

## Föryngringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960

*Dan Glöde & Henrik von Hofsten*



**Omslag:****Illustratör/Foto:****SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

**SkogForsk-Nytt:** Nyheter, sammanfattningar, översikter.

**Resultat:** Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

**Redogörelse:** Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

**Report:** Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

**Handledningar:** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning.....	4
Material och metod .....	6
Försökslokal.....	6
Försöksdesign.....	7
Statistisk bearbetning.....	8
Resultat .....	8
Groddplantor.....	8
Markberedning .....	10
Diskussion .....	12
Slutsatser.....	14
Referenser.....	14



## Sammanfattning

För att undersöka om markberedning kan bidra till en säker föryngring under högskärm, lades ett försök ut i en högskärm av gran i juni 1995 mellan Umeå och Örnsköldsvik. Föryngringsresultatet studerades efter markberedning med traktorgravaren Huddig 960 och högläggaren Bräcke B390 samt i ej markberedd jord. Varje metod studerades med naturligt fröfall och med ett simulerat naturligt fröfall om 1 frö per  $\text{dm}^2$ .

I varje markberedningsfläck lades ett rutnät ut om 25 stycken  $\text{dm}^2$ -rutor vilka beskrevs med avseende på markberedningsgrad (mineraljord, humus, humusblandning o.s.v.). Bredvid varje markberedningsfläck lades en omarkberedd yta ut, vilken beskrevs på motsvarande sätt.

Graden av markberedning visade att fläckar med hela eller merparten av humusen bortskrapad, var att föredra framför andra alternativ. I genomsnitt fanns störst andel groddar per  $\text{dm}^2$ -ruta då markberedningen gjorts så att en tunn blandning av mineraljord och humus erhållits.

Försöket visade att markberedning kraftigt ökade antalet groddar, jämfört med ej markberedd jord, och att det inte var någon signifikant skillnad i antal etablerade groddar (per markberedd  $\text{m}^2$ ) efter markberedning med Huddig 960 eller Bräcke B390. Effekten bestod hela mätperioden (3 vegetationsperioder efter behandling). Men om hänsyn tas till aggregatens markbearbetningsgrad vid tidigare studier (Westerberg & von Hofsten 1996), blir antalet groddar tre gånger fler per hektar efter Huddig 960 än efter Bräcke B390.

## Inledning

Intresset för naturlig förnygring av gran under högskärm har ökat sedan början av 1990-talet och nyttjas i dagsläget på ca 5 % av den årligt förnygrade arealen i Sverige (Braf 1998). Metoden bygger på att beståndet successivt glesas ut (jämför Eneroth 1931, Hånell 1993, Hannerz & Gemmel 1994) t.ex. via en förberedande huggning, en skärmhuggning, en utglesning och en avveckling (Westerberg & Hannerz 1994). Försiktiga utglesningar, s.k. förberedande huggning, behövs för att minska risken för vindfällning (Hannerz & Gemmel 1994, Hånell & Ottosson-Löfvenius 1994). En förberedande huggning kan också ge en tidig indikation på markens mottaglighet för naturlig förnygring. När beståndet ska förnygras krävs dock en kraftigare utglesning, en s.k. skärmhuggning.

Intresset för granförnygring under högskärm har fokuserats till ståndorter där konventionell slutavverkning leder till förnygringsproblem, t.ex. på grund av högt stående grundvatten, ökad frostrisk och kraftigt vegetationsuppslag efter avverkning. Men metoden tillämpas också på de vanligast förekommande ståndorterna, såsom friska blåbärsristyper, på grund av att förnygringskostnaden förväntas bli lägre genom att plantering undviks. Det senare kan vara ett riskabelt antagande eftersom tidigare studier anger marker av frisk blåbärstyp, i Norrlands inland, som de svåraste att förnygra under skärm (Tirén 1949, Hagner 1962, Häggström 1982). På sådana marker kan en skärmförnygring inte erhållas utan markberedning (Häggström 1982). Samtidigt menar Sikström (1997) att markfuktigheten verkar vara den mest betydelsefulla faktorn för etablering av gran- och lövplantor, även om vegetationstypen spelar en viss roll. Måhända är Hagners (1962) slutsats fortfarande tillämplig, d.v.s. att ”några generella regler för metodens användning ej kan ges, utan en anpassning måste företas från fall till fall utifrån de specifika skogsbruksförhållandena”.

Blottlagd mineraljord ger goda förutsättningar för frögroning och plantetablering (Hagner 1962, Skoklefeldt 1992). Markberedning under skärm är därför intressant om naturlig förnygring inte etablerat sig inom rimlig tid eller om man på ett tidigt stadium vill öka förutsättningarna för ett gott planttillslag.

Förutsättningarna för ett gott planttillslag efter markberedning ökar väsentligt om behandlingen utförs i anslutning till ett gott fröår (Hagner 1962). Han fann att förnygringsmottagligheten hos en 6 år gammal markberedningsfläck endast var några procent av vad den var hos en nyupptagen fläck. Hagner (1962) varnar dock för att en alltför kraftig markberedning kan förstöra plantuppslag i det osårade humustäcket. Vidare att effekten av en markberedning är mindre på goda marktyper med tunna humustäcken, eftersom markberedningsfläckarna snabbt blir övervuxna samtidigt som befintlig förnygring ofta är nöjaktig.

Winsa (1995) fann att bästa form av markberedning för sådd i termer av etablering och överlevnad av groddar, var fläckmarkberedning med humusinblandning samt mikroreparering. Den sämsta var, i samma studie, högläggning och så kallad invershögläggning (omvänd torva lagd tillbaks i gropen). Skillnaden förklaras med att de omvända torvorna bryter kapilläriteten. Det gör att det översta jordlagret torkar ut med påföljd att fröna inte kan gro,

alternativt att groddarna dör. Dessa förhållanden är antagligen relevanta även vid markberedning för att erhålla naturlig föryngring.

En viktig fråga är hur dagens markberedningsaggregat och -metoder klarar att markbereda under skärm. Få studier finns redovisade, men Fjeld (1994) studerade fem olika maskiner. Det var jordbrukstraktorn Valmet 755 med Moheda 1-radig harv, lunnaren Kockums 822 med dubbelt Leno aggregat (rivhjul) och lunnaren LKT-81 med Bräcke högläggare (tvåradigt). Dessutom undersökte han en medelstor bandgående grävare O&K RHPLUS (15 ton), utrustad med dels en profilskopa, dels ett Løkken markberedningsaggregat (en dubbelskopa liknande Öje-Högen). Slutligen studerades en 8 tons bandgående grävare Hymax 840, utrustad med en smal kabelskopa och led på kranen, som gjorde det möjligt att gräva bakom skymmande stammar. De kontinuerligt framryckande ekipagen (Valmet, Kockums & LKT-81) kunde göra ett hyggligt arbete vid glesa stamantal (100–150 stammar/ha), men när stamtätheten ökade (max 300 stammar/ha studerade) sjönk antalet överfarter per hektar drastiskt och därmed andelen blottlagd mineraljord. Grävorna visade sig vara mindre känsliga för stamantalet vad gäller prestationen. Däremot var andelen skadade skärmträd genomgående högre än för de kontinuerligt framryckande ekipagen. Det kan bero på att de kontinuerligt framryckande maskinerna mestadels arbetade stickvägarna och skadade träden i dessa, medan grävorna i större utsträckning arbetade över hela arealen och även skadade träden mellan stickvägarna.

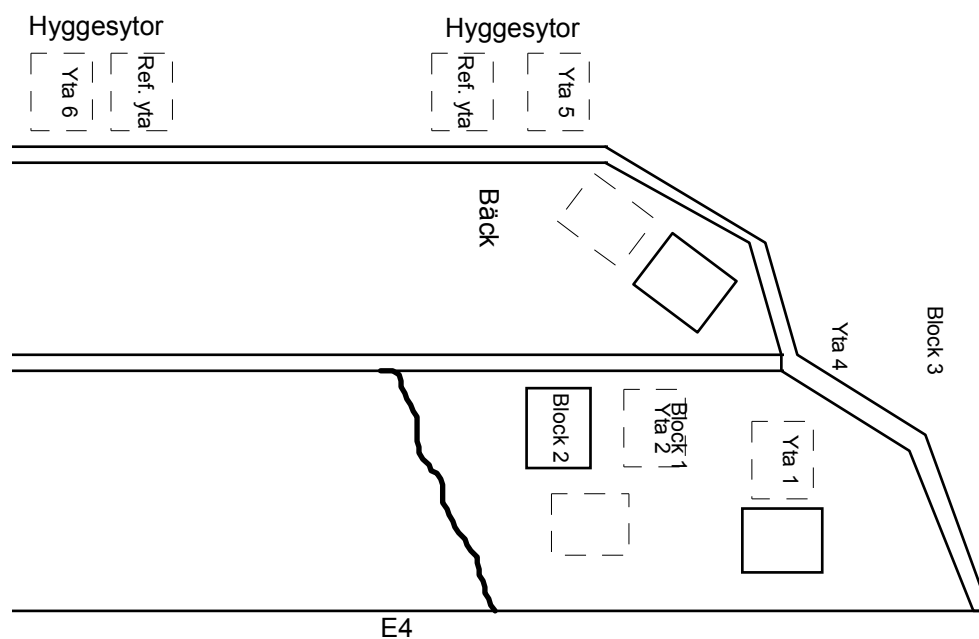
Markberedning i Sverige utförs i dag huvudsakligen av kontinuerligt framryckande ekipage med en stor skotare som dragare. Av Fjelds (1994) arbete framgår att den typen av ekipage är mindre lyckad ur prestationssynpunkt för markberedning under högskärm. Westerberg & von Hofsten (1996) jämförde traktorgrävaren Huddig 960, som skrapade såddfläckar med en kabelskopa, och en FMG 1840 skotare med en treradig Bräcke högläggare, inställd på såddfläckar vid markberedning under skärm. Slutsatsen var att Bräcke B390 orsakade oacceptabelt mycket skador på rötterna och att andelen blottlagd mineraljord/ha blev för låg. Huddig 960 ansågs dock vara ett intressant alternativ.

Det nu aktuella försöket lades ut för att undersöka hur tillslaget av groddar påverkas efter markberedning under skärm med Huddig 960 och Bräcke B390. Hypoteserna var; (i) Markberedning ökar antalet etablerade groddar av frön jämfört med omarkberett. (ii) Markberedning, där en grund fläck skapas med grävskopa (Huddig 960) så att mineraljorden nätt och jämnt blir blottlagd, ger fler etablerade groddar än en såddfläck efter Bräcke B390.

# Material och metod

## Försökslokal

Försöket lades ut i juni 1995 på MoDo Skog ABs mark vid Saluböle, ca 5 mil söder om Umeå längs E4 på breddgrad 63° 45' och ca 50 m ö.h. Försöket fördelades på tre block (figur 1). (I anslutning till försöket testas olika gran-kloner under skärm och på hygge i Yta 1–6 + Ref. Yta)



Figur 1.  
Försöksytornas placering i beståndet. Streckade "Ytor" ingår i klonförsöket. Heldragna "Block" ingår i detta försök.

Försökslokalen låg i en långsträckt sluttning. Ett parti med något kraftigare lutning påverkade dock block 1. Terrängen som helhet beskrevs enligt Terrängtypsschema för skogsarbete (Anon. 1981) som Grundförhållanden, Ytstruktur och Lutning, G.Y.L. = 1.1.1.

Tabell 1.  
Ståndortsuppgifter enligt Skogshögskolans boniteringssystem (Hägglund och Lundmark, 1977).

Block	1	2	3
Markvegetationstyp	Lågört utan ris	Blåbär	Blåbär
Markfuktighet	Frisk	Frisk	Frisk
Markvattnets rörlighet	Längre perioder	Längre perioder	Längre perioder
Jordart	Sediment	Sediment	Morän
Textur	Mellansand	Mellansand	Moig
Jorddjup	Mäktigt	Mäktigt	Mäktigt
Sumpmosslokal	Nej	Nej	Nej
Dikat	Nej	Nej	Nej
Ståndortsindex H <sup>100</sup>	G21	G25	G21

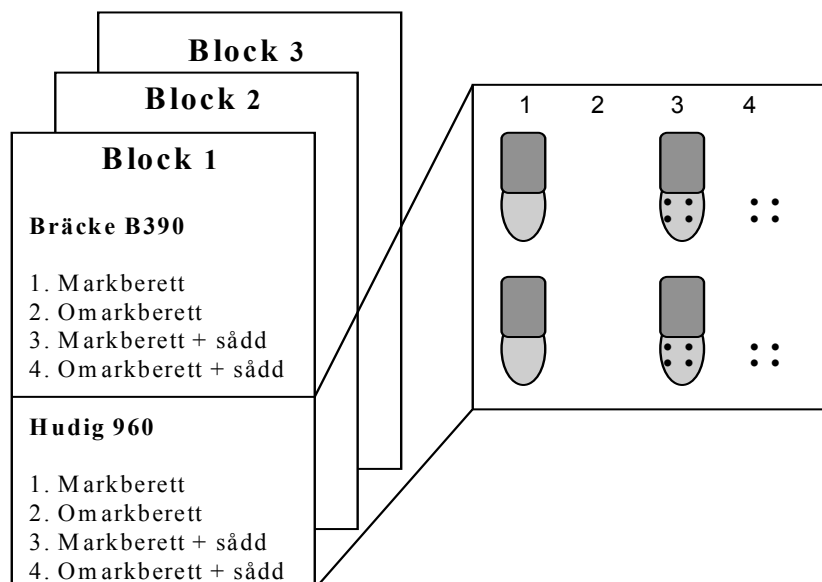


Lokalen bedömdes inte vara sumpmosslokal och rörligt markvatten förekom under längre perioder inom den dominerande delen av området (tabell 1). Blåbärsristyp var den dominerande markvegetationstypen, med inslag av smalbladig grästyp och lingonristyp. Markfuktigheten bedömdes vara frisk. Skärmen bestod enbart av gran med omkring 200 stammar per ha.

## Försöksdesign

De studerade metoderna var (1) fläckmarkberedning (inställning såddfläck) med Bräcke B390 monterat på en åttahjulig FMG 1840 skotare; (2) fläckmarkberedning (humustäcket skrapades av så att mineraljorden precis blottades) med en 45 cm bred tretandad kabelskopa monterad på en Huddig 960 traktorgrävare och (3) orört humustäcke. Respektive markberedningsmetod studerades dels med enbart naturligt fröfall, dels med ett simulerat fröfall (sådd) om ett granfrö per  $\text{dm}^2$ . Där fröfall simulerades släpptes ett frö i mitten av varje  $\text{dm}^2$  -ruta. Ingen mikroreparering eller myllning utfördes utan avsikten var att simulera ett kraftigt naturligt fröfall. Fröet var beståndsfrö av ortens proveniens.

De tre blocken delades vardera i två lika stora delar. Varje blockhalva markbereddes, efter lottning, med ett av de studerade aggregaten. Markberedningen utfördes, i princip, så att de markberedda fläckarna bildade två till tre stråk i vardera blockhalvan. Inom varje blockhalva lottades behandlingarna markberett respektive markberett med simulerat fröfall till var sitt stråk. Längs varje stråk markerades de tio första markberedningsfläckarna, med fasta aluminiumkäppar, och parallellt med dessa 10 omarkberedda fläckar. De senare lottades att ligga i parallellt på höger eller vänster sida om varje markberett stråk (figur 2).



Figur 2.  
Schematisk skiss av försöksupplägningen.

Över alla studerade fläckar, både markberedda och ej markberedda, lades en ram om 0,5 × 0,5 m. Vid den första inventeringen positionerades ramen så att den omslöt så stor del som möjligt av de markberedda fläckarna. Därefter fixerades ramen med två aluminiumprofiler som slogs ner vid två av rutans hörn, diagonalt mot varandra. Detta gjorde det möjligt att återinventera samma yta. Ramen var indelad i 25 stycken delrutor om 1 dm<sup>2</sup>. För varje delruta beskrevs markberedningsgraden i följande åtta klasser:

1. Blottlagd mineraljordsfläck (Minj.fläck).
2. Fläck med blandad mineraljord och humus (Minj/humus).
3. Fläck med delar av humusen kvar (Hum-fläck).
4. Impediment. Sten, rot och liknande (Imp.).
5. Omvänd torva med eller utan mineraljord på (Omv.torv).
6. Gångjärn. Mineraljordshög på mineraljord (Gångj.).
7. Rörd humus. Något påverkat humustäcke (Rörd humus).
8. Omarkberett (Omarkb.).

Antalet groddar räknades per dm<sup>2</sup>-ruta efter andra (1996) och tredje (1997) vegetationsperioden efter försökets utläggning. Provytorna och dm<sup>2</sup>-rutornas inbördes ordning och läge var således detsamma under hela försöksperioden.

## **Statistisk bearbetning**

De statistiska beräkningarna har gjorts med antalet groddar per provyta (0,25 m<sup>2</sup>). Det gav ca 30 % noll-rutor. För att förbättra normalfördelningen, rot-transformerades antalet groddar enligt formeln  $Y=\sqrt{x}$  där  $x$  = antalet groddar per 0,25 m<sup>2</sup>. De transformerade värdena kunde sedan testas statistiskt i programmet SAS (Anon. 1987) med hjälp av proceduren GLM enligt följande (tvåfaktoriella) modell;

$$y_{ij} = \mu + u_i + m_j + t_k + (mt)_{jk} + e_{ij}$$

där  $\mu$  = totalt medelvärde  
 $u_i$  = effekt av block ( $i=1-3$ )  
 $m_j$  = effekt av markberedningsmetod (Huddig/Bräcke/Omarkb.) ( $j=1-3$ )  
 $t_k$  = effekt av såddbehandling (obehandlat/ sådd) ( $k=1-2$ )  
 $(mt)_{jk}$  = samspelseffekt markberedningsmetod/såddbehandling  
 $e_{ijk}$  = residual.

För att detaljstudera effekten av de två markberedningsaggregaten samt av markberedd respektive omarkberedd metod, användes tillvalet Contrast i GLM.

## **Resultat**

### **Groddplantor**

Modellen var giltig ( $p < 0,0001$ ) för inventeringarna både 1996 och 1997, d.v.s. två respektive tre vegetationsperioder efter behandling. Det var signifikanta skillnader i antal groddar mellan markberedningsmetoderna Huddig 960, Bräcke B390 och omarkberett både 1996 och 1997 (tabell 2). Det var också

signifikanta skillnader i antal groddar mellan behandlingarna sått och ej sått, men signifikansnivån var något lägre 1997.

Testning enligt tillvalet contrast visade att skillnaden i antal groddar, mellan de båda markberedda leden och det omärkberedda ledet, var kraftigt signifikanta både 1996 och 1997. Vidare att det var en signifikant skillnad i antal groddar (sått + ej sått) mellan Huddig 960 och Bräcke B390 efter sommaren 1996, men att skillnaden inte bestod efter sommaren 1997.

Tabell 2.

Variansanalys av antalet groddar per provyta (0,25 m<sup>2</sup>), efter rottransformering av antalet groddar samt test av skillnader mellan markberedningsmetoderna med hjälp av tillvalet Contrast i procedur GLM i SAS (Anon. 1987).

Källa till varians	1996 års inventering		
	Frihetsgrader	F-värde	p-värde (pr>F)
Modell	7	61,86	0,0001
Block	2	10,90	0,0001
Markberedningsmetod	2	198,78	0,0001
Såddbehandling	1	14,11	0,0002
Markberedning*Sådd	2	0,69	0,5020
Residual / Totalt	208 / 215		
<i>Contrast</i>			
Huddig 960 - Bräcke B390	1	4,34	0,0385
Markberett - Ej markberett	1	393,22	0,0001
Källa till varians	1997 års inventering		
	Frihetsgrader	F-värde	p-värde (pr>F)
Modell	7	69,80	0,0001
Block	2	4,45	0,0128
Markberedningsmetod	2	236,32	0,0001
Såddbehandling	1	6,96	0,0090
Markberedning*Sådd	2	0,88	0,4146
Residual / Totalt	208 / 215		
<i>Contrast</i>			
Huddig 960 - Bräcke B390	1	0,95	0,3298
Markberett - Ej markberett	1	471,69	0,0001

Det var signifikanta skillnader i antal groddar mellan blocken (tabell 2).

Studerar man de faktiska antalet groddplantor i de olika blocken framgår att det är block 3 som avviker med färre antal groddar än i de andra två blocken (tabell 3).

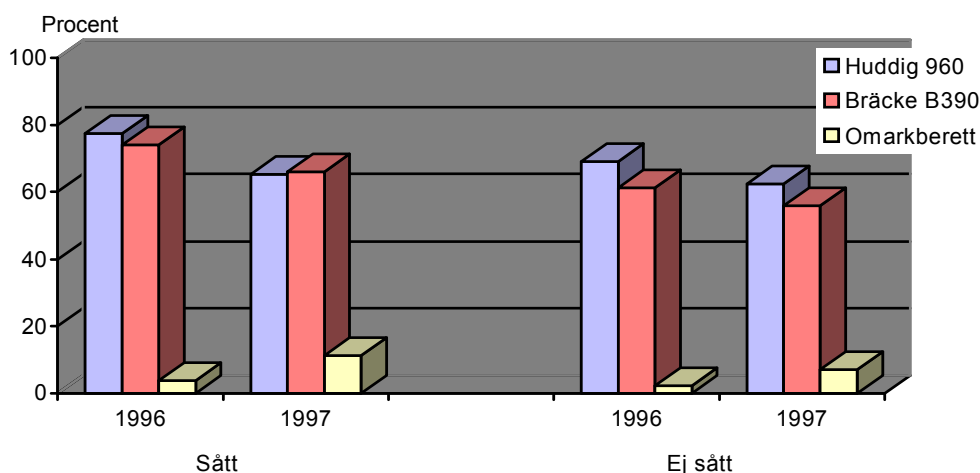
Tabell 3.

Genomsnittligt antal groddplantor per provyta (0,25 m<sup>2</sup>) och block samt per provyta och alla block (1-3) anges för markberedningsmetod och såddbehandling. Medelvärde ± standardavvikelse.

		1996		1997	
		Sått	Ej sått	Sått	Ej sått
<i>Hudig960</i>	Block 1	48,6 ± 13,6	41,1 ± 12,8	36,1 ± 7,6	30,1 ± 14,2
	2	48,2 ± 9,0	47,9 ± 21,0	32,1 ± 9,7	39,6 ± 16,3
	3	40,0 ± 15,5	33,3 ± 12,1	32,0 ± 27,4	27,6 ± 11,5
	Totalt 1-3	45,60 ± 13,18	40,77 ± 16,23	33,40 ± 12,02	32,43 ± 14,60
<i>B390</i>	Block 1	49,7 ± 20,0	30,2 ± 24,7	35,4 ± 14,7	22,4 ± 22,5
	2	45,7 ± 12,3	43,0 ± 17,7	41,0 ± 14,8	38,0 ± 13,6
	3	32,9 ± 15,3	25,0 ± 8,1	28,1 ± 15,4	24,8 ± 9,4
	Totalt 1-3	42,77 ± 17,22	32,73 ± 19,12	34,83 ± 15,41	34,83 ± 15,41
<i>Omarkb.</i>	Block 1	15,8 ± 7,4	9,8 ± 9,7	9,5 ± 6,0	4,6 ± 5,7
	2	10,0 ± 12,1	4,7 ± 7,0	3,2 ± 3,9	3,0 ± 5,0
	3	4,1 ± 3,4	1,3 ± 1,5	2,8 ± 3,1	0,6 ± 1,0
	Totalt	9,50 ± 9,79	5,56 ± 7,82	4,65 ± 5,06	2,90 ± 4,77

## Markberedning

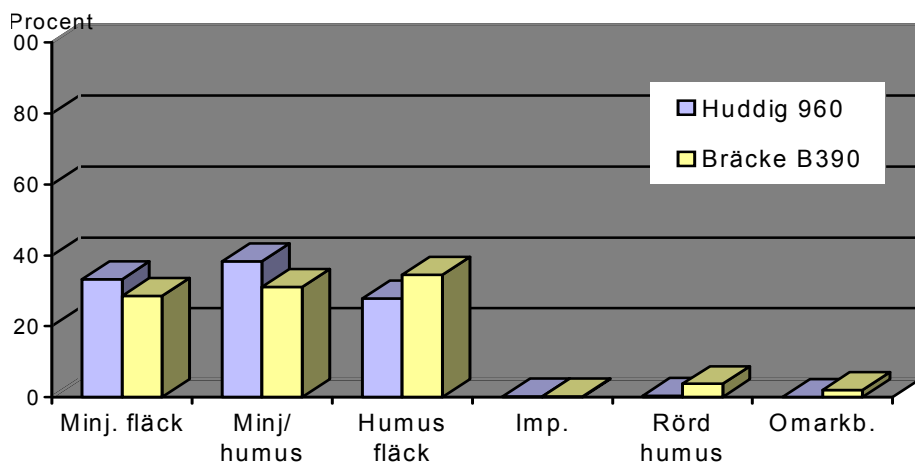
Antalet dm<sup>2</sup>-rutor med minst en grodd, i fortsättningen kallat ”fyllda dm<sup>2</sup>-rutor”, sattes i relation till det totala antalet rutor per markbehandling och bestånd. Andelen fyllda dm<sup>2</sup>-rutor minskade i de markberedda fläckarna och ökade i de omarkberedda mellan 1996 och 1997 (figur 3).



Figur 3.

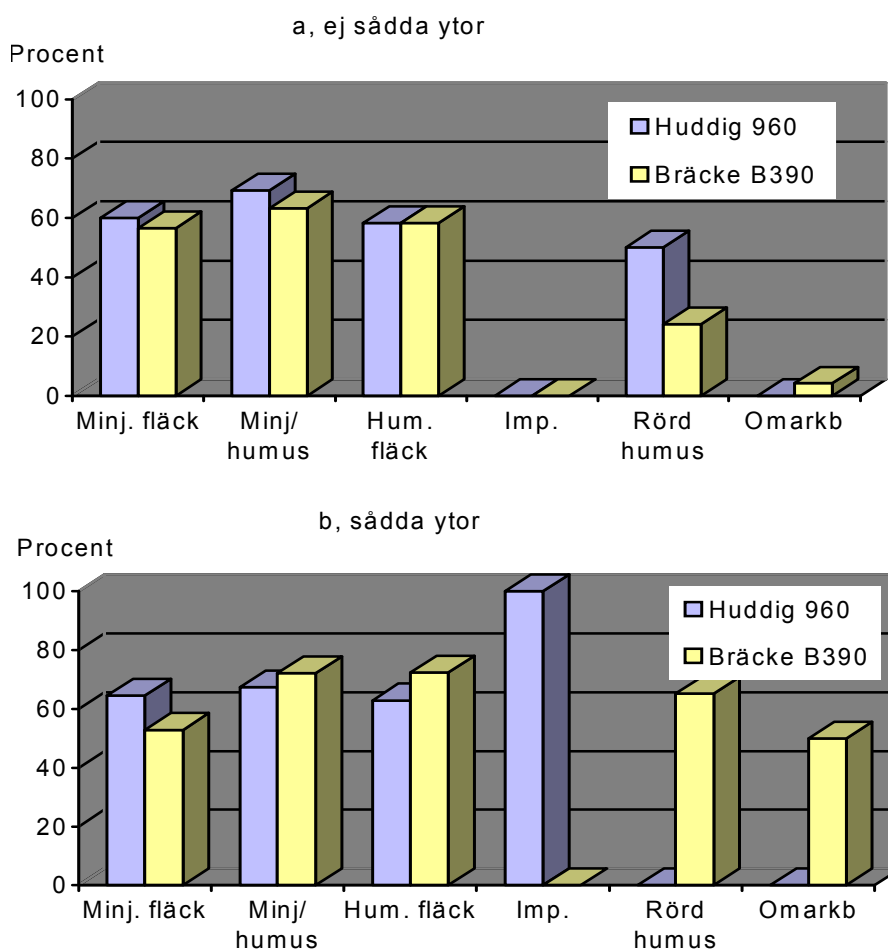
Andel fyllda dm<sup>2</sup>-rutor för respektive markberedningsmetod och behandling.

Huddig 960 hade större andel markberedd yta med blottad mineraljord och mineraljord blandad med humus än Bräcke B390 (figur 4). Den senare hade större andel fläckar där humusen var kvar.



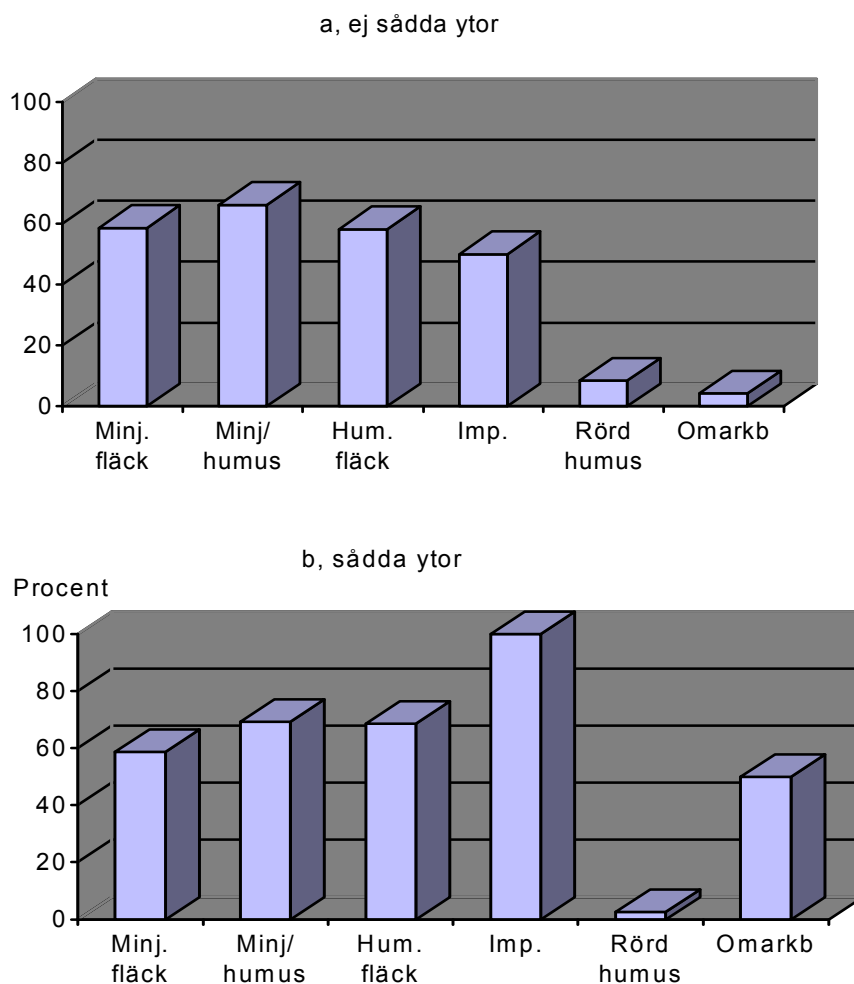
Figur 4.  
Andel  $dm^2$ -rutor med olika grad av markberedning.

Andelen ej sådda fyllda  $dm^2$ -rutor koncentrerades till vanligaste markberedningsgraderna (Minj. Fläck, Minj/humus, humusfläck) (figur 5).



Figur 5.  
Andel fyllda  $dm^2$ -rutor (minst en grodd) efter 1997 års inventering per markberedningsgrad och markberedningsaggregat, fördelat på såddbehandlingarna (a) sått och (b) ej sått (imp. representerar två  $dm^2$ -rutor med varsin överlevande grodd).

Av medelvärdet på antalet groddar för båda markberedningsaggregaten framgår att de tre markberedningsgraderna Minj.fläck, Minj/humus och Hum.fläck, i både sått och ej sått, är signifikant skilda från varandra ( $p < 0,04$ ), med Minj/-humus blandningen som bästa alternativ (figur 6).



Figur 6. Andelen fyllda dm<sup>2</sup>-rutor för de sådda försöksleden 1997 fördelat på markberedningsgrad och som medeltal för Bräcke B390 och Huddig 960, för (a) sådda respektive (b) ej sådda ytor.

## Diskussion

Den första hypotesen, att markberedning under skärm ökar groningen av frön jämfört med omarkberett, visade sig hålla. Markberedning med både Huddig 960 och Bräcke B390 gav en mycket tydlig ökning i antalet groddar. Däremot fanns inget stöd för den andra hypotesen, att markberedning med Huddig 960 skulle ge bättre groningen än en konventionell såddfläck efter Bräcke B390.

En intressant fråga i sammanhanget är om ökningen i antalet groddar är tillräckligt stor för att försvara kostnaden för markberedningen. Westerberg & von Hofsten (1996) studerade Huddig 960 och Bräcke B390 vid markberedning under skärm och fann att föraren till Bräcke B390 åstadkom 1 390 fläckar

à 0,36 m<sup>2</sup> per hektar till en kostnad av 790 kr/ha. Vidare att föraren av Huddig 960 skrapade 2 518 fläckar per hektar à 0,53 m<sup>2</sup> till en kostnad av 2 975 kr/ha. Westerberg & von Hofsten gjorde bedömningen att det inte var möjligt att öka bearbetningsgraden (andelen blottlagd mineraljord/ha) med Bräcke B390 medan det, av ekonomiska skäl, kunde vara lämpligt att minska bearbetningsgraden med Huddig 960. Om det senare vore fallet bedömde författarna att kostnaden skulle kunna sänkas till 2 000 – 2 500 kr/ha. Om vi tillämpar Westerbergs & von Hofstens (1996) resultat angående markberedningsgrad och räknar på det naturliga fröfallet efter 1997 års inventering, skulle markberedning efter Bräcke B390 medfört 56 845 groddar/ha ( $1\,390 \cdot 0,36 \cdot (28,4 \text{ groddar per ruta}/0,25 \text{ m}^2)$ ) respektive 173 117 groddar/ha ( $2\,518 \cdot 0,53 \cdot (32,43/0,25)$ ) efter Huddig 960. I detta fall skulle kostnaden per grodd ha blivit 1,40 öre efter Bräcke B390 och 1,72 öre efter Huddig 960. Det är dock tveksamt om det är relevant att jämföra markberedningsmetoder i kostnader per grodd efter endast tre vegetationsperioder. En viktig faktor för om markberedningen varit lönsam är om den medför att antalet etablerade och beståndsbildande plantor är väsentligt fler, och att etableringen går fortare, än i ej markberedd jord. I det aktuella försöket fanns det ca 116 000 groddar/ha efter naturligt fröfall i ej markberedd jord. Markberedningen tillförde ca 50 000 (Bräcke) till 160 000 (Huddig) groddar per hektar i huvudsakligen blottlagd mineraljord, mineraljord blandad med humus och i fläckar med delar av humusen kvar. Med denna ”riskspridning” i ståndort för groddarna borde förutsättningarna vara goda för att ett tillräckligt antal groddar klarar att bli beståndsbildande.

Winsa (1995) har påvisat att den rena mineraljordsfläcken ofta leder till ett mycket gott tillslag av groddar även utan mikroreparering. Men dessa groddar har en högre dödlighet än groddar i humusblandade fläckar, på grund av uppfrysning. Skillnaden i markberedningsgrad mellan markberedningsmetoderna var relativt liten. Det kan ses som ett tecken på att maskinerna har gjort ett likvärdigt arbete om jämförelsen begränsas till markberedningsfläckarna. De tre dominerande markberedningsgraderna är också de som har gett störst andel fyllda dm<sup>2</sup>-rutor. Generellt har de flesta groddarna återfunnits i fläckar med viss humusinblandning, därefter kommer mineraljordsfläckar och humusfläckar.

Huddig 960 hade något större andel blottad mineraljord och mineraljord omblandad med humus än Bräcke B390. Det faktum att Bräcke B390 har en större andel fläckar med heltäckande humus, antyder att föraren ställt aggregatet så att det hellre skrapar något för löst än för hårt. Att ställa in ett bakmonterat aggregat av typen B390 så att det arbetar så som önskat är svårt. Dessutom är föraren i de flesta fall hänvisad till att studera arbetsresultatet (markberedningsfläckarna) i det föregående körslaget, vilket är mycket svårt bland skärmträd. I dessa fall torde ett intermitterant arbetande aggregat av typen Huddig 960 vara att föredra, då föraren kan avpassa markberedningsstyrkan för varje fläck individuellt.

Utifrån denna studie går det dock inte att säga om en fläck med inblandning av humus är bättre än en fläck med ren mineraljord. Det fanns en signifikant skillnad i antalet groddar mellan de två markberedningsgraderna till den rena mineraljordsfläckens nackdel, men i absoluta tal är skillnaden inte så stor. Det

naturliga fröfallet var kraftigt, vilket kan ha gjort att många skillnader i metoder och behandling suddats ut. Uppenbart är dock att en markberedning, som syftar till att ta bort merparten av markens humustäcke, har en positiv effekt på tillslaget av groddar.

Effekten av sådden (det simulerade fröfallet) var förhållandevis liten, eftersom andelen groddar för de icke sådda försöksleden var förvånansvärt stor (65 % fyllda dm<sup>2</sup>-rutor) redan första året. En förklaring kan vara att kottförekomsten i området under frömognadsåret 1995 var den rikligaste sedan 1973 (Wennström & Almqvist, 1995), vilket troligen gav ett mycket rikligt fröfall 1996. Det kan tänkas att skillnaden mellan markberedda och ej markberedda metoder hade varit större vid ett litet eller normalt fröår.

Fröfallet 1997 var förmodligen litet, eftersom antalet kottar var mycket få (Wennström & Almqvist, 1996). Att avdöendet varit större än antalet ny-etablerade groddar mellan revisionerna 1996 och 1997 kan möjligen förklara nedgången i antal fyllda dm<sup>2</sup>-rutor under motsvarande period. Att andelen fyllda dm<sup>2</sup>-rutor ökat i de omarkberedda kontrollerna då de minskat i de markberedda försöksleden, kan bero på att första årets små groddar var svåra att se bland mossa och gräs och därför inte upptäckts/medräknats förrän nästa år.

## **Slutsatser**

- Markberedningen ökade kraftigt antalet etablerade groddar. Effekten bestod hela mätperioden (3 vegetationsperioder efter behandling).
- Det var ingen signifikant skillnad i antal etablerade groddar efter markberedning med Huddig 960 eller Bräcke B390.
- Om hänsyn tas till aggregatens markbearbetningsgrad vid tidigare studier (Westerberg & von Hofsten, 1996) blir antalet groddar tre gånger fler per hektar efter Huddig 960 än efter Bräcke B390.

## **Referenser**

- Anon. 1981. Terrängtypsschema för skogsarbete. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Anon. 1987. SAS Institute Inc. SAS/STAT™, Guide for personal computers, version 6, edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 s.
- Braf, S. Beståndsanläggning 1977. Skogsstyrelsen, Jönköping. Meddelande 5:30. ISSN 1100-0295.
- Eneroth, O. 1931. Skärmföryngring. Skogvaktaren No. 2. pp. 31–54.
- Fjeld, D.E. 1994. Patch Scarification in Shelterwood Stands of Varying Stand Density. Norges Landbrukshøgskole. Doctor Scientiarum Theses 1994:4.



- Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. En analys av föryngringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i ett mellannorrländskt skogsbruk. Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 52. Nr 4. 263 s.
- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngring under skärm - en litteraturstudie med kommentarer. SkogForsk. Redogörelse Nr 4. 51 p. ISSN 1103-4580.
- Hånell, B. 1993. Regeneration of *Picea abies* forests on highly productive peatlands – Clearcutting or selective cutting? Scand. J. For. Res. 8: 518-527.
- Hånell, B. & Ottosson-Löfvenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea Abies* peatland forests. Scand. J. For. Res. 9:261-269.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1977. Skattning av höjdboniteten med ståndortsfaktorer – Tall och gran i Sverige. Skogshögskolan, Inst. f. Växtekologi och marklära, Rapporter och uppsatser nr 28.
- Hägström, B. 1982. Förutsättningar för föryngring i Norrlands höjdlägen. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift nr 6:25-33.
- Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie. SkogForsk. Arbetsrapport nr 369. 136 s.
- Skoklefeld, S. 1992. Naturlig föryngelse av gran og furu. En litteraturöversikt. NISK. 25 s.
- Tirén, L. 1949. Om den naturliga föryngringen på obrända hyggen i norrländsk granskog. Medd. Från Statens Skogsforskningsinstitut. 38:9.
- Wennström, U. & Almqvist, C. 1995. Kottförekomst och frökvalitet frömogadsåret 1995. SkogForsk. Resultat nr 25.
- Wennström, U. & Almqvist, C. 1996. Kottförekomst och frökvalitet frömogadsåret 1996. SkogForsk. Resultat nr 22.
- Westerberg, D & Hannerz, H. 1994. Granföryngring under skärm. SkogForsk. Resultat nr 17, 1994.
- Westerberg, D & von Hofsten, H. 1996. Markberedning under skärm. SkogForsk. Resultat nr 8, 1996.
- Winsa, H. 1995. Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of *Pinus sylvestris* L. After direct seeding. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Dissertation.

Ämnesord: