

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 706 2010



Övre bilden: Avverkat bestånd i Snogeholm (foto: Frosten Nilsson).

Nedre bilden: Rotskottsförnygrat bestånd i Dimbo vid Hjälmaren (foto: Lars Rytter).

Uthållig produktion av hybridasp efter skörd SLUTRAPPORT 2010 FÖR ENERGIMYNDIGHETENS PROJEKT 30346

Lars Rytter och Lars-Göran Stener

Ämnesord: Biomassaproduktion, hybridasp, naturlig föryngring,
näringsämnen i mark och vedbiomassa, *Populus tremula* × *P. tremuloides*, rotskott

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

Skogforsk skall tillföra svenskt skogsbruk tillämpbara kunskaper, tjänster och produkter som bidrar till ett lönsamt, hållbart bruk av skogen, så att näringens konkurrenskraft stärks och viktiga samhällsmål uppnås. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar 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.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Innehåll

Sammanfattning	2
Bakgrund	3
Mål.....	4
Sektorsrelevans.....	4
Försökslokaler	5
Jordkull	5
Maltesholm	7
Snogeholm	8
Mätningar och analyser	10
Startbestånd	10
Markanalyser.....	10
Inmätning.....	10
Näringsanalys av träd	11
Tidsplan	11
Resultat	13
Startbestånden.....	13
Rotskottbestånden.....	14
Jordkull.....	14
Maltesholm	16
Snogeholm	17
Diskussion.....	20
Måluppfyllelse.....	22
Erkännanden	22
Referenser	23

Sammanfattning

Hybridasp är ett trädslag som är högtintressant för de framtida satsningarna på ökad skogsproduktion och ersättning av olja med förnyelsebara energialternativ. Vi börjar få relativt god kännedom om produktionen i första generationens planterade hybridaspbestånd, men återbeskogningen efter avverkning och uthålligheten vid upprepad skörd är mindre känd och behöver utredas. Projektets mål är att för rotskottföryngrade hybridaspbestånd undersöka:

- 1) produktionsnivån och skördeuttag,
- 2) näringsuttag och markförändringar,
- 3) uthållighet i produktion vid varierande skördeintervall, samt
- 4) ekonomin vid biobränsleinriktad odling. Projektet är långsiktigt och för närvarande finns inledande resultat för målen 1 och 2.

Tre försökslokaler på tidigare åkermark i Skåne ingår i projektet. I samband med projektstart avverkades de planterade bestånden. Utifrån de näringsanalyser som gjordes blir borttransporten av kväve ungefär 300 kg ha^{-1} då $75 \text{ ton TS biomassa ha}^{-1}$ skördas. Näringsanalyserna utfördes på stamtrissor från olika nivåer och avslöjade tydligt att näringsuttaget per enhet torrsbstans ökar ju högre upp i trädet man kommer. Med andra ord kommer biobränsledelen vid avverkning av större träd att innehålla mer näring per skördad volym- eller viktenhet än de ordinarie sortimenten med massaved och sågvirke. Näringsanalyserna avslöjade också att grenarna innehöll ungefär lika mycket näring som stamdelen. Detta berodde bl.a. på att förbanden var relativt glesa ($\sim 1 \text{ } 100 \text{ stammar ha}^{-1}$) och att två av bestånden avverkades i förtid vid 11–12 års ålder innan full beståndsslutenhet uppnått. I samband med avverkning av de planterade bestånden togs markprover för att erhålla initiala värden på växttillgängliga makronäringsämnen (N, P, K, Ca, Mg, S) samt pH-nivå.

En viktig egenskap vid plantageskogsbruk är att återväxten sker snabbt. I de tre bestånden var uppslaget $50 \text{ } 000\text{--}100 \text{ } 000 \text{ rotskott ha}^{-1}$ 1–2 år efter avverkning. Det borgar för en tillfredsställande inledande tillväxt. De olika bestånden har kommit olika långt, d.v.s. har olika ålder efter avverkning. Mätningarna hittills visar på att en medeltillväxt på ca $9 \text{ ton TS ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ kan nås efter ca fyra år vid goda markförhållanden. Detta motsvarar drygt $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. Bestånden visade varierande inledande tillväxt, bl.a. beroende på planteringsförband och markförhållanden, där ett av bestånden hade en medeltillväxt på 2,2 och 4,6 $\text{ton TS ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ efter ett respektive två år, medan de andra producerade motsvarande 6,0 och 7,6 $\text{ton ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$.

I det bestånd som vuxit längst, åtta år, finns möjlighet att jämföra olika skötselåtgärders inverkan på produktionen. Mätningarna avslöjar att oröjda beståndsdelar inte givit någon signifikant högre uttagbar produktion än stråkröjning (skörd av 2 m breda korridorer och lämnande av 1 m breda remsor). Efter åtta år var medeltillväxten 9,5 jämfört med 10,3 $\text{ton TS ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$. I det oröjda behandlingsalternativet har självgallringen varit betydande, vilket avslöjas av att stamantalet minskat från 71 000 vid två års ålder till 32 000 stammar ha^{-1} vid åtta års ålder.

Studierna hittills har visat att tillväxten i första generationen av rotskottföryngrade hybridaspbestånd kan förväntas hamna på samma nivå som hos gödslade *Salix*-odlingar, men mer långsiktiga resultat behövs för att slutgiltigt bedöma nivån och uthålligheten hos hybridasp.

Bakgrund

Användning av ved för uppvärmning har en nästan lika lång historia som mänskligheten själv och var fram till 1800-talet det totalt dominerande sättet. Då skedde en förändring och andra energikällor började användas. Kol följdes av olja som följdes av eluppvärmning, vilken till stor del baserats på kärnkraftsenergi. Emellertid har energianvändningen åter blivit mer riktad mot vedråvara (Oljekommissionen, 2006). Schulz (1993) drar t.ex. slutsatsen att trä och skogsbruk kommer att bli alltmer betydelsefulla, och stödjer sig på ”trefasteorin” som förutsäger att en period, då ved till stor del kunde ersättas av andra material, nu kommer att följas av en period, där råmaterialet trä återigen kommer att ha mycket stor betydelse. För att ytterligare påskynda utvecklingen mot användning av förnyelsebara energikällor har man från politiskt håll satt upp som mål att minska vårt lands oljeberoende. Detta ställer stora krav på de förnyelsebara alternativen.

Oljekommissionens rapport (Oljekommissionen, 2006) anger fem överordnade strategier för att avveckla oljeberoendet, ett av dem är att använda och utveckla energiresurserna från skog och åker. I de långsiktiga strategier som föreslås ingår intensiv odling av lövträd på skogsmark och energilövträd på åkermark.

Nyligen presenterades en utredning, beställd av Jordbruksdepartementet, över möjligheterna till intensivodling av skog på nedlagd jordbruksmark och mark som saknar höga naturvärden i Sverige, den s.k. MINT-utredningen (Larsson m.fl., 2009). Slutsatsen i utredningen är att skogsodling i framtiden kraftigt kan bidra med bioråvara för olika ändamål. Intresset för att öka produktionen av biomassa på ett miljövänligt sätt är sålunda stort i landet.

Hybridasp är ett trädslag som utgör ett starkt alternativ i de framtida satsningarna på ökad produktion och ersättning av olja med förnyelsebara energialternativ. En av hybridaspens fördelar är att odlingen kan styras mot olika slutprodukter, från biobränsleinriktad odling (eg. Rytter, 2006), via konventionell odling med stor massavedsandel (eg. Rytter & Stener, 2005), till produktion av värdefullt sågtimmer (eg. Rytter & Jansson, 2009). Med tanke på den tillväxtpotential som släktet *Populus* besitter (Rytter, 2004), har hybridasp en stor framtida potential som biomassaproducent.

Vi börjar få relativt god kännedom om produktionen i första generationens planterade hybridaspbestånd (t.ex. Rytter, 2004; Stener & Karlsson, 2004; Rytter & Stener, 2005). Däremot har vi begränsade kunskaper om de följande generationerna, som efter slutavverkning startar med ett rotskottsuppslag (Rytter, 2004). Nästa fas i forskningen på hybridasp fokuseras därför på de kommande generationerna. Inledande studier pekar på att det tidigt under omloppstiden finns stora biomassamängder att hämta i rotskottsföryngrade bestånd (Rytter, 2006). Dessa resultat behöver styrkas. Vi behöver också undersöka hur uthållig rotskottproduktionen är och hur skördeintervallen inverkar på tillväxt och vitalitet.

En viktig aspekt vid uttag av stora biomassamängder är hur mycket näringsämnen som förs bort via skörden. Återföring av näring blir på sikt nödvändig och kan t.ex. ske i form av aska eller slam. Inledande studier har visat på betydande uttag av näring, särskilt vid skörd av klenare dimensioner (Rytter, 2002). Detta behöver kartläggas bättre.

Ett slutligt mål för det pågående projektet är att bedöma hybridaspens ekonomiska potential som energigröda, där bl.a. olika skötselmodeller skall belysas.

Mål

Projektets huvudmål är att utvärdera hybridaspens potential som biobränsleproducent och dess roll i den framtida energiförsörjningen. Delmål på vägen är att undersöka:

- produktionsnivå och skördeuttagens storlek hos rotskottföryngrade bestånd,
- näringsuttag i samband med skördeuttag, samt förändringar i markens näringsstatus,
- uthållighet i skottskjutning och produktion efter varierande skördeintervall,
- ekonomin vid odling med inriktning på biobränsleproduktion.

Sektorsrelevans

Hybridasp är ett snabbväxande lövträd på såväl skogs- som åkermark. Den framstår som ett tydligt alternativ i den satsning på snabbväxande trädslag som föreslås av Oljekommissionen (Oljekommissionen, 2006) och passar väl in i det scenario som MINT-rapporten presenterar (Larsson m.fl., 2009), där skogsodling i framtiden kraftigt kan bidra med bioråvara för olika ändamål. De jämförelsevis höga anläggningskostnaderna i samband med plantering av första generationen kompenseras därefter av naturlig föryngring genom rotskottsuppslag i kommande generationer. Detta växtsätt gynnar också möjligheterna att ta ut stora biomassamängder såväl tidigt som senare under omloppstiden. Vår kunskap om tillväxt och vitalitet är god för den första planterade generationen, men betydligt mer bristfällig för kommande skottgenerationer. Det är därför viktigt att inhämta kunskap om tillväxt, vitalitet, uthållighet m.m. hos dessa generationer.

Försökslokaler

Projektet fokuserar på tre olika objekt med hybridasp i södra Sverige. De utgörs av planterade bestånd som avverkats varefter uppslaget av rotskott undersökts och behandlats enligt beskrivning nedan för respektive lokal.

JORDKULL

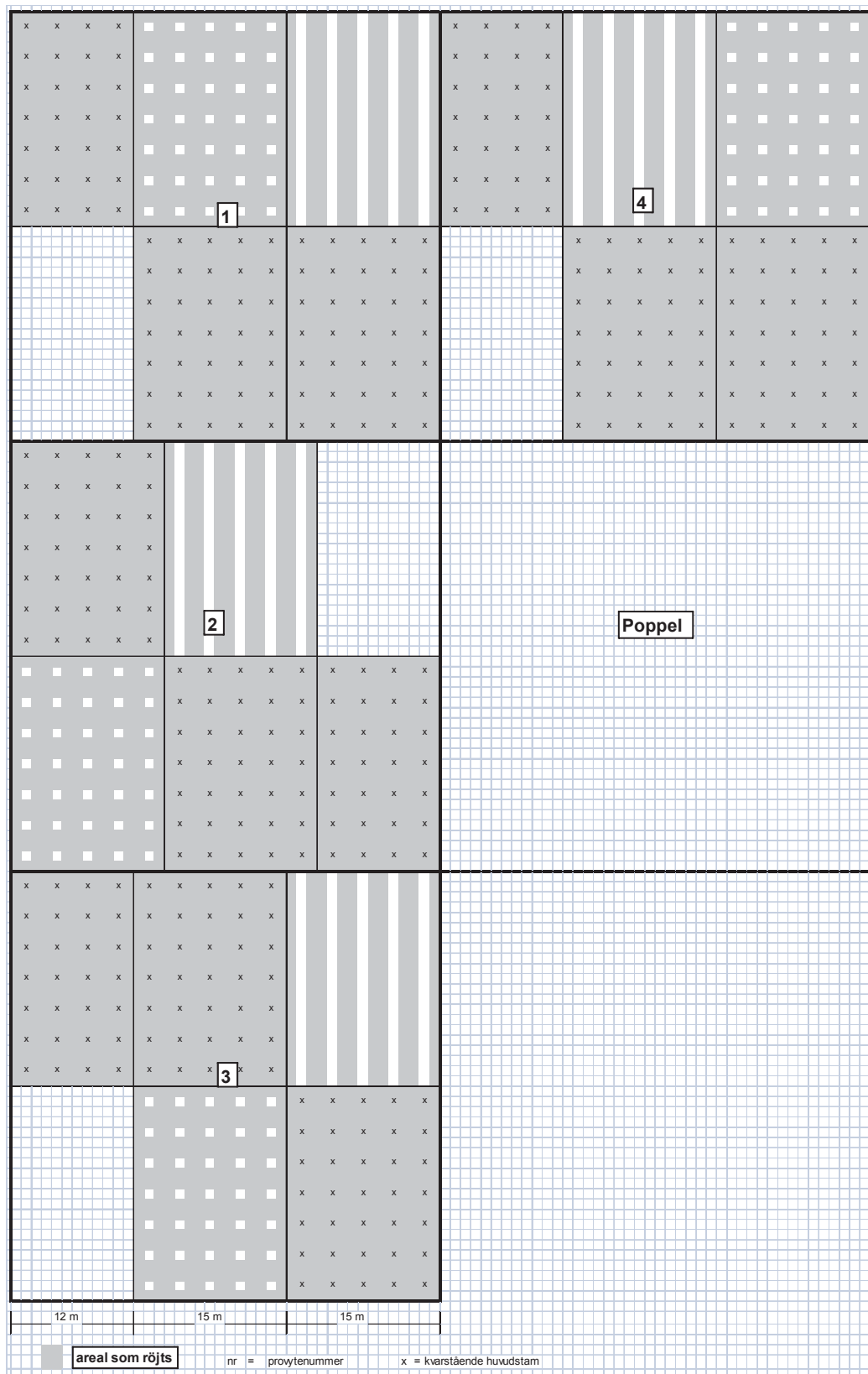
Vintern 2000/2001 avverkades ett 11-årigt planterat bestånd om 0,7 ha (55°59' N, 13°02' Ö, 80 m.ö.h.). Den nyuppkomna rotskottsföryngringen, som växer på tidigare jordbruksmark, delades in i fyra block (= fyra upprepningar per behandlingsalternativ; figur 1) och hägnades i samband med att försöket lades ut två årefter avverkning. Då röjdes beståndet enligt tre alternativ i varje block: 1) stråkröjning i en riktning med 2 m breda röjningsstråk och 1 m breda remsor där skotten behölls (66 % av arealen röjdes), 2) stråkröjning i två riktningar (korsröjning) så att 1 m × 1 m stora partier med skott omgavs av 2 m breda röjda gator runt om (89 % av arealen röjdes), 3) ingen röjning (figur 1). Dessa tre skötselalternativ kommer att mätas fram till 16 års ålder. Efter fyra år friställdes stammar i förbandet 3 m × 3 m på halva arealen för respektive behandlingsalternativ ovan. Dessa halvor används för att studera den tidiga röjningens effekt på huvudstammars utveckling. Denna del ingår inte i projektet, men mätningar kommer att ske parallellt.

Ett viktigt syfte i projektet är att med Jordkull-försöket studera tillväxtdynamiken i rotskottsföryngringen (figur 2) efter inledande röjningsbehandlingar. Studierna omfattar 16 år då avverkning planeras ske, vilket innebär att skördeintervallens inverkan på produktionen inte studeras på denna lokal. Markförändringar studeras inte heller, eftersom ingen biomassa tagits ut (röjningsbiomassan lämnades kvar på ytorna efter röjning) och försöket redan hade påbörjats när projektet startade.

Den uttagbara produktionens liksom skottantalets beroende av röjningsinsatser analyserades statistiskt med proceduren GLM (SAS, 1999), då antalet provytor inte var lika stort för de olika behandlingarna. Följande modell användes:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Där Y_{ij} = observation ij , μ = medelvärde, r_i = fix effekt av behandlingsalternativ 1–3, b_j = fix effekt av block 1–4, och ε_{ij} = slumpmässig felterm för observation ij med förväntat medelvärde 0 och varians σ^2 . Parvisa jämförelser enligt Tukey utfördes i de fall signifikanta skillnader påträffades mellan behandlingar. Signifikansnivån sattes till 5 %.



Figur 1.
 Design för hybridaspförsöket i Jordkull. Försöket består av 3 + 3 behandlingssled i fyra upprepningar. De ursprungliga behandlingarna upprättades två år efter avverkning och var 1) stråkröjning, 2) korsröjning och 3) öröjt. Efter ytterligare två år friställdes huvudstammar i förbandet 3 m x 3 m på halva ytan för respektive ursprungsbehandling. Dessa delar har markerats med x på grå botten. Försöket i Jordkull omfattar även en parcell med hittills öröjd poppel.



Figur 2.
Oröjt försöksled i Jordkull i mars 2007, d.v.s. sex år efter avverkning av första generationens planterade bestånd. Foto: L. Rytter.

MALTESHOLM

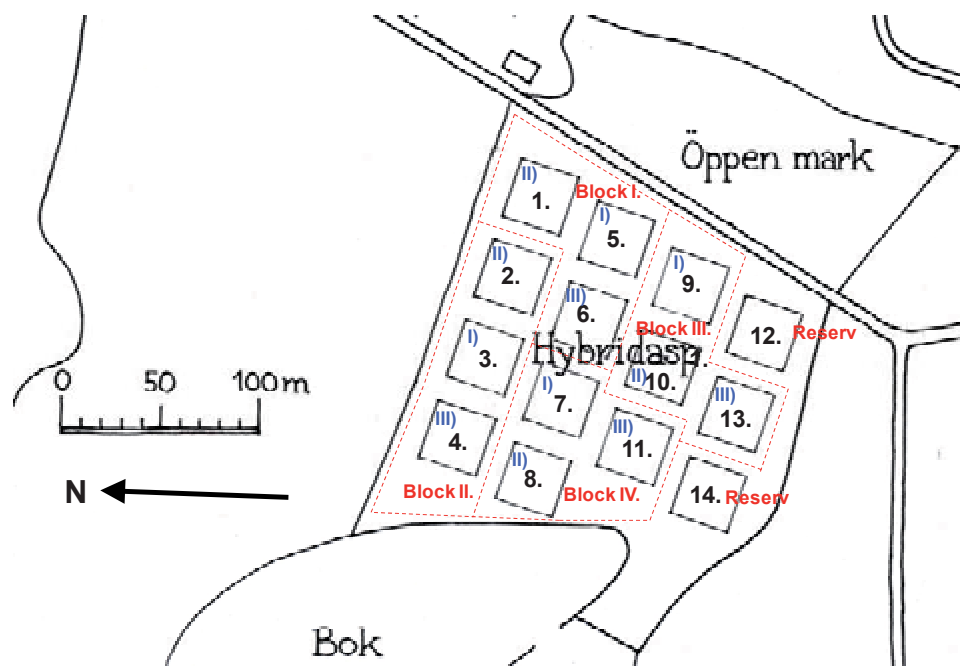
Våren 1987 planterades ett arkiv med 250 hybridaspkloner på en ca 0,5 ha stor åkermarksyta inom ett inhägnat försöksområde vid Maltesholm (55°55' N., 14°00' Ö., 40 m.ö.h.). Varje klon planterades på en yta om 2 rader med 5 plantor i varje rad i förbandet 1,4 m × 1,4 m. Avståndet mellan de klonvisa ytorna var 4,2 m, vilket innebär att det genomsnittliga stamantalet i försöket uppgick till 1 820 ha⁻¹. Klonarkivet avverkades vid 21 års ålder vintern 2006/ 2007 och bestod vintern 2009/2010 av ett tre år gammalt rotskottuppslag (figur 3). Beståndet har delats in i fyra delområden, vilka mäts separat (figur 4). Hela beståndet i Maltesholm kommer att avverkas med åtta års intervall, med en stråkröjning efter fyra år i varje generation. Behandlingen är densamma som i försöksled 2) i Snogeholm (se nedan).



Figur 3.
Rotskottuppslaget i Maltesholm i juni 2009, d.v.s. vid drygt två års ålder. Foto: L. Rytter.



Figur 5.
Den nya rotskottsförnygrade generationen av hybridasp i Snogeholm den 16:e juni 2009.
Den första trädgenerationen avverkades i januari 2009. Foto: L. Rytter.



Figur 6.
Design för hybridaspförsöket i Snogeholm. Försöket består av 14 parceller uppdelade på fyra block och två reserv-
ytor. Inom varje block kommer tre skötselalternativ att testas: I) skörd vart fjärde år; II) skörd vart åttonde år med
en stråkröjning efter fyra år; III) skörd vart 16:e år med stråkröjning och därefter friställning av huvudstammar i
3 m × 3 m förband efter två år.

Mätningar och analyser

STARTBESTÅND

Inmätning av bestånden före avverkning gjordes genom diameterklavning av samtliga träd samt höjdmätning av ungefär vart tionde träd. Höjden för enbart diameterklavade träd skattades med hjälp av regressionsfunktionen $H = a \times D^b$, där H = trädhöjd, D = brösthöjdsdiameter på bark och a , b = konstanter.

Vid inmätningarna i Maltesholm och Snogeholm togs dessutom provträd för att uppskatta trädens torrsvikt och koppla denna till stamvolym (diameter och höjd). Funktionen var $W_t = c(d^2 \times h) + e$, där W_t = trädets torrsvikt, d = brösthöjdsdiametern på bark, h = trädhöjd ovan mark, och c , e = konstanter. I Maltesholm var antalet provträd 15 och i Snogeholm 20. Stamtrissor sågades ut på var tredje meter varefter på laboratoriet en tårtformad stambit sågades ut som volym- och viktbestämde. Före torkning bestämdes friskvikten på stambitarna, som därefter användes för att uppskatta veddensiteten genom att de volymbestämde enligt våtdeplacement-metoden. Den innebär att den friska växt delen stoppas ned i mätglas som delvis fyllts med vatten varpå volymökningen registreras. Stamproverna torkades i 85 °C till konstant vikt (2–3 dagar) innan torrsvikten registrerades.

I både Maltesholm och Snogeholm vägdes även grenbiomassan på åtta respektive tio provträd.

MARKANALYSER

I samband med avverkning i Maltesholm och Snogeholm togs markprover för analys av växttillgängliga näringsämnen samt pH i övre markskiktet. Jordlagret ovan plogsula var i snitt 30 cm på båda lokalerna som delades upp i två lika tjocka lager, där varje lager analyserades för sig.

Markprovernas innehåll av nitrat- och ammoniumkväve extraherades med 2M KCl och mättes därefter med flow injection analysis (FIA).

Uppgifter på de växttillgängliga näringsämnena P, K, Mg och Ca togs fram genom att använda extraktionsmedlet Mehlich III (Mehlich, 1984). Detta tillåter extraktion av alla fyra makronäringsämnena. Mätningarna skedde därefter med ICP-AES. Metoden är utvecklad för jordbruksmark och används ofta i Europa och Nordamerika. Kvalitetssäkring skedde genom samverkan i ett program för provningsjämförelser (WEPAL) med bas i Wageningen, Holland.

Markprovernas pH-värden mättes genom att slamma upp lufttorkad jord i vatten och registrera värdet med pH-elektrod. Metoden beskrivs i standarden SS-ISO 10 390. Kvalitetssäkring gjordes även här via jord från provningsjämförelse arrangerad av WEPAL i Wageningen, Holland.

INMÄTNING

I de rotskotts-föringringar som uppstått efter avverkning har utvecklingen följts genom att inventera cirkelprovytor av storleken 10 m² (radien 1,78 m). På varje behandlingsenhet (parcell) slumpades tre provytor ut. Samtliga skott över brösthöjd (1,3 m) diametermättes och fördelades på levande och döda skott. Höjden mättes på vart femte träd (oskadade träd). Höjden hos de endast diametermätta skotten erhöles för de olika behandlingarna enligt samma princip som för startbeståndet ovan.

Två av behandlingarna utgörs av stråkröjning respektive korskröjning. Där stråkröjning utförts slumpades sex provytor av kvarvarande stråk ut för provtagning på varje parcell. Provytorerna var 3 m långa och 3 m breda, varav 1 m av bredden var bevuxen med hybridasp. Den del som var bevuxen med hybridasp var således 33 % av provytans totala 9 m². I korskröjning slumpades också sex ytor ut per parcell för inmätning. Provytan var även här 9 m², men den av hybridasp bevuxna delen utgjorde här endast 11 % (jfr figur 1).

Vid varje mättillfälle togs dessutom 20–30 provträd från respektive behandling. Provträden användes för att skatta torrvikten och koppla denna till stamvolym (se Startbestånd ovan). Provskotten togs inledningsvis i sin helhet till laboratoriet för analys, men då skotten uppnått en viss storlek (vid fyra års ålder) mättes provskotten noggrant i fält, där även friskvikten bestämdes. Därefter togs exakt 20 mm långa segment av stammen på varannan meter med början i stubbskäret. Provbitarna transporterades därefter vidare till laboratoriet för fortsatt analys.

På laboratoriet registrerades friskvikt av insamlade skott och stamsegment, varpå de torkades i 85 °C till konstant vikt (2–3 dagar) innan torrvikten registrerades. Eftersom inventering och provtagning skett vintertid ingår ingen bladbiomassa. Före torkning användes de friska skotten och stamsegmenten för att uppskatta veddensiteten genom att de volymbestämdes med hjälp av vätdeplacementmetoden enligt ovan.

NÄRINGSANALYS AV TRÄD

De stamdelar som samlades in för vikt- och volymbestämmingar användes i förekommande fall även för analys av innehåll av makronäringsämnen, d.v.s. N, P, K, Ca, Mg, och S.

För att få representativa prov för näringsanalys sågades ett jämt tvärsnitt genom provtrissan. Sågspånen från respektive trissa samlades upp och blandades och från detta togs därefter delprover ut för analys. Det innebär att såväl ved som bark ingår.

Kväve analyserades med gaskromatografi med en elementaranalysator (CarloErba NA 1500, Rodano, Italien; Kirsten & Hesselius, 1983). Övriga makronäringsämnen analyserades med en ICP (inductively coupled plasma) med optisk emissionsspektrometri (ICP-OES, Perkin Elmer, Shelton, CT, USA). Malda prover preparerades med uppslutning i en lösning av koncentrerad HNO₃ och HClO₄, där 2M HNO₃ tillfördes uppslutningen. Lösningen späddes därefter med destillerat vatten före analys.

Tidsplan

En intensiv mät- och provtagningsserie har pågått sedan projektet startade hösten 2006. Fortlöpande mätningar och provtagningar kommer att ske med täta intervall, ofta i samband med biomassauttag, se tabell 1.

Projektet omfattar i sin helhet en period om ca 20 år, varefter en slutlig analys kan genomföras. En god uppfattning om uthållighet och produktionsnivåer erhålls sannolikt redan efter ungefär halva tiden, då två korta och ett medellångt omdrev hunnit studeras, liksom halva det långa skördeintervallet.

Tabell 1.

Projekt "Uthållig produktion av hybridasp efter skörd". Översikt över projektets totala omfattning och verksamhet. Verksamheten har reviderats efter nuvarande läge, där mätningarna i Snogeholm fick lov att senareläggas.

Jordkull			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Generation 2:			
Hösten 2006 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Krona		
Hösten 2008 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Krona		
Hösten 2010 (10 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Krona		
Hösten 2012 (12 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Krona		
Hösten 2014 (14 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Krona		
Hösten 2016 (16 år)	Antal, Höjd, Dia, Krona, Torrsbstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2017 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2018 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Stråkröjning	
Hösten 2020 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2022 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Maltesholm			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Generation 1:			
Hösten 2006 (21 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	För koll av näring tas 10 provträd
Generation 2:			
Hösten 2007 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2008 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2010 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Stråkröjning	Jämförs med fled 2 i Snogeholm
Hösten 2012 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2014 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2015 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2016 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2018 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Stråkröjning	
Hösten 2020 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2022 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	
Snogeholm			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Samtliga försöksled			
Generation 1:			
Hösten 2008 (12 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(träd, mark)	Total skörd	För koll av näring tas 5 provträd per block, dvs tot 20 st
Fled 1: Skörd vart 4:e år. Ingen röjning mellan skördarna.			
Generation 2:			
Hösten 2009 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2010 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2012 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(träd, mark)	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2013 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2014 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2016 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(träd, mark)	Total skörd	
Generation 4:			
Hösten 2017 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2018 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2020 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(mark)	Total skörd	
Generation 5:			
Hösten 2021 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2022 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2024 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(mark)	Total skörd	
Fled 2: Skörd vart 8:e år med stråkröjning efter år 4.			
Generation 2:			
Hösten 2009 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2010 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2012 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Stråkröjning	
Hösten 2014 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2016 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(mark)	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2017 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2018 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2020 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Stråkröjning	
Hösten 2022 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2024 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring(mark)	Total skörd	
Fled 3: Skörd vart 16:e år med stråkrökning efter år 2 och friställning av huvudstammar i 3 m x 3 m förband.			
Generation 2:			
Hösten 2009 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2010 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans	Stråkröjning	
Hösten 2012 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2014 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2016 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2018 (10 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2020 (12 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2022 (14 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans		
Hösten 2024 (16 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsbstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	

Resultat

STARTBESTÄNDEN

Bestånden avverkades vid olika ålder på de olika försökslokalerna. Det innebär att den uppnådda medeltillväxten inte är jämförbar, framför allt inte mellan Maltesholm och de båda andra lokalerna. Uppgifter om de ursprungliga bestånden före slutavverkning finns i tabell 2 och visar att tillväxten i det nästan dubbel så gamla beståndet i Maltesholm var lägre än i de båda andra betydligt yngre bestånden.

Tabell 2.

Data över bestånden i Jordkull, Maltesholm och Snogeholm inför slutavverkning. Uppgifterna för Jordkull och Snogeholm utgör medelvärden av 4 respektive 14 nettoparceller. e.m. = ej mätt.

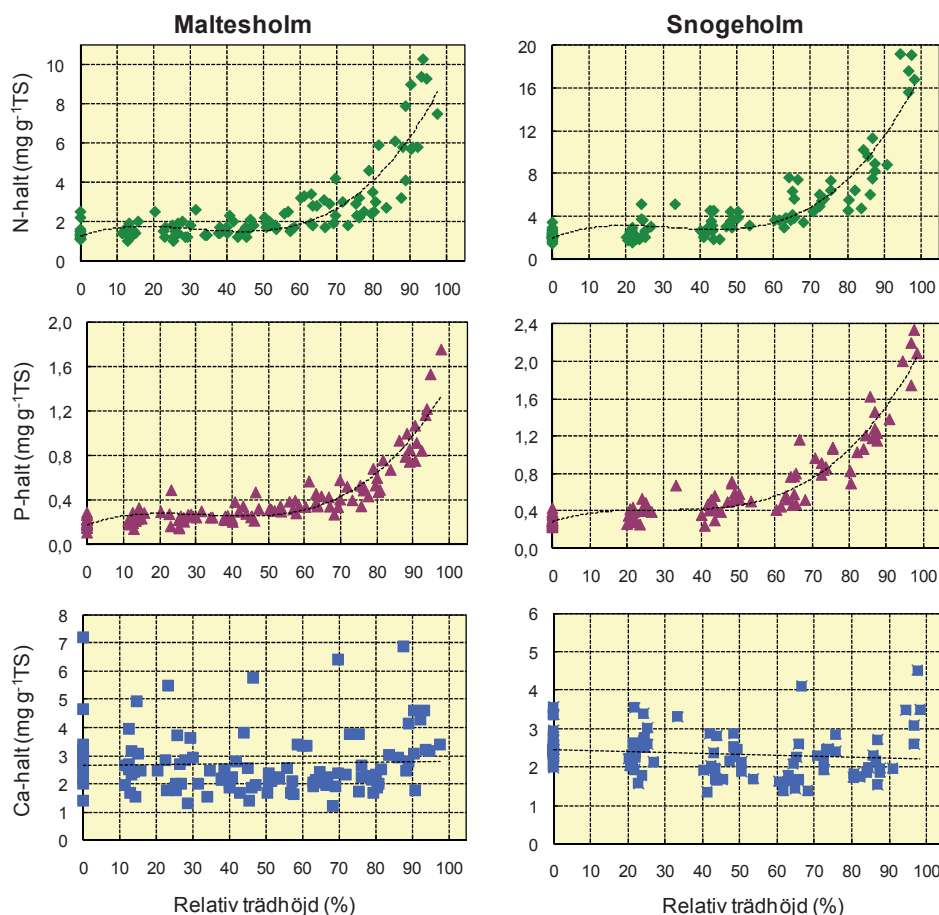
Karaktär	Jordkull	Maltesholm	Snogeholm
Totalålder (år)	11	21	12
Stamantal (st ha ⁻¹)	747	742	953
Stående stamvolym (m ³ sk ha ⁻¹)	96	164	143
Stående vedbiomassa (ton TS ha ⁻¹)	e.m.	74,5	77,4
Grundyta (m ² ha ⁻¹)	14,3	16,0	19,2
Medeltillväxt stamvolym (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	8,7	7,8	11,9
Medeltillväxt vedbiomassa (ton TS ha ⁻¹ år ⁻¹)	e.m.	3,6	6,1
Medeldiameter i brösthöjd (D _G , cm)	15,6	16,6	16,1
Medelhöjd (H _A , m)	13,9	21,4	16,1
Medelstamvolym (V _A , dm ³)	129	221	151

Näringsanalyser av provträden från Maltesholm och Snogeholm gav information om den näringsmängd som togs ut vid respektive avverkning (tabell 3). Analyserna av stamtrissor från olika höjd visade också att det vanligtvis finns en betydligt högre halt av näring högre upp i stammen. Detta exemplifieras med N och P i figur 7. Kalcium är ett avvikande ämne, där halten inte nämnvärt förändras med trädhöjden och stamdiameterens avtagande (figur 7).

Tabell 3.

Näringsinnehåll i de bestånd som avverkades i Maltesholm och Snogeholm.

Näringsämne	Näringsinnehåll på lokalen (kg ha ⁻¹)	
	Maltesholm	Snogeholm
Stam	0	
N	107	139
P	16	20
K	64	98
Ca	159	116
Mg	12	11
S	10	13
Grenar		
N	168	184
P	25	25
K	25	83
Ca	94	50
Mg	14	11
S	11	13
Totalt		
N	275	323
P	41	45
K	90	181
Ca	253	166
Mg	26	22
S	21	26



Figur 7. Halter av N, P och Ca i hybridaspstammarna i Maltesholm och Snogeholm före avverkning. Ett liknande mönster med kraftig höjning av halten i övre delen av stammen kunde även ses för kalium, magnesium och sva-vel. Rotskottbestånden

ROTSKOTTBESTÅNDEN

Jordkull

Det rotskottföryngrade beståndet i Jordkull var nio år gammalt vintern 2009/2010. Mätningar av tillväxt och stående biomassa har pågått vartannat år sedan slutavverkningen 2000/2001. Data över de olika behandlingarna presenteras i tabell 3.

Medelproduktionen under de första åtta åren har varit hög (figur 7), 9,5 ton i oröjt, 10,3 ton i stråkröjt alternativ och 9,1 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ vid korsröjning. De små skillnaderna i medeltillväxt mellan behandlingarna var inte statistiskt signifikanta. Den högsta löpande tillväxten (beräknad på två års tillväxt) var drygt 15 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ och uppmättes på stråkröjda provytor (figur 7).

Den största mängden stående vedbiomassa efter åtta år fanns i det oröjda försöksledet (tabell 2), men då man lägger till den biomassa som röjdes bort efter två år, så har den största uttagbara biomassan hittills, drygt 82 ton ha⁻¹, producerats i det stråkröjda alternativet. Det fanns dock ingen statistiskt säkerställd skillnad mellan behandlingarna här heller. Det ska observeras att, eftersom stamantalet minskat med 55 % i den oröjda delen, så har självgallringen bidragit till att en hel del av producerad biomassa förlorats. I de röjda alternativen har stamantalet också minskat efter röjningsingreppet år 2, men i betydligt mindre omfattning. Stamantalet var trots självgallring fortfarande signifikant olika mellan de tre behandlingarna år 8.

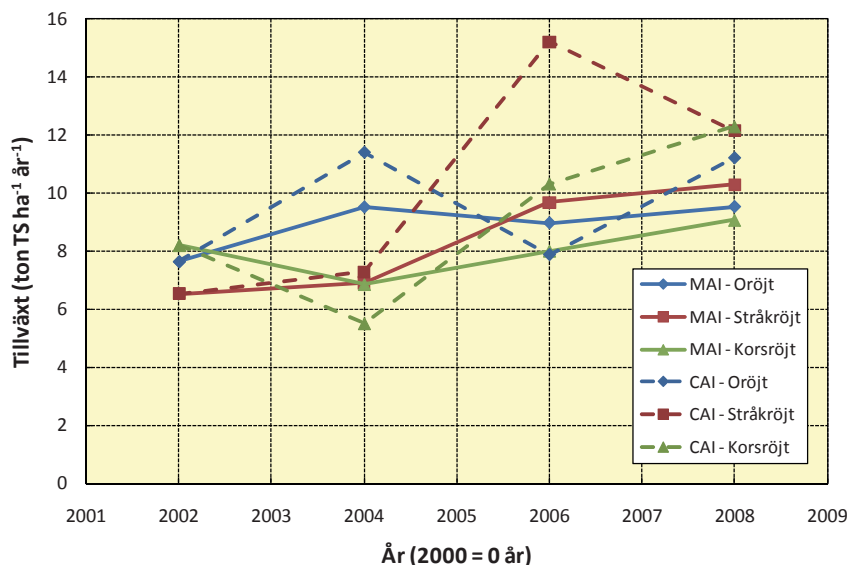
Höjdtillväxten, beräknad som aritmetiskt medelvärde på levande träd, har under de åtta första åren varit drygt 0,9 m år⁻¹ i samtliga behandlingar. Skiktningen bland stammarna är dock betydande och de högsta träden har nått 14–15 m under dessa åtta år, vilket ger en höjdtillväxt på ungefär 1,8 m år⁻¹.

Intill hybridaspförsöket ligger även en poppelyta, som avverkades samtidigt som hybrid Aspen. Denna yta, som domineras av stubbskott och är orörd, mättes första gången under vintern 2008/2009. Efter åtta år var den stående biomassa 69 ton TS ha⁻¹, vilket ska jämföras med 76 ton för den orörda hybrid Aspen. Stamantalet var lägre, 16 500 ha⁻¹, men medelhöjden högre, 8,1 m, än för den orörda hybrid Aspen.

Tabell 3.

Utveckling av biomassa, stamantal och trädhöjd för de tre behandlingarna i Jordkullförsöket. Behandlingarna i form av stråk- och korsröjning genomfördes efter två växtsäsonger. Stamantalet redovisas som levande skott >1,3 m medan biomassa även inkluderar de stående döda skott som var över 1,3 m.

Karakter	Ålder	Behandling		
		Oröjt	Stråkröjt	Korsröjt
Stående biomassa (ton TS ha ⁻¹)	2	15,3	13,1	16,4
	4	38,0	18,9	12,8
	6	53,8	49,3	33,4
	8	76,2	73,6	58,0
	Uttag år 2	0	8,7	14,6
Tot. prod. biomassa (ton TS ha ⁻¹)	8	76,2	82,3	72,5
Stamantal (st ha ⁻¹)	2	71 300	67 200	89 800
	4	55 200	24 400	18 400
	6	35 500	22 800	12 100
	8	31 800	21 200	12 100
Aritmetisk medelhöjd (m)	2	3,6	3,4	3,5
	4	5,2	4,8	4,7
	6	6,3	6,4	6,8
	8	7,3	7,4	7,5



Figur 7. Tillväxtutvecklingen i det rotskottföryngrade hybridaspbeståndet i Jordkull under de första 8 åren efter avverkning. Medeltillväxten (MAI) visas med heldragna linjer och den löpande tillväxten (CAI) med streckade linjer.

Maltesholm

Före avverkningen av beståndet i Maltesholm togs markprover för att fastställa utgångsläget med avseende på näringssituationen i marken. Växttillgängliga fraktioner av makronäringsämnen analyserades liksom pH (tabell 4). I Maltesholm delades beståndet in i fyra delar och två generalprov insamlades från respektive delområde. Det ena provet representerade den övre halvan av markskiktet ovan plogsulan, det andra den undre halvan. Totalt var markskiktet ovan plogsulan 30 cm tjockt. För de flesta ämnen och beståndsdelar var näringsinnehållet något lägre i de prover som togs närmast plogsulan. Den sydligaste beståndsdel (del 3 i figur 4) hade lägst halter av näringsämnen förutom kalcium, som där uppvisade de högsta värdena. pH-nivån var hög och jämn och alla värden hamnade i intervallet 6,46–6,95.

Tabell 4.

Innehåll av makronäringsämnen samt pH i markskiktet ovanför plogsulan i hybridaspbeståndet i Maltesholm. Värdena visar utgångsläget vid tiden för avverkning, vilken utgör försöksstart. Det aktuella markskiktet delades upp i två lika tjocka halvor, en övre (Ö) och en undre (U) del. Beståndsdelarna framgår av figur 4.

Beståndsdel	Näringsämne (mg kg ⁻¹)						pH (H ₂ O)
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg	
1Ö	3,35	6,97	463	137	1934	49	6,68
1U	9,37	3,72	486	103	1882	30	6,56
2Ö	6,04	3,44	282	119	1752	35	6,46
2U	3,58	1,76	266	75	1776	19	6,52
3Ö	3,99	3,42	296	70	2628	30	6,84
3U	2,71	1,28	201	39	2365	18	6,95
4Ö	3,14	6,25	409	108	1967	43	6,63
4U	2,32	2,69	364	66	1871	20	6,88
Medel Ö	4,13	5,02	363	109	2070	39	6,65
Medel U	4,50	2,36	329	71	1974	22	6,73

Rotskottuppslaget i Maltesholm innehöll i snitt över 66 000 skott ha⁻¹ efter två växtsäsonger (tabell 5). Att antalet skott ≥ 130 cm ökat från år 1 till år 2 beror på att många skott var kortare än 130 cm år 1, men passerade den gränsen under år 2. Efter år 1 var det totala antalet skott ca 100 000 ha⁻¹, då samtliga skott räknades in. Skotten var i genomsnitt 2,9 m höga efter två år, och de högsta nådde ungefär 5 m. Den löpande tillväxten var det första året 2,2 ton TS ha⁻¹ år⁻¹, men nådde redan under andra året upp till 6,9 ton. Medeltillväxten låg efter två år på 4,6 ton TS ha⁻¹ år⁻¹, vilket är lägre än på de båda andra lokalerna.

Tabell 5.

Data över rotskottsuppslaget i Maltesholm. Mätningar har utförts ett och två år efter slutavverkning. Beståndet har delats in i fyra olika områden med totalt 12 cirkelprovytor på vardera 10 m². I tabellen anges data för samtliga skott ≥ 130 cm. I torrvikten ingår även döda skott ≥ 130 cm.

Område	Medeldiameter (D _e , cm)		Medelhöjd (H _e , cm)		Antal levande skott (st ha ⁻¹)		Torrvikt (ton TS ha ⁻¹)	
	år 1	år 2	år 1	år 2	år 1	år 2	år 1	år 2
1	0,59	1,16	192	292	52 200	56 000	2,32	8,14
2	0,58	1,18	190	295	64 500	78 900	2,60	11,58
3	0,59	1,06	192	278	41 700	67 300	1,76	8,11
4	0,53	1,08	183	280	44 200	59 800	1,58	7,13
Totalt	0,58	1,14	190	289	53 200	66 100	2,20	9,11

Snogeholm

Två år före avverkning av beståndet i Snogeholm togs markprover för att få utgångsläget på näringssituationen i marken. Tidsdifferensen mellan provtagning och avverkning var oavsiktlig, då avverkningen var planerad till samma vinterhalvår som markprovtagningen. Växttillgängliga fraktioner av makronäringsämnen analyserades liksom pH-situationen (tabell 6). I Snogeholm insamlades två generalprov från var och en av de 14 parcellerna. Det ena provet representerade den övre halvan av markskiktet ovan plogsulan, det andra den undre halvan. Markskiktets totala djup var i snitt 30 cm.

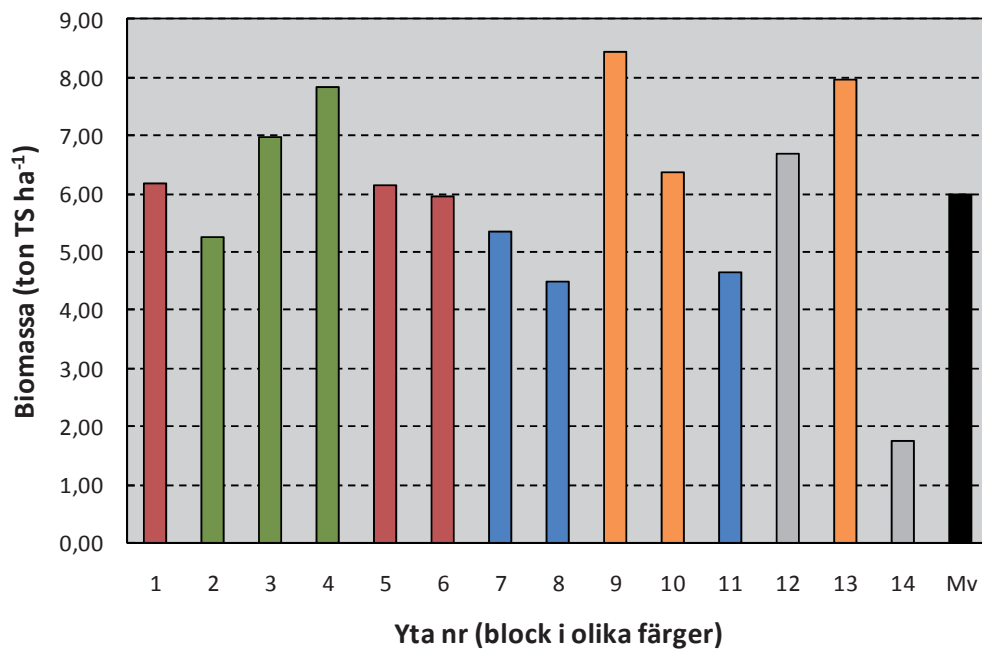
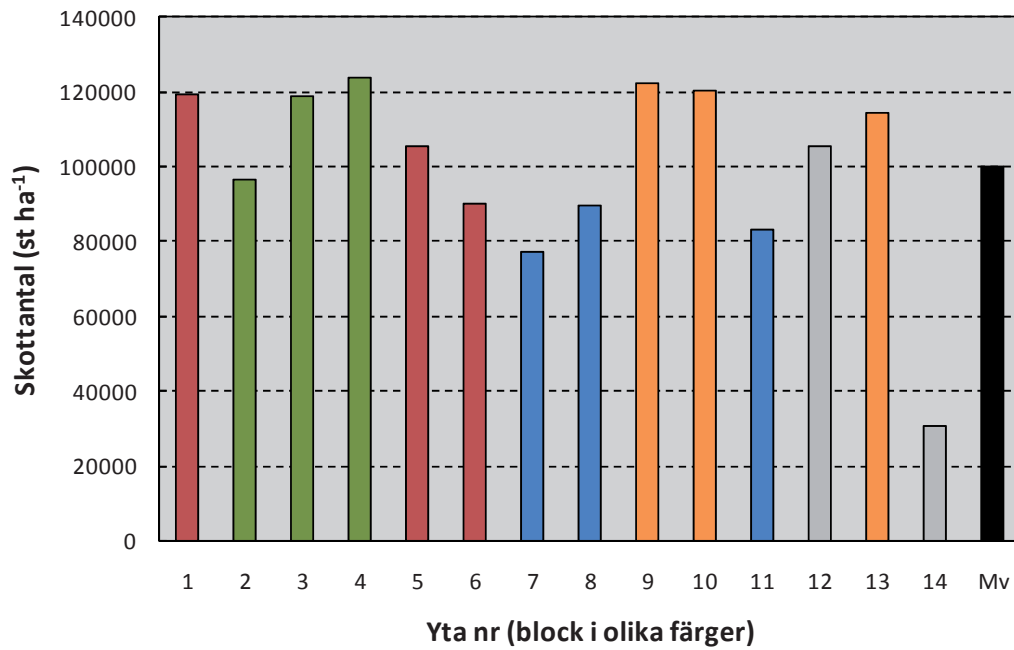
För de flesta ämnen och beståndsdelar var skillnaden i näringsinnehåll mellan övre och undre markskiktet relativt små, i de flesta fall med något högre halt i det övre skiktet. Parcell 14, som är fuktigare och har en lägre position i landskapet i sydvästra hörnet av försöket, utmärkte sig genom höga kväve- och kalciumhalter. I övrigt var näringsinnehållet tämligen jämnt över försöksområdet. pH-nivån var genomgående lägre än i Maltesholm och låg i intervallet 5,10 – 5,80 för de 14 parcellerna.

Tabell 6.

Innehåll av makronäringsämnen samt pH i markskiktet (30 cm) ovanför plogsulan i hybridaspbeståndet i Snogeholm. Värdena visar utgångsläget vid avverkning, som är tidpunkten för försöksstart. Det aktuella markskiktet delades upp i två halvor, en övre (Ö) och en undre (U) del. De olika parcellernas position inom försöksområdet framgår av figur 6.

Parcell	Näringsämne (mg kg ⁻¹)						pH (H ₂ O)
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg	
1Ö	9,25	2,14	241	104	559	56	5,28
1U	2,49	1,96	176	47	633	43	5,49
2Ö	10,07	1,00	146	92	842	81	5,79
2U	3,23	2,00	133	58	913	73	5,53
3Ö	5,04	4,49	125	99	1509	114	5,64
3U	3,17	4,60	104	64	1684	97	5,63
4Ö	7,49	3,65	200	111	572	58	5,39
4U	4,40	2,91	164	53	581	49	5,21
5Ö	5,66	2,08	151	70	600	53	5,39
5U	3,72	2,14	150	64	590	42	5,47
6Ö	5,89	4,81	161	96	1405	109	5,37
6U	6,89	4,11	146	44	1169	71	5,38
7Ö	6,44	8,53	164	77	1708	109	5,41
7U	3,38	9,94	117	48	2438	105	5,64
8Ö	7,02	2,63	192	81	281	31	5,10
8U	2,94	1,86	166	36	398	25	5,44
9Ö	2,55	7,06	157	103	2115	135	5,64
9U	1,36	5,54	127	58	2079	106	5,76
10Ö	4,52	2,39	123	117	1757	156	5,59
10U	3,32	3,80	106	66	1976	125	5,80
11Ö	6,39	2,21	106	108	1129	109	5,77
11U	3,09	2,15	95	60	1094	97	5,62
12Ö	5,88	6,21	149	70	1517	128	5,38
12U	1,38	6,83	124	51	1522	102	5,71
13Ö	5,45	9,08	143	124	2066	174	5,65
13U	2,46	9,57	141	69	1920	138	5,69
14Ö	13,13	7,77	46	83	5549	262	5,74
14U	16,38	20,02	39	43	5569	164	5,74
Medel Ö	6,77	4,58	150	95	1544	113	5,51
Medel U	4,16	5,53	128	54	1612	88	5,58

Sent på hösten 2009 gjordes den första mätningen av rotskottsuppslaget i Snogeholm. Skottantal och stående biomassa, uttryckt som torr vikt, framgår av figur 8. Medelvärden för samtliga parceller var 99 800 skott ha⁻¹ och 6,0 ton TS ha⁻¹. Grundytamedelskottets diameter var 7,5 mm i brösthöjd och dess höjd var 219 cm.



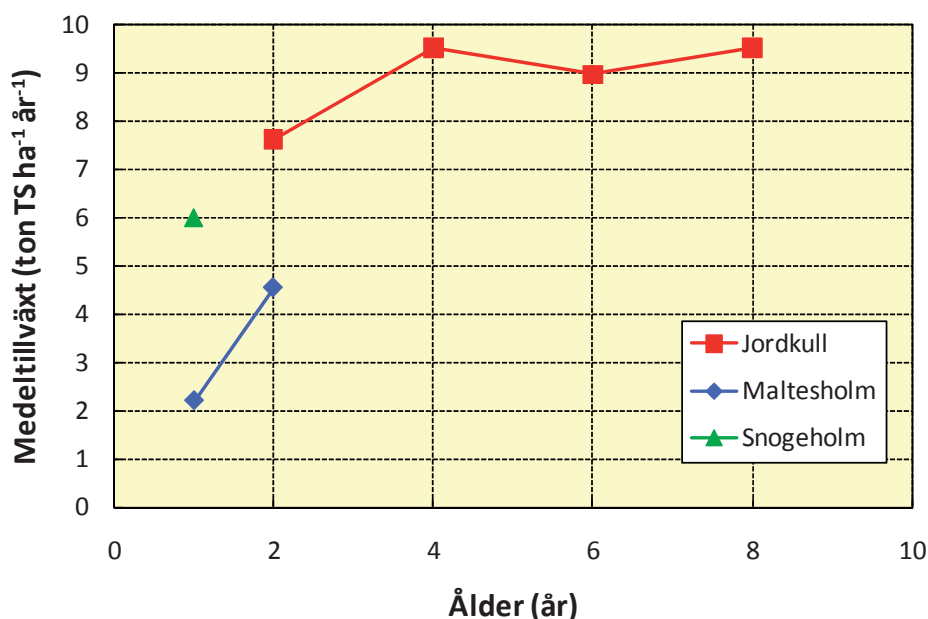
Figur 8.
Skottantal (överst) och stående biomassa (underst) för de olika parcellerna i Snogeholmsförsöket. De olika färgerna representerar de fyra blocken (se figur 6). De grå staplarna är reservtytor. Mv = medelvärde.

Diskussion

En viktig förutsättning för att odla hybridasp med korta omloppstider, såsom med de alternativ som ingår i projektet, är att återväxten är riklig och vital. Resultaten hittills från projektet (tabell 3, 5; figur 8) visar att rotskottuppslaget oftast hamnar i intervallet 50 000–100 000 skott ha⁻¹ ett och två år efter avverkning. Liknande siffror har rapporterats tidigare (Hansson & Palmér, 1990; Liesebach m.fl., 1999; Rytter, 2006) och styrker slutsatsen att hybridasp i allmänhet ger en bra återväxt. Detta ger goda förutsättningar för att få täta och jämna bestånd.

Rotskottuppslaget bekräftar att Maltesholmlokalen är en väl fungerande mark för hybridasp, men samtidigt att arealproduktionen i såväl planterat ursprungsbestånd som i rotskottuppslag är lägre än på de båda andra lokalerna (tabell 2; figur 9). Ursprungsbeståndets lägre tillväxt kan delvis förklaras av dess layout med täta klongrupper och stora avstånd mellan grupperna (figur 4). Detta missgynnade diameterutvecklingen, speciellt eftersom ingen gallring utfördes. Dessutom är marken på lokalen grövre (större sandinnehåll) än i Jordkull och Snogeholm, vilket gör att vattentillgången kan ha varit begränsande för såväl ursprungsbestånd som skottuppslag. Annars är näringsinnehållet tämligen likvärdigt med Snogeholm (tabell 4, 6), och pH-nivån är högre. De ursprungliga bestånden i Jordkull och Snogeholm utvecklades bättre och som förväntat fram till avverkning (tabell 2). Den något lägre tillväxten i Jordkull jämfört med Snogeholm berodde bl.a. på att beståndets etablering inte blev den bästa och att stamantalet därför blev lågt. Medeltillväxten fram till 12 års ålder var 8,7 och 11,9 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ för Jordkull respektive Snogeholm. Den löpande tillväxten uppgick i Snogeholm till 30 m³sk ha⁻¹ år⁻¹ året före avverkning. Tillväxten låg sålunda i fas med vad som uppmätts på andra lokaler med hybridasp (Rytter & Stener, 2005).

Den inledande tillväxten efter avverkning var hög och sammanfattas i figur 9. I Jordkullförsöket har medeltillväxten planat ut på en nivå kring 9 ton TS ha⁻¹ år⁻¹. I Snogeholm var tillväxten 6 ton TS ha⁻¹ år⁻¹ redan efter första året medan nivån var lägre i Maltesholm, 4,6 ton efter två år. Det senare är ingalunda dåligt för svenska förhållanden och innebär en volymtillväxt på ca 13 m³ ha⁻¹ år⁻¹, då densiteten för ungskog på 342 kg m⁻³ används (L.-G. Stener, pers. comm.). Motsvarande siffror för Jordkull och Snogeholm blir då 26 och 17 m³ ha⁻¹ år⁻¹ efter fyra år respektive efter ett år.



Figur 9. Inledande biomassproduktion i de rotskottföryngrade bestånden i Jordkull, Maltesholm och Snogeholm. Kurvan för Jordkull avser den oröjda behandlingen.

En slutsats som har dragits tidigare (Rytter, 2006) och som bekräftas här, är att tillväxtnivån för hybridasp hamnar på samma nivå som för välskött och gödslad odling av *Salix* (Willebrand m.fl., 1993; Larsson, 2001; Mola-Yudego & Aronsson, 2008). Den snabba initiala tillväxten med många rotskott efter avverkning gör att en tidig biomassaskörd i naturligt föryngrad hybridasp, följt av konventionell skötsel, där sågråvara, massaved och grot tas ut, förefaller kunna bli ett attraktivt odlingskoncept (jfr Rytter, 2006). Det är också möjligt att ofta återkommande biomassaskördar, där sortimentet inriktas på energived/flis, blir ett användbart koncept. Odling med kort omloppstid praktiseras, förutom för *Salix* i Sverige, bl.a. för poppel i Italien (Spinelli m.fl., 2009). Det är just de ofta avverkade odlingsystemens uthållighet för hybridasp som är en av huvuduppgifterna för projektet att reda ut.

I Jordkull-beståndet, som vuxit åtta år sedan avverkning, finns möjlighet att jämföra olika skötselåtgärders inverkan på produktionen. Mätningarna avslöjar att stråkröjning (skörd av 2 m breda korridorer och lämnande av 1 m breda remsor) så långt givit något högre uttagbar produktion än det oröjda alternativet, även om skillnaderna inte är statistiskt signifikanta. Efter åtta år var medeltillväxten 10,3 jämfört med 9,5 ton TS ha⁻¹ år⁻¹. Det korsröjda alternativet låg något lägre. I det oröjda behandlingsalternativet har emellertid självgallringen varit betydande, vilket avslöjas av att stamantalet minskat från 71 000 vid två års ålder till 32 000 stammar ha⁻¹ vid åtta års ålder. Det betyder att en del av den producerade biomassan förlorats och inte kommit med i mätningarna. I de röjda alternativen var minskningen av antalet skott efter röjning betydligt mindre (tabell 3), varför förlusterna på grund av självgallring varit mindre.

Projektets odlingar har under stor del av tiden varit hägnade, vilket sannolikt reducerat viltskadorna. I Jordkull syntes inledningsvis en del betesskador av älg, men skadenivån var låg, eftersom beståndet kom upp snabbt med många skott. Då försöket påbörjades efter två år sattes hägn upp och sedan dess har försöket

inte haft påhälsning av klövvilt. I Maltesholm finns ett hägn som omfattar hela fastigheten om 14,5 ha. Hägnet är svårt att övervaka och vilt har observerats vid flera tillfällen. Efter första året noterades också en del betesskador av rådjur och en del bökande från vildsvin trots hägnet. Efter det andra året har dock skadenivån avtagit. I Snogeholm hägnades försöket i samband med plantering och dessutom sattes plastskydd runt plantorna på nettoytorna. Det gjorde att inga inledande viltskador syntes, trots att hjort syntes innanför hägnet vid några tillfällen. Efter ca sju år togs hägnet liksom plastskydden bort. I det uppvuxna beståndet kunde några år senare fejningsskador av hjort noteras på ett betydande antal träd av lite mindre storlek. Detta problem kan sannolikt återkomma då rotskotten uppnår ”rätt” dimension.

Näringsanalyserna av de bestånd som avverkades i samband med försöksstart i Maltesholm och Snogeholm visade att i storleksordningen 300 kg N ha⁻¹ (tabell 3) bortförs vid helträdsskörd på ca 75 ton TS ha⁻¹ (tabell 2). Detta ger en viss information om de näringsmängder som troligtvis kommer att tas ut i skötselalternativ med inriktning på en sågbar trädgeneration, motsvarande skötselalternativ 3) i Snogeholmsförsöket. Kvävehalten i den grövre delen av stammen ligger på några tiondelsprocent, men ökar sedan drastiskt längre upp efter stammen (figur 7), vilket bland annat beror på högre barkandel. I tabell 3 visas att uppskattningen av kvävemängden i grenarna överskred vad som påträffades i stammarna. Orsaken är de relativt glesa planteringarna där grenvolymen blir betydande, liksom andelen levande grenar, samt att grenarna i sig själva innehåller en stor del näringsrik bark. Överlag var innehållet av näringsämnen i grenarna i nivå med det som fanns i stammarna (tabell 3). Analyserna visar att helträdsskörd i de aktuella bestånden inneburit att näringsuttaget i princip fördubblats jämfört med om endast sortiment med en minimidiameter på 5 cm (massaved m.m.) hade tagits ut. Det innebär att det är viktigt att ha information om de näringsmängder som bortförs, eftersom de på lång sikt sannolikt måste återföras till lokalen för att upprätthålla dess bördighet. Näringsanalyser har ännu inte gjorts av rotskott, men kommer att ske inom de närmaste åren.

Måluppfyllelse

Arbetet inom projektet löper i stort sett enligt plan. Avvikelsen består i att avverkningen i Snogeholm blev försenad två växtsäsonger, på grund av de svåra angreppen av granbarkborre vintern 2006/2007, som gjorde att resurser som planerats för avverkning i Snogeholm blev tvungna att omfördelas, och att marken var oåtkomlig för maskinell avverkning och drivning vintern 2007/2008, på grund av ihållande hög nederbörd. Detta kommer emellertid endast att få marginella konsekvenser för projektets genomförande. Den nuvarande planen för skötselinsatser, mätningar och analyser framgår av tabell 1.

Erkännanden

Projektet har finansierats av Energimyndigheten. Författarna vill även tacka de medarbetare på Skogforsk som på ett förtjänstfullt sätt utfört fältmätningar och laboratoriearbeten: Johan Malm, Frosten Nilsson, Eva Persson och Lars Wremert.

Referenser

- Hansson, P. & Palmér, C.H. 1990. Självföryngring av hybridasp. Inst. för skogsförbättring, Information Skogsträdsförädling Nr 3 1989/90, 4 s.
- Kirsten, W.J. & Hesselius, G.U. 1983. Rapid, automatic, high capacity Dumas determination of nitrogen. *Microchemical Journal* 28: 529–547.
- Larsson, S. 2001. Förädling av Salix. *Sveriges Utsädesförenings Tidskrift* 111: 91–97.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885, SLU, 136 s.
- Liesebach, 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.
- Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 soil extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis*. 15:1409–1416
- Mola-Yudego, B. & Aronsson, P. 2008. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 32: 829–837.
- Oljekommissionen 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Kommissionen mot oljeberoende, 45 pp.
- Rytter, L. 2002. Nutrient content in stems of hybrid aspen as affected by tree age and tree size, and nutrient removal with harvest. *Biomass and Bioenergy* 23: 13–25.
- Rytter, L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag. Skogforsk, Redogörelse Nr 4, Uppsala, 62 pp.
- Rytter, L. 2006. A management regime for hybrid aspen stands combining conventional forestry techniques with early biomass harvests to exploit their rapid early growth. *Forest Ecology and Management* 236: 422–426.
- Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry* 78: 285–295.
- SAS 1999. SAS/STAT® User's Guide, Version 8, vol. 1. SAS Institute, Cary, NC, 1243 pp.
- Schulz, H. 1993. The development of wood utilization in the 19th, 20th and 21st centuries. *The Forestry Chronicle* 69: 413–418.
- Spinelli, R., Nati, C. & Magagnotti, N. 2009. Using modified foragers to harvest short-rotation poplar plantations. *Biomass and Bioenergy* 33: 817–821.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.
- 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.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flihhugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 14 s.

Nr 696	Ivarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.
Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.