor inom såddfläckarna antogs att det fanns lika många självföryngrade plantor/m² inom såddfläckarna som på resten av 100 m²-provytan där såddfläckarna ingick.

I ett försök där Inventering 1 innehöll så få plantor att det bedömdes att föryngringen inte uppfyllde Skogsstyrelsens föreskrifter beträffande lägsta antal huvudplantor per hektar vid senaste tidpunkt för hjälpplantering, gjordes en ny inventering två år efter inventering 1. I två fall där avverkningen inte utfördes närmaste tre åren gjordes en ny inventering ett respektive två år efter Inventering 1, för att se hur plantantalet utvecklades inne i slutavverkningsbeståndet. I samtliga dessa fall redovisas den senaste inventeringen som Inventering 1.

Avverkning. Ett till fyra år efter Inventering 1 slutavverkades försöksområdena. Avverkningstidpunkten påverkades dels av hur snabbt nya plantor etablerats och av när det var lämpligt för markägarna att utföra avverkningen.

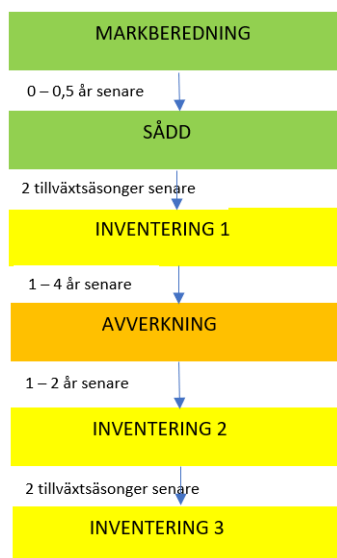
Inventering 2. Ett till två år efter slutavverkning stickprovinventerades försöken på nytt. Vid denna inventering registrerades antalet självföryngrade barrplantor fördelat på tall och gran.

Inventering 3. Två tillväxtsåonger efter Inventering 2 gjordes nästa inventering.

Vid denna inventering registrerades provytevis bland annat:

- Antalet självföryngrade plantor fördelat per trädslag.
- Trädslagsvis medelhöjd på plantorna.
- Kondition på plantorna. Vid bedömningen används följande tregradiga skala.
 - Vitalitetsklass 1: Svår nedsättning av vitaliteten.
 - Vitalitetsklass 2: Betydande nedsättning av vitaliteten.
 - Vitalitetsklass 3: Vital eller obetydlig nedsättning av vitaliteten.
- Antalet huvudplantor fördelat per trädslag. Som huvudplantor räknades friska, vitala plantor av för växtplatsen lämpligt trädslag. Avståndet mellan huvudplantorna var minst 0,6 m.
- Antalet nollytor d.v.s. provytor med tre meters radie som saknar huvudplantor.

Avslutningsvis gjordes en jämförelse mellan det förnygringsresultat som uppnått i de olika försöken och Skogsvårdslagstiftningen krav på förnygringar beträffande täthet och jämnhet.



Figur 6. Schematisk bild av anläggning och inventering av studien.

Avbrutna studier

Alla försök kunde inte studeras hela vägen från markberedning till etablerad förnygring utan några försök fick avbrytas i förtid.

Svampskador

Vid Inventering 2 av försök fem och sex konstaterades att antalet barrplantor reducerats kraftigt under perioden mellan Inventering 1 och Inventering 2 och att en stor del av de kvarvarande plantorna var skadade av svamp. I samråd med markägaren togs därför beslutet att avbryta försöket och hjälplantera försöksområdet.

Storm-, avverknings- och markberedningsskador

Senhösten 2013 drabbades Sverige av fyra stormar. Två av dessa, Hilde och Ivar, berörde främst mellersta Norrland och medförde skador i försök 13 och 14. Stormen och den efterföljande avverkningen av vindfällda träd skapade omfattande skador på flera av provytorna. I försök 13 uppstod ytterligare skador på några provytor i samband med markberedning av hygget som omgav försöket. Skadorna blev av den omfattningen att försöket avslutades efter inventering 2.

Gödsling

I försök nr 12 avbröts studien efter Inventering 1 då markägaren ändrat skötselplanen och gödslat beståndet. En avverkning av ett nyligen gödslat bestånd skulle lett till ekonomiska förluster för markägaren samtidigt som det förmodligen skulle blivit kraftig gräsväxt på hygget vilket skulle påverkat plantetableringen och planttillväxten i försöket.

Resultat

Markberedning

Andel markberedd areal

I ett av granförsöken markbereddes fem procent av arealen. I de övriga tre försöken något mera och som mest nio procent av arealen (Tabell 3). Med markberedd areal menas att markvegetationen undanröjts och att humus eller mineraljord blottlagts.

I tallförsöken markbereddes en något större andel av marken. Som lägst sju och som högst fjorton procent (Tabell 3).

Tabell 3. Andel markberedd areal i försöken.

Försök nr	Markberedningsmetod	Humus-tjocklek cm	Trädslag	Stam/ha	Andel markberedd areal %
1	Humax 2-4	9	Tall	550	7
4	Humax 2-4	4	Tall	500	11
5	Harv	7	Tall	370	11
6	Band	7	Tall	360	9
7	Humax 2-4	7	Tall	410	10
8	Humax 2-4	6	Tall	340	10
9	Humax 2-4	5	Tall	470	14
11	Dubbelklon	5	Tall	350	9
13	Dubbelklon	8	Tall	570	11
2	Humax 2-4	12	Gran	490	5
3	Humax 2-4	12	Gran	670	8
12	Dubbelklon	9	Gran	560	9
14	Dubbelklon	8	Gran	540	9

Groningsmiljö

Även om det inte gjordes någon regelrätt inventering av var de självföryngrade plantorna grott, kunde det ändå konstateras att det fanns betydligt flera plantor i blottad mineraljord än i humus eller i en blandning av humus och mineraljord.

Humax 2-4

Sju av försöken markbereddes med det kranspetsmonterade Humax 2-4 (Tabell 3 och figur 1). Som tidigare nämnts är aggregatet konstruerat för att utföra både markberedning och sådd men vid anläggningen av dessa försök hade såddenheten plockats bort så att aggregatet endast utförde markberedning. Med aggregatet frästes cirka 20 cm breda spår i vegetation och humus. På provytor med tunn humus och markvegetationstyp "lavtyp" eller "lingontyp" skapades en bädd av blottad mineraljord alternativt en mix av mineraljord och humus.

På de provytor med markvegetationstyp "blåbärris", med frodigt blåbärris och tjock humus blev gronings- och tillväxtbetingelserna inte ideala. Här blev

markberedningsstråken som ”små diken” med kraftigt blåbärsris hängande över dikenena (Figur 7).



Figur 7. Vid markberedning med Humax 2-4 i bestånd med tjock humus och kraftigt blåbärsris blev grönings- och tillväxtbetingelserna inte ideala.

Dubbelklon

Fyra av försöken markbereddes med det kranspetsmonterade aggregatet ”dubbelklon” (Tabell 3 och figur 2). Med aggregatet skapades markberedningsstråk där vegetation och humus skrapades bort. Stråken blev något bredare än de som produceras med Humax 2-4 men gav inte alltid idealiska gröningsmiljöer för frön eftersom mineraljorden täcktes av humus i delar av markberedningsstråken. På provytor med tjock humus och kraftigt blåbärsris försämrades också gröningsmiljön av blåbärsris som hängde in över markberedningsstråken.

Dubbelvikta skotarband

I ett glest tallbestånd (370 stam/ha) med markvegetationstyp ”blåbärsristyp” och 7 cm tjock humus användes dubbelvikta skotarband som släpades bakom en skotare (Tabell 3 och figur 4). Med denna markberedningsmetod skapades bra positioner för frögroning och plantetablering.

Harv

Traditionell harv användes i ett försök där förutsättningarna var i de närmaste identiska som i försöket som markbereddes med dubbelvikta skotarband. Även här skapades goda förutsättningar för frögroning och plantetablering. Att köra med en skotare i ett slutavverkningsbestånd är endast möjligt om det är stort avstånd mellan träderna vilket gör att metoderna harv och dubbelvikta skotarband endast kan användas i glesa bestånd.

Inventering 1

Två tillväxtsåonger efter försöksanläggning inventerades försöken första gången.

Sådd

Något förenklat uttryckt (medel för alla försök) hade 1/4 av sådda grobara frön grott och bildat en planta som levde två tillväxtsåonger efter sådd. Men det fanns stor variation mellan försöken. Lägsta andelen fanns i ett av granförsöken där 13 procent grott och högsta andelen i ett tallförsök där 57 procent grott. Alla tallförsök hade dock inte hög plantbildning. I fyra av försöken var plantbildningen 16 – 22 procent (Tabell 4).

Självföryngring

Antalet självföryngrade barrplantor varierade kraftigt mellan de olika tallförsöken. I försök nr 8 fanns det 3 200 självföryngrade barrplantor/ha (3,0 självföryngrade barrplantor/markberedd m²) I försök nr 5 fanns det mer än 10 ggr fler plantor, 36 000 självföryngrade barrplantor/ha (30,5 självföryngrade barrplantor/markberedd m²) (Tabell 4).

I granförsöken var variationen i antalet självföryngrade barrplantor/ha ännu större. I försöket med lägst antal självföryngrade barrplantor/ha fanns det 3 900 stycken och försöket med högst antal självföryngrade barrplantor/ha fanns det 72 700 stycken (Tabell 4).

Tabell 4. Antal självföryngrade barrplantor och andel sådda grobara frön som grott. Inventering 1.

Försök nr	Trädslag	Självföryngrade barrplantor/ha	Självföryngrade barrplantor/markberedd m ²	Andel sådda frön som grott, %
1	Tall	6 600	9,8	16
4	Tall	4 300	3,9	31
5	Tall	36 000	30,5	29
6	Tall	25 800	24,5	31
7	Tall	6 800	7,0	21
8	Tall	3 300	3,2	22
9	Tall	23 700	17,7	57
11	Tall	19 600	22,0	54
13	Tall	6 600	5,8	20
2	Gran	23 500	47,9	20
3	Gran	72 700	97,4	16
12	Gran	9 300	10,5	13
14	Gran	3 900	4,4	20

Inventering 2

Ett till två år efter avverkning stickprovinventerades försöken på nytt. Resultaten från inventeringen visade att i de flesta fall hade antalet barrplantor minskat under perioden från första till andra inventering men i ett försök noterades ingen förändring och i fyra fall hade plantantalet ökat (Tabell 4 och 5). Dessa fyra var tallförsök med markvegetation ”lingonristyp” eller ”lavtyp” (Tabell 1 och 5).

Minskningen av antalet barrplant var procentuellt störst i de två tallförsök som drabbats av svampskador samt i två av granförsöken (tabell 4 och 5) I båda dessa var humustjockleken 12 cm vilket är mer än i övriga försök (Tabell 1 och 5).

Tabell 5. Antalet självföryngrade barrplantor. Inventering 2.

Försök nr	Trädslag	Självföryngrade tallplantor per		Självföryngrade granplantor per		Självföryngrade barrplantor per	
		ha	markberedd m ²	ha	markberedd m ²	ha	markberedd m ²
1	Tall	2 700	4,6	900	1,6	3 600	6,2
4	Tall	4 800	4,6	100	0,1	4 900	4,7
5	Tall	3 800	3,5	4 200	4	7 900	7,5
6	Tall	4 700	5,6	500	0,6	5 200	6,2
7	Tall	12 200	14,7	500	0,6	12 800	15,2
8	Tall	5 500	5,4	100	0,1	5 600	5,5
9	Tall	43 200	36,5			43 200	36,5
11	Tall	12 100	13,6			12 100	16,3
13	Tall	3 100	3,0	400	0,4	3 500	3,4
2	Gran	1700	3,5	7500	15,2	9 200	18,7
3	Gran	1000	1,3	20 600	28	21 600	29,2
12*	Gran						
14	Gran	3 300	4,1	600	0,7	3 900	4,8

* Försöket inventerades inte eftersom markägaren gödslat beståndet och senarelagt slutavverkningen.

Inventering 3

Försök som inte avslutats i förtid inventerades ytterligare en gång (Inventering 3) vilket gjordes två tillväxtsåsonger efter Inventering 2. Vid Inventering 3 registrerades både totala antalet självföryngrade plantor per trädslag och antalet självföryngrade huvudstammar per trädslag. Vidare registrerades trädslagsvis medelhöjd och kondition på plantorna.

Resultaten från inventeringen presenteras försöksvis nedan.

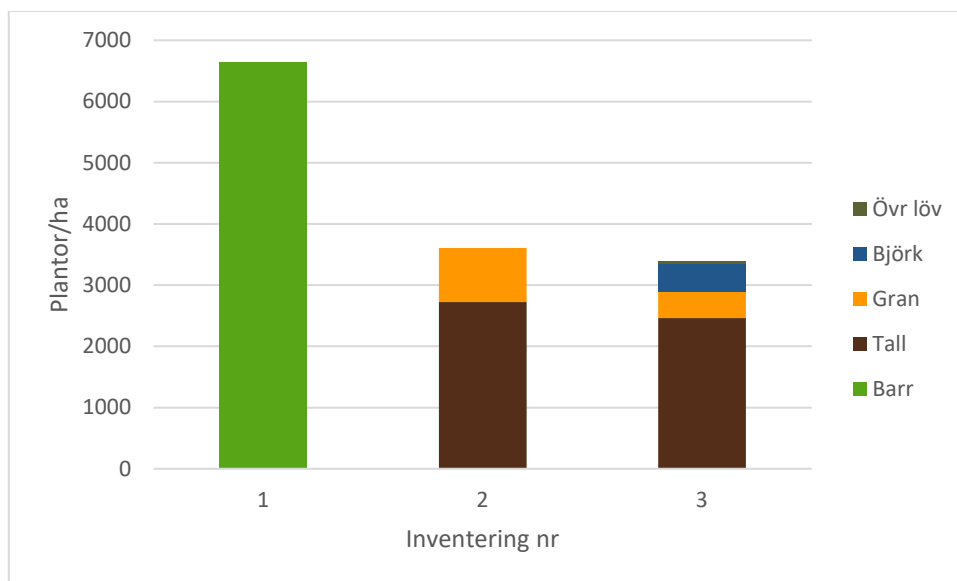
Försök nr 1

Självföryngrade barrplantor

Vid Inventering 3 fanns det 2 900 barrplantor/ha eller annorlunda uttryckt 5,1 barrplant/markberedd m². Huvuddelen (85 procent) av dessa plantor var tall.

Antalet tallplantor hade minskat marginellt mellan Inventering 2 och 3 medan antalet granplantor reducerats till hälften under samma period (Figur 8).

Knappt hälften (46 %) av tallplantorna bedömdes vara huvudplantor.

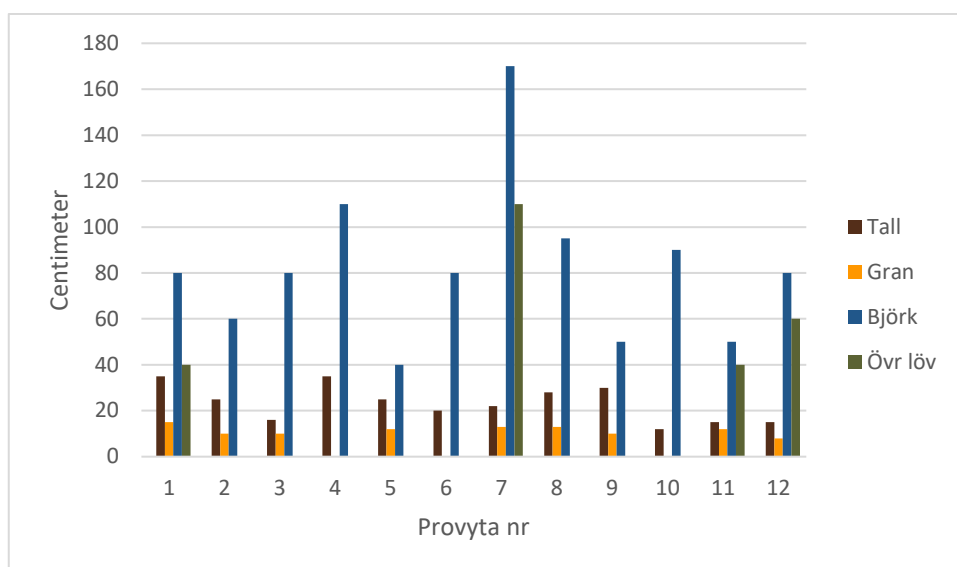


Figur 8. Försök nr 1. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Av de självföryngrade plantorna var 86 procent barrplantor. Resterande självföryngrade plantor var huvudsakligen björkplantor. Antalet barrplantor varierade kraftigt mellan provytorna. På den plantrikaste ytan fanns 9,7 barrplantor/markberedd m² och på den plantfattigaste var motsvarande siffra 1,5. Antalet björkplantor varierade också kraftigt, från 2,2 till 0,2 björkplantor/ markberedd m².

Plantstorlek

Sett till antalet plantor dominerade barrplantorna kraftigt men lövplantorna och då främst björkplantorna, var betydligt större (Figur 9). Björkplantornas medelhöjd på de olika provytorna varierade mellan 40–170 cm. Motsvarande siffror för huvudträdslaget tall var 12–35 cm. Skillnaden mellan största och minsta planta var dock betydligt större. Exempelvis var minsta huvudplanta tall 9 cm hög och största huvudplanta tall 65 cm.



Figur 9. Försök nr 1. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Samtliga huvudplantor av tall, gran och björk bedömdes tillhöra vitalitetsklass 3, d.v.s. plantorna var vitala eller hade en obetydlig nedsättning av vitaliteten.

Skogsvårdslagen

När detta försök slutinventerades år 2013 anger Skogsvårdslagen inkl. skogsvårdsförordningen och Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen ett krav på föryngringarnas täthet vid senaste tidpunkt för hjälpplantering. I detta bestånd (Ståndortsindex T 22) var kravet minst 1 850 huvudplantor/ha samt att andelen nollytor var högst 10 procent

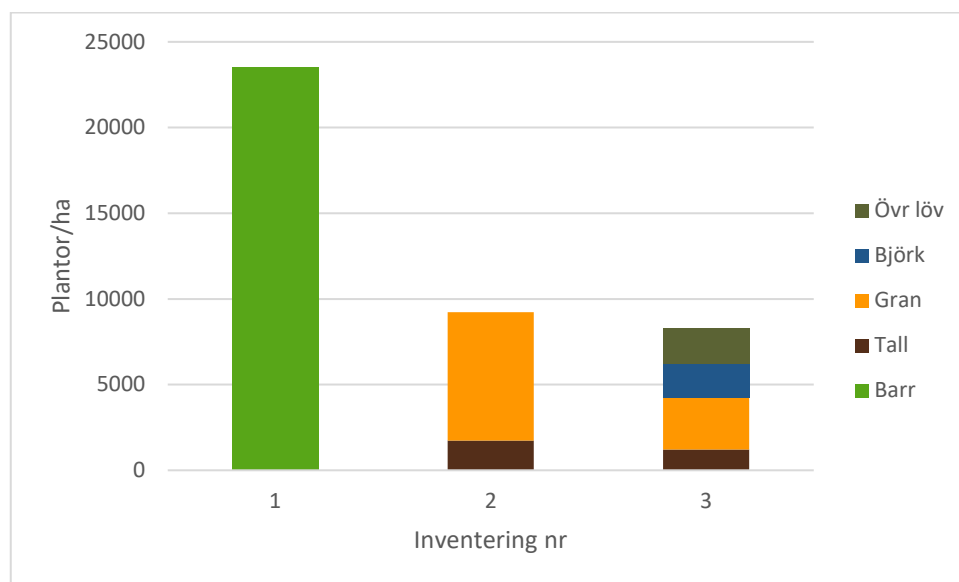
Vid Inventering 3 fanns det inga nollytor. Plantantalet uppgick till 2 460 tall, 440 gran och 440 björkplantor/ha. Av dessa var ungefär hälften huvudplantor, vilket innebar att föryngringen inte kunde betraktas som "godkänd föryngring" (Tabell 6).

Med nu gällande skogsvårdslagstiftning är föryngringen att betrakta som godkänd.

Försök nr 2

Självföryngrade plantor

Antalet barrplantor reducerades kraftigt mellan Inventering 1 och 2. Plantavgången, och då främst för gran, hade fortsatt även efter Inventering 2. Vid Inventering 3 hade plantantalet reducerats till hälften jämfört med föregående inventering. Trots detta fanns det drygt 4 200 självföryngrade barrplantor/ha (9,3 barrplant/markberedd m²) vid Inventering 3. Majoriteten av dessa plantor var gran (Figur 10). Knappt hälften (47 procent) av granplantorna bedömdes vara huvudplantor.



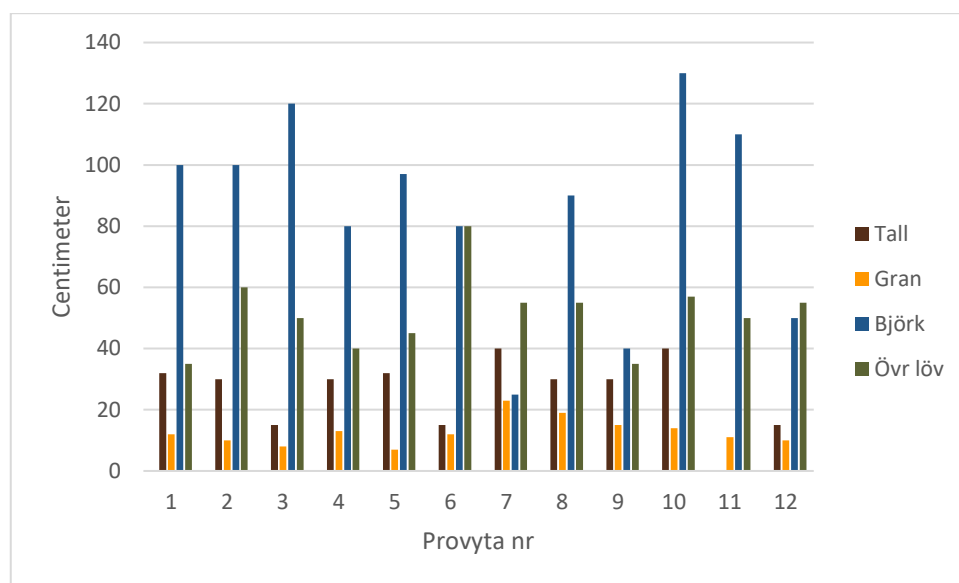
Figur 10. Försök nr 2. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

I försöket fanns ungefär lika många självföryngrade barr som självföryngrade lövplantor per markberedd m². Drygt 1/3 av det totala plantantalet var gran. Granplantorna var

ojämnt fördelade inom försöket. Exempelvis fanns det på tre av provytorna ca 2 granplant/markberedd m² och på två av ytorna fanns det mer än 13 granplant/markberedd m².

Plantstorlek

Liksom i Försök 1 var lövplantorna och då främst björkplantorna generellt betydligt större än barrplantorna. Spridningen i höjd bland björkplantorna var mycket stor. De högsta var närmare 3 m och de lägsta 2–3 dm höga. Variationen i höjd bland granplantorna var betydligt lägre. Plantornas medelhöjd på de olika provytorna framgår av Figur 11.



Figur 11. Försök nr 2. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Samtliga huvudplantor av gran och 98 procent av tall- och björkplantor tillhörde vitalitetsklass 3.

Skogsvårdslagen

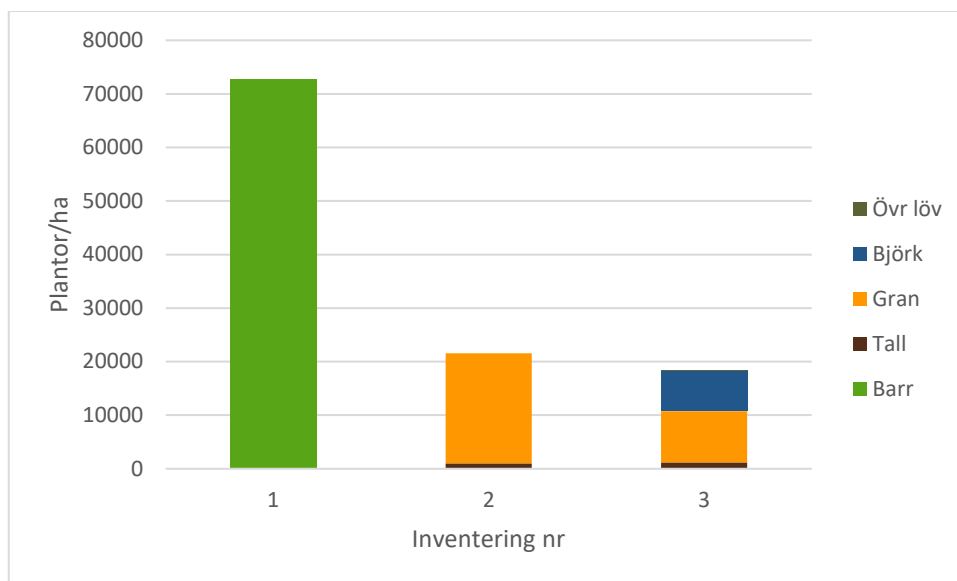
I försöket fanns drygt 2 000 huvudplantor av barr/ha och nollyteprocenten var 0 (Tabell 6). Försöket uppfyller därför både det täthetskrav som Skogsvårdslagen (SVL) ställde vid slutinventeringen 2013 (ståndortsindex G21, minst 1 200 huvudplantor/ha samt andelen nollytor högst 20 %) och de krav som ställs i dag.

Försök nr 3

Självföryngrade plantor

Liksom i de två tidigare redovisade försöken hade plantavgången fortsatt mellan Inventering 2 och Inventering 3. Andelen gran som dött i försöket var ungefär lika stor som i Försök nr 2 d.v.s. ca 50 procent (Figur 12).

I detta försök med knappt 10 800 självföryngrade barrplantor/ha (16,2 barrplant/markberedd m²) bedömdes drygt var femte granplanta (22 procent) vara en huvudplanta.

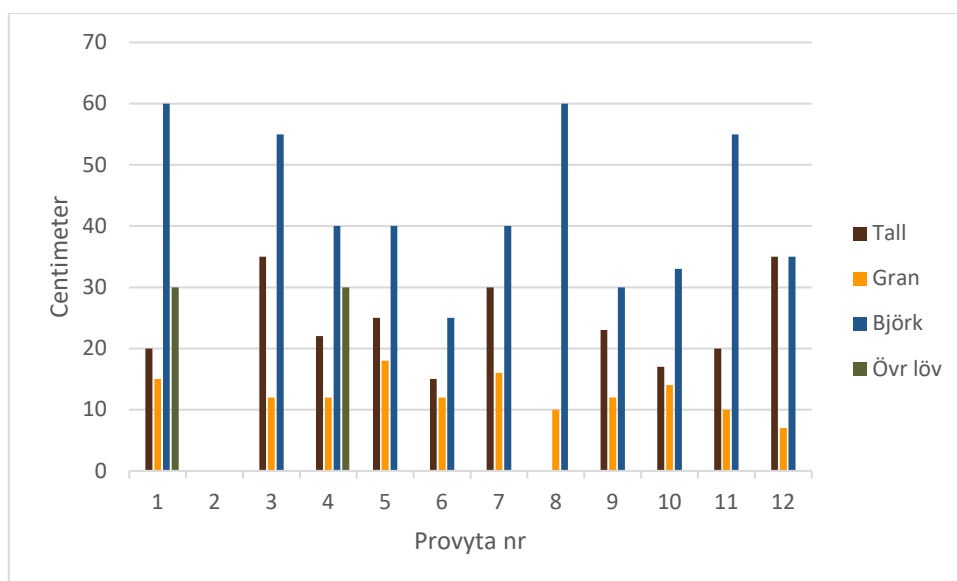


Figur 12. Försök nr 3. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Gran och björk var de dominerande trädslagen i detta försök. Hälften av plantorna var granplantor och drygt 40 procent av plantorna var björkplantor. Även i detta försök var det stor skillnad i antalet plantor/markberedd m² mellan de olika provytorna. Exempelvis varierade antalet granplantor/markberedd m² mellan 3,2 och 39,6.

Plantstorlek

Även i detta försök var björkplantorna betydligt högre än övriga plantor men björkplantorna hade inte nått samma höjd som i de tidigare redovisade försöken. Granplantornas medelhöjd på de olika provytorna varierade mellan 7–18 cm. Tallplantorna var ungefär dubbelt så stora som granplantorna (Figur 13).



Figur 13. Försök nr 3. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Samtliga huvudplantor av gran och björk samt 99 procent av tallplantorna tillhörde högsta vitalitetsklass.

Skogsvårdslagen

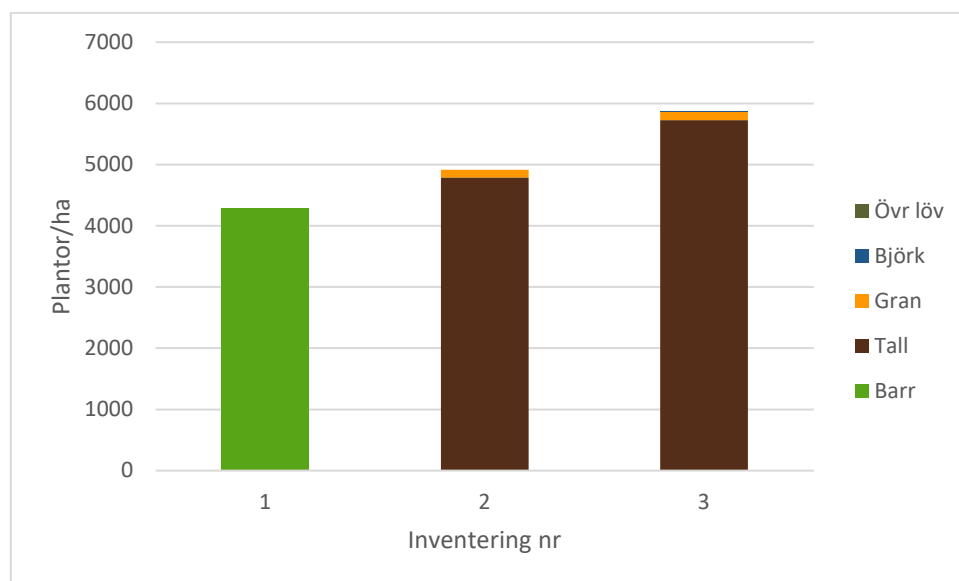
Föryngringsresultatet i detta försök var klart godkänt enligt både ”gamla” SVL (2013) och nu gällande SVL, eftersom det inte fanns några nollytor samtidigt som antalet barrhuvudplantor/ha uppgick till ca 2 800. Dessutom fanns det gott om björkplantor som kan vid behov fungera som huvudplantor (Tabell 6).

Försök nr 4

Självföryngrade plantor

I de tre tidigare redovisade försöken har antalet självföryngrade barrplantor/ha minskat mellan Inventering 1 och Inventering 2 samt mellan Inventering 2 och Inventering 3. I detta försök är förhållandet det omvända. Antalet barrplantor har ökat vid varje inventeringstillfälle. Vid slutinventeringen fanns det 5,6 barrplantor/markberedd m² vilket motsvarar drygt 5 800 barrplantor/ha (Figur 14). Huvuddelen av dessa var tall. Fyra av tio (39 procent) av tallplantorna var huvudplantor.

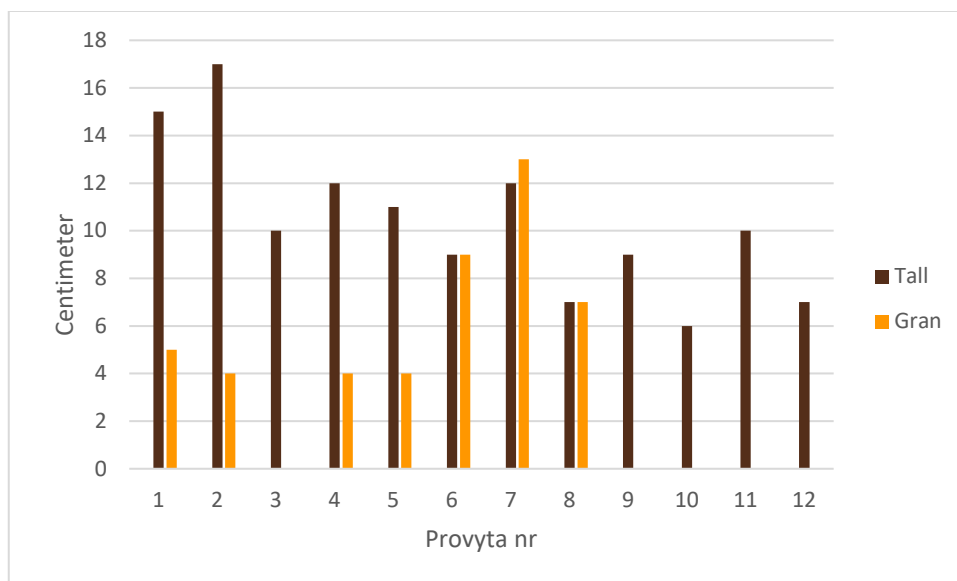
Tallplantorna var inte jämnt fördelade inom försöksområdet. Exempelvis fanns det 1,8 tallplantor/markberedd m² på en yta och mer än fyra ggr flera plantor på två andra ytor.



Figur 14. Försök nr 4. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Plantstorlek

De självföryngrade tallplantornas storlek varierade kraftigt, från 2 till 25 cm. Medelhöjden på plantorna på de olika provytorna framgår av figur 15.



Figur 15. Försök nr 4. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

98 procent av tallhuvudplantorna tillhörde vitalitetsklass 3 vid inventeringstillfället.

Skogsvårdslagen

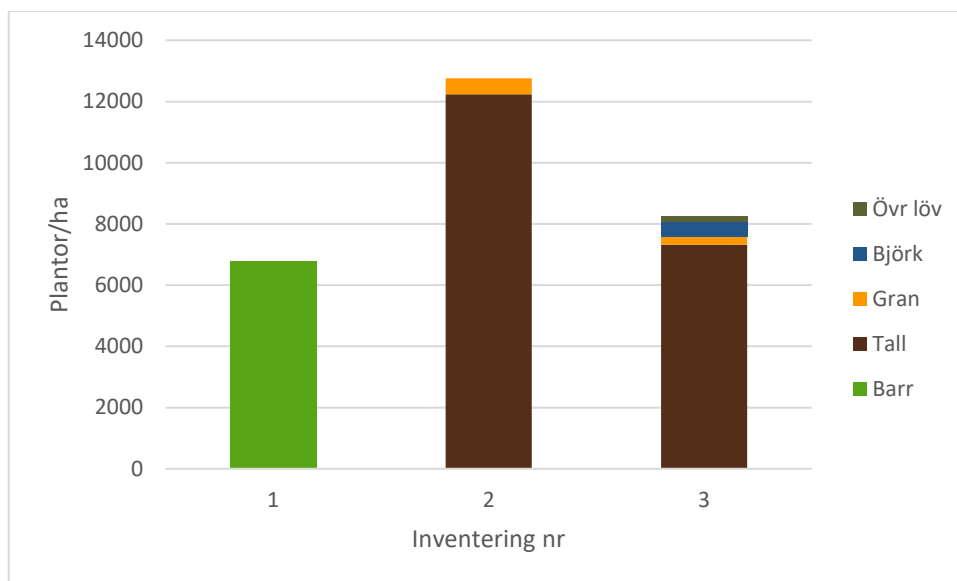
I försöket fanns drygt 5 700 självföryngrade tallplantor/ha. Något mer än 2 200 av dessa betraktades som huvudplantor. Detta tillsammans med det faktum att det inte fanns någon nollyta inom försöket gör att föryngringen uppfyller både dagens och den ”gamla” skogsvårdslagens krav på täthet.

Försök nr 7

Självföryngrade plantor

Vid inventeringstillfället var närmare 90 procent av de självföryngrade plantorna tallplantor. Resterande plantor var mestadels björk men även en del gran och övrigt löv.

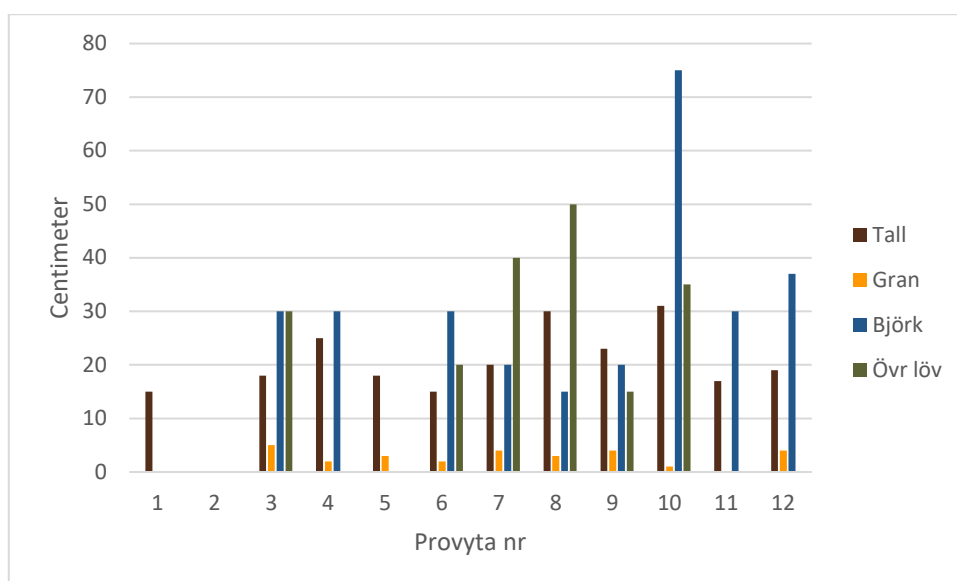
I försöket har antalet barrplantor minskat mellan Inventering 2 och Inventering 3. Vid Inventering 3 fanns det närmare 7 600 barrplantor/ha. Lejonparten av dessa var tall (Figur 16). Antalet barrplant/markberedd m² var 8,8 (medel) men det fanns en variation mellan provytorna. Som lägst 4,1 och som högst 14,7 barrplant/markberedd m².



Figur 16. Försök nr 7. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Plantstorlek

De självföryngrade tallplantornas medelhöjd på de olika provytorna varierade mellan 15 - 31 cm (Figur 17).



Figur 17. Försök nr 7. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Samtliga huvudplantor tillhörde vitalitetsklass 3 vid inventeringstillfället.

Skogsvårdslagen

I detta försök med 0 procent nollytor och 2612 barrhuvudplantor/ha (Tabell 6) är "gamla" Skogsvårdslagens täthetskrav vid senaste tidpunkt för hjälpplantering och nuvarande SVL krav, mer än väl uppfyllda.

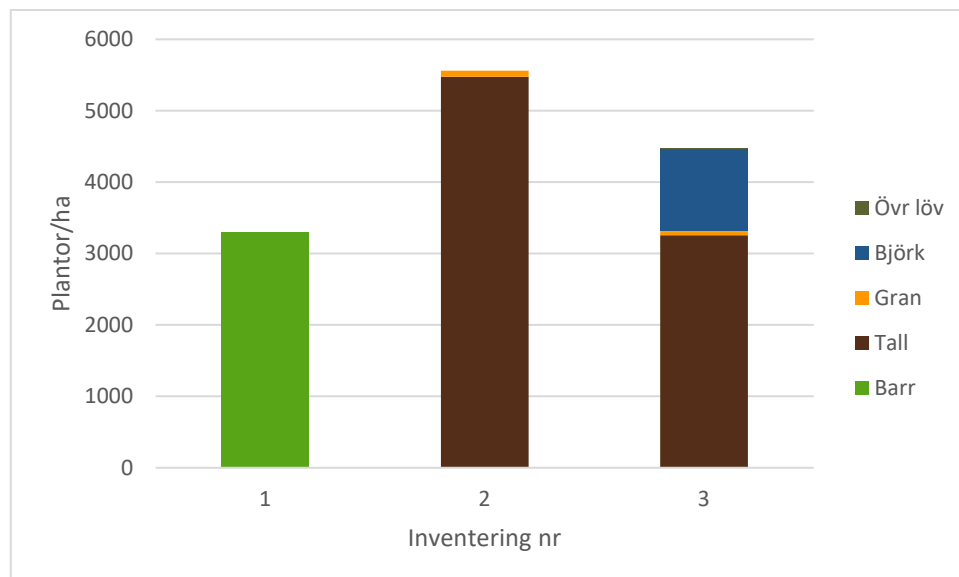
Försök nr 8

Vid Inventering 3 var det omöjligt att identifiera 5 av de 12 fasta provytorna. Resultaten är därför något osäkrare än i de övriga försöken.

Självföryngrade plantor

I detta försök har, liksom i föregående försök, antalet barrplantor ökat mellan Inventering 1 och Inventering 2, för att sedan minska mellan Inventering 2 och Inventering 3. Vid den senaste inventeringen fanns närmare 4 600 plantor/ha. Av dessa var 73 procent tall och 26 procent björk. (Figur 18).

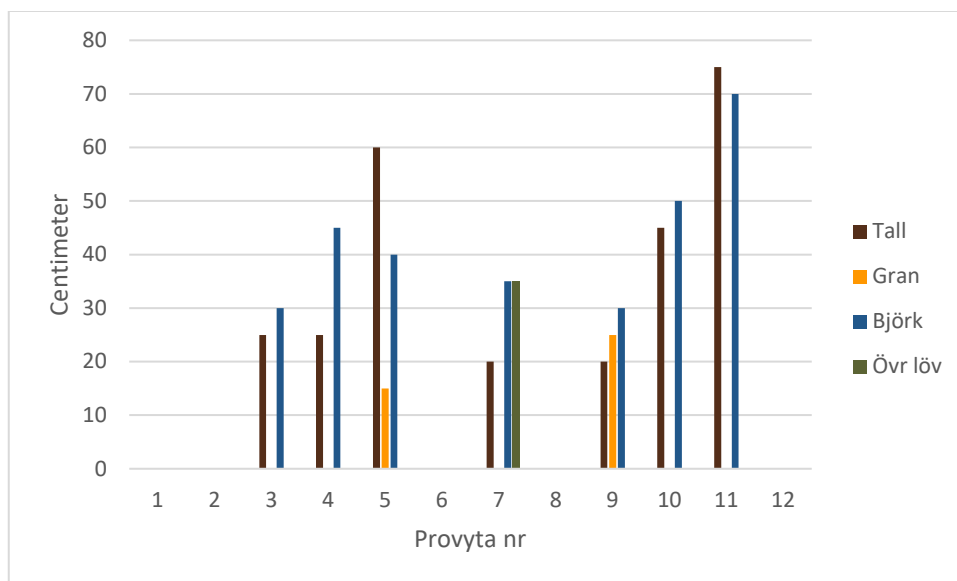
Även i detta försök var plantorna ojämnt fördelade inom försöksområdet. På ytan med lägst plantantal fanns det 1,6 tallplantor/markberedd m² och på ytan med flest plantor fanns det 5,6 tallplantor/markberedd m². Motsvarande siffror för björk var 0,2 respektive 3,7.



Figur 18. Försök nr 8. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Plantstorlek

Även i detta försök var det stor skillnad mellan provytorna beträffande tallplantornas medelhöjd. Exempelvis var medelhöjden 20 cm på två ytor och på en yta var medelhöjden 75 cm (Figur 19).



Figur 19. Försök nr 8. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Samtliga huvudplantor bedömdes vara vitala eller ha en obetydlig nedsättning av vitaliteten d.v.s. de tillhörde vitalitetsklass 3.

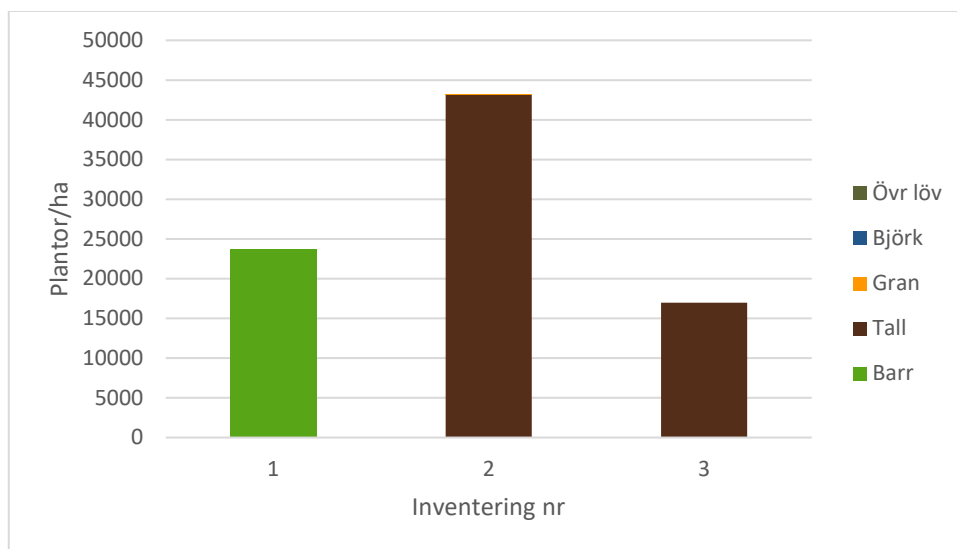
Skogsvårdslagen

I detta försök fanns 0 (noll) procent nollytor, 1652 huvudplantor tall och 288 huvudplantor björk. Försöket uppfyllde därför "gamla" Skogsvårdslagens täthetskrav vid senaste tidpunkt för hjälpplantering och nuvarande SVL.

Försök nr 9

Självföryngrade plantor

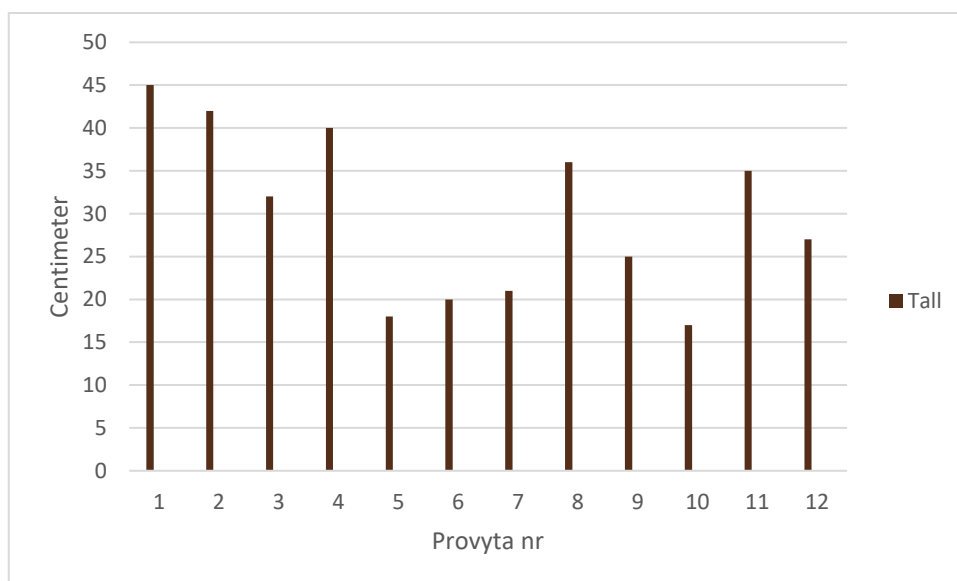
I försöket finns enbart tallplantor. Antalet plant har reduceras mycket kraftigt mellan Inventering 2 och 3, men det finns ändå 17 000 plantor/ha (Figur 20) vilket motsvarar 13,4 plantor/markberedd m². Antalet varierade från 7,8 till 24,3 på de olika provytorna. Knappt 40 procent av plantorna bedömdes vara huvudplantor (Tabell 6).



Figur 20. Försök nr 9. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Plantstorlek

De självföryngrade tallplantornas medelhöjd varierade mellan provytorna, från 17 till 45 cm (Figur 21).



Figur 21. Försök nr 9. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Samtliga huvudplantor tillhörde vitalitetsklass 3 vid inventeringstillfället.

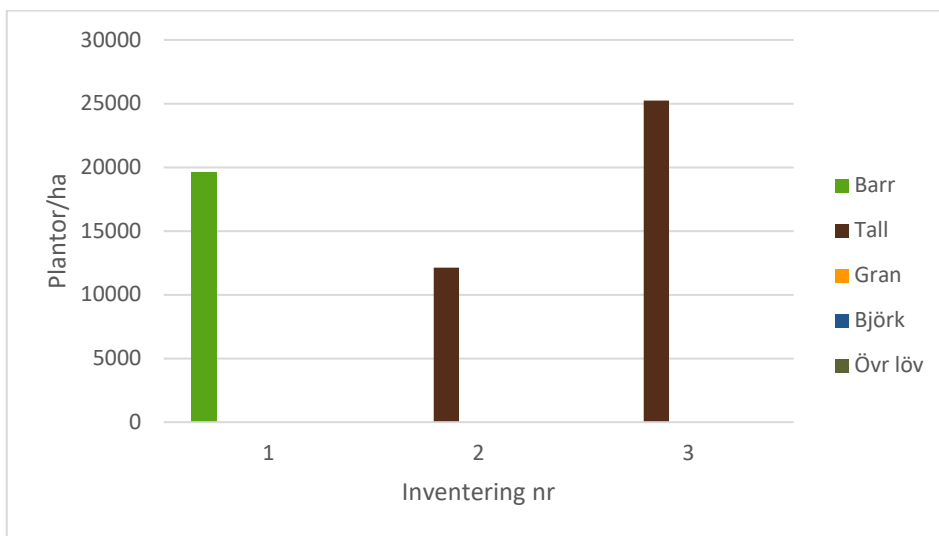
Skogsvårdslagen

Försöket innehållande 8 procent nollytor och mer än 6 000 huvudstammar/ha och uppfyller därmed mer än väl ”gamla” Skogsvårdslagens täthetskrav vid senaste tidpunkt för hjälpplantering och nuvarande lagkrav.

Försök nr 11

Självföryngrade plantor

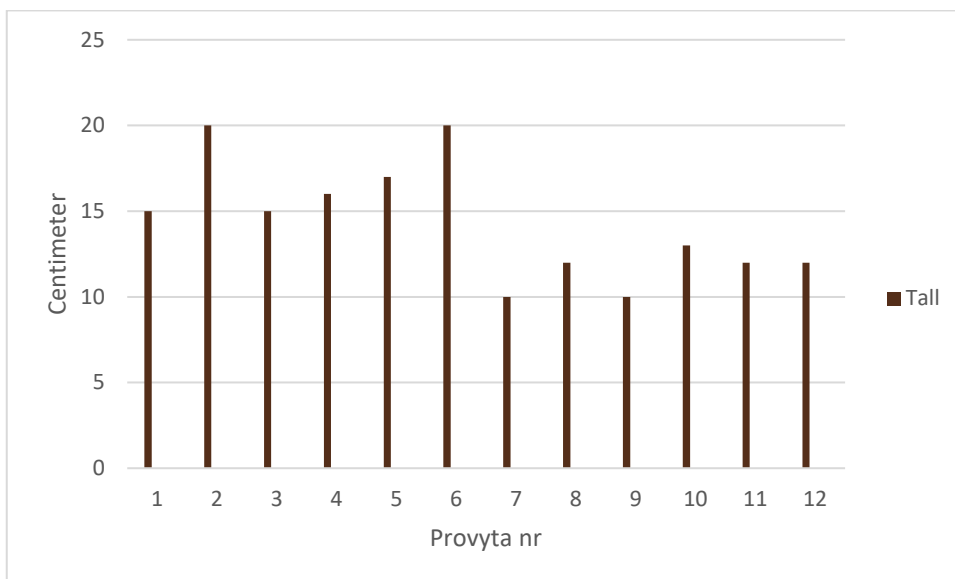
I försök nr 11 fanns endast tallplantor. Antalet har mer än fördubblats mellan Inventering 2 och Inventering 3, från drygt 12 000 till drygt 25 000 plantor/ha (28,3 självföryngrade tallplantor/markberedd m²) (Figur 22). Av dessa bedömdes drygt 6 000 vara huvudplantor (Tabell 6). Antalet plantor per markberedd m² på de olika provytorna var 9 som lägst och 55,4 som högst.



Figur 22. Försök nr 11. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Plantstorlek

I detta försök, med försöksseriens lägsta SI (T17) varierade medelhöjden på plantorna på de olika provytorna från 10 till 20 cm (Figur 23).



Figur 23. Försök nr 11. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Även i detta försök tillhörde samtliga huvudplantor den bästa vitalitetsklassen (3).

Skogsvårdslagen

I försöket fanns inga nollytor och mer än 6 000 huvudplantor av tall vilket gör att försöket uppfyller både "gamla" och nuvarande SVL krav på täthet (Tabell 6).

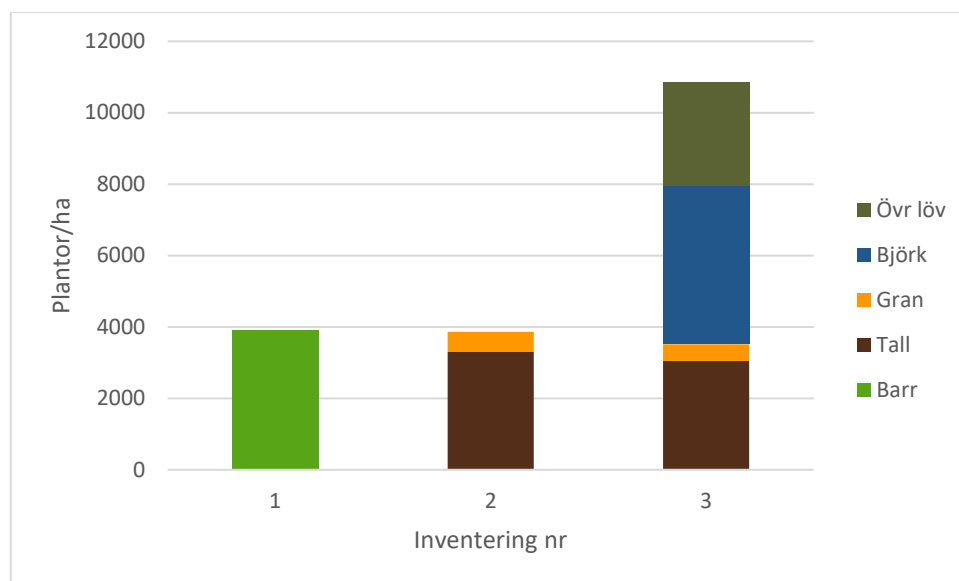
Försök nr 14

Självföryngrade plantor

Försök nr 14 anlades i ett bestånd med 86 % gran och 14 %tall. Vid Inventering 3 fanns det 41 procent björk, 28 procent tall, 27 procent övrigt löv och 4 procent gran (Figur 23). Eftersom det finns drygt 1 400 huvudstammar av tall är det troligt att beståndet efter röjning blir ett talldominerat blandbestånd (Tabell 6).

Värt att notera är att på hygget som omger försöket har markägaren planterat tall så även det omvandlas från gran till talldominerat bestånd.

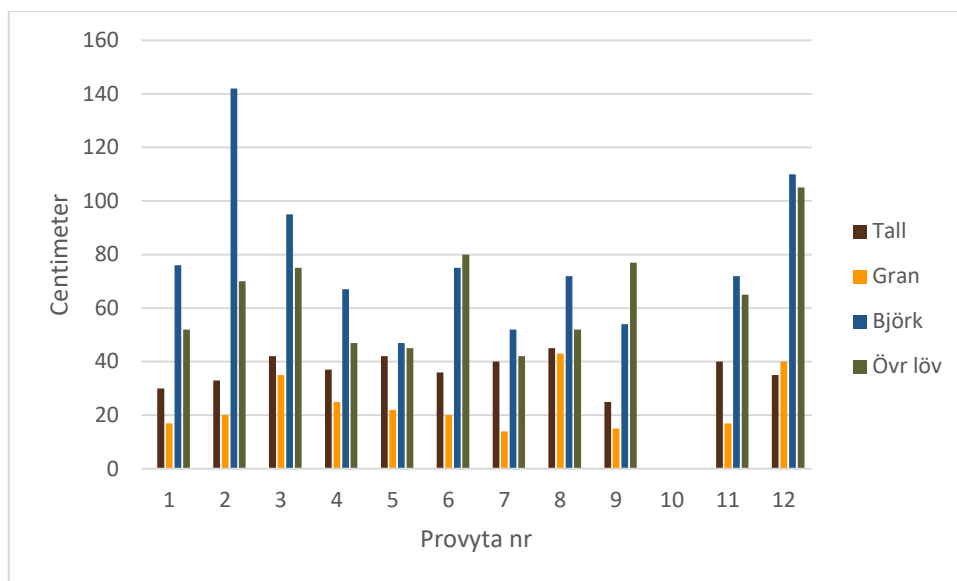
De självföryngrade tallplantorna har minskat med knappt 8 procent mellan Inventering 2 och Inventering 3. Vid den senare inventeringen fanns det drygt 3 000 tallplantor/ha (3,5 självföryngrade tallplantor/markberedd m²). De självföryngrade granplantor hade minskat något mera, 17 procent (Figur 24). Antalet självföryngrade barrplantor varierade från 2,0 till 11,6 per markberedd m². Motsvarande siffror för björk var 2,3 till 14,4.



Figur 24. Försök nr 14. Självföryngrade barrplantor/ha vid inventering 1, 2 och 3 samt lövplantor/ha vid inventering 3.

Plantstorlek

Lövplantorna dominerade till antalet och var också, trots kraftig viltbetning, betydligt högre än barrplantorna (Figur 25) Björkplantornas medelhöjd på de olika provytorna varierade mellan 47 – 142 cm. Motsvarande siffror för tall och gran var 25 – 45 cm respektive 14 – 43 cm.



Figur 25. Försök nr 14. Medelhöjd självföryngrade plantor.

Kondition

Huvuddelen, 95 procent av tallplantorna och 97 procent av granplantorna, tillhörde vitalitetsklass 3. Lövplantorna var kraftigt viltbetade. Därför var andelen lövplantor i vitalitetsklass 3 betydligt lägre, 76 procent för björk och 45 procent för övrigt löv.

Skogsvårdslagen

I försöket fanns 1 436 huvudplantor tall/ha, 293 huvudplantor gran, 500 huvudplantor björk o (noll) procent nollytor. Försöket uppfyllde därför både "gamla" och nuvarande SVL krav på täthet.

Huvudresultat Inventering 3

Försökserien omfattar 13 försök, 9 placerade i tall eller talldominerade slutavverkningsbestånd och 4 i grandominerade dito. Alla försök har tyvärr inte kunnat följas hela vägen från anläggning till etablerad föryngring.

Av de nio tallförsöken var det ett som avbröts i förtid eftersom slutavverkningsbeståndet skadats av storm och försöksytorna skadats av både vindfällan, körsador i samband med tillvaratagandet av vindfällan och vid markberedning av hygget som omgav försöket.

Två avbröts i förtid när föryngringen drabbades av kraftiga svampangrepp. Resterande sex studerades hela vägen fram t.o.m. etablerad föryngring. Samtliga dessa kunde klassificeras som godkända föryngringar enligt nu gällande SVL. Bedömdes föryngringsresultat med hjälp av "gamla" SVL kunde fem av sex betecknas som godkända föryngringar (Tabell 6).

Av de fyra granförsöken var det ett som avbröts i förtid eftersom slutavverkningsbeståndet gödslats och slutavverkningen senarelagts. De tre övriga studerades hela vägen fram t.o.m. etablerad föryngring. Vid den avslutande inventeringen konstaterades att försöken uppfyllde både "gamla" och nuvarande SVL krav på föryngringar (Tabell 6).

I de tre granförsöken minskade antalet självföryngrade barrplantor mellan Inventering 1 och Inventering 3. I tallförsöken var bilden annorlunda. Där var plantantalet konstant eller ökade i fyra av sex försök under motsvarande period.

I de flesta försöken fanns en stor spridning i antalet självföryngrade plant/m² och höjd.

Tabell 6. Antal huvudplantor vid Inventering 3

Försök Nr	Träd- slag	Huvud- plantor tall/ha	Huvud- plantor gran/ha	Huvud- plantor björk/ha	Godkänd ”gamla” SVL	Godkänd nya SVL
1	Tall	1140	310	320	Nej	Ja
4	Tall	2230	120	10	Ja	Ja
7	Tall	2500	120	140	Ja	Ja
8	Tall	1650	0	290	Ja	Ja
9	Tall	6650	0	0	Ja	Ja
11	Tall	6200	0	0	Ja	Ja
2	Gran	700	1450	820	Ja	Ja
3	Gran	700	2150	2240	Ja	Ja
14	Gran	1440	300	500	Ja	Ja

Diskussion

Frön gror

I studien ingick 9 försök i talldominerade bestånd. Andelen grobara frön som grott och bildat en planta som levde två tillväxtsåsonger efter sådd varierade kraftigt mellan försöken. I tallförsöken från 16 till 57 procent. Medel för de nio försöken var 31 procent. Motsvarande siffror för de fyra granförsöken var 13, 20 respektive 17 procent.

Det är stor skillnad mellan försökslokalerna med högst respektive lägst andel sådda grobara frön som grott och bildat en planta. Resultaten visar dock att de markberedda områdena inne i slutavverkningsbestånden utgjorde en miljö som möjliggjorde att frön kunde gro och bilda en planta som överlevde åtminstone två tillväxtsåsonger.

Självföryngring av både tall och gran

Som nyss konstaterats var det relativt liten skillnad mellan de fyra granförsöken beträffande andelen sådda grobara frön som grott och bildat en planta som levde två tillväxtsåsonger efter sådd.

Skillnaden i antalet självföryngrade barrplantor/markberedd m² vid Inventering 1 var dock mycket stor i dessa försök. Exempelvis fanns det i försök nr 14, 4 och i försök nr 3, 97 barrplant/markberedd m². Det indikerar att tillgången och/eller kvaliteten på beståndsfrö i försöksbestånden varierat kraftigt. Eftersom granen bara producerar rikligt

med kott och frö vissa år s.k. granfröår är det troligt att det är den effekten som syns i dessa försök.

Ett sätt att hantera detta kan vara att utföra markberedningen året före ett förväntat granfröår. Ett annat alternativ är att utföra en så pass radikal markberedning att markberedningseffekten finns kvar under flera år. Då ökar chansen att ett bra granfröår inträffar samtidigt som marken är lämplig ur frögroningssynpunkt.

Tallen producerar vanligtvis kott varje år även om antalet varierar stort. Kvaliteten på fröet i kottarna, kan något förenklat, sägas bero på vädret. I denna studie var antalet självföryngrade barrplantor/markberedd m² vid Inventering 1 betydligt större i de sydliga (Östergötland och Dalarna) än i de nordliga (Västerbotten) försöken. Det indikerar att det kan finnas anledning att markbereda något större andel av markytan i klimatiskt kärvare lägen för att erhålla tillräckligt många plantor per ha.

Markberedningen är mycket viktig

I flera av försöken var det stor skillnad i antalet självföryngrade plantor/markberedd m². Detta kan tolkas som att markberedningens utförande på de olika provytorna har viss betydelse för hur många plantor som etableras. Denna tolkning förstärks av de iakttagelser som gjordes vid inventeringarna men som inte noterades på ett systematiskt sätt. Vid Inventering 1 och i vissa fall vid inventering 2, framgick det tydligt att en stor majoritet av de självföryngrade plantorna fanns där markberedningen blottlagt mineraljord. På de områden där stora delar av humusen fanns kvar eller där vegetationen närmast markberedningsstråket hängde in över markberedningen fanns det betydligt färre självföryngrade plantor. Detta skulle kunna tolkas som att desto tjockare humusen är och ju frodigare markvegetationen är, desto viktigare är det att markberedningen utförs på ett optimalt sätt. Det handlar då både om att blottlägga mineraljorden och att minimera kanteffekterna (konkurrensen från vegetationen närmast markberedningen). Ett sätt att göra det senare är att göra färre men bredare markberedningsstråk än de som åstadkoms med det kranspetsmonterade aggregat som använts i sju av de 13 här redovisade försöken. Det kranspetsmonterade markberedningsaggregat gav cirka 20 cm breda markberedningsstråk. På områden med tjock humus och kraftigt blåbärsris täcktes fyra – fem cm på vardera sidan av markberedningsstråket av överhängande vegetation. På dessa områden blev kanteffekten därför 40–50 procent av arealen. Ett dubbelt så brett markberedningsstråk skulle reducerat kanteffekten till 20–25 procent av arealen.

En möjlighet vore att testa ett kontinuerligt markberedande aggregat som producerar ett eller två 40–50 cm breda markberedningsstråk. Om detta aggregat placerades på en midjestyrd två meter bred beståndsgående maskin skulle det vara möjligt att markbereda relativt stamrika slutavverkningsbestånd. Markberedningsstråkens bredd i kombination med den relativt smala maskinen skulle göra det möjligt att markbereda betydligt större andel av markytan än vad som varit fallet i dessa försök.

Om detta markberedningsaggregat konstruerades så att markberedningsintensiteten kunde varieras borde det finnas möjlighet att åstadkomma en så radikal markberedning att mineraljorden blir tydligt frilagd och att igenväxningen dröjer några år. Det borde öka chansen att kunna åstadkomma bra föryngringar med prekalmetoden i granskogar och i kärva klimatlägen där det inte finns gott om grobara frön varje år.

Plantavgång under föryngringsfasen

Andelen barrplantor/markberedd m² som överlevt från Inventering 1 till och med Inventering 3 var mycket varierande i de nio försök som inventerades tre gånger. I granförsök nr 2 och 3 fanns mindre än 20 procent av barrplantorna kvar vid den tredje inventeringen. Trots detta fanns det tillräckligt med plantor för att skapa en godkänd föryngring enligt SVL. I försök nr 14 (granförsöket där det skapats en talldominerad plantskog) var motsvarande siffra 91 procent.

I tallförsöken var bilden annorlunda. I ett försök, nr 1, hade mindre än hälften av plantorna överlevt från Inventering 1 t.o.m. Inventering 3. Detta försök med markvegetationstypen Blåbärsris hade den tjockaste humusen (9 cm) av alla tallförsök. I ett annat försök hade 72 procent av plantorna överlevt. I de fyra övriga försöken var plantantalet konstant eller hade ökat mellan Inventering 1 och 3. I de försök där plantantalet ökat mest var markvegetationen Lingonris och humustjockleken 4 respektive 5 cm. Att plantantalet ökat kan tolkas som att markberedningseffekten varit effektiv under mer än ett år och att det funnits tillgång på grobart frö. Att igenväxningen gått långsammare på mark med tunn humus och markvegetation ”lingonris” än på marken med tjockare humus och markvegetationstyp ”blåbär” är logiskt. Var de grobara fröna kommit ifrån är mera osäkert. Från det aktuella beståndet innan avverkning, från intilliggande bestånd eller från både och.

Det kan ändå antas att föryngring med prekalmetoden kan gynnas av att det finns intilliggande bestånd där det produceras rikligt med frö av god kvalitet. Om så är fallet kan metoden vara osäkrare om avverkningsbeståndet omges av plant- och ungskogar där fröproduktionen ännu inte kommit i gång.

Stor andel godkända föryngringar

Försökserien omfattar 13 försök varav fyra avbröts i förtid. Resterande nio försök uppfyllde alla nuvarande SVL krav på täthet. Ett av de nio försöken, ett tallförsök, uppfyllde dock inte det krav på lägsta antal huvudplantor/ha vid senaste tidpunkt för hjälpplantering som SVL ställde 2013 när försöket anlades. Vid Inventering 3 fanns där 1 770 huvudplantor vilket var 80 plantor under då gällande krav. Andelen markberedd areal i försöket var 7 procent, vilket var lägre än i övriga tallförsök där 9 – 14 procent av arealen markberetts. Om markberedningsarealen ökats med några procentenheter i den, enligt ”gamla” SVL (2013) underkända föryngringen, är det troligt att även denna uppfyllt då gällande lagkrav.

Försöken är spridda från Västerbottens län i norr till Östergötlands län i söder och belägna på allt från lättföryngrade tallhedar till betydligt mera svårföryngrade granskogar med tjock humus. Inga försök är dock placerade på riktigt svårföryngrade marker. Att så stor andel av försöken resulterat i godkända föryngringar, trots att markberedningsaggregaten inte är anpassade för uppgiften, får tolkas som att prekalmetoden fungerar i vissa bestånd och att det finns anledning att undersöka och utvärdera metoden noggrannare. Det finns fortfarande många frågetecken om metodens ståndortsmässiga och geografiska begränsningar samtidigt som det finns stor potential att vidareutveckla metoden och då främst beträffande markberedningsaggregatens utformning och användning.

Ökad tillväxt

Självföryngring innebär vanligtvis att skogsägaren går miste om den tillväxtökning som kan erhållas om skogsägaren väljer plantering med förädlad plantmaterial som föryngringsmetod. Prekalmetoden skulle kunna utformas så att den tillväxtmässigt blir ett mellanting mellan självföryngring och plantering med förädlad material. Det skulle kunna ske genom att förädlad frö sås i samband med markberedningen före slutavverkningen. En sådd med några tusen förädlade frön per hektar skulle resultera i ett bestånd med både förädlade och oförädlade träd. Eftersom det förädlade materialet sås direkt vid markberedning och har högre tillväxt kommer skillnaden i storlek mellan förädlade och icke förädlade träd att bli synlig redan i unga år. Det är därför troligt att en stor andel av de förädlade träden kommer att lämnas kvar i beståndet efter röjning och första gallring och ge ökad tillväxt under den period då den löpande tillväxten i beståndet är som störst.

Avverkningstidpunkt

Markberedningen i prekalmetoden kan utföras under hela barmarkssäsongen. På så sätt föreligger det ingen skillnad gentemot traditionell markberedning. Men då det gäller i prekalmetodens avverkningsmoment finns det en viss skillnad mot traditionell slutavverkning. Prekalmetodens avverkning bör inte utföras om de små nyetablerade plantorna är frusna utan att vara skyddade av ett rejält snötäcke, eftersom metoden ökar risken rejält för att plantorna skadas eller dödas när de avverkade träden hanteras av skördaren. På så sätt påminner metodens begränsningar om de som finns vid avverkning av fröträd.

En annan begränsning, av mera logistisk art, rörande avverkningstidpunkten är att markberedningen ska ske ett eller ett par år före slutavverkning. Avverkningen ska inte ske förrän föryngringen säkrats men inte heller dröja för länge så att de etablerade plantorna konkurreras ihjäl av den stående skogen. Detta försvårar avverkningsplaneringen och möjligheten att förse industrin med jämna virkesflöden. För enskilda skogsägare kan det minska möjligheten att avverka när virkespriset är optimalt.

Ekonomi

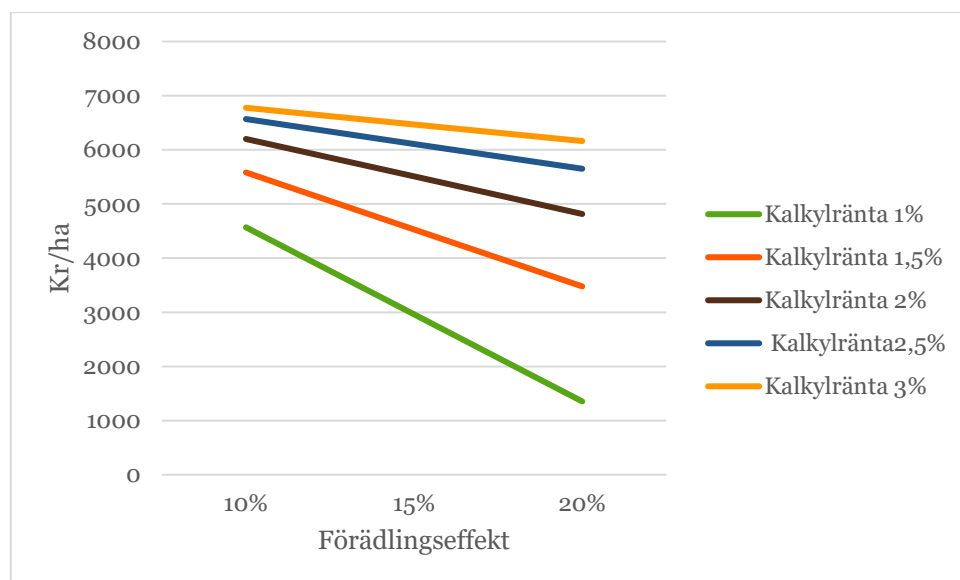
I dessa små föryngringsförsök har det inte varit möjligt att göra tidsstudier och beräkna markberedningskostnaden per ha. Men det har ändå framgått att det är betydligt mera tidskrävande att markbereda inne i slutavverkningsbestånd än på kalhyggen.

För att prekalmetoden ska vara ekonomiskt konkurrenskraftig gentemot plantering måste, något förenklat, markberedningskostnaden i prekalmetoden vara lägre än den sammanlagda kostnaden för markberedning, plantor och plantering vid traditionell föryngring. Den förenklade kalkylen tar dock inte hänsyn till att plantering med förädlade plantor ger högre tillväxt. Kalkylen tar inte heller hänsyn till de eventuella skillnader i röjningskostnad som kan finnas mellan de olika metoderna.

Ett sätt att göra jämförelser mellan prekalmetoden och traditionell plantering, under förutsättning att röjningskostnaderna är ungefär desamma, är att göra nuvärdeskalkyler och se hur mycket markberedningen i prekalmetoden får kosta innan den blir dyrare än traditionell plantering med förädlad plantmaterial. Ett exempel på en sådan kalkyl för tall, bonitet 3,7 m³sk/ha, där förädlingseffekten och kalkylräntan varierats visar bl.a. att vid en kalkylränta på en procent och tio procents förädlingseffekt kan markberedningen i prekalmetoden kosta upp till 4 569 kr innan prekalmetoden blir dyrare än traditionell

plantering. Om förädlingseffekten är 20 procent minskar det ekonomiska utrymmet för markberedningen i prekalmetoden till maximalt 1 354 kr (Figur 26 och Bilaga 2.)

Vid en kalkylränta på tre procent och förädlingseffekt 10 respektive 20 procent kan markberedningen i prekalmetoden kosta upp till 6 776 kr respektive 6 162 kr (Figur 26 och Bilaga 2.)



Figur 26. Maximal markberedningskostnad i prekalmetoden för att nuvärdet ska vara högre än vid traditionell plantering. Förädlingseffekt = Produktionsökning tack vare användning av förädlad plantmaterial.

För många skogsägare är långsiktiga investeringskalkyler med hög osäkerhet beträffande kostnader och intäkter samt stor kalkylräntekänslighet föga intressanta. Det årliga resultatet eller i föryngringssammanhang, den totala kostnaden för att anlägga en godtagbar föryngring är oftast viktigare.

Enligt Skogsforsks och Skogsstyrelsens gemensamma enkät "Kostnader i det storskaliga skogsbruket" för år 2021 kostade plantering i södra Sverige 8 060 kr/ha och 5 267 kr/ha i norra Sverige. Motsvarande siffror för markbehandling var 2 814 respektive 2 247 kr/ha.

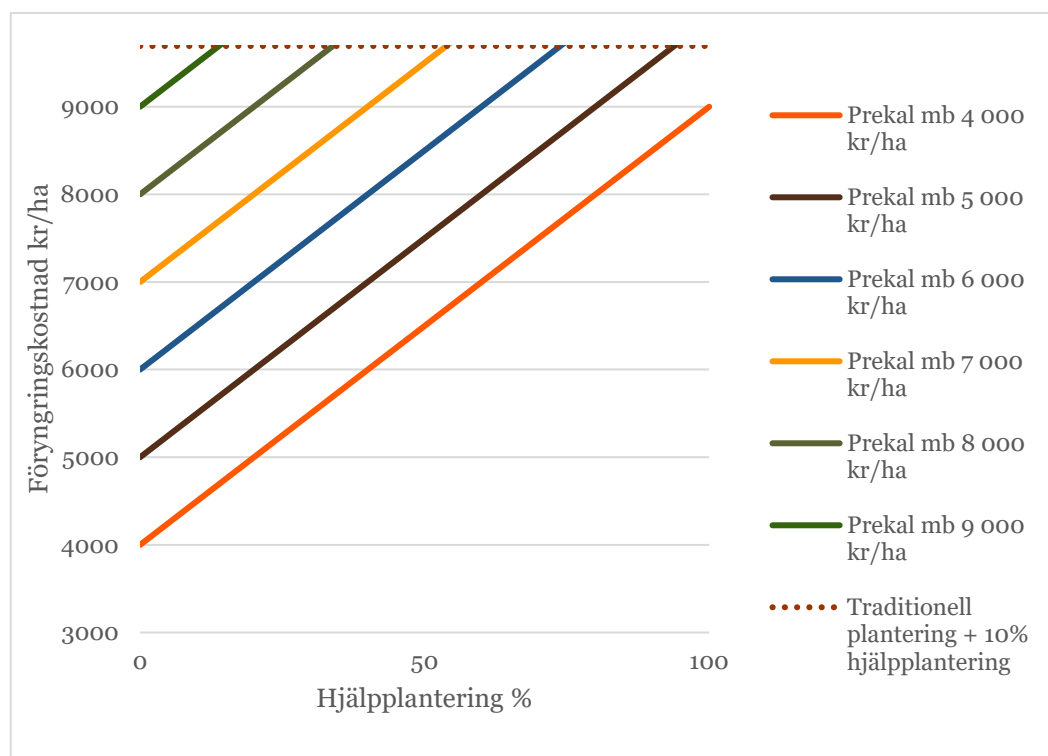
Med detta som grund och med antagandet att 10 procent av den planterade arealen behöver hjälpplanteras till en kostnad av 5 000 kr/ha kan en genomsnittlig föryngring med plantering och hjälpplantering beräknas kosta 9 693 kr/ha (markberedning 2 530 kr, + plantering 6 663 kr + hjälpplantering 500 kr).

Motsvarande kostnad vid prekalföryngring är något svårare att uppskatta.

Markberedningskostnaden före avverkning, hur stor del av föryngringarna som måste hjälpplanteras och kostnaden för hjälpplantering är tre osäkra faktorer.

Hjälplanteringskostnaden påverkas starkt av huruvida det krävs en förnyad markberedning före hjälpplantering. På marker där det inte krävs förnyad markberedning kan hjälpplanteringskostnaden förväntas bli ungefär densamma som vid hjälpplantering efter plantering. Under dessa förutsättningar kan ett diagram upprättas där de två osäkra faktorerna, markberedningskostnad och andelen hjälpplantering varieras, se figur 27. Av denna framgår bl.a. att om prekalmarkberedningen kostar 9 000 kr/ha så kan 14 procent av arealen hjälpplanteras innan föryngringskostnaden blir i nivå med den genomsnittliga planteringskostnaden. Kostar prekalmarkberedningen 7 000 kr/ha kan 54 procent av arealen hjälpplanteras innan kostnaden blir ungefär densamma som för en traditionell

plantering. I diagrammet kan man också se att om hela prekalförnygringen måste hjälpplanteras, får prekalmarkberedningen kosta maximalt 4 700 kr om prekalförnygringen och den traditionella planteringen ska hamna på samma prisnivå.



Figur 27. Förnygringskostnad med prekalmetoden vid olika markberedningskostnad och andel hjälpplantering. Prickad linje visar genomsnittlig kostnad för traditionell förnygring (markberedning, plantering och 10 procent hjälpplantering).

Miljö

Vid förnygring med markberedning och plantering, skapas vanligtvis ungsogar bestående av tämligen jämnåriga träd, i relativt raka rader och med ungefär samma avstånd mellan träd. Vid prekalförnygring får unskogarna ett något annorlunda utseende främst beroende på att markberedningen inte görs i raka rader, avstånden mellan de självföryngrade plantorna skiftar, trädhöjden och trädens ålder varierar något. Denna variation upplevs av vissa som estetiskt tilltalande och mera "naturlig", vilket kan ha både sociala och ekonomiska värden.

De här redovisade resultaten visar också att bestånden som skapas med prekalmetoden ofta, men inte på tallhedar, innehåller flera trädslag vilket också kan uppfattas som mera naturligt. Variationen kan också ge förutsättningar för utveckling av värdefulla naturvärden i framtiden. Dessutom kan bestånd med flera olika träslag skapa handlingsfrihet i framtiden. Alla ägg läggs inte i samma korg utan skötsel och avverkning kan anpassas efter det framtida marknadsbehovet. Denna studie ger dock inget belägg för att trädslagsvariationen är större i unskogar anlagda med prekalmetoden än med traditionell plantering. Studier för att visa om det finns skillnader i trädslagsvariation skulle vara möjlig att göra genom att jämföra prekalytorna med de planteringar som gjorts av markägarna i anslutning till eller runt omkring prekalytorna.

Skogsbruket har under lång tid kritiserats för hur markbehandlingen före plantering utförs. Under 1970–80-talet kritiserades hyggesplogningen kraftigt och metoden förbjöds så småningom. De senaste decennierna har även andra markberedningsmetoder t.ex. harvning kritiserats och då främst för hur stor andel av markytan som bearbetas. I denna studie har andelen markberedd areal varierat mellan försöken, från 5 till 14 procent vilket är klart lägre än vid harvning. Det är troligt att ett markberedningsaggregat utvecklat för prekalmetoden skulle kunna resultera i ännu lägre andel bearbetad markyta.

Fortsatta studier

Resultaten i dessa studier indikerar att prekalmetoden kan vara användbar åtminstone i vissa beståndstyper och att den bör kunna utvecklas och förfinas. Men för att veta om så är fallet krävs fler studier av liknande modell. Dessutom krävs det studier med en bredare inriktning, studier där tiden efter föryngringsfasen behandlas. Exempel på då aktuella frågeställningar:

- Ger prekalmetoden högre eller lägre röjningskostnader jämfört med traditionell plantering?
- Blir tillväxten lägre och i så fall hur mycket lägre i prekal föryngringar jämfört med traditionell markberedning och plantering? Studierna bör omfatta både reell förlust p.g.a. utebliven förädlingseffekt och av eventuell förlust p.g.a. lägre markberedningseffekt.

För detta krävs anläggning av nya försök men några av försöken i denna studie bör kunna användas för delstudier av röjningsbehov och eventuella tillväxtskillnader.

Slutsatser

Antalet försök i denna studie är för få för att det ska gå att dra generella slutsatser om prekalmetoden, men för de aktuella försöken kan det sägas att:

- *I väl utförd markberedning kan tall- och granfrö gro och bilda plantor inne i vissa typer av slutavverkningsbestånd.* I denna studie hade i genomsnitt 27 procent av de sådda grobara fröna grott och bildat en planta som levde två tillväxtsånger efter sådd. Skillnaderna mellan försöken var dock relativt stor, lägst 13 och högst 57 procent.
- *Barrplantor dör inne i slutavverkningsbestånd både före och under avverkning samt i hyggesfasen efter avverkning. Under samma period kan nya barrplantor etableras om grönings- och etableringsmiljön är bra.* I denna studie var förändringen i barrplantantal mycket varierande mellan de olika försöken. I de tre granförsök som studerades "hela vägen" reducerades plantantalet medan bilden var något annorlunda i tallförsöken. Där reducerades plantantalet i två försök, var konstant i ett försök och ökade i de tre övriga försöken. (Fyra försök fick av olika skäl avbrytas i förtid).
- *Prekalmetoden kan ge lyckade föryngringar.* Samtliga nio försök som studerades "hela vägen" uppfyllde nuvarande Skogsvårdslags krav på plantor/ha.
- *Markberedning är mycket viktig i prekalmetoden och betydelsen av en bra markberedning ökar i bestånd med kraftig markvegetationen och/eller tjockt humustäcke.* Markberedningens utförande har också stor betydelse för det

framtida beståndets utseende eftersom plantor huvudsakligen etableras där markberedningen lyckas.

- *Ju svårare föryngringsförhållanden desto större areal bör markberedas.* I denna studie har andelen markberedd areal i de olika försöken varierat mellan 5 och 14 procent. Det har varit tillräckligt men i kärva klimatlägen där frötillgång och frömognad inte är god alla år är det troligt att andelen markberedd areal bör utökas för att det ska vara möjligt att skapa bra föryngringar. Om möjligt bör markberedningen utföras på sådant sätt att markberedningseffekten finns kvar i flera år.
- *De markberedningsaggregat som finns på marknaden är inte optimala för prekalmetoden.* Ett aggregat konstruerat för prekalföryngring bör ge bättre föryngringsresultat än de aggregat som använts i studien.
- *Variationen beträffande trädens ålder och spatiala fördelning blir något större i bestånd anlagda med prekalmetoden än i planterade föryngringar.*

I studien konstaterades också att prekalmetodens ekonomi påverkas tydligt av vilket räntekrav markägaren har på investeringen i föryngringen, om och i så fall i vilken omfattning det krävs hjälpplantering samt hur stor virkesproduktion som går förlorad genom att inte använda förädlad plantmaterial.

Referenser

Eriksson, B. & Sundblad, L-G. 2004. Föryngring före slutavverkning, Ungskogar till låg kostnad. Skogforsk, Arbetsrapport nr 576. 14 s. Uppsala.

Skogforsk. 2022. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2021.

Tillgänglig: [Skogsbrukets kostnader och intäkter 2021 - Skogforsk](#). [2022-09-15]

Skogsstyrelsen. 2022. Skogsvårdslagstiftningen gällande regler 1 april 2022.

Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftningen-2022.pdf>. [2022-08-24]

Skogsstyrelsen. 2022. Hyggesfritt skogsbruk.

Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/olika-satt-att-skota-din-skog/hyggesfritt-skogsbruk/> [2022-12-12]

Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wallgren, M., Weslien J., & Wilhelmsson, L. Continuous-cover silviculture at landscape level . Hyggesfritt skogsbruk på landskapsnivå. Arbetsrapport nr 926 – 2017. 57 s. Uppsala.

Bilaga 1

Kompletterande information om försök och försöksmarker

Försök nr	Markägare	Anläggnings- år	Huvud- träd- slag	Bredd- grad	H.ö.h	Jordart	Mark- fuktighet
1	Luleå stift	2005	Tall	65.00	90	Sandig morän	Frisk
2	Luleå stift	2005	Gran	65.00	80	Sandig morän	Frisk
3	Holmen Skog	2005	Gran	64.10	210	Moig morän	Frisk-fuktig
4	Sveaskog	2005	Tall	64.15	200	Finmo	Frisk
5	Boxholms Skogar AB	2006	Tall	58.09	160	Sandig-moig morän	Frisk
6	Boxholms Skogar AB	2006	Tall	58.09	160	Sandig-moig morän	Frisk
7	SCA Skog	2007	Tall	64.79	280	Sandig-moig morän	Frisk
8	SCA Skog	2007	Tall	64.84	270	Finsand Finmo	Frisk
9	Sveaskog	2009	Tall	61.18	200	Finsand	Frisk
11	Holmen Skog	2012	Tall	63.54	250	Sandig-moig morän	Frisk
12	Holmen Skog	2012	Gran	63.36	165		Frisk
13	SCA Skog	2012	Tall	62.45	370	Sandig-moig morän	Frisk
14	SCA Skog	2012	Gran	62.41	370	Sandig-moig morän	Frisk

Bilaga 2

Indata vid beräkning av nuvärden

	Plantering kr/ha	Plantering år	Prekal kr/ha	Prekal år
Ränta: x %				
Trädslag: Tall				
Bonitet: 3,7 m ³ sk/ha/år				
Antal produktionsår: 90				
Totalproduktion m ³ sk: Bonitet * x %				
förädlingseffekt * antal produktionsår =				
366				
Totalproduktion m ³ fub:				
Totalproduktion * 0,83 = 304				
Markberedning	2 500	0		-2
Plantering	5 500	1		
Återväxttaxering	90	3	90	3
Hjälpplantering 15 % av arealen * 3000 kr	450	4	450	4
Röjning	2 700	20	2 700	20
GALLRING				
Tidpunkt: Vid 60 % av omloppstiden		54		54
Uttag: 30 % av totalproduktion m ³ fub				
Andel timmer %: 25				
Andel massaved %: 75				
Pris timmer kr/m ³ fub: 350				
Pris massaved kr/m ³ fub: 290				
Intäkt gallring kr/m ³ fub: 305				
Kostnad gallring kr/m ³ fub: 200				
Gallringsnetto kr/m ³ fub: 105				
SLUTAVVERKNING				
Tidpunkt:		90		90
Uttag: 70 % av totalproduktion m ³ fub				
Andel timmer %: 70				
Andel massaved %: 30				
Pris timmer kr/m ³ fub: 520				
Pris massaved kr/m ³ fub: 290				
Intäkt slutavverkning kr/m ³ fub: 451				
Kostnad slutavverkning kr/m ³ fub: 100				
Slutavverkningsnetto kr/m ³ fub: 351				