



# Naturlig förnygring av tall och anläggning av blandskog

- Försöksbeskrivning
- Preliminär redovisning av resultat

Urban Nilsson  
Göran Örlander  
Matts Karlsson

---

Arbetsrapport nr 23  
Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap  
Alnarp januari 2000

---

# Innehåll

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduktion .....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>Material och metoder .....</b>        | <b>5</b>  |
| Försöksytor .....                        | 5         |
| Behandlingar .....                       | 6         |
| Inventeringar .....                      | 6         |
| <b>Resultat och diskussion .....</b>     | <b>12</b> |
| Planterade granplantor .....             | 12        |
| Beståndsförnyring .....                  | 13        |
| Naturlig förnyring .....                 | 15        |
| Blåbärsförekomst och artdiversitet ..... | 17        |
| Läckage av kväve .....                   | 17        |

## Introduktion

”Kombinationsmetoden” eller ”Drettingemetoden” är en metod som under senare år prövats i relativt stor skala på sk. mellanmarker. Metoden innebär att gran planteras under tallskärm där markberedning utförts. Med denna metod kan man ofta få ett inslag av naturligt förnygrade tall- och lövplantor till de planterade granarna på mellanmarkerna där blandskog ofta är att föredra, men där varken plantering eller självförnyring leder till detta resultat.

En skärm påverkar förutsättningarna för frögroning, plantetablering och planttillväxt på en mängd olika sätt. Skärmen beskuggar marken och påverkar mikroklimatet på ett sätt som ofta är positivt för plantetableringen. Vidare hämmas fältvegetationens tillväxt genom konkurrens från skärmträden om ljus, vatten och näring. Konkurrens från skärmträden minskar även plantornas tillväxt. I vissa fall kan dock planttillväxten vara bättre under en skärm än på ett hygge beroende på att plantorna på hygget ofta skadas av frost och snytbagge. En högskärm kan sannolikt minska kväveutlakningen jämfört med ett vanligt hygge och fältvegetation och klimat under en skärm blir mer ”skogslik” vilket kan vara en fördel ur biodiversitetssynpunkt.

Syftet med markberedning är att åstadkomma en gynnsam miljö för nysatta plantor eller frön. En minskning av snytbaggeskador och konkurrens från hyggesvegetation är viktiga effekter av mark-

beredning. En väl utförd markberedning förbättrar plantetableringen genom förhöjd marktemperatur, bättre fuktförhållanden och eventuellt luckring av mineraljorden. Markberedning är dock en omdebatterad metod. Kväveläckage anses ökas av markberedning även om nya försök har visat att detta sannolikt är en överdriven farhåga. Markberedning påverkar flora och fauna men innebär troligen inte att artdiversiteten minskar. Ett svårlost problem är att forminnet riskerar att plöjas upp. Vidare anses markberedning vara mindre fördelaktig ur estetisk synpunkt.

I samarbete mellan Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, SLU Alnarp och SVO etablerades ett skärm- och markberedningsförsök i nästan samtliga län i Sverige under perioden 1993-1996. Målet med försöket var att studera i vilken frekvens naturlig förnyring erhålls på ”mellanmark” och hur skärmen påverkar planterade granplantor. Dessutom har försöket använts för studier av miljöeffekter, t.ex. vegetationsförändringar, viltbete, näringsläckage mm. I denna rapport redovisas tillväxt och överlevnad för de planterade granplantorna tre år efter plantering samt förekomst av naturlig förnyring under de första fem åren efter skärmställning. Dessutom redovisas resultat beträffande näringsläckage, blåbärsförekomst och artdiversitet på ett urval av ytorna.

## Material och metoder

### Försöksytor

Försöket är utlagt på 23 lokaler från Hjortseryd, Blekinge i söder till Pajala, Norrbotten i norr (Tabell 1, Fig. 1). De län som fattas är Kalmar där skärmen blåste ner efter första året och Halland där inget försök etablerades. Markägare är skogsbolag (11 objekt), kommuner och landsting (3 objekt), stift och egendomsnämnd (3 objekt), skogsvårdsstyrelsen (3 objekt) och större markägare och stiftelser (3 objekt). De flesta försökslokalerna är under 5 ha. Försökslokalerna i Stockholms-, Sörmlands-, Kronobergs-, Örebro-, Jämtlands-, Västerbottens län är mellan 10 och 35 ha och försökslokalen i Norrbottens län är 95 ha. Temperatursumman vid försökslokalerna varierar från ca 800 dygngrader i norr till ca 1 600 dygngrader i söder.

På alla försökslokaler utom en var dominerande markfuktighetsklass frisk (Tabell 2). På de flesta lokalerna saknas rörligt markvatten och jordarten var morän på alla lokaler utom Östergötland och Gotland. Texturen var sandig-moig eller grövre på alla lokaler utom Dalarna 2 där texturen var moig-lerig. Ståndortsindex varierar från T24-G28 i söder till T17-T24 i norr (Tabell 2).

Humustjockleken varierade mellan 3-10 cm på alla lokaler utom Jämtlands-, Gotlands- och Värmlandslokalerna där humustjockleken var något större (Tabell 2). Vegetationstypen var blåbär eller kombinationer av blåbär och smalbladigt gräs, utan fältskikt eller lingon på alla lokaler utom Västerbotten 1 där vegetationstypen var av ört-typ (Tabell 2).



## Behandlingar

Varje lokal delades i två delar, den ena halvan kalavverkades, och på den andra halvan ställdes en skärm efter avverkningen. Varje skärm/hygge delades i två delar, den ena delen markbereddes medan den andra lämnades orörd. Efter markberedning planterades både hygge och skärm med granplantor. Av misstag planterades dock en lokal (Östergötland) med tallplantor i skärmen och en lokal (Stockholm) med en blandning av tall och gran varför dessa lokaler har utelämnats i bearbetningen av kulturplantornas tillväxt och överlevnad.

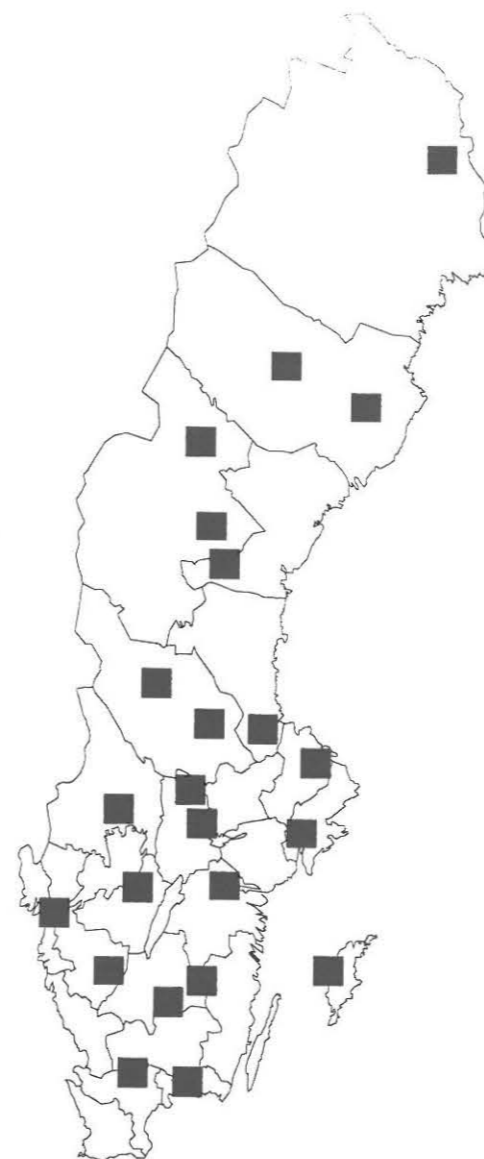
De flesta lokalerna avverkades under säsongen 1994-1995 men ett mindre antal avverkades också under säsongen 1993-1994 (Tabell 3). Två lokaler avverkades under hösten 1995, en lokal avverkades under sommaren 1995 och en under sommaren 1996. Markberedning utfördes med harv på alla lokaler utom fem som fläckmarkbereddes och en som höglades. Fem lokaler markbereddes samma vår som planteringen utfördes och en lokal markbereddes under sommaren före höstplantering medan alla andra lokaler markbereddes hösten före vårplantering (Tabell 3). Plantering utfördes under vårarna 1995 (6 lokaler), 1996 (11 lokaler), 1997 (5 lokaler) och 1999 (1 lokal). Lokalen "Västerbotten 2" höstplanterades 1997. De flesta lokalerna planterades efter ett års hyggesvila men två lokaler planterades utan hyggesvila, fyra lokaler planterades efter två års hyggesvila, en planterades efter tre års hyggesvila och en planterades efter fem års hyggesvila. Planttypen var 1-1.5 årig täckrot i samtliga fall

utom för fyra sydsvenska lokaler där fyra-åriga barrotsplanter planterades. De planterade granplantorna skyddades mot snytbaggescador med hjälp av kemiska behandling eller mekaniska snytbaggesskydd (Tabell 3).

Före avverkning bestod bestånden av barrblandskog med ett visst inslag av löv (Tabell 4). Volymen före avverkning varierade från 134 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> till 375 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup>. Efter avverkning kvarlämnades 113-159 träd i skärmarna och skärmarnas volym varierade från 62 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> till 139 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup>. Tallandelen i skärmarna varierade mellan 78 och 100%. Inblandade trädslag var främst gran men också i mindre utsträckning björk och övrigt löv (Tabell 4).

## Inventeringar.

Plantinventeringen utfördes inom cirkelprovytor med 3.99 m radie (50 m<sup>2</sup>). Inom varje skärm och markberedningsbehandling markerades tio provytor. Inom dessa provytor registrerades antalet vitala planter, planter med nedsatt vitalitet samt döende planter. Dessutom uppskattades en medelhöjd för plantorna inom varje provyta. Planterade granplantor skulle mätas vid utplanteringen samt efter en, tre och fem tillväxtperioder. På elva av lokalerna har samtliga planerade inventeringar utförts (Tabell 5). På nio lokaler har inventeringen i anslutning till planteringen uteblivit och på tre lokaler har ettårsinventeringen missats. Tre år efter plantering har antal och medelhöjd för de planterade plantorna registrerats på samtliga lokaler utom tre. Lokalen i Västerbotten har inventerats två år efter plantering, Jämt-



Figur 1. Ungefärlig geografisk belägenhet för de i studien ingående försökslokaler.

land 2 inventerades ett och två år efter plantering medan planteringen i Norrbotten ännu inte nått tre års ålder (Tabell 5). I bearbetningarna likställs inventeringen två åre efter plantering i Västerbotten och Jämtland 2 med inventering tre år efter plantering på övriga lokaler. Plantinventering har också utförts på lokalerna i Östergötland och Stockholm men data därifrån används inte i bearbetningarna eftersom delar av försöken av misstag planterades med tall.

Beståndsförnyring har inventerats inom cirkelprovytor med radien 1.78 m (10 m<sup>2</sup>). Samma ytcentrum som vid inventeringen av planterade planter användes. Vid inventeringen av beståndsförnyring gällde samma instruktion som för planterade planter, det vill säga antal planter i tre vitalitetsklasser för tall,

gran och löv registrerades och medelhöjd för respektive trädslag uppskattades. På samtliga lokaler utom Västerbotten och Norrbotten har en första inventering av beståndsförnyringen gjorts inom två år efter avverkning (Tabell 5). En andra inventering av beståndsförnygrade planter har utförts på samtliga lokaler utom Västerbotten och Jämtland 2.

Antal och medelhöjd för naturligt förnygrade tall-, gran- och lövplantor registreras inom cirkelprovytor med samma ytcentrum och storlek som vid inventeringen av beståndsförnygrade planter. Dock skall naturlig förnyring enligt försöksplanen inte registreras förrän fem år efter plantering. Eftersom de flesta lokalerna inte har nått dit ännu finns registrering av naturlig förnyring endast gjort på ett fåtal lokaler (Tabell 5) och de kommer inte att redovisas här.

Förutom dessa inventeringar har några lokaler i södra Sverige använts för mer intensiva studier av den naturliga förnyringens utveckling, inväxning av markvegetation samt läckage av näringsämnen. Naturlig förnyring studerades på åtta lokaler (Skåne, Blekinge, Göteborg, Älvsborg, Östergötland, Jönköping, Kronoberg och Västergötland). Inventeringen utfördes under våren 1998 för de fyra förstnämnda lokalerna medan övriga lokaler inventerades hösten 1998. Den naturliga förnyringen registrerades inom 20 stycken en-kvadratmeters provytor per behandling. Som ett komplement utfördes en bältestaxering för att registrera sparsamt förekommande lövträd som riskerade att missas vid provyteinventeringen. Bältenas bredd var 1.5 m och minst 300 m<sup>2</sup> inventerades på detta sätt inom varje skärm och markberedning.

Blåbärens biomassa och bärmängd samt artdiversitet registrerades under försommaren 1997 på sex lokaler (Kronoberg, Skåne, Blekinge, Jönköping, Skaraborg och Älvsborg). Registreringen gjordes inom 15 stycken 0.5 m<sup>2</sup> stora provytor per skärm och markberedningsbehandling. Allt fårskt blåbärsris på provytan klipptes varefter frisk och torr vikt registrerades. I samband med klippningen registrerades antalet blåbär. Dessutom registrerades samtliga observerade arter i fältskiktet.

Näringshalter i markvatten på 50 cm djup mättes varje vår/försommar och höst från juni 1996 till april 1999 på tre av försökslokalerna (Skåne, Kronoberg och Dalarna 2) med hjälp av undertrycks-

Tabell 1. Beskrivning av försökslokalerna

| Län             | bj.nr | X-koordinat | Y-koordinat | Markägare             | Höjd (m) | Benämning         | Areal (ha) | Tempsum | Humiditet | Torka |
|-----------------|-------|-------------|-------------|-----------------------|----------|-------------------|------------|---------|-----------|-------|
| 3-Stockholm     | 1     | 655160      | 163350      | Korsnäs AB            | 25       | Älsunda           | 11.3       | 1600    | 1         | ja    |
| 4-Sörmland      | 1     | 656730      | 155800      | MoDo Skog AB          | 60       | Kvarndammen       | 32.4       | 1375    | 1         | ja    |
| 5-Östergötland  | 1     | 648850      | 151600      | Östgöta häradsallmän  | 30       | Rövarborgen       | 1.6        | 1500    | 2         | nej   |
| 6-Jönköping     | 1     | 635250      | 146875      | Skogsvårdsstyrelsen   | 185      | Trollebo          | 2.0        | 1385    | 3         | nej   |
| 7-Kronoberg     | 1     | 633520      | 144080      | AssiDomän             | 230      | Asa               | 15.3       | 1400    | 2         | nej   |
| 9-Gotland       | 1     | 635790      | 165290      | Egendomsnämnden       | 70       | Autsarve          | 2.0        | 1400    | 1         | ja    |
| 10-Blekinge     | 1     | 624780      | 146880      | Barsebäcks gods       | 100      | Hjortseryd        | 2.0        | 1500    | 2         | nej   |
| 11-Skåne        | 1     | 625830      | 141010      | AssiDomän             | 150      | Lönsboda          | 5.6        | 1450    | 3         | nej   |
| 14-Göteborg     | 1     | 648160      | 126470      | Gustafsbergstiftelsen | -        | Uddevalla         | 3.0        | 1400    | 4         | nej   |
| 15-Älvsborg     | 1     | 637460      | 134032      | Landstinget, Älvsborg | 175      | Svenljunga        | 3.0        | 1400    | 5         | nej   |
| 16-Skaraborg    | 1     | 650708      | 138270      | Skara stift           | 70       | Leksberg          | 3.5        | 1400    | 2         | ja    |
| 17-Värmland     | 1     | 659220      | 137060      | Karlstads kommun      | 90       | Golfbanan         | 1.6        | 1380    | 2         | nej   |
| 18-Örebro       | 1     | 660870      | 148050      | AssiDomän             | 85       | Villboda          | 17.0       | 1350    | 3         | nej   |
| 18-Örebro       | 2     | 653670      | 147106      | AssiDomän             | 120      | Väster Molången   | 18.0       | 1400    | -         | nej   |
| 19-Västmanland  | 1     | 667730      | 155985      | Stora Skog            | 70       | Skekarsbo         | 3.5        | 1400    | -         | nej   |
| 20-Dalarna      | 1     | 670542      | 149700      | Skogsvårdsstyrelsen   | 157      | Rankhyttan        | 2.4        | 1222    | 3         | nej   |
| 20-Dalarna      | 2     | 675530      | 142190      | Stora Skog            | 285      | Siljansfors       | 5.0        | 1050    | 3         | nej   |
| 22-Västerbotten | 1     | 692850      | 150650      | Skogsvårdsstyrelsen   | 240      | Höganäs           | 8.8        | 1050    | 2         | nej   |
| 23-Jämtland     | 1     | 707090      | 149680      | Strömsunds kommun     | 290      | Sör-Sporrsjön     | 12.5       | 850     | 3         | nej   |
| 23-Jämtland     | 2     | 696228      | 151540      | SCA Kälarna           | 235      | Strandåker        | 1.6        | 1000    | 3         | nej   |
| 24-Västerbotten | 1     | 711590      | 171880      | MoDo Skog AB          | 145      | Trolltjärnsberget | 22.0       | 1010    | 2         | nej   |
| 24-Västerbotten | 2     | 716480      | 162450      | AssiDomän             | 340      | Orrkulla          | 20.0       | 810     | 3         | nej   |
| 25-Norrbotten   | 1     | 748740      | 182760      | Egendomsnämnden       | 230      | Käryvaara         | 95.0       | 800     | 3         | nej   |

∞ Tabell 2. Ståndortsegenskaper på de olika försökslokalerna

| Län               | Obj. nr | Mark-fukt | Rörl. markv. | Jordart  | Textur         | Humustj cm | Jorddj   | Markveg. | Sl      | Ytblock       | Lutning | Exp.  | Frostrisk    | Dikning |
|-------------------|---------|-----------|--------------|----------|----------------|------------|----------|----------|---------|---------------|---------|-------|--------------|---------|
| 3-Stockholm       | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | G26     | måttlig       | <5%     |       | måttlig      | nej     |
| 4-Sörmland        | 1       | frisk     | S-K          | morän    | sandig-sa.moig | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | T24-T27 | fattig-måttl. | <5%     |       | obetydlig    | nej     |
| 5-Östergötland    | 1       | frisk     | K-L          | morän    | moig-lerig     | 3-10       | mäktigt  | SMGR     | G26     | måttlig       | <15%    | V & Ö | obet.-måttl. | nej     |
| 6-Jönköping       | 1       | frisk     | S-K          | morän    | sandig-moig    | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | T26-T27 | fattig        | <15%    |       | obetydlig    | nej     |
| 7-Kronoberg       | 1       | frisk     | K            | morän    | sandig-moig    | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | T25-T26 | måttl.-rikl.  | <15%    | SV    | måttlig      | nej     |
| 9-Gotland         | 1       | frisk     | S            | sediment | mellansand     | 10-20      | mäktigt  | BRGR     | T18-T20 | saknas        | <5%     |       | måttlig      | nej     |
| 10-Blekinge       | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 6-10       | mäktigt  | BLÅ      | G28     | riklig        | <15%    | S-O   | måttlig      | nej     |
| 11-Skåne          | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 6-10       | mäktigt  | BLÅ      | G28     | fattig        | <5%     |       | måttlig      | nej     |
| 14-Göteborg       | 1       | torr      | S            | morän    | sandig         | 3-6        | mäktigt  | BLÅ/UF   | T20-T24 | saknas        | <5%     |       | obetydlig    | nej     |
| 15-Älvsborg       | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 3-6        | täml.gr. | BLÅ      | G22     | fattig        | <5%     |       | måttlig      | nej     |
| 16-Skaraborg      | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 3-6        | mäktigt  | SMGR/BLÅ | T26     | saknas        | <5%     |       | måttlig      | ja      |
| 17-Värmland       | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 3-20       | mäktigt  | BLÅ      | T26     | fattig        | <5%     |       | obetydlig    | ja      |
| 18-Örebro         | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 6-10       | mäktigt  | BLÅ/UF   | T24-T26 | fattig-rikl.  | <15%    |       | obetydlig    | nej     |
| 18-Örebro         | 2       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 6-10       | mäktigt  | BLÅ      | T23     | fattig-måttl. | <15%    |       | obetydlig    | nej     |
| 19-Värmland       | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 3-10       | täml.gr. | BLÅ      | T23-T25 | måttlig       | <15%    |       | obet.-måttl. | nej     |
| 20-Dalarna        | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | G23     | -             | <15%    |       | -            | nej     |
| 20-Dalarna        | 2       | frisk     | L            | morän    | moig-lerig     | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | T23-T24 | saknas        | <15%    | SV    | obetydlig    | nej     |
| 22-Västernorrland | 1       | frisk     | L            | morän    | sandig         | 3-6        | mäktigt  | BLÅ      | T24     | saknas        | <15%    |       | obetydlig    | nej     |
| 23-Jämtland       | 1       | frisk     | S            | morän    | sandig-moig    | 6-10       | mäktigt  | BLÅ      | T19-T21 | fattig        | <5%     |       | obetydlig    | nej     |
| 23-Jämtland       | 2       | frisk     | K-L          | morän    | sandig-moig    | 3-20       | täml.gr. | BLÅ      | G20     | måttl.-rikl.  | <15%    | NO    | obet.-måttl. | nej     |
| 24-Västerbotten   | 1       | frisk     | L            | morän    | grusig         | 6-10       | mäktigt  | ÖRT      | T23     | måttlig       | <5%     |       | måttlig      | nej     |
| 24-Västerbotten   | 2       | frisk     | L            | morän    | sandig-moig    | 6-10       | mäktigt  | BLÅ      | T20-T21 | riklig        | >15%    | SV    | obetydlig    | nej     |
| 25-Norrbotten     | 1       | frisk     | K            | morän    | sandig-moig    | 3-10       | mäktigt  | BLÅ/LING | T17-T18 | saknas        | <15%    |       | obetydlig    | nej     |

Tabell 3. Beskrivning av föryngringsåtgärder

| Län               | Obj.nr. | Avverkning | Markberedning | Plantering | Risrens | Mb.metod | Planttyp | Plantålder | Snytbaggesskydd   | Klimat planteringsåret |         |
|-------------------|---------|------------|---------------|------------|---------|----------|----------|------------|-------------------|------------------------|---------|
|                   |         |            |               |            |         |          |          |            |                   | Nederbörd              | Froster |
| 3-Stockholm       | 1       | jan-94     | sep-96        | maj-97     | 0-50%   | harv     | täckrot  | 1.5        | besprutning       | -                      | -       |
| 4-Sörmland        | 1       | apr-94     | okt-95        | maj-96     | 50-100% | harv     | täckrot  | 1          | besprutning       | -                      | -       |
| 5-Östergötland    | 1       | okt-93     | sep-94        | apr-95     | 50-100% | harv     | -        | -          | -                 | -                      | -       |
| 6-Jönköping       | 1       | okt-94     | apr-95        | maj-95     | 0       | fläck    | barrot   | 4          | besprutning       | -                      | -       |
| 7-Kronoberg       | 1       | mar-95     | nov-95        | maj-96     | 0-50%   | harv     | täckrot  | 1.5        | doppning          | högre                  | inga    |
| 9-Gotland         | 1       | okt-94     | okt-95        | apr-96     | 0-50%   | hög      | täckrot  | 1          | besprutning       | normal                 | inga    |
| 10-Blekinge       | 1       | maj-95     | sep-95        | apr-96     | 0       | fläck    | täckrot  | 2          | besprutning       | normal                 | inga    |
| 11-Skåne          | 1       | sep-95     | nov-95        | jun-96     | 50-100% | harv     | barrot   | 4          | besprutning       | högre                  | -       |
| 14-Göteborg       | 1       | jan-95     | mar-96        | apr-96     | -       | fläck    | barrot   | 4          | doppning          | lägre                  | inga    |
| 15-Älvsborg       | 1       | feb-94     | sep-94        | apr-95     | 0       | harv     | barrot   | 4          | doppning          | -                      | -       |
| 16-Skaraborg      | 1       | apr-94     | nov-94        | maj-95     | 50-100% | harv     | täckrot  | 2          | besprutning       | högre                  | inga    |
| 17-Värmland       | 1       | dec-94     | sep-95        | maj-96     | 0       | hög      | täckrot  | 1          | besprutning       | normal                 | lätta   |
| 18-Örebro         | 1       | okt-95     | okt-96        | maj-97     | 0       | harv     | täckrot  | 1          | besprutning       | normal                 | inga    |
| 18-Örebro         | 2       | jan-96     | sep-96        | maj-97     | 50-100% | harv     | täckrot  | 2          | besprutning       | normal                 | lätta   |
| 19-Värmland       | 1       | jul-95     | nov-95        | maj-96     | 50-100% | harv     | täckrot  | 1          | besprutning       | lägre                  | inga    |
| 20-Dalarna        | 1       | dec-94     | maj-95        | jun-95     | 0       | harv     | täckrot  | 1.5        | besprutning       | normal                 | inga    |
| 20-Dalarna        | 2       | apr-95     | nov-95        | jun-96     | 0       | harv     | täckrot  | 1.5        | doppning          | normal                 | lätta   |
| 22-Västernorrland | 1       | mar-94     | sep-94        | maj-95     | 0       | fläck    | täckrot  | 1          | mekanisk          | normal                 | inga    |
| 23-Jämtland       | 1       | mar-95     | jun-96        | jun-96     | 0       | hög      | täckrot  | 1          | besprutning       | högre                  | inga    |
| 23-Jämtland       | 2       | okt-95     | maj-96        | jun-96     | 0       | fläck    | täckrot  | 1          | mekanisk          | normal                 | inga    |
| 24-Västerbotten   | 1       | aug-94     | jul-96        | sep-96     | 0       | harv     | täckrot  | 1          | behandling i fält | normal                 | inga    |
| 24-Västerbotten   | 2       | jan-95     | sep-96        | jun-97     | 0       | harv     | täckrot  | 1          | besprutning       | normal                 | inga    |
| 25-Norrbotten     | 1       | feb-94     | -             | jun-99     | -       | -        | -        | -          | -                 | -                      | -       |



| Län               | Obj.nr. | Före avverkning |      |       |        |     |                           |      |       |        |     | Efter avverkning |      |       |        |     |                           |      |       |        |     |
|-------------------|---------|-----------------|------|-------|--------|-----|---------------------------|------|-------|--------|-----|------------------|------|-------|--------|-----|---------------------------|------|-------|--------|-----|
|                   |         | Antal träd      |      |       |        |     | Volym (m <sup>3</sup> sk) |      |       |        |     | Antal träd       |      |       |        |     | Volym (m <sup>3</sup> sk) |      |       |        |     |
|                   |         | Tall            | Gran | Björk | Öv.löv | S:a | Tall                      | Gran | Björk | Öv.löv | S:a | Tall             | Gran | Björk | Öv.löv | S:a | Tall                      | Gran | Björk | Öv.löv | S:a |
| 3-Stockholm       | 1       | 169             | 202  | 4     | 0      | 375 | 125                       | 142  | 0     | 0      | 268 | 87               | 26   | 0     | 0      | 113 | 80                        | 22   | 0     | 0      | 102 |
| 4-Sörmland        | 1       | 130             | 187  | 2     | 0      | 320 | 129                       | 113  | 1     | 0      | 243 | 102              | 23   | 0     | 0      | 125 | 89                        | 18   | 0     | 0      | 107 |
| 5-Östergötland    | 1       | 101             | 190  | 3     | 0      | 294 | 82                        | 170  | 1     | 0      | 252 | 160              | 0    | 15    | 0      | 175 | 135                       | 0    | 0     | 5      | 139 |
| 6-Jönköping       | 1       | 108             | 221  | 14    | 1      | 344 | 79                        | 139  | 7     | 1      | 226 | 102              | 15   | 9     | 2      | 128 | 84                        | 5    | 4     | 1      | 94  |
| 7-Kronoberg       | 1       | 269             | 93   | 0     | 0      | 362 | 226                       | 64   | 0     | 0      | 290 | 117              | 4    | 0     | 0      | 121 | 109                       | 2    | 0     | 0      | 111 |
| 9-Gotland         | 1       | 247             | 200  | 51    | 0      | 498 | 114                       | 67   | 0     | 0      | 181 | 130              | 1    | 28    | 0      | 159 | 79                        | 0    | 6     | 0      | 85  |
| 10-Blekinge       | 1       | 156             | 328  | 0     | 11     | 494 | 121                       | 158  | 0     | 2      | 281 | 92               | 20   | 0     | 0      | 111 | 82                        | 8    | 0     | 0      | 91  |
| 11-Skåne          | 1       | 167             | 133  | 11    | 5      | 315 | 162                       | 113  | 2     | 1      | 278 | 120              | 29   | 8     | 0      | 156 | 117                       | 14   | 2     | 0      | 133 |
| 14-Göteborg       | 1       | 227             | 242  | 0     | 0      | 469 | 166                       | 187  | 0     | 0      | 353 | 131              | 40   | 0     | 0      | 171 | 104                       | 30   | 0     | 0      | 134 |
| 15-Älvsborg       | 1       | 109             | 354  | 0     | 0      | 463 | 78                        | 127  | 0     | 0      | 205 | 89               | 59   | 0     | 0      | 148 | 64                        | 16   | 0     | 0      | 81  |
| 16-Skaraborg      | 1       | 218             | 140  | 5     | 0      | 363 | 273                       | 98   | 4     | 0      | 375 | 83               | 26   | 4     | 0      | 113 | 121                       | 17   | 3     | 0      | 141 |
| 17-Värmland       | 1       | 214             | 323  | 28    | 0      | 565 | 167                       | 105  | 10    | 0      | 282 | 127              | 0    | 2     | 0      | 129 | 116                       | 0    | 2     | 0      | 118 |
| 18-Örebro         | 1       | 216             | 289  | 0     | 0      | 505 | 214                       | 113  | 0     | 0      | 328 | 128              | 0    | 0     | 0      | 128 | 138                       | 0    | 0     | 0      | 138 |
| 18-Örebro         | 2       | 118             | 329  | 0     | 0      | 447 | 123                       | 130  | 0     | 0      | 254 | 113              | 15   | 0     | 0      | 128 | 132                       | 7    | 0     | 0      | 139 |
| 19-Värmland       | 1       | 291             | 293  | 11    | 0      | 595 | 185                       | 79   | 1     | 0      | 264 | 139              | 0    | 0     | 0      | 139 | 107                       | 0    | 0     | 0      | 107 |
| 20-Dalarna        | 1       | 169             | 191  | 1     | 0      | 361 | 133                       | 92   | 0     | 0      | 226 | 102              | 37   | 0     | 0      | 140 | 95                        | 24   | 0     | 0      | 119 |
| 20-Dalarna        | 2       | 220             | 449  | 0     | 0      | 669 | 192                       | 147  | 0     | 0      | 339 | 120              | 7    | 0     | 0      | 126 | 114                       | 4    | 0     | 0      | 118 |
| 22-Västernorrland | 1       | 82              | 348  | 6     | 5      | 441 | 60                        | 73   | 0     | 0      | 134 |                  |      |       |        |     |                           |      |       |        |     |
| 23-Jämtland       | 1       | 297             | 199  | 2     | 0      | 498 | 162                       | 42   | 0     | 0      | 205 | 104              | 9    | 0     | 0      | 114 | 73                        | 4    | 0     | 0      | 77  |
| 23-Jämtland       | 2       | 271             | 599  | 68    | 10     | 947 | 140                       | 149  | 8     | 1      | 298 | 121              | 11   | 0     | 0      | 132 | 95                        | 7    | 0     | 0      | 102 |
| 24-Västerbotten   | 1       | 80              | 304  | 16    | 1      | 411 | 54                        | 186  | 3     | 0      | 243 | 91               | 19   | 4     | 0      | 114 | 58                        | 9    | 1     | 0      | 69  |
| 24-Västerbotten   | 2       | 177             | 176  | 1     | 0      | 354 | 139                       | 50   | 0     | 0      | 189 | 83               | 37   | 2     | 0      | 122 | 66                        | 16   | 0     | 0      | 82  |
| 25-Norrbottn      | 1       | 194             | 304  | 128   | 0      | 625 | 102                       | 54   | 28    | 0      | 184 | 79               | 29   | 27    | 0      | 135 | 49                        | 7    | 6     | 0      | 62  |

Tabell 5. Inventeringsprogram för planterade granplantor, beståndsförnyring, naturlig förnyring, beståndet före avverkning samt skärmar efter avverkning samt fem år efter avverkning. Kursiv stil anger planerade men ännu ej genomförda inventeringar och x anger planerade men ej genomförda inventeringar.

| Län               | Awv<br>år | Plant<br>år | Kultur (år efter plantering) |        |        |        |        | Beståndsförnyring (år efter avverkning) |        |        |        |        |       |   |        | Naturlig förnyring (år efter avverkning) |        |        |        |   |        |       |   |
|-------------------|-----------|-------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|-------|---|--------|--|--------|--------|--------|---|--------|-------|---|
|                   |           |             | 0                            | 1      | 2      | 3      | 4      | 5                                       | 0      | 1      | 2      | 3      | 4     | 5 | 6      | 7  | 8      | 2      | 3      | 4 | 5      | 6     | 7 |
| 3-Stockholm       | jan-94    | maj-97      | x                            | nov-97 |        | dec-99 | 01/02  |   | maj-95 |        | dec-99 | dec-99 | 01/02 |   |        |  |        |        |        |   | dec-99 | 01/02 |   |
| 4-Sörmland        | apr-95    | maj-96      | jun-96                       | apr-97 |        | maj-99 | 00/01  |   | aug-95 | apr-97 | maj-99 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 5-Östergötland    | okt-93    | apr-95      | jun-95                       | x      | jul-97 | x      | x      |   | nov-94 |        | jul-97 | 99/00  |       |   |        |  |        | jul-97 |        |   | 99/00  |       |   |
| 6-Jönköping       | okt-94    | maj-95      | maj-95                       | maj-96 |        | maj-98 | 99/00  |   | maj-95 | maj-96 | maj-98 | 99/00  |       |   |        |  |        |        |        |   | 99/00  |       |   |
| 7-Kronoberg       | mar-95    | maj-96      | x                            | okt-96 |        | nov-98 | 00/01  |   |        | okt-96 | nov-98 | 00/01  |       |   | okt-96 |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 9-Gotland         | okt-94    | maj-96      | maj-96                       | okt-96 |        | okt-98 | 00/01  |   | maj-96 | okt-96 | okt-98 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 10-Blekinge       | maj-95    | jul-96      | maj-96                       | okt-96 |        | dec-98 | 00/01  |   | maj-96 | okt-96 | dec-98 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 11-Skåne          | sep-95    | maj-96      | maj-96                       | x      |        | maj-98 | 00/01  |   | maj-96 |        | maj-98 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 14-Göteborg       | jan-95    | apr-96      | jun-96                       | maj-97 |        | maj-99 | 00/01  |   | jun-96 | maj-97 | maj-99 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 15-Älvsborg       | feb-94    | apr-95      | apr-95                       | maj-96 |        | maj-98 | 99/00  |   | sep-94 | maj-96 | maj-98 | 99/00  |       |   |        |  |        |        |        |   | 99/00  |       |   |
| 16-Skaraborg      | apr-94    | maj-95      | jul-95                       | x      |        | maj-98 | 99/00  |   | nov-94 |        | maj-98 | 99/00  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 17-Värmland       | dec-94    | maj-96      | x                            | nov-96 |        | maj-99 | 00/01  |   |        | nov-96 | maj-99 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 18-Örebro 1       | okt-95    | maj-97      | maj-97                       | nov-97 |        | dec-99 | 01/02  |   | maj-97 | nov-97 | dec-99 | 01/02  |       |   |        |  |        |        |        |   | 01/02  |       |   |
| 18-Örebro 2       | jan-96    | maj-97      | jul-97                       | feb-98 |        | jan-00 | 01/02  |   | jul-97 | feb-98 | jan-00 | 01/02  |       |   |        |  |        |        |        |   | 01/02  |       |   |
| 19-Västmanland    | jul-95    | maj-96      | x                            | okt-96 |        | maj-99 | 00/01  |   |        | okt-96 | maj-99 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 20-Dalarna 1      | nov-94    | maj-95      | x                            | okt-96 |        | sep-97 | jul-99 |   | okt-95 |        | sep-97 |        |       |   |        |  | sep-97 |        | jul-99 |   | 00/01  |       |   |
| 20-Dalarna 2      | apr-95    | jun-96      | jun-96                       | okt-96 |        | jul-99 | 00/01  |   | jun-96 | okt-96 |        | 00/01  |       |   |        |  |        | jul-99 |        |   | 00/01  |       |   |
| 22-Västernorrland | mar-94    | maj-95      | x                            | x      | maj-97 | x      | 99/00  |   |        |        |        |        |       |   |        |  |        |        |        |   |        |       |   |
| 23-Jämtland 1     | mar-95    | jun-96      | x                            | aug-96 |        | aug-98 | 00/01  |   |        | okt-96 | aug-98 | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 23-Jämtland 2     | okt-95    | jun-96      | x                            | jun-97 | sep-97 |        | 00/01  |   | jun-97 | sep-97 |        | 00/01  |       |   |        |  |        |        |        |   | 00/01  |       |   |
| 24-Västerbotten   | aug-94    | sep-96      | okt-96                       | okt-97 |        | sep-99 | 01/02  |   |        | okt-96 | okt-97 | sep-99 | 01/02 |   |        |  |        |        |        |   | 01/02  |       |   |
| 24-Västerbotten   | jan-95    | jun-97      | jun-97                       | okt-97 |        | sep-99 | 01/02  |   | jun-97 | okt-97 | sep-99 | 01/02  |       |   |        |  |        |        |        |   | 01/02  |       |   |
| 25-Norrbottn      | feb-94    | jun-99      |                              |        |        |        |        |   |        |        | sep-97 |        |       |   |        |  |        |        |        |   |        |       |   |

## Resultat och diskussion

### Planterade granplantor

Inventeringen direkt efter plantering visade att antalet utsatta plantor i medeltal var något lägre i skärmarna än ute på hyggena (Fig 2). Dock var variationen mellan lokaler stor och skillnaden var därför inte signifikant (Tabell 6 och 7). Mellan de markberedda och omärkberedda delarna fanns inga märkbara skillnader i plantantal efter plantering.

Ett år efter plantering fanns inga skillnader i totalt antal levande plantor varken som en effekt av skärmställning eller som en effekt av markberedning (Fig 2). Däremot var antalet vitala plantor lägre för de omärkberedda delarna än för de markberedda och den skillnaden var statistiskt signifikant (Tabell 6). Skillnaden mellan markberedd och omärkberedda parceller var markant på hyggena medan det inte fanns någon tydlig effekt av markberedning inne i skärmarna (Fig 2).

Tre år efter plantering var det totala plantantalet lägre i omärkberedda parceller än i markberedda och lägre på hyggena än inne i skärmarna (Fig 2). Både effekten av markberedning och effekten av skärmställning var statistiskt signifikant (Tabell 6). Skillnaden mellan markberedda och omärkberedda parceller var större på hyggena än inne i skärmarna även om det också fanns en positiv markberedningseffekt inne i skärmarna.

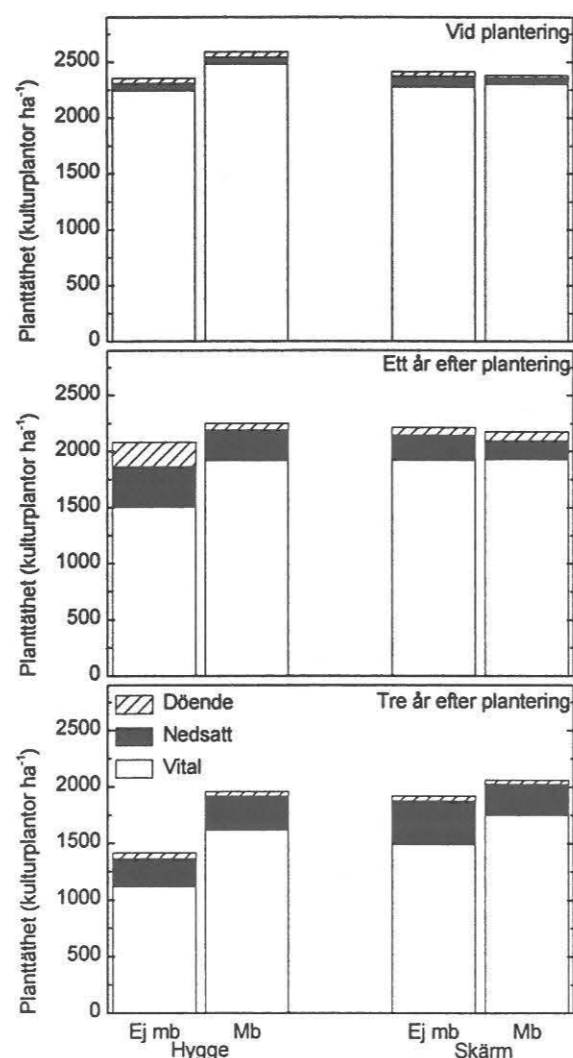
Om gränsen för godkänd föryngring sätts så lågt som 1100 plantor/hektar så var sex av de markberedda hyggena underkända tre år efter plantering (Tabell 7). Motsvarande siffror för markberedda hyggen, omärkberedda skärmar och markberedda skärmar var en, tre respektive noll lokaler.

Frekvensen överlevande plantor tre år efter plantering i de olika behandlingarna visar att sannolikheten att lyckas med föryngringsarbetet ökar om markberedning utförs före planteringen men också att skärmar är positivt för överlevnaden speciellt om markberedning inte kan utföras.

Markberedning minskar snytbaggesskadorna och reducerar konkurrensen från omgivande vegetation. Dessutom medför den ökade marktemperaturen i blottlagd mineraljord jämfört med orörd mark bättre rottillväxt och snabbare plantetablering och mins-

skad risk för torkskador mm under de första vegetationsperioderna efter plantering. Ytterligare en positiv effekt av markberedning kan vara att metoden underlättar planteringsarbetet. Det är lättare att åstadkomma en godkänd plantering med en stor del av rotsystemet i kontakt med mineraljorden om plantorna planteras efter markberedning än om de planteras i orörd mark.

Plantering under skärm medför bl.a. minskade skador av frost, snytbagge och vegetationskonkurrens. Effekten av markberedning på plantöverlevnaden var mindre under skärm än på hyggena vilket visar att både markberedning och skärm har positiv påverkan på plantöverlevnaden och att de i viss mån är



Figur 2. De planterade granplantornas frekvens (plantor ha<sup>-1</sup>) vid planteringen samt ett och tre vegetationsperioder efter plantering.

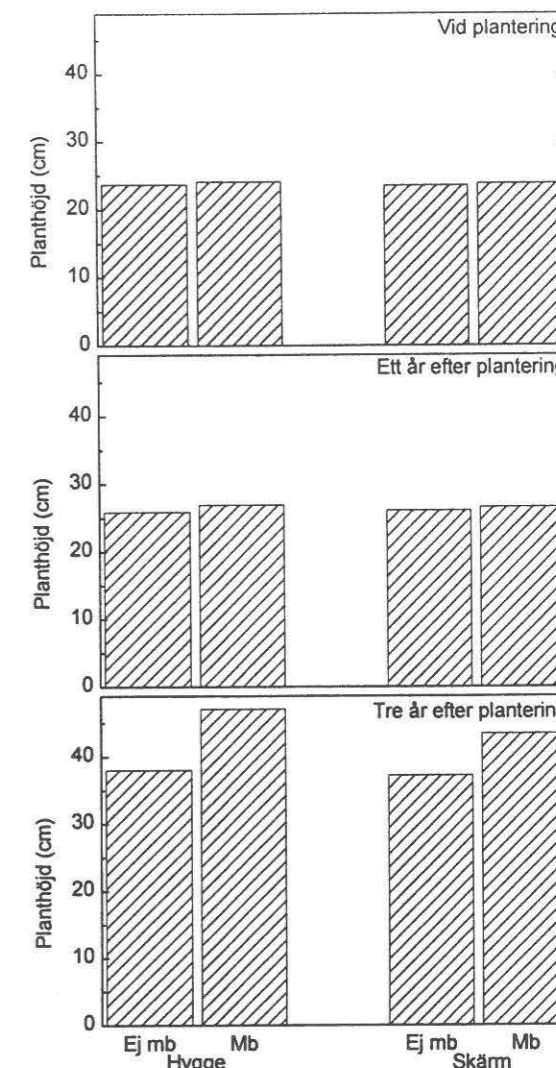
Tabell 6. Variansanalystabell för effekt av skärm och markberedning för frekvens kulturplantor, frekvens vitala kulturplantor, kulturplantornas höjd vid planteringen, ett år efter plantering och tre år efter plantering samt frekvens beståndsföryngring 0-2 och 3-5 år efter huggning..

|   | Skärm  | Markberedning | Skärm x markb. |
|---|--------|---------------|----------------|
| <i>Samtliga kulturplantor</i>                     |        |               |                |
| 0   | 0.4647 | 0.3239        | 0.1982         |
| 1   | 0.7005 | 0.2415        | 0.0668         |
| 3   | 0.0141 | 0.0001        | 0.0038         |
| <i>Vitala kulturplantor</i>                       |        |               |                |
| 0   | 0.5342 | 0.2003        | 0.3083         |
| 1   | 0.1031 | 0.0001        | 0.0002         |
| 3   | 0.0392 | 0.0001        | 0.0421         |
| <i>Höjd (kulturplantor)</i>                       |        |               |                |
| 0   | 0.4064 | 0.2762        | 0.9227         |
| 1   | 0.8044 | 0.0943        | 0.5527         |
| 3   | 0.0768 | 0.0001        | 0.0807         |
| <i>Beståndsföryngring (0-2 år efter huggning)</i> |        |               |                |
|   | 0.2796 | 0.0393        | 0.2706         |
| <i>Beståndsföryngring (3-5 år efter huggning)</i> |        |               |                |
|   | 0.1589 | 0.0898        | 0.9263         |

utbytbara. Dock var antalet godkända lokaler, något större där markberedning gjorts på hyggen jämfört med den i skärmar där markberedning ej utförts. Detta indikerar att säkerheten att lyckas är något större vid markberedning (enbart) än vid skärmställning (enbart).

Planthöjden var signifikant lägre i omärkberedda parceller än i markberedda parceller redan första året efter plantering medan skärmarna inte påverkade planthöjden negativt (Fig 3, Tabell 6). Det fanns heller ingen signifikant interaktion mellan skärm och markberedning, dvs markberedning var lika positivt både på hyggen och inne i skärmar (Fig 3, Tabell 6).

På åtta sydsvenska lokaler gjordes en kompletterande inventering av de planterade granplantorna där förutom höjd också rothalsdiameter och barrfärg registrerades. Den inventeringen visade liksom för hela materialet att planthöjden var positivt påverkad av markberedning medan skärm påverkade planthöjden i mindre utsträckning (Tabell 8). För rothalsdiametern gällde det omvända, markberedning påverkade rothalsdiametern positivt men effekten var inte statistiskt signifikant medan det fanns en negativ effekt av skärm på rothalsdiametern. Det är vanligt att höjdtillväxten prioriteras av plan-



Figur 3. De planterade granplantornas höjd vid planteringen samt en och tre vegetationsperioder efter plantering.

tor som är överskärnade. Plantans färg var inte signifikant påverkad av varken skärm eller markberedning även om det fanns en tendens till grönare plantor i de markberedda parcellerna jämfört med omärkberedda parceller. De kompletterande inventeringarna visade således att plantornas diametertillväxt påverkades mer än höjdtillväxten av konkurrens från en högskärm och att den totala tillväxten påverkades negativt av skärmställning medan markberedning förbättrade tillväxten.

### Beståndsföryngring

Antalet beståndsföryngrade plantor var högre på omärkberedda än på markberedda parceller (Fig 4). Dock var skillnaden endast signifikant 0-2 år efter avverkning eftersom variationen mellan olika lokaler var stor (Tabell 6 och 10). I medeltal fanns också ett högre antal beståndsföryngrade plantor



Tabell 7. De planterade granplantornas frekvens och höjd uppdelat på behandling, lokal och år efter plantering. För lokal 3:1 och lokal 5:1 anges andel planterade tallplantor. De övriga lokalerna planterades enbart med gran.

| Län:obj | Ålder | Plantantal |           |            |            | Höjd (cm) |       |       |      |
|---------|-------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-------|-------|------|
|         |       | Hygge      |           | Skärm      |            | Hygge     |       | Skärm |      |
|         |       | Ej mb      | Mb        | Ej mb      | Mb         | Ej mb     | Mb    | Ej mb | Mb   |
| 3:1     | 1     | 1740 (0)   | 2000 (48) | 2480 (0)   | 2180 (52)  | 23.6      | 28.22 | 24.4  | 26.9 |
| 3:1     | 3     | 1460 (0)   | 2500 (44) | 2280 (0)   | 1440 (40)  | 37.7      | 40.8  | 36.0  | 36.4 |
| 4:1     | 0     | 2240       | 2180      | 2440       | 2600       | 21.2      | 20.6  | 23.8  | 22.9 |
| 4:1     | 1     | 1600       | 2120      | 2280       | 2500       | 29.7      | 29.6  | 32.8  | 33.7 |
| 4:1     | 3     | 460        | 1800      | 2100       | 2440       | 45.6      | 56.5  | 51.1  | 57.5 |
| 5:1     | 3     | 2520 (0)   | 3600 (0)  | 3100 (100) | 3060 (100) | 51.7      | 47.5  | -     | -    |
| 6:1     | 0     | 1760       | 2360      | 1080       | 1740       | 31.1      | 32.5  | 31.9  | 31.0 |
| 6:1     | 1     | 1760       | 2360      | 1080       | 1740       | 33.9      | 38.0  | 35.0  | 33.5 |
| 6:1     | 3     | 1540       | 2320      | 840        | 1300       | 47.2      | 55.5  | 48.1  | 43.5 |
| 7:1     | 1     | 2620       | 2978      | 2960       | 2560       | 28.5      | 27.6  | 26.7  | 27.4 |
| 7:1     | 3     | 2600       | 2889      | 3100       | 2520       | 48.6      | 55.6  | 37.4  | 56.2 |
| 9:1     | 0     | 2480       | 2560      | 2360       | 2540       | 17.5      | 17.5  | 15.0  | 16.5 |
| 9:1     | 1     | 2400       | 2500      | 2260       | 2540       | 23.5      | 23.0  | 20.0  | 24.5 |
| 9:1     | 3     | 300        | 1060      | 1800       | 2460       | 19.0      | 19.5  | 30.0  | 34.5 |
| 10:1    | 0     | 2080       | 2940      | 2240       | 2356       | 20.5      | 22.0  | 21.5  | 22.8 |
| 10:1    | 1     | 1740       | 2400      | 1780       | 1956       | 26.0      | 26.0  | 25.5  | 26.1 |
| 10:1    | 3     | 1420       | 2040      | 1680       | 1860       | 43.5      | 52.5  | 37.0  | 41.5 |
| 11:1    | 0     | 2940       | 3100      | 2920       | 2740       | 43.0      | 41.0  | 39.4  | 42.0 |
| 11:1    | 3     | 2500       | 2740      | 2600       | 2500       | 53.5      | 57.5  | 55.0  | 57.5 |
| 14:1    | 0     | 2300       | 2180      | 2480       | 2280       | 29.5      | 30.0  | 30.0  | 29.5 |
| 14:1    | 1     | 1560       | 2000      | 1820       | 2040       | 34.0      | 35.0  | 35.0  | 35.0 |
| 14:1    | 3     | 1360       | 1960      | 1860       | 2040       | 53.5      | 69.5  | 58.5  | 69.5 |
| 15:1    | 0     | 2320       | 4000      | 2560       | 2420       | 38.5      | 37.5  | 36.5  | 37.5 |
| 15:1    | 1     | 2220       | 2600      | 2560       | 2380       | 44.5      | 43.0  | 42.0  | 44.5 |
| 15:1    | 3     | 2200       | 2520      | 2520       | 2380       | 57.0      | 65.5  | 57.5  | 65.0 |
| 16:1    | 0     | 1820       | 2240      | 1740       | 2880       | 20.6      | 20.5  | 20.5  | 21.5 |
| 16:1    | 3     | 920        | 1540      | 1480       | 2360       | 48.9      | 54.0  | 40.0  | 47.5 |
| 17:1    | 1     | 1680       | 2180      | 1680       | 2480       | 23.9      | 19.5  | 25.4  | 17.4 |
| 17:1    | 3     | 1440       | 1820      | 1200       | 2100       | 35.5      | 49.0  | 34.4  | 46.0 |
| 18:1    | 0     | 2220       | 2400      | 2520       | 2460       | 26.0      | 26.5  | 25.5  | 25.5 |
| 18:1    | 1     | 2220       | 2320      | 2460       | 2320       | 30.0      | 29.8  | 29.5  | 29.0 |
| 18:1    | 3     | 1440       | 1560      | 2400       | 2280       | 38.5      | 44.5  | 38.5  | 42.0 |
| 18:2    | 0     | 1980       | 2260      | 2840       | 2500       | 19.0      | 21.5  | 19.5  | 19.5 |
| 18:2    | 1     | 1580       | 2010      | 2600       | 2300       | 21.0      | 25.5  | 23.5  | 21.0 |
| 18:2    | 3     | 1460       | 1940      | 2500       | 2280       | 48.0      | 55.5  | 42.0  | 46.0 |
| 19:1    | 1     | 2280       | 1900      | 2020       | 2200       | 22.8      | 22.8  | 21.5  | 22.6 |
| 19:1    | 3     | 140        | 1520      | 460        | 1100       | 33.6      | 39.8  | 25.1  | 32.3 |
| 20:1    | 1     | 1540       | 1540      | 1740       | 1660       | 19.8      | 25.1  | 22.3  | 23.8 |
| 20:1    | 3     | 1240       | 1560      | 1540       | 1600       | 40.8      | 48.8  | 32.3  | 40.6 |
| 20:2    | 0     | 2578       | 2060      | 2480       | 2020       | 18.6      | 19.4  | 18.0  | 17.2 |
| 20:2    | 1     | 2578       | 2060      | 2480       | 2020       |           |       |       |      |
| 20:2    | 3     | 1320       | 1980      | 1920       | 2540       | 31.6      | 56.7  | 33.6  | 38.5 |
| 22:1    | 2     | 760        | 1300      | 1020       | 1220       | 21.9      | 20.5  | 18.1  | 14.2 |
| 23:1    | 1     | 2600       | 2360      | 2420       | 2320       | 18.0      | 18.0  | 18.0  | 18.5 |
| 23:1    | 3     | 2560       | 2340      | 2420       | 2340       | 23.5      | 27.0  | 23.5  | 28.0 |
| 23:2    | 1     | 1660       | 1900      | 2320       | 1680       | 21.0      | 22.2  | 24.0  | 20.6 |
| 23:2    | 3     | 1660       | 1900      | 2320       | 1680       | 23.0      | 25.0  | 24.5  | 23.3 |
| 24:1    | 0     | 3000       | 2640      | 2460       | 2600       | 10.0      | 10.0  | 10.0  | 10.0 |
| 24:1    | 1     | 2360       | 2360      | 2280       | 2480       | 14.5      | 19.5  | 15.0  | 19.5 |
| 24:1    | 3     | 1920       | 1940      | 2220       | 2400       | 32.0      | 42.0  | 31.0  | 41.8 |
| 24:2    | 0     | 2960       | 2800      | 3300       | 1860       | 15.0      | 15.0  | 15.0  | 15.0 |
| 24:2    | 1     | 2920       | 2600      | 2880       | 1800       | 23.0      | 26.5  | 21.0  | 28.5 |
| 24:2    | 3     | 1080       | 2440      | 2420       | 1800       | 15.5      | 47.5  | 25.8  | 42.2 |

under skärmarna än ute på hyggena men variationen mellan lokaler var stor och skillnaden var därför inte statistiskt signifikant. Det var meningen att de beståndsförnygrade plantorna skulle märkas ut med plastpinnar vid den första inventeringen. Detta har dock inte skett på samtliga lokaler vilket har gjort det svårt att särskilja beståndsförnygrade planter från naturlig förnyring. Därför har antalet beståndsförnygrade planter i vissa fall ökat med tiden efter skärmställning. Detta gör det också svårt att använda detta material för att undersöka effekter av markberedning och skärm på de beståndsförnygrade plantornas överlevnad och tillväxt. Slutsatsen att markberedning är negativ för beståndsförnygrade plantors överlevnad kan dock dras. Vill man utnyttja beståndsförnyring i det nya beståndet måste man alltså vara försiktig med markberedningen. I andra försök har man gjort iakttagelsen att beståndsförnygrade granar måste vara relativt höga (0.5-1 m) för att klara den plötsliga friställning som kalhuggning innebär, medan även mindre planter klarar sig under en skärm. Ett betydande problem om man vill utnyttja beståndsförnyring är de skador som ofta erhålls vid avverkningen.

Tabell 8. De planterade granplantornas frekvens, höjd, diameter, barrfärg samt stamvolym. Barrfärgen registrerades i en sju-gradig skala där ett var gröngrön och sju mörkgrön. Stamvolymen beräknades m.h.a. formeln för en kon. Data från åtta sydsvenska lokaler.

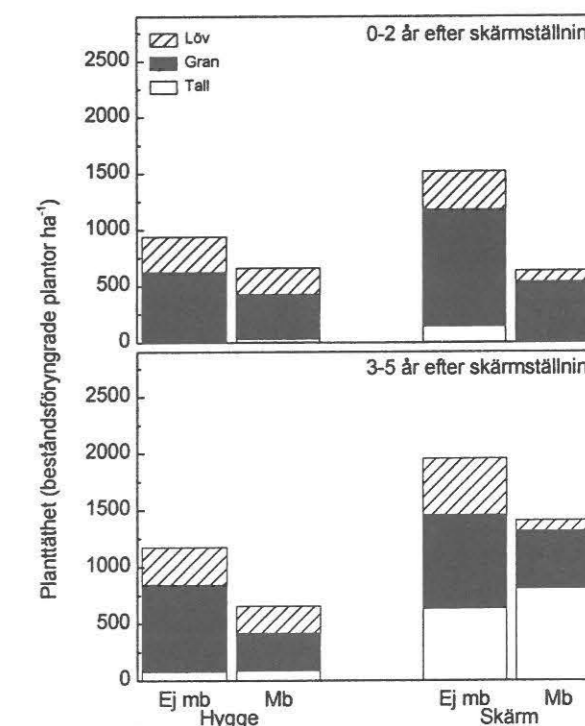
|   | Hygge |      | Skärm |      |
|---|-------|------|-------|------|
|   | Ej mb | Mb   | Ej mb | Mb   |
| Antal plantor                             | 1837  | 2214 | 1977  | 2157 |
| Höjd (cm)                                 | 55.9  | 60.7 | 47.5  | 54.0 |
| Diameter (mm)                             | 12.9  | 13.5 | 9.1   | 10.6 |
| Färg                                      | 4.2   | 4.3  | 4.1   | 4.4  |
| Volym (cm <sup>3</sup> )                  | 36.6  | 41.3 | 15.3  | 24.4 |
| Volym (dm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) | 58.6  | 87.2 | 28.3  | 50.6 |

Tabell 9. Variansanalystabell för effekt av skärm och markberedning på planterade granplantors frekvens, höjd, diameter, färg och volym. Data från åtta sydsvenska lokaler.

|   | Hygge | Mb    | Skärm x Mb |
|---|-------|-------|------------|
| Antal plantor                             | 0.820 | 0.056 | 0.460      |
| Höjd (cm)                                 | 0.090 | 0.010 | 0.640      |
| Diameter (mm)                             | 0.002 | 0.089 | 0.401      |
| Färg                                      | 0.770 | 0.085 | 0.300      |
| Volym (cm <sup>3</sup> )                  | 0.015 | 0.184 | 0.662      |
| Volym (dm <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) | 0.029 | 0.021 | 0.747      |

### Naturlig förnyring

I huvudförsöket skall naturlig förnyring inte registreras förrän fem år efter plantering. Det är endast ett fåtal lokaler som har nått dit och resultat från registreringen av den naturliga förnyringen ges därför inte här. Dock har en kompletterande inventering av naturlig förnyring på åtta sydliga lokaler gjorts. Resultat från denna inventering visade att antalet naturligt förnygrade tällor var positivt påverkade av både markberedning och skärm medan varken antalet granar eller björkar var signifikant påverkade av behandlingarna (Fig. 5). Däremot fanns en signifikant interaktion mellan skärm och markberedning för antalet naturligt förnygrade björkar. Inne i skärmarna var björkförnyringen betydligt bättre i de markerade delarna medan det omvända gällde för hyggena. Att naturlig förnyring av tall påverkas positivt av markberedning är känt sedan tidigare. De små plantornas groning och överlevnad förbättras dramatiskt om fröet hamnar i bar mineraljord jämfört med om det hamnar i orörd mark. Det finns många orsaker till detta men minskad predation samt minskade insekts-, frost- och torkskador är några viktiga faktorer. Dessutom minskar konkurrensen från omgivande hyggesvegetation om plantan groer i mineraljord. Skärmens



Figur 4. Frekvens beståndsförnygrade tall, gran och lövplantor 0-2 och 3-5 år efter avverkning.



Tabell 10. Frekvens beståndsförnyring uppdelat på behandling, trädslag, lokal samt år efter avverkning.

| Län:Obj | Skärm<br>ålder | Hygge, omarkerett |      |      |      | Hygge, markerett |      |      |      | Skärm, omarkerett |      |      |      | Skärm, markerett |      |     |       |
|---------|----------------|-------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------------------|------|-----|-------|
|         |                | Tall              | Gran | Löv  | Sum  | Tall             | Gran | Löv  | Sum  | Tall              | Gran | Löv  | Sum  | Tall             | Gran | Löv | Sum   |
| 3:1     | 1              | 200               | 200  | 1900 | 2300 | 100              | 100  | 1600 | 1800 | 0                 | 0    | 2200 | 2200 | 100              | 400  | 800 | 1300  |
| 3:1     | 5              | 100               | 200  | 1300 | 1600 | 100              | 0    | 1300 | 1400 | 0                 | 0    | 2100 | 2100 | 0                | 100  | 600 | 700   |
| 4:1     | 1              | 0                 | 800  | 0    | 800  | 200              | 3200 | 200  | 3600 | 0                 | 1600 | 300  | 1900 | 0                | 2100 | 100 | 2200  |
| 4:1     | 4              | 0                 | 200  | 0    | 200  | 0                | 300  | 200  | 500  | 0                 | 900  | 0    | 900  | 0                | 600  | 0   | 600   |
| 5:1     | 1              | 0                 | 700  | 400  | 1100 | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 300  | 300  | 0                | 300  | 400 | 700   |
| 5:1     | 4              | 300               | 2900 | 0    | 3200 | 0                | 0    | 200  | 200  | 7300              | 1500 | 1000 | 9800 | 6600             | 200  | 300 | 7100  |
| 6:1     | 1              | 100               | 500  | 0    | 600  | 200              | 700  | 0    | 900  | 1600              | 4100 | 1000 | 6700 | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 6:1     | 3              | 100               | 700  | 0    | 800  | 200              | 1100 | 800  | 2100 | 200               | 3200 | 2200 | 5600 | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 7:1     | 2              | 0                 | 200  | 0    | 200  | 0                | 222  | 444  | 666  | 200               | 500  | 0    | 700  | 0                | 400  | 0   | 400   |
| 7:1     | 4              | 500               | 200  | 500  | 1200 | 1000             | 1333 | 222  | 2555 | 4100              | 1500 | 700  | 6300 | 8500             | 2300 | 500 | 11300 |
| 9:1     | 1              | 0                 | 100  | 0    | 100  | 0                | 0    | 0    | 0    | 100               | 1400 | 0    | 1500 | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 9:1     | 4              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 100               | 1100 | 0    | 1200 | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 10:1    | 1              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 600  | 0    | 600  | 100               | 300  | 0    | 400  | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 10:1    | 4              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 1500 | 0    | 1500 | 100               | 300  | 0    | 400  | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 11:1    | 0              | 0                 | 3600 | 600  | 4200 | 0                | 500  | 0    | 500  | 0                 | 2100 | 1200 | 3300 | 0                | 1100 | 200 | 1300  |
| 11:1    | 3              | 0                 | 1100 | 100  | 1200 | 0                | 100  | 0    | 100  | 0                 | 2000 | 1200 | 3200 | 0                | 600  | 100 | 700   |
| 14:1    | 1              | 0                 | 0    | 200  | 200  | 0                | 300  | 200  | 500  | 0                 | 0    | 0    | 0    | 100              | 0    | 0   | 100   |
| 14:1    | 4              | 0                 | 0    | 200  | 200  | 0                | 0    | 200  | 200  | 0                 | 0    | 0    | 0    | 100              | 0    | 0   | 100   |
| 15:1    | 1              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 600  | 0    | 600  | 0                 | 500  | 0    | 500  | 100              | 2100 | 0   | 2200  |
| 15:1    | 4              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 100  | 0    | 100  | 100               | 300  | 0    | 400  | 100              | 1400 | 0   | 1500  |
| 16:1    | 1              | 0                 | 3750 | 1500 | 5250 | 0                | 300  | 250  | 550  | 0                 | 450  | 500  | 950  | 0                | 300  | 150 | 450   |
| 16:1    | 4              | 0                 | 3900 | 1900 | 5800 | 0                | 300  | 500  | 800  | 0                 | 700  | 800  | 1500 | 0                | 600  | 300 | 900   |
| 17:1    | 2              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 200  | 0    | 200  | 0                 | 1100 | 0    | 1100 | 0                | 400  | 0   | 400   |
| 17:1    | 4              | 0                 | 200  | 0    | 200  | 200              | 900  | 0    | 1100 | 100               | 1100 | 0    | 1200 | 100              | 1400 | 0   | 1500  |
| 18:1    | 1              | 100               | 0    | 0    | 100  | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 300  | 0    | 300  | 0                | 600  | 0   | 600   |
| 18:1    | 4              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 300  | 0    | 300  | 0                | 300  | 0   | 300   |
| 18:2    | 1              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 18:2    | 2              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 18:2    | 4              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 19:1    | 2              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 19:1    | 4              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 20:1    | 1              | 0                 | 100  | 0    | 100  | 0                | 500  | 700  | 1200 | 800               | 5400 | 0    | 6200 | 0                | 1400 | 100 | 1500  |
| 20:2    | 1              | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 22:1    | 4              | 0                 | 3400 | 100  | 3500 | 0                | 0    | 200  | 200  | 0                 | 100  | 0    | 100  | 0                | 300  | 0   | 300   |
| 23:1    | 2              | 0                 | 100  | 0    | 100  | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 700  | 0    | 700  | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 23:1    | 4              | 0                 | 100  | 0    | 100  | 0                | 0    | 0    | 0    | 0                 | 600  | 0    | 600  | 0                | 0    | 0   | 0     |
| 23:2    | 1              | 0                 | 1200 | 0    | 1200 | 0                | 200  | 600  | 800  | 0                 | 800  | 300  | 1100 | 0                | 100  | 0   | 100   |
| 23:2    | 3              | 0                 | 1200 | 0    | 1200 | 0                | 200  | 600  | 800  | 0                 | 800  | 300  | 1100 | 0                | 100  | 0   | 100   |
| 24:1    | 2              | 0                 | 500  | 400  | 900  | 0                | 100  | 800  | 900  | 0                 | 400  | 200  | 600  | 0                | 100  | 300 | 400   |
| 24:1    | 5              | 0                 | 500  | 400  | 900  | 0                | 100  | 400  | 500  | 0                 | 200  | 300  | 500  | 0                | 100  | 0   | 100   |
| 24:2    | 2              | 0                 | 300  | 1400 | 1700 | 200              | 300  | 0    | 500  | 100               | 1000 | 900  | 2000 | 0                | 1100 | 0   | 1100  |
| 24:2    | 5              | 0                 | 300  | 1500 | 1800 | 200              | 300  | 0    | 500  | 100               | 1000 | 900  | 2000 | 0                | 1600 | 0   | 1600  |

effekter är dels att förse marken med frö men den skyddar också de små plantorna. En sista effekt av skärmen är att mineraljorden hålls öppen under längre tid i en skärm så kommande års fröfall ges förbättrade möjligheter till groningen och överlevnad. Att den naturliga förnyringen av björk var negativt påverkad av markberedning ute på hyggena är däremot svårklarligt och stämmer ej med tidigare observationer. Det anses allmänt att markberedning

är en förutsättning för groningen och överlevnad för björk på friska marker. En förklaring till resultatet i denna studie kan vara att markberedningen förstörde björkgroddplantor som hade etablerats direkt efter avverkningen. Antalet naturligt förnygrade granplantor påverkades inte av någon av behandlingarna. Detta måste dock ses utifrån det faktum att mycket lite granar etablerades över huvud taget.

### Blåbärsförekomst och artdiversitet

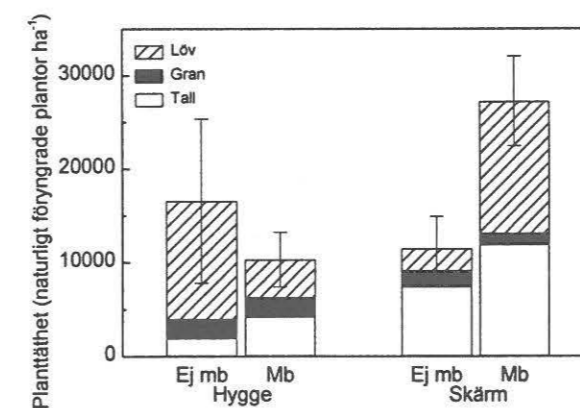
I medeltal skördades 238 kg ha<sup>-1</sup> blåbärsris i skärmarna och 111 kg ha<sup>-1</sup> på hyggena och den uppmätta skillnaden var signifikant. Markberedning minskade mängden blåbärsris och minskningen var större i skärmarna än ute på hyggena. Bär-förekomsten var mycket liten ute på hyggena (0.1 bär m<sup>-2</sup>) medan det i skärmarna fanns 3.2 bär m<sup>-2</sup>. Sett till hela materialet var 87% av provytorna med blåbärsris betade och de ytor som inte var betade låg oftast dolda under hyggesavfall eller mer dominerade vegetation.

Största artdiversiteten fanns i försöksledet hygge+markberedning medan skärm utan markberedning hade den lägsta. Mängden blåbärsris, ängskovall och linnea gynnades av skärm, medan korsört, hallon och starr gynnades av hygge.

### Läckage av kväve.

Halten av nitrat och ammonium i markvatten på 50 cm djup var avsevärt lägre i skärmarna än ute på hyggen (Tabell 11). Markberedning höjde halterna i genomsnitt men jämfört med effekten av skärm så

var markberedningseffekten liten. Skärmar tycks alltså till stor del förhindra läckaget av kväve. En möjlig orsak till detta kan vara att skogstillväxten på de studerade lokalerna var kvävebegränsad och att skärmträden hade förmågan att ta upp kvävet som mineraliserades. Dessutom är troligen mineraliseringen av kväve mindre under skärm än på ett hygge. Det är dock osäkert vad som händer när skärmarna avvecklas. Ett möjligt scenario är att läckaget då ökar. Ett annat scenario är att fältvegetation och plantor kan ta hand om "överskottet" av kväve vid skärmavvecklingen så att stora läckage kan undvikas. Att markberedning inte påverkade halten av nitrat och ammonium i markvattnet mer var oväntat men stämmer med ett antal undersökningar vid likartade markförhållanden. Det är känt att näringsomsättningen ökar i tältor som läggs upp vid markberedning. En orsak att kväveläckaget inte ökade nämnvärt kan vara att en stor del av vattenflödet går genom bar mineraljord där kvävehalterna är låga. Summan av högre läckage i tiltan och lägre läckage i bar mineraljord kan då bli ett i stort sett oförändrat läckage sett på hela arealen.



Figur 5. Frekvens naturligt förnygrade tall, gran och björkplantor. I figuren anges en standardavvikelse för summa frekvens. Data från åtta sydsvenska skärmar.

Tabell 11. Kvävehalt (mg l<sup>-1</sup>) i markvatten från 50 cm djup. Data från tre lokaler under perioden juni 1996 till april 1999

|                    | Hygge |       | Skärm |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
|                    | Ej mb | Mb    | Ej mb | Mb    |
| NO <sub>3</sub> -N | 0.768 | 0.986 | 0.009 | 0.030 |
| NH <sub>4</sub> -N | 0.091 | 0.052 | 0.006 | 0.005 |
| Summa              | 0.859 | 1.037 | 0.015 | 0.035 |