

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 581 2004



Bild: Två-årigt rotskottsuppslag av hybridasp på lokalen vid Jordkull. Bilden visar ett avsnitt där stråkröjning genomförts. Foto: Lars Rytter.

Hybridasp för kombinerad produktion av biomassa och gagnvirke

– SLUTRAPPORT 2004 FÖR ENERGI MYNDIGHETENS PROJEKT P12705

Lars Rytter

Ämnesord: Gallring, biobränsle, näringsuttag, *Populus tremula* x *P. tremuloides*,
produktion.

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 tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktions effektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

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

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

ISSN 1404-305X

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Projektpresentation	3
Bakgrund och problemställning.....	3
Mål	4
Sektorsrelevans	4
Projektets omfattning och försöksuppläggnig	5
Resultat och diskussion.....	7
Tillväxt och produktion.....	7
Effekter av gallringsstrategi	10
Skottuppslag efter gallring och avvverkning.....	11
Näringsinnehåll och näringsuttag	15
Ekonomi och teknik.....	18
Uppnådda huvudresultat	20
Måluppfyllelse	21
Allmänt	21
Publicering.....	22
Omnämnande i pressen.....	23
Referenser.....	24
Bilaga 1	27
Bilaga 2	31

Sammanfattning

Viktiga mål för projektet har varit att ta fram information om tillväxtnivåer i hybridaspbestånd (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) vid varierande ålder och vid olika skötselalternativ, samt att ge ekonomiska och ekologiska synpunkter på odling av hybridasp. Mätningar och inventeringar har utförts i 17 olika bestånd på 15 lokaler i södra Sverige. Lokalerna representerar dels planteringar med selekterat växtmaterial från 1980-talet, dels rotskotts-föryngringar från äldre utvalt material. På sju av lokalerna har olika skötselalternativ studerats. De tre alternativen är: 1) svag gallring med syfte att snabbt ge stora kvantiteter biomassa och samtidigt ge information om högsta möjliga produktion på lokalen; 2) konventionell röjning och gallring enligt upprättade scheman från det praktiska skogsbruket; 3) kraftiga röjningar och gallringar med avsikten att tidigt ta ut biomassa och snabbt nå grova dimensioner av god kvalitet hos kvarvarande träd.

Resultaten hittills tyder på att medelproduktionen av stamved kommer att överstiga $20 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ under en 20–25-årig omloppstid på bra mark i södra Sverige. Då grenarna utgör ungefär 30 % av stamvikten kommer den årliga totala ovanjordiska medelproduktionen av vedbiomassa att bli över $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. I det äldsta beståndet har medelproduktionen av stamved nått upp till mellan 17 och $20 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ i de olika skötselalternativen efter 18 år. Den löpande stamvedtillväxten har varierat kraftigt beroende på lokal, årsmån och skötsel, och har som högst uppgått till omkring $50 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Signifikanta effekter av de olika skötselalternativen framkommer redan efter fem år. Ju starkare gallringsingrepp, desto lägre medelproduktion, men grövre stamdimensioner uppmättes hos dominerande träd. Inga skillnader i höjdtutveckling kunde ses mellan skötselalternativen. Förnyat urval i odlingsmaterialet bedöms kunna ge en medelproduktion av stamvirke på upp till $25 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$.

Efter gallring och avverkning kommer ett rikligt uppslag av rotskott. I våra försök uppskattades antalet skott två år efter slutavverkning till 60 000–90 000 levande skott per hektar. Detta visar att man kan få en billig föryngring, men också att tidiga röjningsinsatser är nödvändiga. Dessa kan å andra sidan ge ett värdefullt tillskott av biobränsle. I ett stråkröjningskoncept kan 10–15 ton TS ha^{-1} tas ut som biobränslen. Även efter gallring uppkommer ett underbestånd av rotskott, men deras vitalitet avtar dock snabbt och möjligheterna att utnyttja dessa skott för biomassaändamål bedöms som relativt små.

Den höga tillväxten i hybridaspbestånd ger god lönsamhet och utförda beräkningar visar att ekonomin blir bättre än vid granodling, särskilt då avkastningskraven är höga. Odling av hybridasp kan ekonomiskt även bära kostnaderna för att sätta upp hägn där viltbetning utgör ett problem. Uttag av biobränslen vid röjning i rotskottbestånd är en möjlighet att ytterligare förbättra ekonomin.

Resultat från näringsanalyser av vedbiomassan visar att näringskoncentrationen i hybridaspstammar sjunker med stigande ålder. Variationen mellan olikstora träd är dock liten inom ett bestånd. Resultaten tyder på att uttag av grenar och toppar i samband med skörd, liksom uttag av röjningsvirke, leder till att näring måste återföras till lokalen för att tillväxten skall vara uthållig. Även då enbart stammar skör-

das är det sannolikt att flera makronäringsämnen måste tillföras. Det går att i viss mån minska näringsuttaget vid vinteravverkning genom att välja hybridaspkloner som lagrar upp mindre näring i stam och grenar. En studie har påvisat signifikanta skillnader mellan kloner, men att de är relativt små.

Projektpresentation

BAKGRUND OCH PROBLEMSTÄLLNING

De första korsningarna i Sverige mellan europeisk och amerikansk asp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.) utfördes 1939 på Ekebo utanför Svalöv i Skåne. Svenska tändsticksbolaget visade stort intresse för hybridasp och ett ganska omfattande förädlingsarbete lades ned på att förbättra odlingsmaterialet. Då hybridens tillväxt visade sig vara överlägsen den vanliga aspens (*P. tremula*) koncentrerades förädlingsarbetet på hybrididen. Efter ett par decennier minskade intresset för produktion av tändstickor i Sverige och därmed upphörde förädlingsverksamheten. Under slutet av 1980-talet vaknade åter intresset för hybridasp, nu som en alternativ gröda på överbliven jordbruksmark. Åtskilliga undersökningar rörande hybridasp har utförts i de nordiska länderna (t.ex. Johnsson, 1953; Eriksson, 1984; Stener, 2002), men även utanför Norden har ett intresse funnits för odling av hybridasp (t.ex. Melchior & Seitz, 1966; Li et al., 1993; Hofmann-Schielle et al., 1999). Odlingarna i Sverige är ännu av liten omfattning, men i Finland och Estland görs stora kommersiella satsningar (Laipio, 1997; Karlsson & Holm, 2002).

Hybridasp har ett flertal positiva egenskaper som gör att den är intressant för odling. Den har en dokumenterat hög produktion över stora delar av landet under en kort omloppstid på 20–25 år (Elfving, 1986a, 1986b; Karlsson, 1986; Rytter et al., 2000; Rytter, 2002). Man får också en mer eller mindre gratis föryngring från och med andra generationen, eftersom slutavverkning av etablerad hybridasp ger ett rikligt uppslag av rotskott (Bärring, 1988; Hansson, 1989; Rytter et al., 2000). Virket av asp och hybridasp är mycket likartat och har många användningsområden, bl.a. som massaved, energived, tändstickor, pallvirke, träsnideri, emballage och blindfanér. De många användningsområdena leder i sin tur till stora variationsmöjligheter i skogsskötseln där uttagen av bränsleflis, massaved och timmer kan varieras. Man har även funnit en stor genetisk variation för olika egenskaper (Johnsson, 1953; Karlsson & Danell, 1992; Stener, 1998; Yu et al., 2001; Rytter & Stener, 2003). Detta innebär att det i framtiden finns goda förutsättningar att förbättra tillväxt, kvalitet och näringshantering genom förädling.

Det finns också en del negativa sidor med odling av hybridasp, bl.a. är plantpriset fortfarande högt. Det kompenseras av att man använder ett glest förband (ca 1 100 plantor ha⁻¹) och att plantering är en engångsföreteelse, eftersom man i fortsättningen med stor sannolikhet kan förlita sig på självföryngring med rotskott. Även om hybridasp är relativt konkurrenstålig, medför konkurrens från markvegetation, främst gräs, att etableringen fördröjs och att risken för gnagskador av sork ökar (Rytter, 2000). Hybridasp är mycket viltbegärlig (Hugosson, 2004) och vilttägn krävs sannolikt i ca 10 år vid normalt vilttryck och i princip under hela omloppstiden där vilttrycket är högt.

Stamkräfta (*Hypoxylon mammatum*) och grenkräfta (*Leucostoma niveum* tidigare *Valsa nivea*) kan vara ett problem på hybridasp (Ilstedt & Gullberg, 1993). Resultat från 11–16 åriga genetiska fältförsök i södra Sverige med totalt 280 hybridaspkloner har visat att andelen träd med tecken på kräft- och stamsprickskador varierade från 1 till 19 % mellan de totalt 10 försöken (Stener & Karlsson, 2003). Det skall dock påpekas att inga träd hade dött och få träd hade allvarliga skador. Klonernas känslighet för kräfta har vägt tungt vid urvalet av bra skogsodlingsmaterial till södra Sverige, varför dagens material torde vara mindre känsligt för kräfta än gårdagens. Svampskador har även varit måttliga i kommersiella bestånd (Hugosson, 2004).

För att förebygga skador är det också viktigt att bestånden hålls vitala. Hybridasp kräver näringsrika, friska marker med rörligt markvatten för att trivas.

Tillgänglig information pekar sålunda på att hybridasp torde vara ett lämpligt trädslag vid odling där såväl produktionsnivån som möjligheten att variera virkessortiment väger tungt. Den snabba tillväxten och förmågan att skjuta rotskott är positiva egenskaper för att producera stora mängder biobränslen samtidigt som ekonomiskt värdefullare sortiment kan odlas fram. Detta kombinerade odlingskoncept borde därför undersökas närmare vad gäller produktionsnivå, näringseffekter, uthållighet och ekonomi.

MÅL

Det långsiktiga målet för projektet har varit att utvärdera möjligheterna att kombinera hög biomassaproduktion och biomassauttag med produktion av högkvalitativt gagnvirke i hybridaspbestånd. Därvid undersöktes även bortförda näringsmängder i samband med skörd av vedbiomassa, vilket ger underlag för bedömning av behov och storlek av askåterföring. Dessutom anlades experiment där hybridens uthålliga produktionsförmåga vid upprepad avverkning kommer att kunna undersökas.

SEKTORSRELEVANS

För att utveckla intensiva skogsskötselsystem till bärkraftiga alternativ i omställningen till förnyelsebara energikällor krävs att produktionen, och därmed uttaget av biobränslen, är hög och uthållig. I detta ligger också en billig, men säker, förnyring efter avverkning. Samtidigt är det väl känt att bestånd med färre och grövre stammar ger ett värdefullare virke och kan förbättra ekonomin och öka flexibiliteten i skogsbruket. Förutom en hög produktion krävs det även att systemen är miljömässigt acceptabla och att bortförd näring kan kvantifieras och återföras.

I de undersökta skötselmodellerna ingår att tillvarata röjningsvolymen. Dessa kan, som exempel, tas ut med hjälp av en drivare med ackumulerande fällhuvud med efterföljande flisning på avlägg (Eriksson & Rytter, 2000). Det medför att bränsleflis erhålls samtidigt som kostnaden för röjning reduceras och i vissa situationer även kan ge en intäkt. Flisen kan utnyttjas i biobränsleanläggningar.

En ökad gagnvirkesproduktion av lövträd är angelägen då en fortsatt brist på inhemsk lövmassaved och lövtimmer kan förutspås. Import av lövvirke bedöms vara en långsiktigt osäker lösning. Det finns även önskemål att generellt sett öka lövandelen i

våra skogar (Swedish FSC-Council, 1998; Miljödepartementet, 2000; PEFC Sweden, 2002). Ett sätt att genomföra detta är att visa på ekonomiskt lönsamma odlingsalternativ för lövskog. Ekonomiska kalkyler har visat att redan ett ordinärt skogsbruk med hybridasp, d.v.s. uttag av massaved och sågbart virke, har god lönsamhet (Rytter et al., 2002). Möjligheterna att samtidigt ta ut avsevärda mängder biobränsle bör göra hybridaspodling ännu mer attraktivt. Projektets resultat bör i stor utsträckning kunna tillämpas då man odlar andra snabbväxande lövträdsarter och kan ses som ett bidrag till att införa nya intensiva, men miljömässigt anpassade, skogsskötselsystem.

PROJEKTETS OMFATTNING OCH FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

För att ge underlag för en skötselutvärdering jämfördes tre olika skötselalternativ på sju olika lokaler. Alternativen var: 1) svaga ingrepp vid höga stamantal eller inget ingrepp vid lägre stamantal, med avsikt att snabbt erhålla stora mängder vedbiomassa och nå slutavverkning, och där odlingen ligger nära gränsen för självgallring, 2) konventionell röjning och gallring enligt befintliga skötselmodeller där man upprätthåller hög produktionsnivå, men också tydligt undviker självgallring, och 3) kraftiga tidiga röjningar/gallringar, i kombination med stamkvistning, i syfte att dels tidigt få stora vedbiomassamängder i röjnings- och gallringsuttag, dels grova dimensioner och hög kvalitet på kvarstående timmerträd. I flera av dessa bestånd har vedprover samlats in för att uppskatta näringsinnehållet i röjda och gallrade träd (Rytter, 2002). I ett av bestånden (Lönstorp) har vi även tagit vedprover för att studera skillnader i näringsinnehåll i stam- och grenbiomassa mellan kloner av hybridasp (Rytter & Stener, 2003).

Under projektets första år lokaliserades och inmättes de bestånd som nu ingår i projektets gallringsstudie. Dessutom etablerades ett nytt försök på lokalen i Snogeholm (se nedan). Grundkraven på ingående gallringsbestånd var att de skulle rymma åtminstone två av ovanstående skötselalternativ, samt vara någorlunda homogena. Ett ytterligare krav var att viltskador endast tillåts i liten omfattning varför flera av lokalerna varit eller är hägnade. Det visade sig vara omöjligt att lägga ut tre upprepningar av varje skötselalternativ på alla lokaler. Antalet väletablerade, och hägnade, hybridaspbestånd var begränsat och de som fanns var i flera fall små. Eftersom vi prioriterade jämna bestånd och kraven på hägn i viltrika trakter fick vi acceptera ett mindre antal provytor än vad vi ursprungligen planerade. Förutom de bestånd som använts för gallringsstudien har även andra försök, som etablerats inom Skogforsks förädlingsverksamhet, utnyttjats för att få information om hybridaspens tillväxtpotential. På dessa lokaler har det konventionella gallringsalternativet applicerats. De uppmätta produktionsnivåerna och effekter av gallringsingrepp finns nu avrapporterade (Rytter & Stener, 2005). De bestånd som i någon form utnyttjats inom projektet under de gångna åren finns angivna i tabell 1. Samtliga bestånd, utom det i Ramsås, växer på före detta jordbruksmark.

Eftersom projektet och odling av hybridasp har en nära koppling till förädlingsverksamheten på Skogforsk har värdefull information kommit projektet till gagn även därifrån (t.ex. Stener & Karlsson, 2004).

Inom projektets ram har även ingått att göra en sammanställning av produktionspotentialen hos våra snabbväxande lövträdsdrag, inkluderande möjligheter och konsekvenser av virkes- och biomassauttag (Rytter, 2004).

På lokalen i Snogeholm har ett hybridaspbestånd anlagts där hybridens uthållighet i produktion och vitalitet vid upprepad avverkning kommer att studeras. Vi avser, och hoppas på, att få finansiering för att framdeles testa de fyra omloppstiderna 5, 10, 15 och 20 år. Inventering av beståndet hösten 2002 visade att överlevnaden varierade mellan 72 % och 99 % över de olika ytorna, vilket är acceptabelt för att kunna utföra uthållighetsstudien enligt plan. Medelhöjden var nära 6 meter.

Tabell 1.

Hybridasplokaler som i någon form ingått i Energimyndighetens projekt "Hybridasp för kombinerad produktion av biomassa och gagnvirke". Lokaler som markerats med * ingår i gallringsstudien.

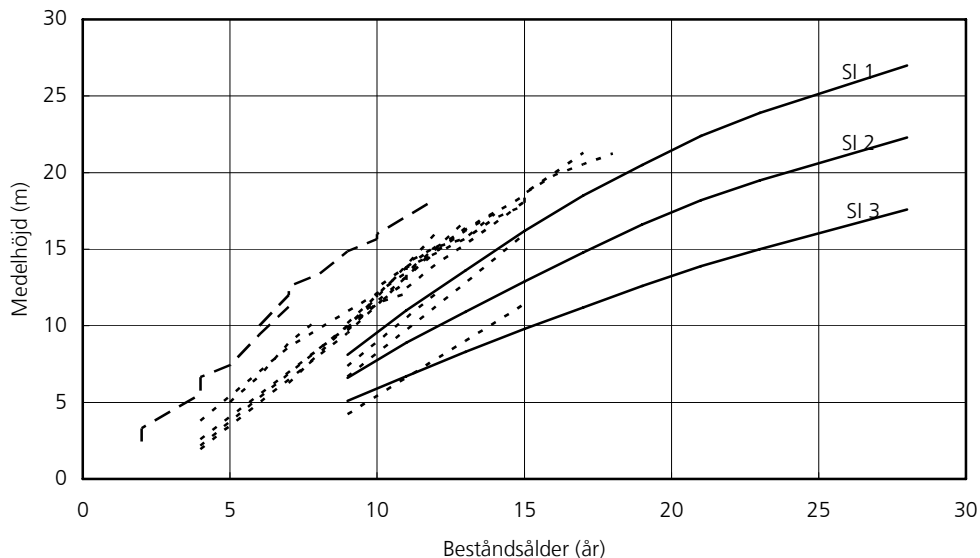
Lokal	Län	Latitud (°N)	Longitud (°Ö)	Altitud (m.ö.h.)	Totalålder 03/04 (år)
Plantering					
Braxstad	T	59° 18'	15° 20'	100	17
Bulstofta*	M	56° 00'	13° 00'	75	19
Ekebo	M	55° 57'	13° 07'	95	15
Helenedal*	L	55° 36'	14° 00'	85	16
Hyby	M	55° 34'	13° 16'	40	11
Ingelstad*	G	56° 43'	14° 54'	150	18
Kavlås	R	58° 13'	13° 52'	145	15
Lönnstorp*	M	55° 57'	13° 06'	80	17
Snogeholm	M	55° 33'	13° 43'	45	6
Sofielund	M	55° 58'	13° 01'	75	14
Trolleholm	M	55° 55'	13° 21'	95	14
Ättersta	D	59° 08'	15° 57'	60	14
Självföryngring					
Dimbo*	T	59° 08'	15° 45'	30	13
Jordkull*	M	55° 59'	13° 02'	80	3
Ramsås*	G	56° 42'	14° 13'	145	7

Erhållna resultat har fortlöpande publicerats i vetenskapliga tidskrifter. En annan viktig del i forskningsverksamheten är att sprida resultaten till en bredare publik. Ett sådant sätt är att utnyttja Skogforsks publikationsserie Resultat (Rytter et al., 2002; Hugosson, 2004). Andra sätt är att sprida informationen genom pressreleaser, konferenser och exkursioner.

Resultat och diskussion

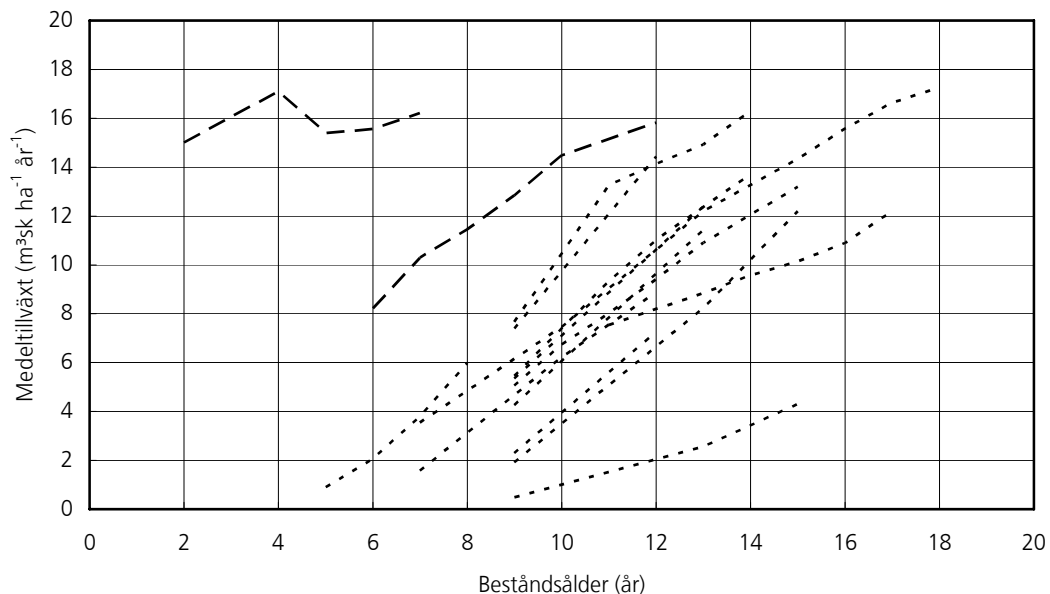
TILLVÄXT OCH PRODUKTION

Hybridasp uppvisar en snabb höjdtillväxt och redan vid 12 års ålder nåddes en medelhöjd på ca 15 m i många av de planterade bestånden (figur 1). Utvecklingen var betydligt snabbare än vad Jakobsen (1976) redovisar för bästa bonitet i Danmark. Höjdtillväxten var tämligen lika för de flesta planteringarna och endast tre av dem växte inledningsvis betydligt långsammare. Starkt bidragande orsaker till detta var sannolikt en betydande konkurrens om vatten och näring i etableringsskedet från gräs samt mindre lämplig ståndort. Resultaten visar att nya höjdtillväxtkurvor och produktionstabeller behöver utarbetas för det förädlade plantmaterial som används idag. Höjdtillväxten i de båda rotskottföryngrade bestånden var avsevärt snabbare än i planteringarna och låg ungefär 2–3 m före de bästa planteringarna vid beståndsåldrarna 4–12 år. Den viktigaste förklaringen är att rotskotten inledningsvis kan utnyttja det gamla rotsystemet. Till skillnad från höjdtillväxten skiljde sig däremot inte diameterutvecklingen mellan planterade och rotskottföryngrade bestånd. Detta kan både bero på att rotskotten vuxit tätare än träden i planteringarna, trots att kraftfulla röjningar utförts, och att rotskotten inledningsvis är slankare än planterade träd. Brösthöjdsdiametern nådde ungefär 15 cm vid 12 års ålder på de bästa lokalerna och i det äldsta beståndet i Bulstofta (Skåne) var grundytamedelstammen över 22 cm vid 18 års ålder. Mera utförliga tillväxtdata hittas i bilagorna 1 och 2.



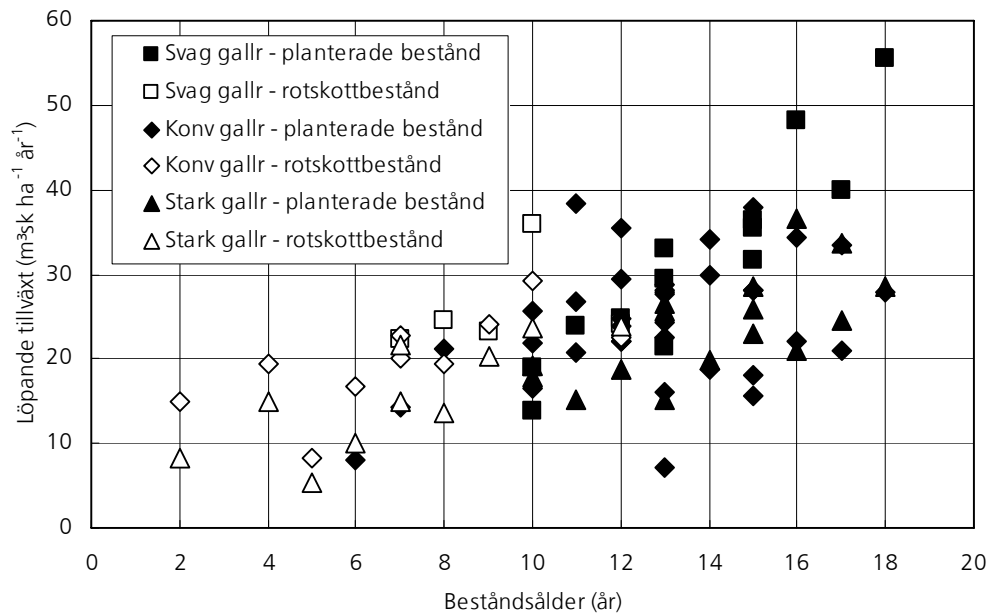
Figur 1.
Höjdtillväxt i planterade bestånd (prickade linjer) och i rotskottföryngringar (streckade linjer). Höjdtillväxtkurvorna för tre boniteter i Danmark (Jakobsen, 1976) har inkluderats. Höjderna i vår studie har uttryckts som aritmetiska medelvärden medan Jakobsen anger höjder för grundytamedelstammarna. Från Rytter & Stener (2005).

För det konventionellt gallrade alternativet i de planterade hybridaspbestånden var medeltillväxten 10–16 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ efter 14 års odling (figur 2). I försöksseriens äldsta bestånd, Bulstofta, är medeltillväxten redan nu uppe i över 17 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ vid normal gallring, vilket är 1 m³sk mer än vad Jakobsen (1976) och Elfving (1986a) bedömde som sannolikt med det äldre odlingsmaterialet under en omloppstid på ca 25 år. Den löpande tillväxten, baserad på 1–3 års tillväxt, har varierat kraftigt, bl.a. på grund av ålder, förband, årsmån och gallringsingrepp, men ligger i intervallet 15–50 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ från och med 14 års ålder (figur 3). Vi har ännu inte sett att den löpande tillväxten planat ut. De redovisade resultaten ger således goda förhoppningar om att det med dagens odlingsmaterial skall gå att få över 20 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ i medeltillväxt vid praktisk drift under första generationen. Då grenarnas andel utgör ungefär 30 % av stamvikten (Rytter & Stener, 2003) bör medeltillväxten komma att överstiga 25 m³ vedbiomassa eller, uttryckt i vikt, över 8 ton TS ha⁻¹ år⁻¹. Enligt Stener & Karlsson (2004) kan man genom förnyat urval från det existerande odlingsmaterialet sannolikt nå en produktionsnivå kring 25 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ på bättre marker i södra Sverige. De nämnda siffrorna har erhållits utan att bestånden vattnats och gödslats, vilket är viktigt att notera när man jämför med andra snabbväxande grödor. I gödslade bestånd med *Salix*-arter brukar man räkna med en medelproduktion på drygt 10 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ (Willebrand et al., 1993; Ledin, 1996; Larsson, 2001). Hybridasp kan alltså hävda sig väl med de snabbast växande vedartade grödorna i landet.



Figur 2. Utvecklingen av medeltillväxten, uttryckt som stamvolym på bark, för hybridaspbestånd med konventionell gallringsregim. Planterade bestånd visas med prickade linjer och självföryngrade rotskottbestånd anges med streckade linjer. Ett röjningsingrepp, vars volym inte tagits med, utfördes i det äldsta rotskottbeståndet innan det togs med i projektet (efter Rytter et al., 2002; Rytter & Stener, 2005).

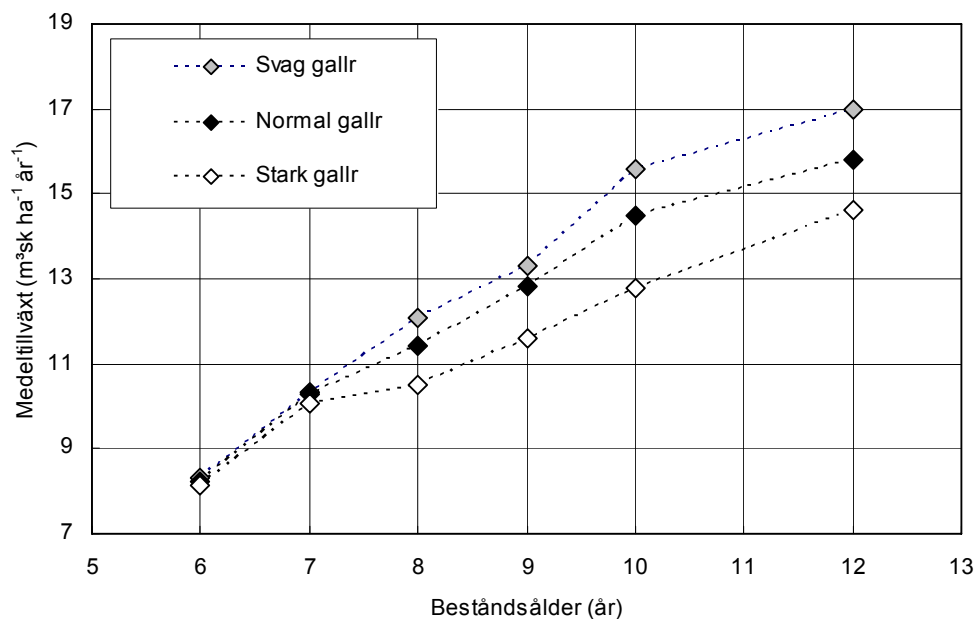
Volymtillväxten i andra generationens skottuppslag kan förväntas bli högre än i de inledande planteringarna, bl.a. beroende på att beståndens täthet ofta är mycket höga. Produktionen, liksom höjdtillväxten, startade också, som väntat, mycket snabbare i självföryngrade än i planterade bestånd (figur 1 och 2). I självföryngrade bestånd erhålls ofta ett stort antal skott, huvudsakligen rotskott, och dessa försörjs av ett redan befintligt rotsystem. I Ramsås (den streckade kurvan uppe till vänster i figur 2) var därför medelproduktionen vid 7 års ålder drygt $16 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ vid konventionell röjning. Den löpande tillväxten har varierat starkt på grund av röjningsingrepp, men var år 7 ca $20 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ (figur 3). I Dimbo nådde medeltillväxten nästan $16 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ vid 12 års ålder i det konventionellt gallrade alternativet, och då är inte virkesmängden från en inledande röjning medräknad. Den löpande tillväxten var år 10 drygt $29 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ vid konventionell gallring (figur 3). På lokalen i Ramsås uppskattades totalproduktionen efter 6 år till ca $77 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$ som ett medelvärde av de båda skötselalternativen. Som en jämförelse kan nämnas att i det planterade beståndet i Hyby beräknades totalproduktionen till ungefär $12 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1}$ efter 6 år. Då asp är ett ljuskrävande trädslag (Almgren, 1990; Rytter, 1998) är risken stor att trädens vitalitet avtar om inte bestånden röjs i ett tidigt skede. Det finns således inledningsvis i andra generationens självföryngring ett stort antal stammar som inte är tillräckligt grova för att kunna utnyttjas som konventionellt gagnvirke, men som måste röjas bort och då bör kunna tas om hand som biobränsle (se nedan).



Figur 3. Löpande tillväxt, uttryckt som stamvolym på bark, i de inventerade hybridaspbestånden. Symboler för olika beståndstyper och behandlingar framgår av figuren.

EFFEKTER AV GALLRINGSSTRATEGI

Det svaga gallringsalternativet uppvisar som väntat de högsta tillväxtsiffrorna. Den konventionella gallringen uppvisar i sin tur högre medeltillväxt än de starkt gallrade ytorna. Skillnaderna är signifikanta fem år efter att de olika behandlingarna påbörjades. Gallringsuttaget får negativa effekter på den arealrelaterade tillväxten under de närmaste åren efter åtgärd. Ett glesat planteringsförband, på försöksytorna 1 100–1 600 plantor ha^{-1} , medför att det tar ca 10 år att komma upp i en löpande tillväxt på 15–20 $\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ (figur 3). I planterade bestånd var den löpande tillväxten i allmänhet omkring eller högre än 20 $\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ vid 12 års ålder, oavsett skötselstrategi (figur 3). Nivån har sedan fortsatt att stiga, vilket indikerar att medeltillväxten kommer att öka kraftigt de närmaste åren. Hittills har den löpande tillväxten varit över 40 $\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ i det äldsta beståndet i Bulstofta, där knappt 1 200 stammar ha^{-1} finns kvar i det svagt gallrade alternativet av ursprungliga 2 400. Nedgångar i löpande tillväxt förklaras i de flesta fall av nyligen genomförda gallringar. Ett exempel på hur medeltillväxten utvecklats vid de olika gallringsalternativen ges från lokalen i Dimbo söder om Hjälmarén (figur 4).

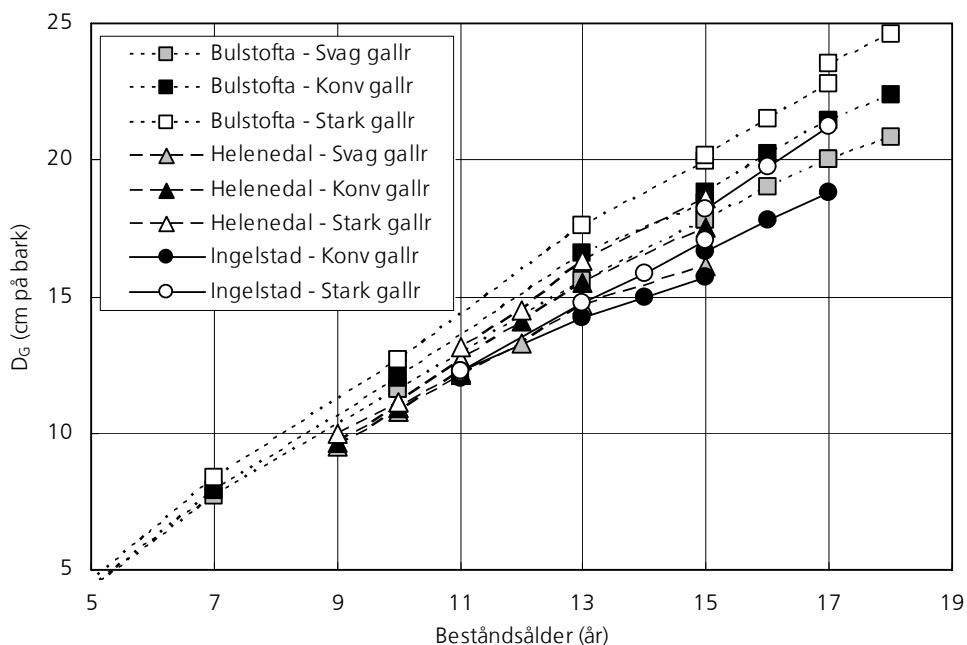


Figur 4. Medeltillväxtens utveckling i de olika gallringsalternativen i det rotskottsförnygrade beståndet vid Dimbo söder om Hjälmarén. En inledande röjning utfördes av markägaren innan mätningar påbörjades. Vid 7 och 10 års ålder utfördes gallringar i de konventionella och starka gallringsalternativen.

Exempel på de kvarvarande trädens diameterutveckling framgår av figur 5. Diameterutvecklingen var signifikant snabbare i de gallrade försöksalternativen jämfört med i det svagaste skötselalternativet. Det är en effekt dels av själva gallringen, där det i genomsnitt avverkades klenare träd än de som lämnades kvar, dels av att de kvarlämnade träden vuxit snabbare där förbandet varit glesare och ljusstillgången varit bättre. Det sistnämnda kan ses i att diameterutvecklingen divergerar mellan skötselalternativen och gallringstillfällena (figur 5). I Bulstofta var grundytamedelstammens diameter nästan 25 cm i det starkast gallrade alternativet vid 18 års ålder. Även då de

400 grövsta stammarna per hektar sorteras ut i respektive behandling, har diameterutvecklingen hos dessa varit signifikant snabbare vid kraftigare gallringsingrepp. Höjduutvecklingen har däremot inte påverkats av gallringsstyrkan (Rytter & Stener, 2005).

Grundytmedelstammens diameterutveckling följer samma mönster i det självförnygrade och röjda beståndet i Dimbo som i planteringarna. Ju starkare gallring, desto grövre har diametern blivit på de kvarstående träden. På de svagt gallrade ytorna var diametern 10,9 cm efter 10 år, vid normal gallring 12,2 cm och vid stark gallring 12,8 cm.



Figur 5. Grundytmedelstammens utveckling vid de olika gallringsalternativen i planterade bestånd. Diametern har mätts i brösthöjd på bark.

SKOTTUPPSLAG EFTER GALLRING OCH AVVERKNING

Efter slutavverkning i hybridaspbestånd kommer oftast ett rikligt uppslag av huvudsakligen rotskott. Hansson (1989) uppger ca 150 000 skott ha⁻¹ ett år efter slutavverkning i en studie i Kronobergs län och Barring (1988) gör ungefär samma uppskattning för vanlig asp. Inom projektet har mätningar på Ramsåslokalen visat på ett uppslag på i medeltal ca 66 000 skott ha⁻¹ två år efter avverkning. Ytterligare en lokal, Jordkull, har nyligen slutavverkats och antalet levande skott uppskattades till i genomsnitt drygt 75 000 ha⁻¹ två år efter avverkning (tabell 2). Biomassan var i genomsnitt hela 15 ton TS ha⁻¹. I ett system där man tar upp 2,5 m breda gator och lämnar 0,5 m stråk (se framsidan), i vilka huvudstammar sedan väljs ut, skulle i genomsnitt 12,5 ton TS ha⁻¹ kunna tas ut som biobränslen i stället för att bara röjas bort. Uttaget av biomassa påverkar inte den kalkylerade framtida stamvedsproduktionen, som redan i planteringsgenerationen bedöms bli över 20 m³ sk ha⁻¹ år⁻¹ i

medeltal (Rytter & Stener, 2005), och resulterar i såväl massaved som sågvirke. Skottuppslaget efter slutavverkning utgör således en stor potential för biobränsleuttag.

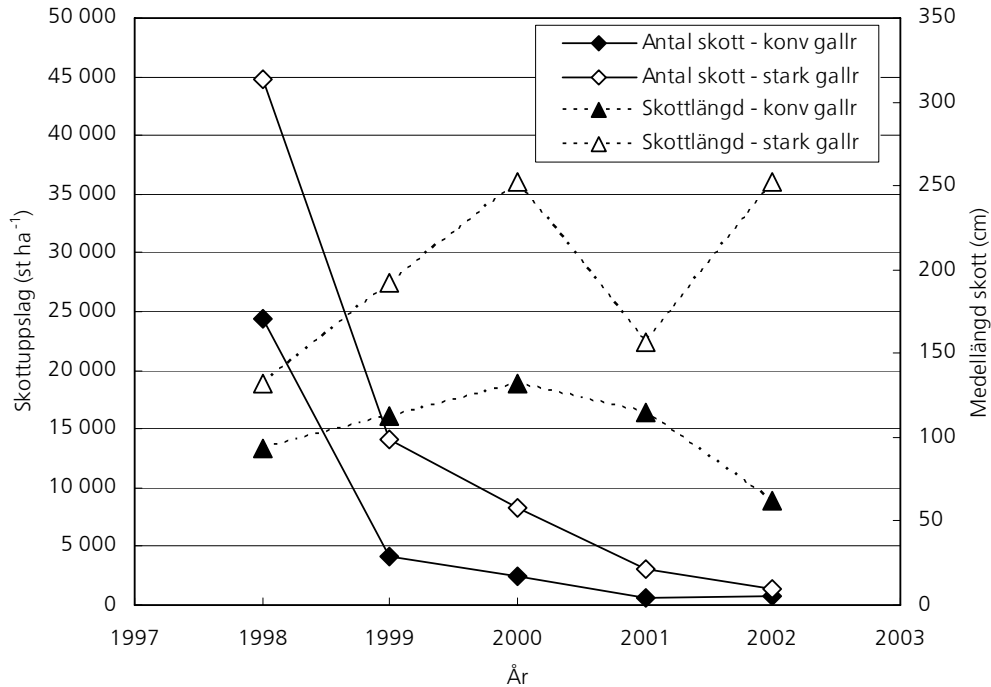
Skottuppslaget har även mätts i gallrade bestånd, där vi observerat att såväl rot- som stubbskott bildas då hybridaspbestånd glesas ut. Antalet skott blir emellertid oftast färre än vid slutavverkning. Mätningarna visar att det vanligtvis uppkommer 10 000–20 000 skott ha⁻¹. Det finns en tendens till att de hårt gallrade ytorna, med mer ljus på marken och lägre grundytor, får fler skott, vilket exemplifieras från Ingelstad (figur 6). På Ekebo t.ex. finns ett klart samband mellan grundytan efter gallring och skottuppslaget samt dess utveckling (figur 7). Orsakerna är troligen att själva skottuppslaget gynnas av god ljustillgång, samtidigt som fler träd avverkas där grundytan är låg. Det är sannolikt de avverkade trädens rötter som till största delen reagerar och skjuter skott. Upprepade inventeringar avslöjar också att skottantalet minskar i takt med att överbeståndet fortsätter att växa och ta alltmer av det tillgängliga ljuset i anspråk (figur 6 och 7). Ur figur 7 framgår t.ex. att antalet skott reduceras kraftigt i Ekebo då överbeståndets grundyta ökar från 15 till 20 m² ha⁻¹. Efter några år avtar höjdtillväxten och även de kraftigaste skotten börjar konkurreras ut då ljustillgången fortsätter att avta (figur 6).

Tabell 2.

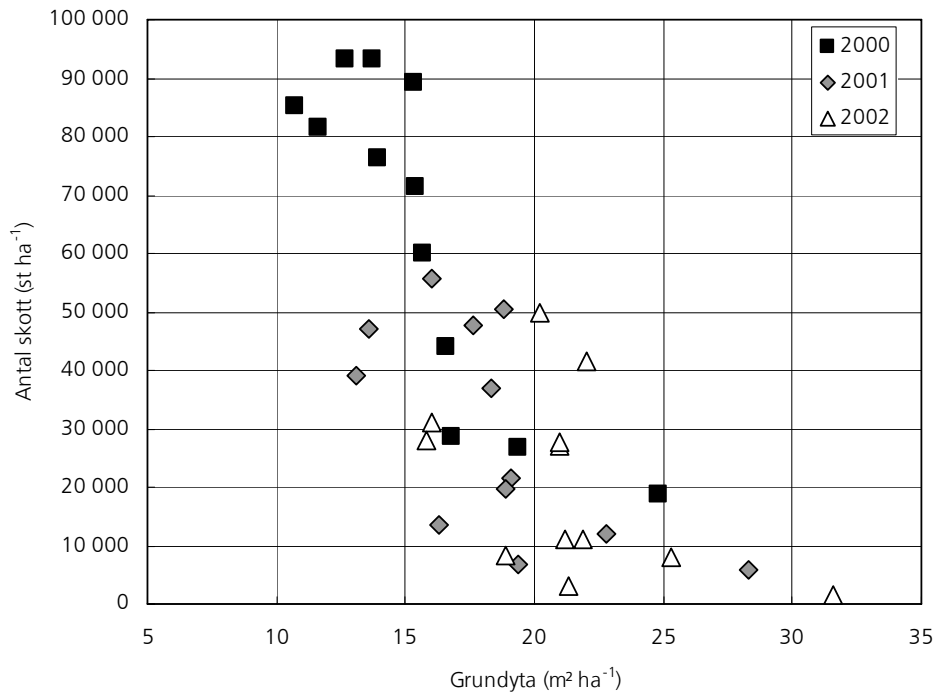
Biomassa och näringsinnehåll på fyra ytor ett i tvåårigt rotskottuppslag av hybridasp på jordbruksmark i Skåne. Beståndet härstammar från ett 11-årigt bestånd, där etableringen var mindre tillfredsställande, 62–73 % överlevnad, vilket var ett avgörande skäl till den förtida avvecklingen. Ytor nr 3 och 4 har torrare markförhållanden med sämre överlevnad och tillväxt än de båda andra ytorna. Det radvisa uttaget är beräknat så, att man tar bort 2,5 m och lämnar en 0,5 bred remsa i vilken man vid nästa skötselåtgärd väljer ut framtidsstammar med ungefär 3 m mellanrum.

	Yta nr				Medel
	1	2	3	4	
Stamdata					
Förband levande skott >130 cm (st ha ⁻¹)	76 241	68 874	70 325	90 529	76 492
Brösthöjdsdiameter, D ₆ (cm)	1,77	1,71	1,44	1,39	1,58
Skotthöjd, H ₆ (cm)	385	363	330	327	351
Grundyta (m ² ha ⁻¹)	18,74	16,48	11,89	13,64	15,19
Biomassa					
Stående (ton TS ha ⁻¹)	19,59	14,59	12,40	13,30	14,97
Uttag radvis (ton TS ha ⁻¹)	16,32	12,16	10,33	11,08	12,47
Näring i stående biomassa					
N (kg ha ⁻¹)	109,5	80,0	65,2	68,0	80,6
P (kg ha ⁻¹)	16,6	12,8	11,1	10,4	12,7
K (kg ha ⁻¹)	65,8	48,3	40,9	42,4	49,3
Ca (kg ha ⁻¹)	85,5	61,6	59,9	54,4	65,3
Mg (kg ha ⁻¹)	9,54	8,34	6,89	7,11	7,97
S (kg ha ⁻¹)	8,06	5,98	5,05	5,39	6,12
Näring i biomassauttag					
N i uttag radvis (kg ha ⁻¹)	91,2	66,7	54,3	56,7	67,2
P i uttag radvis (kg ha ⁻¹)	13,8	10,7	9,25	8,67	10,6
K i uttag radvis (kg ha ⁻¹)	54,8	40,2	34,1	35,3	41,1
Ca i uttag radvis (kg ha ⁻¹)	71,2	51,3	49,9	45,3	54,4
Mg i uttag radvis (kg ha ⁻¹)	7,95	6,95	5,74	5,92	6,64
S i uttag radvis (kg ha ⁻¹)	6,72	4,98	4,21	3,00	4,73

Det tycks således finnas en viss potential för att få upp rotskott i gallringsskog, rotskott som sedan skulle kunna utnyttjas som energiråvara. Det har vi bl.a. kunnat se i beståndet i Bulstofta. Huvudbeståndets tillstånd och utveckling är emellertid en mycket kritisk faktor för utvecklingen av rotskotten (figur 6 och 7), då asp tillhör de ljuskrävande trädslagen (t.ex. Almgren, 1990; Rytter, 1998). Vår bedömning är att skottuppslaget i gallringsfasen endast marginellt kan utöka de biomassamängder som kan tas ut i tidig röjningsfas och som grenar och toppar vid gallring och slutavverkning.



Figur 6. Skottuppslag och skottens aritmetiska medellängd efter gallring i Ingelstad vintern 1996/97. Stamantalet efter gallring var ca 900 i konventionellt gallrade försöksytor och ca 700 där gallringen var stark. En ytterligare gallring ned till ca 550 respektive ca 400 stammar per hektar utfördes vintern 2000/2001, men resulterade inte i något förnyat skottuppslag.

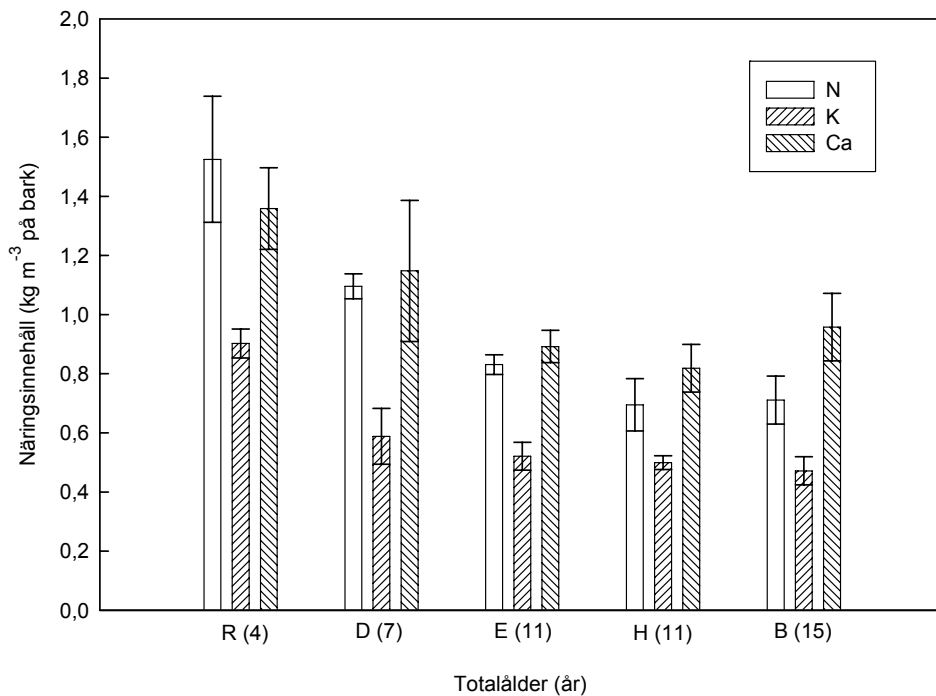


Figur 7. Totala antalet rot- och stubbskott efter gallring i det planterade hybridaspbeståndet i Ekebo. Gallringen genomfördes vintern 1999/2000. Angivna grundytor och skottantal gäller för hösten efter det angivna årets växtsäsong.

Försöket i Snogeholm avser att studera uthålligheten i produktion vid upprepad skörd av hybridasp. Beståndet är nu etablerat och inledande mätningar har utförts. Dessa visar att överlevnaden varierar mellan 72 % och 99 % i de olika försöksytorna, vilket är acceptabelt för att studien skall kunna genomföras. Beståndet var redan vid fem års totalålder hösten 2002 nära 6 meter i aritmetisk medelhöjd, trots en synbar konkurrens från gräs och örter. I Nordamerika har Stiell & Berry (1986) bedömt att man inte bör slutavverka den nordamerikanska aspen (*P. tremuloides*) oftare än ungefär vart tionde år om produktion och vitalitet skall bibehållas på sikt. Därför kommer omloppstider som testas att både vara kortare och längre än 10 år.

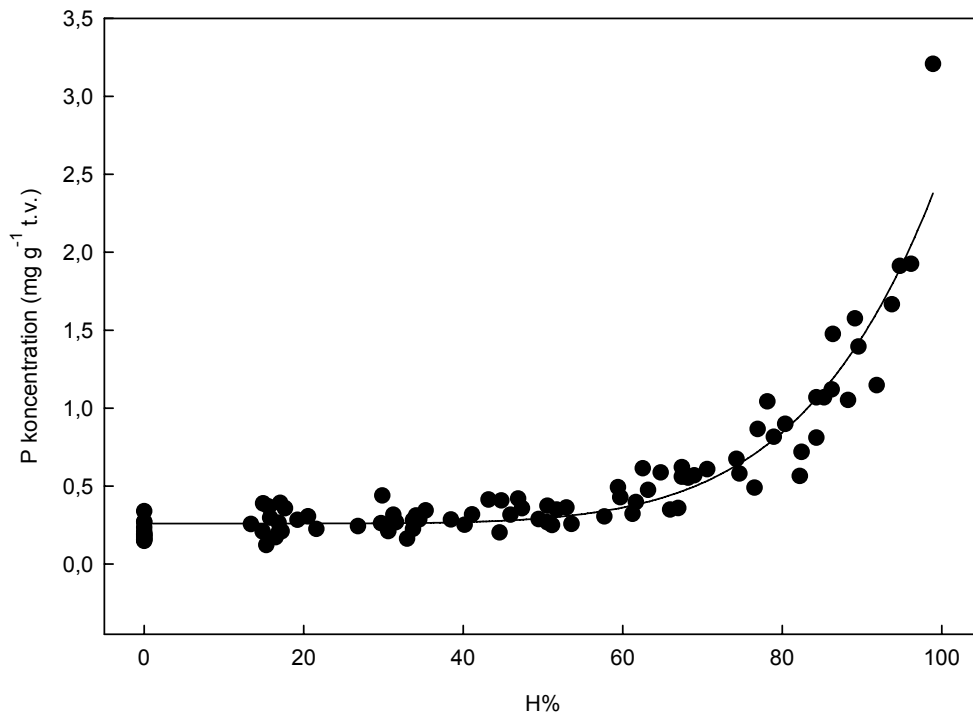
NÄRINGSINNEHÅLL OCH NÄRINGSUTTAG

Studier av näringsuttag vid virkesfångst har pågått under ett antal år och resultat har publicerats (Rytter, 2002; Rytter & Stener, 2003). Biomassa- och virkesuttag förutsätts ske under vinterhalvåret så att bladen blir kvar i bestånden. Undersökningarna har därför koncentrerats till denna period. I en genomförd studie uppskattades innehållet av makronäringsämnen (kväve, fosfor, kalium, kalcium, magnesium, svavel) i hybridaspstammar i fem av projektets bestånd (Rytter, 2002). Stammarnas medelkoncentration minskade med beståndsåldern, t.ex. från 1,5 kg N m⁻³ vid 4 års ålder till 0,7 kg N m⁻³ vid 15 års ålder (figur 8).



Figur 8. Medelkoncentration, inklusive bark, av N, K och Ca i hybridaspstammar. I figuren har 95 % konfidensintervall markerats. Förkortningar: R = Ramsås, D = Dimbo, E = Ekebo, H = Helenedal, B = Bulstofta. Från Rytter (2002).

Det kunde dock inte påvisas några skillnader i näringshalt mellan olika stora träd inom respektive bestånd för kväve, fosfor och kalium. Endast i några fall kunde skillnader ses för kalcium, magnesium och svavel. Som väntat ökade näringshalten högre upp i träden (figur 9), utom för kalcium, där en ökning av halten bara kunde ses i ett par fall. Det innebär att bibränslen, bestående av grenar och toppar, kommer att ha en högre näringshalt än gagnvirke. Det medför att betydelsen av kunskap om uthållig tillväxt och behovet av askåterföring accentueras. Eftersom andelen gagnvirke ökar med större stamdimensioner och antalet träd blir färre med tiden kommer det absoluta uttaget av skörderester att minska med beståndsåldern. I den genomförda studien (Rytter, 2002) fördes 15–58 kg N ha⁻¹ bort via stammar vid gallring (tabell 3). Vid avverkning i ett konventionellt skogsbruk är det vissa näringsämnen (K, Ca, Mg) som sannolikt tas ut i högre takt än vad vittringen kan kompensera för (Egnell et al., 1998). I det fall då även bibränslen tas ut vid odling av hybridasp behöver troligen alla makronäringsämnen, förutom svavel, återföras i viss utsträckning för att produktionen skall vara uthållig. I de fall röjningsvirke tas ut i rotskottbestånd kommer det att innebära att ytterligare nära 70 kg N ha⁻¹ tas bort liksom stora mängder av de andra näringsämnena (tabell 2). Vittring och nedfall kommer inte att räcka till för att upprätthålla näringstillgången (jfr. Rytter, 2002), utan t.ex. askåterföring och kompenserande kvävegödsling kommer att behöva utföras.



Figur 9. Ett exempel på hur näringskoncentrationen i hybridaspstammar varierar med höjden i träden. Figuren visar P-halten vid olika relativa trädhöjder (H %) i det då 15-åriga beståndet i Bulstofta. De 15 provträdens höjd varierade mellan 13,9 och 22,4 m. Från Rytter (2002).

I en annan studie undersöktes om det finns skillnader mellan kloner i mängden upplagrad makronäring i stam och grenar (Rytter & Stener, 2003). Undersökningen genomfördes i ett välväxande 14-årigt hybridaspbestånd (Lönntorp) med 119 olika kloner. Av dessa valdes 14 kloner slumpmässigt ut bland kategorierna medelbra och mycket bra kloner med avseende på tillväxt. De båda kategorierna representerades av vardera sju kloner med fyra träd per klon. Urval av kloner bland de bättre växande kategorierna motiverades med att studien anpassades för att ge information om kloner som kan bli aktuella för praktisk odling.

Resultaten visade att det fanns signifikanta skillnader i näringskoncentration för alla makroämnen utom kväve mellan kloner, både i stammar och i grenar. Oftast samverkade fraktionerna så, att om en klon lagrade upp lite näring i stammen så skedde även endast en liten upplagring i grenarna. Ett undantag från detta mönster utgjorde fosfor. Ett exempel på resultat är halten av K, P, och Mg i stamveden hos de olika klonerna (figur 10). Det framgår att det finns skillnader mellan kloner (signifikanta), men att dessa inte går att härleda till att trädens storlek varierade hos de olika klonerna.

Tabell 3.

Med stammar borttagen volym, trädantal och näringsmängd vid gallring i olika hybridaspbestånd. Andelen gagnvirke beräknades för de olika bestånden. Tabellen har hämtats från Rytter (2002).

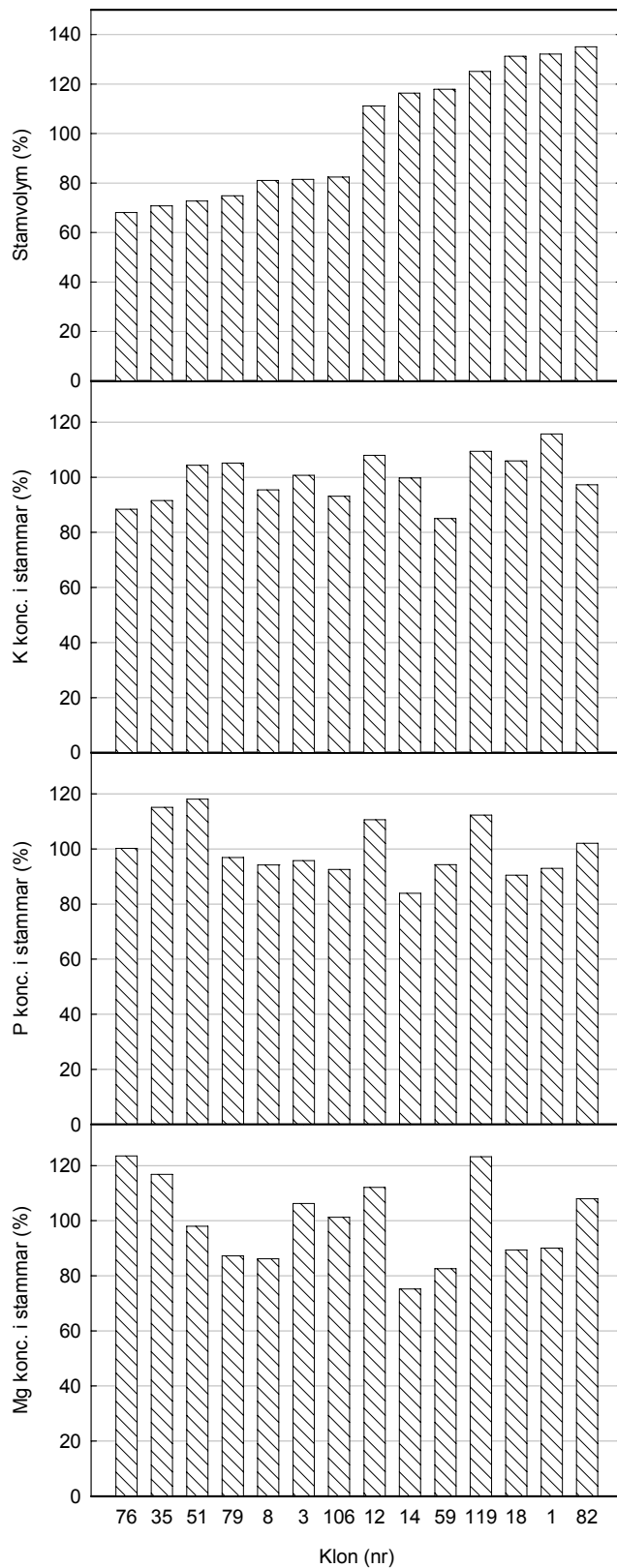
Bestånd	Ramsås (4 år)	Dimbo (7 år)	Ekebo (11 år)	Helenedal (11 år)	Bulstofta (15 år)
Utgallrad volym (m ³ pb)	40,3	17,9	51,6	21,9	44,8
Uttagna träd (st/ha)	13 706	827	648	382	226
Gagnvirkesandel (%)	0	59,0	89,8	86,5	95,8
Näringsuttag (kg/ha)					
N	57,7	19,5	41,4	15,2	31,0
P	7,49	2,28	5,69	2,58	4,59
K	33,7	11,1	26,7	10,9	20,6
Ca	51,7	18,9	45,7	17,4	40,3
Mg	7,92	2,35	5,12	1,79	4,09
S	4,97	1,56	3,86	1,42	2,77
I gagnvirke (%)					
N	0	51,2	80,1	76,1	90,4
P	0	47,2	78,7	75,4	88,8
K	0	51,8	81,7	76,3	89,7
Ca	0	54,9	88,6	81,9	94,9
Mg	0	49,2	82,6	76,1	91,8
S	0	51,3	81,2	77,2	90,4

Beräkningar visade att skillnaderna mellan ”närringsrika” och ”närringsfattiga” kloner var 15–25 % för makronärringsämnen K, P och Mg. För praktiskt bruk gjordes bedömningen att 0,5 kg K och 0,2 kg Mg årligen kan sparas per hektar genom att välja ”närringseffektiva” hybridaspkloner. Värdena synes vara ganska låga, sett under en kort period, men bör ändå beaktas i ett lite längre perspektiv. Möjligheterna att välja kloner med olika närringsupplagring i veden kan användas såväl för att minska närringsuttag vid ”vanlig” skörd som att samla upp närring i grödan när odlingen utnyttjas som vegetationsfilter.

EKONOMI OCH TEKNIK

Ekonomiska beräkningar visar att konventionell odling av hybridasp är lönsam och i många fall överträffar odling av gran (Rytter et al., 2002). Det beror till stor del på den höga tillväxten och därmed den korta omloppstiden som trädslaget uppvisar. Därför blir hybridasp än mer lönsam om räntekraven höjs. Hägn sänker hybridaspens markvärde, men lönsamheten blir fortfarande hög. Om man från och med andra generationen tar ut energiflis i stället för att ta en röjningskostnad, borde odling av hybridasp bli än mer attraktiv. Dessutom finns möjlighet att ta ut närmare 1 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ som GROT i gallring och slutavverkning.

Det finns befintlig teknik för att ta ut stora mängder biomassa med klena dimensioner. Inom energiskogsbruket finns en typ av skördare i praktisk drift som kapar grödan med hjälp av två sågklingor och direkt därefter flisar skotten. Maskinen, av typen Claas Jaguar, är emellertid tillverkad för att arbeta på jämn åkermark med grödor (*Salix*) som står i rader. Därför är det osäkert om den går att använda i vanliga täta röjningsskogar, och den kan sannolikt inte utnyttjas då marken är mera ojämn.



Figur 10. Relativa genetiska värden, där medelvärdet för ingående kloner = 100 %, för stamvolym och koncentration av K, P och Mg i stammar av olika hybridaspkloner. Barken ingår i värdena och klonerna presenteras i stigande ordning med avseende på stamvolym. Från Rytter & Stener (2003).

En annan möjlighet under röjningsfasen är att använda ett ackumulerande fällaggregat kombinerat med skotning och flisning på avlägg. Detta system har visat sig lönsamt i grövre röjningsbestånd med stort volymminnehåll och är ett alternativ för att åtminstone sänka röjningskostnaderna (Eriksson & Rytter, 2000). Steineck (2003) gjorde också bedömningen att de vore mer ekonomiskt att flisa direkt med en s.k. beståndsflisare och sedan skyttla ut flisen. Emellertid måste markens bärighet undersökas noga för ett sådant alternativ.

En tredje möjlighet är att genomföra s.k. stråkröjning (jfr. Bergkvist & Glöde, 2004). Maskinell totalröjning i stråk kombinerad med traditionell motormanuell röjning mellan stråken anses på sikt kunna sänka röjningskostnaderna rejält. Ett dylikt system skulle kunna passa bra vid röjning i täta rotskottuppslag. Röjningsvirket kan sedan transporteras till avlägg för flisning. Stråkröjning med omhändertagande av röjningsvirket för biomassaändamål har inte studerats närmare, men torde vara ett lovande alternativ för framtiden.

Vid gallring och föryngringsavverkning, liksom vid GROT-hantering, bedöms samma tekniska utrustning kunna användas som för närvarande används för barrskogsbestånd.

Uppnådda huvudresultat

De resultat som uppnåtts inom Energimyndighetens projekt P12705 ("Hybridasp för kombinerad produktion av biomassa och gagnvirke") visar att odling av hybridasp snabbt ger stora kvantiteter vedbiomassa. Med det nya genetiskt selekterade växtmaterial som i dag står till förfogande, hamnar medelproduktionen sannolikt över $20 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ under en omloppstid av 20–25 år. Ytterligare urval kan höja nivån till $25 \text{ m}^3 \text{ sk ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Om man räknar in grenar och uttrycker biomassan som torrsubstans blir siffran 8–9 ton $\text{ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, vilket är konkurrenskraftigt om man jämför med andra grödor, t.ex. *Salix*. Genom att variera skötselriktning går det att dirigera tillväxten mot biobränslen, massaved eller timmer. Signifikanta skillnader i träd-diametrar – och tillväxt – mellan olika gallringsalternativ var påvisbara redan fem år efter gallringens utförande. Kalkyler visar att odling av hybridasp kan konkurrera mycket bra ekonomiskt med odling av gran, speciellt då räntekraven är höga. Ekonomin kan ytterligare förbättras genom att ta ut röjningsvirke som energiflis.

De troligen största möjligheterna till biobränsleuttag ges av grenar och toppar vid gallring och slutavverkning samt vid röjning av rotskottföryngrade bestånd. Beroende på om skogsindustrins betalningsförmåga för massaved hamnar lägre än priset på brännved, kan även stamdelar av hybridasp komma att bli aktuella som biobränslesortiment. Skottskjutningen i samband med gallringsuttag kan ge en del biomassa, men denna källa är sannolikt begränsad.

Beräkningar för svenska förhållanden anger att K, Ca och Mg sannolikt måste återföras även då endast stamskörd är aktuell. Då röjningsvolymen, eller grenar och toppar tas ut, förstärks behovet av askåterförsel och även kväveuttaget måste kompenseras enligt uppskattningar för hybridasp. Det finns möjligheter att reducera närings-

uttaget genom att, dels skörda vintertid då inga näringsrika blad tas ut, dels välja snabbväxande kloner som lagrar små mängder näring i stam och grenar. En studie genomfördes för att belysa eventuella klonskillnader i näringsinnehåll i den vedartade biomassan. Signifikanta skillnader påträffades mellan kloner, men skillnaderna var relativt små och askåterföring blir fortsatt en aktuell åtgärd vid helträdsutnyttjande av hybridasp.

Måluppfyllelse

ALLMÄNT

Projektets verksamhet har till större delen inriktats mot de biologiska frågeställningarna (se Publicering nedan). Arbetet kan i stort sägas ha följt uppgjorda planer. Efter en inledande period som dominerades av datainsamling samt etablering av provytor med olika skötselalternativ (Rytter et al., 2000; Rytter, 2000), kom projektet under senare år in i en fas där bearbetning och avrapportering intensifierades. Publicering sker genom såväl populärvetenskapliga kanaler (t.ex. Palmér, 2001a, 2001b; Rytter et al. 2002; Hugosson et al., 2004), som i vetenskapliga fora (Yu et al., 2001; Stener, 2002; Rytter, 2002; Rytter & Stener, 2003, 2005; Stener & Karlsson, 2004). För att utföra studier om röjningsekonomi, klonskillnader i tillväxt och näringsinnehåll, samt markanalys har samarbete etablerats med andra aktörer inom Skogforsk och på SLU. Inledande studier av teknisk natur har också utförts tillsammans med andra forskargrupper inom Skogforsk. Under 1999 genomfördes en studie där en drivare försedd med ett ackumulerande fälldon röjde lövskogsbestånd i södra Sverige (Eriksson & Rytter, 1999, 2000). Studien visade att metoden är ett ekonomiskt alternativ i täta röjningsbestånd och torde kunna anpassas till rotskottsfröyngade hybridaspbestånd.

Arbetet med att mäta tillväxt och skottuppslag har pågått under hela projektiden och avrapporterats. Samtidigt har en utvärdering av tillväxtskillnader i de olika behandlingsalternativen genomförts. När det gäller näringsuttag har information inhämtats från såväl ordinära bestånd som från rotskottuppslag. Dessutom har genetiska skillnader i näringsupplagring påvisats. Dessa uppgifter kan utnyttjas vid biobränsleuttag. Vi hoppas också på möjlighet att genomföra den planerade studien av skördeintervallens betydelse för odlingens uthålliga produktion. Ett försök med syftet att inhämta kunskap om problematiken har anlagts och etablerats under projektets gång.

Avslutningsvis har en sammanställning över produktionspotentialen hos våra snabbväxande lövträd utförts, där möjligheter till virkes- och biomassauttag liksom konsekvenserna av uttag diskuteras.

Publicering

Följande arbeten med direkt anknytning till projektet har publicerats:

- 1) Rytter, L., Werner, M. & Stener, L.-G. 2000. Utnyttjande av hybridasp för att kombinera produktion av biomassa med högkvalitativt gagnvirke. Slutrapport för projekt P8440 för perioden 1997–2000. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 460, Uppsala, 30 s.
- 2) Rytter, L. 2000. Effect of protection tubes on browsing damage in a plantation of hybrid aspen. Report to Nortène Technologies, Lille, France. Stencil, 4 s.
- 3) Palmér, C. H. 2001a. Hybridasp – stamved och bioenergi på en gång? Skogforsk-Nytt Nr 1/2001, Uppsala, s. 8.
- 4) Palmér, C. H. 2001b. Hybrid aspen – dual production of roundwood and energy wood? Skogforsk News Nr 1/2001, Uppsala, s. 3.
- 5) Yu, Q., Pulkkinen, P., Rautio, M., Haapanen, M., Alén, R., Stener, L.G., Beuker, E. & Tigerstedt, P.M.A. 2001. Genetic control of wood physicochemical properties, growth, and phenology in hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1348–1356.
- 6) Stener, L.-G. 2002. Hybrid aspen improvement in Sweden during the period 1939–2000. In: *Aspen in Papermaking* (eds. Pulkkinen, P.; Tigerstedt, P.M.A. & Viirros, R.), University of Helsinki, Dept. of Applied Biology, Publications 5, pp. 9–13.
- 7) Rytter, L. 2002. Nutrient content in stems of hybrid aspen as affected by tree age and tree size, and nutrient removal with harvest. *Biomass & Bioenergy* 23: 13–25.
- 8) Rytter, L., Stener, L.-G. & Werner, M. 2002. Med fokus på ekonomi. Hybridasp – ett lönsamt alternativ som passar i det nya skogsbruket. Skogforsk, Resultat Nr 10, Uppsala 4 s.
- 9) Stener, L.-G. & Stenlid, J. 2002. Metodtest av hybridaspkloners resistens mot Hypoxylonkräfta. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 517, Uppsala, 17 s.
- 10) Rytter, L. & Stener, L.-G. 2003. Clonal variation in nutrient content in woody biomass of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.). *Silva Fennica* 37: 313–324.
- 11) Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2003. Förädling av hybridasp i Sverige. Föreningen Skogsträdsförädling, Årsbok 2002, Uppsala, s. 7–13.
- 12) Rytter, L., Stener, L.-G. & Werner, M. 2003. Hybridasp för kombinerad produktion av biomassa och gagnvirke. Slutrapport för Energimyndighetens projekt P12705. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 543, Uppsala, 23 s.

- 13) Stener, L.-G. 2003. Hybridasp – en riktig snabbväxare. *Lustgården* 2003: 11–16.
- 14) Hugosson, T. 2004. Hybridasp på åkermark – hur gick det? SLU, Inst. f. bioenergi, Examensarbeten Nr 5 2004, Uppsala, 62 s.
- 15) Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx. by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–26.
- 16) Rytter, L. & Stener, L.-G. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry* (Inpress).
- 17) Rytter, L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag. Syntesrapport till Energimyndigheten. Skogforsk, Redogörelse (under tryckning).
- 18) Hugosson, T., Rytter, L. & Werner, M. 2004. Åkerplanteringar med hybridasp har klarat sig bra! Skogforsk, Resultat Nr 14, Uppsala, 4 s.
- För att få fullständig information om projektet hänvisar vi till ovan uppräknade arbeten. Tillsammans med slutrapporten ger dessa en helhetsbild av projektarbetet sedan starten 1997.

OMNÄMNANDE I PRESSEN

En viktig del i att sprida information om projektet och dess resultat är att delta i fackpress och dagspress. Under projektets gång har flera facktidningar skrivit om hybridasp och om den kunskap som genererats i projektet. Följande artiklar har vi kännedom om:

Land Skog 13 nov 2002: Hybridasp alternativ när EU-trädan upphör, internet (Carina S:son Wigren).

Nordisk Träteknik (NTT) 20 sep 2002: Ny användning för hybridasp (Karin Lepikko).

PLANTaktuellt Nr 3 2002: Hybridasp lönsammare än gran (notis)

Skog & Forskning Nr 3/2002: Pojkarna Asp skjuter i höjden, s. 30 (Nils Lindstrand).

Skogseko Nr 3, oktober 2002: HYBRID som går på fullgas, s. 2–3 bilagan (Kurt Malmgren).

Vi Skogsägare Nr 5/02: Full fart rakt upp i himlen, s. 30–31 (Pär Fornling).

I dagspressen har kortare artiklar eller notiser förekommit i bl.a. följande tidningar: Bergslagsposten–Bergslagens Tidning, Blekinge Läns Tidning, Gefle Dagblad, Hudiksvalls Tidning, Katrineholms-Kuriren, Norrköpings Tidningar, Skövde Nyheter, Sundsvalls Tidning, Sydsvenska Dagbladet, Trelleborgs Allehanda, Upsala Nya

Tidning, Västerbottens-Kuriren och Örnsköldsviks Allehanda. Dessutom omnämndes hybridaspprojektet i Dagens Eko den 11e november 2002.

Referenser

- Almgren, G. 1990. Lövskog, björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen, Jönköping, 261 s.
- Bergkvist, I. & Glöde, D. 2004. Stråkröjning – en metod med stor potential. Skogforsk, Resultat Nr 3 2004, Uppsala, 4 s.
- 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.
- Egnell, G., Nohrstedt, H.-Ö., Weslien, J., Westling, O. & Örlander, G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. National Board of Forestry, Rapport 1/98, Jönköping, Sweden, 170 pp.
- Elfving, B. 1986a. Odlingvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsverige. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5186: 30–41.
- Elfving, B. 1986b. Ett försök med åkerplantering av hybridasp och gran nära Sundsvall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5186: 42–45.
- 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 s.
- Eriksson, P. & Rytter, L. 2000. Bränsleuttag med drivare – ett alternativ till sen röjning i lövbestånd. Skogforsk, Resultat 4/2000, Uppsala, 4 s.
- Hansson, P. 1989. Rotskottföryngring av hybridasp. SLU, Inst f skogsskötsel, Examensarbete i ämnet skogsskötsel 1989–1, Umeå, 41 s.
- Hofmann-Schielle, C., Jug, A., Makeschin, F. & Rehfuess, K.E. 1999. Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. *Forest Ecology and Management* 121: 41–55.
- Hugosson, T. 2004. Hybridasp på åkermark – hur gick det? SLU, Inst. f. bioenergi, Examensarbeten Nr 5 2004, Uppsala, 62 s.
- Hugosson, T., Rytter, L. & Werner, M. 2004. Åkerplanteringar med hybridasp har klarat sig bra! Skogforsk, Resultat Nr 14, Uppsala, 4 s.
- 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.

- 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 s.
- Karlsson, K. & Holm, S. 2002. Industrial aspen plantations in Finland. In: *Aspen in Papermaking* (eds. Pulkkinen, P., Tigerstedt, P.M.A. & Viirros, R.), pp. 5–8. Univ. Helsinki, Dept. Applied Biology, Publications No 5.
- Laipio, M. 1997. Galerie fine starts a renaissance in aspen use. *Finnish Business Report* 6–97: 26–27.
- Larsson, S. 2001. Förädling av *Salix*. *Sveriges Utsädesförenings Tidskrift* 111: 91–97.
- Ledin, S. 1996. Willow wood properties, production and economy. *Biomass & Bioenergy* 11: 75–83.
- Li, B., Wyckoff, G. W. & Einspahr, D. W. 1993. Hybrid aspen performance and genetic gains. *Northern Journal of Applied Forestry* 10: 117–122.
- Melchior, G.H. & Seitz, F.W. 1966. Einige Ergebnisse bei Testanbauten mit Aspenhybriden. *Silvae Genetica* 15: 127–133.
- Miljödepartementet. 2000. Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier. Regeringens proposition 2000/01:130. Regeringskansliet, Stockholm, 255 s.
- Palmér, C. H. 2001a. Hybridasp – stamved och bioenergi på en gång? Skogforsk-Nytt Nr 1/2001, Uppsala, s. 8.
- Palmér, C. H. 2001b. Hybrid aspen – dual production of roundwood and energy wood? Skogforsk News Nr 1/2001, Uppsala, s. 3.
- PEFC Sweden. 2002. System for certification of forest operations and wood supply. Pan European Forest Certification, Revised Swedish Technical Document, 30 May 2002. Swedish PEFC Board, Stockholm, 18 pp.
- Rytter, L. 1998. Löv- och lövblandbestånd – ekologi och skötsel. Skogforsk, Redogörelse nr 8/1998, Uppsala, 62 s.
- Rytter, L. 2000. Effect of protection tubes on browsing damage in a plantation of hybrid aspen. Report to Nortène Technologies, Lille, France. Stencil, 4 s.
- Rytter, L., Werner, M. & Stener, L.-G. 2000. Utnyttjande av hybridasp för att kombinera produktion av biomassa med högkvalitativt gagnvirke. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 460, Uppsala, 30 s.
- Rytter, L. 2002. Nutrient content in stems of hybrid aspen as affected by tree age and tree size, and nutrient removal with harvest. *Biomass & Bioenergy* 23: 13–25.
- Rytter, L., Stener, L.-G. & Werner, M. 2002. Med fokus på ekonomi. Hybridasp – ett lönsamt alternativ som passar i det nya skogsbruket. Skogforsk, Resultat Nr 10, Uppsala 4 pp.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2003. Clonal variation in nutrient content in woody biomass of hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.). *Silva Fennica* 37: 313–324.
- Rytter, L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag. Syntesrapport till Energimyndigheten. Skogforsk, Redogörelse (under tryckning).

- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry* (Inpress).
- Steineck, F. 2003. Tidig gallring i eftersatta lövbestånd med ackumulerande energiskördare. Sydved Energileveranser, distrikt Syd, Vittsjö, 10 s.
- Stener, L.-G. 1998. Analys av fiberegenskaper för kloner av hybridasp. Skogforsk, Arbetsrapport nr 387, Uppsala, 11 s.
- Stener, L.-G. 2002. Hybrid aspen improvement in Sweden during the period 1939–2000. In: *Aspen in Papermaking* (eds. Pulkkinen, P., Tigerstedt, P.M.A. & Viirros, R.), pp. 9–13. Univ. Helsinki, Dept. Applied Biology, Publications No 5.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2003. Förädling av hybridasp i Sverige. Föreningen Skogsträdsförädling, Årsbok 2002, Uppsala, s. 7–13.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx. by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–26.
- Stiell, W. M. & Berry, A.B. 1986. Productivity of short-rotation aspen stands. *Forestry Chronicle* 2/86: 10–15.
- Swedish FSC-Council. 1998. Swedish FSC standard for forest certification. Forest Stewardship Council, Uppsala, 37 pp.
- Willebrand, E., Ledin, S. & Verwijst, T. 1993. Willow coppice systems in short rotation forestry: effects of plant spacing, rotation length and clonal composition on biomass production. *Biomass & Bioenergy* 4: 323–331.
- Yu, Q., Pulkkinen, P., Rautio, M., Haapanen, M., Alén, R., Stener, L.-G., Beuker, E. & Tigerstedt, P. M. A. 2001. Genetic control of wood physicochemical properties, growth, and phenology in hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1348–1356.

Bilaga 1

Beståndsdata för de olika behandlingalternativen 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 = stamantal per hektar; U_G = volymuttag i gallring i $m^3 sk ha^{-1}$.

Lokal	År	Ålder (år)	Behandl (1-3)	Gallr (f/e)	H_A (m)	D_G (cm)	G (m^2/ha)	V ($m^3 sk/ha$)	T_M ($m^3 sk/ha/år$)	T_L ($m^3 sk/ha/år$)	N (st/ha)	U_G ($m^3 sk/ha$)
Braxstad	1995	9	2	-	4,2	3,4	1,3	4	0,5	-	1 439	
	1999	13	2	-	9,0	7,8	6,8	33	2,6	7,2	1 421	
	2001	15	2	-	11,4	10,0	11,1	65	4,3	15,7	1 409	
Bulstofta	1988	4	1	-	3,7	2,6	1,3	-	-	-	2 417	
	1991	7	1	e	8,0	7,7	5,5	23	3,2		1 183	
	1994	10	1	-	10,7	11,6	12,4	64	6,4	13,8	1 183	
	1997	13	1	-	14,6	15,6	22,6	152	11,7	29,4	1 183	
	1999	15	1	-	16,8	17,8	29,4	225	15,0	36,3	1 183	
	2000	16	1	-	17,9	19,0	33,5	273	17,1	48,2	1 183	
	2001	17	1	-	18,6	20,0	37,2	313	18,4	39,9	1 183	
Bulstofta	2002	18	1	-	20,4	20,8	40,2	368	20,5	55,6	1 183	
	1988	4	2	-	3,8	2,6	1,2				2 357	
	1991	7	2	e	8,6	7,9	5,6	25	3,5		1 146	
	1994	10	2	f	12,1	12,0	13,0	75	7,5	16,7	1 146	15
	1994	10	2	e	12,1	12,0	10,4	60	-	-	909	
	1997	13	2	-	16,2	16,6	19,6	144	12,2	28,0	909	
	1999	15	2	f	18,5	18,4	24,2	200	14,3	28,2	909	41
	1999	15	2	e	18,6	18,8	19,2	159	-	-	689	
	2000	16	2	-	19,8	20,2	22,1	193	15,6	34,4	689	
	2001	17	2	-	20,5	21,4	24,8	226	16,6	33,4	689	
Bulstofta	2002	18	2	-	21,3	22,4	27,0	254	17,3	27,9	689	
	1988	4	3	-	3,8	2,7	1,3				2 243	
	1991	7	3	e	8,9	8,4	6,2	28	4,0		1 130	
	1994	10	3	f	12,7	12,7	14,2	86	8,6	19,1	1 130	33
	1994	10	3	e	12,7	12,7	8,7	53	-	-	688	
	1997	13	3	-	17,0	17,6	16,8	130	12,5	25,7	688	
	1999	15	3	f	19,3	20,0	21,5	187	14,7	28,6	688	8
	1999	15	3	e	19,4	20,2	20,6	179	-	-	646	
	2000	16	3	-	20,5	21,5	23,5	216	16,0	36,6	646	
	2001	17	3	f	21,3	22,8	26,4	249	17,1	33,6	646	71
Ekebo, demo	2001	17	3	e	21,7	23,5	18,7	179	-	-	431	
	2002	18	3	-	23,0	24,6	20,5	207	17,7	28,4	431	
	1997	9	2	-	10,2	10,7	13,7	69	7,7		1 509	
	1999	11	2	f	13,8	13,7	22,3	146	13,3	38,4	1 503	62
	1999	11	2	e	14,1	14,4	12,6	83	-	-	776	
	2000	12	2	-	15,1	15,9	15,3	107	14,1	23,8	776	
	2001	13	2	-	15,7	17,3	18,2	132	14,9	24,4	776	
2002	14	2	-	17,3	18,6	21,1	166	16,3	34,2	776		
Ekebo, klon	1992	4	2	-	2,6	-	-	-	-	-	1222	
	1997	9	2	-	9,9	10,2	10,0	49	5,5	-	1222	
	1999	11	2	f	12,9	13,2	16,7	103	9,3	26,8	1222	28
	1999	11	2	e	13,5	14,1	11,9	75	-	-	766	
	2000	12	2	-	15,1	15,8	15,1	104	11,0	29,5	766	
	2002	14	2	-	17,4	18,6	20,8	164	13,7	29,9	766	

Bilaga 1, forts.

Lokal	År	Ålder (år)	Behandl (1–3)	Gallr (f/e)	H _A (m)	D _G (cm)	G (m ² /ha)	V (m ³ sk/ha)	T _M (m ³ sk/ha/år)	T _L (m ³ sk/ha/år)	N (st/ha)	U _G (m ³ sk/ha)
Helenedal	1996	9	1	–	9,5	9,5	9,0	43	4,7	–	1 272	
	1997	10	1	–	10,9	10,8	11,7	62	6,2	19,0	1 272	
	1998	11	1	–	11,8	12,2	15,1	85	7,8	23,9	1 297	
	1999	12	1	f	13,1	13,3	17,8	110	9,2	24,8	1 284	1
	1999	12	1	e	13,1	13,4	17,5	109	–	–	1 240	
	2000	13	1	–	14,3	14,7	21,0	142	11,0	33,1	1 240	
	2002	15	1	–	17,4	16,1	25,3	205	13,8	31,7	1 240	
2003	16	1	–	18,0	17,0	27,7	232	14,6	26,4	1 229		
Helenedal	1996	9	2	–	9,7	9,6	9,2	46	5,1	–	1 269	
	1997	10	2	–	11,5	10,9	11,8	67	6,7	21,8	1 269	
	1998	11	2	f	12,1	12,2	15,0	88	8,0	20,8	1 282	22
	1998	11	2	e	12,5	12,7	11,3	66	–	–	900	
	1999	12	2	f	14,0	14,1	14,0	91	9,4	24,8	900	4
	1999	12	2	e	14,0	14,1	13,7	87	–	–	875	
	2000	13	2	–	15,3	15,5	16,5	116	10,9	28,8	875	
	2002	15	2	–	18,1	17,5	20,9	172	13,2	28,0	875	
2003	16	2	–	19,0	18,6	23,7	203	14,3	30,7	875		
Helenedal	1996	9	3	–	10,2	10,0	9,8	49	5,5	–	1 223	
	1997	10	3	f	11,4	11,2	12,1	67	6,7	17,8	1 223	26
	1997	10	3	e	11,4	11,2	7,3	41	–	–	745	
	1998	11	3	f	12,3	12,7	9,5	56	7,5	15,1	745	2
	1998	11	3	e	12,6	13,2	9,2	54	–	–	670	
	1999	12	3	f	14,3	14,5	10,9	73	8,4	18,7	660	
	2000	13	3	–	15,6	16,3	13,8	99	9,8	26,6	660	
	2002	15	3	–	18,4	18,6	18,0	151	12,0	25,9	660	
2003	16	3	–	19,4	19,7	20,1	177	12,8	26,1	660		
Hyby	1997	5	2	–	5,0	3,9	1,3	4	0,9	–	1 126	
	1998	6	2	–	6,7	6,2	3,4	12	2,1	7,9	1 122	
	1999	7	2	–	8,9	8,1	5,8	27	3,8	14,2	1 132	
	2000	8	2	–	10,4	10,2	9,3	48	6,0	21,2	1 136	
Ingelstad	1996	11	2	f	13,6	12,0	12,7	83	7,5	–	1 110	19
	1996	11	2	e	13,8	12,3	9,7	64	–	–	815	
	1998	13	2	–	15,7	14,2	13,0	96	8,9	16,1	815	
	1999	14	2	–	17,0	15,0	14,4	115	9,6	18,8	808	
	2000	15	2	f	17,9	15,7	15,8	133	10,1	18,2	808	29
	2000	15	2	e	18,6	16,6	11,9	104	–	–	548	
	2001	16	2	–	19,9	17,8	13,6	126	10,9	22,1	545	
	2002	17	2	–	21,3	18,8	14,9	147	12,2	21,0	535	
Ingelstad	1996	11	3	f	13,8	12,2	13,9	91	8,3	–	1 194	40
	1996	11	3	e	13,9	12,3	7,8	51	–	–	658	
	1998	13	3	–	15,4	14,8	11,4	81	9,4	15,2	665	
	1999	14	3	–	16,7	15,9	13,1	101	10,1	19,8	665	
	2000	15	3	f	18,1	17,0	15,0	124	11,0	22,9	658	32
	2000	15	3	e	18,7	18,2	10,8	92	–	–	414	
	2001	16	3	–	20,0	19,8	12,6	113	11,6	20,9	407	
2002	17	3	–	21,1	21,2	14,5	137	13,1	24,5	411		
Kavlås 1158	1992	4	3	–	2,0	–	–	–	–	–	1 330	
	1997	9	3	–	9,5	8,6	7,7	38	4,3	–	1 325	
	1999	11	3	f	–	11,3	13,3	–	–	–	1 325	14
	1999	11	3	e	–	12,0	10,5	–	–	–	930	
	2001	13	3	–	16,9	15,4	17,3	135	11,4	27,6	930	
Kavlås 1161	1992	4	3	–	2,2	–	–	–	–	–	1 500	
	1997	9	3	–	10,0	9,0	9,5	48	5,4	–	1 497	
	1999	11	3	f	–	–	–	–	–	–	1 497	17
	1999	11	3	e	–	–	–	–	–	–	997	
	2001	13	3	–	16,4	15,7	19,3	144	12,4	28,2	997	

Bilaga 1, forts.

Lokal	År	Ålder (år)	Behandl (1-3)	Gallr (f/e)	H _A (m)	D _G (cm)	G (m ² /ha)	V (m ³ sk/ha)	T _M (m ³ sk/ha/år)	T _L (m ³ sk/ha/år)	N (st/ha)	U _G (m ³ sk/ha)
Lönnstorp	1995	9	1	-	6,5	6,2	4,1	16	1,7	-	1 355	
	1999	13	1	-	12,7	12,5	16,5	102	7,8	21,5	1 352	
	2000	14	1	f	-	-	-	-	-	-	1 352	4
	2000	14	1	e	-	-	-	-	-	-	1 319	
	2001	15	1	-	15,0	15,1	23,6	169	11,5	35,5	1 319	
Lönnstorp	1995	9	2	-	6,7	6,4	4,6	17	1,9	-	1 438	
	1999	13	2	-	12,8	12,4	17,3	107	8,2	22,5	1 433	
	2000	14	2	f	-	-	-	-	-	-	1 433	55
	2000	14	2	e	-	-	-	-	-	-	791	
	2001	15	2	-	16,0	16,8	17,5	128	12,2	37,9	791	
Sofielund	1998	9	2	-	7,4	7,2	5,1	21	2,3	-	1 263	
	2001	12	2	-	12,1	12,3	14,9	87	7,3	22,1	1 257	
Trolleholm	1998	9	2	-	9,8	8,2	12,8	67	7,4	-	2 426	
	1999	10	2	f	-	-	-	-	-	-	2 425	25
	1999	10	2	e	-	-	-	-	-	-	1 225	
	2001	12	2	-	16,1	14,4	20,0	148	14,4	35,5	1 225	
Ättersta	1996	7	2	-	6,3	5,2	2,9	11	1,6	-	1 368	
	1999	10	2	f	11,9	9,9	10,5	62	6,2	25,6	1 366	17
	1999	10	2	e	12,5	10,7	7,4	45	-	-	827	
	2001	12	2	-	15,2	14,0	12,7	89	8,9	22,1	827	

Bilaga 2

Beståndsdata för de olika behandlingalternativen 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 (år)	Behandl (1-3)	Gallr (f/e)	H_A (m)	D_G (cm)	G (m^2/ha)	V ($m^3 sk/ha$)	T_M ($m^3 sk/ha/år$)	T_L ($m^3 sk/ha/år$)	N (st/ha)	U_G ($m^3 sk/ha$)
Dimbo	1996	6	1	-	10,1	7,2	9,4	50	8,3	-	2 281	
	1997	7	1	-	12,1	8,1	11,7	72	10,3	22,4	2 281	
	1998	8	1	-	12,9	9,1	14,9	97	12,1	24,5	2 281	
	1999	9	1	-	14,0	9,8	17,3	120	13,3	23,1	2 281	
	2000	10	1	-	14,9	10,9	21,4	156	15,6	35,9	2 281	
	2002	12	1	-	16,5	11,9	25,4	204	17,0	24,2	2 262	
Dimbo	1996	6	2	-	10,0	7,2	9,4	49	8,2	-	2 314	
	1997	7	2	f	12,0	8,0	11,7	72	10,3	22,7	2 314	18
	1997	7	2	e	12,6	8,6	8,8	54	-	-	1 492	
	1998	8	2	-	13,3	9,9	11,4	74	11,5	19,5	1 492	
	1999	9	2	-	14,9	10,9	13,8	98	12,8	24,0	1 487	
	2000	10	2	f	15,7	12,2	17,3	127	14,5	29,2	1 476	33
	2000	10	2	e	16,0	12,8	12,7	94	-	-	990	
	2002	12	2	-	18,3	14,7	16,8	139	15,8	22,5	989	
Dimbo	1996	6	3	-	9,8	6,9	9,3	49	8,1	-	2 440	
	1997	7	3	f	11,7	7,7	11,5	70	10,1	21,6	2 440	33
	1997	7	3	e	12,6	8,7	5,9	37	-	-	994	
	1998	8	3	-	13,4	10,0	7,7	50	10,5	13,5	989	
	1999	9	3	-	15,1	11,3	9,9	70	11,6	20,3	989	
	2000	10	3	-	15,8	12,8	12,8	94	12,8	23,8	989	
	2002	12	3	-	18,3	14,8	17,0	142	14,6	23,9	989	
Ramsås	1997	2	2	f	2,5	1,0	9,7	30	15,0	15,0	106 659	14
	1997	2	2	e	3,3	1,6	4,3	16	-	-	20 047	
	1999	4	2	f	5,5	2,7	10,5	54	17,1	19,3	18 328	43
	1999	4	2	e	6,7	3,7	2,4	11	-	-	2 201	
	2000	5	2	-	7,4	5,1	4,4	20	15,4	8,2	2 169	
	2001	6	2	-	9,4	6,4	7,2	36	15,6	16,6	2 169	
	2002	7	2	-	11,2	7,5	9,6	56	16,2	20,1	2 169	
Ramsås	1997	2	3	f	2,5	1,1	5,5	17	8,3	8,3	61 523	9
	1997	2	3	e	3,0	1,5	2,3	8	-	-	12 752	
	1999	4	3	f	5,7	2,9	8,3	38	11,6	14,9	12 512	32
	1999	4	3	e	6,5	3,7	1,3	6	-	-	1 226	
	2000	5	3	-	7,1	5,3	2,8	11	10,3	5,3	1 258	
	2001	6	3	-	9,3	6,8	4,4	21	10,3	10,0	1 195	
	2002	7	3	-	11,1	8,3	6,5	36	10,9	14,9	1 195	

