

## Möjligheter att skapa viltfoder i lövröjningar

Huvudsökande: Urban Nilsson, Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap, Box 49, 230 53 Alnarp, Tel 070-3465192, [urban.nilsson@slu.se](mailto:urban.nilsson@slu.se)

Medarbetare – Annika Felton, Emma Holmström och Matts Karlsson, Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap

Projektets löptid: 2013-04-01 – 2016-12-31

### Sammanfattning

Olika röjningsbehandlingar med syfte kombinera en positiv tillväxteffekt för planterade granar och hög tillgång på foder för betande vilt testades på fyra lokaler i södra Sverige. Röjningsbehandlingarna var oröjt, brunnsröjning, röjning till tätt förband och total röjning. Röjningarna utfördes när de planterade granarna var ca 1 m höga vilket är tidigare än normalt.

De två röjningsbehandlingarna brunnsröjning och röjning till tätt förband minskade den totala tillgången på tillgängligt foder jämfört med den oröjda kontrollen men på grund av att betet var högre på enskilda träd minskade inte det totala foderutnyttjandet. Total röjning däremot medförde mindre totalt bete på grund av minskad tillgänglig biomassa och på grund av att denna biomassa utgjordes av stubbskott som inte var lika attraktiv för de betande djuren som fröbjörkar. Andra lövträd än björk kan ha utgjort en viktig födoresurs för de betande djuren och det är viktigt att i framtida studier kvantifiera detta bete.

Tillväxten de första tre åren efter röjning för de planterade granarna var positivt påverkad av alla röjningsbehandlingar jämfört med den obehandlade kontrollen men var mest tydlig i total röjning och därefter röjning till tätt förband. Ett sätt att kombinera hög tillväxt och hög tillgång till foder kan därför vara röjning till tätt förband där 1500-2000 björkar per hektar behålls efter tidig röjning. Det är dock möjligt att en andra röjning i alla tre röjningsbehandlingar kommer att innebära ytterligare förbättrad tillväxt för de planterade granarna.

## Resultat

### Introduktion

Älgar och rådjur har ett ytterst selektivt födosöksbeteende, medan kronhjortar och dovhjortar har ett större spektrum av potentiell föda som inkluderar inte bara blad, kvist och vissa buskar, utan också gräs, spannmål och örter (Hofmann 1989). Även om björk inte verkar vara bland de högst prefererade trädarterna för älgar och rådjur (Mansson et al. 2007a), så utgör björkblad och kvistar en mycket stor del av deras födointag på grund av att björkar är så vanligt förekommande inom deras utbredningsområde (Cederlund et al 1980; Danell et al 1985). Björkar har utvecklats att tolerera ett högt betetryck och under normala betetryck producerar björkar lika mycket biomassa som utan bete (Danell et al 1985; Persson et al 2005). Dessutom leder betet till att björken fortsätter producera begärlig biomassa inom beteshöjd under en lång tid (Danell et al 1985).

Studier visar att älgar är högst selektiva även på vintrarna när deras kvistbaserade föda är relativt näringsfattig och svårsmält. När de väljer vilka hyggen eller skogsbestånd de ska beta inom styrs valet bland annat av foderresursens täthet, liksom beståndets täthet överlag (Andrén & Angelstam 1993). När djuret väl står inne i beståndet gör de val på en mindre skala, mellan individuella träd och även mellan enskilda skott på samma träd (Shipley et al 1999). Till exempel kan de vara högst selektiva i sitt val mellan vårtbjörkens och glasbjörkens årsskott, trots att dessa trädarter är närbesläktade och har liknande näringsinnehåll och försvarskemikalier (Danell & Ericsson 1986). Det finns därför anledningar att förvänta sig en observerbar skillnad i hur dessa djur utnyttjar fröbjörkarnas skott jämfört med stubbskotten, vilkas förekomst varierar kraftigt mellan de olika röjningsmetoderna.

Graden av selektivitet i landskap med liknande fodertillgång minskar dock med ökad vilttäthet eftersom konkurrensen mellan individer gör att de måste konsumera växtmaterial som inte är optimala för dem (Danell & Ericsson 1986; Andrén & Angelstam 1993).

Enligt resonemanget ovan är naturligt föryngrad björk på hyggen en viktig födoresurs för de stora hjortdjuren och det har naturligtvis betydelse hur skogsskötare väljer att behandla denna resurs. Dagens skötselrekommendationer anger att röjning när barrträden är ca 2-3 m höga är mest lämplig (Pettersson och Fahlvik 2007). Detta är en kompromiss mellan att röja tidigt vilket är billigt och ger bäst effekt för huvudplantorna men har nackdelen att risken för riklig stubbskottsbildning är hög (Andersson och Björkdahl 1984) och att röja sent vilket är dyrt och medför ökad konkurrens för huvudplantorna (Huuskonen och Hynynen 2006) men minskar risken för stubbskott och därmed en kostsam andra röjning. Om denna röjningsstrategi lyckas, d.v.s. att röjningen utförs vid en tidpunkt när huvudplantorna kan ta tillvara tillväxtresurserna i en sådan grad att stubbskottsutveckling undviks, kommer mängden foder för hjortdjuren att minimeras. Motsatsen till denna röjningsstrategi kan vara att röja tidigt vilket resulterar i riklig stubbskottsutveckling och därmed riklig produktion av biomassa i lämplig betningshöjd.

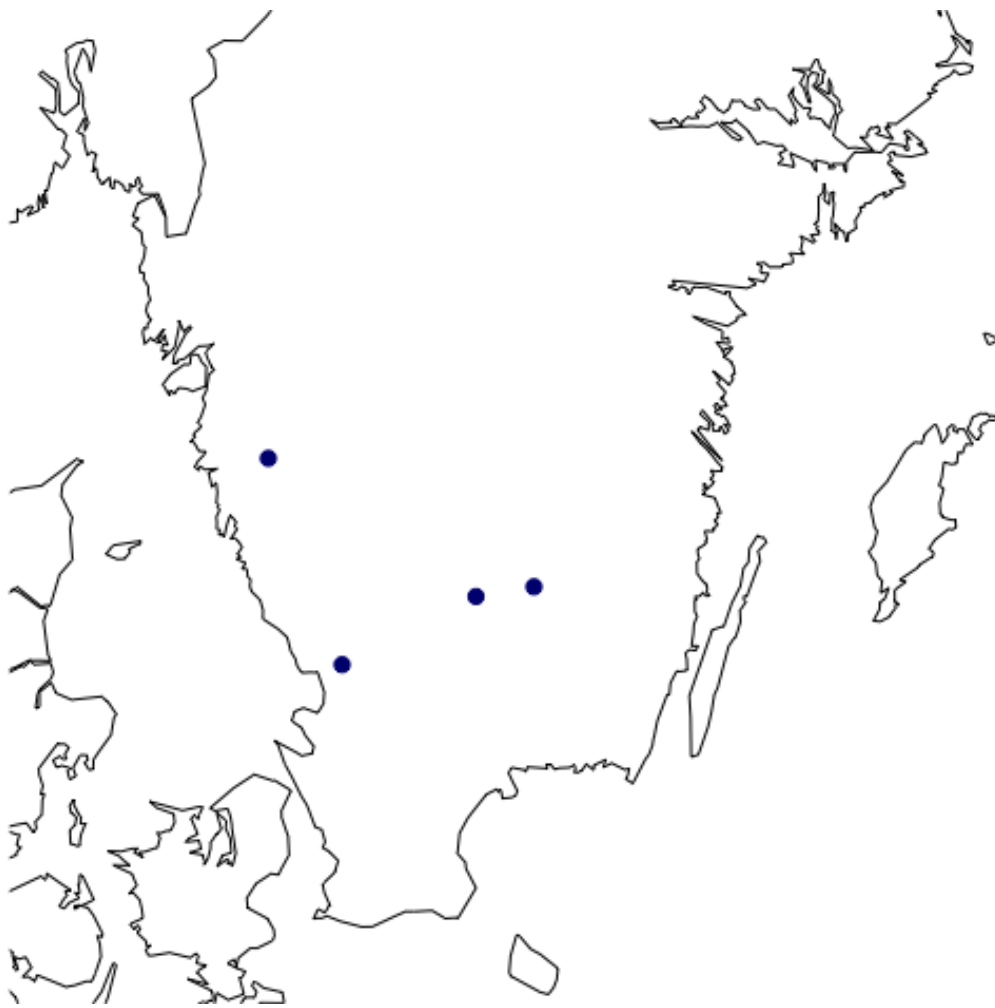
Det finns alternativa strategier för att undvika stubbskottsutveckling. Brunnsröjning innebär att man röjer runt huvudstammar men lämnar områdena mellan huvudstammarna oröjda (Pettersson och Fahlvik 2007). I och med att en stor del av arealen lämnas oröjd kommer stubbskottsutvecklingen från de röjda stubbarna att minimeras. En annan strategi är att utöka plantantalet genom att ställa kvar naturligt föryngrat löv vid röjningen. Genom att öka stamantalet ökas beskuggning och konkurrens för stubbskotten vars utveckling undviks eller senareläggs. Att lämna kvar löv efter röjning har vidareutvecklats i den så kallade Kronobergsmetoden där löv kvarlämnas i form av en lågskärm som dessutom har funktion som frostskydd (Lundmark och Hällgren 1987, Mård 1996). Lövskärmen avverkas i flera steg och i den sista avverkningen av lövskärmen finns möjlighet att ta vara på brännved eller massaved.

En strategi är naturligtvis att inte röja alls. Det finns många studier som visar att denna metod medför radikal minskning av nettointäkten vid första gallring (Pettersson och Fahlvik 2007). Men fördelen är naturligtvis att inga kostnader behöver läggas på röjning och det är inte alltid givet att röjning av löv i granplanteringar ger den bästa ekonomin i form av nuvärde.

## Material och metoder

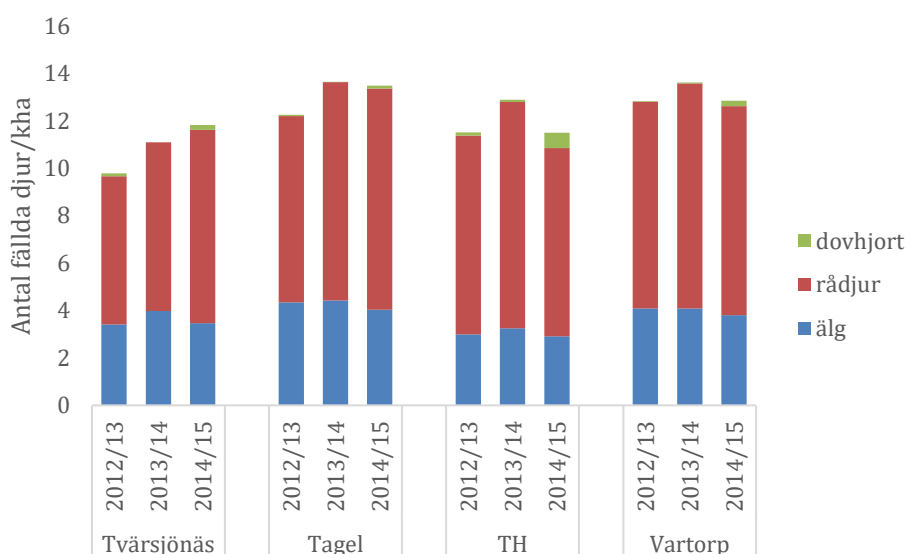
### Beskrivning av försökslokaler

Vi beskriver här resultat från fyra försökslokaler: ett i Halland (Tönnersjöheden), två i centrala Småland (Tagel och Vartorp) och ett öster om Göteborg (Tvärsjönäs) (Figur 1).

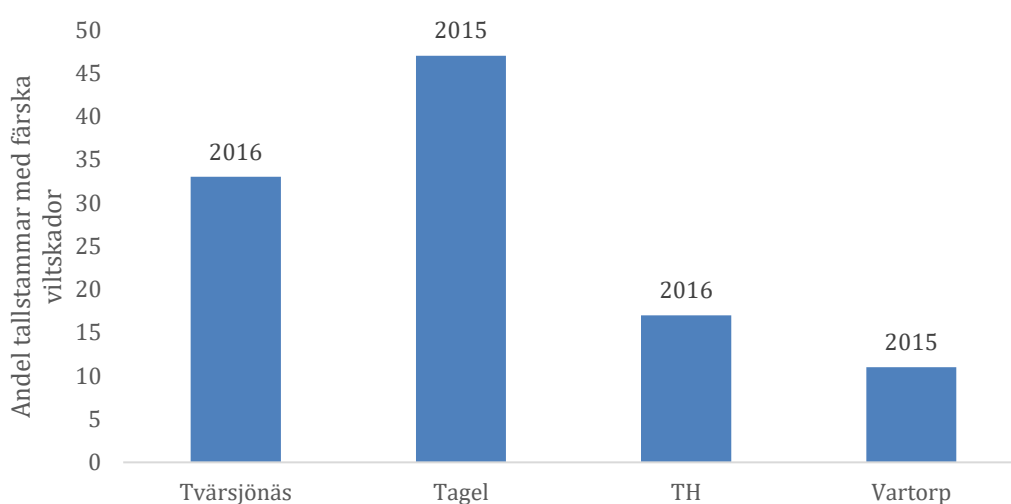


**Figur 1.** De fyra lokalernas geografiska placering

Ett granbestånd per lokal användes till försöket. De fyra lokalerna tillhör olika älgförvaltningsområden och jaktkretsar, vilka skiljer sig något åt när det gäller vilka klövdjursarter som finns och hur täta stammarna är (Figur 2). Likaså har man från lokalernas regioner rapporterat olika nivåer av skador på tall (Figur 3).

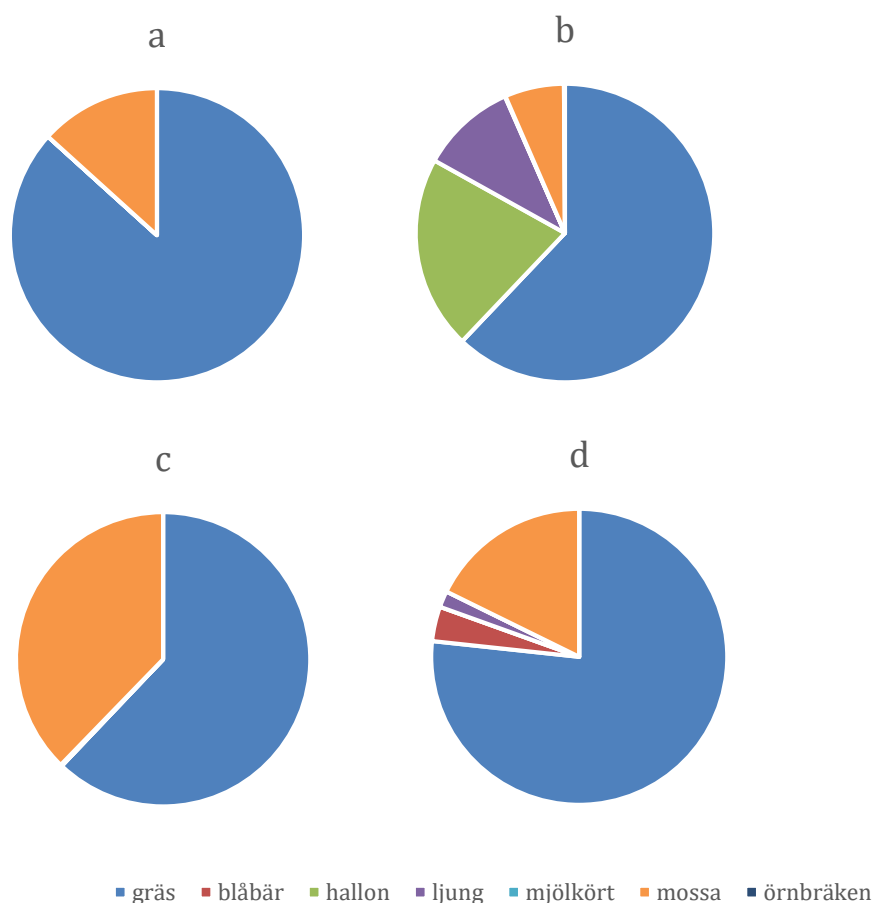


**Figur 2.** Antal fällda djur per kha rapporterade av jägare, per jaktsäsong under tre år av försöket. Samtliga fällda älgar rapporteras in per älgförvaltningsområde (ÄFO) medan antalet rådjur och dovhjort rapporteras in på frivillig basis per jaktkrets. Här visas jaktstatistik för det ÄFO och jaktkrets inom vilka de fyra försökslokalerna ingår: Tvärsjönäs i Västra Götaland ÄFO 8 (254501 ha) och Lerum jaktkrets; Tagel i Jönköping ÄFO 6 (130000 ha) och Värnamo jaktkrets; Tönnersjöheden (TH) i Halland Södra ÄFO (174134 ha) och Halmstad jaktkrets; och Vartorp i Kronoberg ÄFO 7 (130700 ha) och Växjö Norra jaktkrets.



**Figur 3.** Andel tallstammar med färsk skador i 1-4m höga tallbestånd, enligt Skogsstyrelsens älgbetesinventering ([www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Skog-och-miljo/Tillstandet-i-skogen/Algbetning](http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Skog-och-miljo/Tillstandet-i-skogen/Algbetning)). Varje älgförvaltningsområde i Sverige inventeras vartannat år. Här visas resultat från den senaste inventeringen utförd i de ÄFO inom vilka de fyra försökslokalerna befinner sig (Figur 2).

Gräs dominerade markvegetationen inom samtliga fyra försöklokaler, men mångfalden av andra växter varierade (Figur 4). Tagel och Vartorp hade högre mångfald av markvegetation än Tvärsjönäs och Tönnersjöheden.



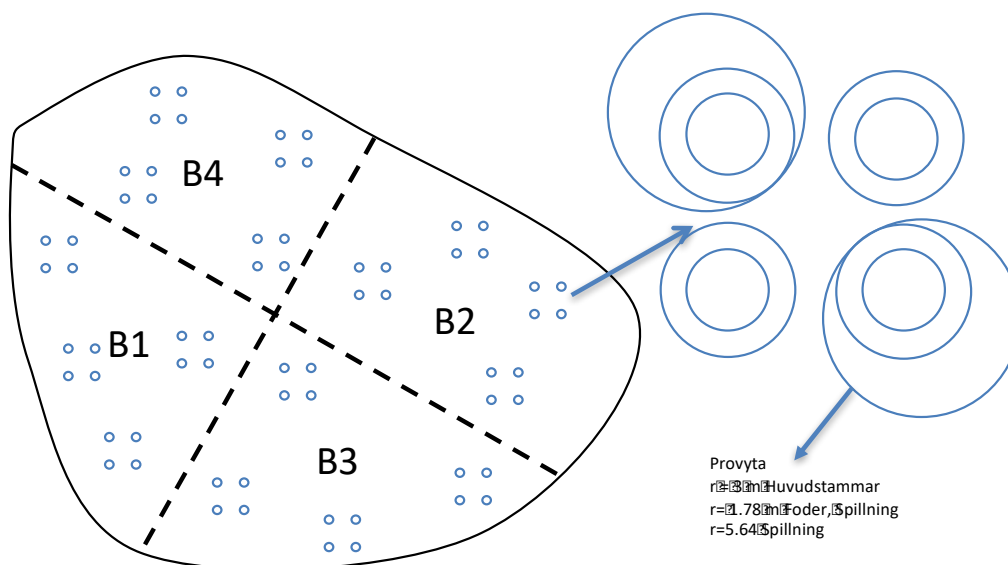
**Figur 4.** Täckningsgrad av olika typer av markvegetation inom de fyra granbestånden som inkluderades i studien: a) Tvärsjönäs, b) Tagel, c) Tönnersjöheden, d) Vartorp. Vi uppskattade täckningsgraden (%) av vanligt förekommande örter, gräs och buskar inom provytorna, första hösten efter röjning.

### Försöksdesign

Vi valde ut unga granbestånd (>2 ha) i behov av röjning som hade omkring 5000 björkar/ha. Björkarna var ca 2 m höga och granarna ca 1 m. Varje hygge delades in i fyra parceller och respektive del tilldelas en behandling genom lottning. De fyra behandlingarna var:

1. Obehandlad kontroll
2. Totalröjning – allt naturligt föryngrat löv röjs på hela arealen
3. Brunnsröjning – röjning sker i en radie av 0.75 m runt ca 2000 huvudplantor av gran per hektar
4. Röjning till tätt förband – förutom ca 2000 planterade granplantor per hektar sparas också ca 2000 naturligt föryngrade björkplantor per hektar. Björkplantorna skall vara utvecklingsbara och i samma höjdsikt som granplantorna.

Parceller var 0.5-0.8 ha stora och lades ut på mark med liknande ståndortsegenskaper och liknande antal och utveckling av de planterade granplantorna och det naturligt förnygrade lövet. Inom varje behandling markerade vi 16 permanenta cirkelprovytor med stationär centrumpinne. Provytorna placerades i fyra kluster med fyra provytor i varje (figur 1). Røjningen utfördes med røjmotorsåg. Røjningsbehandlingarna gjordes utan föregående markering av vilka stammar som skall røjjas bort respektive vara kvar. Vi røjde på ett så homogent sätt som möjligt inom hela parcellen.



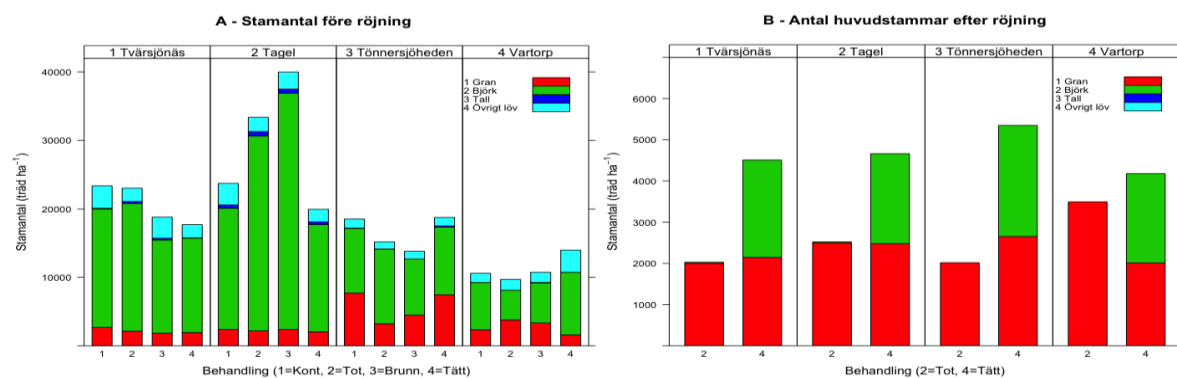
**Figur 5.** Försöksdesign. På hyggen > 2 ha etablerades fyra parceller om ca 0.5 ha vardera. Behandlingarna inkluderade orörd (B1), totalrøjning (B2), brunnsrøjning (B3) och tätt förband (B4). Inom varje behandling placerades 16 cirkelprovytor i fyra kluster (provytornas radie varierar mellan 1.78m och 3m beroende på behandling och inventeringsdel, se text). Spillningsinventering utförs dels inom 2 av de små cirkelytorna ( $r=1.78\text{m}$ ) per kluster, och dels inom 2 stora cirkelytor ( $r=5.64\text{m}$ ) per kluster.

### Inventeringar

Före røjning utfördes en totalinventering av naturligt förnygrat löv och planterade granar inom en 1,78 m radies provyta. För varje träd noterades art, höjdklass och diameter. En inventering av alla klövdjursarternas träckhögar utfördes också före røjning. Resultaten från spillningsinventeringen ger ett index på hur mycket klövdjuren har nyttjat beståndet under vintern, men säger ingenting om skillnader i nyttjande mellan parceller inom beståndet. Vi följde en konventionell metod där man räknar högar från rådjur och dovhjort inom 1.78m radie och högar från älg och kronhjort inom en 5.64m radie (Edenius 2012). Likadan spillningsinventering utfördes sedan varje vår under försökets gång. Vi summerade samtliga klövdjursarter till ett totalt spillningsindex (antal högar/yta).

Efter røjning identifieras huvudstammarna inom en radie av 3 m runt respektive provytecetrum. Alla kvarvarande granar i de røjda parcellerna (B2, B3, B4) samt kvarvarande björkar i behandlingar B3 och B4 gavs ett ID och vi mätte höjd och diameter. I de orøjda parcellerna (B1) identifierades upp till 6 huvudplantor av gran respektive björk. Eventuella skador på dessa plantor noterades. Dessutom gav vi 5 närmaste røjningsstubbar till respektive provytecetrum ett unikt ID och mätte deras diameter.

Stamantalet före röjning varierade mellan knappt 10 000 stammar ha<sup>-1</sup> i Vartorp till nästan 40 000 stammar ha<sup>-1</sup> i Tagel (Figur 6a). Inom respektive lokal var stamantalsvariationen mellan behandlingar före röjning generellt sett liten, med undantag för Tagel. Efter röjning lämnades ca 2000 granhuvudstammar i total röjning i Tvärsjönäs, Tagel och Tönnersjöheden medan antalet granhuvudstammar var ca 3 400 i Vartorp. I försöksledet tätt förband varierade antalet granhuvudstammar mellan 2000-2500 träd ha<sup>-1</sup> och antalet björkhuvudstammar varierade mellan 2100-2700 träd ha<sup>-1</sup> (Figur 6b).



**Figur 6.** Stamantal före röjning i samtliga behandlingar (A) och efter röjning i behandlingarna total röjning och röjning till tätt förband (B).

### Inventering av fodertillgång och foderutnyttjande

Vi kvantifierade hur mycket foder som fanns tillgängligt just efter röjningen i de olika behandlingarna. Syftet var att kvantifiera tillgången på björkar av olika höjder, och mängden foder som finns på dessa björkar. Denna inventering delades upp i tre delar, vilka sedan upprepades varje vår (maj) och höst (september) till och med september tre år efter röjning. Det blev 6 inventeringar totalt per lokal.

Del 1 var en totaluppskattning av tillgängligt foder. Alla träd av olika arter räknades inom provytan med radie 1.78 m i samtliga behandlingar. Vi noterade art, höjdklass och betesskada (toppbete, sidoskott betat, böjd stam). Från och med första hösten inventerade vi även foder på björkstubbar. För varje björkstubbe inom provytan noterades trädslag (vårt eller glasbjörk), totalt antal skott per höjdklass och antal betade skott per höjdklass.

Del 2 var en detaljstudie av björkar ("detaljbjörkar") inom cirkelprovytor med radie 3m, för att uppskatta betad biomassa. Upp till 8 av björkarna inom provytan valdes ut till detaljmätningar. Exakt höjd och diameter noterades, liksom om trädet blivit betat (topp eller sidobete). Om trädet hade färsk betesskador gjorde vi detaljerade mätningar på upp till 5 betade grenar: grenhöjd, grendiameter och bettdiameter. Om fler än fem grenar hade färsk bett registrerade vi för resterande betade grenar deras grenhöjd, grendiameter och totalt antal bett per gren. Höjd och diameter mättes sedan varje höst. Betet mättes i detalj två gånger om året.

Del 3 var en detaljstudie av de fem björkstubbar som markerats i B2, B3 och B4 ("detaljstubbar"). Eftersom stubbarna inte hade något foder direkt efter röjning började vi med denna inventeringsdel efter första växtsäsongen, i september. Om björkstubben hade färsk betesskador på sina skott noterade vi på upp till 5 betade skott skottets diameter, och för varje färskt bett noterades bettdiameter (närmaste mm). Mot försökets slut registrerades skottlängd för samtliga skott som växt ut på

detaljstubbar. På två av detaljstubbarnas skott mättes då också diameter vid bas till närmsta mm.

### **Inventering av huvudstammar**

Efter röjning valdes ca 2000-3000 granhuvudstammar och ifall det var möjligt lika många björkhuvudstammar inom varje provyta med 3 m radie. För att inte påverka viltbete på huvudstammarna undvek vi att markera dom med brickor eller band. Istället noterades trädens avstånd och riktning till centrumpinnen så att samma individ kunde mätas upprepade gånger. För lokalerna Tvärsjönäs, Vartorp och Tagel mättes huvudstammarna direkt efter röjning, efter första vegetationsperioden och efter tredje vegetationsperioden. I Tönnersjöheden mättes huvudstammarna i samband med röjningen och fyra vegetationsperioder efter röjning. Vid samtliga inventeringar registrerades huvudstammarnas höjd och för träd över 1.3 m registrerades diameter i brösthöjd. Dessutom registrerades förekommande skador.

### **Biomassaprovtagning**

Målsättningen med biomassaprovtagningen var att samla data för att kunna estimeras total biomassa av björk och stubbskott vid försökets start och avslutande, samt att estimeras total betad biomassa halvårsvis för fröbjörkar och stubbskott. Vi skattade biomassan i fraktionerna total grenved, total grenved i två-mm klasser upp till 8 mm, bladbiomassa samt stamved.

Första målet nåddes genom att skatta regressionsfunktioner för respektive fraktion. Oberoende variabler i regressionsfunktionerna var björkarnas höjd, diameter och krongränshöjd. Separata funktioner skattades för varje lokal. Funktionerna byggde på 10-20 fröbjörkar per lokal vid försökets start (Tvärsjönäs, Vartorp, Tagel och Hörja 2014) och på 10 stubbskottsbiörkar per lokal vid försökets avslutande (Tvärsjönäs, Vartorp och Tagel 2016). Provträden representerade hela höjdspridningen 2014. Variationsbredden i fröbjörkarnas höjd delades i fem lika delar och två björkar valdes slumpmässigt inom respektive höjddklass. En kompletterande biomassainsamling ska ske i januari 2017 för att skapa regressioner även för träd med höjder som inte fanns representerade 2014 (5-7m).

### **Biomassaprovtagning av fröbjörkar**

Före fällning av björkarna markerades brösthöjd. Efter fällning registrerades i fält stubbens höjd, trädets totala längd och antalet stamsektioner á 0.5m med respektive diametermått. Fyra provgrenar klipptes per höjdintervall. Provgrenarna var utan färskt bett och andra synliga skador. Diameter (0.1mm noggrannhet) och längd registrerades och bladen rakades av. Likaså mätte vi diameter, längd och höjdintervall på samtliga kvarvarande grenar på trädet inom respektive höjdintervall. Även dessa grenar klipptes höjdintervall för höjdintervall och bladen rakades av. För träd < 2m höjd sågades stammen upp i lämpliga bitar och för träd > 2m registrerades först friskvikt för hela stammen innan den höggs upp i trissor, för att kunna räkna ut hur stor del av totalvikten som utgörs av trissor.

I laboratoriet klipptes varje provgren (1-4 per höjdintervall per provträd) på max 6 ställen. Ett klipp per gren gjordes på den primära grenen. Upp till fem klipp (slumpmässigt utvalda diametrar) gjordes på de sekundära grenar som eventuellt finns kvar på resterande sektion efter att det första klippet hade gjorts. Alla grenfraktioner från provgrenarna, övriga grenar, blad, stammar och stamtrissor torkades i 60° C under 48h och vägdes efter 24h i rumstemperatur.

### **Uträkning av biomassa från björkar**

Bladens biomassa fick vi direkt från vägningen. Stammens biomassa fick vi från vägning av träd < 2m och från frisk-torrsvikt relation för stamtrissor för träd > 2m. Grenarnas



totalvikt räknades ut från provgrenarnas vikt adderat med övriga grenars vikt. Grenarnas vikt i diameterfraktioner får vi från regressionsfunktioner med kombinationer av de oberoende variablerna trädhöjd, stamsektion, krongränshöjd, stamdiameter, grendiameter och grenlängd. Slutligen skattas en regressionsfunktion för estimering av trädens totala biomassa (torrsubstans, ts) per fraktion med de oberoende variablerna höjd, krongränshöjd och diameter.

### **Biomassaprovtagning av stubbskott**

Tredje hösten efter röjning utfördes provtagning av stubbskott under 1.3m höjd i lokalerna Tvärsjönäs, Tagel och Vartorp. I Tönnersjöheden gjordes motsvarande provtagning den fjärde hösten efter röjning. Vid provtagningen klipptes 48 stubbskott (skottet (provgrenen) närmast varje provytecentrum i B2, B3 och B4). Provgrenen var utan färsk bett och andra synliga skador. Vi noterade diameter och längd på provgrenen och bladen rakades av. I labbet hanterades varje provgren per stubbe likadant som för björkarnas provgrenar.

### **Beräkningar och statistisk analys**

Den detaljerade biomassaundersökningen av grenbitar av olika diametrar tillät oss att räkna ut medelvikten för respektive bettdiameter. Vi skapade regressionsfunktioner för respektive bettdiameter med grenlängd, grendiameter, stamintervall, trädhöjd, tr addediameter mm som oberoende variabler. Dessa regressionsfunktioner användes sedan för att skatta totalt betad biomassa för enskilda björkar och röjningsstubbar under hela observationsperioden. Denna beräkning användes sedan för att uppskatta total betad biomassa per hektar under hela observationsperioden för de olika röjningsbehandlingarna.

Regressionsfunktioner för skattning av total stam- och grenbiomassa med hjälp av och olika transformationer av trädens höjd beräknades för fröbjörkar och stubbskott separat. Dessa regressionsfunktioner användes sedan för att med data från totaluppskattningen av tillgängligt foder (del 1 ovan) skatta björkarnas totala biomassa per hektar uppdelat i fröbjörkar och stubbskott. Gran- och björkhuvudstammarnas volym skattades med volymfunktioner (Andersson 1954; Brandel 1990)

Statistisk signifikans beräknades med variansanalys där varje lokal var ett block. Antalet upprepningar var därför i normalfallet fyra. Dock mättes inte huvudstammarnas tillväxt med samma intervall i Tönnersjöheden som för de övriga tre lokalerna. Tönnersjöheden var därför inte inkluderad i analysen av tillväxt för gran- och björkhuvudstammar. I Tönnersjöheden skildes heller inte mellan fröbjörkar och stubbskott vid skattningen av total mängd foder (Del 1). På grund av detta gjordes analysen av total biomassa uppdelat på stubbskott och fröbjörkar endast för de tre lokalerna Göteborg, Vartorp och Tagel. När variansanalysen visade statistisk signifikans för röjningsbehandlingarna gjordes ett Tukey-test för att utröna signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

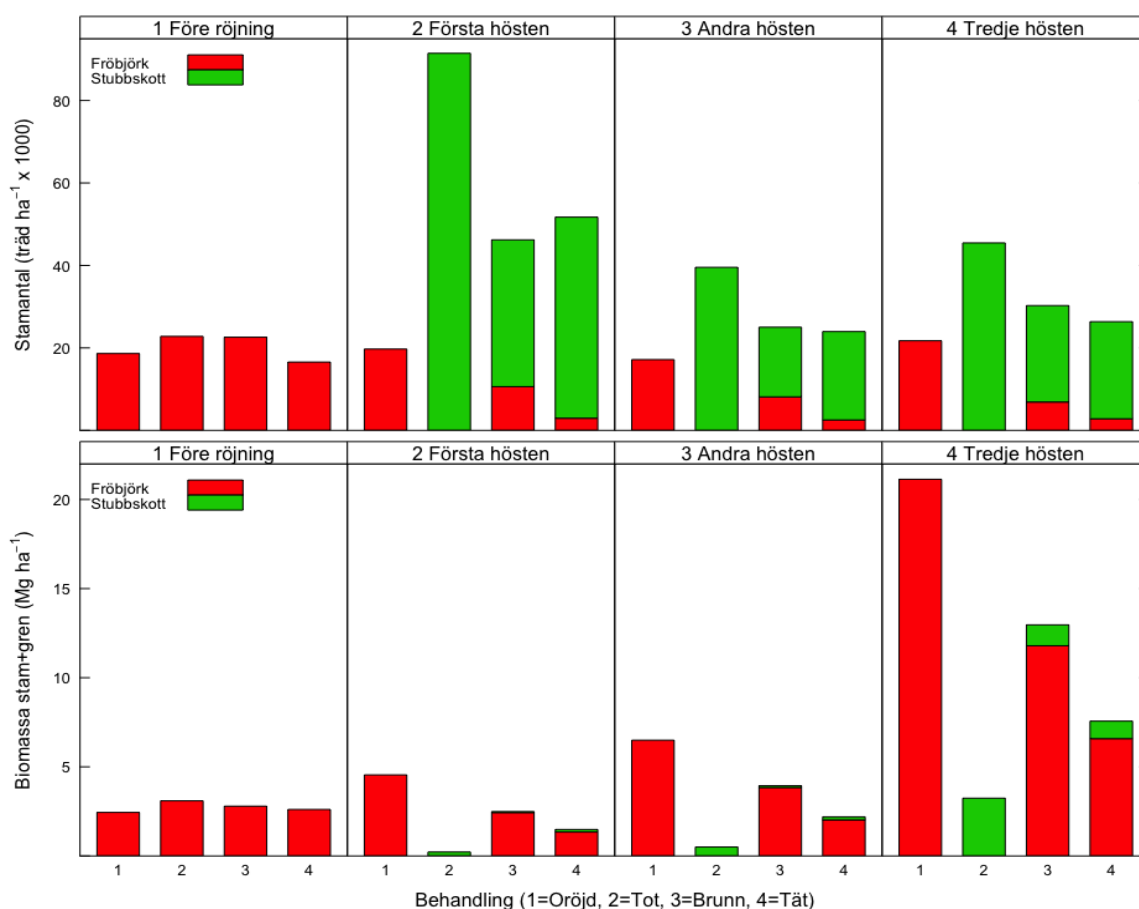
## **Resultat**

### **Skillnader mellan behandlingar i mängd skapat foder och bete**

Antalet lövstammar var högst i total röjning och lägst i den oröjda behandlingen under alla tre åren men skillnaden mellan oröjd, brunn och tät var ganska liten och inte signifikant (Figur 7). Eftersom lövstammarna i de röjda parcellerna till stor del utgjordes av stubbskott var den totala björkbiomassan (ts) i dessa behandlingar lägre än i den oröjda kontrollen (Figur 7). Första hösten efter röjning varierade biomassan i stam- och grenved mellan 0.2 Mg ha<sup>-1</sup> för total röjning till 4.5 Mg ha<sup>-1</sup> för den oröjda kontrollen. Skillnaden mellan de olika behandlingarna var inte statistiskt signifikant efter första vegetationsperioden. Motsvarande siffror vid inventeringen den tredje

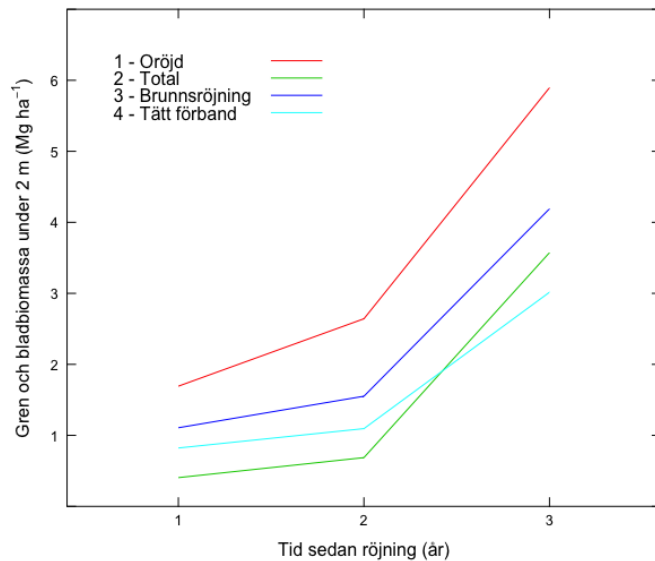
hösten efter röjning var 21.1 Mg ha<sup>-1</sup> för oröjd kontroll och 3.2 Mg ha<sup>-1</sup> för totalröjning. Skillnaden i biomassa mellan den oröjda kontrollen och de tre röjningsbehandlingarna var statistiskt signifikant (p<0.05) alla tre åren. Totalröjd hade signifikant mindre björkbiomassa än brunnsröjning den andra och tredje hösten efter röjning medan skillnaden mellan totalröjd och röjning till tätt förband inte var signifikant.

Antalet stubbskott var högst i den totalröjda behandlingen och lägst i brunnsröjning (Fig 7). Första hösten efter röjning var antalet stubbskott signifikant högre i totalröjt än både brunnsröjning och röjning till tätt förband. Tredje hösten var antalet stubbskott inte signifikant skild mellan någon av röjningsbehandlingarna. Biomassa i stubbskottens stam- och grenved var signifikant högre i totalröjd än i brunnsröjd vid alla tre åren medan skillnaden mellan röjning till tätt förband och totalröjd bara var signifikant den tredje hösten efter röjning (Figur 7).



**Figur 7.** Antal lövträdsstammar per hektar och biomassa i stam och grenved (Mg ha<sup>-1</sup>) för vårt- och glasbjörk före röjning och efter 1:a, 2:a och 3:e vegetationsperioden efter röjning för de fyra olika röjningsbehandlingarna (Oröjd=oröjd kontroll, Tot=total röjning, Brunn=brunnsröjning och Tät=röjning till tätt förband). Staplarna visar medelvärde för de tre lokalerna Göteborg, Tagel och Vartorp.

Biomassa i grenar tillgängliga under 2 m från marken (ungefärlig beteshöjd), fröbjörkar och stubbskott sammantaget, var högst för den oröjda kontrollen under alla tre åren (Figur 8). Skillnaden mellan brunnsröjning och oröjt var dock inte statistiskt signifikant något av åren. Skillnaden mellan röjning till tätt förband och oröjt var statistiskt signifikant de sista två åren (p<0.05) medan skillnaden mellan totalröjning och oröjt var signifikant alla tre åren (p<0.05).



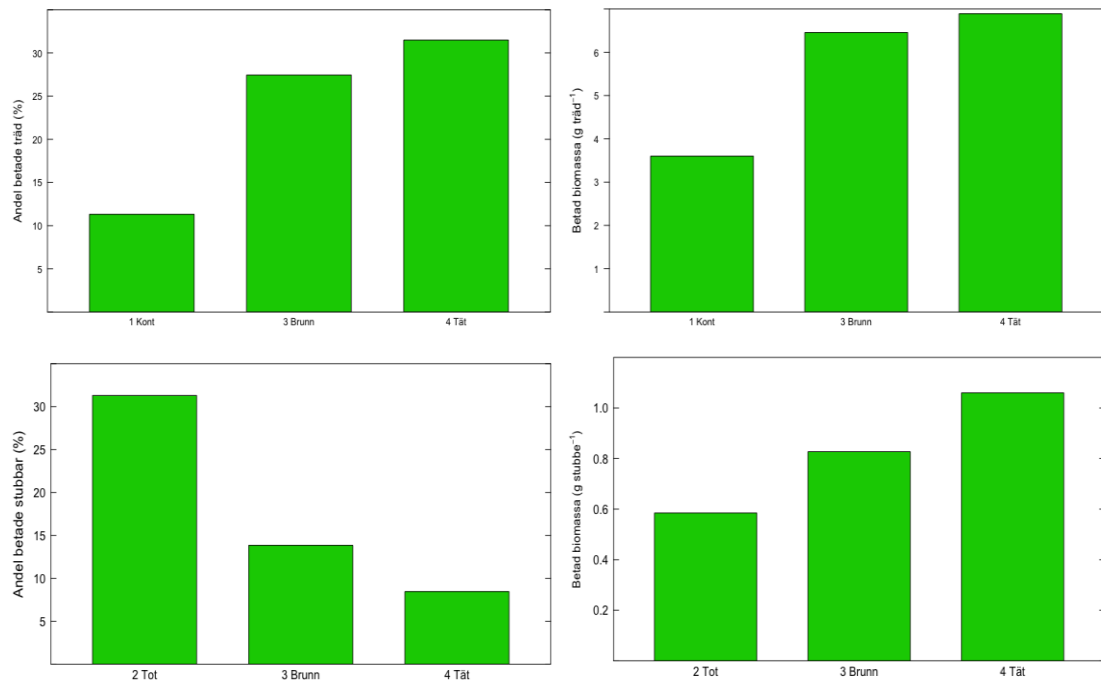
**Figur 8.** Lövträdens blad och grenvedsbiomassa i grenar under 2 m.

#### Bete på fröbjörkar och stubbskott

I medeltal var drygt 30% av fröbjörkarna i röjning till tätt förband betade under den treåriga observationsperioden (Figur 9). Motsvarande värde i brunnsröjningen var drygt 27%. Andelen fröbjörkarna i den oröjda kontrollen som någon gång var betade var bara 11.5% och skillnaden mellan kontroll och röjningsbehandlingarna röjning till tätt förband och brunnsröjning var statistiskt signifikant ( $p < 0.05$ ).

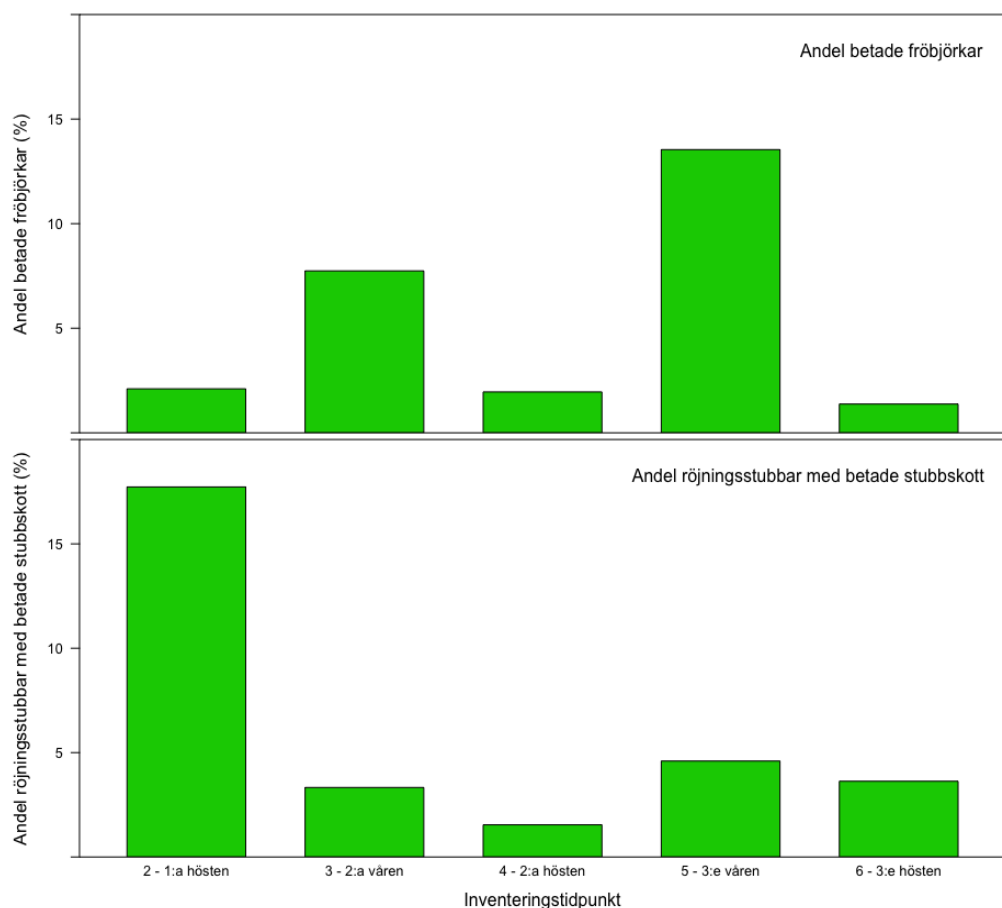
Totalt mätte vi diameter på 4538 bett på fröbjörkarna. Medeldiametern var 1.9 mm, och ytterst få bett med diameter  $> 4$  mm hade tagits. För betade fröbjörkar var den betade biomassan vid enskilda betestillfällen signifikant högre för de röjda försöksleden (brunn och tät) än för den oröjda kontrollen ( $p < 0.001$ ). Det var endast liten och inte signifikant skillnad i betad biomassa mellan de två röjda behandlingarna (Figur 9).

Vi mätte 909 bett på stubbskotten. Medeldiametern för dessa var 1.9 mm precis som för fröbjörkarna. Andelen stubbar med betade stubbskott var signifikant högre för totalröjning än för brunnsröjning och röjning till tätt förband (Figur 9). I medeltal hade drygt 30% av röjningsstubbarnas stubbskott någon gång betats i totalröjning medan motsvarande siffra för brunnsröjning var 14% och 9% för röjning till tätt förband. Skillnaden mellan de två sistnämnda röjningsbehandlingarna var inte signifikant. Total betad biomassa per röjningsstubbe som någon gång betats var lägst för total röjning och högst för röjning till tätt förband (Figur 9). Men på grund av variation mellan lokalerna var skillnaden i betad biomassa mellan röjningsbehandlingarna inte statistiskt signifikant. Mängden betad biomassa för stubbar som någon gång betats var i medeltal för de tre röjningsbehandlingarna  $0.72 \text{ g stubbe}^{-1}$ .



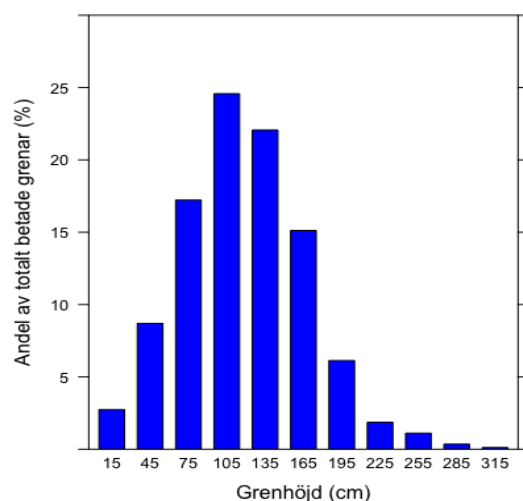
**Figur 9.** Andel betade träd och stubbar (% , vänstra figurerna) och betad biomassa per träd under den treåriga observationsperioden (g träd<sup>-1</sup> respektive g stubbe<sup>-1</sup> högra figurerna) för fröbjörkar i de tre behandlingarna öröjd kontroll, brunnsröjning och röjning till tätt förband och för röjningsstubbar i de tre behandlingarna total röjning, brunnsröjning och röjning till tätt förband. Fröbjörkar visas i de två översta figurerna och röjningsstubbar i de två nedre.

Andelen fröbjörkar med färsk bett var högst vid vårinventeringen det tredje året efter röjning (alla röjningsbehandlingar sammantaget, Figur 10) och skillnaden mellan betesandelen vid denna tidpunkt var signifikant skild från betesandelen vid höstinventeringarna men inte från inventeringen den andra våren. Stubbskotten uppvisade ett annat betesmönster än fröbjörkarna. Andelen stubbar med betade stubbskott var högst efter den första sommaren för att sedan ligga på en jämn låg nivå (Figur 10). Betesandelen den första hösten var signifikant högre än för alla kommande inventeringar.



**Figur 10.** Andel betade fröbjörkar (övre figuren) och andel röjningsstubbar med betade stubbskott (nedre figuren) vid de olika inventeringstillfällena.

Medelhöjden för de betade björkgrenarna var 116 cm och nästan 80% av de betade grenarna hade en höjd mellan 60-180 cm. Det var endast ca 3.5% av de betade grenarna som var högre än 210 cm (Figur 11).



**Figur 11.** Andel (%) av totalt betade grenar i olika grenhöjdsklasser (cm). Med grenhöjdsklass menas den höjd på stammen som en betad gren var fästad. Figuren visar andel betade grenar för alla fyra lokalerna tillsammans.

#### Total betad biomassa av fröbjörkar respektive stubbskott

I det följande skall mätningarna av viltbete på detaljbjörkar och detaljstubbar skalas upp till betad biomassa per hektar. För fröbjörkar var andelen betade individer lägre för den örjda kontrollen än för röjda behandlingar. Vi använder därför betesfrekvensen 11.5%

för orörd kontroll och 29.5% för brunnsröjning och röjning till tätt förband. Den orörda kontrollen hade också lägre betad biomassa för björkar som någon gång betats under observationsperioden. Betad biomassa för björkar i de orörda parcellerna var 3.6 g träd<sup>-1</sup> och för brunnsröjning och röjning till tätt förband i medeltal 6.67 g träd<sup>-1</sup>. Antalet fröbjörkar var i genomsnitt 23 500, 9 500 och 2 900 för orörd, brunnsröjning och röjning till tätt förband. Det totala betet på fröbjörkar för orörd blir därför  $23500 \times 0.115 \times 0.0036 = 9.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 3 år}^{-1}$ . Motsvarande betesmängd på fröbjörkar för brunnsröjning var  $18.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 3 år}^{-1}$  och för röjning till tätt förband var betet på fröbjörkar  $5.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 3 år}^{-1}$ . Motsvarande beräkning för stubbskotten ger, med antagandet att det fanns 7 600, 4 100 respektive 4 800 röjningsstubbar i behandlingarna total röjning, brunnsröjning och röjning till tätt förband,  $1.7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 3 år}^{-1}$  för total röjning,  $0.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 3 år}^{-1}$  för brunnsröjning och  $0.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ 3 år}^{-1}$  för röjning till tätt förband. Total mängd betad biomassa för både fröbjörkar och stubbskott under den treåriga observationsperioden var alltså  $9.7 \text{ kg ha}^{-1}$  för orörd,  $1.7 \text{ kg ha}^{-1}$  för totalrörd,  $19.0 \text{ kg ha}^{-1}$  för brunnsröjning och  $6.1 \text{ kg ha}^{-1}$  för röjning till tätt förband.

### Trädslagsblandning

Samtliga trädslag fanns representerade på samtliga lokaler utom ek som inte fanns i Tagel (Tabell 1). Det fanns ca 1000 tallar per hektar i genomsnitt men tallförekomsten var väldigt låg i Tagel och Vartorp. Aspförekomsten var i medeltal i nivå med tallen men den påverkades kraftigt av riklig aspförekomst i Tönnersjöheden. Ek förekom endast sparsamt på alla lokaler. Rönn och sälg var de rikligast förekommande övriga lövträd men förekomsten av rönn varierade kraftigt mellan lokalerna. Rönn var rikligt förekommande i Tvärsjönäs medan förekomsten på övriga lokaler var sparsam. Förekomsten av sälg var relativt likartad både mellan lokaler och behandlingar. Det fanns en tendens till att tall, asp och ek var mer sparsamt förekommande i de orörda parcellerna än i röjningsbehandlingarna. Men på grund av stor variation mellan lokaler var skillnaderna inte signifikanta.

**Tabell 1.** Stamantal (träd ha<sup>-1</sup>) för samtliga registrerade trädslag vid inventeringen tredje hösten efter plantering för röjningsbehandlingarna orörd, total röjning (Tot), Brunnsröjning (Brunn) och röjning till tätt förband (Tät)

Trsl	Tot	Tvärsjönäs				Tönnersjöheden				Tagel			
		Orojd	Tot	Brunn	Tät	Orojd	Tot	Brunn	Tät	Orojd	Tot	Brunn	Tät
Tall	949	688	3438	1250	250	1125	2063	2875	3313	63	0	0	63
Gran	3578	4750	2500	2563	2313	2813	2563	2563	2313	5438	5188	3938	4563
Vårtbjörk	20453	24875	46750	22375	21688	14188	48125	36438	28250	11625	16750	10563	11125
Glasbjörk	5832	2750	12813	1250	4375	8875	16750	17625	9563	1438	2375	1188	1750
Asp	1086	625	375	625	438	1063	3500	3375	2313	625	375	625	0
Ek	270	125	875	188	188	250	313	438	1375	0	0	0	0
Rönn	1875	8625	5563	5438	7938	500	125	125	688	63	0	63	63
Sälg	2273	4063	1688	1188	313	2063	1438	4813	1750	2188	1125	1000	1125
Ölöv	520	0	125	63	250	1688	63	2188	3438	0	63	63	0

Trsl	Vartorp				Medel alla lokaler				Medel alla behandlingar			
	Orojd	Tot	Brunn	Tät	Orojd	Tot	Brunn	Tät	Gbg	Thed	Tgl	Vtorp
Tall	0	0	63	0	469	1375	1047	906	1406	2344	31	16
Gran	3625	5438	4438	2250	4156	3922	3375	2859	3031	2563	4781	3938
Vårtbjörk	6188	8250	7500	12563	14219	29969	19219	18406	28922	31750	12516	8625
Glasbjörk	5313	3063	2438	1750	4594	8750	5625	4359	5297	13203	1688	3141
Asp	313	438	1625	1063	656	1172	1563	953	516	2563	406	859
Ek	63	188	125	188	109	344	188	438	344	594	0	141
Rönn	250	0	313	250	2359	1422	1484	2234	6891	359	47	203
Sälg	1813	3000	3688	5125	2531	1813	2672	2078	1813	2516	1359	3406
Ölöv	63	0	313	0	438	63	656	922	109	1844	31	94

Medelhöjden tredje hösten efter röjning var klart högst för gran och de båda björkarterna (Tabell 2). Alla övriga trädslag var i medeltal ca en meter kortare. Medelhöjden för dessa trädslag varierade mellan 1.5 m för tall och 2.1 m för rönn. Det fanns dock behandlingsskillnader. RASE-arterna rönn, asp, sälg och ek hade signifikant högre medelhöjd i orörd jämfört med total röjning och röjning till tät förband.

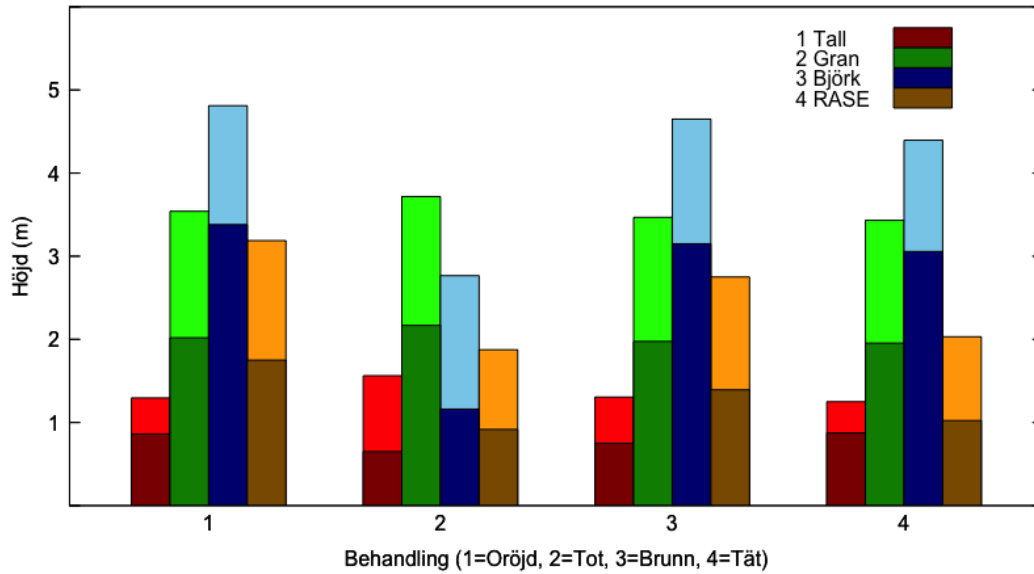
**Tabell 2.** Medelhöjd (m) för samtliga registrerade trädslag vid inventeringen tredje hösten efter plantering

Trsl	Tot	Tvärsjönäs				Tönnersjöheden				Tagel			
		Orojd	Tot	Brunn	Tät	Orojd	Tot	Brunn	Tät	Orojd	Tot	Brunn	Tät
Tall	1.5	1.8	1.6	1.4	1.6	1.7	1.5	1.5	1.5	1.8			1.3
Gran	3.4	3.0	3.3	3.0	3.6	3.3	4.0	3.5	4.2	3.3	3.2	3.4	3.1
Vårtbjörk	2.8	3.4	2.5	2.8	2.6	3.9	2.2	2.5	2.2	3.3	2.0	2.5	2.3
Glasbjörk	2.4	3.3	2.2	2.4	2.3	3.3	2.1	2.3	2.1	3.0	1.8	1.7	1.7
Asp	2.0	2.2	1.8	1.8	2.0	2.6	1.8	1.9	1.9	1.9	1.6	1.7	
Ek	1.9	2.5	1.3	1.8	1.6	2.3	1.5	1.5	1.5				
Rönn	2.1	2.1	1.8	2.0	1.8	2.7	1.8	2.5	1.8	4.3		1.3	1.3
Sälg	1.9	2.2	1.8	2.2	1.8	2.6	1.8	1.8	1.7	2.0	1.4	1.9	1.5
Ölöv	2.0		1.5	2.3	2.4	2.6	1.3	2.3	1.9		1.3	2.3	

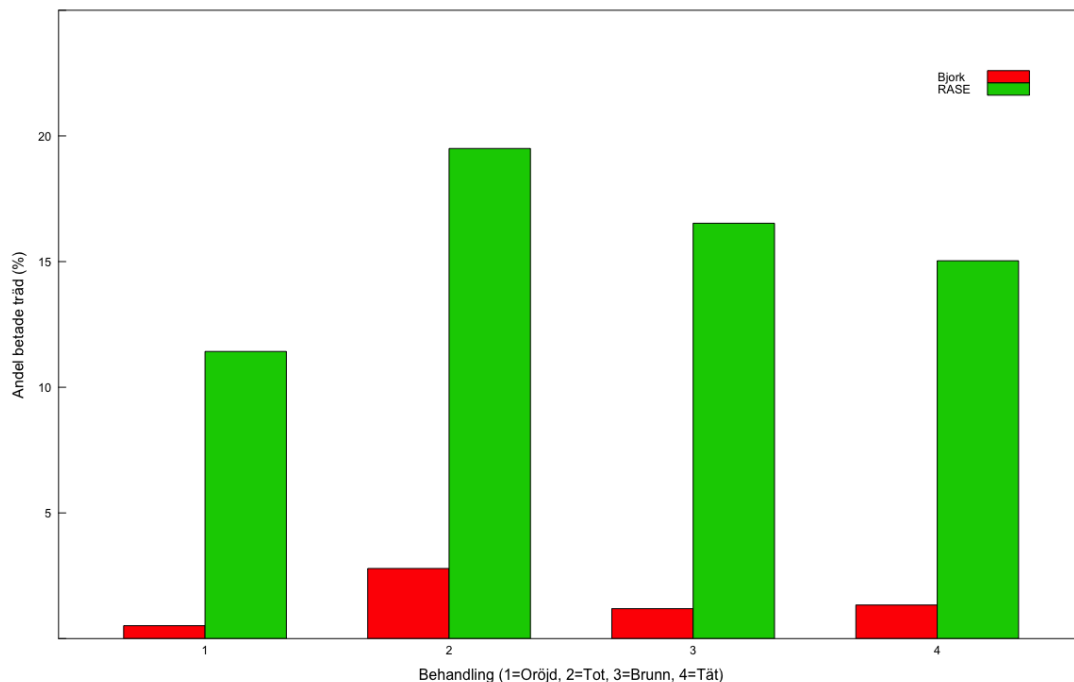
Trsl	Vartorp				Medel alla lokaler				Medel alla behandlingar			
	Orojd	Tot	Brunn	Tät	Orojd	Tot	Brunn	Tät	Gbg	Thed	Tgl	Vtorp
Tall			1.3		1.8	1.6	1.4	1.4	1.6	1.6	1.5	1.3
Gran	3.2	3.4	3.4	3.2	3.2	3.5	3.3	3.5	3.2	3.8	3.2	3.3
Vårtbjörk	3.9	2.4	3.7	2.7	3.6	2.3	2.9	2.5	2.8	2.7	2.5	3.2
Glasbjörk	2.9	2.2	3.1	2.6	3.1	2.1	2.4	2.2	2.5	2.4	2.1	2.7
Asp	2.6	2.1	2.1	2.1	2.3	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	1.8	2.2
Ek	2.8	1.8	2.3	1.9	2.5	1.5	1.8	1.7	1.8	1.7		2.2
Rönn	2.1		1.9	1.4	2.8	1.8	1.9	1.6	1.9	2.2	2.3	1.8
Sälg	2.4	1.9	2.3	1.9	2.3	1.7	2.0	1.7	2.0	2.0	1.7	2.1
Ölöv	2.3		2.2		2.4	1.3	2.2	2.2	2.1	2.0	1.8	2.2

Höjden för de 250 högsta tallarna per hektar var klart lägre än de 2000 högsta granarna och björkarna både vid första och tredje hösten efter röjning (Figur 12). De 2000 högsta björkarna var signifikant högre än de 2000 dominerande granarna för alla röjningsbehandlingar utom total röjning. För total röjning var de dominerande granarna högre än de dominerande björkarna. Höjden för de 250 högsta RASE-arterna var högst i orörd och brunnsröjning och lägst i total röjning och röjning till tät förband (Figur 12). I den oröjda behandlingen var höjdskillnaden mellan de 250 högsta RASE-träden och de 2000 högsta granarna endast marginell medan skillnaden i dominerande höjd mellan gran och RASE var mer än 1.5 m för total röjning (Figur 12).



**Figur 12.** Medelhöjd för de 500 högsta tallarna och RASE-arterna och 2000 högsta gran och björkar per hektar. Den nedre delen av staplarna anger medelhöjden första hösten efter röjning och hela staplarna visar medelhöjden tre år efter röjning. Medeltal för tre lokaler (Vartorp, Tagel och Tvärsjönäs)

Andelen betade träd av rönn, asp, sälg och ek (RASE) under den tredje sommaren var i medeltal mellan 11-19% för de olika behandlingarna (Figur 13). Variationen mellan de olika lokalerna var dock stor så skillnaderna mellan behandlingar var inte signifikant. Jämfört med bete på RASE var betet på björk obetydligt, endast 0.5-3% av björkarna hade registrerat bete under sista sommaren och skillnaden mellan bete på RASE och bete på björk var signifikant ( $p=0.0056$ ).



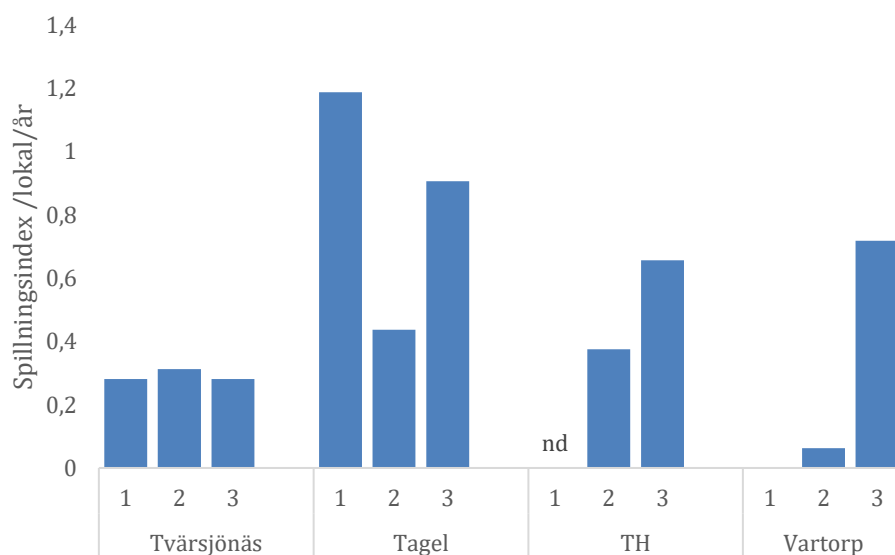
**Figur 13.** Andel betade träd (%) av de båda björkarterna och av RASE arterna (rönn, asp, sälg och ek) vid inventeringen tredje hösten. Endast bete som antogs ha skett under sommaren innan inventering registrerades.



### Lokalt nyttjande av bestånd (täthet av spillningshögar) samt relation mellan detta och björkbetet

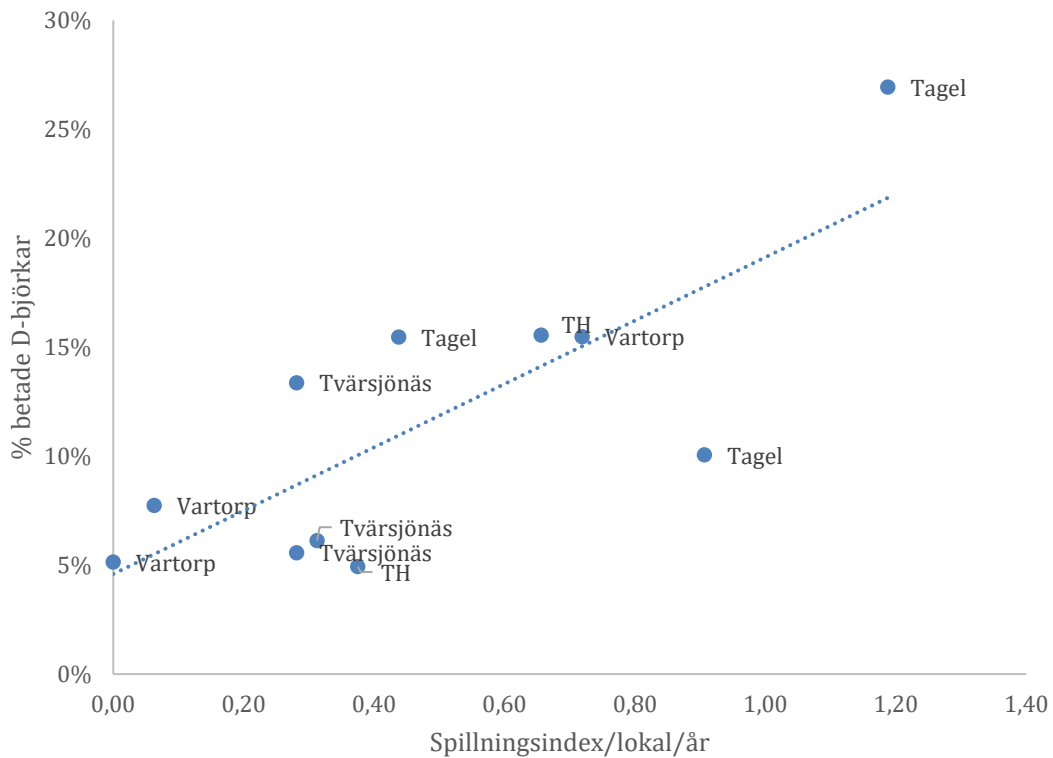
Resultaten från spillningsinventeringen visade att klövdjurens utnyttjande av granbestånden varierade både mellan år och mellan lokaler (Figur 14). Skillnaden i totalt spillningsindex (samtliga klövdjursarter) mellan år och lokal drevs främst av skillnader i spillningshögar från älg ( $R^2 = 0.81$ ). Vi fann flest spillningshögar av älg (0.35 högar/yta i snitt över lokaler och år) och därefter rådjur (<45 kulor/hög; medel 0.06 högar/yta). Vi fann inga spillningshögar av dovhjort och enbart enstaka högar av kronhjort (Tagel vår 1 och Vartorp vår 3).

Älgarnas lokala nyttjande av bestånden var inte starkt förknippat med förvaltningsområdets älgtäthet. Det högsta antalet älgspillningshögar noterades i Tagel där det också var högst uppskattad älgstam i regionen samma år (antal fällda älgar/kha i ÄFO, Figur 2), men vi fann ingen tydlig relation överlag mellan älgarnas lokala nyttjande av bestånden med regionalt uppskattade älgtätheter ( $R^2 = 0.11$



**Figur 14.** Resultat från inventering varje vår av spillningshögar från samtliga klövdjursarter, inom provytor spridda över alla behandlingar. Siffrorna 1, 2 och 3 hänvisar till första, andra och tredje våren efter röjning. Data saknas från Tönnersjöheden första våren.

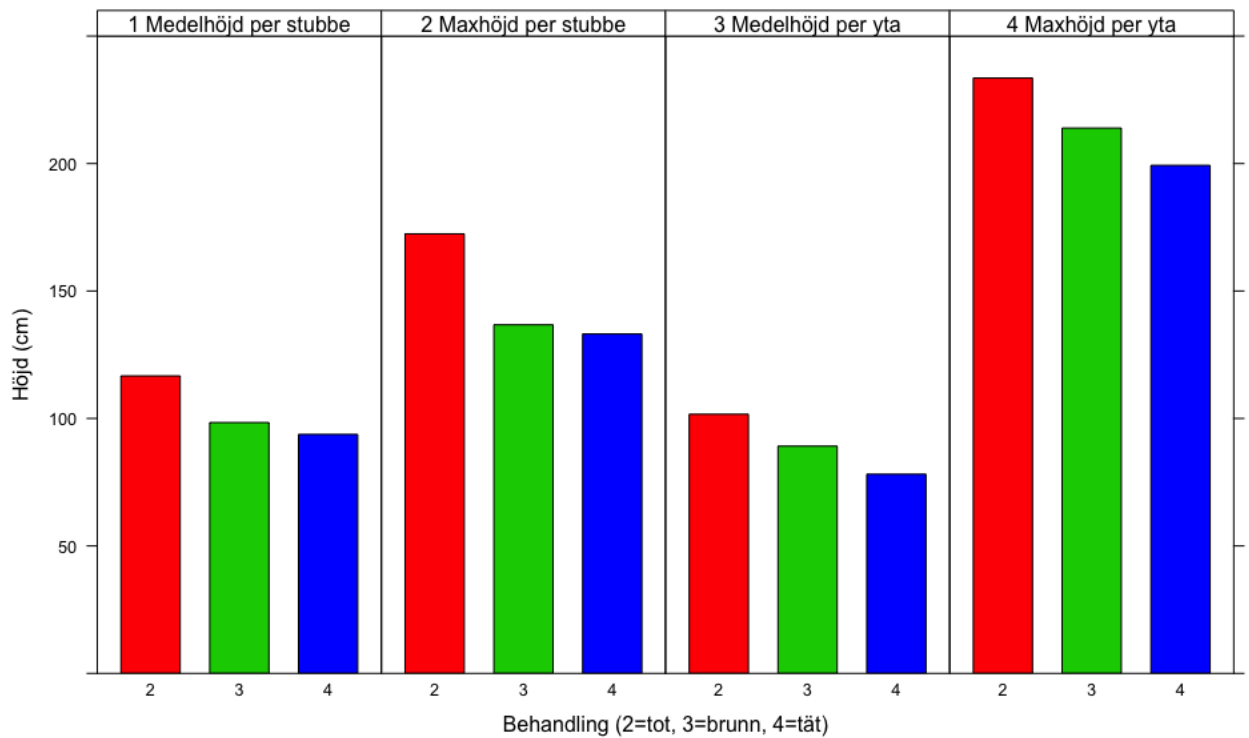
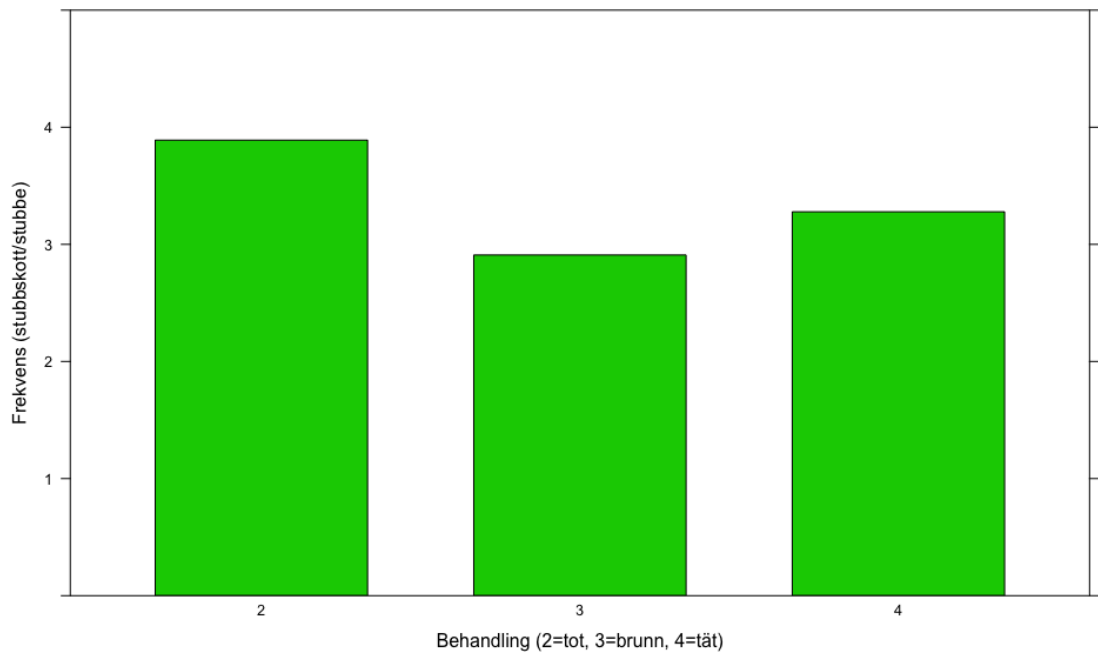
Älgarnas lokala utnyttjande av våra försökslokaler förklarar en stor del av variationen i andelen betade D-björkar per lokal och vår ( $R^2 = 0.60$ ; Figur 15).



**Figur 15.** Relation mellan andel betade D-björkar per lokal och år, och det relativa utnyttjandet av beståndet vintertid av klövdjuren. Andelen betade björkar representerar resultat från vårinventeringar och visar sammanlagda värden per lokal. Spillningsindex representerar hela lokalen och samtliga klövdjursarter som lämnat efter sig spillningshögar under vintern som gått innan betesinventeringen. Inget spillningsindex finns från Tönnersjöheden (TH) första våren.

### Stubbskott

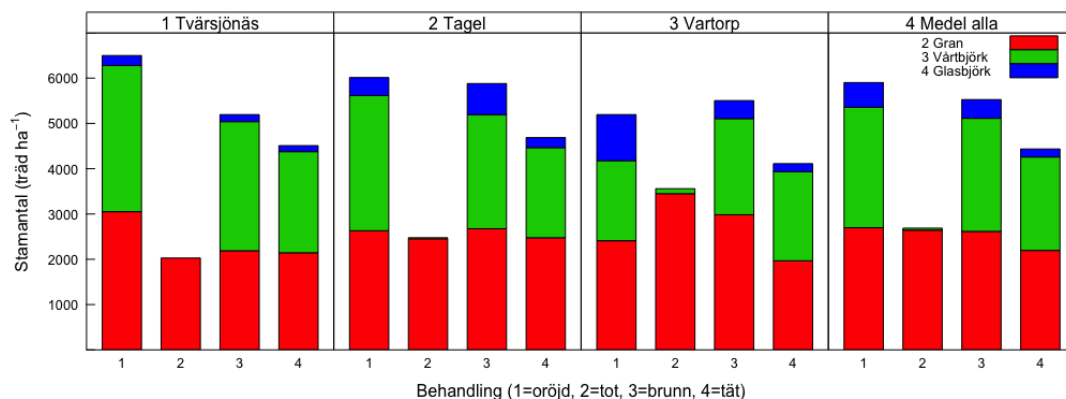
Antalet stubbskott per röjningsstubbe var inte signifikant skild mellan de olika röjningsbehandlingarna även om stubbar i total röjning i medeltal hade fler stubbskott per stubbe än i brunnsröjning och röjning till tätt förband (Figur 16). Stubbskottens medelhöjd per stubbe var signifikant högre för total röjning än för röjning till tätt förband och maxhöjden per stubbe var signifikant högre för total röjning än både brunnsröjning och röjning till tätt förband. Stubbskottens medelhöjd och max höjd per 10 m<sup>2</sup> inventeringsyta var inte signifikant skild mellan röjningsbehandlingarna (Figur 16).



**Figur 16.** Övre figuren - Antal stubbskott per stubbe tre vegetationsperioder efter röjning för de tre röjningsbehandlingarna total röjning (tot), brunnsröjning (brunn) och röjning till tätt förband (tät). Nedre figuren - medelhöjd per stubbe, maxhöjd per stubbe, medelhöjd per 10 m<sup>2</sup> inventeringsyta samt maxhöjd per inventeringsyta.

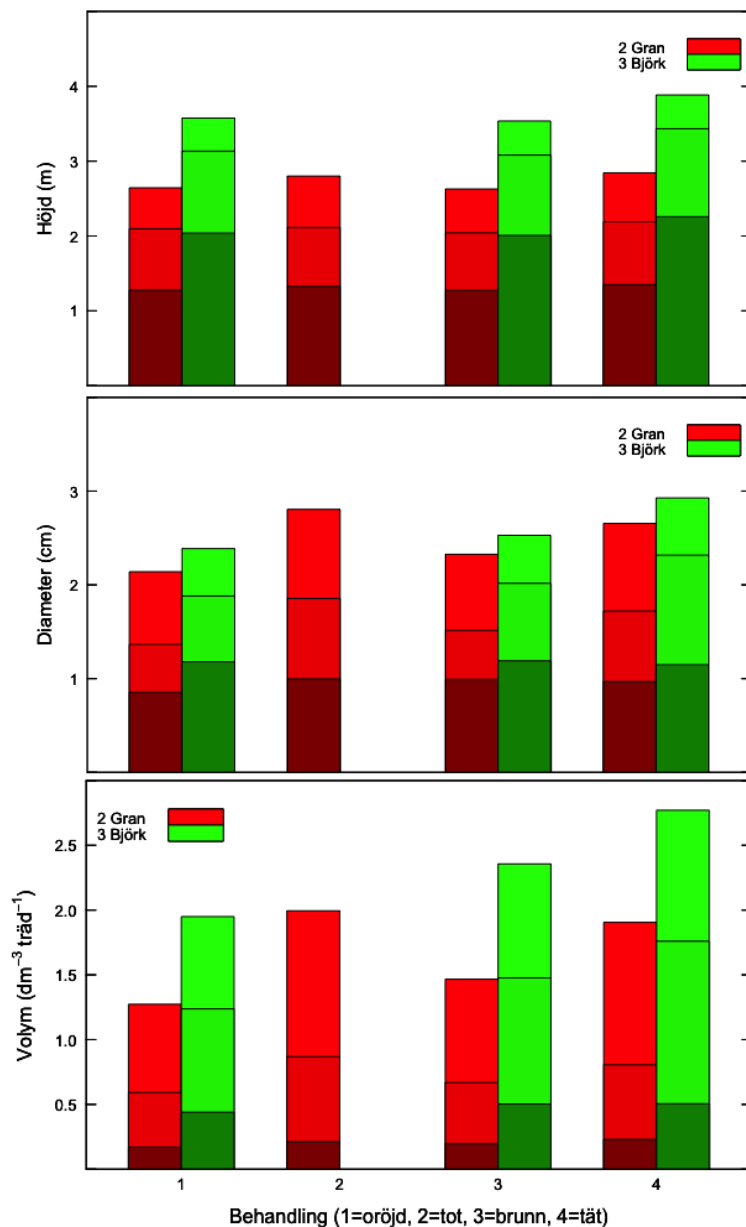
#### Skilnader mellan behandlingar i huvudstammarnas tillväxt

Antalet utsedda huvudstammar av gran varierade mellan 2000-3500 stammar per ha (Figur 17). För behandlingarna öröjd, brunnsröjning och röjning till tätt förband utsågs dessutom mellan 2000-3000 huvudstammar av björk och av björkhuvudstammarna utgjordes den absoluta majoriteten av vårtbjörk (Figur 17).



**Figur 17.** Antal huvudstammar (träd ha<sup>-1</sup>) för de olika röjningsbehandlingar i Göteborg, Tagel och Vartorp samt medelvärde av samtliga tre lokaler.

Medelhöjden tre år efter röjning var för de planterade granarna nästan densamma för alla fyra röjningsbehandlingarna (Figur 18). Inte heller medelhöjden för björkhuvudstammar skilde sig märkbart mellan behandlingarna. Medeldiametern var nästan signifikant skild mellan granhuvudstammar i totalröjda och öröjda behandlingar andra hösten efter röjning ( $p=0.058$ ). Tredje hösten efter röjning hade granhuvudstammar i den totalröjda behandlingen signifikant grövre diameter än i den öröjda behandlingen ( $p=0.038$ ). Tredje hösten var diametern också grövre för granhuvudstammar i röjning till tät förband än för öröjd men skillnaden var inte signifikant ( $p=0.1061$ ). Det var ingen signifikant skillnad i diameter för björkhuvudstammar mellan de röjda behandlingarna totalröjning, brunsröjning och röjning till tät förband. Granhuvudstammarnas medelvolym var inte signifikant skild mellan röjningsbehandlingarna tre vegetationsperioder efter röjning men både totalröjning och röjning till tät förband hade högre medelvolym än öröjd på 0.1 nivån ( $p=0.091$  respektive  $0.0961$ ).



**Figur 18.** Medelhöjd (m), medeldiameter (cm) och medelvolym (dm<sup>3</sup> träd<sup>-1</sup>) för de fyra röjningsbehandlingarna i Tvärsjönäs, Tagel, Vartorp samt medelvärde för alla fyra lokalerna. Den nedre mörkare delen av staplarna anger respektive värde vid röjningen, nästa streck anger värdet andra hösten och hela stapeln anger värdet vid inventeringen tredje hösten efter röjning.

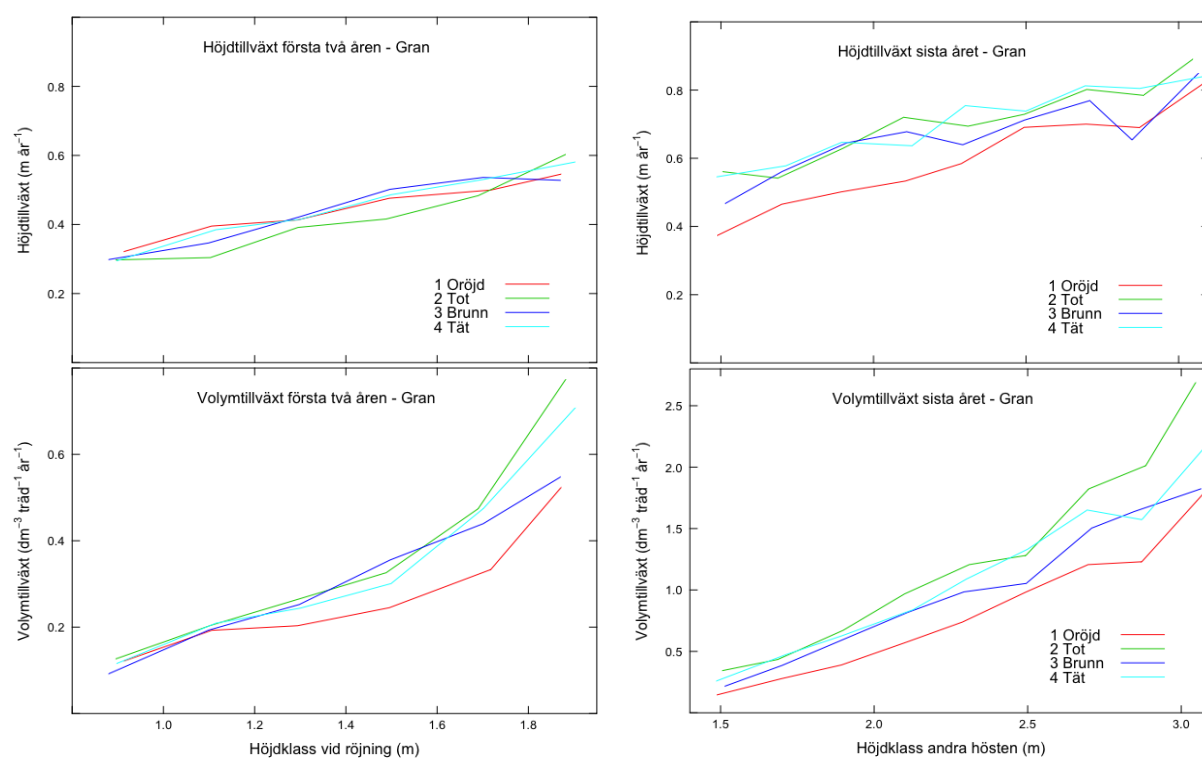
De enskilda gran- och björkhuvudstammarnas tillväxt redovisas tillsammans för de tre lokalerna Göteborg, Tagel och Vartorp och separat för Tönnersjöheden pga skillnader i mätintervall. I medeltal för de tre lokalerna var höjdtillväxten för gran de första två åren efter röjning lägre för totalröjning än för de andra tre röjningsbehandlingarna, medan höjdtillväxten var lägst för oröjd under den tredje vegetationsperioden efter röjning (Figur 19).

Volymtillväxten för gran de första två åren var lägre för oröjt än för röjda parceller för träd som hade en ursprungshöjd över ca 1.3 m men inte för mindre träd (Figur 19). Under de första två åren var det ingen skillnad i volymtillväxt mellan de röjda parcellerna. Under det tredje året hade träden i oröjda parceller lägre volymtillväxt än

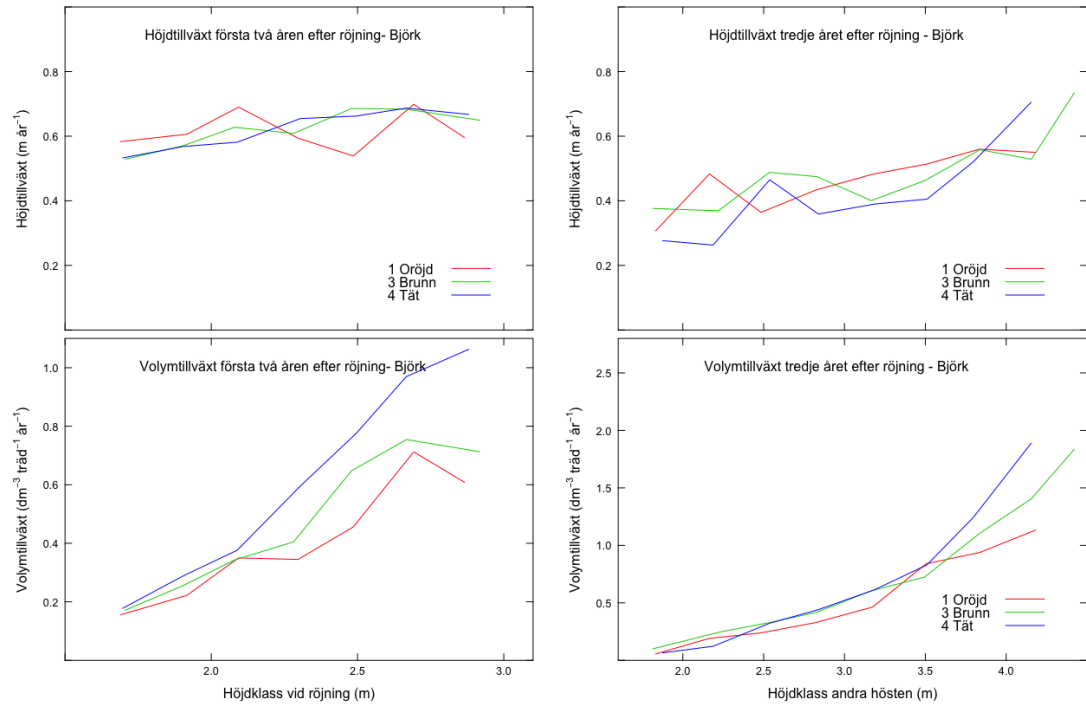
träd i röjda parceller oavsett utgångsstorlek. Inte heller under det tredje året fanns några uppenbara skillnader i volymtillväxt mellan röjda parceller.

Björkhuvudstammarnas höjdtillväxt var inte nämnvärt påverkad av röjningsbehandlingarna varken under de första två åren efter röjning eller det tredje året efter röjning (Figur 20). Volymtillväxten för björkhuvudstammar var högre för röjning till tätt förband än för oröjt under de första två åren efter röjning medan skillnaden mellan de olika röjningsbehandlingarna i volymtillväxt för björk var mindre tredje året efter röjning (Figur 20).

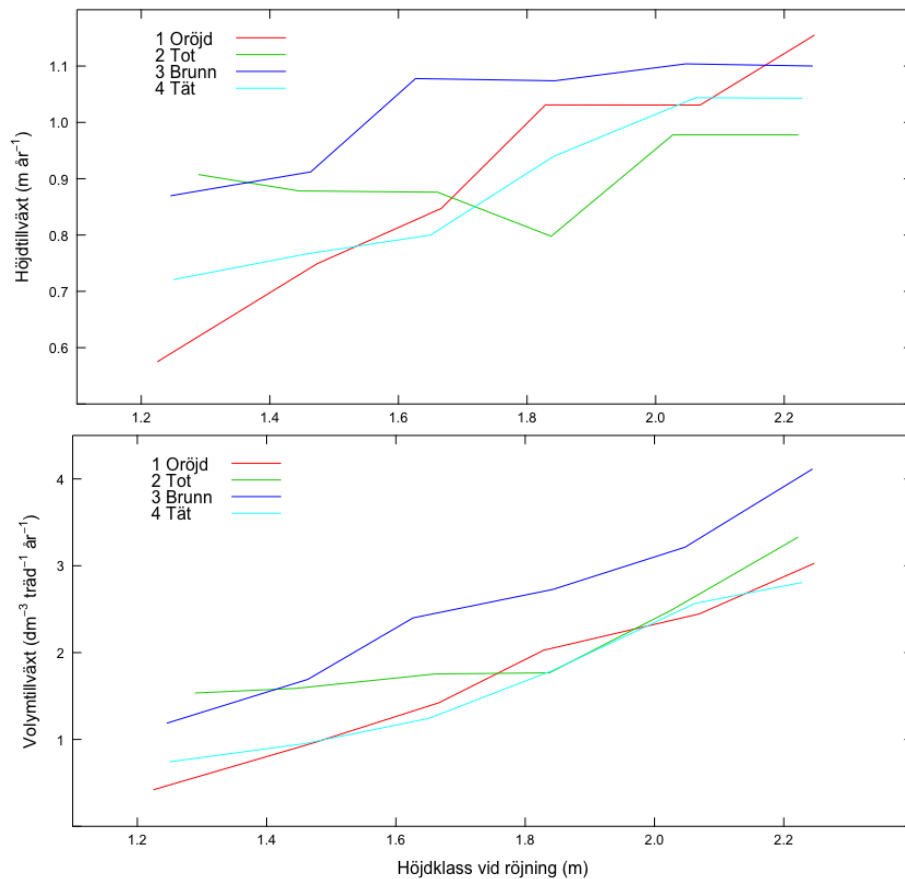
I Tönnersjöheden hade brunnsröjning både högre höjd- och volymtillväxt än övriga försöksled (Figur 21). Det var ingen markant skillnad i höjd- eller volymtillväxt mellan de övriga försöksleden men de minsta träden i den totalröjda parcellen hade högre höjd- och volymtillväxt än träd av motsvarande storlek i oröjd och röjning till tätt förband (Figur 21).



**Figur 19.** Höjdtillväxt och volymtillväxt för huvudstammar av gran de första två åren och det tredje året efter röjning i Tvärsjönäs, Tagel och Vartorp. Höjd- och volymtillväxt visas över höjdklasser. Tillväxten de första två åren visas över utgångshöjd efter röjning medan tillväxten det tredje året visas över höjden andra hösten.



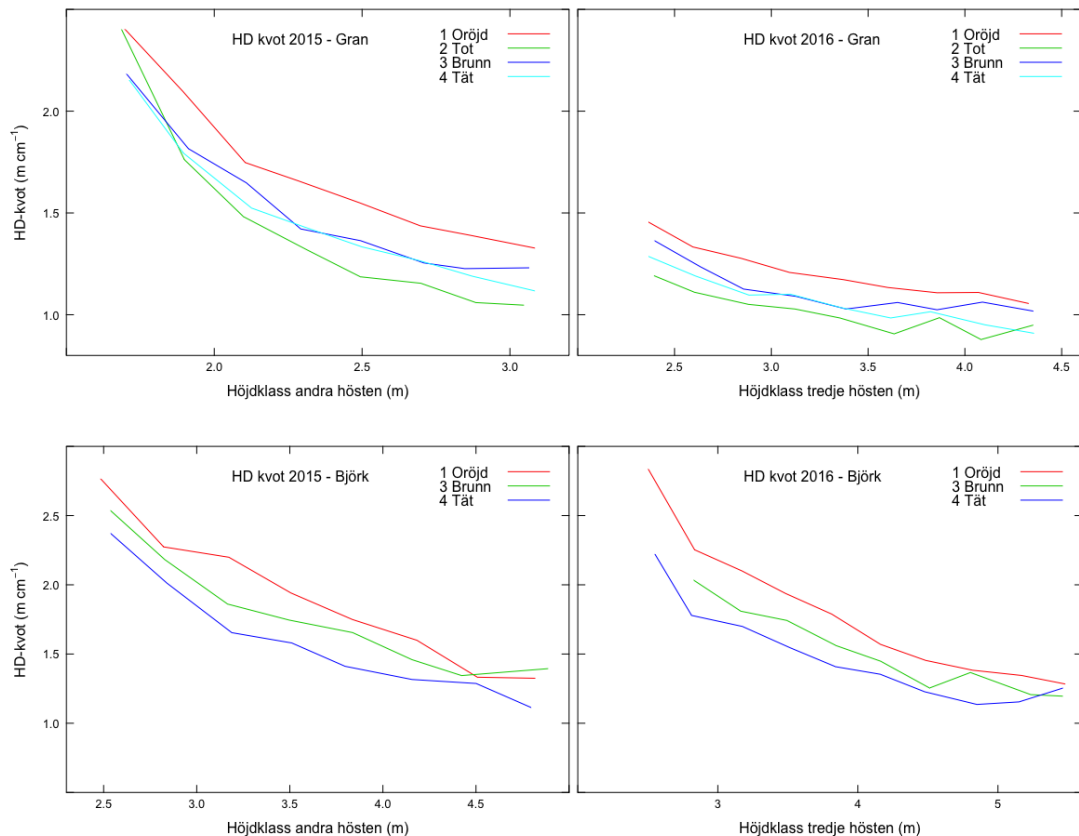
**Figur 20.** Höjdtillväxt och volymtillväxt för huvudstammar av björk de första två åren och det tredje året efter röjning. Höjd- och volymtillväxt visas över höjdklasser. Tillväxten de första två åren visas över utgångshöjd efter röjning medan tillväxten det tredje året visas över höjden andra hösten.



**Figur 21.** Årlig höjdtillväxt och volymtillväxt (för huvudstammar ?) under de första fyra åren efter röjning i Tönnersjöheden. Höjd- och volymtillväxt visas över utgångshöjd efter röjning.

Höjd-diameter kvoten för gran var högst för oröjt och lägst för röjning till tät förband för alla höjdklasser både andra och tredje hösten efter röjning (Figur 22). De två röjningsbehandlingarna brunsröjning och röjning till tät förband hade liknande HD-kvot och intog en mellanställning mellan oröjd och röjning till tät förband. För björk var HD-kvoten högst för oröjd och lägst för röjning till tät förband både andra och tredje året efter röjning. För björk hade brunsröjning högre HD-kvot än röjning till tät förband (Figur 22).





**Figur 22.** Höjd-diameterkvot för gran (övre figurerna) och björk (nedre figurerna) andra (2015) och tredje (2016) hösten efter röjning. Medeltal för de tre lokalerna Tvärnsjönäs, Tagel och Vartorp.

## Diskussion

Röjning av de unga granbestånden i vår studie reducerade den totala fodertillgången inom beteshöjd för klövdjuren. Klövdjurens bete i brunnsröjning och röjning till tät förband var större eller lika som i de oröjda parcellerna medan totalröjning hade en låg betesnivå. Röjningsbehandlingar där en viss andel fröbjörkar lämnas efter röjning verkar alltså inte minska betet på björk jämfört när man inte röjer alls, medan data från denna studie indikerar att den totala betesintensiteten minskar vid totalröjning.

Den stora skillnaden utgjordes av bete på fröbjörkar. Bete på stubbskott var förhållandevis lågt. I totalröjning som hade högst bete på stubbskotten var den totala betesmängden under tre år mindre än 2 kg ha<sup>-1</sup> medan betet på fröbjörkar i brunnsröjningen var nästan fem gånger så högt. De fröbjörkar som var betade hade förlorat i medeltal ca 4-6 gram träd<sup>-1</sup> under den treåriga observationsperioden. Motsvarande siffra för stubbskott var i medeltal ca 0.6-1 g stubbe<sup>-1</sup>. Eftersom stubbarna i medeltal hade 3-4 skott per stubbe var totala betet på betade stubbskott mindre än 0.5 g skott<sup>-1</sup>.

Det mindre betet på stubbskott kan bero på att stubbskotts björk är mindre attraktivt för djuren än fröbjörkarnas kvistar. Det var främst älgar som frekventerade våra studielokaler. Älgarnas val mellan individuella björkar kan styras av skottens kvalitet och kemiska försvar (Jia 1997). De undviker ofta årsskott med grov diameter vilket beror bland annat på att dessa har större koncentrationer av svårsmälta fibrer som gör matsmältningen långsammare och mindre effektiv (Shipley et al 1999; Palo et al 1992). Spädare skott är mer lättsmälta och näringsrika men ger däremot mindre biomassa och

minskar därför effektiviteten av det totala födointaget. Koncentrationen av försvarskemikalier, som fenoler, kan också variera mellan olika individer och kvistar, och förklarar en stor del av variationen i älgarnas betesfrekvens av andra lövträd (Stolter et al 2013). Hos björkar är fenolkoncentrationen högre i unga späda kvistar än i äldre grova kvistar (Palo et al 1992). Medeldiametern på betten av fröbjörkar och stubbskott var exakt lika stor i vår studie (1.9 mm). Denna medeldiameter av björkbett är mindre än vad som rapporterats för älgar tidigare (3-4 mm, Shipley et al 1999; Vivås et al 1991). Detta indikerar att betestrycket var i överlag lågt i våra lokaler och att älgarna hade möjlighet att vara mycket selektiva i sitt val mellan björkindivider och mellan skott.

Den negativa effekten av försvarskemikalier på betesvalet verkar vara speciellt stark på vintern, medan växtens morfologi spelar större roll än försvarskemikalierna under sommaren (Stolter et al 2013). Vi fann att betet på stubbskott var högst den första sommaren efter röjning för att sedan sjunka till en stabilt låg nivå. Att stubbskotten var speciellt attraktiva den första sommaren kan bero på att de långa juvenila skotten erbjöd ett näringsrikt och effektivt foder och att älgarna, tack vare i övrigt relativt näringsrik sommardiet, kunde acceptera deras förmodat högre kemiska försvar. Fröbjörkarna uppvisade ett annat tidsmässigt mönster där andelen betade träd var högre vid vårinventeringarna än vid höstinventeringarna. Under följande vintrar kan fröbjörkarnas flertaliga späda skott ha varit ett mer optimalt val än stubbskotten som gradvis blev allt grövre. Vår höstinventering, som främst kunde kvantifiera vedartade bett, kan ha underskattat älgarnas intag av bladmassa från björkarna under sommaren vilket kan dominera deras diet under tillväxtsäsongen (Cederlund & Nyström, 1981). Ett relativt stort intag av blad från stubbskotten sommardag skulle därför kunna ha gått oss omärkt förbi. Men på grund av den extremt stora marginalen i uppskattad biomassaintag mellan fröbjörkar och stubbskott (t.ex 18.7 kg/ha jämfört med 0.3 kg/ha i brunnsröjda parceller), drar vi ändå slutsatsen att stubbskotten inte utnyttjades till lika hög grad som fröbjörkarna.

Det totala betet var bara en bråkdel av tillgängligt foder. I de öröjda parcellerna fanns i medeltal mellan ca 700-5000 kg ts ha<sup>-1</sup> biomassa i blad och grenar i beteshöjd (under 2 m) medan det uppskattade totala betet under hela observationsperioden var mindre än 10 kg ts ha<sup>-1</sup>. Detta motsvarar det uppskattade intaget av en enda älg under en sommardag eller två vinterdagar (Persson et al 2000). Även om inte all biomassa i björkarnas grenar utgör foder för de betande djuren (enbart kvistdiametrar <4 mm ca) var denna utnyttjandegrad oväntat låg och kan bero på flera orsaker. För det första har vi valt ut lokaler med röjningsbehov där björken hade ett litet försprång jämfört med gran vid försöksutläggningen. Det var inte helt lätt att hitta lämpliga lokaler och det är möjligt att vi omedvetet har hamnat på lokaler med lågt betestryck där björk kan konkurrera med gran. En annan förklaring kan vara att denna studie gjordes under en tid när foder i form av björk på "Gudrun-" och "Perhyggen" fortfarande var en riklig resurs och att betet på enskilda hyggen kanske inte var högre. Björk har visat sig vara en rejält underutnyttjad resurs av norska älgar i områden med mycket ungskog, även om björken utgör deras stapelföda (Wam et al 2010). En tredje orsak kan vara att björk inte är de betande djurens förstaval. Om det finns andra, mer attraktiva, trädslag att tillgå så sker betet i första hand på dessa (Kullberg & Bergström 2001; Månsson 2007a). På de undersökta lokalerna fanns i medeltal drygt 5000 RASE-stammar per hektar och de kan ha utgjort en stor betesresurs. Betesinventeringen i denna studie var dock koncentrerad till björk så vi kan inte kvantifiera biomassan som betats på andra lövträd.

Bete på fröbjörkar var intensivare på röjda parceller (brunnsröjning och tätt förband) än i den öröjda kontrollen både med avseende på andel betade träd och betad biomassa per träd. Det finns åtminstone två möjliga förklaringar till detta resultat. För det första kan det finnas morfologiska skillnader mellan björkar i öröjda och röjda parceller. Höjd-

diameter kvoten var högre för dominerande björkar i oröjda jämfört med röjda parceller både efter andra och tredje vegetationsperioden vilket indikerar att även björkar som klassats som huvudstammar var slankare än motsvarande björkar i de röjda parcellerna. Slankare björkar innebär mindre biomassa i gren och blad per björk. Men det låga utnyttjandet av björkbiomassa till bete totalt talar mot att mängden biomassa skulle vara orsaken till mindre bete på fröbjörkar i oröjt. En annan förklaring kan vara tillgången till bete på RASE-arter. I de oröjda parcellerna var frekvensen av RASE-arter ungefär densamma som i röjda men medelhöjden var högre och de skulle därför kunna ha erbjudit mer foder. Skillnaden i medelhöjd kan dock tolkas som att RASE träden i de oröjda parcellerna har blivit mer skonade av bete under åren sedan röjning än sina artfränder i de röjda parcellerna. Istället kan det låga betet på björk i oröjt bero på stamtätthets inverkan på djurens foderutnyttjande. Ett negativt förhållande mellan stamtäthet och betesfrekvens (andel betade träd) har påvisats både i björkbestånd (Vivås och Saether 1987) och i tallbestånd (Wallgren et al 2013; Andrén & Angelstam 1993). Vi fann att betet var lågt i oröjt både uttryckt i andel betade träd och i total mängd biomassa. Om det beror på skillnader i älgarnas framkomlighet i parceller med olika täthet (Bergström & Hjeljord 1987) eller skillnader i foderkvalitet (näringssinnehåll i blad och kvistar) kan vi inte säga någonting om.

Förekomsten av andra trädslag än gran och björk påverkades inte signifikant av röjningsbehandlingarna. Förekomsten av dessa trädslag påverkas naturligtvis av frökällor i omgivningen men det finns också anledning att anta att deras utveckling påverkats starkt av bete. Vid den sista inventeringen tre år efter röjning var ca 15% av RASE arternas stammar betade medan motsvarande siffra för björk var under 2%. Andra studier har visat på RASE-arternas betydelse som foder till de betande djuren (Kullberg & Bergström 2001; Månsson et al 2007a) men det återstår att visa hur stor biomassa som betas årligen.

Tall och RASE-arter hade klart lägre höjd än gran och björk även när medelvärdet av deras 500 största individer per hektar jämfördes med de 2000 högsta granarna och björkarna. För RASE-arterna påverkades höjddifferensen till gran och björk till viss del av att individer av dessa arter röjdes bort i behandlingarna totalröjning och röjning till tätt förband. Vi bedömer att det är relativt svårt att få ens ett inslag av tall i kommande bestånd på någon av lokalerna. För RASE kan det finnas en möjlighet att få med enstaka träd i det mogna beståndet, speciellt i den oröjda behandlingen, men då måste troligen röjning för att gynna dessa individer ske inom den närmaste framtiden

Våra studielokaler befann sig i områden med olika tätheter av älg och andra hjortdjur. Vi fann att betesfrekvensen av björk per studielokal var starkt förknippat med lokalt utnyttjande av älgar i vår studie (dvs spillningsindex, Figur 15), vilket även har påvisats i andra studier av björkbete (Bergqvist et al 2014). Med tanke på hur stor effekt älgarnas lokala utnyttjande av bestånd har på betesfrekvensen är det mycket intressant att vi ändå fann så starka skillnader mellan våra fyra behandlingar. Vi såg däremot ingen relation mellan spillningsindex och regionala uppskattningar av älgstammarnas täthet. Sådana svårigheter att relatera lokalt utnyttjande av bestånd till stamtäthet av klövvilt på en större geografisk skala har påträffats flera gånger tidigare (Kramer et al 2006; Månsson et al 2007b; Jarnemo et al 2014). Så länge klövviltstammarnas täthet inte är extremt lågt så verkar variationen mellan klövdjurens nyttjande av bestånd istället bero på variationer mellan bestånd i trädslag, stamtäthet, markvegetation och markens fertilitet.

Röjningsbehandlingarna hade liten påverkan på stubbskottsutveckling fram till tredje hösten efter röjning. Antalet stubbskott per björkstubbe var inte signifikant skild mellan behandlingarna och det var endast en liten skillnad i medel- och maxhöjd. Total biomassa per hektar i stubbskottens stam och grenved var dock signifikant högre i totalröjd än i brunnsröjning och röjning till tätt förband. Det förklaras av en

sammanlagd effekt av något högre antal skott per stubbe, något snabbare utveckling av de enskilda skotten och ett högre antal stubbar även om de två förstnämnda faktorerna var och en för sig inte var signifikant skilda mellan röjningsbehandlingarna.

Granhuvudstammarnas medelhöjd och medelvolymer var inte signifikant påverkade av röjningsbehandlingarna men det betyder inte att röjningen inte hade positiv effekt på huvudstammarnas tillväxt. Att huvudstammarnas höjdtillväxt inte var påverkad av konkurrens från lövträd var väntat och har visats i många andra studier (Pitt & Lanteigne 2008; Uotila & Saksa 2014). Holmström et al (2015) visade på en positiv effekt av röjning på planterade granars och kvarlämnade björkars tillväxt när stubbskotten röjdes varje år i försöket men liknande respons som i vår studie i behandlingar som inkluderade stubbskottskonkurrens.

Detta projekts huvudsyfte var att studera röjningens effekt på viltbete på björk och för att göra det måste behandlingarna vara på en så stor area att de betande djuren kunde reagera på de olikheter som skapats med röjning. Detta innebar att vi inte kunde upprepa röjningsbehandlingarna inom varje lokal och även om vi försökte hitta så homogena lokaler som möjligt fanns en viss variation mellan behandlingarna inom respektive lokal. Dessvärre förlorade vi två lokaler för analys av huvudstammars reaktion på röjning. Den ena lokalen (Hörja) röjdes olyckligtvis av markägaren utan vår vetskap. Den andra lokalen (Tönnersjöheden) mättes inte enligt samma instruktion som de övriga vilket innebar att huvudstammarnas tillväxt inte kunde analyseras. Det lämnade oss med tre lokaler med relativt stor variation i utgångsläget mellan röjningsbehandlingarna. Att totalröjning trots det mindre bra statistiska upplägget hade signifikant större medeldiameter och nästan signifikant högre medelvolymer får anses som en indikation på att speciellt totalröjning och i viss mån röjning till tätt förband har haft stor inverkan på huvudstammarnas tillväxt.

Ytterligare en indikation på den positiva röjningseffekten på granhuvudstammarnas tillväxt var jämförelsen av volymtillväxt över utgångshöjd. Alla tre röjningsbehandlingar hade högre volymtillväxt när lika stora träd jämfördes både de första två åren och det sista tredje året efter röjning. Dessutom fanns en tendens till högre volymtillväxt för totalröjt jämfört med brunnsröjning under det tredje året.

En tredje indikation på röjningsbehandlingarnas effekt på granhuvudstammarnas utveckling var höjd-diameter kvoten som brukar användas som ett mått på konkurrens. En hög höjd-diameter kvot indikerar att träden allokerar mer till höjdtillväxt än diameter-tillväxt vilket är ett vanligt resultat av konkurrens (Lanner 1985; Nilsson 1993; Uotila 2014). HD-kvoten var högst för oröjd, lägst för totalröjning medan brunnsröjning och röjning till tätt förband intog en mellanställning både andra och tredje hösten efter röjning. Att totalröjning hade lägre HD-kvot än övriga röjningsbehandlingar indikerar, tillsammans med resultaten för volymtillväxt för enskilda träd och medeldiameter-tillväxt, att de planterade granarna i totalröjning har påverkats mindre av konkurrens än granarna i brunnsröjning och röjning till tätt förband.

Sammantaget så indikerar resultaten från granhuvudstammarna att totalröjning har haft en större effekt på deras tillväxt än de andra två röjningsbehandlingarna och att samtliga röjningsbehandlingar har haft en positiv effekt på granhuvudstammarnas tillväxt jämfört med den oröjda kontrollen. Skillnaden i tillväxt mellan oröjd kontroll och de tre röjningsbehandlingarna orsakades troligen dels av att det konkurrerande lövets biomassa var klart högre alla tre åren i oröjd kontroll än i de röjda parcellerna. Detta trots en riklig stubbskottsutveckling med ca 40 000 stubbskott per hektar i den totalröjda parcellen. Men även höjden på konkurrerande löv hade troligen betydelse. Totalröjning var den enda behandlingen där medelhöjden för de 2000 högsta lövstammarna var lägre än granhuvudstammarnas höjd vilket kan vara en förklaring till skillnaden i HD-kvot mellan behandlingarna.

En viktig faktor för konkurrens mellan träd är naturligtvis de konkurrerande trädens tillväxt och därmed upptag av tillgängliga resurser. Den tredje vegetationsperioden efter röjning ökade björkarnas biomassa dramatiskt i den oröjda kontrollen jämfört med speciellt totalröjning och röjning till tätt förband. I den oröjda kontrollen var ökningen av björkarnas stam- och grenbiomassa ca 14 Mg ha<sup>-1</sup> medan motsvarande siffror för totalröjd var 2.8 Mg ha<sup>-1</sup> och ca 5.5 Mg ha<sup>-1</sup> för röjning till tätt förband. Det finns därför anledning att anta att skillnaderna i tillväxt mellan oröjd och röjda parceller kommer att accentueras under de närmaste åren. Men det är också möjligt att tillväxten bland konkurrerande löv kommer att eskalera i de röjda parcellerna. För att optimera tillväxten hos huvudplantorna kan det därför finnas anledning till ytterligare en röjning. I syfte att undersöka effekter av tvåstegsröjning kommer försöken att följas under ytterligare minst fem år och vi kommer att anlägga nya röjningsbehandlingar där delar av parcellerna röjs igen medan andra delar lämnas oröjda.

Röjningsbehandlingarna i denna studie gjordes när granhuvudstammarnas medelhöjd bara var drygt en meter vilket är tidigare än normala röjningar i området. En orsak till att vänta med röjning är att undvika riklig stubbskottsutveckling och därmed en dyr andra röjning. Resultat från denna studie indikerar att den tidiga röjningen har haft positiv effekt på granhuvudstammarnas tillväxt men detta måste naturligtvis sättas i relation till en möjlig ökad kostnad för röjningsarbetet (Uotila 2016). Det kommande försöket med upprepad röjning på samma lokaler kan bidra till kunskap och data så att analyser av både tillväxt och ekonomi kan göras.

### Slutsats

Den tidiga röjningen minskade tillgången till björkfoder för de betande djuren jämfört med oröjd granungskog, men ledde ändå till högre grad av foderutnyttjande. Speciellt utnyttjade klövdjuren de röjningsbehandlingar där en del av lövträdsstammarna behölls efter röjning. Samtidigt har den tidiga röjningen medfört en positiv tillväxtrespons för de planterade granarna. Denna studie indikerar därför att de två behandlingarna brunnsröjning och röjning till tätt förband kan kombinera både produktion av foder till betande vilt och hög produktion bland de planterade granarna. Denna studie indikerade dock att stubbskottsbjörk inte var lika attraktiv som foder som fröbjörkar vilket kanske medför att total röjning inte i lika hög grad tillgodoser de dubbla målen som röjning till tätt förband och brunnsröjning. I denna studie undersöktes endast bete på björk men bete på andra lövträdslag kan ha varit en viktig födoresurs för viltet. I framtida studier är det därför viktigt att kvantifiera detta bete.

Tillväxten för de planterade granhuvudstammarna var positivt påverkad av den tidiga röjningen men för att avgöra behandlingarnas ekonomi måste kostnad för röjningarna sättas i relation till tillväxtökning. Kommande studier kommer att adressera denna fråga.

## Kommande publikationer från projektet

Resultat från projektet kommer att publiceras i en vetenskaplig tidskrift. Resultaten kommer också att sammanfattas populärt i FaktaSkog.

## Populär kommunikation om projektet

Som framgått av ovanstående redovisning har data samlats in fram till och med hösten 2016. Det har därför inte funnits några resultat att redovisa under projektets löptid. Men nu har vi däremot väldigt mycket resultat och fyra bra lokaler som kan utnyttjas både till exkursioner för markägare och skogstjänstemän och till undervisning för jägmästare och skogsmästare. Två av lokalerna ligger i anslutning till försöksparkerna i Asa och Tönnersjöheden och dessa lokaler kommer att bli flitigt använda. En tredje lokal ligger på Tagel som också är ofta använt för exkursioner.

I och med att vi planerar ytterligare behandlingar på försöken med en andra röjning i delar av parcellerna kommer försöken att leva vidare också efter projektperioden vilket garanterar att de fortsatt kommer att användas till exkursioner och undervisning.

Vi planerar ett Fakta Skog nummer som sammanfattar resultat från försöken.

## Tack till

Det är många som har bidragit till att färdigställa detta projekt. Vi vill tacka Werner Mbongo, Anton Nilsson, Martin Goude, Jonas Blomqvist, Therese Henriksson, Sara Strandberg, Andreas Jönsson och Torbjörn Andersson som alla på ett förtjänstfullt sätt har bidragit till mätningarna både i fält och på lab.

## Litteratur

- Andersson, S.-O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträäd. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 44:12, 29 s
- Andersson, S.-O. & Björkdahl, G. 1984. Om björkstubbars utveckling i ungdomsskedet. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift 3-4. 1984.
- Andren, H., and P. Angelstam. 1993. Moose browsing on Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. *Journal of Applied Ecology* 30:133-142.
- Brandel G. 1990. Volume functions for individual trees. Scots pine (*Pinus sylvestris*), Norway spruce (*Picea abies*) and birch (*Betula pendula* & *Betula pubescens*). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Yield Research. Report 26.183 p. ISSN 0348-7636 (In Swedish with English summary).
- Cederlund, G., H. Ljungqvist, G. Markgren, and F. Stålfelt. 1980. Foods of moose and roe-deer at Grimsö in central Sweden - results of rumen content analysis. *Swedish Wildlife Research* 11:169-247.
- Cederlund, G., and A. Nystrom. 1981. Seasonal differences between moose and roe deer in ability to digest browse. *Holarctic Ecology* 4:59-65.
- Danell, K., R. Bergstrom, L. Edenius, and G. Ericsson. 2003. Ungulates as drivers of tree population dynamics at module and genet levels. *Forest Ecology and Management* 181:67-76.
- Danell, K., and L. Ericson. 1986. Foraging by moose on 2 species of birch when these occur in different proportions. *Holarctic Ecology* 9:79-83.
- Danell, K., K. Hussdanell, and R. Bergstrom. 1985. Interactions between browsing moose and 2 species of birch in Sweden. *Ecology* 66:1867-1878.
- Hofmann, R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants - a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78:443-457.
- Holmström E, Hjelm K, Johansson U, Karlsson M, Valkonen S, Nilsson U, 2016. Pre-commercial thinning, birch admixture and sprout management in planted Norway spruce stands in South Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, DOI:10.1080/02827581.2015.1055792
- Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and intensity of precommercial thinning and their effects on the first commercial thinning in Scots pine stands. *Silva Fennica* 40, 645-662.
- Jarnemo et al 2014. Managing landscapes for multiple objectives: alternative forage can reduce the conflict between deer and forestry. *Ecosphere*, 5(8)
- Jia, J. B., P. Niemela, M. Rousi, and S. Harkonen. 1997. Selective browsing of moose (*Alces alces*) on birch (*Betula pendula*) clones. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12:33-40.
- Kullberg, Y., and R. Bergstrom. 2001. Winter browsing by large herbivores on planted deciduous seedlings in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16:371-378.
- Kramer et al 2006. Spatial interactions between ungulate herbivory and forest management. *Forest Ecology and Management* 226:238-247
- Lanner, R.M. 1985. On the insensitivity of height growth to spacing. *Forest Ecology and Management* 13: 143-148.

- Lundmark, T. & Hällgren, J-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings in the field. *Canadian Journal of Forest Research* 17, 1197-1201.
- Mansson, J., H. Andren, A. Pehrson, and R. Bergstrom. 2007. Moose browsing and forage availability: a scale-dependent relationship? *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 85:372-380.
- Månsson, J., C. Kalen, P. Kjellander, H. Andren, and H. Smith. 2007. Quantitative estimates of tree species selectivity by moose (*Alces alces*) in a forest landscape. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22:407-414.
- Mård, H. 1996. The influence of a birch shelter (*Betula* spp) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6, 343-350.
- Nilsson, U. 1993. Copmpetition in young stands of Norway spruce and Scots pine. Swedish University of Agricultural Sciences, Southern Swedish Forest Research Centre, Alnarp, Dissertation
- Palo, R. T., R. Bergstrom, and K. Danell. 1992. Digestibility, distribution of phenols, and fiber at different twig diameters of brich in winter - implication for browsers. *Oikos* 65:450-454.
- Pettersson, N. & Fahlvik, N. 2007. Röjning. *Skogsstyrleslen, Skogsskötselserien* 6. 1-64.
- Persson, I. L., K. Danell, and R. Bergstrom. 2000. Disturbance by large herbivores in boreal forests with special reference to moose. *Annales Zoologici Fennici* 37:251-263.
- Persson, I. L., K. Danell, and R. Bergstrom. 2005. Different moose densities and accompanied changes in tree morphology and browse production. *Ecological Applications* 15:1296-1305.
- Pitt, D and L. Lanteigne. 2008. Long term outcome of precommercial thinning in northwestern New Brunswick: growth and yield of balsam fir and red spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 592-610.
- Shipley, L. A., A. W. Illius, K. Danell, N. T. Hobbs, and D. E. Spalinger. 1999. Predicting bite size selection of mammalian herbivores: a test of a general model of diet optimization. *Oikos* 84:55-68.
- Stolter, C., J. P. Ball, and R. Julkunen-Tiitto. 2013. Seasonal differences in the relative importance of specific phenolics and twig morphology result in contrasting patterns of foraging by a generalist herbivore. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 91:338-347.
- Uotila, K and T. Saksala. 2014. Effects of early cleaning on young *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 111-119
- Uotila, K. 2016. Optimization of early cleaning and precommercial thinning methods in juvenile satnd management of Norway spruce stands. *Dissertationes Forestales* 231
- Wam, H. K., O. Hjeljord, and E. J. Solberg. 2010. Differential forage use makes carrying capacity equivocal on ranges of Scandinavian moose (*Alces alces*). *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 88:1179-1191.
- Vivas, H. J., B. E. Saether, and R. Andersen. 1991. Optimal twig size selection of a generalist herbivore, the moose *Alces alces* - implications for plant herbivore interactions. *Journal of Animal Ecology* 60:395-408.