Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 898–2016

Uthållig produktion av hybridasp efter skörd

Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346

Sustainable production of hybrid aspen after harvest

Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346

Lars Rytter och Rebecka Mc Carthy

SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 898-2016

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:
Uthållig produktion av hybridasp efter skörd
– Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346.

Sustainable production of hybrid aspen after harvest
– Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346.

Bildtext:
Hybridaspbeståndet i Snogeholm den 2 juli 2014. Foto: L. Rytter

Ämnesord:
Biomassaproduktion, hybridasp, rotskott och Populus tremula x P. tremuloides.
Biomass production, hybrid aspen, root sucker, Populus tremula x P. tremuloides.

Redigering och formgivning:
Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2016

ISSN 1404-305X

SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Lars Rytter, docent. Anställd vid Skogforsk sedan 1996. Forskare inom ämnesområdet lövskogsskötsel och- produktion.

Rebecka Mc Carthy. Doktorand på Skogforsk och SLU. Forskar inom området etablering och tidig skötsel av snabbväxande lövträdsbestånd.

Abstract

The project goal is to examine stands of hybrid aspen established by root suckers, with a particular focus on: 1) the level of productivity including removal of biomass in harvests; 2) nutrient withdrawals and soil changes; 3) sustainability of productivity at varying harvest intervals; and 4) the economics of biofuel-oriented forestry. The project is a long-term activity and we now have preliminary results for the first two areas of study.

The results show that future tree generations can probably rely on an abundant sprouting of root suckers after harvest of the originally planted stands. This is indicated by the fact that all hitherto tested clones produce root suckers after harvest. We also have indications that root sucker regeneration works in forthcoming generations. Production levels have varied, but in good soil and climatic conditions a mean production of about 10 tonnes d.w. ha^{-1} yr^{-1} is possible after only a few years. This level can also can be maintained for a longer period of time. As repeated harvesting with short rotation times means a major withdrawal of nutrients, the effect on nutrient availability in the soil and other soil factors must be monitored. The results so far indicate that the hybrid can consistently deliver large amounts of woody biomass per unit area for different purposes.

Förord

Den här långsiktiga studien har till största del finansierats av Energimyndigheten. Under åren 2011–2014 arbetade Rebecka Mc Carthy med försöken till sin avhandling. Hennes lön finansierades av Nordic Energy Research via projektet *Wood based Energy Systems from Nordic Forests (ENERWOODS)*. Under årens lopp har många personer på Skogforsks forskningsstation Ekebo hjälpt till med mätningar och omhändertagande av provmaterial. Författarna vill tacka alla de som ställt upp och hjälpt till i detta arbete.

2016-04-15

Lars Rytter och Rebecka Mc Carthy

Innehåll

Förord 1
Summary 3
Sammanfattning 4
Bakgrund 5
Projektet och dess mål 6
Sektorsrelevans 7
Försökslokaler 7
Snogeholm 7
Maltesholm 8
Källstorp 9
Sofielund 9
Mätningar och analyser 10
Mätningar av skott/träd under projektets gång 10
Näringsanalyser av träd 11
Markanalyser 11
Tidsplan och aktiviteter under projektperioden 11
Resultat 13
Startbestånd 13
Snogeholm 13
Maltesholm 17
Källstorp 18
Sofielund 19
Diskussion 20
Måluppfyllelse 23
Referenser 26

Summary

Hybrid aspen is one of the tree species of great interest for future investments in biomass-oriented wood production, where the intention is to replace fossil fuels with renewable energy feedstock. We have relatively good knowledge of production and management opportunities in planted hybrid aspen stands, but more information is needed about regeneration after harvest and sustainability of repeated crop harvest.

The project goal is to examine stands of hybrid aspen established by root suckers, with a particular focus on: 1) the level of productivity; including removal of biomass in harvests; 2) nutrient withdrawals and soil changes; 3) sustainability of productivity at varying harvest intervals; and 4) the economics at biofuel-oriented forestry. The project is a long-term activity and we now have preliminary results for the first two areas of study.

The project involves five different field trials, four of which are currently active. All trials are situated on former farmland in southern Sweden. During the initial years of the project, the planted stands were felled, since when the stand, developed from root suckers, has been monitored.

The results from the project so far show that future tree generations can probably rely on abundant sprouting of root suckers after harvest of the original stands. This is indicated by the fact that all hitherto tested clones produce root suckers after cutting, often up to 100,000 shoots ha^{-1}. We also have indications that root sucker regeneration also works in the next generation of root suckers.

Production levels have varied, but when soil and climate conditions are good, average growth reached a level of about 10 tonnes d.w. ha^{-1} yr^{-1} after only a few years, a level which is then also maintained over a long period of time. This biomass production corresponds to 25–30 m^3 ha^{-1} yr^{-1}.

The nutrient analyses carried out in conjunction with felling showed that approximately 300 kg ha^{-1} of nitrogen is removed when 75 tonnes dry biomass ha^{-1} is harvested. The analyses also showed that nutrient removal per unit of dry weight is significantly higher for branches and tops, as well as young shoots, compared with stems harvested in conventional thinning and felling. Later measurements also revealed that nutrient removal per biomass unit is drastically reduced with age in the very early years of stands regenerated through root suckers. As repeated harvest with short rotation times entails a major withdrawal of nutrients, the effect on nutrient availability in the soil and other soil factors must be monitored. This is taking place on two of the experimental sites.

The effects of thinning and rotation period on sustainability of productivity are being monitored in the project. Since self-thinning occurs early during the rotation cycle, large quantities of biomass will be lost in stands left untouched for longer periods. This means that the available biomass can be larger when thinning is included as a management measure, and rotation time may then also be extended.

The results so far indicate that hybrid aspen can consistently deliver large amounts of woody biomass per unit area for different purposes.

Sammanfattning

Hybridasp tillhör de trädslag som är av stort intresse för framtida satsningar på biomassainriktad virkesproduktion där avsikten är att ersätta fossila bränslen med förnybar energiråvara. Vi har relativt god kännedom om produktion och skötselmöjligheter i planterade hybridaspbestånd, men kunskapen om återbeskogning efter avverkning och uthållighet vid upprepad skörd behöver öka. Projektets mål är att, för rotskottföryngrade hybridaspbestånd, undersöka 1) produktionsnivå och skördeuttag, 2) näringsuttag och markförändringar, 3) uthållighet i produktion vid varierande skördeintervall, samt slutligen 4) ekonomi vid biobränsleinriktad odling. Projektet är långsiktigt och för närvarande finns inledande resultat för de båda första målen.

I projektet har fem olika försökslokaler använts varav fyra av dem är aktiva i nuläget. Samtliga försök är belägna på tidigare åkermark i Skåne. Under projektets inledande år avverkades de planterade bestånden och sedan har utvecklingen i rotskottföryngrade bestånd följts.

Resultaten från projektet så här långt visar att det för kommande trädgenerationer sannolikt går att förlita sig på ett rikligt uppslag av rotskott efter skörd av de ursprungligen planterade bestånden. Detta styrks av att samtliga hittills testade kloner skjuter rotskott efter skörd. Ofta fås upp till 100 000 skott ha^{-1}. Vi har också indikationer på att rotskottföryngring även fungerar i den andra rotskottgenerationen.

Produktionsnivåerna har varierat, men under goda mark- och klimatförhållanden har medeltillväxten efter bara några år kommit upp på en nivå av omkring 10 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$, vilken sedan också upprätthållits under en längre tid. Detta motsvarar 25–30 m^3 ha^{-1} $år^{-1}$.

Utifrån de näringsanalyser som gjordes i samband med avverkningarna blir borttransporten av kväve ungefär 300 kg ha^{-1} då 75 ton TS biomassa ha^{-1} skördas. Analyserna visade också att näringsuttaget per enhet torrsubstans är betydligt högre för grenar och toppar samt för unga skott jämfört med de stammar som tas ut i konventionell gallring och slutavverkning. Senare mätningar har också avslöjat att näringsuttaget per biomassaenhet minskar drastiskt med åldern under de inledande åren i rotskottföryngrade bestånd. Eftersom upprepad skörd med korta omloppstider innebär ett stort uttag av näring måste odlingarnas effekt på näringstillgång i marken samt andra markfaktorer följas upp. Detta görs på två av försökslokalerna.

I projektet följs effekter av röjning och omloppstid på den uthålliga produktionen. Eftersom självgallring inträder tidigt under omloppstiden förloras mycket biomassa då bestånd lämnas orörda under längre tid. Det innebär att den uttagbara biomassan kan bli större då röjning ingår som ett skötselmoment och att omloppstiden då även kan förlängas.

Resultaten hittills pekar på att hybridasp har möjlighet att uthålligt leverera stora mängder vedbiomassa per arealenhet för olika ändamål.

Bakgrund

De nordiska länderna har antagit en vision om att göra sig oberoende av fossila energikällor i energisektorn år 2050 (IEA, 2013). Det kommer att ställas stora krav på de förnybara alternativen. Biomassa från vedartade växter kommer i sammanhanget att vara en viktig källa till förnybar energi eftersom Sverige har stora skogbevuxna arealer och därmed stor potential att använda vedbiomassa som en förnybar råvara. Det betyder också att biomassaproduktionen behöver öka på ett uthålligt sätt för att klara olika tjänster som skogen ska kunna förse oss med och det kan till exempel ske genom att använda snabbväxande trädslag.

Tidigare under 2000-talet tillsattes en oljekommission med syftet att presentera konkreta förslag på hur Sveriges kan minska sitt beroende av olja till år 2020. Kommissionens rapport (Anon., 2006) angav fem starka skäl för att avveckla oljeberoendet, varav ett var att använda och utveckla energiresurserna från skog och åker. Intensiv odling av löv på skogsmark och energilövträd på åkermark föreslogs som två långsiktiga strategier. En senare utredning avseende möjligheter till intensifierad skogsodling (Larsson m.fl., 2009) visade liksom oljekommissionens rapport att 400 000–500 000 hektar jordbruksmark skulle kunna tas i anspråk. Samtidigt bedömdes produktionspotentialen vara betydligt högre på skogsmark, där man kalkylerar med 3,5 miljoner hektar för intensiv odling. Slutsatsen i rapporten av Larsson et al. (2009) är att skogsodling i framtiden kan ge ett kraftigt bidrag med bioråvara för olika ändamål.

Det finns sålunda en stark tilltro till att snabbväxande trädslag och intensiv skogsodling kan bidra med ökande och betydande mängder vedbiomassa. Hybridasp, som är en korsning mellan europeisk och amerikansk asp, är ett trädslag som bör ingå i de framtida satsningarna. Eftersom energigrödor (dit bl.a. hybridasp räknas) inte är ett nytt begrepp utan funnits under några decennier, innebär det att en viss kunskapsbank finns vad gäller deras användbarhet inom bioenergisektorn. Larsson m.fl. (2009) klassade odling av hybridasp som en beprövad intensiv skogsskötselmodell. Det har bl.a. visats att produktionen på bättre marker i södra Sverige sannolikt kommer att nå 20 m^3sk ha^{-1} $år^{-1}$ (Rytter & Stener, 2014) med det odlingsmaterial som fanns vid tiden för omställning 90, d.v.s. för ungefär 25 år sedan. Volymproduktionen motsvarar cirka 7 ton stamved ha^{-1} $år^{-1}$ (ca 9 ton TS med grenar inräknade). Tillväxten kommer emellertid att kunna höjas genom ytterligare genetiskt urval (Stener & Karlsson, 2004) och sannolikt också genom att man får ett rikligt uppslag av rotskott efter skörd, där tillväxten har ett snabbt initialt förlopp (t.ex. Rytter 2004; 2006; Rytter et al., 2014; Mc Carthy & Rytter, 2015).

Vi har en tämligen god kännedom om produktion och skötselmöjligheter i första generationens planterade bestånd av hybridasp (Tullus m.fl., 2012), även om det behövs mer information för att få en solid grund att stå på. Däremot har vi betydligt mer begränsade kunskaper om vad som händer i de följande generationerna, som efter slutavverkning av första generationens hybridaspbestånd startar med ett rikligt rotskottsuppslag.

Nästa fas vid forskning på hybridasp är därför att fokusera på kommande vegetativt förökade generationer, vilket det här projektet är inriktat på. Inledande studier (Rytter 2006; Mc Carthy & Rytter, 2015) pekar på att det finns stora biomassamängder att hämta, men resultaten behöver styrkas och följas upp. Vi behöver också ta reda på hur dessa bestånd bör skötas och hur olika skördeintervall inverkar på rotskottproduktionens uthållighet.

En viktig aspekt vid hantering av stora biomassamängder är mängden av näringsämnen som förs bort vid skörd. Återföring av näring blir på sikt sannolikt nödvändigt 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; Rytter & Stener, 2010). Frågor om näringsbalans och näringstillgång behöver kartläggas bättre. Ett slutligt mål för det pågående projektet är också att bedöma hybridaspens ekonomiska potential som energigröda, där bl.a. olika skötselmodeller skall belysas.

Projektet och dess mål

Projektet *Uthållig produktion av hybridasp efter skörd* är en långsiktig studie där tidigare aktiviteter fram till och med sommaren 2015 har redovisats i form av läges- och slutrapporter (Rytter & Stener, 2010; Rytter m.fl., 2014; Rytter, 2015). I rapporterna finns översikt och tidsplan över verksamheten, vilken reviderats något under årens lopp. Den aktuella planen finns beskriven i Tabell 1 nedan. Projektet har hittills levererat ett par vetenskapliga journalartiklar (Rytter 2006; Mc Carthy & Rytter, 2015). Den här rapporten redovisar verksamheten fram till och med vintern 2015/2016 med fokus på den senaste projektperioden från november 2014 till februari 2016.

Projektets långsiktiga mål är att utvärdera hybridaspens potential som biobränsleproducent och dess roll i den framtida energiförsörjningen. Där är de rotskottbaserade bestånden som erhålls från och med andra generationen av stor betydelse och intresse. Projektet har pågått i 10 år och då det finns en långsiktig plan för projektets verksamhet är det viktigt att planen kan följas för att grundläggande data ska kunna samlas in. Delmål för projektet är att undersöka:

- Produktionsnivån och skördeuttagens storlek hos rotskottföryngrade bestånd.
- Uttag av näringsämnen i samband med skördeuttag, samt förändringar i markens näringsstatus.
- Uthålligheten i skottskjutning och produktion efter varierande skördeintervall.
- Ekonomi vid odling med inriktning på biobränsleproduktion.

Sektorsrelevans

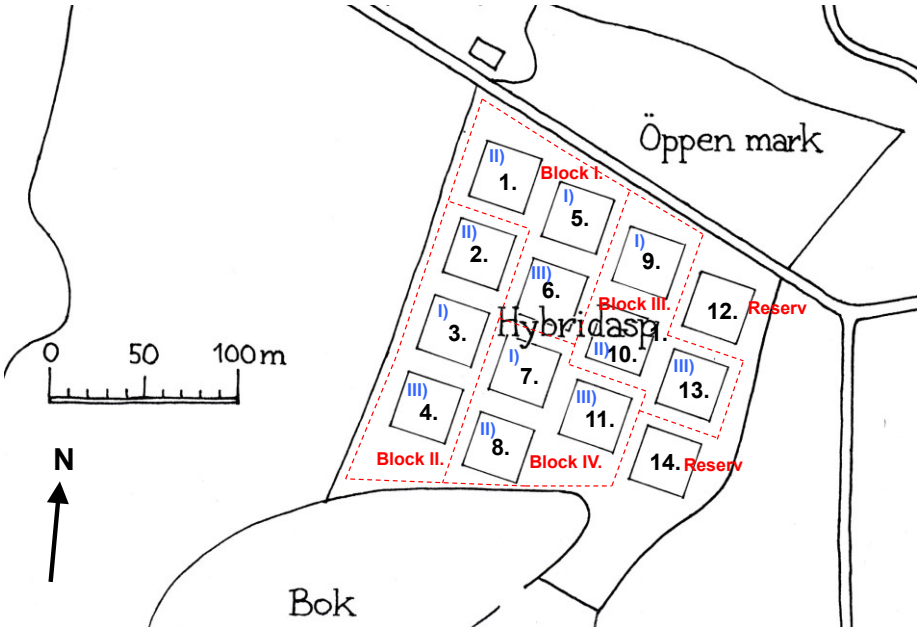
Hybridasp är ett snabbväxande lövträd som kan odlas på såväl skogs- som åkermark. Trädslaget framstår som ett betydelsefullt alternativ i den satsning på snabbväxande trädslag som föreslås av Oljekommissionen (Anon., 2006) och MINT-utredningen (Larsson et al., 2009) och kan därmed bli ett värdefullt verktyg för att nå den vision om ett fossilfritt samhälle som de nordiska länderna enats om (IEA, 2013). De jämförelsevis höga anläggningskostnaderna i samband med plantering av första generationen kompenseras i kommande generationer av en billig naturlig föryngring genom rotskottsuppslag. 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 skottbaserade generationer. Det är därför viktigt att inhämta kunskap om tillväxt, vitalitet, uthållighet m.m. hos dessa rotskottbaserade generationer.

Försökslokaler

Fem försökslokaler har använts i projektet. En av dem, Jordkull, har utgått efter de stormar som drabbade Skåne hösten 2013 och som gjorde att utvecklingen inte längre kunde följas. Vi har emellertid haft stor nytta av Jordkull-försöket som varit centralt för två vetenskapliga artiklar (Rytter 2006; Mc Carthy & Rytter, 2015). Vid samma stormar drabbades det då 23-åriga beståndet i Sofielund, vilket möjliggör att följa rotskottutvecklingen på klonnivå.

SNOGEHOLM

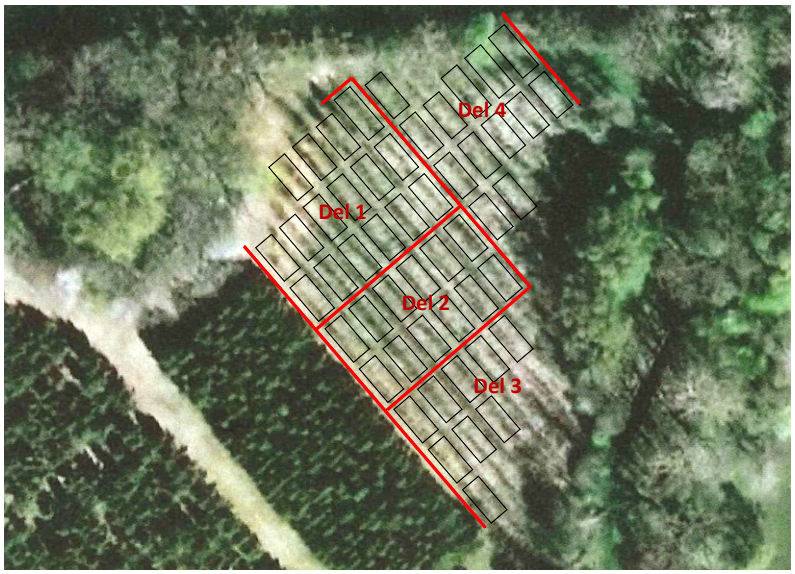
År 1998 planterades, med finansiellt stöd av Energimyndigheten, en cirka 3,5 hektar stor åkermark med 1-åriga plantor av hybridasp vid Snogeholm i södra Skåne (55º33' N, 13º43' Ö, 45 m.ö.h.). Plantförbandet var 3 × 3 meter. I beståndet finns 14 nettoytor à 30 × 30 meter där varje yta har samma klonblandning från ett utvalt material. Mellan nettoytorna finns väl tilltagna kappor. Beståndet avverkades vid 12 års totalålder vintern 2008/2009, vilket markerade start för studien av rotskottproduktionens uthållighet. Området har därefter delats in i fyra block som innehåller behandlingarna: 1) skörd vart 4:e år; 2) stråkröjning med uttag efter 4 år och slutavverkning vart 8:e år; samt 3) stråkröjning med biomassauttag efter 2 år, friställning av framtidsstammar efter 4 år och slutavverkning efter 16 år (Figur 1). Försöket har nu kommit så långt att den första avverkningen efter 4 år genomförts, liksom stråkröjning i 8 års-alternativet samt friställning av framtidsstammar med 16 års omloppstid.



Figur 1.
Hybridaspförsöket i Snogeholm. Försöket består av 14 parceller uppdelade på fyra block och två reservytor. Inom varje block testas tre skötselalternativ: I) skörd vart 4:e år; II) skörd vart 8:e år med en stråkröjning efter 4 år; III) skörd vart 16:e år med stråkröjning och därefter friställning av huvudstammar i 3 × 3 meter förband efter 2 år.

MALTESHOLM

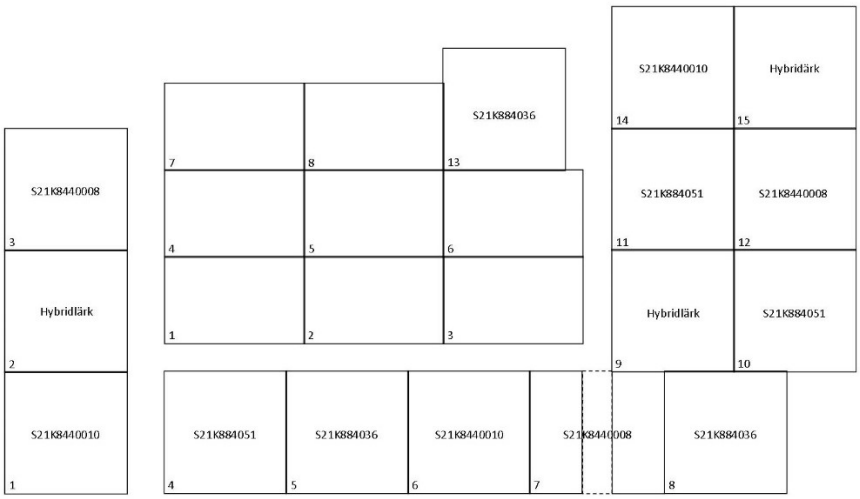
Våren 1987 planterades cirka 0,5 hektar åkermark som ett arkiv med 250 hybridaspkloner inom ett inhägnat försöksområde vid Maltesholm (55º55' N., 14º00' Ö., 40 m.ö.h.). Beståndet avverkades vid 21 års ålder vintern 2006/2007. Vid 4 års ålder genomfördes en stråkröjning där två tredjedelar av biomassan skördades och togs ut. Under vintern 2014/2015 totalavverkades beståndet (8 års ålder). Försöket har nu 1 år gamla rotskott från tredje generationen. Beståndet har delats in i fyra delområden enligt Figur 2.



Figur 2.
Hybridaspförsöket i Maltesholm består av fyra delar som mäts var för sig. Rutorna visar de klonrutor som ursprungligen planterades.

KÄLLSTORP

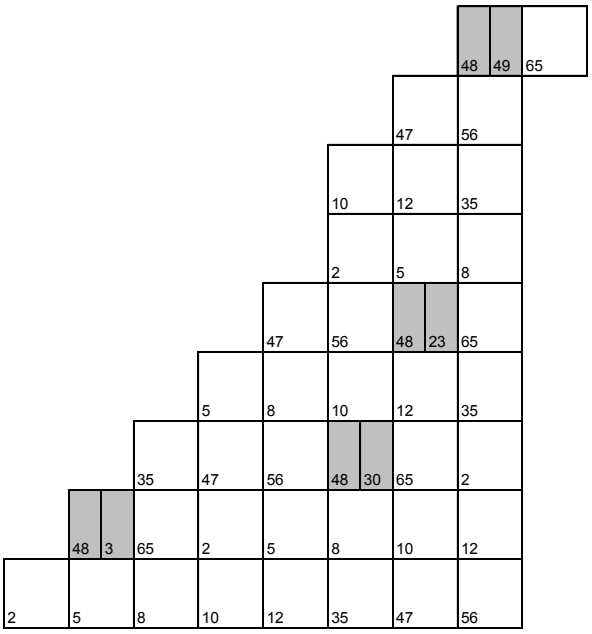
Beståndet i Källstorp (55º57' N, 13º06' Ö, 88 m.ö.h.) avverkades vid 22 års ålder vintern 2010/2011. Risrensningen var inte fullständig som på de andra lokalerna, utan grenar och toppar lämnades jämnt spridda över ytan. Uppslaget av rotskott blev dock tillfredsställande. Försöken, som finns på tidigare jordbruksmark och totalt är 0,6 hektar stort, består dels av en klonblandning som är lika i samtliga åtta parceller (17,5 × 12,5 meter, totalt 0,18 hektar), dels av monoklonytor där fyra kloner finns i tre upprepningar (12 ytor à 17,5 × 17,5 meter, totalt 0,37 hektar). Beståndet stråkröjdes efter 3 år med ungefär två meter breda upptagna stråk och en meter breda remsor med rotskott. Vintern 2014/2015 röjdes försöket till ett förband på cirka 1 100 stammar ha^{-1}.



Figur 3.
Hybridaspförsöken i Källstorp vid Skogforsks forskningsstation Ekebo. Hybridaspförsöken består dels av 8 ytor med samma blandning av kloner och dels av monoklonytor (med identitet i figuren) där 4 kloner finns i 3 upprepningar. Dessutom finns tre ytor som tidigare hade hybridlärk.

SOFIELUND

I samband med stormarna vintern 2013/2014, som gjorde att försöket i Jordkull fick avslutas, öppnade sig möjligheten att undersöka olika kloners förmåga att skjuta rotskott då ett klonförsök med hybridasp stormskadades och avverkades vintern 2014/2015. Försöket går under namnet Sofielund (55º59' N, 13º01' Ö, 77 m.ö.h.) och ger möjlighet att studera rotskottuppslag för 9 olika hybridasp-kloner med 4 upprepningar (Figur 4). Effekter av stormarna gör att vi överför projektets resurser från Jordkull till det nya beståndet i Sofielund. Det ursprungliga försöket anlades 1991 som ett randomiserat blockförsök med totalt 40 parceller av vilka fyra stycken planterades med poppel. Förbandet var 3 × 3 meter och varje parcell hade ursprungligen 64 plantor. Varje parcell är 576 m^2 och den totala arealen för försöket, inklusive poppel, är 2,3 hektar.



Figur 4.
Hybridaspförsöken i Sofielund nära Ekeby i Skåne. Hybridaspförsöken består av totalt 40 parceller varav 36 är monoklonytor med hybridasp (klonnummer ges i figuren). Nio hybridaspkloner finns i fyra upprepningar. Dessutom finns 4 parceller med poppel (gråmarkerade i figuren). Varje parcell är 24 x 24 meter och försökets totala areal är 2,3 hektar.

Mätningar och analyser

Mätningar och analyser startade i projektet i och med att ursprungsbestånden avverkades. Trädens biomassa och tillväxt har därefter följts regelbundet. På två av lokalerna (Snogeholm och Maltesholm) följs även utvecklingen i mark-faktorer.

MÄTNINGAR AV SKOTT/TRÄD UNDER PROJEKTETS GÅNG

I de rotskottsföryngringar som uppstått efter avverkning följs utvecklingen genom att inventera cirkelprovytor, delar av de stråk som uppkommer efter röjning eller totalmätning av träd på de ytor där träd friställts. Stamdiametern vid 1,3 meter mäts på samtliga träd medan höjden oftast noteras på ett färre antal skott/träd.

Vid varje mättillfälle tas i storleksordningen 20–30 provträd från respektive behandling. Provträden används för att skatta torrvikten och även koppla denna till stamvolym. Provskotten tas inledningsvis i sin helhet till laboratoriet för analys, men då skotten uppnått en viss storlek (ofta vid 4 års ålder) mäts prov-skotten noggrant i fält där även friskvikten bestämdes. Därefter tas trissor längs stammen på varannan meter med början i stubbskäret. Trissorna bearbetas och analyseras sedan på laboratoriet, där diametrar, vikter och densiteter registreras. Mätningarna av träd/skott syftar i första hand till att bestämma den stående biomassan och därmed ge möjlighet att räkna på beståndens tillväxt.

Eftersom inventering och provtagning sker under vinterhalvåret ingår ingen bladbiomassa.

NÄRINGSANALYSER AV TRÄD

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

Kväve och kol analyseras med gaskromatografi med en elementaranalysator. Övriga makronäringsämnen analyseras med en ICP (inductively coupled plasma) med optisk emissionsspektrometri (ICP-OES). Malda prover prepareras med uppslutning i en lösning av koncentrerad HNO_3 och $HClO_4$ där 2M HNO_3 tillförs uppslutningen. Lösningen späds sedan med destillerat vatten före analys.

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 centimeter på båda lokalerna och delades upp i två lika tjocka lager där varje lager analyserades för sig.

Markprovernas växttillgängliga innehåll analyseras för NO_3- och NH_4-N, liksom för K, P, Ca och Mg. pH bestäms genom uppslamning i avjoniserat vatten.

Markprover kommer fortsättningsvis att tas vid vissa skördetillfällen. Målet är att ta prover med 8 års mellanrum på respektive lokal. Det innebär att markprover nyligen togs i Maltesholm i samband med att det åttaåriga beståndet avverkades.

Tidsplan och aktiviteter under projektperioden

Projektet var ursprungligen fokuserat på tre olika objekt med hybridasp i södra Sverige (Jordkull, Maltesholm och Snogeholm). Från och med 2012 ingår även ett under vintern 2010/11 avverkat hybridaspbestånd intill Skogforsks forskningsstation Ekebo, benämnt Källstorp. Då beståndet i Jordkull blev svårt skadat av stormarna 2013 utgick detta och ersattes av samma skäl av det år 2014 avverkade beståndet i Sofielund där vi har tillgång till monoklonytor. Samtliga försök utgörs av planterade bestånd som avverkats, varefter uppslaget av rotskott undersöks och behandlas. I Tabell 1 framgår vilka åtgärder som planeras ske och när i de 4 försök som numera ingår i projektet.

Tabell 1.
Projekt Uthållig produktion av hybridasp efter skörd. Översikt över projektets totala omfattning och verksamhet. Gul färg markerar de insatser som gjorts under innevarande projektperiod 2014–2016.

Maltesholm			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Generation 1:			
Hösten 2006 (21 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	För koll av näring tas 10 provträd
Generation 2:			
Hösten 2007 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2008 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2010 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans	Stråkröjning	Jämförs med fled 2 i Snogeholm
Hösten 2012 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2014 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2015 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2016 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2018 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans	Stråkröjning	
Hösten 2020 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2022 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	
Snogeholm			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Samtliga försöksled			
Generation 1:			
Hösten 2008 (12 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, 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, Torrsubstans		
Hösten 2010 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2012 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2013 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2014 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2016 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring(träd, mark)	Total skörd	
Generation 4:			
Hösten 2017 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2018 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2020 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring(mark)	Total skörd	
Generation 5:			
Hösten 2021 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2022 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2024 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, 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, Torrsubstans		
Hösten 2010 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2012 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans	Stråkröjning	
Hösten 2014 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2016 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring(mark)	Total skörd	
Generation 3:			
Hösten 2017 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2018 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2020 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans	Stråkröjning	
Hösten 2022 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2024 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, 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, Torrsubstans		
Hösten 2010 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans	Stråkröjning	
Hösten 2012 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2014 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2016 (8 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring(mark)		
Hösten 2018 (10 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2020 (12 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2022 (14 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2024 (16 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans, Näring (träd, mark)	Total skörd	
Källstorp			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Generation 2:			
Hösten 2011 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2012 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Hösten 2013 (3 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		Stråkröjning
Hösten 2014 (4 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		Friställning till ca 1100 träd ha^{-1}
Hösten 2016 (6 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		
Mätningar fram till 16 år ungefär vartannat år			
Sofielund			
År	Mätning	Åtgärd	Övrigt
Generation 2:			
Hösten 2015 (1 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		Mätning under 2 år för att få info om olika kloners
Hösten 2016 (2 år)	Antal, Höjd, Dia, Torrsubstans		förmåga att skjuta rotskott

Resultat

De egentliga resultaten från projektet kommer från de rotskottbestånd som uppstått efter avverkning av de planterade ursprungsbestånden. För att ge en mer komplett bild av projektet och försöken presenteras även de bestånd som utgjorde starten för de kommande undersökningarna.

STARTBESTÅND

De i projektet ingående bestånden avverkades vid olika ålder på de olika försökslokalerna. Det innebär t.ex. att den uppnådda medeltillväxten inte är jämförbar. Uppgifter om de ursprungliga bestånden före slutavverkning finns i Tabell 2. Tillväxten i de ursprungliga planterade bestånden varierade kraftigt som en följd av varierande markförhållanden, olika långa omloppstider och olika täta planteringsförband och varierande gallringsstyrkor. Högsta medelproduktion i försöken var 18 m^3sk ha^{-1} $år^{-1}$ i de 22-åriga bestånden i Källstorp och Sofielund. Emellertid varierade tillväxten starkt, och i klonförsöket i Sofielund producerade sämsta och bästa klon 13 respektive 26 m^3sk ha^{-1} $år^{-1}$. Tillväxten i Maltesholm var jämförelsevis låg trots att beståndet hade uppnått mogen ålder.

Tabell 2.
Information om de bestånd som ingått i projektet. Tabellen visar sista mätning i ursprungsbeståndet innan avverkning och projektstart med rotskott. Grå font anger bestånd som tidigare varit med i projektet men numera utgått. e.m. = ej mätt.

Karaktär	Jordkull	Källstorp	Maltesholm	Snogeholm	Sofielund
Totalålder (år)	11	22	21	12	22
Avverkningsår	2000	2010	2006	2008	2014
Parceller som värdena grundas på (n)	4	8/12	4	14	36
Stamantal (st ha^{-1})	747	532	742	953	617
Stående stamvolym (m^3sk ha^{-1})	96	240	164	143	347
Stående vedbiomassa (ton TS ha^{-1})	e.m.	e.m.	74,5	77,4	e.m.
Grundyta (m^2 ha^{-1})	14,3	22,9	16,0	19,2	30,8
Medeltillväxt stamvolym (m^3sk ha^{-1} $år^{-1}$)	8,7	17,8	7,8	11,9	18,9
Medeltillväxt vedbiomassa (ton TS ha^{-1} $år^{-1}$)	e.m.	e.m.	3,6	6,1	e.m.
Medeldiameter i brösthöjd (D_G, cm)	15,6	23,4	16,6	16,1	25,2
Medelhöjd (H_A, m)	13,9	23,5	21,4	16,1	25,3
Medelstamvolym (V_A, dm^3)	129	451	221	151	562

SNOGEHOLM

Aktiviteterna i Snogeholm startade med att hela försöksarealen avverkades vintern 2008/2009 (Tabell 2) och näringsuttaget i biomassan framgår av Tabell 3. Ytorna delades in i block efter den stående rotskottbiomassans storlek per ytenhet ett år efter avverkning och de kommande behandlingarna slumpades därefter ut (Figur 1).

Tabell 3.
Näringsinnehåll i träden i de bestånd som avverkades i Maltesholm och Snogeholm.

Näringsämne	Näringsinnehåll på lokalen (kg ha^{-1})	
	Maltesholm	Snogeholm
Stam		
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

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. 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 ovanför plogsulan var i snitt 30 cm. Växttillgängliga fraktioner av makronäringsämnena analyserades liksom pH-situationen (Tabell 4). Mer detaljer om marksituationen finns i Rytter & Stener (2010).

Tabell 4.
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. Siffrorna anger den växttillgängliga mängden av respektive näringsämne.

Markskikt	Näringsämne (mg kg^{-1})						pH (H_2O)
	NH_4-N	NO_3-N	P	K	Ca	Mg	
0–15 cm	6,77	4,58	150	95	1544	113	5,51
15–30 cm	**4,16**	**5,53**	**128**	**54**	**1612**	**88**	**5,58**

Mätningar har utförts i Snogeholmsförsöket med täta intervall (Tabell 5). Ett år efter avverkning av det planterade ursprungliga beståndet fanns drygt 100 000 rotskott ha^{-1} och ungefär 6 ton TS biomassa ha^{-1} hade producerats. Ett år senare hade skottantalet reducerats något samtidigt som produktionen ökat och nått över 10 ton TS ha^{-1} år^{-1}. År 2 stråkröjdes behandling III varvid 74 procent av ytan avverkades.

År 2012 då rotskotten var 4 år uppmättes över 40 ton TS ha^{-1} i behandling. I och II, vilket innebar att medelproduktionen stannat kvar på över 10 ton ha^{-1} $år^{-1}$. Den totalt producerade biomassan i behandling III var av naturliga skäl lite lägre, 38,6 ton ha^{-1}, men ändå i närheten av de andra behandlingarna. År 4 avverkades skott i samtliga behandlingar. Alternativ I med omloppstiden 4 år totalavverkades, alternativ II med 8 års omloppstid stråkröjdes, och i alternativ III med 16 års omloppstid friställdes cirka 1 200 stammar ha^{-1}.

År 5 (2013) inventerades de 1-åriga skotten i behandling I. Dessa utgör nu tredje generationen i försöket.

Tabell 5.
Medelvärden för skottantal, dimensioner och biomassa för de olika behandlingarna i hybridaspförsöket i Snogeholm. Såväl levande som döda skott ingår. Värdena för diameter och höjd är dock angivna för levande skott. Värdena för biomassa år 4 inkluderar den biomassa som togs ut efter 2 år i behandlingsalternativ III.
A = skottålder; N = skottantal; D_G = grundytemedelstammens brösthöjdsdiameter; H_A = aritmetisk medelhöjd; G = grundyta i brösthöjd; B_T = producerad ovanjordisk vedbiomassa; MAI = medeltillväxt. Grått fält markerar att biomassauttag gjordes efter mätningen, grönt fält att röjning utfördes men biomassan lämnades kvar.

Variabel	Behandling		
	I) 4 år	II) 8 år	III)16 år
År 1 (2009)			
A (år)	1	1	1
N (st ha^{-1})	106 000	106 500	102 900
D_G (mm)	7,8	7,0	7,7
H_A (dm)	21,2	20,2	21,1
G (m^2 ha^{-1})	7,8	7,0	7,8
B_T (ton TS ha^{-1})	6,7	5,6	6,6
År 2 (2010)			
A (år)	2	2	2
N (st ha^{-1})	91 500	94 000	93 900
D_G (mm)	16,5	15,5	16,7
H_A (dm)	36,3	35,0	36,9
G (m^2 ha^{-1})	22,9	20,7	22,7
B_T (ton TS ha^{-1})	22,6	20,9	24,0
År 4 (2012)			
A (år)	4	4	4
N (st ha^{-1})	69 700	75 800	30 100
D_G (mm)	30,6	28,2	32,3
H_A (dm)	66,2	63,0	58,1
G (m^2 ha^{-1})	40,0	36,9	23,0
B_T (ton TS ha^{-1})	46,3	41,1	38,6
MAI (ton TS ha^{-1} $år^{-1}$	11,6	10,3	9,6
År 5 (2013)			
A (år)	1	5	5
N (st ha^{-1})	105 500	–	–
D_G (mm)	6,5	–	–
H_A (dm)	20,9	–	–
G (m^2 ha^{-1})	3,5	–	–
B_T (ton TS ha^{-1})	4,9	–	–
År 6 (2014)			
A (år)	2	6	6
N (st ha^{-1})	117 000	48 000	1 150
D_G (mm)	11,7	21,7	91,0
H_A (dm)	30,7	37,0	113,3
G (m^2 ha^{-1})	12,5	17,7	7,5
B_T (ton TS ha^{-1})	15,0	34,7	17,2
MAI (ton TS ha^{-1} $år^{-1}$	10,1	10,0	8,4

Efter 6 år mättes alla behandlingar ånyo. Tredje generationens rotskott i behandling I hade lite fler skott än vad andra generationen hade efter 2 år. Däremot var skotten klenare och kortare varför biomassan var lägre. Här noterades också att ungefär 8 procent av skotten utgjordes av stubbskott. I behandling II noterades att många nya skott kommit upp i stråken och att skottens dimensioner därför var mindre år 6 än år 4. Produktionsnivån hade sjunkit något år 6 efter avverkningarna år 4, men fortfarande ligger medelproduktionen över 10 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ för behandling I och II och på 8,4 ton TS för den starkt röjda behandlingen III.

I skötselalternativ III) i Snogeholm gjordes en stråkröjning vintern 2010/11 (2 års ålder), vilken följdes av en manuell friställning av stammar på försommaren 2013 vid 4 års ålder. De återstående stammarna (1 200–1 300 st ha^{-1}) kommer att behållas tills de är 16 år gamla. I stråkröjningen gjordes gator där biomassan avlägsnades. Mätningar efteråt visade att 73–75 procent av den stående biomassan teoretiskt togs ut. I Tabell 6 presenteras biomassa och näring för de olika behandlingarna före och efter stråkröjningarna/avverkningarna år 2 och 4. Inmätning och analys visar att biomassamängderna som fanns efter 4 år var nära dubbelt så stora som efter 2 år samtidigt som näringsmängderna var ungefär desamma.

Tabell 6.
Medelvärden för biomassa och näringsinnehåll i skotten för de olika behandlingarna i Snogeholm. Uttag skedde vintern 2010/11 i skötselalternativ III) med 16-årig omloppstid och vintern 2012/2013 för skötselalternativen I) med 4-årig och II) med 8-årig omloppstid. Skottåldern var 2 år för alternativ III) och 4 år för alternativen I) och II). Såväl levande som döda skott ingår.

Variabel	Behandling		
	I) 4 år	II) 8 år	III) 16 år
Före röjning	**2012**	**2012**	**2010**
Biomassa (ton TS ha^{-1})	45,8	41,1	24,1
N (kg ha^{-1})	159	142	195
P (kg ha^{-1})	24,7	24,3	21,2
K (kg ha^{-1})	109	108	89
Ca (kg ha^{-1})	190	190	141
Mg (kg ha^{-1})	21,0	20,6	17,2
S (kg ha^{-1})	11,4	11,1	11,8
Uttag i röjning	**2012**	**2012**	**2010**
Biomassa (ton TS ha^{-1})	45,8	25,5	17,8
N (kg ha^{-1})	159	88	144
P (kg ha^{-1})	24,7	15,1	15,6
K (kg ha^{-1})	109	67	66
Ca (kg ha^{-1})	190	118	104
Mg (kg ha^{-1})	21,0	12,8	12,6
S (kg ha^{-1})	11,4	6,9	8,7
Efter röjning	**2012**	**2012**	**2010**
Biomassa (ton TS ha^{-1})	0	15,6	6,4
N (kg ha^{-1})	0	54	51
P (kg ha^{-1})	0	9,2	5,6
K (kg ha^{-1})	0	41	24
Ca (kg ha^{-1})	0	72	37
Mg (kg ha^{-1})	0	7,8	4,5
S (kg ha^{-1})	0	4,2	3,1

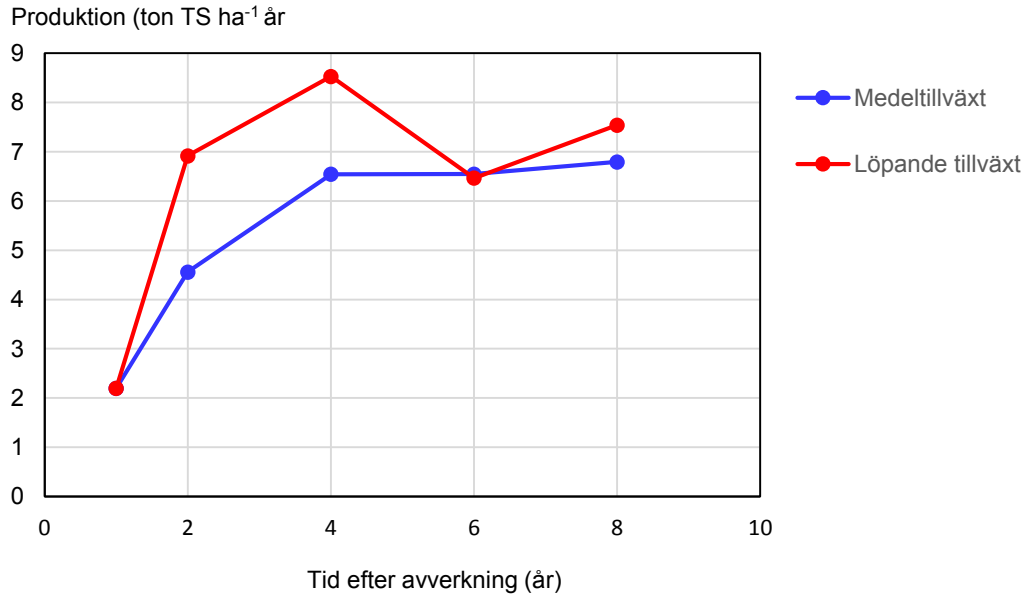
MALTESHOLM

I Maltesholm har fem mätningar utförts efter avverkning av det tidigare beståndet (Tabell 2 och 3). Efter 1 år uppmättes beståndstätheten till drygt 53 000 skott ha^{-1}. Beståndet stråkröjdes på samma sätt som skötselalternativ II) i Snogeholm, d.v.s. stråkröjning efter 4 år och slutavverkning efter 8 år. Medeltillväxten i Maltesholm var inledningsvis något lägre än i Jordkull. Efter fyra år var den dock uppe på över 6 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ (Figur 5). Efter stråkröjningen har av naturliga skäl tillväxtökningen klingat av då skottantalet reducerades drastiskt. Vintern 2010/11, vid 4 års ålder, stod det nära 25 ton TS ha^{-1} med hybridasp, fördelat på drygt 54 000 stammar ha^{-1}. Grundytemedelstammens diameter på bark var 2,1 centimeter och aritmetisk medelhöjd 4,6 m. De högsta träden var drygt 10 meter höga.

I samband med stråkröjningen år 4 togs 67 procent av stamantal och biomassa ut ur beståndet genom att manuellt röja 2 meter breda stråk och spara 1 meter breda remsor med skott. Uttaget uppgick sålunda till drygt 16 ton TS ha^{-1} och drygt 8 ton stod kvar. Data på biomassa och näring, före och efter stråkröjning år 4 redovisas i Tabell 7.

Vid 6 års ålder hade den stående biomassan av hybridasp nått 20 ton TS ha^{-1} fördelat på 23 000 skott ha^{-1}. Det något höga stamantalet beror på att nya rotskott kommit upp i stråken, vilket också påverkar medeldiameter och höjd nedåt. Grundytemedelstammens diameter på bark var således efter 6 år 2,3 centimeter och den aritmetiska medelhöjden 4,5 m. De högsta träden var nästan 11,5 meter.

Vid 8 års ålder låg medelproduktionen kvar på drygt 6 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ (Figur 5). Den löpande tillväxten var åter på väg upp efter nedgången i samband med röjningen år 4. Beståndet totalavverkades vintern 2014/15 vid 8 års ålder.



Figur 5.
Utveckling av medeltillväxt och löpande tillväxt i beståndet i Maltesholm. Beståndet skördades vintern 2005/06 vilket innebär att år 2006 = år 0. En stråkröjning där 2/3 av biomassan avlägsnades gjordes vintern 2010/11. Beståndet totalavverkades vintern 2014/15 (år 8).

Uttaget av näring i samband med stråkröjning år 4 och slutavverkning år 8 visar att biomassan som togs ut var mer än dubbelt så stor i slutavverkningen (Tabell 7). Samtidigt var uttaget av näringsämnen inte högre för N och S och lägre per kilo biomassa för övriga makronäringsämnen.

Tabell 7.
Biomassa och kvantiteter av de olika makronäringsämnena i biomassan i Maltesholm i samband med stråkröjningen vid 4 års ålder och slutavverkningen år 8. Siffrorna är medelvärden av de fyra områden som beståndet delats in i och både levande och döda skott ingår, liksom andra trädslag än hybridasp.

	Före röjning	Uttag i röjning	Efter röjning	Slutavverkning
	År 4	År 4	År 4	År 8
Biomassa (ton TS ha^{-1})	26,1	17,4	8,7	36,9
N (kg ha^{-1})	138	92	46	89
P (kg ha^{-1})	18	12	6	17
K (kg ha^{-1})	81	54	27	80
Ca (kg ha^{-1})	184	123	61	182
Mg (kg ha^{-1})	15	10	5	13
S (kg ha^{-1})	9	6	3	6

Markprovtagningarna i Maltesholm visade att de växttillgängliga mängderna av NH_4-N och NO_3-N var högre 2015 än 2006 medan de andra makronärings-ämnena låg kvar på ungefär samma nivå som tidigare. pH-värdena hade stigit något, från 6,65 till 6,75 i det övre markskiktet och från 6,73 till 6,95 i det undre skiktet.

KÄLLSTORP

De planterade försöken i Källstorp slutavverkades vid 22 års ålder 2010 (Tabell 2). Både försöket med blandade kloner och det med monokloner har mätts årligen de fyra första åren efter avverkning (Tabell 8). Efter 3 år stråk-röjdes hela arealen och efter 4 år friställdes de framtida stammarna. Medel-produktionen har varit drygt 8 respektive 9 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ för klonmix respek-tive monokloner, trots tidiga och starka röjningar, och är i stigande. Det fanns ungefär lika mycket biomassa inför röjningen år 3 som inför friställningen år 4 i de båda försöken. Inledningsvis fanns drygt 49 000 skott ha^{-1} i ytorna med blandade kloner och nära 37 000 skott på monoklonytorna. Detta är lägre år 1 än i försöken i Snogeholm och Maltesholm.

I monoklonförsöket ingår fyra kloner. Samtliga uppvisade god förmåga att skjuta rotskott. Efter 1 år fanns 23 600 skott ha^{-1} i den ”svagaste” klonen och 46 900 i den ”starkaste”. Medelproduktionen har hittills varit 7,8 till 9,4 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ för de olika klonerna.

Tabell 8.
Utvecklingen av de båda försöken i Källstorp efter avverkningen 2010. D_G = grundytemedelstammens diameter; H_A = aritmetisk medelhöjd; N = antal skott ha^{-1}; W = stående biomassa; MAI = medelproduktion av biomassa.

Variabel	Ålder (år)	År	Blandade kloner	Monokloner
D_G (cm)	1	2011	0,62	0,67
	2	2012	1,34	1,42
	3	2013 före röjning	1,79	1,93
	4	2014 före röjning	2,47	2,48
	4	2014 efter röjning	4,76	4,60
H_A (m)	1	2011	1,91	1,97
	2	2012	3,10	3,22
	3	2013 före röjning	3,94	4,23
	4	2014 före röjning	5,04	5,01
	4	2014 efter röjning	7,62	7,43
N (st ha^{-1})	1	2011	49 200	36 700
	2	2012	46 800	29 600
	3	2013 före röjning	45 800	44 700
	3	2013 efter röjning	23 200	24 700
	3	2013 uttag	22 700	19 900
	4	2014 före röjning	18 000	24 300
	4	2014 efter röjning	1 097	1 012
	4	2014 uttag	16 900	23 300
W (ton TS ha^{-1})	1	2011	5,5	5,0
	2	2012	10,8	8,0
	3	2013 före röjning	23,6	25,5
	3	2013 efter röjning	11,9	14,1
	3	2013 uttag	11,7	11,3
	4	2014 före röjning	21,2	25,6
	4	2014 efter röjning	3,4	3,1
	4	2014 uttag	17,8	22,5
MAI (ton TS ha^{-1} $år^{-1}$)	1	2011	5,46	5,02
	2	2012	5,42	4,02
	3	2013	7,86	8,49
	4	2014	8,12	9,25

SOFIELUND

I samband med stormarna vintern 2013/2014 öppnade sig möjligheten att undersöka olika kloners förmåga att skjuta rotskott i försöket i Sofielund. En första inventering av det 1-åriga rotskottuppslaget utfördes hösten 2015. Produktionen för de 9 klonerna var endast 2,3 ton TS ha^{-1}, men det var en signifikant skillnad mellan klonerna där de bästa klonerna producerade drygt 4 ton och de sämsta endast drygt 1 ton under det första året (Tabell 9). Samtliga kloner producerade rotskott, men det var skillnader mellan klonerna och spannet var från 61 000 till 151 000 skott rotskott ha^{-1}.

Tabell 9.
Data om de olika klonernas utveckling det första året (2015) i försöket i Sofielund. Diametervärdena hänför sig till de skott som uppnått brösthöjd. D_A = aritmetisk medeldiameter i brösthöjd; D_G = grundeytemedelstammens brösthöjdsdiameter; H_A = aritmetisk medelhöjd för samtliga skott; N = antal skott; G = grundyta; W = vedartad biomassa ovan stubbe; H_{max} = högsta skott som medel av 4 ytor (n=4); D_{max} = grövsta diameter på samma sätt som H_{max}.

Klon	D_A	D_G	H_A	N	G	W	Hmax	Dmax
	(cm)	(cm)	(cm)	(st ha^{-1})	(m^2 ha^{-1})	(ton TS ha^{-1})	(cm)	(cm)
2	0,47	0,54	96,29	127589	2,28	4,22	264	1,18
5	0,33	0,36	83,65	96948	0,31	1,18	201	0,68
8	0,43	0,48	88,24	61032	0,58	1,29	244	1,05
10	0,41	0,46	91,56	69990	0,82	1,76	242	1,07
12	0,43	0,48	91,09	108752	1,05	2,43	259	1,20
35	0,37	0,40	86,97	131105	0,53	1,86	221	0,73
47	0,45	0,50	94,94	150947	1,91	4,14	248	1,05
56	0,39	0,43	91,00	77692	0,61	1,58	247	0,93
65	0,42	0,45	89,86	101720	0,77	2,02	232	0,90
Medel	**0,41**	**0,46**	**90,40**	**102864**	**0,98**	**2,28**	**240**	**0,98**

Diskussion

Resultaten från projektet visar att hybridasp kan föryngras naturligt och att rotskottuppslaget blir rikligt. Ofta finns mer än 100 000 skott ha^{-1} efter det första året (Tabell 5 och 9) och i försöken har det aldrig varit lägre än cirka 35 000 skott. Om inget görs sker dock en snabb självgallring. I det tidigare försöket i Jordkull minskade antalet skott från 71 000 år 2 till 12 000 skott år 12 (Mc Carthy & Rytter, 2015) då inga åtgärder utfördes. Det betyder att förlusterna blir stora genom självgallring och att den uttagbara biomassan kan bli större genom att ta ut röjningsvirke på vägen.

Tillväxten i andra generationens rotskottbestånd av hybridasp kan nå drygt 5 ton TS ha^{-1} redan efter 1 år, vilket uppmättes i Snogeholm och Källstorp (Tabell 5 och 8). Variationen tycks dock vara stor och i Maltesholm (Figur 5) och Sofielund (Tabell 9) var medelproduktionen för ytor respektive kloner endast drygt 2 ton ha^{-1}. Tillväxten ökar emellertid snabbt och medeltillväxten kan nå nära eller över 10 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ redan efter 2 år (Tabell 5 och 8), vilket även tidigare uppmättes i Jordkull (Rytter 2006; Mc Carthy & Rytter, 2015).

Försöket i Snogeholm visar också att de olika skötselalternativen ger något olika men ändå höga tillväxtsiffror. Efter 6 år var medelproduktionen från 8,4 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ i de 16-åriga omdrevet med tidig friställning till 10,1 ton för det 4-åriga omdrevet. En liknande erfarenhet erhölls från det tidigare försöket i Jordkull (Mc Carthy & Rytter, 2015) där tillväxten under 10 års tid var 10–11 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ för ingående behandlingar, d.v.s. oröjda, korridorröjda och korsröjda ytor.

Under senaste projektetappen har data börjat samlas in för tredje generationens hybridaspbestånd, d.v.s. rotskottgeneration två. Resultaten hittills visar att antalet skott tycks bli ungefär lika stort, men att produktionen möjligen blir en aning lägre för den tredje generationen (Tabell 5). Än så länge finns bara inledande data och utvecklingen hos rotskottgenerationerna behöver följas vidare.

Försöket i Sofielund har givit en unik möjlighet att följa rotskottuppslaget hos olika kloner. De inledande mätningarna har visat att det finns klonskillnader både i antalet rotskott som kommer efter avverkning och i produktion (Tabell 9). Samtliga undersökta kloner producerade dock ett tillfredställande antal rotskott som möjliggör fortsatt hög produktion.

Effekter på mark av intensiv odling av hybridasp med stora biomassauttag följs i Snogeholm (Tabell 4) och Maltesholm. Än så länge finns bara inledande data och det är för tidigt att uttala sig om hur marken påverkas av uttag och de olika behandlingarna. Det är emellertid viktigt att följa utvecklingen i marken för att säkerställa god näringstillgång och kunna bedöma beståndens kolbalans korrekt.

Inmätning och analys från Snogeholm visar att biomassamängderna som fanns efter 4 år var nära dubbelt så stora som efter 2 år samtidigt som näringsmängderna var ungefär desamma (Tabell 6). Detta visar i sin tur att det är betydligt mer näringseffektivt att ta ut biomassa vid 4 år än 2 år. En stor del av förklaringen är att det är färre och grövre stammar efter 4 år och därmed mindre andel bark, som är mer näringsrik än ved. I skötselalternativ III) är dock huvudmålet att röja fram framtida huvudstammar i ett mer ”konventionellt” skogsbruk än i de övriga skötselalternativen. Eventuellt undviker man då att ta ut biomassan som röjs efter 2 år.

Den skördare som användes för röjningsarbetet 2010/2011 i Snogeholm var överdimensionerad och inte konstruerad för den här typen av skottrika bestånd med små diametrar (Figur 6). Det ledde till att verkningsgraden var låg och resulterade i en hel del spill av biomassa (Bergkvist & Fogdestam, 2013). Det innebär i det här fallet att uttaget av biomassa och därmed näring inte svarar mot de teoretiska värden som anges i Tabell 4. Vi bedömer att 10 procent av skottlängden blev kvar i beståndet, vilket i sin tur innebär cirka 27 procent av volymen. Med tanke på att de kvarvarande biomassaresterna huvudsakligen utgörs av de grövre nedre delarna av skotten uppskattas motsvarande näringsmängd som blev kvar på ytorna till 20 %. Det betyder t.ex. att kväveuttaget inte blev 144 kg ha^{-1} utan 115 kg med ovanstående justeringar. Mellanskillnaden ligger sålunda kvar på marken på försöksytorna.

Figur 6.
Korridorröjning i hybridaspförsöket i Snogeholm i slutet av februari 2011. Arbetet utfördes med gallringsskördaren EcoLog 560B utrustad med ett ackumulerande fällhuvud. I anslutning till röjningen utfördes tidsstudier i samarbete med ESS-programmet (Effektivare SkogsbränsleSystem). Foto: L. Rytter.

Skördaren/skotaren som användes i Snogeholm vintern 2012/2013 var bandgående och mindre (Figur 7) och därmed bättre anpassad till beståndstypen, som dessutom fått grövre stamdimensioner och mindre antal skott. Emellertid har de ackumulerande fällhuvudena sina begränsningar och på parceller som totalavverkades utfördes även manuell fällning.

Figur 7.
Avverkning av 4-åriga rotskott i Snogeholmsförsöket i mars 2013. Såväl avverkning som skotning utfördes med en Timbear Lightlogg C som i avverkningsfasen är försedd med ett ackumulerande fällhuvud. Foton: L. Rytter

För den här typen av bestånd är det önskvärt med maskiner med kontinuerlig framryckning och breddavverkande aggregat. Slutresultatet med stråk och remsor av kvarvarande skott fungerade dock enligt plan för båda skördarna och ger goda biologiska förutsättningar för framtiden.

Resultaten från projektet visar så här långt att det sannolikt för kommande trädgenerationer går att förlita sig på ett rikligt uppslag av rotskott efter skörd av det ursprungligen planterade bestånden. Detta styrks av att samtliga hittills testade kloner skjuter rotskott efter skörd. Vi har också indikationer på att rotskottsföryngring fungerar även i den andra rotskottgenerationen. Produktionsnivåerna har varierat, men under goda mark- och klimatförhållanden går det att efter bara några år komma upp i en medelproduktion på omkring 10 ton TS ha^{-1} $år^{-1}$ som sedan också kan upprätthållas under en längre tid. Eftersom upprepad skörd med korta omloppstider innebär ett stort uttag av näring måste odlingarnas effekt på näringstillgång i marken samt andra markfaktorer följas upp. Resultaten hittills pekar på att hybridasp har möjlighet att uthålligt leverera stora mängder vedbiomassa per arealenhet för olika ändamål.

Måluppfyllelse

Arbetet inom projektet har i stort sett löpt planenligt sedan starten. På grund av stormarnas härjningar under vintern 2013/2014 har vi fått lov att byta ut bestånd. Försöket i Jordkull som därmed utgått levererade under 12 år mycket värdefull information som finns publicerad. Samtidigt har stormarna givit möjlighet att studera olika kloners förmåga att skjuta rotskott i försöket i Sofielund. Bestånden har mätts, prover har tagits ut och beräknings- och analysarbetet har genomförts. Det som tillkommit är samarbetet mellan ESS-programmet (Effektivare SkogsbränsleSystem) och projektet där avsikten var att ta fram ett kostnadseffektivt sätt för korridorröjning och avverkning i täta snabbväxande lövbestånd. Projektet har också delat kostnader med projektet *ENERWOODS* som finansierats av Nordic Energy Research.

Projektet är långsiktigt och har pågått sedan Energimyndigheten beviljade medel för plantering av försöket i Snogeholm 1998.

Nedanstående officiella publikationer har kommit fram där projektets resultat har presenterats och använts i varierande grad. Dessutom har resultaten använts vid föredrag, undervisning och exkursioner.

- Dahlberg, A., Egnell, G., Berg, J., Rytter, L. & Westling, O. 2006. Miljöeffekter av skogsbränsleuttag och askåterföring i Sverige – En syntes av Energimyndighetens forskningsprogram 1997 till 2004. Energimyndigheten, Rapport ER2006:44, Eskilstuna, 211 s.
- Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2012. Regeneration ability of poplar – a study of stump sprouting in southern Sweden. FAO, International Poplar Commission, IPC Working Paper IPC/11, Rome, p. 94.
- Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2014. Productivity and thinning effects of hybrid aspen (*Populus tremula* × *P. tremuloides*) root sucker stands. Abstract for the conference International Poplar Symposium VI, July 2014, Vancouver, Canada. 1 p.

- Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2014. *Föryngring med stubbskott kräver rätt poppel*. Skogforsk, Webbartikel Nr 107-2014, Uppsala, 4 p.
- Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2015. Establishment of Populus species in the second generation. In *Adaptation and mitigation: strategies for management of forest ecosystems & ENERWOODS seminar*, Riga 23–24 April 2015, Latvian State Forest Research Institute "Silava", Abstract pp. 35–36.
- Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2015. Stora valmöjligheter med rotskottföryngrad hybridasp. Skogforsk, Webbartikel Nr 108-2015, Uppsala, 5 p.
- Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2015. Productivity and thinning effects in hybrid aspen root sucker stands. *Forest Ecology and Management* 354: 215–223.
- Mc Carthy, R., Ekö, P.M. & Rytter, L. 2014. Reliability of stump sprouting as a regeneration method for poplars: clonal behaviour in survival, sprout straightness and growth. *Silva Fennica* 48(3), http://dx.doi.org/10.14214/sf.1126.
- Persson, P.-O., Rytter, L., Johansson, T. & Hjelm, B. 2015. Handbok för odlare av poppel och hybridasp. Jordbruksverket, Handledning, Jönköping, 24 s.
- Rytter, L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag. Skogforsk, Redogörelse Nr 4 2004, 62 s.
- Rytter, L. 2004. Hybridasp för kombinerad produktion av biomassa och gagnvirke. Slutrapport 2004 för Energimyndighetens projekt P12705. SkogForsk, Arbetsrapport Nr 581, Uppsala, 31 p.
- Rytter, L. 2006. Hybridasp eller poppel. SLU, Inst. f. Växtproduktionsekologi, Rapport Nr 3, s. 21–25.
- 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. 2014. Management options in dense hybrid aspen sucker stands. Abstract for the conference International Poplar Symposium VI, July 2014, Vancouver, Canada. 1 p.
- Rytter, L. & Stener, L.-G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. Skogforsk, Arbetsrapport nr 706, Uppsala, 23 s.
- Rytter, L. & Verwijst, T. 2009. Snabbväxande lövträd: hybridasp, hybridpoppel, poppel och al. In: Fahlvik, N., Johansson, U. & Nilsson, U. *Skogsskötsel för ökad tillväxt*. Faktaunderlag till MINT-utredningen, SLU, Rapport, Bilaga 8, 48 s.
- 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.
- 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.
- Rytter, L., Karlsson, A., Karlsson, M. & Stener, L.-G. 2008. *Skötsel av björk, al och asp*. Skogsstyrelsens förlag, Skogsskötselserien, Jönköping, 122 s. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

– Rytter, L., Johansson, T., Karacic, A. & Weih, M. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 733, Uppsala, 148 s.

– Rytter, L., Johansson, T., Karacic, A. & Weih, M. 2011. Hybridasp och poppel – framtida möjligheter. Skogforsk, Resultat Nr 5/2011, Uppsala, 4 s.

– Rytter, L., Stener, L.-G. & Övergard, R. 2011. Odling av hybridasp och poppel. Skogforsk, Handledning, Uppsala, 40 s.

– Rytter, L., Engqvist, G. & Weih, M. 2012. *Country Report 2008–2011*. Report for International Poplar Commission. http://www.fao.org/forestry/ipc2012/78596/en/ . Nation Poplar Commission of Sweden, 11p.

– Rytter, L., Karlsson, A., Karlsson, M. & Stener, L.-G. 2014. Skötsel av björk, al och asp. Skogsstyrelsens förlag, Skogsskötselserien, 2:a uppl., Jönköping, 131 p. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

– Rytter, L., Persson, P.-O., Johansson, T. & Hjelm, B. 2015. Checklista inför etablering av hybridasp- eller poppelodling. Skogforsk, Webbartikel Nr 82–2015, Uppsala, 2 p.

– Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M. & Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 10–29.

– Tullus, H., Tullus, A. & Rytter, L. 2013. Short-rotation forestry for supplying biomass for energy production. In: (eds. Kellomäki, S., Kilpeläinen, A. & Alam, A.) *Forest BioEnergy Production – Management, Carbon sequestration and Adaptation*, pp. 39–56, Springer Science+Business Media, New York.

Referenser

Anonymus 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Kommissionen mot oljeberoende, 45 s.

Bergkvist, I. & Fogdestam, N. 2011. Teknik och metoder vid energiuttag i korridorer - slutrapport. Skogforsk, Arbetsrapport nr 752, Uppsala, 28 s.

IEA 2013. Nordic Energy Technology Perspectives – Pathways to a Carbon Neutral Energy Future. International Energy Agency & Nordic Energy Research, IEA Publications, Paris, 204 p.

Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885, SLU, 136 s.

Mc Carthy, R. & Rytter, L. 2015. Productivity and thinning effects in hybrid aspen root sucker stands. *Forest Ecology and Management* 354: 215–223.

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 s.

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. 2015. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Lägesrapport 2015 för projekt 30346-3. Skogforsk, stencil, Uppsala, 7 s.

Rytter, L. & Stener, L.-G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. Skogforsk, Arbetsrapport nr 706, Uppsala, 23 s.

Rytter, L. & Stener, L. 2014. Growth and thinning effects during a rotation period of hybrid aspen in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 747–756.

Rytter, L., Mc Carthy, R. & Stener, L.-G. 2014. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2014 för Energimyndighetens projekt *30346-2*. Skogforsk, stencil, Uppsala, 19 s.

Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × P. *tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.

Tullus, A., Rytter, L., Tullus, T., Weih, M. & Tullus, H. 2012. Short-rotation forestry with hybrid aspen (*Populus tremula* L. × P. *tremuloides* Michx.) in Northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 10–29.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddelar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.

Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning.. 56 s.

Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projektrapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.

Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.

Nr 860 Johannesson, T. 201§5. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.

Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymerna? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "-Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.

Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.

Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.

Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas., Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.

Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.

Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.

Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.

Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjnings¬kedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.

Nr 869 Englund, M,. Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.

Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfor don. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.

Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, ,J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. . – Damage after early thinning. 14 s..

Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vihicles. 34 s.

Nr 873 Fridh, L. 2015. Produktegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for cat egories, structure and definitions. 46 s.

Nr 874 Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.

Nr 875 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.

Nr 876 Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellering av beståndsut veckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.

Nr 877 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M.., Englund, M. & Ekelund, F.. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.

Nr 878 Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.

Nr 879 Eriksson, B., Widinghoff, J., Norinm K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.

Nr 880 Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytes¬prognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield fore casts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.

Nr 881 von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.

Nr 882 Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.

Nr 883 Högbom, L. & Rytter, R.-M. 2015. Markkemi och fastläggning av C och N i bestånd med snabbväxande trädslag - Etapp 2. – Slutrapport till Energimyndigheten 2015. – Soil chemistry and C and N sequestration in planta tions with fast-growing tree species – Phase 2. – Final report to The Swedish Energy Agency 2015. 17 s.

Nr 884 Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.

Nr 885 Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.

Nr 886 Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consump tion and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.

Nr 887 Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk em bryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.

Nr 888 Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.

Nr 889 Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybridal.-En potential för ökad energiin riktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for inscreased biomass production för energy in Sweden. 28 s.

Nr 890 Asmoarp, V. & Enströöm, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 25 s.

Nr 891 Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

År 2016

Nr 892 Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s.

Nr 893 Ågren, K., Möller, J. J. och Bhuiyan, N. 2016. Utveckling av en standardiserad metod för kalibrering av volymsbestämning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. – Development of a standardised method for calibrating volume measurements when using a multi-tree handling harvester head. 27 s.

Nr 894 Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost *(Thekopsora areolata)* med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry spruce rust infection *(Thekopsora areolata)* by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. 10 s.

Nr 895 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige. – Kunskapsläge och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materias. 55 s.

Nr 896 Mohtashami, S., Nordlund, S., Krook, M., Bergkvist, I., Ring, E. & Högbom, L. 2016. Körskador vid slutavverkning – en inventeringsstudie i Mälardalen. 16 s.

Nr 897 von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2016. Skotning av grot och rundved med en kombiskotare eller med två dedikerade skotare. 8 s.

Nr 898 Rytter, L. & Mc Carthy, R. 2016. – Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346. - Sustainable production of hybrid aspen after harvest – Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, 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 an¬passning 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.

Från Skogforsk nr. 898–2016

SKOGFORSK

www.skogforsk.se

SKOGSBRUKETS FORSKNINGSINSTITUT · THE FORESTRY RESEARCH INSTITUTE OF SWEDEN
Uppsala Science Park, SE-751 83 UPPSALA, Sweden Ph. +46 18 18 85 00 skogforsk@skogforsk.se http//www.skogforsk.se