

**Plantering av gran (*Picea abies*) på kalhyggen
och självföryngring under högskärmar av björk
(*Betula pendula* och *Betula pubescens*) –
föryngringsresultat 7-10 år efter avverkning**

Planting of Norway spruce (*Picea abies*) in clearcuts and natural regeneration in birch shelterwoods (*Betula pendula* och *Betula pubescens*) – regeneration results after 7–10 years



Lars Johansson

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Följande examensarbete är utfört vid institutionen för skogens ekologi och skötsel vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Examensarbetet omfattar 30 högskolepoäng (efter bologna-modellen) och har genomförts på uppdrag av Skogsstyrelsen.

Jag vill lämna ett stort tack till min handledare Björn Hånell vid SLU, samt Clas Fries och Svante Larsson på skogsstyrelsen som har varit till mycket stor hjälp under arbetets gång. Jag vill även tacka min flickvän Annelie som assisterat mig under fältarbetet och tackar även alla andra som har hjälpt mig och gjort examensarbetet möjligt.

Umeå den 25:e mars 2008

Lars Johansson

Sammanfattning

Föryngringsmetoden naturlig föryngring av gran (*Picea abies L. Karst*) under högskärm av björk (*Betula pendula Roth. & Betula pubescens*) har till syfte att skapa en god föryngring och skydda plantorna från högt grundvattenstånd, frostsador och gräskonkurrens under sina första levnadsår.

Syftet med denna undersökning har varit att ta reda på och redovisa hur (i) skärmens och ståndortens egenskaper påverkar föryngringsresultatet vid användning av naturlig föryngring av gran under högskärm av björk, och (ii) jämföra dessa resultat med bestånd där plantering av gran efter markberedning har utförts på kalhygge.

Totalt har 17 hyggen inventerats varav 15 stycken med självföryngring under högskärm av björk och två med markberedning och plantering av gran som föryngringsmetod. Bestånden var 7-10 år gamla och belägna i östra Norrbottens kustregion. I varje bestånd taxerades antalet huvudplantor av olika trädslag och höjden av de högsta granhuvudplantorna. För varje bestånd noterades även skärmens och ståndortens egenskaper och varje bestånd uppdelades i vegetations- och fuktighetsklasser.

Skärmarna hade i genomsnitt 188 skärmträd och 1587 huvudplantor per hektar men variationen var stor mellan bestånden. Av granhuvudplantorna var 47 % nyföryngrade och 53 % beståndsföryngrade. Bestånd med ristyper och grästyper på frisk mark hade lägre antal huvudplantor och större andel nollytor än vegetationsklasserna starr/fräkentyp och grästyper på fuktig mark. Föryngringsresultatet var sämre för bestånd med jordarter som dominerades av grövre jordar än för bestånd med finare jordar men ingen statistisk säker olikhet kunde fastställas mellan de olika grovlekarna på jordarna. Antalet huvudplantor i bestånden var lägre när antalet skärmträd blev fler men sambandet var mycket svagt och kunde inte statistiskt säkras. Även skärmens höjd och grundyta hade liten inverkan på föryngringsresultatet och uppvisade mycket svaga samband, inte heller detta kunde statistiskt säkerställas. Höjden av högsta granhuvudplantorna var genomgående högre för granhuvudplantor på kalhygge där markberedning och plantering utförts än för självföryngrade plantor i bestånd med skärm, men inget statistiskt säkert resultat kunde ges. På frisk mark med ristyp var antalet huvudplantor högre med markberedning och plantering än med skärm, inte heller detta kunde statistiskt säkerställas.

Den stora andelen beståndsföryngrade granplantor antyder att en kontroll av hur mycket beståndsföryngrade plantor det finns bör göras innan skärnhuggning utförs. Ett lågt antal plantor i en sådan kontroll indikerar att det är troligt att användning av naturlig föryngring under högskärm av björk ger dåligt föryngringsresultat. De klart bättre föryngringsresultaten på fuktig mark i jämförelse med frisk mark indikerar att frisk mark lämpar sig dåligt vid användning av högskärm av björk. Föryngringsresultaten i bestånd med ristyp på frisk mark och där markberedning och plantering utförts var bättre än i bestånd med björkskärmar med samma

markfuktighet och vegetationstyp, detta tyder på att markberedning och plantering är en bättre metod att använda sig av på sådana ståndorter

Summary

The aims of the silvicultural method natural regeneration of spruce (*Picea abies* L. Karst) in birch (*Betula pendula* and *pubescens*) shelterwoods are to establish a new stand of tree seedlings and to protect those from high groundwater levels, frost damages and grass competition during its first life years.

The aim of this work has been to (i) describe how shelterwood and stand characteristics influence the results from using natural regeneration of spruce protected by a shelterwood of birch, and to (ii) compare those regeneration results with planting of spruce after soil scarification in clear-cut areas.

Totally 17 harvesting sites have been inventoried and 15 of those included natural regeneration in birch shelterwoods, and two were subjects to soil scarification and planting of spruce. The sites represented 7-10 year old final cuts and are located in the coastal (eastern) region of the province of Norrbotten in Sweden. In all areas shelterwood and stand characteristics, as well as the number of main crop seedlings and the height of the highest main crop spruce seedling, were estimated and registered in all areas. Furthermore, each site was divided into vegetation and soil humidity classes.

The average number of shelter trees and main crop seedlings were 188 and 1587 per hectare, respectively, but the variation was large. About half (53 %) of the main crop spruce seedlings had been regenerated before the shelterwood cut, and half (47 %) after cut. In parts of the stands that were dominated by *Vaccinium*-dwarf-shrub vegetation and broadleaved and narrow-leaved grasses on mesic ground, the numbers of main crop seedlings were lower and the proportion of surfaces empty from seedlings was larger than in those parts of the stands where the vegetation was characterized by *Carex* and *Equisetum* species (Sedge/Horsetail-types) and by grass species on moist soils. The regeneration result was not as good in stands on coarse grained soils as in stands on fine grained soils, but this difference was not statistically significant. The numbers of main crop seedlings were lower in denser shelterwoods but the correlation between the number of main crop seedlings and number of shelter trees was very weak and had not significance. Also shelter tree height and basal area had little effect on the regeneration results. The height of the highest main crop spruce seedling was consistently greater on clear-cuts where soil scarification and planting had been done, than among natural regenerated seedlings in birch shelterwoods, but the difference was not significant. The numbers of main crop seedlings were considerably higher in stands that had mesic soil, were dominated by dwarf-shrub vegetation or grasses and were scarified and planted than in stands with birch shelterwoods with the same stand characteristics, but this state could not be statistically secured.

The large proportion advance growth spruce seedlings indicate that an inventory of these seedlings should be done before shelterwood cutting. A low number of advanced growth seedlings in such an inventory indicate that it is a large risk for unsatisfactory regeneration. The clearly better regeneration results on moist soils, compared to mesic soils, indicate that

the later are unsuitable for using natural regeneration with birch shelter trees. The regeneration results in stands that was dominated by dwarf-shrub vegetation and had mesic soils, and were scarificated and planted was better than in stands with birch shelterwood with the same stand characteristics, this result suggests that scarification and planting is a better method to use in sites with these stand characteristics.

Innehållsförteckning

Förord.....	2
Sammanfattning	3
Summary	5
1 Inledning.....	9
1.1 Bakgrund	9
1.1.1 Skärmeffekter och påverkan på underliggande föryngring.....	9
1.1.2 Beståndsföryngrade plantors förutsättningar.....	11
1.1.3 Markberedning och plantering – en alternativ metod.....	11
1.2 Syfte	12
2 Material och metod.....	14
2.1 Objektivurval.....	14
2.1.1 Urval av Björkskärmar	14
2.1.2 Urval av markberedda hyggen planterade med gran	16
2.2 Insamling av beståndsdata.....	16
2.3 Noteringar i bestånden.....	18
2.4 Skattning av skärmens beskaffenhet	18
2.5 Provyteutläggning vid återväxttaxering	18
2.6 Registreringar på provytorna.....	19
2.6.1 Bedömning av huvudplantor	19
2.7 Beräkningar	20
2.7.1 Klassindelning	20
2.7.2 Statistiska beräkningar	20
2.8 Redigeringar i data	21
3 Resultat.....	22
3.1 Inventerade ståndorter.	22
3.2 Föryngringsresultat.....	23
3.2.1 Antal huvudplantor.....	23
3.2.2 Andel nollytor.....	23
3.3 Effekter av ståndortstyp.....	24
3.3.1 Vegetationstyp och markfuktighet	24
3.3.2 Jordart.....	26
3.4 Jämförelse mellan plantering och skärm	27

3.4.1	Antal huvudplantor.....	27
3.4.2	Granplantornas höjd.....	27
3.5	Effekter av skärmens beskaffenhet.....	28
3.5.1	Antalet skärmträd.....	28
3.5.2	Grundyta.....	28
3.5.3	Höjd.....	30
4	Diskussion.....	31
4.1	Föryngringsresultat.....	31
4.1.1	Markfuktighet.....	31
4.2	Tillämpning.....	31
4.3	Markberedning och plantering som en alternativ metod.....	31
4.4	Kritik och förslag till fortsatta studier.....	32
4.4.1	Ekonomiska aspekter.....	33
4.4.2	Besåningens problematik och påverkan på föryngringsresultatet.....	33
5	Referenser.....	35
	Bilaga 1.....	38
	Bilaga 2.....	40

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Skogsskötselmetoden naturlig föryngring av gran (*Picea abies L. Karst*) under högskärm av björk (*Betula pendula & pubescens*) har till syfte att skapa en god föryngring och skydda plantorna från högt grundvattenstånd, frostsador och gräskonkurrens under sina första levnadsår. Metoden används framförallt i östra delen av Norrbotten, där den avverkningsanmälda arealen uppgår till 487 ha årligen vilket motsvarar 10,1 % av den totalt avverkningsanmälda arealen inom regionen (genomsnitt åren 2001-2006 för Haparanda, Kalix, Luleå, Övertorneå och Övertorneå kommuner). Den vid avverkningsanmälan registrerade föryngringsmetoden och hyggesarealen stämmer inte alltid överens med den faktiskt utförda varvid siffrorna ovan bör granskas med viss aktsamhet.

En utbredd uppfattning bland personal på Skogsstyrelsen i Norrbotten är att föryngringsresultatet under högskärmar av björk varierar mycket mellan olika bestånd. Ibland ger metoden mycket lyckade föryngringsresultat medan återväxten andra gånger inte lyckas alls. Den främsta orsaken till misslyckade föryngringar tros bero på att metoden används på fel ståndorter (Muntl. kom. Larsson, 2007). Dåliga föryngringsresultat medför att virkesproduktionen blir låg i framtiden (Elfving, 1985).

Idag finns stora kunskapsluckor om hur och när den här typen av skärmträdsställning bör användas. Skogsstyrelsen som har tagit initiativ till detta examensarbete tycker därför att en kartläggning av de bakomliggande faktorerna för föryngringsresultatet vore av stor nytta. Nyttan ligger i att man efter en sådan kartläggning i framtiden kan ge bättre rådgivning om var och hur metoden ska tillämpas (Muntl. kom. Larsson, 2007).

1.1.1 Skärmeffekter och påverkan på underliggande föryngring.

Skärmar påverkar flera abiotiska faktorer såsom vind (Odin, 1995; Ottosson Löfvenius, 1993), temperatur (Ottosson Löfvenius, 1993) och strålning (Perttu, 1974; Ottosson Löfvenius, 1993; Lundmark, 1986).

Hagner (1962) fann betydligt färre frostsador hos plantor under granskärm än hos plantor på ett intilliggande kalhygge. Under klara och vindstilla sommarnätter kan temperaturen på plan mark och i svackor sjunka till temperaturer långt under minusstrecket. En skärm inverkar på temperaturen och kan dämpa dessa temperaturfall (Lundmark, 1986). Bland annat ökar minimitemperaturen nära marken och de dagliga temperaturfluktuationerna blir mindre i jämförelse med ett kalhygge. Denna skärmeffekt blir större då man har många och högra skärmträd (Ottosson Löfvenius, 1993). Skärmträdens morfologi har också betydelse för skärmens temperaturhöjande effekt. I lågskärmar av björk (2-4 meter) där skärmen röjts så att skärmträden fått vida väl utvecklade kronor fås bättre skärmeffekt än i lågskärmar med klena kronor (Odin, et. al. 1984). Den temperaturpåverkan som skärmen ger beror på att skärmträden under natten strålar värme som lagrats under dagen samtidigt som skärmträden även reflekterar den lång-

vågiga strålningen från marken och markvegetationen (Odin, 1985). Denna temperatureffekt är störst nära markytan men avtar med höjden ovan markytan. Två meter över marken är minimitemperaturen i en skärm ofta ungefär densamma som på ett kalhygge (Lundmark, 1988).

Barrträdsplantor som blir utsatta för frostsador blir stressade, vilket kan påverka dess tillväxt och morfologi (Lundmark, 1996). För tall och gran uppkommer skadliga temperaturer först när temperaturen sjunker under 3-5 minusgrader eftersom det då bildas iskristaller som skadar den fotosyntesiska vävnaden i barren (Bauer et.al 1975). Temperaturer under noll grader behöver alltså inte nödvändigtvis ge upphov till skador på barrträden (Christersson & von Fircks, 1984).

Frostskadorna på barrträd är dock inte bara beroende av de temperaturer som de utsätts för. Det har nämligen visat sig att frostsadorna blir mer betydande då barrplantorna utsätts för stark kortvågig strålning dagen efter att plantan utsatts för en frostnatt (Lundmark & Hällgren, 1987). Skärmen kan därmed ha positiv inverkan både i form av den temperaturpåverkan och den skugga som ges. Skärmens täthet har effekt på hur mycket skugga skärmen ger. En 20 meter hög tallskärm med 43 stammar per hektar släpper exempelvis igenom 82 % av den inkommande strålningen medan en skärm med 138 skärmträd per hektar endast släpper igenom 57 % av den inkommande strålningen (Ottosson Lövvenius, 1993).

Skärmen har genom sin skuggning av marken också betydelse för mängden vegetation på hygget. Täta skärmar ger mindre vegetationstillväxt än glesa skärmar. Tät gräsvegetation ökar risken för frost eftersom gräset skuggar marken vilket leder till att marktemperaturen blir låg (Sennblad, 1995a och Lundmark, 1988). Marktemperaturen påverkar också plantornas rottillväxt och en låg marktemperatur innebär att tillväxten i rötterna blir låg (Lundmark, 1988). Gräsvegetationen kan även medföra trängselkonkurrens mellan gräs och plantor (Lundmark, 1988) och därmed påverka plantornas tillväxt (Hannerz och Gemmel, 1994).

Enligt Bergqvist (1999) medför en högskärm av björk att det underliggande plantskiktet får produktionsförluster i jämförelse med plantor utan skärm. Produktionsförlusterna beror troligtvis på den reducerade instrålningen till det underliggande skiktet som därmed påverkar dess tillväxt. Den totala produktionen blir däremot högre i bestånd med naturlig förnygring under högskärm av björk än i naturligt uppkomna granbestånd utan skärm (Bergqvist, 1999).

Vindhastigheten i en sluten barrskog kan vara 40 % av vindhastigheten på ett kalhygge (Odin, 1985). Någon motsvarande jämförelse finns inte för högskärmar men enligt Ottosson Lövvenius (Muntl. kom. 2007) kan det antas att täta skärmar har lägre vindstyrkan än glesa skärmar. Glesa högskärmar av tall skapar också turbulens i luften under klara och vindstilla sommarnätter (Ottosson Lövvenius, 1993). Denna turbulens rör om luftmassorna så att varmare luft i högre luftlager blandas med kall luft närmast marken vilket resulterar i ökad nattlig minimitemperaturen i jämförelse med ett kalhygge. På grund av tallars och björkars någorlunda likartade morfologi kan det antas att sådan turbulens förmodligen även skapas i glesa

björkskärmar och även där bidrar till att höja minimitemperaturen nattetid (muntl. kom. Ottosson Lövvenius, 2007).

Kalhuggning av ett barrskogsbestånd innebär att grundvattennivån höjs. Denna höjning kan innebära att bestånd med fuktig mark försumpas och att plantorna får försämrade livsförutsättningar på grund av minskad markgenomluftning (Lundin, 1979). Med en skärm kan försumpningseffekten undvikas eller minskas eftersom skärmträdens transpiration och interception bidrar till markens dränering (Lundmark, 1988).

1.1.2 Beståndsförnygrade plantors förutsättningar

Nyförygrade plantor avser plantor som etablerats efter skärmhuggning och beståndsförnygrade plantor sådana plantor som uppkommit innan skärmhuggning. Förnygringen under högskärmar av björk etableras både från beståndsförnygrade och från nyförygrade granplantor. Innan skärmhuggning tas därför ofta hänsyn till hur mycket beståndsförnygrade granplantor det finns när man bestämmer ståndortens lämplighet för metoden (muntl. kom. Persson, 2007). Enligt Hagner (1962) har utgångsbeståndets täthet betydelse för antalet beståndsförnygrade granplantor som etableras. I glesa bestånd fås ofta fler sådana plantor än i täta bestånd (Hagner 1962).

Men har de beståndsförnygrade granplantorna verkligen förutsättningar att utvecklas väl efter frisällning? Svaret är både ja och nej. På fattiga och torra marker har beståndsförnygrade granplantor stora svårigheter att utvecklas till välvuxna beståndsbildande individer. Är marken däremot fuktig och av bördigare typ finns goda förutsättningar för att plantorna ska utvecklas väl (Andersson, 1988).

1.1.3 Markberedning och plantering – en alternativ metod

Markberedning följt av plantering är en alternativ metod till självförnygring under högskärm av björk. Den kanske viktigaste fördelen med att använda markberedning och plantering är den ökade planttillväxten som kan fås genom ökad luckerhet i jorden, förbättrade vattenförhållanden (Lundmark, 1988), användning av förädlat plantmaterial (Karlsson, 2006), ökad näringsfrigörelse och minskad vegetationskonkurrens (Lundmark, 1988; Lammi 2006).

På fuktiga ståndorter eller ståndorter som kan få högt grundvatten efter slutavverkning bör man använda sig av högläggning eller djup harvning gärna i kombination med skyddsdikning. Plantering bör sedan ske i högarna eller upphöjda planteringspunkter för att därigenom minska risken för att plantorna får syrebrist på grund av vattenmättad jord. På friska marker fungerar både högläggning och harvning bra (Lundmark, 1988).

Markberedningen har flera positiva effekter jämfört med plantor som växer i ett obrutet moss- och vegetationstäck, bland annat kan markberedningen ge ökad överlevnad hos plantorna, förbättrad tillväxt, ökad dränering, och minskad konkurrens från vegetation (Lundmark, 1988, Lammi 2006). Markberedning minskar också frostrisken hos plantorna som växer i markberedningsfläckarna. Detta beror på att mineraljorden har bättre värmelagrings- och värmeled-

ningsförmåga och därmed kan hålla högre minimitemperatur under klara och kalla sommar-
nätter. Effekten förstärks då plantorna är planterade på upphöjda högar eftersom de då kom-
mer i varmare luftlager än nedanför högarna (Odin H, 1985).

En annan fördel med markberedning och plantering kontra självföryngring är att det går att
använda sig av skogsplantor som kommer från genetiskt förädlad plantagematerial. Dessa
plantor genererar en högre tillväxt och har bättre kvalitetsegenskaper än självföryngrade plan-
tor (Karlsson, 2006).

Till de negativa konsekvenserna av markberedning hör att beståndsföryngrade plantor riskerar
att dödas och att det finns viss risk för näringsförluster på grund av erosion och urlakning. På
finjordrik mark ökar också risken för uppfrysning hos plantorna vid markberedning i jämfö-
relse med plantering utan markberedning. Utöver detta tillkommer också att markberedning
kan vara mindre bra ur estetisk synvinkel och att det finns risk för att förstöra fornlämningar
(Lammi, 2006)

En stor ekonomisk fördel med att använda sig av naturlig föryngring under högskärm av björk
istället för markberedning och plantering på kalhygge är den lägre föryngringskostnaden som
fås i och med att föryngringen inte belastas av några kostnader för markberedning och plan-
tering. När skärmen ska avvecklas tillkommer dock kostnader för maskintransporter och
huggning.

Risken för att misslyckas med naturlig föryngring under skärm är dock stor och kan leda till
ökade kostnader jämfört med markberedning och plantering. Bland annat kan dåliga föryn-
gringsresultat, avgångar i samband med avverkning av skärmen och stormfällningar resultera i
ökade oförutsedda kostnader (Hannerz & Gemmel, 1994).

Vid avverkning av skärmen åstadkoms även skador och avgångar på föryngringen. Ungefär
en tredjedel av plantorna dör om man använder sig av engrepps- eller tvågreppsskördare vid
avverkning av en granskärm med mellan 190-255 stammar per hektar (Glöde, 2001). På
grund av avgångar och skador är det därför viktigt att ha en god föryngring när avverkning av
skärmen sker. Skadorna på föryngringen kan dock minskas om man använder sig av småska-
lig teknik vid avverkning av skärmen (Sennblad, 1995b).

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att:

- Ta reda på och ange hur markfuktighet, vegetationstyp, jordart och skärmens beskaf-
fenhet påverkar plantantalet och andelen nollytor hos bestånd med högskärm av björk
i Norrbottens kustregion.
- Ange hur stor del av föryngringens huvudplantor som består av beståndsföryngrade
respektive nyföryngrade granar.

- Ta reda på och jämföra plantantal, andelen nollytor och höjden på granplantorna för bestånd etablerade via (i) plantering efter markberedning och (ii) naturlig förnygring under högskärm av björk.

2 Material och metod

2.1 Objektivurval

Urvalet av bestånd som skulle besökas och inventeras i fält utfördes på rummet. Urvalet gjordes olika beroende på om det var bestånd med björkskärmar eller bestånd med markberedning och plantering som skulle väljas ut.

2.1.1 Urval av Björkskärmar

Alla avverkningsanmälningar som kommer till Skogsstyrelsen registreras i programmet ”Kotten formulär” och får där ett så kallat ”hyggeskort”. I hyggeskortet finns bland annat uppgifter om vilken storlek hygget enligt anmälan har och vilka föryngringsmetoder som kommer att användas för återbeskogning. När avverkning utförts registreras datum, vem som avverkat och hyggets storlek. Utöver detta registreras även utförda föryngrings- och skogsvårdsåtgärder och om lagärenden skickats till markägaren. Registreringar sker också om föryngringsytans status eller struktur, exempelvis föryngring godkänd, tät skärm eller tillfredsställande naturvårdshänsyn tagen.

I Kotten formulär finns en avancerad sökfunktion där det är möjligt att göra en multipel sökning i hyggeskortet. För att göra ett urval användes denna sökfunktion med fyra olika variabler:

1. Föryngringsmetod.

När avverkningsanmälningar kommer in till Skogsstyrelsen registreras den tänkta föryngringsmetoden i hyggeskortet. Högskärmar av björk registreras som ”Naturlig föryngring gran t.ex. Skärm”. Sökningen ur hyggeskortet gjordes därför med koden för denna föryngringsmetod. Alla typer av föryngringsmetoder där syftet är att få en naturlig föryngring av gran faller inom denna sökning.

2. Datum för avverkning.

Tio år är den gräns som enligt SVL är längsta tillåtna tid för naturlig föryngring i norra Sverige. Eftersom det finns ett intresse av att veta om föryngringarna klarar lagens krav har av den anledningen hyggen äldre än tio år uteslutits ur urvalet. Med år räknas enligt skogsförordningen 3§, tiden från och med den 1 juli till och med den 30 juni nästkommande år (Anon, 2006). Detta innebär att hyggen som är upptagna före 1997-07-01 inte är lämpliga att använda i detta arbete med hänsyn till Skogsvårdslagens krav.

Föryngringsresultatet kan påverkas av tillgången på granfrö. Året 1998 var ett relativt bra grankottår i Norrbottens kustland på 0-199 meter höjd över havet (Wennström, 2007). Eftersom fröna släpps från kottarna under vårvintern torde de hyggen som upptagits hösten 1997 och vintern 1997/1998 ha mycket goda förutsättningar för naturlig frösådd. Vid urvalet valdes därför hyggen med hänsyn till att det

skulle finnas en spridning mellan de som upptagits med efterföljande granfröår och de som avverkats då tillgången på granfrön varit låg efterföljande år.

Av ovanstående anledningar och på grund av svårigheter i att hitta nog många lämpliga objekt utformades sökningen i hyggeskortet till att omfatta hyggen som upptagits mellan datumen 1997-07-01 till och med 2000-06-30. Här bör påpekas att hyggen som tagits upp år -2000 (sju år gamla hyggen) har tre år kvar tills de måste klara lagens krav, detta medför att det inte går att utesluta att en föryngring som underkänts vid inventeringstillfället år -2007 är godkänd då lagen krav infaller, dvs. då hygget är tio år gammalt.

3. Hyggets storlek.

Sökningen begränsades till hyggen vars hyggesareal var mellan 1 och 10 hektar. Anledningen till detta är att stora hyggen kan förväntas ge annorlunda föryngringsresultat i förhållande till mindre hyggen. Dessa förväntningar beror bl.a. på att frösåningen av gran och tallfrö enligt, Hesselman (1938) minskar med avståndet från hyggeskant. Även fröns groddbarhet försämras med avståndet från hyggeskant. Detta beror på att frön som vinden transporterat långt oftast är lättare och därför i genomsnitt har lägre groddbarhet (Hesselman, 1938). Även temperaturen kan ändras vid olika hyggets storlek (Ottosson Löfvenius & Loman, 1997).

Urvalet begränsades även till avverkningsanmälningar vars areal med naturlig föryngring översteg en hektar.

4. Hyggets belägenhet.

Föryngringsmetoden med självföryngring under högskärm av björk används framförallt i Norrbotten kustland. I andra delar av landet används metoden mer sällan. För att hitta nog många jämförbara bestånd valdes därför hyggen som var gjorda inom Luleå, Kalix, Haparanda, Övertorneå och Överkalix kommun.

Sökningen i hyggeskortet resulterade i 69 stycken träffar som stämde in på urvalskriterierna.

Kotten formulär är kopplad till ett kartprogram, ”Kotten karta” där varje hygge representerar en polygon. I kotten formulär finns en funktion för att skapa temakartor av utvalda hyggen som sedan geografiskt kan lokaliseras i Kotten karta. Denna funktion användes för de 69 utvalda hyggena vilket resulterade i att dessa polygoner därefter kunde jämföras med bland annat flyg- och satellitbilder.

Beståndens klimatläge kan ha stor påverkan på föryngringsresultatet. För att kunna göra jämförelser och dra slutsatser mellan de olika hyggena eftersträvades därför att deras geografiska spridning inte skulle vara alltför stor. Kustkommunerna Luleå, Kalix och Haparanda gränsar till varandra och kan alla anses ha klimatologiskt likartade förhållanden (maritimt klimat). Överkalix och Övertorneå kommuner sträcker sig däremot relativt långt in i landet och har

ingen direkt kontakt med kusten (kontinentalt klimat). Dock ligger delar av dessa kommuner såpass nära kusten att dess klimat kan likställas med kustkommunernas. Av den anledningen sorterades 11 hyggen bort som låg norr om väg 98 i Övertorneå och Överkalix kommun samt norr om vägen mellan Överkalix och Långsel.

För att spara tid under fältarbetet var det önskvärt att så många som möjligt av de hyggen som skulle bortsorteras kunde identifieras redan på rummet. Av den anledningen valdes hyggen bort där den markberedda arealen var ungefär lika stor som den yta avverkning skett på. På så vis undveks fältbesök på hyggen som markberetts under skärmen. På samma sätt bortsorterades hyggen som skyddsdikats.

De utvalda hyggerna jämfördes också med flyg- och satellitbilder. Detta resulterade i att flertalet objekt kunde sorteras ut där det tydligt framgick att det inte fanns någon skärm, att ingen avverkning skett eller att avverkning endast utförts delvis, och att arealen understeg en hektar. I tolkningen av flygbilden konstaterades även att några hyggen markberetts utan att detta angivits i hyggeskortet. Genom att jämföra satellitbilder från olika år kunde två hyggen sorteras bort eftersom årtalet då hygget upptogs inte stämde överens med det i hyggeskortet angivna årtalet och att avverkningstidpunkten inte föll inom det tidsintervall som skulle behandlas i detta arbete. Den sistnämnda kontrollen genomfördes dock inte på alla hyggen utan kan ses som en slumpmässig kontroll.

Det slutgiltiga urvalet resulterade i 32 hyggen med björkskärmar som besöktes i fält.

2.1.2 Urval av markberedda hyggen planterade med gran

Från Sveaskogs traktbank valdes hyggen som var markberedda och planterade med gran och hade avverkningstidpunkt mellan åren 1997 och 1999. Denna sökning resulterade i tre bestånd som befann sig inom samma geografiska område som de inventerade björkskärmarerna. Två av dessa hyggen var större än de tio hektar som angivits som största areal vid urvalet av björkskärmarerna. På grund av svårigheter i att hitta bestånd med markberedning och plantering av gran inom det tänkta området besöktes dessa två bestånd i fält trots att de hade en större hyggesareal än björkskärmarerna.

2.2 Insamling av beståndsdata

Alla de på rummet utvalda bestånden besöktes i fält under perioden 24/9 till 12/10 -2007. Totalt inventerades 17 hyggen varav 15 stycken med självföryngring under högskärm av björk och två stycken med markberedning och plantering av gran.

När de 32 bestånden med björkskärmar som valt ut på rummet besöktes i fält upptäcktes att 17 hyggen inte passade in på de krav som ställdes. De främsta orsakerna till detta var att de saknade skärmträdsställning eller endast delvis var avverkade och att hyggesarealen understeg en (1) ha. Även ett fåtal skärmar som vid okulär besiktning hade en trädslagsandel som till mer än 50 % bestod av något annat träslag än björk sorterades bort.

Från urvalets tre kalhyggen som var markberedda och planterade med gran upptäcktes vid fältbesök att endast två av dessa var lämpliga att använda. Orsaken var att ett bestånd planterats med tall trots att det i traktbanken angivits att gran planterats. De två kalhyggen som inventerades hade markberetts med harv juni -99, varpå plantering utförts juni -00. Antalet plantor som sattes var 2500 per hektar för det ena hygget (P1) och 2200 plantor för det andra hygget (P2). Plantorna var uppdrivna på Kilåmon plantskola av plantagemateriel med härkomst Björkebo (Breddgrad: 66,2, höjd över havet: 400 meter).



Figur 2.1 Karta över Haparanda, Kalix, Luleå, Överkalix och Övertorneå kommuner med inventerade bestånd och respektive förnyringssätt. Fyrkanter markerar planteringar och ringar bestånd med högskärmar av björk. Kartans bakgrundsmaterial är ur allmänt kartmaterial, Copyright © Lantmäteriet 2005 Dnr:MS2005/20.

2.3 Noteringar i bestånden

I varje bestånd som inventerats antecknades beståndets ståndortsindex (H100) enligt ståndortsegenskaper (Anon, 1998) och den dominerande jordartens textur enligt Viberg (1997). Även utförda skogsvårds- eller föryngringsåtgärder, markfuktighet och rörligt markvatten (Anon, 1998) noterades liksom beståndets dominerande markvegetationstyper (Hägglund & Lundmark, 1999) och avgränsningar av dessa inom bestånden. Slutligen registrerades skärmens jämnhet i en bedömning av hela beståndet.

2.4 Skattning av skärmens beskaffenhet

Antalet skärmträd skattades genom att tre stycken provytor med 15 meters radie (707 m^2) lades ut inom bestånden. Endast skärmträd med en diameter grövre än 10 cm räknades. I centrum av de tre provytorerna utfördes också mätningar med relaskop för att skatta skärmens grundyta. Utöver dessa tre gjordes ytterligare tre mätningar av grundytan på subjektivt utlagda punkter i beståndet. I de fall det var tveksamt om träden föll inom relaskopets spalt räknades vartannat träd. Skärmens medelhöjd skattades subjektivt med hjälp av 2 – 4 stödmätningar per bestånd.

Några angivelser för när antalet skärmträd i högskärmar av björk är tillräckligt för att ge goda skärmeffekter finns tyvärr inte i tillgänglig litteratur. Ottosson Löfvenius (1993) skriver att minimitemperaturen i en tallskärm ökar med tätheten i skärmen under kalla och klara sommarnätter. Eftersom björkars och tallars morfologi är relativt likartade, torde Ottosson Löfvenius resultat även kunna tillämpas på björkskärmar. Men var ska man då dra gränsen för när antalet skärmträd är tillräckligt för att ge önskade skärmeffekter? Meningen med björkskärmar är att de ska ge skydd åt föryngringen. Ju färre skärmträden är, desto mindre skydd ger skärmen. En tallskärm med en täthet på 75 träd per hektar ger ca $1,5^\circ\text{C}$ högre minimitemperatur i jämförelse med kalhygge under klara och vindstilla sommarnätter (Ottosson Löfvenius, 1993). Glesare skärmar torde därför ha så liten effekt på temperaturen att dessa nästintill kan liknas vid ett kalhygge. Av den anledningen inventerades endast skärmar med en täthet över 75 träd per hektar. Här bör även påpekas att skärmträdens kronstorlek och höjd kan ha betydelse på den temperaturhöjande effekten, men ingen hänsyn togs till detta vid val av bestånd som skulle inventeras.

2.5 Provyteutläggning vid återväxttaxering

Den metod som har använts för provyteutläggning vid återväxttaxeringen är utförd enligt rutiner som används av Skogsstyrelsen i Norrbotten vid D-polytax. Innan fältarbetet påbörjades fördelades provytor i bestånden med hjälp av ett program (script) i ArcView. För bestånd < 2 hektar utlades 35 provytor medan bestånd > 2 hektar fick 50 provytor. Provyteutläggningen är slumpmässig men har restriktioner för avstånd från avdelningsgräns och mellan provytor.

De på rummet utlagda provytorerna besöktes i fält med hjälp av GPS och avskiljdes med 1,784 meters mätkäpp (10 m^2). De provytor som endast delvis hamnade utanför beståndet flyttades

in i beståndet i rät vinkel från kant tills hela ytan hamnade innanför beståndsgränsen. På provytor som hamnade utanför beståndet, på hänsynsytor $> 0,01$ hektar och impediment $> 0,02$ hektar gjordes inga mätningar. Provytor som hamnade på impediment $< 0,02$ hektar och hänsynsytor $< 0,01$ hektar ansågs tillhöra beståndets produktiva areal och medtogs därför.

2.6 Registreringar på provytorna

Antalet huvudplantor av tall, gran och björk registrerades för varje cirkelprovyta. Om det fanns huvudplantor av gran på provytan bedömdes hur många av dessa som var nyföryngrade och hur många som var beståndsföryngrade. Vid tveksamma fall räknades varannan planta som beståndsföryngrad och varannan som nyföryngrad. Utöver detta noterades även höjden (i cm) på den högsta beståndsföryngrade respektive nyföryngrade granplantan. Om inga plantor fanns på ytan utvidgades radien till att omfatta tre meter. När även den större provytan saknade huvudplantor registrerades denna som en nollyta. Endast plantor vars stam-mitt vid markytan befann sig inom cirkelprovytan registrerades. I de fall det var tveksamt om plantan befann sig inom provytan eller inte registrerades varannan planta.

2.6.1 Bedömning av huvudplantor

Bedömningen av vilka plantor som skulle räknas som huvudplantor är hämtad ur Skogsstyrelsens instruktion för återväxttaxering (Anon, 2007). Som huvudplantor räknas plantor av trädslag som är lämpliga för växtplatsen med hänsyn till kvalitet, skaderisk, och utvecklingsstadium samt plantor som har förutsättningar att utvecklas väl och därför ingå i det framtida beståndet. Bedömningen av vilka trädslag som var lämpliga att användas bestämdes med ståndortsegenskaperna (markfuktighet och markvegetationstyp) för respektive provyta enligt Skogsstyrelsens kriterium för bedömning av för växtplatsen lämpliga huvudplantor. Asp och klibbal räknades dock inte som huvudplantor. Huvudplantor räknades endast då de bedömdes ingå i det framtida beståndet efter röjning. Bedömningen skedde därför även med hänsyn till vilka plantor som fanns i närområdet runt provytan. Plantor som var yngre än två vegetationsperioder registrerades inte som huvudplantor. Varje provyta fick innehålla högst fem huvudplantor. Detta antal räknades endast då huvudplantorna var av samma trädslag, hade en höjdskillnad på mindre än 0,5 meter och var jämt fördelade över provytan eller då lucka fanns i anslutning till provytan. I övriga fall räknades maximalt fyra huvudplantor. Om huvudplantorna var av samma trädslag och hade liten höjdskillnad ($< 0,5$ m) var det minsta avståndet mellan huvudplantorna 0,6 meter. I övriga fall tillämpades 1 meter som minsta avståndet mellan huvudplantorna. Kombinationen med huvudplantor av tall och björk på samma provyta räknades endast då tallplantorna var högre än björkplantorna. Björkplantor räknades endast som huvudplantor om mindre än 50 % av stamantalet (på tre meters radie från provytecetrum) hade betesskador av klövvilt som uppkommit senaste året.

2.7 Beräkningar

2.7.1 Klassindelning

Vegetationstyperna delades in i tre olika klasser, (i) starr/fräkentyp, (ii) ristyp och (iii) grästyp. Dessa klasser representerar också olika bördigheter, där grästyp är den bördigaste och starr- fräkentyp den minst bördiga. I klassen starr/fräken ingick endast vegetationstypen starr/fräken, till klassen ristyp hörde vegetationstyperna blåbärstyp och lingontyp och i klassen grästyp ingick vegetationstyperna smalbladig- och bredbladig grästyp.

I figur 3.3, och 3.4 Figur 3.3 finns endast ståndortstyperna starr/fräken på fuktig mark, ristyp på frisk mark, grästyp på frisk mark och grästyp på fuktig mark. Andra kombinationer mellan vegetationsklasser och fuktighetstyper var inte möjliga med de data som fanns till förfogande. Delar av ett hygge hade en ståndortsindelning med ristyp på fuktig mark. Detta material var emellertid alltför litet för meningsfull statistisk analys och uteslöts därför.

Vid inventeringen av de markberedda och planterade hyggerna visade det sig svårt att skilja mellan nyföryngrade och planterade granplantor och den klassificering som gjordes blev osäker. Av den anledningen sammanräknades nyföryngrade och planterade plantor när beräkningarna gjordes på rummet.

De olika jordarterna delades in i två klasser (i) grövre jordarter och (ii) finare jordarter. Bestånd som dominerades av jordarterna sandig och grovmo hörde till klassen (i) och finmo och mjäla ingick i klassen (ii).

2.7.2 Statistiska beräkningar

De målvariabler som användes vid statistiska beräkningar var antalet huvudplantor och andelen nollytor. För beräkning av medelvärden och medelfel samt för hypotesprövning användes variansanalys (ANOVA) i Minitab. Vid hypotesprövningen testades hypotesen att målvariablernas sanna medelvärden är lika för alla jordarter eller vegetationstyper. Låga p-värden innebär att hypotesen kan förkastas. Alla p-värden $\leq 0,05$ ansågs signifikanta.

Standardavvikelse för antalet huvudplantor och medelhöjden av högsta granplantorna beräknades beståndsvis (Exel).

Standardavvikelsen är ett spridningsmått som beskriver hur mycket provytornas mätvärden är spridda runt sitt medelvärde. Medelfelet är en skattad standardavvikelse för spridningen runt ett skattat medelvärde.

Sambanden mellan antalet huvudplantor och skärmens grundyta och höjd samt antalet skärmträd beräknades med regressionsanalys (med programvaran Minitab). Även kontroll av om sambandet var statistiskt säkerställt utfördes i Minitab.

2.8 Redigeringar i data

Eftersom de inventerade bestånden delades in i olika vegetationsklasser och fuktighetsklasser resulterade det ibland i att vissa av dessa kom att representeras av mycket få provytor. I sådana fall blir beräkningarna rörande antalet huvudplantor osäkra och arbetets resultat skulle kunna påverkats i en missvisande riktning. Bestånd som hade vegetations- eller fuktighetsklassindelningar som representerades av färre än fem provytor togs av den anledningen bort. Detta skedde emellertid endast då antalet huvudplantor jämfördes med vegetationstyp och fuktighet (figurerna 3.3, 3.4, 3.7 och 3.8) och gäller inte i de övriga figurerna i resultatdelen.

3 Resultat

3.1 Inventerade ståndorter.

De 15 bestånden med skärmar låg i genomsnitt på 45 meters höjd över havet medan de hyggen där markberedning och plantering utförts hade en genomsnittlig höjd över havet på 135 meter. Den vegetationstyp som dominerade flest bestånd var bredbladig grästyp därefter kom smalbladig grästyp. Även vegetationstyperna blåbärstyp, lingontyp och starr/fräkentyp dominerade några bestånd. De flesta bestånden hade moräner med sandiga till moiga jordar eller finare. Antalet skärmträd varierade mycket mellan olika bestånd medan grundytan och höjden var relativt jämn mellan olika bestånd. Bestånd S6 avviker från övriga bestånd genom att ha fler skärmträd och betydligt högre grundyta och höjd (tabell 3.1). Det genomsnittliga antalet skärmträd för bestånden var 188 per hektar.

Tabell 3.1 Insamlade bestånds- och ståndortsdata för de inventerade hyggena. S1-S15 är bestånd med skärmar och P1 och P2 planteringar.

Bestånd	Avv. År	SI	HÖH (m)	Vegtyp	Mark fukt	Textur	Skärmträd (st/ha)	Skärm GY	Skärmhöjd
S1	1998	17	140	Blåbärstyp	FR	Grusig-sandig Morän	132	5	14
S2	1997	18	50	Smalbladig	FR	Sandig-moig Morän	94	2	13
S3	1997	14	50	Starr/fräken	FU	Moig-lerig Morän	151	4	13
S4	1998	17	30	Bredbladig	FU	Sandig-moig Morän	163	4	13
S5	1998	19	20	Smalbladig	FR	Sandig-moig Morän	291	5	14
S6	1998	19	20	Bredbladig	FR	Moig-lerig Morän	318	13	18
S7	2000	17	120	Smalbladig	FU	Sandig-moig Morän	198	5	13
S8	1998	19	20	Bredbladig	FR	Finmo-Sediment	146	5	14
S9	1999	19	30	Smalbladig	FR	Moig-lerig Morän	179	5	13
S10	1999	17	50	Lingontyp	FR	Mjåla-Sediment	264	5	13
S11	1999	17	50	Bredbladig	FU	Sandig-moig Morän	146	5	14
S12	2000	17	30	Bredbladig	FU	Mjåla-Sediment	80	4	14
S13	1999	18	40	Bredbladig	FU	Sandig-moig Morän	292	6	13
S14	1999	14	10	Starr/fräken	FU	Mjåla-Sediment	245	5	12
S15	1999	18	20	Bredbladig	FU	Sandig-moig Morän	113	4	15
P1	1999	17	150	Lingon	FR	Grusig-sandig Morän	-	-	-
P2	1999	18	120	Bredbladig	FU	Sandig-moig Morän	-	-	-

Avv. År = Årtalet då hygget upptogs

SI = Beståndets ståndortsindex (H100) enligt ståndortsegenskaper (Anon, 1998)

HÖH (m) = Höjd över havet (meter)

Vegtyp = Beståndets dominerande markvegetationstyp (Hägglund & Lundmark, 1999)

Mark fukt = Beståndets dominerande markfuktighet (Anon, 1998). FR = frisk, FU = fuktig

Textur = Den dominerande jordartens textur (Viberg, 1997)

Skärmträd (st/ha) = Skärmtäthet (Stammar/ha)

Skärm GY = Skärmens grundyta (m²/ha)

Skärmhöjd = Skärmens medelhöjd (meter)

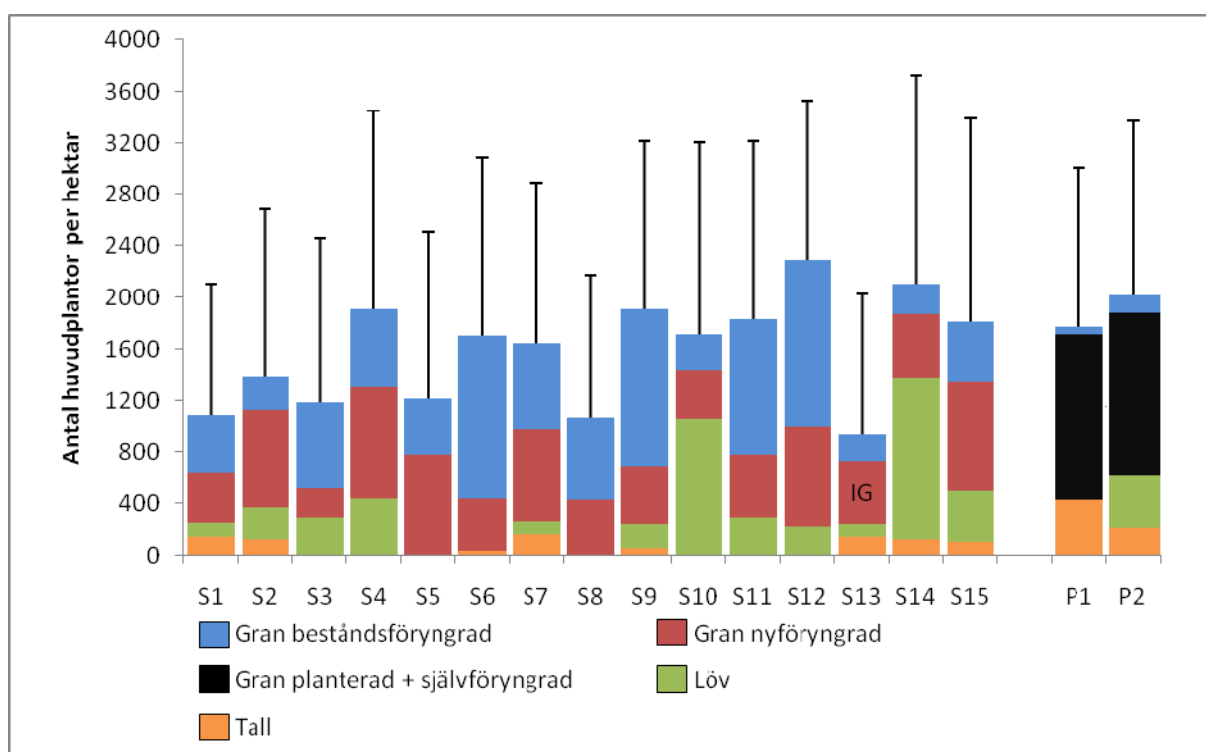
3.2 Föryngringsresultat

3.2.1 Antal huvudplantor

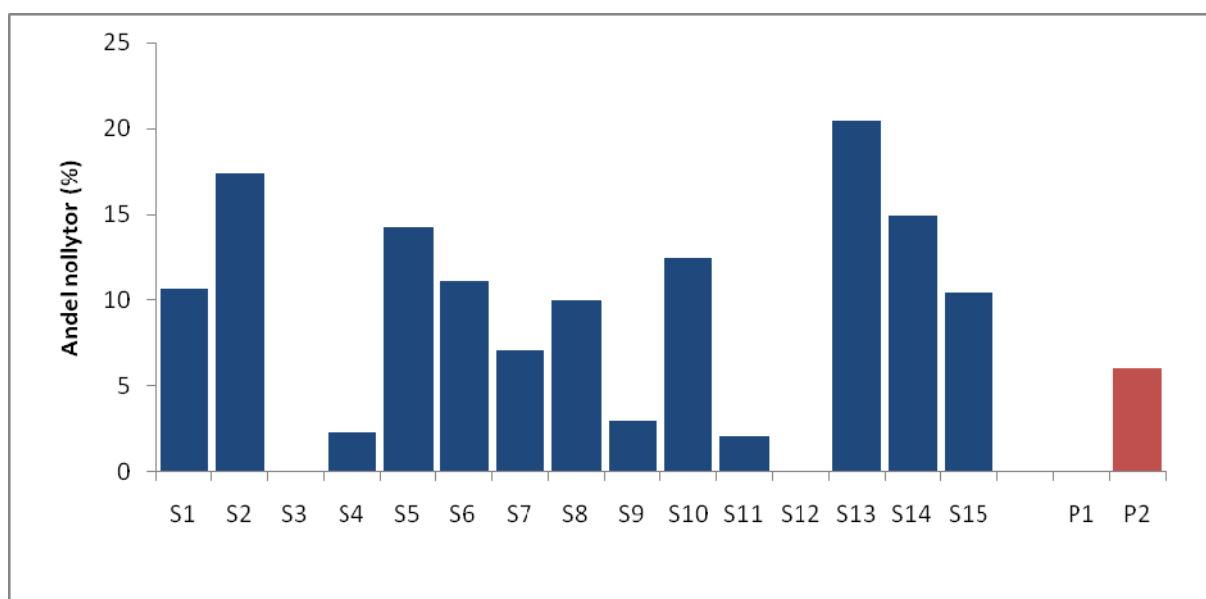
Bestånden med högsjärmar hade i medeltal 1587 huvudplantor per hektar och bestånden med plantering 1896. Det bestånd med flest huvudplantor hade totalt 2296 stycken och det med minst antal 939. Spridningen för antalet huvudplantor var stort inom bestånden (Figur 3.1). Trädslagsfördelningen för bestånden med högsjärmar var 4 % tall, 77 % gran och 20 % löv och för bestånd med plantering, 20 % tall, 86 % gran och 13 % löv. Av granhuvudplantorna under högsjärmar var 47 % nyföryngrade och 53 % beståndsföryngrade. För planteringarna var motsvarande siffror 93 % för planterade och nyföryngrade plantor samt 7 % för beståndsföryngrade. Endast ett bestånd hade underkänd föryngring enligt Skogsstyrelsens föreskrifter till 6§ skogsvårdslagen (Anon, 2006).

3.2.2 Andel nollytor

Andelen nollytor var i genomsnitt 9,1 % för bestånden med högsjärmar respektive 3 % för bestånd med plantering. Variationen för antalet nollytor mellan bestånden med högsjärmar var stor. Två bestånd hade över 15 % nollytor och fem bestånd mindre än 5 % nollytor (Figur 3.2).



Figur 3.1 Antal huvudplantor per hektar för olika trädslag och planttyper samt standardavvikelse för totala antalet huvudplantor i bestånd med björksjärmar (S1 – S15) och planteringar (P1, P2). IG anger underkänd föryngring enl. Skogsvårdslagen.



Figur 3.2 Andelen nollytor för bestånd med högskärmar av björk (S1 - S15) och bestånd med plantering (P1, P2).

3.3 Effekter av ståndortstyp

3.3.1 Vegetationstyp och markfuktighet

3.3.1.1 Antal huvudplantor

I ris- och grästyper på frisk mark var antal huvudplantor lägre än i starr/fräken- och grästyper på fuktig mark (Figur 3.3). Statistisk säker skillnad för totala antalet huvudplantor fanns mellan klasserna ristyp på frisk mark och starr/fräkentyp på fuktig mark ($p=0,0306$). Klassen ristyp på frisk mark skiljde sig även klart från grästyp på fuktig mark ($p=0,0189$). För övriga kombinationer kunde ingen statistiskt säker skillnad påvisas. Klassen grästyp på fuktig mark hade dock närapå signifikant skillnad från klasserna starr/fräken på fuktig mark ($p=0,0710$) och grästyp på frisk mark ($p=0,0719$).

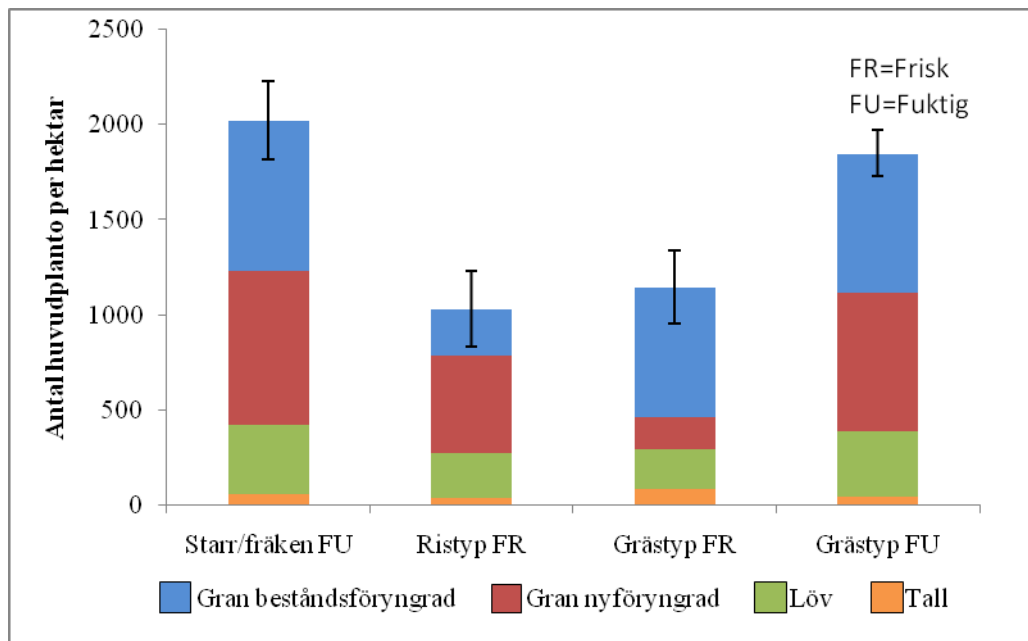
I de flesta vegetationsklasserna fanns en stor andel beståndsförnygrade huvudplantor av gran. Av granhuvudplantorna i vegetationsklasserna starr/fräken- och grästyp på fuktig mark var 49 % respektive 50 % beståndsförnygrade granhuvudplantor och resterande del nyförnygrade. Klassen ristyp på frisk mark hade däremot bara 32 % beståndsförnygrade granhuvudplantor medan andelen sådana i klassen grästyp på frisk mark i genomsnitt var 80 %.

3.3.1.2 Andel nollytor

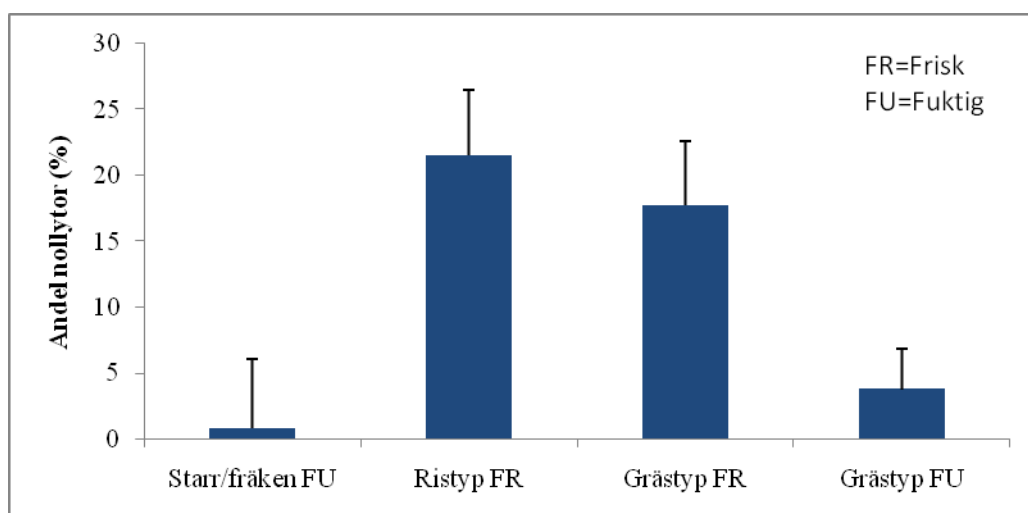
I ris- och grästyper på frisk mark var andelen nollytor högre än i både gräs- och starr/fräkentyper på fuktig mark (figur 3.4). I ristyper på frisk mark var andelen nollytor störst

(22 %) tätt följda av grästyp på frisk mark (18 %). I både gräs- och starr/fräken typer var andelen nollytor lägre än 4 %.

Andelen nollytor skiljde sig mellan klasserna ristyp på frisk mark och grästyp på fuktig mark ($p=0,0453$). För övriga kombinationer kunde ingen statistisk säkerställd skillnad påvisas. Klassen ristyp på frisk mark skiljde sig dock nästan signifikant från klassen starr/fräken på fuktig mark ($p=0,0818$).



Figur 3.3 Genomsnittligt antal huvudplantor per hektar för olika trädslag, vegetationstyper och markfuktigheter i bestånd med högskärm av björk samt medelfel för totala antalet huvudplantor.



Figur 3.4 Genomsnittlig andel nollytor och medelfel för olika vegetationstyper och markfuktigheter i bestånd med högskärm av björk.

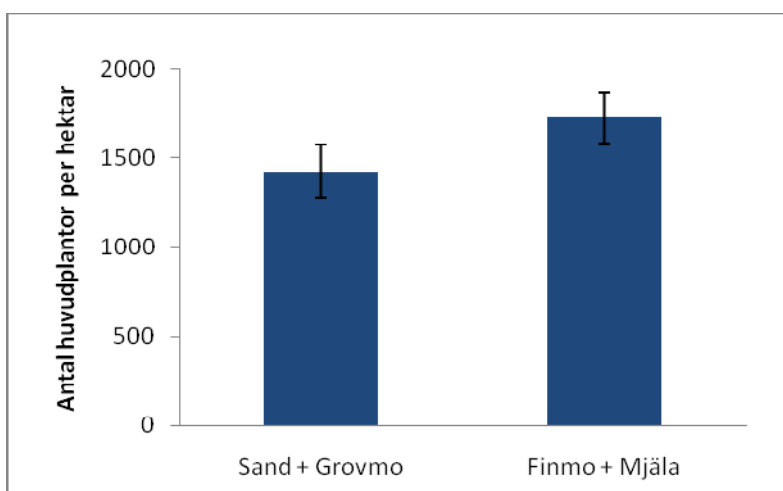
3.3.2 Jordart

3.3.2.1 Antal huvudplantor

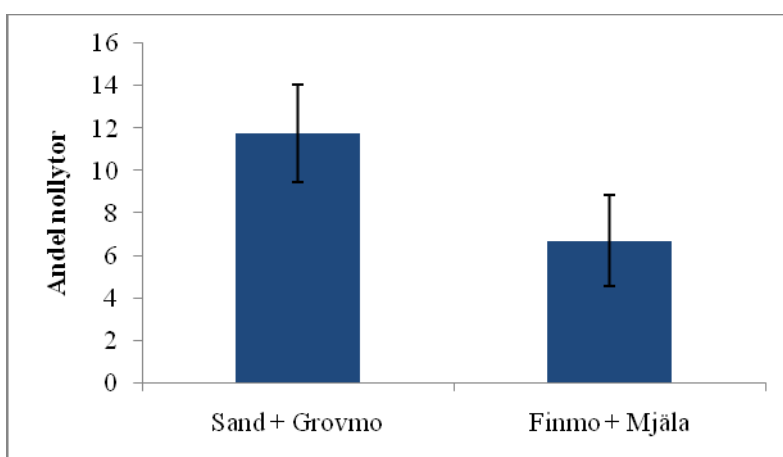
Det genomsnittliga antalet huvudplantor var lägre på jordarter som dominerades av grövre jordar (sand eller grovmo) än på finare jordar (finmo eller mjäla) (figur 3.5). Ingen statistisk säkerhetsställd olikhet kunde påvisas mellan antalet huvudplantor och jordar av olika grovlek ($p=0,1705$).

3.3.2.2 Andel nollytor

Den genomsnittliga andelen nollytor var högre i bestånd med jordarter som dominerades av sand eller grovmo än i bestånd som dominerades av finmo eller mjäla (figur 3.6). Ingen statistisk säkerhetsställd olikhet kunde påvisas ($p=0,1310$).



Figur 3.5 Genomsnittligt antal huvudplantor per hektar för bestånd med björskärmar, uppdelat på bestånd med jordarter som dominerades av grövre jordar (sand och grovmo) och finare jordar (finmo och mjäla) samt medelfel för antalet huvudplantor.



Figur 3.6 Genomsnittlig andelen nollytor för bestånd med björskärmar uppdelat på, bestånd med jordarter som dominerades av grövre jordar (sand och grovmo) och finare jordar (finmo och mjäla) samt medelfel för andelen nollytor.

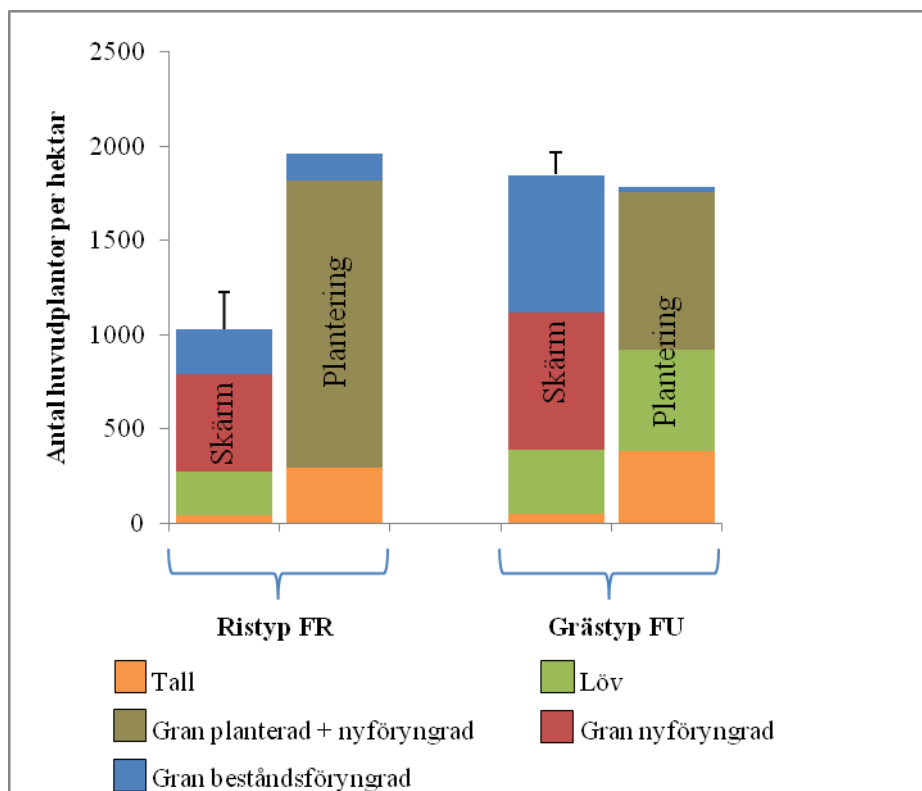
3.4 Jämförelse mellan plantering och skärm

3.4.1 Antal huvudplantor

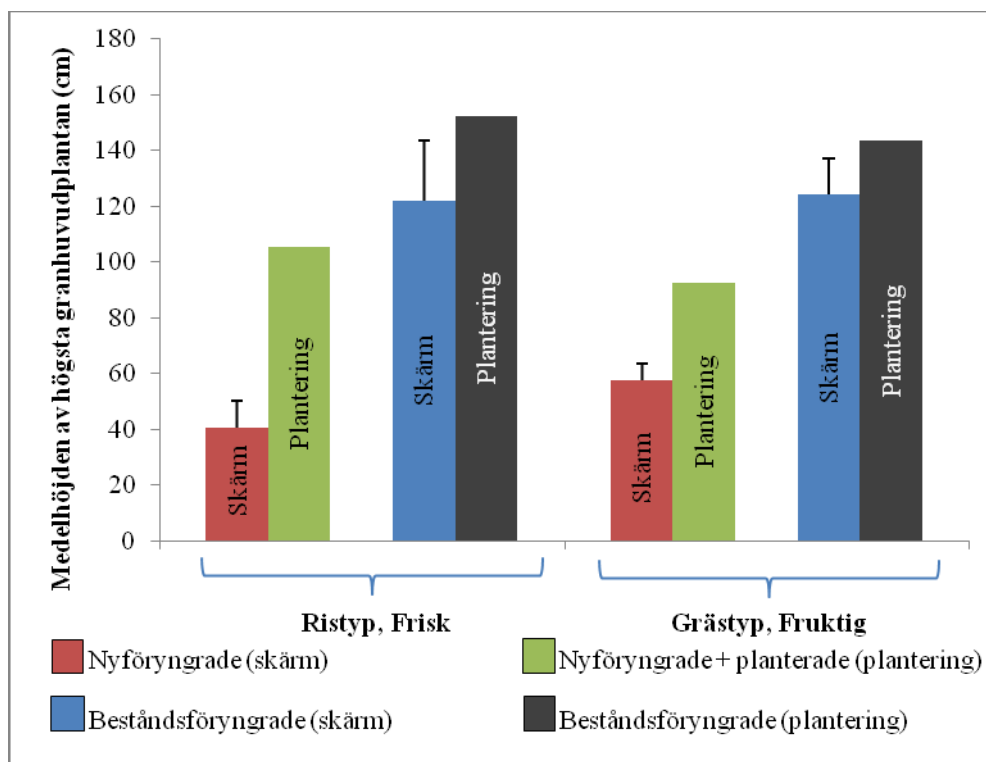
I vegetationsklassen ristyp på frisk mark var antalet huvudplantor betydligt högre efter markberedning och plantering än efter självföryngring i skärm. För grästyp på fuktig mark var däremot antalet huvudplantor något högre för självföryngring än för plantering (figur 3.7). Några statistiska olikheter kunde inte påvisas eftersom materialet för planteringarna var för litet.

3.4.2 Granplantornas höjd

Den genomsnittliga höjden på högsta granhuvudplantan av olika typer var lägre i självföryngringar än i planteringar. Höjden på nyföryngrade och planterade granhuvudplantor (plantering) var högre än nyföryngrade planter i skärmarna, både på frisk mark med ristyp och fuktig mark med grästyp. Beståndsföryngrade planter var också högre i planteringar än i skärmar (figur 3.8).



Figur 3.7 Genomsnittligt antal huvudplantor per hektar med fördelning på trädslag och planttyp för olika föryngringsmetoder, vegetationstyper och fuktighet. Beräkningsunderlaget för planteringarna var för litet för att beräkna medelfel.



Figur 3.8 Medelhöjden av högsta (i) nyföryngrade, (ii) beståndsföryngrade och (iii) nyföryngrade och planterade granhuvudplantan för bestånd med olika vegetationstyp, fuktighet och föryngringsätt. Beräkningsunderlaget för planteringarna var för litet för att beräkna medelfel.

3.5 Effekter av skärmens beskaffenhet

3.5.1 Antalet skärmträd

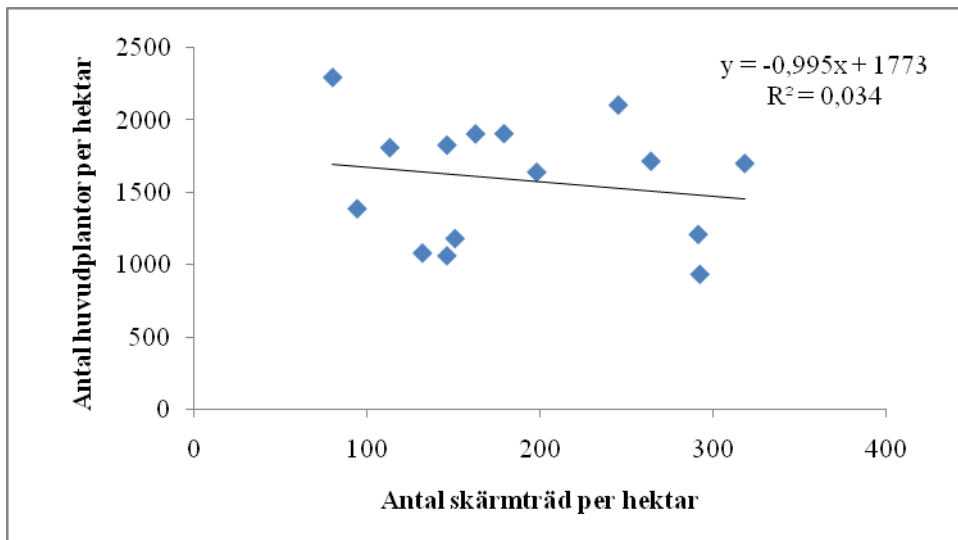
Antalet huvudplantor per hektar i bestånden var lägre när antalet skärmträd blev fler men spridningen mellan bestånden var stor (figur 3.9) och sambandet mycket svagt ($R^2=0,034$). Sambandet mellan kunde inte statistiskt säkerhetsställas.

Beräkningar av hur antalet huvudplantor påverkas av skärmens täthet har också gjorts för olika vegetations- och fuktighetsklassificeringar (se bilaga 1 och figur A-D). Även med denna indelning indikeras mycket svaga samband och stora variationer och inte heller här fanns något signifikant samband. Starr/fräkentyp och grästyp på fuktig mark har svagt negativt samband medan ristyp och grästyp på frisk mark har positivt samband mellan antalet huvudplantor och antalet skärmträd.

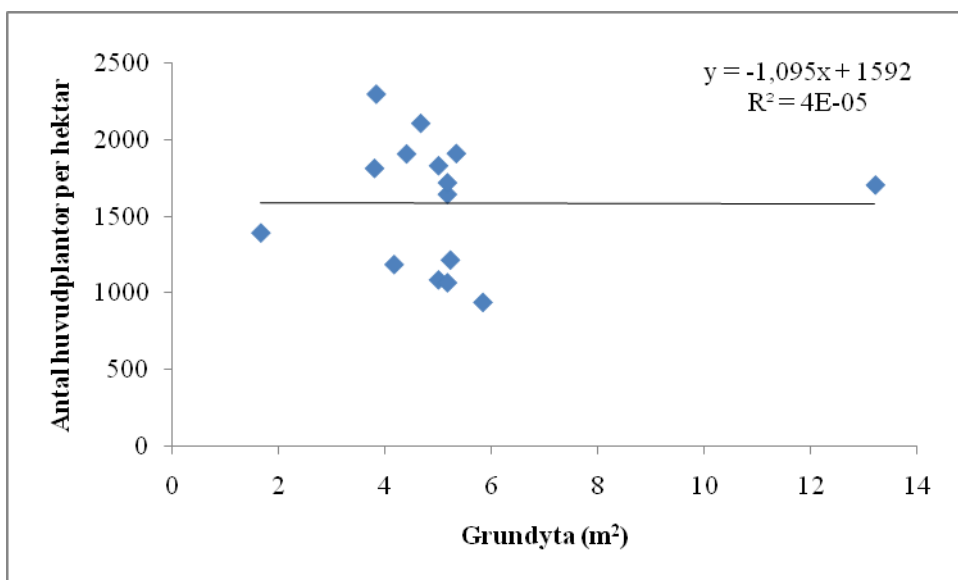
3.5.2 Grundyta

Det genomsnittliga antalet huvudplantor i bestånden blev något lägre när grundytan ökade men samband mellan grundytan och antalet huvudplantor var mycket svagt och uppvisade inte något statistiskt säkert samband (figur 3.10).

Beräkningar av hur antalet huvudplantor påverkas av skärmens grundyta har även utförts för olika vegetations- och fuktighetsklassificeringar (se bilaga 2 och figur A-D). Även med denna indelning kan endast mycket svaga samband påvisas och ingen statistiskt säker skillnad fastslås. Starr/fräkentyp och grästyp på fuktig mark samt ristyp på frisk mark har negativa samband medan grästyp på frisk mark har ett positivt samband mellan antalet huvudplantor och den skärmens grundyta.



Figur 3.9 Antal huvudplantor och skärträäd per hektar för bestånden samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och antalet skärträäd.



Figur 3.10 Antal huvudplantor och skärmens grundyta i bestånden samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och den grundytan.

3.5.3 Höjd

Skärmens höjd inverkade mycket lite på antalet huvudplantor i bestånden. Trendlinjen för beroendet mellan höjden och antalet huvudplantor var nästan horisontell och hade ett mycket svagt samband (data visas ej). Sambandet mellan skärmens höjd och antalet huvudplantor kunde inte statistiskt säkras.

4 Diskussion

4.1 Föryngringsresultat

4.1.1 Markfuktighet

Enligt Tirén (1949) är granskog på fuktiga marker oftast lättare att naturligt föryngra än granskog på friska marker. Att använda naturlig föryngring av gran på friska till torra marker bedöms av Hannerz och Gemmel (1994) som en vanskelig metod med stor risk för misslyckanden. Även bland personal på Skogsstyrelsen i Norrbotten har iakttagelser gjorts angående sämre föryngringsresultat under högskärm på friska marker och särskilt i bestånd med låg bördighet (Larsson, 2007). I linje med ovanstående är återväxtresultaten i bestånden starkt beroende av markfuktighetstyp. Föryngringsresultatet på ståndorter med frisk mark tenderade genomgående att vara betydligt sämre än på fuktig mark. Innan skärnhuggning bör därför stor hänsyn tas till beståndets markfuktighet.

4.2 Tillämpning

I bestånd på frisk mark med ris- eller grästyper kan naturlig föryngring under högskärm av björk medföra dåliga föryngringsresultat och det finns risk för undermålig föryngring enligt skogsvårdslagen. Denna undersökning indikerar att markberedning och plantering är en alternativ metod som ofta ger ett bättre resultat på dessa ståndorter. Skärmen skyddar dock föryngringen från gräskonkurrens och frost varvid den ändå bör övervägas där sådana risker föreligger. Om naturlig föryngring under björkskärm ska användas på frisk mark behövs dock troligtvis kompletterande plantering för att erhålla ett gott resultat.

På fuktig mark med grästyper eller starr/fräkentyp var föryngringsresultaten under skärmarna ofta goda. Om skärmmetoden ska användas bör den därför tillämpas just på sådana ståndorter. Studiens resultat tyder på att markberedning och plantering på fuktig mark med grästyp ger ungefär samma antal huvudplantor men ofta bättre höjdtillväxt i ungdomsstadiet än plantor under skärm.

En stor del av antalet granhuvudplantor i björkskärmarna bestod av beståndsföryngrade plantor. En kontroll av hur mycket beståndsföryngrade granplantor som finns bör därför alltid göras innan skärnhuggning. Ett lågt antal plantor i en sådan kontroll indikerar att användning av naturlig föryngring under högskärm av björk sannolikt ger dåligt föryngringsresultat.

4.3 Markberedning och plantering som en alternativ metod

Eftersom underlaget var väldigt litet för försöksledet markberedning och plantering är resultaten från det mycket osäkra och en klar rekommendation kan inte ges. Men resultaten tyder på att markberedning och plantering ger ett betydligt högre antal huvudplantor än skärm på ris-

typ och grästyp med frisk mark. En tätare föryngring är att föredra eftersom den ger bättre kvalitet och produktion än glesa föryngringar.

I bestånd på fuktig mark med grästyp där markberedning och plantering utförts var antal huvudplantor högt och ungefär densamma som i bestånd med skärm. På fuktiga marker med andra vegetationstyper än gräs, kan dock skärmens positiva effekter i form minskad risk för frost, försumpning och gräskonkurrens vara av större betydelse. Markberedning på fuktig mark medför också risk för svåra körskadorna.

Den genomsnittliga höjden av högsta granhuvudplantan på provytorna var högre där markberedning och plantering utförts än i bestånd med skärm. Dessa höjdskillnader beror förmodligen till stor del på de förbättrade tillväxtförhållandena som markberedningen resulterat i men också av den tillväxtförbättring som förädlat plantmaterial ger i jämförelse med naturligt uppkomna plantor. Skärmträden konkurrerar även om markens näring vilket också kan ha haft inverkan på plantornas höjdtillväxt.

Vid val av föryngringsform bör hänsyn tas till plantornas tillväxt i ungdomsstadiet. Ur denna synvinkel är det bättre att använda sig av markberedning och plantering istället för föryngring under högskärm av björk. Det bör dock sägas att bestånd som etablerats i skydd av högskärmar av björk kan ge högre totalproduktion än bestånd av samma ålder utan skärm (Bergqvist, 1999). Bergqvists undersökning är gjord i skärmar och på kalytor med naturlig föryngring och kan inte likställas med bestånd som uppkommit efter markberedning och plantering. De resultat Bergqvist rapporterar ger ändå en indikation om att även naturlig föryngring under björkskärm kan ge högre totalproduktion jämfört med markberedning och plantering på kalhygge.

4.4 Kritik och förslag till fortsatta studier

Fler inventerade bestånd hade förstås gett säkrare skattningar och mer tillförlitliga rekommendationer för var naturlig föryngring under högskärm av björk är lämplig. Exempelvis kunde klassificeringarna av vegetationstyperna ha undvikits och istället skulle rekommendationer kunnat ges för enskilda vegetationstyper.

Större delen av fältarbetets tid utfördes efter lövfällningen. En negativ konsekvens av detta var att det ibland var svårt att se små lövplantor bland omkringliggande vegetation och det var också svårt att skilja mellan glas- och vårtbjörk. Detta kan ha orsakat viss underskattning av antalet lövhuvudplantor.

Bedömningen av om granhuvudplantorna var bestånds- eller nyföryngrade var ibland svår. Ungefär 7/10 av granplantorna kunde bestämmas säkert medan det för resterande del ibland var svårt att se planttyp. För att göra skattningen säkrare skulle inventeringen kunna utformas så att bestånden besöks och taxeras direkt efter avverkning för att sedan återigen taxeras efter tio år. Skillnaden i plantantal mellan dessa två taxeringar blir då antalet nyföryngrade plantor. Taxeringen skulle också kunnat utföras med fasta provytor där beståndsföryngrade plantor

märks ut med käppar direkt efter avverkning och jämförs med hur många nyföryngrade planter som kommit upp tio år efter avverkning. Problemet med den här typen av taxeringar är att resultaten inte fås förrän tio år har gått.

4.4.1 Ekonomiska aspekter

I framtiden skulle det vara av stort intresse att göra en ekonomisk jämförelse mellan (i) markberedning och plantering och (ii) naturlig föryngring under högskärm av björk. En liknande studie gjordes av Scherman (1991) som berör högskärm av gran där markberedning och plantering utförts efter skärnhuggning. Resultatet av denna studie visar att vinsten av att använda sig av skärm är mellan 2000 till 4000 kr per hektar i jämförelse med traditionell plantering på kalhygge under förutsättning att skärmmetoden använts på rätt ståndorter dvs. ståndorter med risk för försumpning, frost eller tät gräsvegetation (Scherman, 1991). Enligt Scherman (1991) är det troligt att nettoskillnaden skulle bli ännu större om föryngringen åstadkoms via självföryngring under skärmen.

Om samma goda nettoresultat kan påvisas för ståndorter som är lämpliga för naturlig föryngring under högskärm av björk skulle detta kunna resultera i en ekonomisk motiverad ökning av metodens omfattning. Det bör dock sägas att en sådan ekonomisk kalkyl kan föreliggas av stor osäkerhet eftersom det finns många svårbedömda problem som kan uppstå vid användning av naturlig föryngring under högskärm av björk. Bland annat kan dåliga föryngringsresultat, avgångar i samband med avverkning av skärmen och stormfällningar resultera i oförutsedda kostnader (Hannerz och Gemmel, 1994).

4.4.2 Besåningens problematik och påverkan på föryngringsresultatet

Resultatet av naturlig föryngring påverkas av tillgången på frö (Hannerz och Gemmel, 1994). Det torde därför vara viktigt att vid anläggning av en högskärm av björk ta stor hänsyn till tillgången av granfrö de närmsta åren efter skärnhuggning. Av den anledningen hade en kartläggning av frötillgångens påverkan på föryngringsresultatet varit av stor nytta. På grund av ett begränsat antal hyggen med björkskärm fanns inte tillräckligt många likvärdiga bestånd för att kunna göra en sådan jämförelse i denna studie.

Skogforsk presenterar årligen prognoser för kotttillgång och fröomognad (Almqvist och Wennström, 1997). Dessa prognoser skulle kunna användas för att anpassa skärnhuggningen i tiden till året före ett år med goda besåningsförhållanden, dvs. år då kotttillgången och fröomognaden varit gynnsam.

Även om frötillgången är god kan gröningsbetingelserna vara dåliga och påverkan från predatorer stor varvid frögrönaden ändå misslyckas. Utöver detta finns i bestånd med högskärm av björk problem med låg frötillgång trots att det är ett bra fröår med god frökvalitet. Det beror på att besåningen i bestånd med högskärm av björk är beroende av insåning från granar i omkringliggande bestånd. Finns det få vitala granar i omkringliggande bestånd blir besåningen dålig. Granen blommar och bildar frö först i 15 till 20 års ålder (Hannerz och Gemmel, 1994) men riklig blomning och kottsättning sker oftast inte förrän trädet uppnått en ålder av

40 till 50 år (Lindgren m fl., 1977). Av den anledningen bör de omgivande beståndens ålder och trädslagsblandning beaktas innan anläggning av en högskärm av björk. Det kan också vara klokt att lämna några granar i skärmen för att dessa ska bidra med frön. Att lämna granar kvar i skärmen bör noggrant övervägas om ett stort hygge skall tas upp beroende på att mängden granfrö minskar med avstånd från hyggeskant.

5 Referenser

- Almqvist C., & Wennström, U. (1997). *Kott, frö och groddbarhet avgör naturlig föryngring*. Skogseko nr 1. ss 16-17.
- Andersson, O. (1988). *Granmarbuskar som inslag vid beståndsanläggning*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Garpenberg. Rapport nr 24. 48 ss. ISBN: 91-576-3686-9 .
- Anon. (1998). *Fälthäfte i Bonitering, Norrbottens län*. Skogsstyrelsen, Jönköping. ss 2-42.
- Anon. (2007). *Instruktion återväxttaxering*. Skogsstyrelsen. 15 ss.
- Anon. (2006). *Skogsvårdslagen, handbok*. Skogsstyrelsen, Jönköping. 76 ss. ISBN 91-88462-59-5.
- Bauer, H., Larscher, W. & Walker, R. (1975). *Influence of temperature stress on CO₂-gas exchange*. I: Cooper J. P. Photosynthesis and productivity in Different Environments, Cambridge University: 557-586.
- Bergqvist, G. (1999). *Stand and woodproperties of boreal Norway Spruce growing under Birch shelter*. Swedish University of Agricultural Science. Dept. of Silviculture. Umeå. Appendix I. ss 1-9. ISBN: 91-576-5642-8.
- Christersson, L. & Von Fircks, H. (1984). *Sommarfroster - kalla fakta*. Skogsfakta, nr 17. Sveriges lantbruksuniversitet, skogsvetenskapliga fakulteten. Uppsala. 4 ss.
- Elfving, B. (1985). *Förbandsvalet - Ett val med många aspekter*. I: Bäckström, P-O., Skogsfaktakonferens nr 7, Skogsskötsel i södra Sverige. Jönköping: 84-87. ISBN: 91-576-2370-8.
- Glöde, D. (2001). *Final Cutting of Shelterwood, Harvesting techniques and effects on de Picea abies regeneration*. Swedish university of Agricultural Sciences. Dept. of Silviculture, Umeå. 33 ss. ISBN: 91-576-6063-8.
- Hagner, S. (1962). *Naturlig föryngring under skärm: En analys av föryngringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk*. Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 52, nr 4. 263 ss.
- Hannerz, M., & Gemmel, P. (1994). *Granföryngring under skärm, en litteraturstudie med kommentarer*. SkogForsk. Redogörelse nr 4. 51 ss. ISSN 1103-4580.
- Hesselman, H. (1938). *Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning*. Meddelande från statens skogsförsöksanstalt. Stockholm. Häfte 31, Nr 1. 64 ss.
- Hägglund, B., & Lundmark, J.-E. (1999). *Bonitering markvegetationstyper*. Berlings Skogs,Trelleborg. 124 ss. ISBN 91-884-62-36-6.
- Lammi, E. (2006). *Markbehandling på boreal skogsmark med fokus på markberedning*. Dept. of Silviculture, SLU. Examensarbeten / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. vol. 2006:5. 118 ss.

- Lindgren, K., Ekberg, I., & Eriksson, G. (1977). *External factors influencing female flowering in picea abies (L.) karst.* Studia forestalia suecica, nr 142. Swedish university of Agricultural Science. Uppsala. Dept. of Forest Genetics. 53 ss.
- Lundin, L. (1979). *Kalhuggningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå.* Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära, 36. Institutionen för skoglig marklära. 35 ss. ISBN: 91-576-0330-8.
- Lundmark, J.-E. (1986). *Skogsmarkens ekologi, ståndortsanpassat skogsbruk, del 1. Kap 6,* Skogsstyrelsen, Jönköping. ss 102-110. ISBN: 91-8548-50-1.
- Lundmark, J.-E. (1988). *Skogsmarkens ekologi, ståndortsanpassat skogsbruk, del 2. Kap 4 och 5,* Skogsstyrelsen, Jönköping. ss 50-130. ISBN: 91-85748-69-2.
- Lundmark, T. (1996). *Photosynthetic responses to frost and excessive light in field-grown Scots pine and Norway spruce.* Institutionen för skogsskötsel, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. ss 1-44.
- Lundmark, T., & Hällgren, J.-E. (1987). *Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in field.* I. B. E. Drew. Can. J. For. Res. 17: 1197-1201.
- Odin, H. (1985). *Klimatet på hygget.* I: Bäckström, P.-O., Skogsfaktakonferens nr7, Skogsskötsel i södra Sverige. Jönköping: 45-50. ISBN 91-576-2370-8.
- Odin, H. (1995). *Vind och skog.* Skog och forskning, nr 3. ss 6-15.
- Odin, H., Magnusson, B., & Bäckström, P.-O. (1984). *Effect of low shelterwood on minimum temperature near the ground.* I: Perttu, K. Management of forest biomass production systems. Rapport 15 - Institutionen för ekologi och miljövärd, Uppsala. ss 77-79. ISBN: 91-576-2160-8.
- Ottosson Löfvenius, M. (1993). *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area.* Umeå. ss 1-29. ISBN-91-576-4677-5.
- Ottosson Löfvenius, M., & Loman, G. (1997). *Lokal och mikroklimat.* I: Marken i skogslandskapet. Skogsstyrelsen. Jönköping. ss 105-104. ISBN 91-88462-31-5.
- Perttu, K. (1974). *Abiotiska förändringar vid förnyelseingrepp. Stålningsbalansen före och efter kalhuggning.* Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift. ss 53-59.
- Scherman, S. (1991). *Skärm - ett lönsamt förnyringssätt?* Resultat, nr 18. Forskningsstiftelsen skogsarbeten. Kista. 4 ss. .
- Sennblad, G. (1995a). *Granskärmar.* Småskogsnytt, forskningsinformation om småskaligt skogsbruk, Garpenberg. nr 4. ss 1-14.
- Sennblad, G. (1995b). *Andra metoder för naturlig förnyring.* Småskogsnytt. Forskningsinformation om småskaligt skogsbruk, nr 4. ss 11-14.
- Tirén, L. (1949). *Om den naturliga förnyringen på obrända hyggen i norrländsk granskog.* Meddelande från statens skogsforskningsinstitut, band 38, nr 9. 210 ss.
- Wareing, R. (1958). *Problems of juvenility and flowering on trees.* Jour. Linn. Soc. Bot. 56: 282-289.

Wennström, U. (2007). *Statistik för grankottillgång och kottårsfrekvens*. Skogforsk, Sävar. (Ej utgiven).

Viberg, L. (1997). *Jordarternas tekniska egenskaper*. I: Marken i skogslandskapet. Skogsstyrelsen. Jönköping, ss 69-71. ISBN 91-88462-31-5.

Muntliga referenser

Larsson, Svante (2007). Distriktschef. Skogsstyrelsen, Östra Norrbotten.

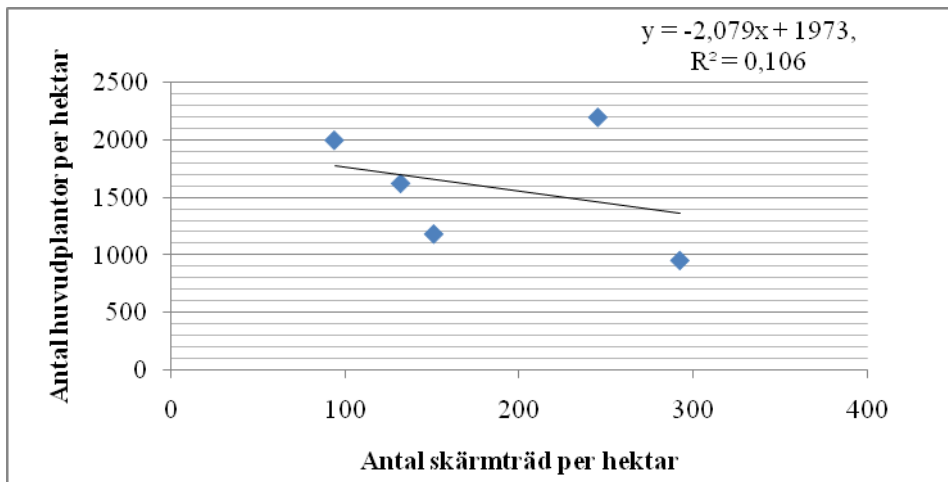
Ottosson Löfvenius, Mikael (2007). Universitetslektor, produktionsekologi. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå.

Persson, Lars (2007). Skogsinspektor/ skogsvårdsspecialist. Norra Skogsägarna, Lule älvadal.

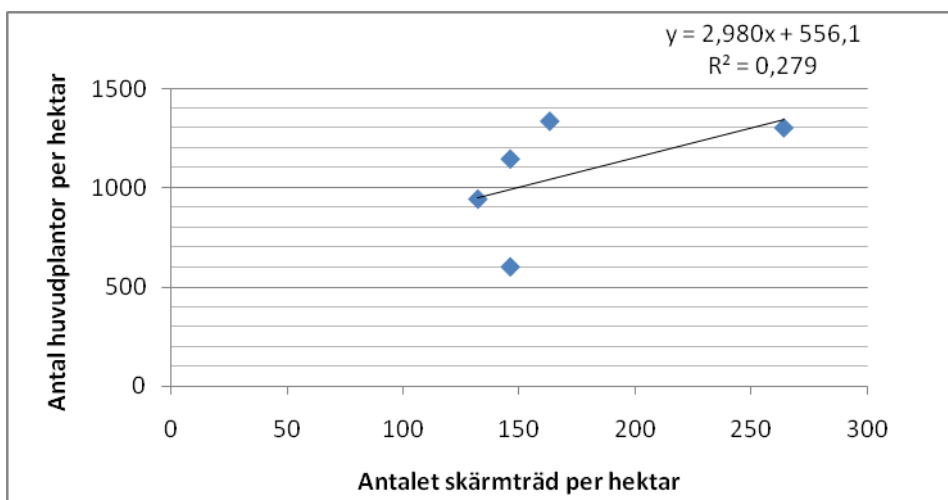
Internet

Karlsson, B. (2006). *Granens genetik och val av skogsodlingsmaterial*. Hämtat från: <http://www-gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/Genetik.pdf> Hämtat den 2007-12-03

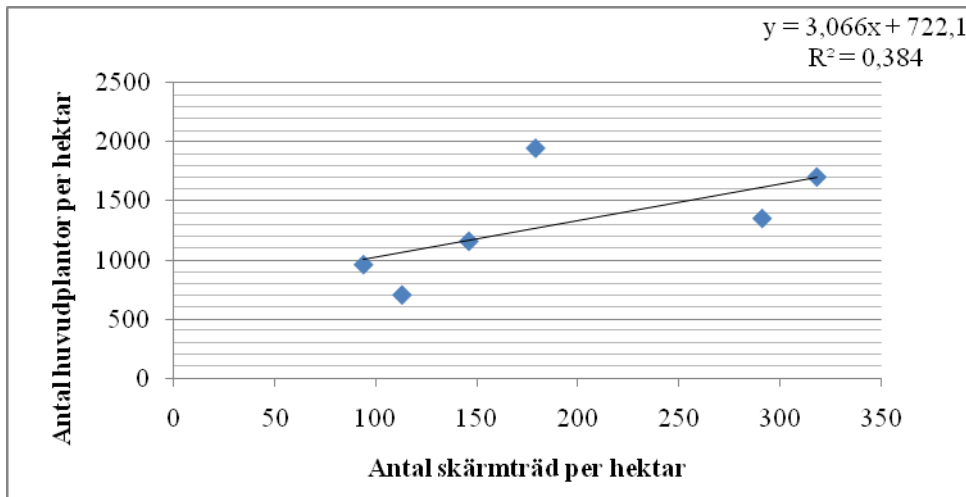
Bilaga 1



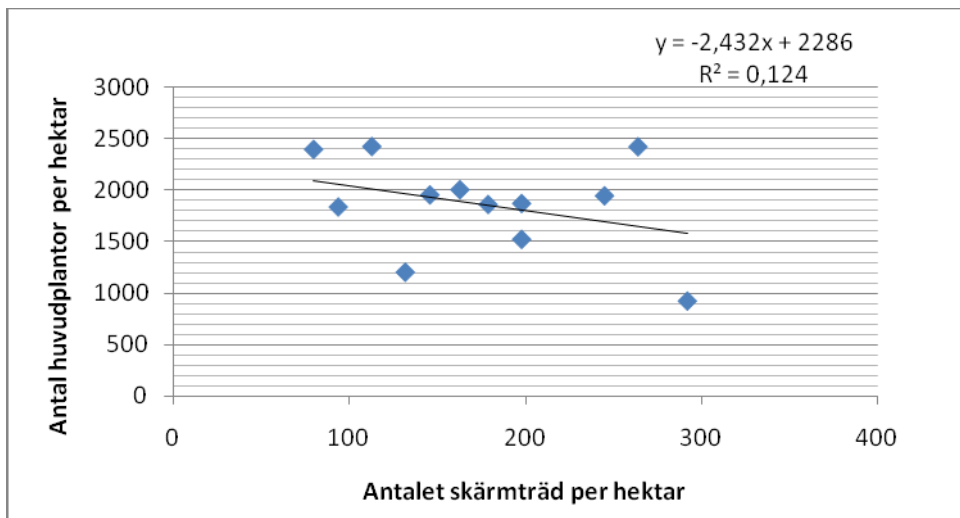
Figur A. Antal huvudplantor och skärträäd per hektar på ståndorter med starr/fräkentyp på fuktig mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och antalet skärträäd.



Figur B. Antal huvudplantor och skärträäd per hektar på ståndorter med ristyp på frisk mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och antalet skärträäd.

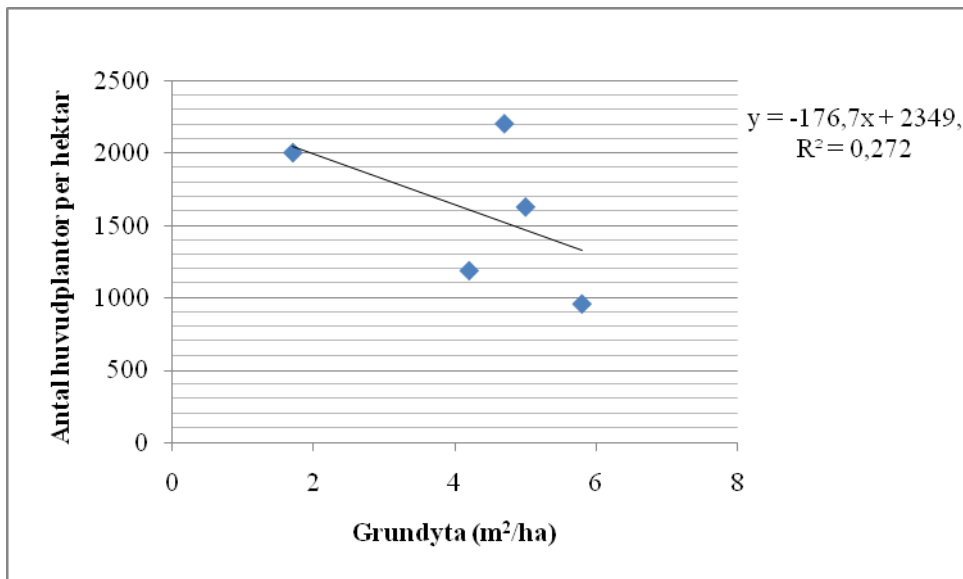


Figur C. Antal huvudplantor och skärträd per hektar på ståndorter med grästyper på frisk mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och antalet skärträd.

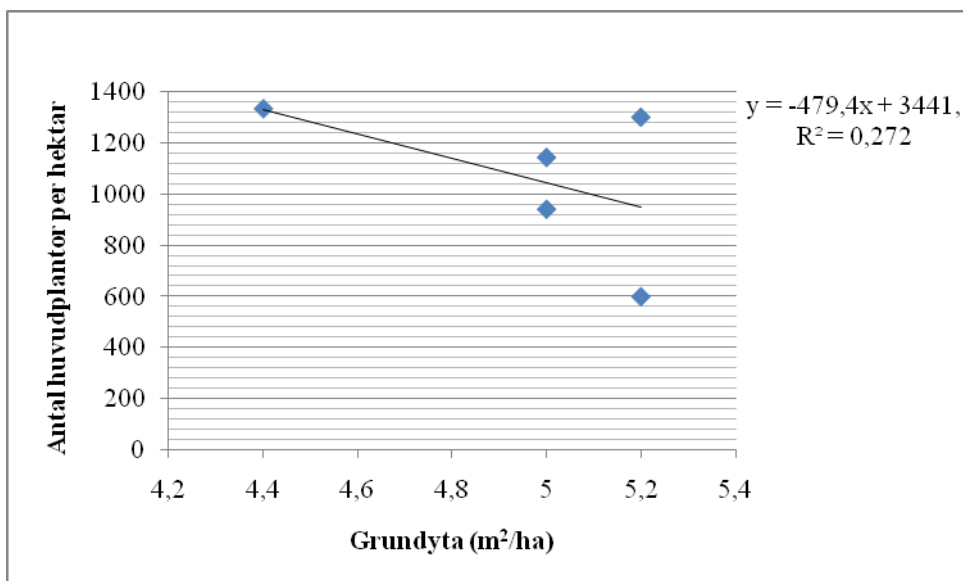


Figur D. Antal huvudplantor och skärträd per hektar på ståndorter med grästyper på fuktig mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och antalet skärträd.

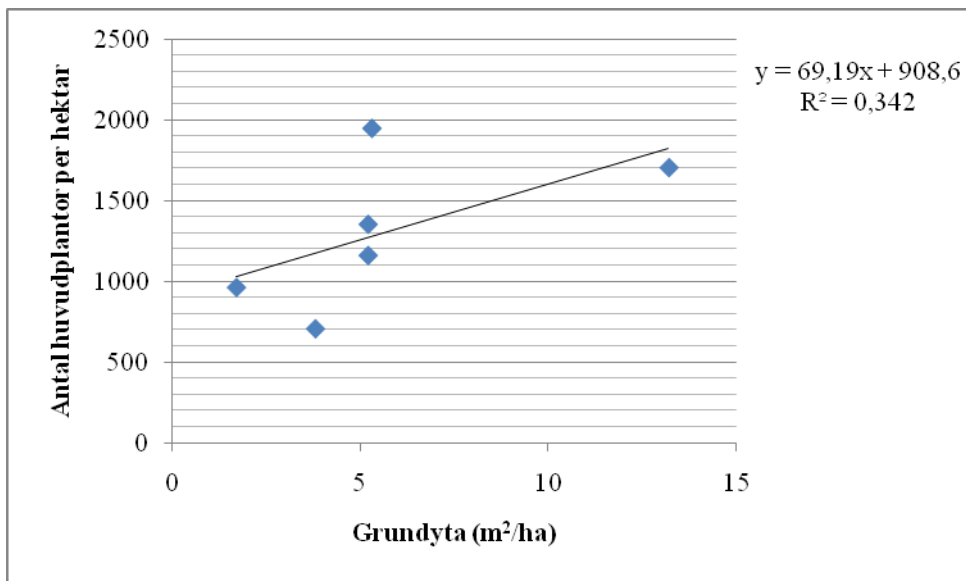
Bilaga 2



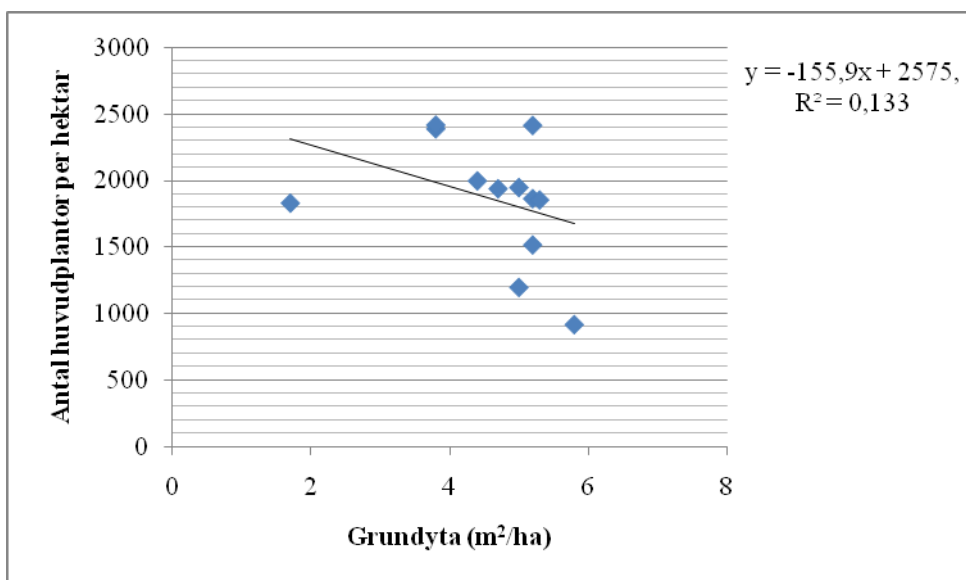
Figur A. Antal huvudplantor och skärmens grunddyta på ståndorter med starr/fräkentyp på fuktig mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och grundytan.



Figur B. Antal huvudplantor och skärmens grunddyta på ståndorter med ristyp på frisk mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och grundytan.



Figur C. Antal huvudplantor och skärmens grundyta på ståndorter med grästyper på frisk mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och grundytan.



Figur D. Antal huvudplantor och skärmens grundyta på ståndorter med grästyper på fuktig mark samt trendlinje för beroendet mellan antalet huvudplantor och grundytan.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2007:1 Författare: Sören Möller Pedersen.
Model of individual tree mortality for trembling aspen, lodgepole pine, hybrid spruce and subalpine fir in northwestern British Columbia.
- 2007:2 Författare: Richard Dermer.
Picea mariana ((P. Mill.) B.P.S), P. abies (L.), Pinus contorta (Dougl.) och P. sylvestris (L.). – En jämförelse av produktion och potentiell kvalitet hos försöksbestånd i Jämtlands län.
- 2007:3 Författare: Johan Oskarsson och Martin Busk.
Rätten till Norrland – nutida strider, historisk arena.
- 2007:4 Författare: Malin Svensson.
Vattenkvalitén i Fredstorpsbäcken – dikad bäck på fastigheten Rämningstorp i Skara kommun.
- 2007:5 Författare: Maija Kovanen.
Growth responses in Swedish boreal coniferous forests after addition of nitrogen as sewage sludge pellets.
- 2007:6 Författare: Jonas Kling
Att återställa en naturlig ordning. Skogshistoria och restaureringsbränning i Långsidbergets naturreservat
- 2007:7 Författare: Thomas Tjernell
Vindfällning, tillväxt och plantuppslag i en 13-årig granskärm i Medelpad
- 2007:8 Författare: Sofia Grape Inverkan av nederbörd, temperatur och frost på årsringens egenskaper hos boreal tall (Pinus sylvestris L.)
- 2007:9 Författare: Christian Folkesson Marktillstånd och potentiell borbrist på åkermark planterad med gran i Västerbottens län
- 2007:10 Författare: Johan Persson Föryngringsresultat och beräknad virkesproduktion i naturligt föryngrade tallbestånd i Västerbotten under mitten av 1990-talet
- 2007:11 Författare: Elisabeth Lindström
Vad påverkar skogsägarnas naturhänsyn vid föryngringsavverkning i region Mellannorrland?
- 2007:12 Författare: Björn Erhagen Löslighet och metylering av kvicksilver i en förorenad sjö (Ala-Lombolo) i Kiruna kommun
- 2007:13 Författare: Irina Kero Utbyte av massaved och biobränsle i några typbestånd av Contorta
- 2007:14 Författare: Fredrik Gardmo
Uttag av energisortiment vid gallring av contorta, ett komplement till konventionell gallring?
- 2007:15 Författare: Lisa Werndin Effekter av gödsling i äldre tallbestånd på renbetesväxter i fält- och bottenskiikt
- 2008:1 Författare: Anna Bylund
En analys av SCA Skog AB's metod för egenuppföljning av gallringar

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se