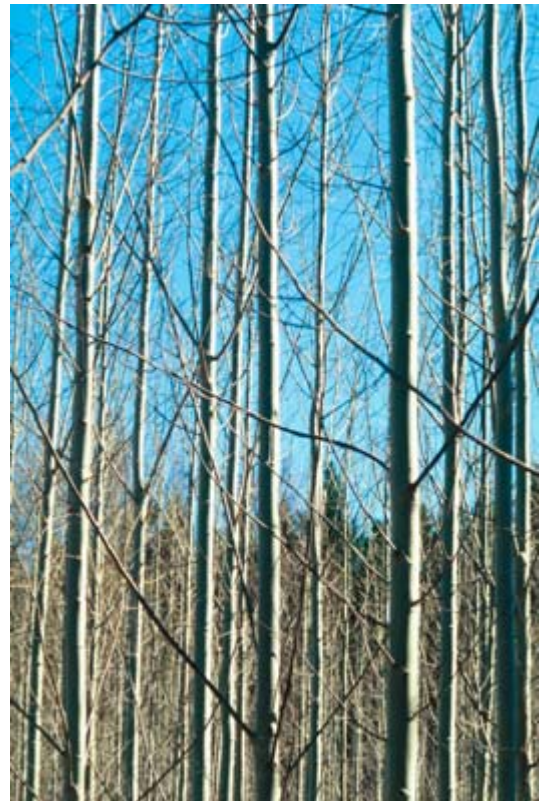


Utnyttjande av hybridasp för att kombinera produktion av biomassa med högkvalitativt gagnvirke

Slutrapport för projekt P8440 för perioden 1997–2000

Lars Rytter, Martin Werner och Lars-Göran Stener



Omslag: Hybridaspbestånd i Dimbo intill Hjälmarens vid sex års ålder. Beståndet självföryngrades huvudsakligen genom rotskott efter slutavverkning. Första röjningen utfördes efter 5 år.
Foto: Lars Rytter.
Ämnesord: Hybridasp, näringsuttag, rot- och stubbskott, skogsbränsle, vedbiomassa, virkessortiment.

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

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

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

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

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt. Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat. Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse. Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report. Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar. Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Förord

Denna arbetsrapport är slutrapport för projekt P8440, ”Utnyttjande av hybridasp för att kombinera produktion av biomassa med högkvalitativt gagnvirke”. Projektperioden har löpt från 1997 fram till halvårsskiftet 2000. Inledningsvis var projektet placerat inom NUTEKs verksamhetsområde, men överfördes efter ungefär halva projekttiden till Energimyndigheten och dess program ”Uthållig produktion av biobränslen från skogsmark”. Verksamheten inom projektet är av långsiktig karaktär, varför resultaten i slutrapporten inte är definitiva, utan kan ses som delresultat på vägen. Vår förhoppning är att möjligheter ges att fortsätta studierna ytterligare ett antal år. Det skulle ge en mer fullständig redovisning och analys av uppställda mål och hypoteser.

Innehåll

| | |
|---|----|
| Sammanfattning..... | 3 |
| Inledning..... | 3 |
| Försöksled och lokaler..... | 5 |
| Lokaler..... | 6 |
| Bulstofta..... | 6 |
| Dimbo..... | 7 |
| Ekebo..... | 8 |
| Helenedal..... | 8 |
| Hyby..... | 10 |
| Ingelstad..... | 11 |
| Ramsås..... | 12 |
| Snogeholm..... | 12 |
| Mätningar och analyser..... | 13 |
| Näringsanalyser av vedprover..... | 14 |
| Resultat och diskussion..... | 15 |
| Produktion i andra generationens självföryngring..... | 18 |
| Skottuppslag efter avverkning..... | 19 |
| Näringsinnehåll i stammar och näringsuttag vid skörd..... | 21 |
| Slutsatser..... | 24 |
| Erkännande..... | 26 |
| Referenser..... | 26 |
| Bilaga 1 Beståndsdata för de olika behandlingsalternativen i de planterade hybridaspbestånden..... | 29 |
| Bilaga 2 Beståndsdata för de olika behandlingsalternativen i de självföryngrade hybridaspbestånden..... | 30 |

Sammanfattning

Studier av tillväxt och utveckling i hybridaspbestånd vid tre olika gallringsalternativ och vid varierande ålder har pågått under perioden 1997–2000 med finansiellt stöd från NUTEK och Energimyndigheten. Syftet har varit, och kommer även i fortsättningen att vara, att 1) utvärdera möjligheterna att kombinera hög biomassaproduktion och biomassaavgång med produktion av högkvalitativt gagnvirke, 2) att kvantifiera näringsuttaget vid de olika skötselalternativen och därmed behovet av näringsåterförsel, samt 3) att utreda hybridaspens uthålliga produktionsförmåga vid upprepade olika långa avverkningssyklar. Tre olika gallringsintensiteter – svag, konventionell och stark – ingår i försöken, som genomförs på totalt åtta lokaler. Studierna är av långsiktig karaktär, men viktiga resultat har kommit fram redan under den första etappen.

Med dagens odlingsmaterial kan medelproduktionen i planterade bestånd förväntas nå över $20 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ under en 20–25-årig omloppstid. De högsta värdena på den löpande tillväxten är hittills $37 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ vid 10–11 års ålder i Ekebo och $44 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ under år 14–15 i Bulstofta. Båda lokalerna ligger i Skåne. Medelproduktionen i andra generationens täta självföryngring bör kunna bli högre än i planterade bestånd, eftersom tillväxten snabbare når höga nivåer.

Skottuppslaget efter slutavverkning är ofta tätt och består huvudsakligen av rotskott. På lokalen i Ramsås i Småland erhöles 66 000 skott ha^{-1} två år efter slutavverkning. Även i gallringsskog kommer nya skott upp. Dessa är emellertid färre till antalet, vanligtvis 10 000 – 20 000 skott ha^{-1} , och har i de flesta fall visat en svag utveckling. Fortsatta studier behövs där gallringsbeståndets karaktär, t.ex. stamantal, grundyta och ljusnivå vid markytan, kopplas till skottuppslagets storlek och vitalitet.

Analys av näringsinnehåll i röjda och gallrade stammar visade att makronäringsinnehållet (N, P, K, Ca, Mg, S) per volymsenhet var tämligen konstant mellan olika stora träd i samma bestånd. Däremot fanns en tydlig trend att makronäringskoncentrationerna minskade med ökande beståndsålder. Uttag av kväve i stamved vid tidig gallring uppskattades till 20–50 kg ha^{-1} per gallringstillfälle. De båda röjningarna i Ramsås innebär att ca 90 kg N ha^{-1} försvinner från beståndet om den bortröjda stamveden tas ut. För att erhålla en totalbild av näringsuttaget krävs dock även uppskattningar av volym och näring i grenar vid olika ålder och gallringsstyrka, samt uppgifter på näringshalt i äldre hybridaspbestånd. Dessa uppskattningar kommer att göras under kommande år.

Inledning

De första korsningarna i Sverige mellan europeisk och amerikansk asp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.) gjordes 1939. Svenska tändsticksbolaget visade då stort intresse för hybridasp och det var ett relativt omfattande förädlingsarbete som lades ned på att förbättra odlingsmaterialet. Eftersom

hybridens tillväxt visade sig vara överlägsen den som erhålls hos vanlig asp (*P. tremula*) koncentrerades förädlingsarbetet på hybriden. Ett flertal försök etablerades i Götaland och Svealand under perioden 1940–1965. Intresset för produktion av tändstickor i Sverige svalnade sedan, vilket i sin tur medförde att förädlingsarbetet med hybridasp lades ned. Under slutet av 1980-talet blev hybridasp åter intressant, nu som en alternativ gröda på nedlagd jordbruksmark. Undersökningar rörande hybridasp har huvudsakligen varit koncentrerade till de nordiska länderna, och erfarenheter utanför detta område är begränsade (Johnsson, 1953; Eriksson, 1984). Satsningarna i Sverige är ännu begränsade, men i Finland görs nu stora kommersiella investeringar (t.ex. Laipio, 1997).

De positiva egenskaper som hybridasp har och som gör den intressant för förnyad odling är en dokumenterat hög produktion över stora delar av landet under en kort omloppstid på 20–25 år (Elfving, 1986a, 1986b; Karlsson, 1986). En heterosis-effekt hos hybridasp jämfört med de rena arterna är tydlig (Eriksson, 1984). Vidare får man en mer eller mindre gratis förnygring från och med andra generationen, eftersom etablerad hybridasp i stor utsträckning förnygras med rotskott. Det är inte ovanligt att upp till 100 000 rotskott erhålls efter slutavverkning (t.ex. Hansson, 1989). Vid odling av hybridasp har man stor flexibilitet, eftersom virket har många användningsområden, bl.a. som massaved, energived, tändstickor, pallvirke, träsnideri, emballage och blindfaner. De många användningsområdena leder i sin tur till variationsmöjligheter i skogsskötseln där uttagen av bränseflis, massaved och timmer kan varieras. Man har även funnit en stor genetisk variation för olika egenskaper i hybriden (Johnsson, 1953; Karlsson & Danell, 1992; Stener, 1998), vilket innebär att det i framtiden finns goda förutsättningar att genom urvalsförädling förbättra såväl tillväxt som kvalitet. Eftersom rotskott delar på ett gemensamt rotsystem är det sannolikt att hybridasp har god stormfasthet från och med andra generationen. Erfarenheterna från den senaste stormen i Skåne visar också att den planterade första generationen hybridasp klarar hårda vindar.

De finns även problem förknippade med odling av hybridasp. Beståndsetableringen är relativt dyr med plantor som i nuläget kostar ca 8 kr styck. Det åtgår å andra sidan endast ca 1 100 st ha⁻¹. Hybridasp är, liksom de flesta lövträdsarter, känslig för vegetationskonkurrens i etableringsskedet, vilket gör det nödvändigt att hålla ogräset borta de två första åren efter plantering. Den är också mycket viltbegärlig. Vilthägn krävs i princip under hela omloppstiden där vilttrycket är stort. Släktet *Populus* har också visat sig känsligt för vissa svamp- och insektsskador (t.ex. Ilstedt & Gullberg, 1993). Stamkräfta (*Hypoxylon mammatum*) och kronbrand (*Leucostoma niveum*, förr *Valsa nivea*) kan vara allvarliga hot. Angrepp drabbade odlingar under 1950-talet, vilket var en av anledningarna till det minskade intresset för hybridasp. Det är möjligt att en del av angreppen hade samband med att odlingslokalens ståndortsförhållanden var olämpliga för hybridasp. Bristande skötsel av bestånden kan också ha varit en bidragande orsak. Hybridasp kräver näringsrika, friska marker med rörligt markvatten för att trivas. Den är dessutom ljusälskande. Uppfylls inte kraven på ståndort och regelbundna gallringar går det ut över trädens vitalitet och därmed minskar motståndskraften mot sjukdomar. I de klontester som anlades 1986–1991 av Institutet för skogsförbättring (nu SkogForsk) har få stammar angripits av kräfta. I dessa försök testas 300 plusträd som huvudsakligen valts

ur Tändsticksbolagets gamla försök från 1940–1965. Eftersom endast vitala och skadefria träd valdes som plusträd är det sannolikt att dessa träd är mindre känsliga för angrepp av kräfta.

Det långsiktiga målet för projektet är att 1) utvärdera möjligheterna att kombinera hög biomassaproduktion och biomassauttag med produktion av högkvalitativt gagnvirke i hybridaspbestånd. Därvid undersöks även, 2) via bortförda näringsmängder i samband med skörd av vedbiomassa, behovet av askåterförsel, samt 3) hybridens uthålliga produktionsförmåga vid upprepad avverkning. Det sistnämnda sker genom att jämföra fyra olika skördeintervall.

Försöksled och lokaler

Försöksled

För att ge underlag för en skötselutvärdering jämförs tre olika skötselalternativ på, i nuläget, sju lokaler. Behandlingsalternativen är:

- 1) svaga röjnings-/gallringsingrepp, där avsikten är att snabbt erhålla stora mängder vedbiomassa och nå slutavverkning, och där odlingen balanserar på gränsen till självgallring,
- 2) konventionell röjning och gallring enligt befintliga skötselmodeller där man upprätthåller hög produktionsnivå, men också tydligt undviker självgallring,
- 3) kraftiga tidiga röjningar/gallringar i kombination med stamkvistning i syfte att dels få tidigt stora vedbiomassamängder via gallringsuttag och rotskottskörd, och dels hög kvalitet på kvarstående timmerträd. En viss sänkning av produktionsnivån tillåts.

I alternativ 2 (tabell 1) följs i grova drag den skötselstrategi som bland annat presenterats av Södra (Persson, 1996). I alternativ 3 avser vi att hålla stamantalet på ungefär 2/3 av alternativ 2, dels för att få grova enskilda stammar och, dels för att få upp nya rot- och stubbskott som kan användas till energiflis vid gallringsingreppen. Försöksdesignen medför att ingreppen i de olika alternativen inte alltid sker samtidigt på respektive lokal.

Tabell 1.

Konventionell röjning och gallring av hybridasp i södra Sverige enligt Södras rekommendationer (Persson, 1996). Beroende på det aktuella beståndets tillväxt, grundyta och förband följs inte schemat exakt utan ses inom projektet som riktlinjer.

| Åtgärd | År | Antal stammar ha ⁻¹ efter åtgärd | |
|------------------|----|---|-----------------|
| | | Plantering | Självföryngring |
| Röjning | 2 | | 5 000 |
| Röjning/Gallring | 5 | 1 200 | 2 500 |
| Gallring | 8 | 850 | 1 300 |
| Gallring | 12 | | 850 |
| Gallring | 14 | 600 | |
| Gallring | 16 | 550 | 600 |
| Gallring | 20 | 400 | 450 |
| Slutavverkning | 25 | | |

På en lokal (Snogeholm) har ett hybridaspbestånd anlagts, där hybridens uthållighet i produktion och vitalitet vid upprepad avverkning kommer att studeras. Vi avser att testa de fyra omloppstiderna 5, 10, 15 och 20 år. Den sistnämnda ingår, eftersom att man normalt räknar med en omloppstid på 20–25 år för hybridasp. Samtliga försöksled kommer att röjas och gallras enligt tillgängliga skötselmallar (t.ex. Persson, 1996).

Under projektets första år lokaliserades och inmättes de flesta bestånd som nu ingår i projektet (tabell 2). Dessutom förbereddes nyplantering på lokalen i Snogeholm, där studierna av uthållig produktionsförmåga vid upprepad avverkning kommer att genomföras. Grundkraven på ingående bestånd är att de skall vara tillräckligt stora för att åtminstone kunna rymma två av ovanstående skötselalternativ med tillräckligt stora kappor runt om. Bestånden, eller större delar av dem, skall också vara någorlunda homogena. Ett tredje krav är att bestånden skall vara hägnade där viltrycket är stort, så att skador kan undvikas. Det har visat sig omöjligt att lägga ut tre upprepningar av varje skötselalternativ på alla lokaler. Antalet väletablerade och hägnade hybridaspbestånd är begränsat och de som finns är i flera fall små. Vi har bedömt att kraven på hägn i vilrika trakter och beståndets jämnhet inte går att tumma på, varför vi fått acceptera ett något mindre antal provytor än vad vi ursprungligen planerat. De bestånd som för närvarande ingår i försöksserien framgår av tabell 2. Under programperioden har de olika skötselalternativen anlagts genom röjning och gallring.

Tabell 2.

Hybridaspbestånd som hittills ingått i Energimyndighetens projekt "Utnyttjande av hybridasp för att kombinera produktion av biomassa med högkvalitativt gagnvirke".

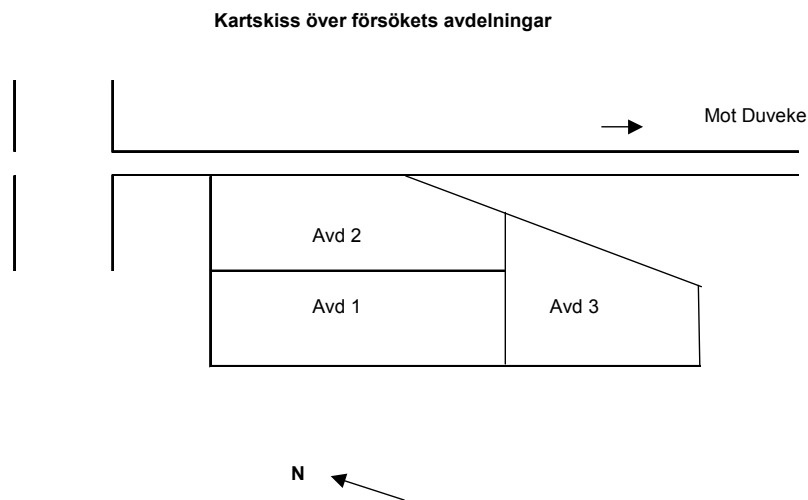
| Lokal | Län | Latitud (°N) | Longitud (°Ö) | Altitud (m ö.h.) | Totalålder 99/00 (år) |
|------------------------|-----|--------------|---------------|------------------|-----------------------|
| <i>Plantering</i> | | | | | |
| Bulstofta | M | 55° 59' | 13° 00' | 75 | 15 |
| Ekebo | M | 55° 57' | 13° 07' | 95 | 11 |
| Helenedal | L | 55° 36' | 14° 00' | 85 | 12 |
| Hyby | M | 55° 34' | 13° 16' | 40 | 7 |
| Ingelstad | G | 56° 44' | 14° 54' | 150 | 14 |
| Ramsås | G | 56° 42' | 14° 13' | 145 | ca 45 |
| Snogeholm | M | 55° 33' | 13° 43' | 45 | 2 |
| <i>Självföryngring</i> | | | | | |
| Dimbo | T | 59° 08' | 15° 45' | 30 | 9 |
| Ramsås | G | 56° 42' | 14° 13' | 145 | 4 |

Lokaler

Bulstofta

I Bulstofta finns den första av de klontester som lades ut i Götaland och Svealand under perioden 1986–1991 av Institutet för skogsförbättring. Försöket innehåller sticklingar från 54 av totalt 300 utvalda plusträd. Lokalen (lat. 55°59'N; long. 13°00'Ö; alt. 75 m; 62099N och 13248Ö i rikets koordinat-system) är en före detta åkermark på lerhaltig morän och ägs av Hushållningssällskapet Malmöhus. Marken behandlades 1985 med Roundup. Ettåriga sticklingar planterades våren 1986 i förbandet 2 m × 2 m. Det normala förbandet

3 m × 3 m kunde inte användas på grund av att försöksarealen var begränsad. Under 1986 genomfördes manuell ogräsbekämpning. Etableringen stördes i viss utsträckning av konkurrerande gräs- och örtvegetation med sorkskador som följdfeffekt. Ett 1 m högt finmaskigt nät användes som skydd mot kaniner under de första tre åren. För övrigt har beståndet inte varit hägnat på grund av närheten till bebyggelse. En röjningsgallring skedde 1990, då ca hälften av stammarna togs bort i hela beståndet och ungefär 1 200 st ha⁻¹ återstod. Vintern 1994/95 delades försöket upp i tre delar (figur 1) där del 1 systematiskt gallrades ned till 660 stammar per ha, del 2 till 920 stammar per ha och del 3 lämnades orörd. Dessa alternativ stämmer väl med de som studeras i projektet. Under vintern 1999/2000 gallrades avdelning 2 till ca 600 stammar/ha. Avdelning 3 kommer åter att åtgärdas när trädskronorna börjar slutas.



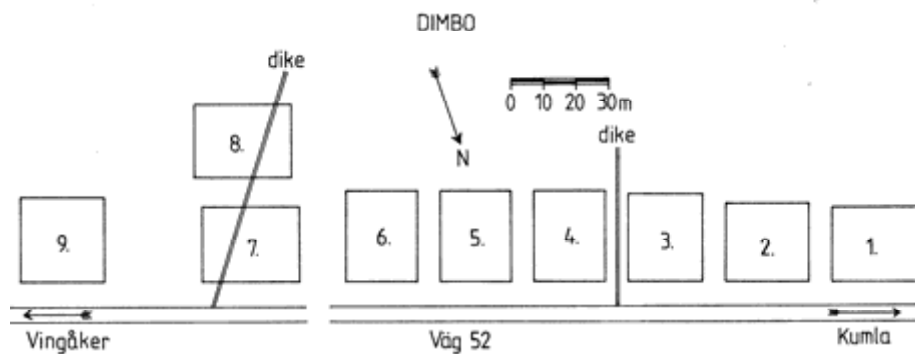
Figur 1.
Karta över försöket i Bulstofta. Skötselalternativen i de olika avdelningarna är följande: avd.1, stark gallring; avd.2, konventionell gallring; avd.3, svag gallring.

Dimbo

Beståndet vid Dimbo söder om Hjälmaran (lat. 59°08'N; long. 15°45'Ö; alt. 30 m; 65571N och 14962Ö i rikets koordinatsystem) ägs av Skogssällskapet och planterades våren 1959 med hybridasp i triangelförbandet 3 m × 4 m. Mellan raderna planterades samtidigt gran, som emellertid med tiden försvunnit från de aktuella områdena. Före planteringen plöjdes och harvades den gamla åkermarken, som består av mull på sandbotten. Hybridaspplantorna levererades av Mykinge försöksgård och utgjordes av två helsyskonfamiljer, som det tyvärr i dag inte går att särskilja. Under sommaren 1959 luckrades och gräsrojdes planteringen i raderna. En inventering av hybridaspern gjord 1960 visade på godtagbar överlevnad (i genomsnitt ca 90 %) och obetydliga viltskador. Planteringen reviderades våren 1962, varvid man konstaterade omfattande sorkgnag, dessbättre inte värre än att beståndet kunde drivas vidare. Någon annan form av skadegörelse kunde då inte iakttas. Från 1962 noterade man också en begynnande skiktning i trädhöjd. Våren 1963 observerades hög skadefrekvens, orsakad av sork, på plantorna i två av de fem blocken och i dessa block har hybridaspern mer eller mindre försvunnit sedan dess. På de övriga tre blocken (sannolikt en av de två helsyskonfamiljerna) finns i dag

välväxande hybridasp från rotskott. Området är inte hägnat, men viltskadorna är trots det av liten omfattning.

Det ursprungliga beståndet avverkades hösten 1990 och rotskottuppslaget röjdes första gången 1995/96. Under våren 1997 lades provytor ut så, att de tre skötselalternativen (se ovan) finns representerade i tre upprepningar (figur 2). Nettoprovytornas storlek är 600–700 m². Träden på provytorna märktes upp och mättes in under vinterhalvåret 1996/97. Eftersom beståndet röjdes så sent som vintern 1995/96 var inga skötselgrepp aktuella det första året. Under vintern 1997/98 genomfördes den första gallringen enligt de tre skötselalternativen. Ytorna 1–3 utgör härvid block 1, ytorna 4–6 block 2 och ytorna 7–9 bildar block 3.



Figur 2.
Försökslayout i hybridaspbeståndet vid Dimbo i Örebro län. Ytorna 1–3, 4–6 och 7–9 utgör block där alla skötselalternativen finns representerade.

Ekebo

Under 1999 inkluderades demonstrationsförsöket vid Ekebo (lat. 55°57'N; long. 13°07'Ö; alt. 95 m; 62056N och 13319Ö i rikets koordinatsystem), 5 km norr om Svalöv, i försöksserien. Beståndet anlades i april 1990 med 1-åriga plantor, som ett randomiserat blockförsök. Förbandet var 2,5 m × 2,5 m och beståndets storlek är 0,15 ha. Året före planteringen bekämpades gräsvegetationen med Roundup. Under 1991 utfördes kompletteringsplantering. Marken utgörs av en frisk, lerig morän på före detta jordbruksmark, där rörligt grundvatten saknas. Markägare är Per-Henrik Bondeson på Källtorps gård. Under vintern 1999/2000 gallrades hela beståndet på ett konventionellt sätt, varför ännu så länge endast ett skötselalternativ finns på lokalen.

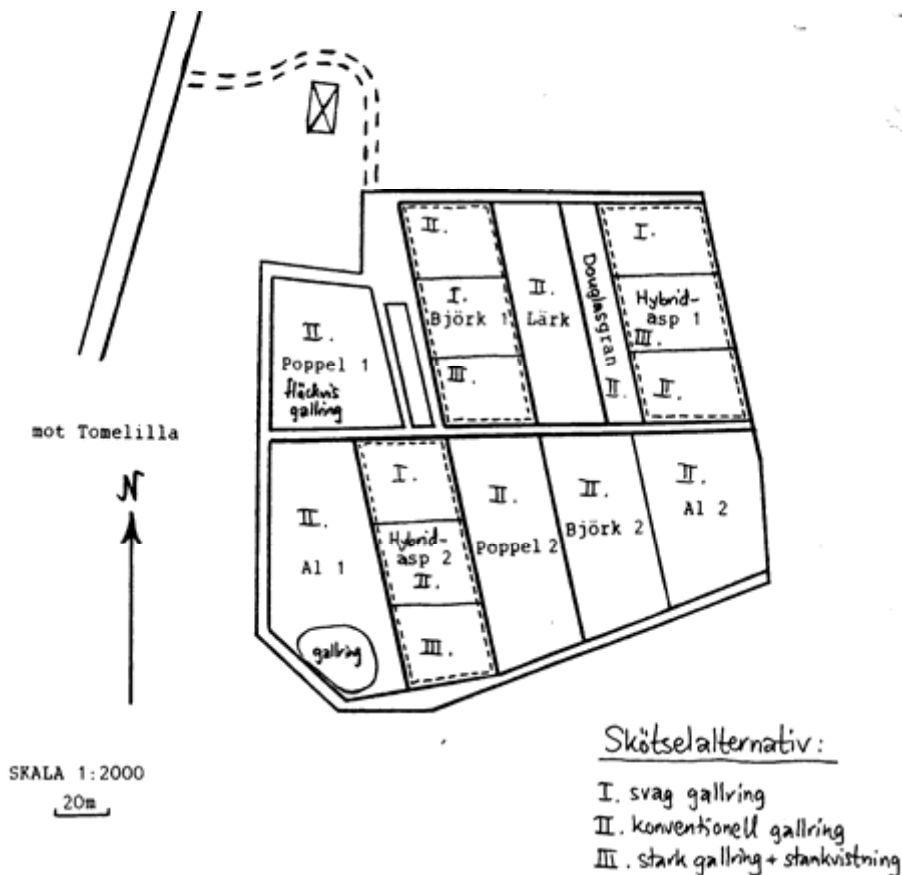
Helenedal

Planteringarna i Helenedal strax söder om Skåne–Tranås och ca 5 km norr om Tomelilla (lat. 55°36'N; long. 14°00'Ö; alt. 85 m; 61647N och 13857Ö i rikets koordinatsystem) ingick som en av fyra lokaler i projektet "Lövsskog–Skåne" som planerades under vintern 1987–1988 av Skogsvårdsstyrelsen, Institutet för skogsförbättring och Hushållningssällskapet. På lokalen möjliggörs jämförelser mellan olika trädslag som planterats på åkermark. Förutom hybridasp ingår bl.a. poppel, klibbal och björk. Marken i Helenedal, som ägs av Hushållningssällskapet Kristianstad, består av moig morän med gott näringsinnehåll och kan betraktas som medelgod jordbruksmark. Under 1988 behandlades marken med Roundup och plöjdes. Lokalen planterades i maj 1989. För hybridasp användes förbandet 2,6 m × 3,0 m. Eftersom det var mycket torrt vid planteringstillfället

stödbevattnades hela odlingen en vecka senare. I november bekämpades det uppkomna ogräset med Kerb. Under 1990 utfördes viss hjälpplantering och ytterligare ogräsbehandling, nu med Matrigon.

Inledande mätningar och inventeringar utfördes som examensarbete på Skogsmästarskolan (Strid, 1991). Dessa visade att Helenedal var en av de två lyckade lokalerna i serien. Hybridasparna på Helenedal var i september 1991, vid fyra års totalålder, i genomsnitt uppe i 325 cm höjd och överlevnaden var 100 % efter hjälpplantering. Trots att området var hägnat tog rådjur sig in och fejade ett mindre antal hybridasp. Utgångsläget för den fortsatta odlingen av hybridasp bedömdes dock som gott.

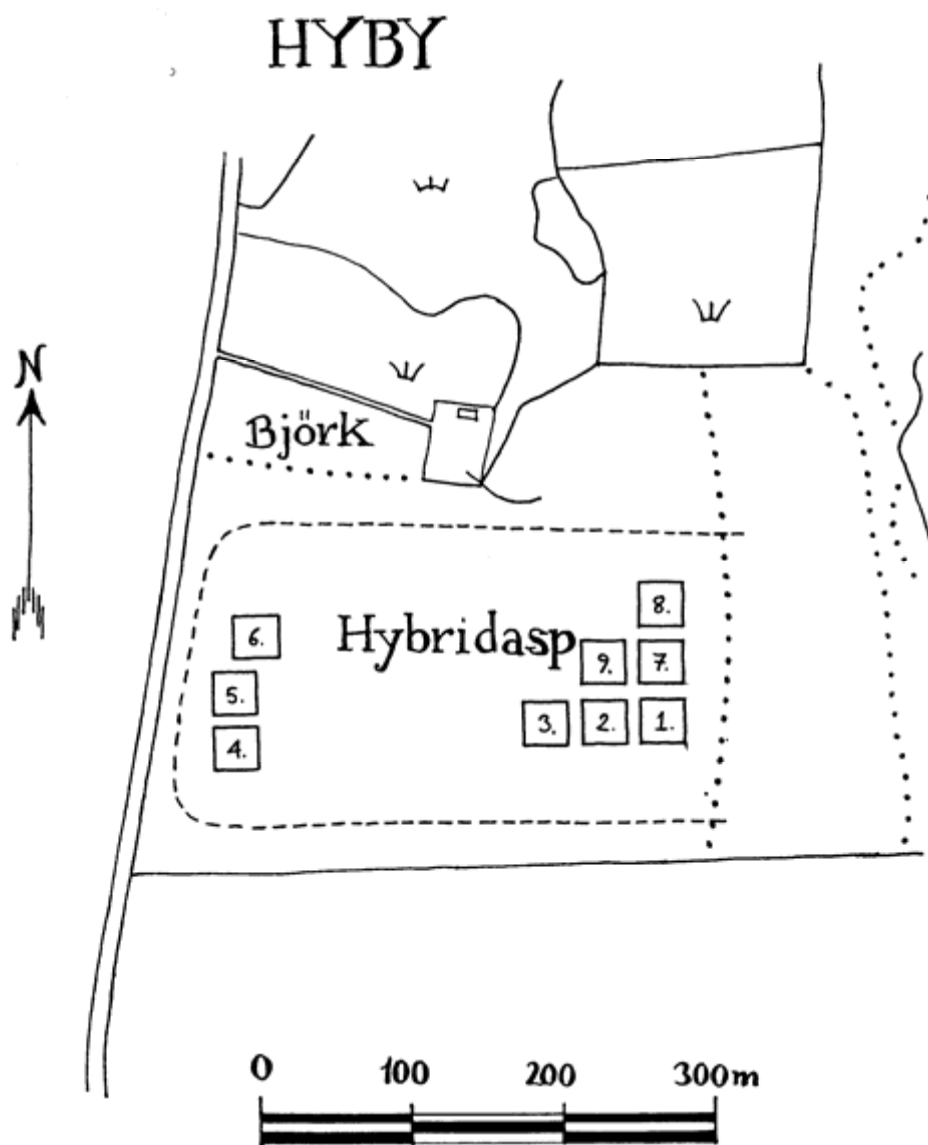
Hybridaspn i Helenedal har delats in i två block. I varje block har tre provtytor etablerats, en för varje skötselalternativ (figur 3). Det finns således två upprepningar av varje alternativ på provtytor som är 400–500 m² stora. Under vinterhalvåret 1996/97 lades de sex provtytor ut och inmätning av träden genomfördes. Under vinterhalvåret 1997/98 utfördes det första gallringsingreppet i försöksalternativ 3 med stark gallring. Under vinterhalvåret 1998/99 gallrades behandling 2 och även i det starka gallringsalternativet togs några träd bort. Efter att de olika gallringsingreppen utförts har tio inhägnade cirkelprovytor lagts ut i bestånden, eftersom det ursprungliga hägnet inte längre förmår hålla viltet borta. På cirkelprovytorna följs fortsättningsvis uppslaget av rot- och stubbskott.



Figur 3. Karta över bestånden i Helenedal. I Energimyndighetens projekt ingår de båda hybridaspbestånden. Möjligheter finns även att göra jämförelser med andra trädslag.

Hyby

Hybridaspbeståndet vid Hyby, längs väg 108 och drygt 5 km norr om Svedala (lat. 55°34'N; long. 13°16'Ö; alt. 40 m; 61626N och 13393Ö i rikets koordinat-system), planterades 1994 med material som inköpts från handelsbolaget Populus. Planteringsförbandet är något oregelbundet, men inte glesare än 3 m × 3 m. Nuvarande ägare, Bertil Jönsson, övertog fastigheten efter att planteringen gjorts, varför det saknas information om hur markpreparering och ogräsbekämpning genomförts. Beståndet växer innanför hägn och är relativt fritt från skador, men fläckvis finns en del stamskador och dessa kommer att följas upp i fortsättningen. Överlevnaden är god. Vid besök hösten 1998 konstaterades att stamskadorna hade övervallats på ett mycket positivt sätt, samtidigt som en del nya sorkgnag upptäcktes. Vid inventering hösten 1999 fanns dock en del icke övervallade stamskador kvar.



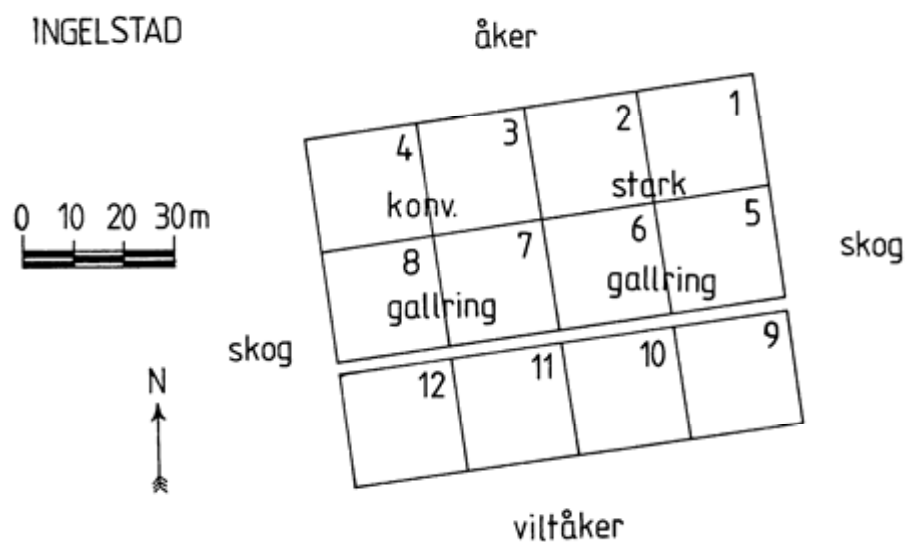
Figur 4.
Karta över hybridaspbeståndet i Hyby och de nio provytorna. Vid utläggningen var avsikten att få så tillväxtmässigt jämna delar som möjligt.

Det område som planterats med hybridasp är ca 11 ha stort (figur 4), vilket gör att kraven på provytstorlek och antal upprepningar kunnat tillfredsställas. Innanför hägnet finns också mindre arealer som planterats med björk och ek. Lokalen är från tillväxtpunkt ojämn med lerhaltiga svackor och sandiga kullar även om höjdskillnaderna är små. Utläggning av provytor, totalt nio stycken på vardera 900 m², skedde 1997. Inga skötselåtgärder har ännu varit aktuella.

Ingelstad

Försöket vid Brändesmaderna ca 4 km söder om Ingelstad (lat. 56°44'N; long. 14°54'Ö; alt. 150 m; 62894N och 14443Ö i rikets koordinatsystem) anlades 1987 av Institutet för skogsförbättring och är ett parallellförsök till ovan beskrivna klontest i Bulstofta. Beståndet växer inhägnat på före detta åkermark. Arealen är 0,6 ha (figur 5) och marken ägs av Ingelstads naturbruksgymnasium. Planteringsförbandet var 2,8 m × 2,8 m och beståndet utvecklades väl de första 12–13 åren.

Vid en inventering hösten 1996 bedömdes beståndet vara i behov av gallring. Efter att beståndet inkluderats i projektet delades det upp i två delar med gallringsalternativ 2 respektive 3, d.v.s. konventionell och stark gallring. De sex västra avdelningarna gallrades därefter enligt konventionell skötselmall, medan de sex östra avdelningarna genomgick en starkare gallring, samtidigt som avdelningarna 1, 5 och 9 stamkvistades. Stamkvistning utfördes inte i avdelningarna 2, 6 och 10. Under de senaste åren har lokalen blivit något försumpad, eftersom beståndet intill avverkats. Det har gjort att den gallring som planerades till vintern 1999/2000 skjutits något år på framtiden.



Figur 5. Hybridaspbeståndet vid Brändesmaderna söder om Ingelstad. Beståndet planterades 1987 som en klontest och gallrades vintern 1996/97 inom projektets ram.

Ramsås

Hybridaspbeståndet i Ramsås, vid norra delen av sjön Möckeln och 6 km nordväst om Liatorp (lat. 56°42'N; long. 14°13'Ö; alt. 145 m; 62874N och 14027Ö i rikets koordinatsystem), ägs av Arne Lundin. Beståndet ligger på båda sidor om en mindre väg. Vintern 1995/96 avverkades den östra delen av beståndet, varpå större delen blev inhägnad. Den västra delen står fortfarande kvar med ett omkring 45 år gammalt bestånd. Ägaren avser att avverka den gamla delen vintern 2000/2001. Då varje beståndsdel omfattar ca 0,2 ha läggs två provytor ut i varje del med skötselalternativen 2 och 3, d.v.s. konventionell och stark gallring. Eftersom den ena delen har avverkats och den andra står kvar kommer vi att erhålla två upprepningar som skiljer sig ca fem år i beståndsutvecklingen.

Rotskottutvecklingen på den östra delen har varit mycket god under de första två åren efter slutavverkning. Under vinterhalvåret 1997/98 genomfördes den första röjningen. Den utfördes likartat över hela den östra delen. Under vintern 1999/2000 utfördes den andra röjningen. Vid detta tillfälle röjdes halva ytan enligt alternativ 2, d.v.s. till 2 200 stammar ha⁻¹. Den andra halvan röjdes kraftigare, enligt alternativ 3, till 1 200 stammar ha⁻¹.

Snogeholm

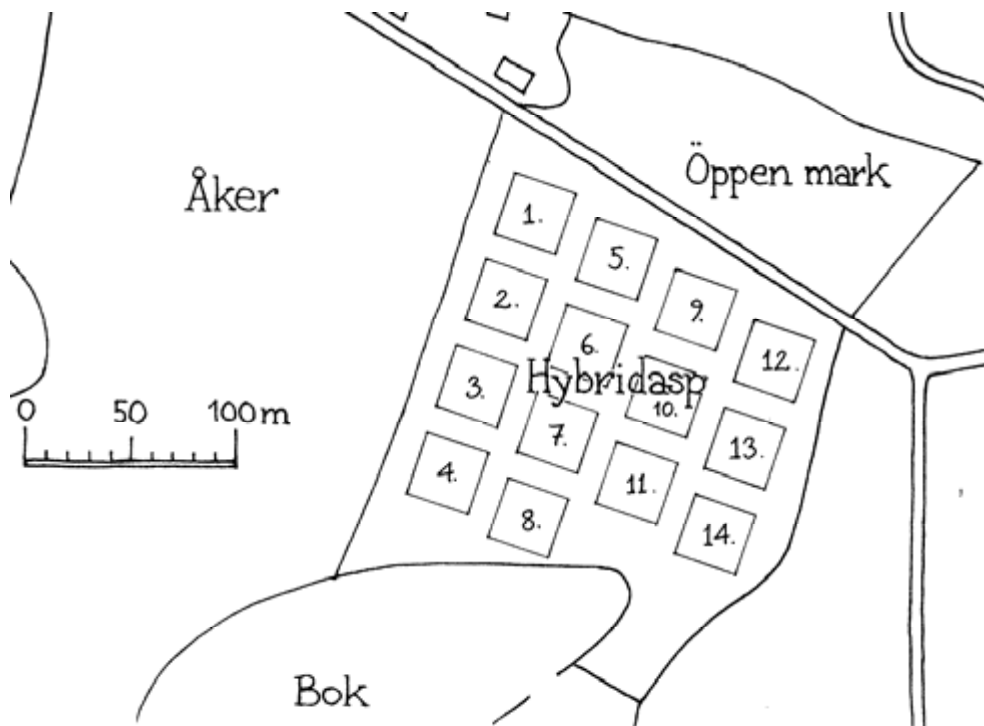
På landstingets strövområde Snogeholm (lat. 55°33'N; long. 13°43'Ö; alt. 45 m; 61598N och 13685Ö i rikets koordinatsystem) har vi tillgång till ett stycke åkermark (figur 6) som bedömts vara lämplig för anläggning av det nya hybridaspförsöket. Här kommer hybridaspens uthållighet i produktion vid upprepad avverkning att studeras vid omloppstiderna 5, 10, 15 och 20 år. Den sistnämnda ingår för att man normalt räknar med en omloppstid på 20–25 år för hybridasp. Samtliga försöksled kommer att röjas och gallras enligt konventionella skötselmallar under de varierande omloppstiderna (t.ex. Persson, 1996).

Av de totalt 300 hybridaspkloner som i dag finns i fälttester i Götaland och Svealand, fanns 1997 uppgifter om produktion, överlevnad, vitalitet och kvalitet för ungefär 150 kloner. På basis av dessa uppgifter utvaldes 18 vitala kloner med bra produktion och kvalitet.

Varje klon massförökades vegetativt genom sticklingproduktion från uppgrävda rötter och stubbar från klonarkivet i Ekebo. Totalt erhöles 2 000 planteringsdugliga sticklingar, vilket täckte behovet i nettoparcellerna. Till kappan runt om varje parcell krävdes ytterligare material, vilket inköptes från Dalby plantskola.

I juni 1998 planterades försökslokalen efter att marken ogräsbekämpats med Roundup och hägn satts upp. Planteringsförbandet är 3 m × 3 m, motsvarande 1 100 plantor/ha, och nettoparcellens storlek 30 m × 30 m. På den tillgängliga arealen har 14 nettoparceller lagts ut (figur 6), vilket räcker till tre upprepningar av varje försöksled plus ytterligare en upprepning för två omloppstider. Etableringen har hittills varit god, men åtgärder för att säkerställa plantetableringen har vidtagits. Eftersom kaniner och någon hare lyckats forcera hägnet har plantorna på nettoparcellerna skyddats med växtrör av nättyp från Nortène Technologies i Frankrike. För att begränsa skador orsakade av sork, vilket noterats i begränsad omfattning, har ytterligare en kemisk ogräsbekämpning

genomförts under våren 1999. Vid en inventering i juni 1999 kunde en omfattande skadegörelse på plantorna orsakade av sork konstateras (Rytter, 2000). Få plantor var dock döda och skadorna bedömdes inte som så allvarliga, att beståndets framtid är hotad.



Figur 6.
Den nya försökslokalen där hybridaspens uthållighet i produktion vid upprepad avverkning kommer att studeras. Området ligger ca 1 km söder om Snogeholms slott.

Mätningar och analyser

Mätning av stående volym och tillväxt

Den stående stamvolymen i respektive behandlingsenhet, där arealen är noggrant uppmätt, uppskattades genom att mäta brösthöjdsdiameter och höjd på samtliga träd. I unga skottuppslag uppskattades stående volym genom att mäta skotten på provytor som utgjorde en del av behandlingsenheten. Stamvolym beräknades genom den funktion som tagits fram av Johnsson (1953):

$$v = 0,03186d^2h + 0,43h + 0,0551d^2 - 0,4148d,$$

där v = stamvolym på bark i dm^3 , d = brösthöjdsdiameter på bark i cm och h = trädhöjd från markytan i m.

För träd med $d < 2,5$ cm användes följande funktion för att bestämma stamvolym:

$$v = (d/2)^2\pi h \times 1,0,$$

där d anges i mm, h i dm och formtalet sattes till 1,0 (Elfving, pers. medd. 1998).

I de fall stamantalet var högt mättes trädhöjden endast på en delmängd av träden. Höjden för de övriga träden beräknades med regression av typen $h = ad^b$, där a och b är konstanter. I de fall där olika behandlingar utförts och åtminstone en tillväxtsång passerat, upprättades funktioner för respektive gallringsalternativ.

För att uppskatta uppslaget av rot- och stubbskott efter gallring lades cirkelprovytor ut på lokaler där gallring genomförts. Antalet cirkelprovytor varierade från 4 till 10 stycken per behandlingsenhet, vilket är 12 till 90 stycken per lokal, beroende på antalet behandlingar och upprepningar. Cirkelprovytorernas storlek varierade från 5 till 20 m². I bestånd där skottuppslaget bedömdes som tätt lades ett stort antal små provytor ut, medan det vid glesare uppslag blev färre, men större, provytor. På varje provyta räknades och höjdmättes uppkomna skott. De delades in i rot- och stubbskott av hybridasp samt skott av andra trädslag. I det fall, Bulstofta, där de flesta skott var högre än 130 cm noterades även brösthöjdsdiameter.

Näringsanalyser av vedprover

I samband med röjnings- och gallringsåtgärder insamlades provmaterial för analys av näringsinnehåll. Stamtrissor av några cm tjocklek togs ut från 10–20 avverkade träd per behandling. Urvalet gjordes så att olika trädstorlekar blev representerade. Från varje träd insamlades trissor från var tredje meter från stubbskär till trädtopp. Trissorernas diameter på bark bestämdes genom korsklavning. Vid några provtagningar bestämdes därefter den råa volymen av respektive trissa genom nedsänkning i vatten. Trissorerna torkades därpå vid 85 °C i ca en vecka och torrvikten bestämdes. Veddensitet inklusive bark kunde därefter beräknas. I de fall densitetsmätningar inte genomfördes, användes den medeldensitet för hybridasp, 335 kg TS m³, som publicerats av Stener (1998).

Från varje stamtrissa sågades ett eller flera tvärsnittsskär i syfte att få ett representativt prov. Sågspånen samlades noggrant upp och maldes. Totalkväve (N) analyserades med en CarloErba (modell NA 1500, Italien). Övriga makronäringsämnen, d.v.s. fosfor (P), kalium (K), kalcium (Ca), magnesium (Mg) och svavel (S), analyserades med ICP med optisk emissionsspektrometri (ARL 3580, Schweiz).

Genom interpolering av näringshalter och densitetsvärden i intilliggande stamtrissor kunde näringsinnehåll per volymsenhet beräknas för stamsegment och hela provträd. För toppbiten användes värden från den översta stamtrissan. Näringsmängderna i provträden användes sedan för att uppskatta näringsinnehållet i det totala röjnings- eller gallringsuttaget. Därvid undersöktes, med regressionsanalys, om näringskoncentrationerna varierade med trädstorlek (= stamvolym) för respektive makronäringsämne i respektive bestånd. Om så var fallet användes erhållen funktion, i annat fall användes medelvärdet för beståndet.

Resultat och diskussion

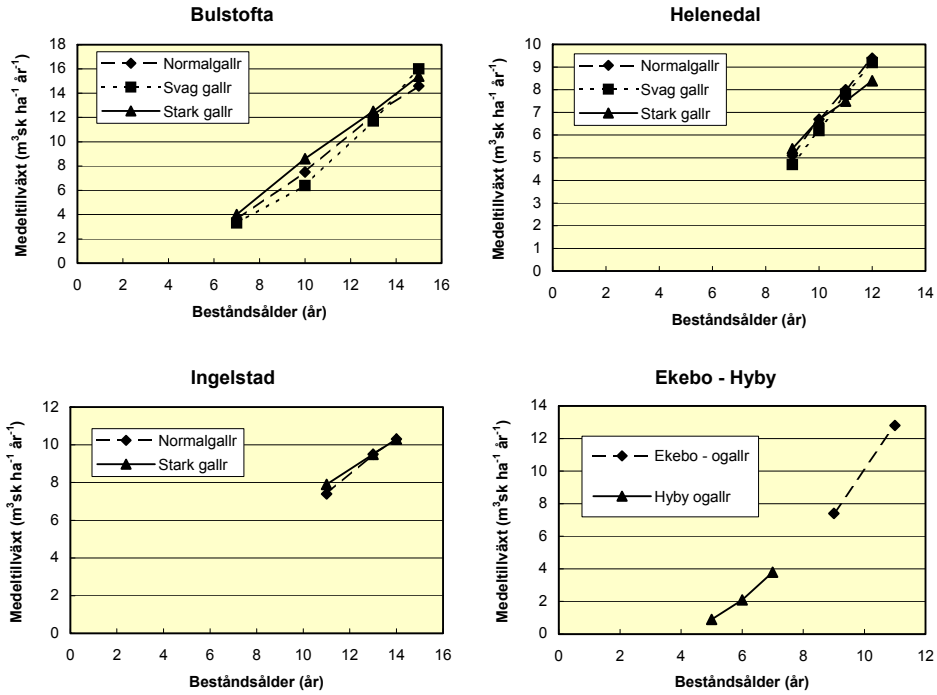
Produktion i första generationens planteringar

Medeltillväxten i de planterade bestånden var i storleksordningen 6–8 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ efter tio år (figur 7). Efter att gallringsingrepp genomförts har det svagt gallrade alternativet, vilket i de flesta fall hittills inte gallrats, uppvisat de högsta värdena. Det normalt gallrade alternativet uppvisar i sin tur högre medeltillväxt än de starkt gallrade ytorna. Resultatet var väntat och visar att gallringsuttag och deras storlek får negativa effekter på den arealrelaterade tillväxten under de närmaste åren efter åtgärd. Det glesa planteringsförbanden på 1 100 – 1 600 plantor ha⁻¹ medför att det tar tid, sett från intensivodlingssynpunkt, att nå en hög arealtillväxt. Medeltillväxten i de svagt eller ogallrade beståndsdelarna visar på en likartad utveckling på de olika lokalerna (figur 8).

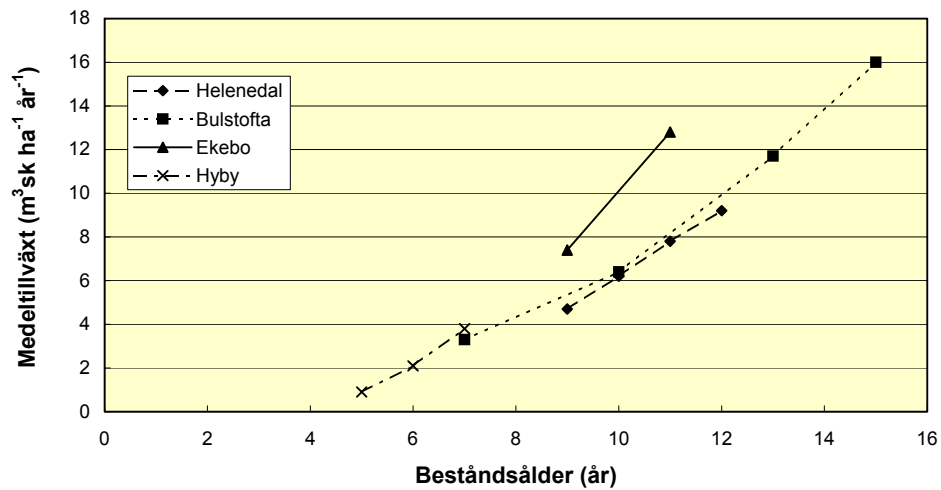
I försöksseriens äldsta bestånd, Bulstofta, är medeltillväxten redan nu uppe i de 16 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ som Jakobsen (1976) och Elfving (1986a) under 1970- respektive 1980-talet bedömde som sannolikt under en omloppstid. Bedömningarna grundades dock på ett odlingsmaterial som var genetiskt sett sämre än vad som varit tillgängligt för den här studien. Jakobsens och Elfving's nivåer är dock i sin tur betydligt bättre än tillväxten i äldre svenska försök (Eriksson, 1984), där medeltillväxten uppskattades till omkring 12 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ under 20–30-årig omloppstid. Johnsson (1976) redovisade emellertid produktionssiffror från försöksodlingar i Småland och Skåne på i genomsnitt över 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ under ca 20 år. Langhammer (1973) uppmätte en medelproduktion på över 21 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i de tio bästa hybriderna redan efter 16 år i ett försök i Norge. I anslutning till projektets bestånd i Bulstofta finns andra yngre bestånd, som i ogallrat skick efter åtta år uppvisat en medelproduktion på 3,0 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ (Telenius, 1999), vilket motsvarar ca 9 m³sk. I täta planterade hybridaspbestånd i Tyskland (Liesebach m.fl., 1999) har medelproduktionen efter den första 10-årsperioden uppgått till hela 7–12 ton TS ha⁻¹ år⁻¹, vilket ungefär motsvarar 20–37 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. De redovisade resultaten ger goda förhoppningar om att det med dagens odlingsmaterial skall gå att nå över 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i medelproduktion vid praktisk drift.

Beståndet i Ekebo har haft en bättre tillväxtutveckling än de andra lokalerna i projektet. De mest sannolika orsakerna är en mycket bördig mark samt ett något högre stamantal. Odlingsmaterialet har möjligen också haft en viss betydelse. Mer detaljerade tillväxtuppgifter finns att hämta i bilaga 1.

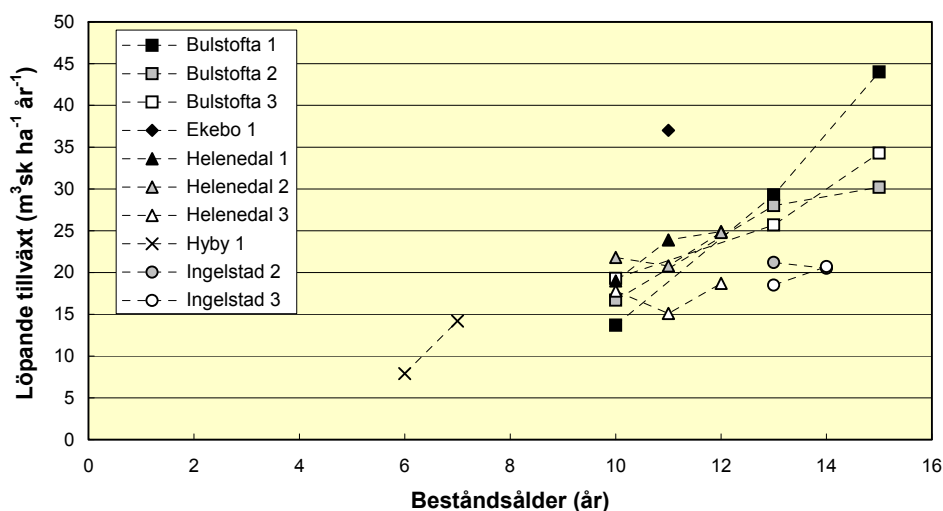
Den löpande tillväxten, som beräknats på 1–3 års intervall, var i planterade bestånd 14–22 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ vid tio års beståndsålder (figur 9). Nivån har sedan fortsatt att stiga, vilket indikerar att medeltillväxten kommer att öka kraftigt de närmaste åren. Den löpande tillväxten var ca 44 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ vid 15 års ålder i den svagt gallrade delen i Bulstofta, där knappt 1 200 stammar ha⁻¹ finns kvar från ursprungligen 2 400. Som nämnts ovan har tillväxten varit gynnsam på lokalen Ekebo och den löpande tillväxten år 9–11 var hela 37 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Nedgångar in löpande tillväxt kan förklaras av nyligen genomförda gallringar.



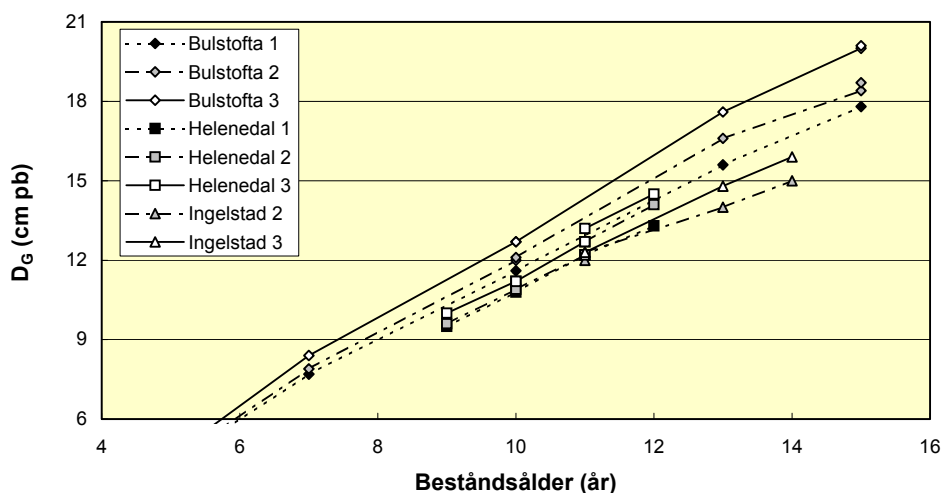
Figur 7. Medeltillväxten under beståndens livstid för de olika behandlingsalternativen på de olika lokalerna med planterade hybridaspbestånd.



Figur 8. Medeltillväxt i de svagt gallrade eller hittills ogallrade behandlingsalternativen i planterade hybridaspbestånd.



Figur 9. Löpande tillväxt för de olika behandlingsalternativen på de olika försökslokalerna med planterad hybridasp. Löpande tillväxt har beräknats på intervall av 1–3 år. Svarta symboler = svagt eller hittills ogallrade beståndsdelar; Gråa symboler = normalt gallrade beståndsdelar; Ofyllda symboler = starkt gallrade beståndsdelar.



Figur 10. Utvecklingen av grundytmedelstammens brösthöjdsdiameter på bark (D_G) vid olika gallringsintensiteter i planterade hybridaspbestånd. Gallringsalternativen är följande: 1 = svag gallring, 2 = normal gallring, 3 = stark gallring.

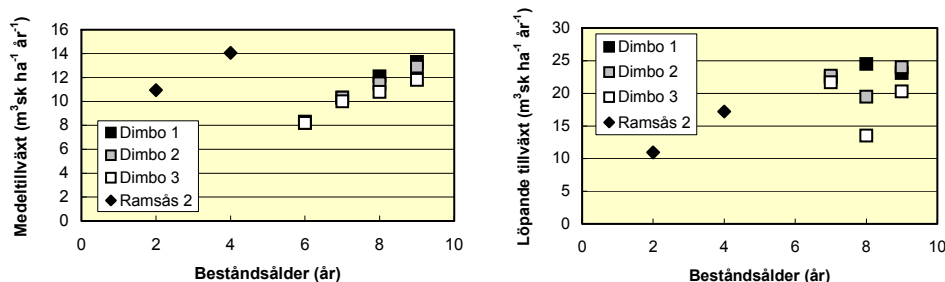
Kvarvarande stammars diameterutveckling framgår av figur 10. Grundytmedelstammens brösthöjdsdiameter utvecklas snabbare ju starkare gallringen varit. Det är dels en effekt av stamvalet vid själva gallringen, som ofta sker i form av svag låggallring, men också en effekt av att de kvarvarande träden får större utrymme och mera ljus, och därmed kan utvecklas snabbare. Som exempel kan nämnas att vid 15 års ålder var grundytmedelstammens diameter i Bulstofta 17,8 cm i den svagt gallrad beståndsdel, 18,7 cm i det normal-

gallrade alternativet, och 20,1 cm efter stark gallring. I Helenedal var motsvarande siffror vid 12 års ålder 13,3, 14,1 respektive 14,5 cm.

Resultat från mätningarna i de fem bestånd som utgörs av planteringar (Bulstofta, Ekebo, Helenedal, Hyby och Ingelstad), visar att produktionsnivån är hög för svenska skogsförhållanden och att man efter ca tio år når en löpande produktion på 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹.

Produktion i andra generationens självföryngring

Som väntat startar tillväxten mycket snabbare i självföryngrade än i planterade bestånd, beroende på de enormt stora antalet skott som kommer upp samt en snabbare höjdtillväxt (bilaga 1 och 2, figur 11). I Ramsås kom i genomsnitt 66 000 skott ha⁻¹. I Dimbo är det initiala skottantalet okänt, eftersom beståndet röjdes vintern 1995/96. Vid projektstarten ett år senare var stamantalet omkring 2 300 st ha⁻¹. Eftersom beståndet då var fem år gammalt, är det även sannolikt att en viss självgallring skett före röjningen. Medelproduktionen i Ramsås var vid 4 års ålder redan omkring 14 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ och den löpande tillväxten år 3–4 drygt 17 m³sk (figur 11). Hansson (1989) uppskattade medelproduktionen efter tre år till drygt 14 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i en rotskottföryngring utanför Stehag i Skåne. På en lokal utanför Alvesta i Småland beräknades medelproduktionen till endast 7,2 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ efter 15 år, men då ingår inte volymerna som togs bort vid två röjningar (Hansson, 1989). Även i Dimbo är medeltillväxten, 12–13 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ vid nio års ålder underskattad, eftersom nämnda röjning är svår att uppskatta och därför inte inkluderats. Den löpande tillväxten var år nio 23–24 m³sk i försöksalternativ 1 och 2 och 20 m³sk i alternativ 3. På lokalen i Ramsås uppskattades totalproduktionen efter fyra år till omkring 56 m³sk ha⁻¹. Som jämförelse med planterade bestånd kan nämnas att totalproduktionen i Hyby beräknades till 27 m³sk ha⁻¹ efter sju år, i Helenedal till 43 m³sk efter nio år och i Ekebo till 67 m³sk efter nio år. Det står klart att mycket vedbiomassa inledningsvis finns att hämta i andra generationens självföryngring. Detaljerade tillväxtuppgifter kan hämtas i bilaga 2.

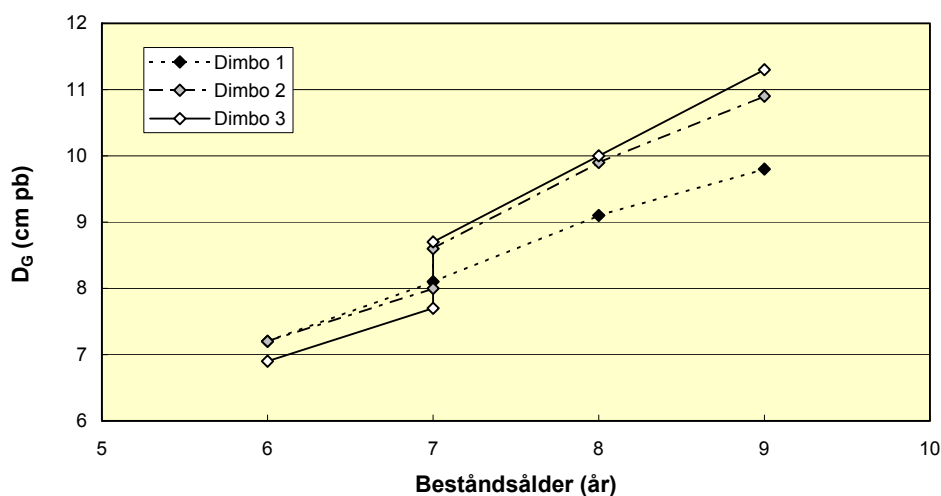


Figur 11.

Medeltillväxt (t.v.) och löpande tillväxt (t.h.) i de självföryngrade bestånden i Dimbo och Ramsås. 1 = svagt gallrade beståndsdelar, 2 = normalt gallrade beståndsdelar, 3 = starkt gallrade beståndsdelar.

Grundytamedelstammens diameterutveckling följer samma mönster i det självföryngrade beståndet i Dimbo som i planteringarna (figur 12). Ju starkare gallring, desto grövre diameter har uppmätts, dels beroende på gallringstypen och

dels beroende på kvarvarande trädens tillväxt. På de svagt gallrade ytorna var diametern 9,8 cm efter nio år, vid normal gallring 10,9 cm och vid stark gallring 11,3 cm, räknat som ett genomsnitt av de tre upprepningarna.



Figur 12.

Grundytamedelstammens diameterutveckling i det självföryngrade beståndet i Dimbo vid olika gallringsintensitet. Vid sju års ålder genomfördes den första gallringen enligt de tre skötselalternativen. Dessa är: 1 = svag gallring, 2 = normal gallring, 3 = stark gallring.

Volymtillväxten i andra generationens skottuppslag kan förväntas bli minst lika hög som i planteringarna. Dessutom kommer man betydligt snabbare upp till höga produktionssiffror, vilket bör ge en högre medelproduktion än i föregående planteringar, eftersom beståndens täthet ofta är mycket hög. På grund av att asp är ett ljuskrävande trädslag (Almgren, 1990; Rytter, 1998) är det stor risk att trädens vitalitet sätts ned om inte bestånden röjs i ett tidigt skede. Det finns således inledningsvis biomassa som inte är tillräckligt grovt för att kunna utnyttjas som konventionellt gagnvirke, men som måste röjas bort och då torde passa väl som skogsbränsle.

Skottuppslag efter avverkning

Det blir ofta ett rikligt uppslag av rot- och stubbskott efter slutavverkning i hybridaspbestånd. Hansson (1989) redovisar ca 150 000 skott ha⁻¹ ett år efter slutavverkning i en studie i Kronobergs län. I Bärings (1988) sammanställning över vanlig asp är skottantalet av samma storleksordning. Inventeringar inom projektet visar att uppslaget på Ramsås-lokalen i genomsnitt var 66 000 skott ha⁻¹ på de tio provytorna två år efter avverkning. Skottuppslaget har även mätts i gallrade bestånd, eftersom vi sett att såväl rot- som stubbskott kommer upp när hybridaspbestånd glesas ut. Emellertid blir antalet skott färre än vid slutavverkning (tabell 3). Mätningarna visar att det vanligtvis kommer upp 10 000 – 20 000 skott ha⁻¹. Det finns en tendens till att de hårt gallrade ytorna, med lägre grundytor och mer ljus på marken, får fler skott, men skillnaderna är inte signifikanta. Från nordamerikanska studier (Stiell & Berry, 1986) görs bedömningen, att man inte bör slutavverka nordamerikansk asp oftare än ungefär vart

tionde år om produktion och vitalitet skall bibehållas. Försöket i Snogeholm avser att göra motsvarande uppskattning för hybridasp.

De allra flesta av de uppkomna skotten, minst 94 % av antalet, var rotskott i de planterade bestånden. I det självföryngrade beståndet i Dimbo var situationen annorlunda. Rotskotten utgjorde där 19–49 % av antalet och resten var stubbskott. Huvudorsaken till skillnaden är sannolikt att det i gallrade självföryngringar finns betydligt fler stubbar per arealenhet än efter gallring i planteringar. För att beräkna antalet uppkomna stubbskott per stubbe krävs en separat studie (jfr Rytter m.fl., 2000), vilken inte utförts inom projektet. Skillnaden mellan plantering och självföryngring kan dock även bero på t.ex. beståndets uppkomstsätt och dess ålder. I Dimbo var även andelen andra trädslag tämligen stort, i genomsnitt nära 25 % av antalet skott, medan den andelen var försumbar på de andra lokalerna.

Tabell 3.

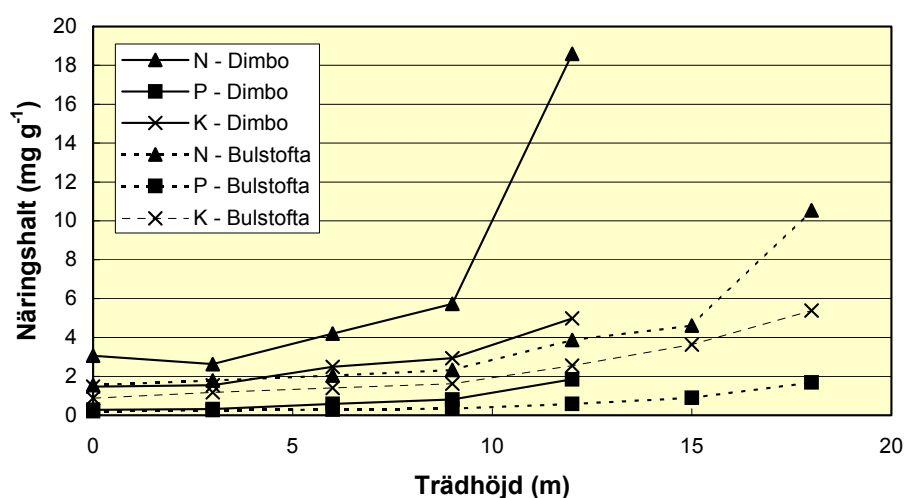
Skottuppslag i gallringsbestånd av hybridasp. Antalet provytor per behandlingsenhet var 4–10 och deras yta 5–20 m². A_H = huvudbeståndets ålder (år), B = behandlingsalternativ där 1 är svag gallring, 2 normal gallring och 3 stark gallring, G_H = huvudbeståndets grundyta (m²/ha), N = skottuppslag som skott per hektar, H_A = aritmetisk medelhöjd inkluderande samtliga skott i m, R% = rotskottens andel av uppkomna hybridasp-skott.

| Lokal | A _H | B | G _H | N | H _A | R% |
|-----------|----------------|---|----------------|--------|----------------|------|
| Dimbo | 8 | 1 | 14,9 | 16 300 | 1,58 | 19,2 |
| | | 2 | 11,4 | 19 600 | 1,91 | 23,1 |
| | | 3 | 7,7 | 12 400 | 1,57 | 23,3 |
| | 9 | 1 | 17,3 | 11 800 | 1,53 | 49,2 |
| | | 2 | 13,8 | 19 200 | 1,91 | 22,3 |
| | | 3 | 9,8 | 9 700 | 1,97 | 30,1 |
| Helenedal | 11 | 1 | 15,1 | 12 700 | 0,32 | 100 |
| | | 2 | 15,2 | 6 300 | 1,21 | 100 |
| | | 3 | 9,5 | 19 400 | 0,52 | 100 |
| | 12 | 1 | 17,8 | 14 000 | 0,53 | 100 |
| | | 2 | 14,0 | 18 700 | 1,25 | 93,8 |
| | | 3 | 10,9 | 20 100 | 0,86 | 98,1 |
| Ingelstad | 13 | 2 | 14,2 | 24 300 | 0,93 | 100 |
| | | 3 | 11,9 | 44 800 | 1,32 | 100 |
| | 14 | 2 | 15,7 | 4 200 | 1,13 | 100 |
| Bulstofta | 15 | 3 | 13,7 | 14 200 | 1,92 | 100 |
| | | 1 | 29,4 | 17 100 | 2,82 | 94,7 |
| | | 2 | 24,2 | 22 000 | 2,98 | 94,1 |
| | | 3 | 21,5 | 22 000 | 2,77 | 97,3 |

Upprepade inventeringar avslöjar också att skottantalet i flera fall minskar på bara något år (tabell 3) och att skotten utvecklas svagt under huvudbeståndet. Det finns en potential för att utnyttja rotskott i gallringsskog som energived, vilket kan ses i beståndet i Bulstofta, men huvudbeståndets utveckling är en mycket kritisk faktor, eftersom asp tillhör de ljuskrävande trädslagen (t.ex. Almgren, 1990; Rytter, 1998). Fortsatta studier är nödvändiga för att koppla huvudbeståndets karaktär, t.ex. stamantal, höjd och grundyta, men även konkurrerande vegetation, till skottuppslagets storlek och vitalitet.

Näringsinnehåll i stammar och näringsuttag vid skörd

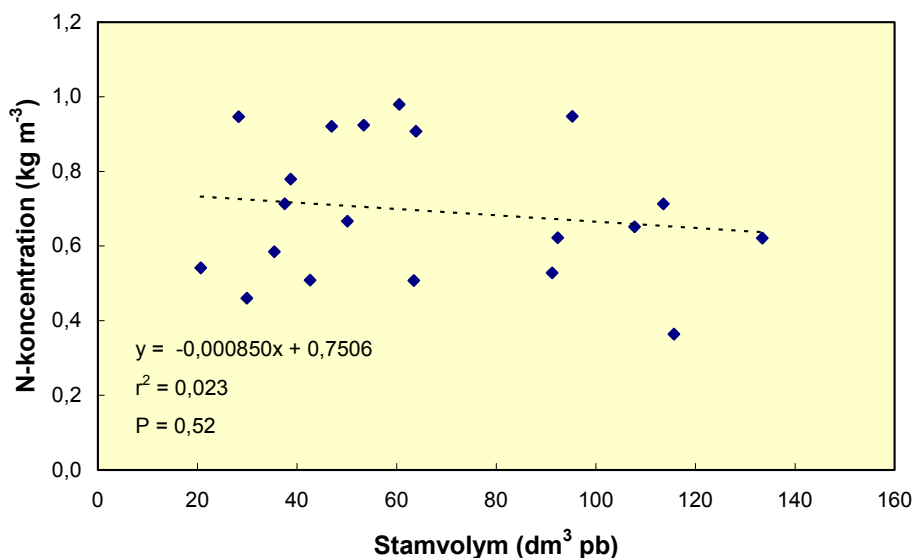
Analyserna av näringsinnehåll i vedprover visade att näringshalterna i stammarna i de flesta fall ökade mot toppen (figur 13). I projektet har ingen separation av bark och ved gjorts, eftersom vi antar att det inte kommer att ske någon barkning inne i bestånd i framtiden. Resultaten visar att toppbiten innehåller mer näring per vedvolym än gagnvirkesdelen. En hög näringskoncentration i grenar och toppar jämfört med stammar har tidigare visats och diskuterats för asp och andra trädslag av bl.a. Hansen & Baker (1979), Van den Driessche (1984) och Ericsson m.fl. (1992). Även om näringshalterna i grenar och toppar är jämförelsevis höga blir det kvantitativa uttaget av näring begränsat, eftersom nämnda fraktioner är små i förhållande till stamvolymen, särskilt vid hög beståndsålder (jfr Hansen m.fl. 1978; Hendrickson m.fl., 1987; Nelson m.fl., 1987; Ruark & Bockheim, 1988).



Figur 13.

Exempel på näringshalt (mg g⁻¹) i stamtrissor, inklusive bark, från olika höjder i avverkade hybridaspstammar. Exempel ges för kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) från bestånden i Dimbo (7 år) och Bulstofta (15 år).

Näringsanalyserna visade också att det i respektive bestånd oftast inte fanns någon signifikant skillnad i näringsinnehåll per volymenhet med varierande storlek hos provträden, uttryckt som stamvolym (figur 14, tabell 4). Det innebär att små undertryckta träd och större dominerande träd i de flesta fall har samma medelkoncentration av olika näringsämnen. För kväve, fosfor och kalium erhöles aldrig någon skillnad i halt mellan olika stora träd, medan det för kalcium, magnesium och svavel framkom koncentrationskillnader vid ungefär hälften av provtagningsstillfällena.



Figur 14.
Exempel från Helenedal 1999 på kvävehaltens oberoende av trädets storlek, uttryckt som stamvolym. I likhet med flertalet regressionsanalyser framkom i specifika bestånd ingen signifikant skillnad i näringshalt beroende på trädstorlek.

Tabell 4.

Uppgifter om provträd från vilka stamtrissor för näringsanalys tagits, samt det beräknade näringsinnehållet per volymenhet för provträden. Då ett enskilt värde för näringsinnehåll anges finns ingen signifikant skillnad (95%-nivån) i näringskoncentration som beror på varierande stamvolym. Om skillnad föreligger anges intervallet från minsta till största träd i provtagningen. A = beståndsålder, N = antal provträd, D = medeldiameter hos provträd, H = medelhöjd hos provträd.

| Lokal | A (år) | N | D (cm) | H (m) | Näringsinnehåll (kg m ⁻³) | | | | | |
|------------|-----------|----|-----------|----------|---------------------------------------|------|------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | N | P | K | Ca | Mg | S |
| Ramsås | 2 | 15 | 1,4 | 3,1 | 2,40 | 0,33 | 1,02 | - | - | - |
| Ramsås | 4 | 15 | 3,0 | 5,8 | 1,53 | 0,21 | 0,90 | 1,37 | 0,22 | 0,13 |
| Dimbo | 7 | 12 | 6,7 | 10,8 | 1,10 | 0,13 | 0,59 | 0,99-0,90 | 0,11-0,10 | 0,08-0,07 |
| Helenedal* | 10 | 10 | 11,0 | 11,1 | 1,15 | 0,15 | 0,69 | 1,26 | 0,09 | 0,10 |
| Ekebo | 11 | 15 | 12,5 | 12,5 | 0,83 | 0,11 | 0,52 | 0,89 | 0,10 | 0,08 |
| Helenedal | 11 | 20 | 11,8 | 11,5 | 0,69 | 0,12 | 0,50 | 0,95-0,63 | 0,10-0,07 | 0,08-0,05 |
| Bulstofa | 15 | 15 | 17,7 | 18,0 | 0,71 | 0,10 | 0,47 | 1,11-0,77 | 0,10 | 0,07-0,05 |

* stamtrissor insamlades endast för nivåerna 0 m (stubbskär) och 6 m.

Resultaten (tabell 4) visar dock att näringshalterna i ved och bark sjunker med stigande beståndsålder, vilket också rapporterats från andra studier (t.ex. Madgwick m.fl., 1977; Hansen & Baker, 1979; Ericsson m.fl., 1992; Saarsalmi, 1995). Även toppdelens sjunkande andel av stamvolymen med åldern bidrar till lägre näringshalter (jfr figur 13). Trots att de i projektet ingående bestånden representerar olika ståndortsindex, även om samtliga marker kan betraktas som bördiga, syns en tydligt sjunkande trend med beståndsålder för de olika näringsämnen utom möjligen kalcium och magnesium (tabell 4). Det innebär att uttag av vedbiomassa kan ses som en större näringsbelastning för lokalen i det unga beståndet, eftersom mer näring per uttagen volym försvinner ut ur systemet, än vid avverkning i senare skeden. Värdena för Helenedal vid elva års ålder är behäftade med en viss osäkerhet, eftersom trissor på grund av ett miss-

förstånd endast togs från stubbskär och 6 m nivån. Detta kan också förklara varför koncentrationerna är förhållandevis höga för sin ålder.

Teoretiskt uttag av stambiomassa och näringsmängder vid de olika gallringsingreppen framgår av tabell 5. I de tidiga röjningarna i det självföryngrade beståndet vid Ramsås blev uttaget av kväve 31 respektive 58 kg ha⁻¹ och uttaget av fosfor 3,4 respektive 7,5 kg ha⁻¹ i stamved vid första och andra röjningen. Till dessa näringsmängder tillkommer näring i gren- och kvistbiomassan. Enligt uppgifter från hybridpoppel (Hansen m.fl., 1978) utgör grenar och kvistar ungefär 25 % av vedbiomassan i täta bestånd vid fyra års ålder. Om vi dessutom antar samma näringshalt i grenar som i den översta delen av skottet, blir det totala kväveuttaget 48 och 123 kg ha⁻¹ i första och andra röjningen. Motsvarande siffror för fosfor blir 5,8 och 16 kg ha⁻¹. Som synes fördubblas i grova drag näringsuttaget då grenar tas med, om givna förutsättningar gäller. De uppskattade näringsuttagen blir dock endast aktuella om energived tas ut, eftersom inget gagnvirke finns att hämta vid dessa tidiga ingrepp.

Tabell 5.

Beräknat uttag av stambiomassa och näring i stammar i samband med röjning och gallring av hybridaspbestånd. Behandling 2 = konventionell gallring; 3 = stark gallring. Uttagen i Helenedal vid 11 års ålder i behandling 3 och i Bulstofta vid 15 års ålder i behandling 3 skall ses som justeringar av behandlingsenheten och motsvarar inte normala virkesuttag vid gallring.

| Lokal | Ålder år | Beh. | Uttag | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------|--------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | | Stammar st ha ⁻¹ | Volym m ³ sk ha ⁻¹ | N kg ha ⁻¹ | P kg ha ⁻¹ | K kg ha ⁻¹ | Ca kg ha ⁻¹ | Mg kg ha ⁻¹ | S kg ha ⁻¹ |
| Ramsås | 2 | 2 o 3 | 50 500 | 11 | 31 | 3,4 | 8,3 | – | – | – |
| Ramsås | 4 | 2 o 3 | 13 700 | 40 | 58 | 7,5 | 34 | 52 | 7,9 | 5,0 |
| Dimbo | 7 | 2 | 827 | 18 | 19 | 2,2 | 11 | 19 | 2,3 | 1,5 |
| Dimbo | 7 | 3 | 1 393 | 32 | 34 | 4,0 | 20 | 33 | 4,1 | 2,7 |
| Helenedal | 10 | 3 | 479 | 26 | 32 | 4,1 | 19 | 36 | 2,5 | 2,7 |
| Helenedal | 11 | 2 | 382 | 22 | 16 | 2,7 | 11 | 18 | 1,8 | 1,5 |
| Helenedal | 11 | 3 | 74 | 2,2 | 1,8 | 0,3 | 1,2 | 2,2 | 0,2 | 0,2 |
| Ekebo | 11 | 2 | 762 | 60 | 49 | 6,6 | 30 | 53 | 6,0 | 4,5 |
| Bulstofta | 15 | 2 | 226 | 45 | 31 | 4,6 | 21 | 40 | 4,1 | 2,8 |
| Bulstofta | 15 | 3 | 48 | 11 | 7,3 | 1,1 | 4,9 | 9,4 | 1,0 | 0,6 |

I det konventionella gallringsingreppet (3 st hittills, förutom Ekebo) blev uttagen stamvolym 18–45 m³sk, kväveuttaget 16–31 kg och fosforuttaget 2,2–4,6 kg ha⁻¹ (tabell 5). I det starka gallringsalternativet har de två uttagen hittills givit 26–32 m³sk, 32–34 kg N ha och ca 4 kg P ha⁻¹. Uttagen i alternativ 3 har skett tidigare än i alternativ 2 eller har ännu inte utförts, vilket förklarar de likartade värdena. Man kan räkna med liknande volym- och näringsuttag ungefär vart tredje år fram till slutavverkning, då uttagen blir mycket större. Uttagen för skötselalternativ 3 i Helenedal år 11 och i Bulstofta är endast små justeringar av försöket och inte normala virkesuttag vid gallring. Det är ännu för tidigt att försöka uppskatta det totala virkes- och näringsuttaget under en omloppstid. Vi saknar uppgifter från äldre bestånd, inklusive slutavverkning, och vi behöver bättre uppgifter på grenbiomassans storlek och näringsinnehåll vid olika skötselalternativ. De fortsatta studierna kommer bl.a. att inriktas på att ta fram dessa uppgifter.

Från uppgifter om intensiv skogsodling i Nordamerika drog Shoulders & Wittwer (1979) slutsatsen, att åtminstone dubbelt så mycket kväve måste återföras till lokalen som tas bort i samband med skörd, om man avser att upprätthålla lokalens produktionsförmåga. För fosfor bedömde man att det behövdes ungefär tre gånger så mycket som skördeuttaget och för kalium uppskattades siffran till 1,75. Inga uppskattningar gjordes för kalcium och magnesium. Författarna uppskattade mängderna av näring som behöver tillföras i lövträdsbestånd, där *Populus deltoides* ingick, till 480 kg N, 105 kg P och 300 kg K ha⁻¹ under en tioårsperiod, då en totalskörd tas ut vart tionde år. Om dessa siffror är relevanta för odling av hybridasp i Sverige återstår att se.

Det finns flera sätt att minska uttag av näring vid uttag av vedbiomassa, vilket bl.a. Hansen & Baker (1979) diskuterat. Ett sätt kan vara att undvika att skörda mycket unga bestånd. Självföryngring av hybridasp med rot- och stubbskott kräver emellertid röjning för att bibehålla en god vitalitet och en gynnsam dimensionsutveckling. Mekaniserad röjning i lövbestånd med stora volymer har också visat sig kunna ge god ekonomi (Eriksson & Rytter, 1999, 2000). Ett annat sätt att minska näringsuttagen är att lämna näringsrika fraktioner på platsen. Därför har vi inom projektet konsekvent utfört skötselåtgärder vintertid efter att bladen fallit till marken. Man får visserligen en ganska stor del av bladens näring retranslokerade till de vedartade delarna (McCull, 1980; Alban, 1985; del Arco m.fl., 1991; Negi & Singh, 1993), men mycket följer ändå med bladen till marken. Ett tredje sätt att minska näringsuttaget är att välja arter och kloner med ett effektivt näringsutnyttjande. För hybridasp har stora genetiska skillnader visats för olika egenskaper, bl.a. tillväxt, bladfällning (Karlsson & Danell, 1992) och veddensitet (Stener, 1998). Det är därför sannolikt att olika kloner vid motsvarande grovlek även kan innehålla olika halter av näringsämnen i ved och bark. Det kan t.ex. bero på olika effektivt näringsutnyttjande, olika grad av retranslokering av näring före bladfällningen eller olika grad av lyxupptag vid god tillgång på näring. I framtiden behövs undersökningar för att utreda eventuella klonskillnader i näringshushållning.

Slutsatser

Genom att utnyttja det genetiska odlingsmaterial som i dag står till skogsbrukets förfogande kommer hybridaspens produktion med stor sannolikhet att överträffa de beräkningar som Elfving (1986a) gjort utifrån sämre genetiskt material. Troligen kan produktion då höjas på bördiga marker från de 16 m³sk ha⁻¹ och år som Elfving nämner till över 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ under en 20–25-årig omloppstid. Resultaten hittills antyder att detta är fullt möjligt (figur 7, 8 och 11). Medeltillväxten är redan vid 15 års ålder 16 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i planteringen i Bulstofta. I rotskottföryngringen i Dimbo är medelproduktionen vid nio års ålder 12–13 m³sk ha⁻¹ år⁻¹, och då är den nedkapade volymen vid första röjningen inte medräknad. I självföryngringen i Ramsås är medelproduktionen av stamved redan vid fyra års ålder 14 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Vid skogsbränsleuttag tillkommer även en hel del grenvirke. En stor del av angiven produktion bör kunna tillvaratas som energived, särskilt de större volymerna vid andra röjningen. Försök har gjorts med mekaniserad röjning med ackumulerande fälldon i lövbestånd. Där stora volymer fanns att hämta har det ekonomiska utfallet

varit positivt jämfört med vanlig motormanuell röjning (Eriksson & Rytter, 1999, 2000; Peter Sondelius, Sydved, pers. medd., 2000). Genom intensiv skötsel (gödsling och bevattning) kan naturligtvis produktionsnivån höjas ytterligare (jfr Einspahr & Wyckoff, 1978). Tillväxtpotentialen är således mycket stor för hybridasp. Hur den höga produktionen kan och bör fördelas på trädantal och kvaliteter är sedan upp till olika skötselmodeller att visa och en framtida uppgift inom projektet.

Skottskjutningen av främst rotskott, sker som förväntat när gallring och slutavverkning utförs i hybridaspbestånd. Det tycks emellertid som om uppkomst och tillväxt hos skott i gallrade bestånd är mindre livskraftiga än skott efter slutavverkning (tabell 3). En noggrann analys behöver utföras, bl.a. av förhållandet mellan skottuppslag och huvudbeståndets densitet samt konkurrerande vegetation.

De mätningar som avser att undersöka hybridens produktionsförmåga vid upprepad avverkning har ännu inte påbörjats. Beståndet i Snogeholm, där dessa undersökningar kommer att genomföras, har emellertid anlagts under projektiden och beståndsåldern är två år efter 1999 års säsong.

Analyserna av näringsinnehåll i röjnings- och gallringsvirke visar att näringskoncentrationen i stammarna har en liten variation inom beståndet, oavsett stammens grovlek. Däremot framgår tydligt att näringshalterna sjunker med ökad beståndsålder (tabell 4). Som exempel från studierna inom projektet sjunker stammens medelkoncentration av kväve från $2,4 \text{ kg m}^{-3}$ vid två års ålder till $0,7 \text{ kg m}^{-3}$ vid 15 års ålder. De kvävemängder som tas ut med stamved i röjning har i Ramsås uppskattats till drygt 30 kg ha^{-1} i första röjning och knappt 60 kg ha^{-1} i andra röjning (tabell 5). Även förluster av övriga makronäringsämnen har uppskattats. I tidiga gallringar har uttaget av kväve i stamveden beräknats till $20\text{--}50 \text{ kg ha}^{-1}$ per gallringstillfälle (tabell 5). Från tidigare undersökningar vet vi, att grenbiomassan har högre näringskoncentration än stammen, men att volymerna är mindre och dessutom, relativt sett, minskar med åldern. Inom projektet har vi ännu inga siffror på grenbiomassans storlek och näringsinnehåll vid olika ålder och gallringsstyrka. Dessa uppgifter, liksom näringsinnehåll vid hög beståndsålder, behöver tas fram inom projektet. Eftersom det finns stora klonskillnader hos hybridasp i viktiga egenskaper, är det även viktigt att undersöka om näringsuttag per uttagen virkesvolym kan reduceras genom klonval.

Projektets huvudmål är att finna skötselalternativ för att kombinera produktion av biomassa med gagnvirke av god kvalitet. Uppgifter om sortimentsutfall kan endast erhållas efter långsiktiga studier, men resultaten hittills visar entydigt att diameterutvecklingen hos hybridasp är snabbare ju starkare gallring som utförts (figur 10 och 12), vilket på sikt ger en större timmerandel om kvaliteten inte försämras. Det finns också en svag tendens till ett högre skottuppslag, som skulle kunna användas till energived tillsammans med grenar och toppar, i de hårdare gallrade bestånden (tabell 3). Slutligen kan vi se att stora mängder klen virke inledningsvis produceras när den självföryngrade andra generationen kommer upp. Detta virke torde vara mycket lämpligt att utnyttja som skogsbränsle.

Erkännande

Författarna vill rikta ett varmt tack till markägarna som visat ett stort intresse för forskningsverksamheten och som varit aktivt behjälpliga vid röjning, gallring och provtagning. Vi vill också tacka våra tekniker Gudmund Ahlberg och Johan Hägerdal för väl genomförda insatser. Studierna har under perioden 1997–2000 finansierats av NUTEK och Energimyndigheten.

Referenser

- Alban, D. H. 1985. Seasonal changes in nutrient concentration and content of aspen suckers in Minnesota. *Forest Science* 31: 785–794.
- Almgren, G. 1990. Lövskog, björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 pp.
- del Arco, J. M., Escudero, A. & Garrido, M. V. 1991. Effects of site characteristics on nitrogen retranslocation from senescing leaves. *Ecology* 72: 701–708.
- Bärring, U. 1988. On the reproduction of aspen (*Populus tremula* L.) with emphasis on its suckering ability. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 229–240.
- Einspahr, D.W. & Wyckoff, G. 1978. Growth response of hybrid aspen to intensive forest management. *Tappi* 61: 49–52.
- Elfving, B. 1986a. Odlingvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 30–41.
- Elfving, B. 1986b. Ett försök med åkerplantering av hybridasp och gran nära Sundsvall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 42–45.
- Ericsson, T., Rytter, L. & Linder, S. 1992. Nutritional dynamics and requirements of short rotation forests. In: *Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops* (eds. Mitchell, C.P.; Ford-Robertson, J.B.; Hinckley, T. & Sennerby-Forsse, L.), pp. 35–65, Elsevier Applied Science, London.
- Eriksson, H. 1984. Yield of aspen and poplars in Sweden. Department of Ecology and Environmental Research, Swedish University of Agricultural Sciences, Report 15: 393–419.
- Eriksson, P. & Rytter, L. 1999. Skogsbränsleuttag med drivare i sistaröjning av bok och eftersatta lövbestånd – Drivning, skötsel och ekonomi. SkogForsk, Arbetsrapport Nr 447, Uppsala, 41 pp.
- Eriksson, P. & Rytter, L. 2000. Bränsleuttag med drivare – ett alternativ till sen röjning i lövbestånd. SkogForsk, Resultat 4/2000, Uppsala, 4 pp.
- Hansen, E., Moore, L., Netzer, D., Ostry, M., Phipps, H. & Zavitkovski, J. 1978. Establishing intensively cultured hybrid poplar plantations for fuel and fiber. USDA, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, General Technical Report NC–78, 24 pp.

- Hansen, E.A. & Baker, J.B. 1979. Biomass and nutrient removal in short rotation intensively cultured plantations. In: *Impact of Intensive Harvesting on Forest Nutrient Cycling*, State University of New York, Syracuse, pp. 130–151.
- Hansson, P. 1989. Rotskottföryngring av hybridasp. SLU, Inst f skogsskötsel, Examensarbete i ämnet skogsskötsel 1989–1, Umeå, 41 pp.
- Hendrickson, O.Q., Burgess, D. M. & Chatarpaul, L. 1987. Biomass and nutrients in Great Lakes – St. Lawrence forest species: implications for whole-tree and conventional harvest. *Canadian Journal of Forest Research* 17: 210–218.
- Ilstedt, B. & Gullberg, U. 1993. Genetic variation in a 26-year old hybrid aspen trial in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 185–192.
- Jakobsen, B, 1976. Hybridasp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 34: 317–338.
- Johnsson, H. 1953. Hybridaspens ungdomsutveckling och ett försök till framtidsprognos. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 51: 73–96.
- Johnsson, H. 1976. Das Produktionspotential der Hybridaspe (*Populus tremula* × *tremuloides*) in Südschweden. *Die Holzzucht* 11/76: 19–22.
- Karlsson, B. 1986. Förädling av hybridasp. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 46–51.
- Karlsson, B. & Danell, Ö. 1992. Genotypisk variation och möjliga urvalsvinster i två klonförsök med hybridasp (*Populus tremula* × *P. tremuloides*). Institutet för skogsförbättring, Rapport 26, Uppsala, 15 pp.
- Laipio, M. 1997. Galerie fine starts a renaissance in aspen use. *Finnish Business Report* 6–97: 26–27.
- Langhammer, A. 1973. Et forsøk med hybridosp i Norge. *Meldinger fra Norges landbruks-høgskole* 52.9, Ås, 35 pp.
- Lieseback, M., von Wuehlisch, G. & Muhs, H.-J. 1999. Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forest Ecology and Management* 121: 25–39.
- Madgwick, H.A.I., Jackson, D.S. & Knight, P.J. 1977. Above-ground dry matter, energy, and nutrient contents of trees in an age series of *Pinus radiata* plantations. *New Zealand Journal of Forestry Science* 7: 445–468.
- McColl, J.G. 1980. Seasonal nutrient variation in trembling aspen. *Plant and Soil* 54: 323–328.
- Negi, G. C. S. & Singh, S. P. 1993. Leaf nitrogen dynamics with particular reference to retranslocation in evergreen and deciduous tree species of Kumaun Himalaya. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 349–357.
- Nelson, L.E., Switzer, G. L. & Lockaby, B.G. 1987. Nutrition of *Populus deltoides* plantations during maximum production. *Forest Ecology and Management* 20: 25–41.
- Persson, T. 1996. Lövskog i Sydsverige. Södra Skog, Region Syd, Kristianstad, 16 pp.

- Ruark, G.A. & Bockheim, J.G. 1988. Biomass, net primary production, and nutrient distribution for an age sequence of *Populus tremuloides* ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 435–443.
- Rytter, L. 1998. Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel. SkogForsk, Redogörelse nr 8/1998, Uppsala, 62 pp.
- Rytter, L. 2000. Effect of protection tubes on browsing damage in a plantation of hybrid aspen. Repor to Nortène Technologies, Lille, France, stencil, 4 pp.
- Rytter, L., Sennerby-Forsse, L. & Alriksson, A. 2000. Natural regeneration of grey alder (*Alnus incana* [L.] Moench.) stands after harvest. *Journal of Sustainable Forestry* 10: 287–294.
- Saarsalmi, A. 1995. Nutrition of deciduous tree species grown in short rotation stands. Dissertation, University of Joensuu, Faculty of Forestry, 60 pp.
- Shoulders, E. & Wittwer, R.F. 1979. Fertilizing for high fiber yields in intensively managed plantations. In: *Impact of Intensive Harvesting on Forest Nutrient Cycling*, State University of New York, Syracuse, pp. 343–359.
- Stener, L.-G. 1998. Analys av fiberegenskaper för kloner av hybridasp. SkogForsk, Arbetsrapport nr 387, Uppsala, 11 pp.
- Stiell, W.M. & Berry, A. B. 1986. Productivity of short-rotation aspen stands. *Forestry Chronicle* 2/86: 10–15.
- Strid, I. 1991. Lövskog på åkermark i Skåne. Skogsmästarskolan, Examensarbete nr 1991:33, Skinnskatteberg, 30 pp.
- Telenius, B.F. 1999. Stand growth of deciduous pioneer tree species on fertile agricultural land in southern Sweden. *Biomass and Bioenergy* 16: 13–23.
- Van den Driessche, R. 1984. Nutrient storage, retranslocation and relationship of stress to nutrition. In: *Nutrition of Plantation Forests* (eds. Bowen, G.D.; Nambiar, E.K.S.), Academic Press, London, pp. 181–209.

Beståndsdata för de olika behandlingsalternativen i de planterade hybridaspbestånden

Behandlingar: 1 = svag gallring, 2 = konventionell gallring, 3 = stark gallring;
 Gallring: f = beståndet före gallring, e = beståndet efter gallring; H_A = aritmetisk medelhöjd i m; D_G = grundytamedelstammens diameter i cm; G = grundyta $m^2 ha^{-1}$; V = stamvolym på bark i $m^3 sk ha^{-1}$; T_M = medeltillväxt under beståndets livstid i $m^3 sk ha^{-1} år^{-1}$; T_L = löpande tillväxt under det eller de senaste 1–3 åren i $m^3 sk ha^{-1} år^{-1}$; N = stamtal per hektar; U_G = volymuttag i gallring i $m^3 sk ha^{-1}$.

| Lokal | År | Ålder | Behandl | Gallr | H_A | D_G | G | V | T_M | T_L | N | U_G | |
|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|--|
| Bulstofta | 1988 | 4 | 1 | - | 3,7 | 2,6 | 1,3 | | | | 2417 | | |
| | 1991 | 7 | 1 | e | 8,0 | 7,7 | 5,5 | 23 | 3,3 | | 1183 | | |
| | 1994 | 10 | 1 | - | 10,7 | 11,6 | 12,5 | 64 | 6,4 | 13,7 | 1183 | | |
| | 1997 | 13 | 1 | - | 14,6 | 15,6 | 22,6 | 152 | 11,7 | 29,3 | 1183 | | |
| | 1999 | 15 | 1 | - | 18,0 | 17,8 | 29,4 | 240 | 16,0 | 44,0 | 1183 | | |
| Bulstofta | 1988 | 4 | 2 | - | 3,8 | 2,6 | 1,2 | | | | 2357 | | |
| | 1991 | 7 | 2 | e | 8,6 | 7,9 | 5,6 | 25 | 3,6 | | 1146 | | |
| | 1994 | 10 | 2 | f | 12,1 | 12,0 | 13,0 | 75 | 7,5 | 16,7 | 1146 | 15 | |
| | 1994 | 10 | 2 | e | 12,2 | 12,1 | 10,4 | 60 | - | - | 909 | | |
| | 1997 | 13 | 2 | - | 16,2 | 16,6 | 19,6 | 144 | 12,2 | 28,0 | 909 | | |
| | 1999 | 15 | 2 | f | 18,9 | 18,4 | 24,2 | 204 | 14,6 | 30,2 | 909 | 45 | |
| Bulstofta | 1999 | 15 | 2 | e | 19,1 | 18,7 | 18,8 | 159 | - | - | 683 | | |
| | 1988 | 4 | 3 | - | 3,8 | 2,7 | 1,3 | | | | 2243 | | |
| | 1991 | 7 | 3 | e | 8,9 | 8,4 | 6,2 | 28 | 4,0 | | 1130 | | |
| | 1994 | 10 | 3 | f | 12,7 | 12,7 | 14,2 | 86 | 8,6 | 19,3 | 1130 | 33 | |
| | 1994 | 10 | 3 | e | 12,7 | 12,7 | 8,7 | 53 | - | - | 688 | | |
| | 1997 | 13 | 3 | - | 17,0 | 17,6 | 16,7 | 130 | 12,5 | 25,7 | 688 | | |
| Bulstofta | 1999 | 15 | 3 | f | 20,6 | 20,0 | 21,5 | 198 | 15,4 | 34,3 | 688 | 11 | |
| | 1999 | 15 | 3 | e | 20,7 | 20,1 | 20,3 | 187 | - | - | 640 | | |
| | Ekebo | 1997 | 9 | 2 | - | 10,1 | 10,7 | 13,2 | 67 | 7,4 | | 1469 | |
| | 1999 | 11 | 2 | f | 13,8 | 13,7 | 21,6 | 141 | 12,8 | 37,0 | 1464 | 60 | |
| | 1999 | 11 | 2 | e | 14,1 | 14,3 | 12,3 | 81 | - | - | 702 | | |
| | Helenedal | 1996 | 9 | 1 | - | 9,5 | 9,5 | 9,1 | 43 | 4,7 | | 1272 | |
| 1997 | | 10 | 1 | - | 10,9 | 10,8 | 11,7 | 62 | 6,2 | 19,0 | 1268 | | |
| 1998 | | 11 | 1 | - | 11,8 | 12,2 | 15,1 | 85 | 7,8 | 23,9 | 1297 | | |
| 1999 | | 12 | 1 | - | 13,1 | 13,3 | 17,8 | 110 | 9,2 | 24,9 | 1285 | | |
| Helenedal | 1996 | 9 | 2 | - | 9,7 | 9,6 | 9,4 | 46 | 5,1 | | 1268 | | |
| | 1997 | 10 | 2 | - | 11,5 | 10,9 | 12,0 | 67 | 6,7 | 21,8 | 1268 | | |
| | 1998 | 11 | 2 | f | 12,1 | 12,2 | 15,2 | 88 | 8,0 | 20,8 | 1282 | 22 | |
| | 1998 | 11 | 2 | e | 12,5 | 12,7 | 11,2 | 66 | - | - | 900 | | |
| | 1999 | 12 | 2 | - | 14,0 | 14,1 | 14,0 | 91 | 9,4 | 24,8 | 900 | | |
| | Helenedal | 1996 | 9 | 3 | - | 10,2 | 10,0 | 9,8 | 49 | 5,4 | | 1224 | |
| 1997 | | 10 | 3 | f | 11,4 | 11,2 | 12,1 | 67 | 6,7 | 17,8 | 1224 | 26 | |
| 1997 | | 10 | 3 | e | 11,4 | 11,2 | 7,3 | 41 | - | - | 745 | | |
| 1998 | | 11 | 3 | f | 12,2 | 12,7 | 9,5 | 56 | 7,5 | 15,1 | 745 | 2 | |
| 1998 | | 11 | 3 | e | 12,6 | 13,2 | 9,0 | 54 | - | - | 671 | | |
| 1999 | | 12 | 3 | - | 14,3 | 14,5 | 10,9 | 73 | 8,4 | 18,7 | 671 | | |
| Hyby | 1997 | 5 | 1 | - | 5,0 | 3,9 | 1,3 | 4,5 | 0,9 | | 1126 | | |
| | 1998 | 6 | 1 | - | 6,7 | 6,2 | 3,4 | 12,4 | 2,1 | 7,9 | 1122 | | |
| | 1999 | 7 | 1 | - | 8,9 | 8,1 | 5,8 | 26,6 | 3,8 | 14,2 | 1135 | | |
| Ingelstad | 1996 | 11 | 2 | f | 13,6 | 12,0 | 12,4 | 81 | 7,4 | | 1083 | 19 | |
| | 1996 | 11 | 2 | e | 13,8 | 12,3 | 9,5 | 62 | - | - | 892 | | |
| | 1998 | 13 | 2 | - | 15,7 | 14,0 | 14,2 | 105 | 9,5 | 21,2 | 892 | | |
| | 1999 | 14 | 2 | - | 17,0 | 15,0 | 15,7 | 125 | 10,3 | 20,5 | 884 | | |
| Ingelstad | 1996 | 11 | 3 | f | 13,8 | 12,2 | 13,3 | 87 | 7,9 | | 1139 | 38 | |
| | 1996 | 11 | 3 | e | 13,9 | 12,3 | 7,4 | 49 | - | - | 698 | | |
| | 1998 | 13 | 3 | - | 15,4 | 14,8 | 11,9 | 86 | 9,5 | 18,5 | 698 | | |
| | 1999 | 14 | 3 | - | 16,7 | 15,9 | 13,7 | 106 | 10,3 | 20,7 | 698 | | |

Bilaga 2

Beståndsdata för de olika behandlingsalternativen i de självföryngrade hybridaspbestånden

Behandlingar: 1 = svag gallring, 2 = konventionell gallring, 3 = stark gallring;
 Gallring: f = beståndet före gallring, e = beståndet efter gallring; H_A = aritmetisk medelhöjd i m; D_G = grundytamedelstammens diameter i cm; G = grundyta $m^2 ha^{-1}$; V = stamvolym på bark i $m^3 sk ha^{-1}$; T_M = medeltillväxt under beståndets livstid i $m^3 sk ha^{-1} år^{-1}$; T_L = löpande tillväxt under det eller de senaste 1–3 åren i $m^3 sk ha^{-1} år^{-1}$; N = stamantal per hektar; U_G = volymuttag i gallring i $m^3 sk ha^{-1}$.

| Lokal | År | Ålder | Behandl | Gallr | H_A | D_G | G | V | T_M | T_L | N | U_G |
|--------|------|-------|---------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Dimbo | 1996 | 6 | 1 | - | 10,1 | 7,2 | 9,4 | 50 | 8,3 | | 2281 | |
| | 1997 | 7 | 1 | - | 12,1 | 8,1 | 11,7 | 72 | 10,3 | 22,4 | 2281 | |
| | 1998 | 8 | 1 | - | 12,9 | 9,1 | 14,9 | 97 | 12,1 | 24,5 | 2281 | |
| | 1999 | 9 | 1 | - | 14,0 | 9,8 | 17,3 | 120 | 13,3 | 23,1 | 2281 | |
| Dimbo | 1996 | 6 | 2 | - | 10,0 | 7,2 | 9,4 | 49 | 8,2 | | 2314 | |
| | 1997 | 7 | 2 | f | 12,0 | 8,0 | 11,7 | 72 | 10,3 | 22,7 | 2314 | 18 |
| | 1997 | 7 | 2 | e | 12,6 | 8,6 | 8,8 | 54 | - | - | 1492 | |
| | 1998 | 8 | 2 | - | 13,3 | 9,9 | 11,4 | 74 | 11,5 | 19,5 | 1492 | |
| Dimbo | 1999 | 9 | 2 | - | 14,9 | 10,9 | 13,8 | 98 | 12,9 | 24,0 | 1487 | |
| | 1996 | 6 | 3 | - | 9,8 | 6,9 | 9,2 | 49 | 8,2 | | 2440 | |
| | 1997 | 7 | 3 | f | 11,7 | 7,7 | 11,5 | 70 | 10,0 | 21,7 | 2440 | 33 |
| | 1997 | 7 | 3 | e | 12,6 | 8,7 | 5,9 | 37 | - | - | 994 | |
| Ramsås | 1998 | 8 | 3 | - | 13,4 | 10,0 | 7,7 | 50 | 10,8 | 13,5 | 989 | |
| | 1999 | 9 | 3 | - | 15,1 | 11,3 | 9,8 | 70 | 11,8 | 20,3 | 989 | |
| | 1997 | 2 | 2 | f | 2,6 | 1,2 | 8,6 | 26,4 | 13,2 | 13,2 | 76351 | 11 |
| | 1997 | 2 | 2 | e | 3,3 | 1,7 | 4,2 | 15,4 | - | - | 19174 | |
| Ramsås | 1999 | 4 | 2 | f | 5,5 | 2,8 | 11,2 | 54,3 | 16,3 | 19,5 | 18328 | 43 |
| | 1999 | 4 | 2 | e | 6,7 | 3,8 | 2,4 | 11,3 | - | - | 2201 | |
| Ramsås | 1997 | 2 | 2 | f | 2,6 | 1,2 | 5,8 | 17,4 | 8,7 | 8,7 | 56460 | 9 |
| | 1997 | 2 | 2 | e | 3,0 | 1,5 | 2,3 | 8,0 | - | - | 12723 | |
| | 1999 | 4 | 2 | f | 5,7 | 2,9 | 7,8 | 37,8 | 11,8 | 14,9 | 12512 | 32 |
| | 1999 | 4 | 2 | e | 6,5 | 3,7 | 1,3 | 6,1 | - | - | 1226 | |