



Institutionen för energi och teknik

2010-11-09

Ansökan för 2011 beträffande

*Forskning rörande lövträdens  
biologi och skötsel*

Tord Johansson  
SLU, Inst f energi och teknik  
Box 7032  
750 07 UPPSALA  
tord.johansson@et.slu.se

# Redogörelse för under året 2010 utförd verksamhet

## **Bakgrund**

Vår hittillsvarande verksamhet på Östad Säteri beskrivs i Bilaga 2. Alltsedan starten 1988 har vår forskning och verksamhet vid Säteriet präglats av tre huvudpunkter:

Den första är rent forskningsinriktad d.v.s. att med stöd av utlagda kort- såväl som långsiktiga försök studera olika frågor. På senare tid har den fått baseras endast på uppföljningar och revisioner av tidigare utlagda försök. Våra forskningsresultat som rör Säteriet återfinns i Bilaga 3.

Den andra punkten är av mer informativ karaktär. Genom att markera försöksparceller och placera ut informationstavlor ges möjligheter till olika former av aktiviteter och tillfälle till skoglig information till studenter, skogsägare, studenter och allmänt intresserade.

Under perioden 1991 till 1996 tillkom en tredje punkt nämligen undervisning av studenter från SLU Uppsala. Det var studenter från naturresursprogrammet och mark/växter som i första hand besökte Östad under hösten då vi undervisade om skog och landskapsvård. Från och med 2007 ändrades utbildningsprogrammen genom att introduktionen av den s.k. Bologna-modellen startade. Nya moment infördes för läsåret. Detta innebar att den årliga undervisningen på Östad hittills inte ansetts vara möjlig att få med i programmet.

Vi har publicerat en rapport som beskriver våra aktiviteter på Säteriets marker. Kartor och kortfattade beskrivningar av de enskilda försöken redovisas i rapporten. Planer på att datera upp rapporten finns och förhoppningsvis kan genomföras under vintern 2010-2011.

Under årens lopp har vår personal hjälpt till bl. a. vid olika skogs dagar och vid information av olika skogliga frågor. Vi har också deltagit vid exkursioner kring bruk av skog på skogsmark och åkermark samt landskapsvård.

Sammanfattningsvis kan konstateras att Stiftelsens resurstilldelning i högsta grad har bidragit till att våra olika forskningsprojekt fått värdefulla tillskott för att kunna slutföras på ett bra sätt.

Vår forskningsverksamhet har bidragit till att det numera finns exkursionsobjekt på Östad för såväl studenter som skogligt intresserade grupper. Objekten kommer att dokumenteras iform av små informationstavlor och kortfattade guider.

Vår målsättning är att även i framtiden kunna bidra med denna typ av verksamhet via olika forskningsprojekt samt att med lämpliga skogliga demonstrationsobjekt skapa underlag för att i undervisningssammanhang visa studenter tillämpningar av vår forskning. En kontinuerlig revision och skötsel av demonstrationsobjekten är dock nödvändig för att kunna presentera aktuella data vid exkursioner för skogligt intresserade och studenter med olika inriktning.

Tord Johansson

## Sökta medel för projekt vid Östad Säteri för 2011

Undertecknad arbetar med lövträdsforskning och undervisning vid SLU i Uppsala. På Säteriets marker ligger ett antal försök och demonstrationsobjekt som är i behov av revisioner och skötsel (gallring etc.) vid olika tidpunkter de närmast fem till tio åren.

För 2011 söks följande medel för att genomföra nedan specificerade aktiviteter.

| Aktivitet   | Kostnader 2011, kr |               |               |
|---|--------------------|---------------|---------------|
|   | SLU                | Östad         | Totalt        |
| <i>Undervisning</i>   |                    |               |               |
| Har planer på att förlägga en eller två dagars fältundervisning på Östad under hösten 2011. (Se bilaga 1) |                    | 20 000        | 20 000        |
| <i>Forskning</i>  |                    |               |               |
| Skötsel av befintliga långsiktiga försök på åkermark.   |                    |               |               |
| Revision av försök med sådd av al   | 5 000              | 20 000        | 25 000        |
| Revision av stubbskottsförsök med   | 5 000              | 20 000        | 25 000        |
| <b>Totalt</b>   | <b>10 000</b>      | <b>60 000</b> | <b>70 000</b> |

## Undervisning

I masterprogrammet "Forest as Natural Resource" (Skogen som naturresurs) ingår övningar i fält. Dessa har hittills helt skett i skogar runt Uppsala. Men eftersom studenterna på kursen kommer från alla världsdelar så skulle det vara nyttigt för dem att se exempel på andra typer av skogar och skötsel av skogarna. Beroende på antalet studenter som kommer att börja kursen nästa höst så planerar jag för en möjlig studieresa till Östad. I år (2010) är antalet studenter 22.

Beräknad kostnad: Resor med buss ca. **20 000;-** (Bilaga 1).

## Anläggning av bestånd för undervisnings- och informationsändamål

Vid fältstudier krävs lämpliga skogsbestånd för att man enkelt och på ett pedagogiskt sätt kan beskriva hur skogsskötsel bedrivs. Typer av bestånd är t.ex. blandskogar med inslag av olika arter både konventionella och eventuella framtida kombinationer.

Beroende på intresse och resurser kan denna verksamhet göras mer eller mindre omfattande.

Under 2004 inventerades och dokumenterades ett bestånd med blandskog av al och gran. Ytterligare ett bestånd med klibbal och gran har mätts in och på samma ställe har vi etablerat ett demonstrationsförsök med gran och björk. Ett "rent" bestånd av björk har mätts in liksom "rena" bestånd av grå- och klibbal. Under 2008 har ett område med asp mätts in och detta håller för närvarande (2009) på att slutföras. På samma lokal finns också ett bestånd av äldre asp som gallrats och mätts in.

Bestånden är ca 0,1 ha stora. Olika trädkaraktärer och skötselgrepp dokumenterades före och efter anläggning samt fortlöpande med periodlängder beroende på frågeställningen. Dokumentationen är både skriftlig och med bilder (foton).

Kostnader för anläggning av dessa försök under perioden 2007-2010 skall belasta konto för tidigare beviljade medel (25 000). Jag föreslår att resterande medel på kontot förs över till "forskningskontot". Under hösten kommer vi att fakturera för egna kostnader för de senaste åren.

Inga kostnader beräknas för 2011

## Skötsel av befintliga långsiktiga försök

Av Bilaga 2 framgår att en stor mängd planteringsförsök på åkermark finns anlagda på Säteriets marker med början 1988.

Blandskogsförsöket med gran och björk, tall och björk och de tre arterna i trädartsrena bestånd gallrades under 2007. Före gallringen reviderades försöket. Gallringen gjordes under vintern 2007/2008.

Under de senaste årens exkursioner där skogligt intresseade deltagit har det framkommit önskemål om att en del av försöket skulle skötas strikt som i praktisk skogsskötsel d.v.s mycket hårda gallringar. Behovet av demonstrationsobjekt med en sådan skötsel är stort men sett ur ett forskningsperspektiv så är denna plantering (försök) unik varför deras önskan bör uppfyllas på annat sätt t. ex. genom en utvidgning av de demonstrationsförok som nämndes ovan. Vi har några försök med björk och klibbal som kan kompletteras med en hård gallring.

En tallplantering i närheten av blandskogsföroken med björk och gran skulle kunna gallras om inga andra idéer finns. Beståndet skulle kunna användas som ett demonstrationsobjekt där dels skogliga aspekter på plantering av tall på åkermark belyses, dels att olika landskapsbilder skapas efter olika gallringsingrepp och kan det inspiration till skötsel av tallplanteringar på åkermark. Det krävs dock att ägarförhållanden kring försöket utreds innan vi kan starta vår verksamhet i beståndet.

Under de närmaste åren kommer vi att se över de olika försöken och bestämma vilka som bör finnas kvar i fortsättningen. Vissa av försöken bl. a. blandskogsföroket med gran och björk kan vara ett lämpligt objekt att fältföroksenheten vid den skogliga fakulten, SLU (Tönnersjöhedens Förokspark) ansvarar för i framtiden. Kontakter skall tas med enheten.

## Sådd av al på före detta åkermark

### *Sökta medel för 2011*

Naturlig insådd på åkermark är en föga undersökt metod vad gäller al. Olika former av brukad torvjord som är näringsrik och ofta vegetationstät är intressanta objekt vid sådd av al. Alens förmåga att etableras tidigt, dess frosthårdighet, tolerans mot fukt och att fröna kan vila och invänta lämplig miljö för grodd gör den till en intressant trädart att så. En lyckad sådd/insådd ger en billig etablering av lövträd på åkermark med stort urval av plantor för den framtida utvecklingen av kvalitetsskog. Vi har hittills anlagt såddförok med grå- och klibbal på fyra lokaler i Sverige. Av bilaga 1 framgår föroksplanen. Under våren 2004 startades föroket med stöd av medel från Stiftelsen.

Resultaten efter naturlig insådd har följts under 2004 till och med 2006 då föroket avbröts. Endast ett fåtal plantor hade hittats under den första vegetationsperioden. Även dessa plantor försvann, antingen på grund av konkurrens eller betade. Inga nya plantor har kunnat hittas.

Under vår och höst 2004-2006 såddes parceller med alfrön. I september 2004 samt våren och hösten 2005 samt höstarna 2006-2010 har föroken reviderats. Preliminära resultat visar att många plantor har etablerats och utvecklats under perioden. Fortsatta revisioner krävs dock innan mer slutgiltiga resultat kan dras. Under 2010 har såddplantorna i de olika parcellerna friställts för att stimulera tillväxten hos alarna.

### Sådd i preparerade fläckar

Försöket är unikt eftersom det saknas motsvarande kontrollerade sådder med al. Det är därför viktigt att fortsätta uppföljningen av föröket under ytterligare några år (Bilaga 2). Under hösten 2011 skall försöket inventeras med avseende uppkomst och tillväxt hos fröplantorna av grå- och klibbal i enlighet med försöksplanen (Bilaga 2).

#### Kostnader

| Aktivitet                         | Kostnader 2011, kr |               |               |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|---------------|
|                                   | SLU                | Östad         | Totalt        |
| Revision + röjning av såddplantor | 5 000              | 20 000        | 25 000        |
| <b>Totalt</b>                     | <b>5 000</b>       | <b>20 000</b> | <b>25 000</b> |

### Stubbskottsförsök med al

#### *Sökta medel för 2011*

Det finns några parceller där al avverkades i mitten 1990-talet. En revision av bestånden gjordes för 10 år sedan. En ny revision bör göras för att kunna kalkylera biomassans utveckling i de olika parcellerna. Försöket kan vara lämpligt att användas som demonstrationsobjekt om man skyltar upp området.

#### Kostnader

| Aktivitet     | Kostnader 2011, kr |               |               |
|---------------|--------------------|---------------|---------------|
|               | SLU                | Östad         | Totalt        |
| Revision      | 5 000              | 20 000        | 25 000        |
| <b>Totalt</b> | <b>5 000</b>       | <b>20 000</b> | <b>25 000</b> |

## *Forskningsverksamhet vid Östad Säteri under perioden 1988-2010*

### **Beskogning av åkermark**

#### *Bakgrund*

Forskning kring beskogning av åkermark startade under mitten av 1980-talet i samband med att Sveriges riksdag beslöt att minska arealen jordbruksmark. Beslutet innebar bland annat att man lämnade bidrag dels för att minska spannmålsproduktionen genom att ta arealer ur drift s.k. avställningsbidrag dels för att plantera lövträd på dessa marker. Undertecknad fick i samband med detta medel bl.a. från dåvarande SJFR nuvarande FORMAS för att studera beskogning av åkermark.

För att komplettera pågående forskning kring dessa frågor fick vi möjligheter att anlägga långliggande planteringsförsök med i första hand björk på Östad Säteri. Detta startade våren 1988 och fortsatte t.o.m 1 juli 1993. Ytterligare trädarter har fått ett ökat intresse hos markägare och industri. Försök med al och asp har därför anlagts under senare år. Dessa planteringar skall öka kunskaperna kring plantkvalitet, odlingsteknik, planteringsteknik, skötsel av åkerplanteringar, plantöverlevnad mm.

#### *Målsättning*

Att studera vårt- och glasbjörkens tillväxt och reaktion vid olika planteringsförband samt att studera olika etableringsmetoder för björk på åkermark. Vidare att studera alens och aspens etablering på åkermark. Samtliga försök har anlagts så att de även kan användas som undervisnings- och demonstrationsförsök med utarbetade handledningar.

#### *Försöksuppläggning*

##### *Etableringsförsök*

*En beskrivning av försöksdesign och geografisk belägenhet på Säteriets marker finns i ett kompendium som beskriver försöksverksamheten på Östad (Johansson, 2000a).*

Huvuddelen av försöken har skadats av sork. Av de fyra etableringsförsöken som anlades under perioden 1988-1990 är det endast 1988 års vårplantering som klarat det mycket hårda sorkangrepp som årligen drabbat dessa planteringar. Det intensiva revisionsarbetet minskade därför fr.o.m. 1996.

Resultat (överlevnad och tillväxt) från etableringsförsöken tillsammans med liknande försök på lokaler i övriga Sverige har publicerats under 2000 (Johansson, 2000b).

Vidare studerades björkplantors stabilitet när de vuxit i växtrör jämfört med plantor som vuxit utan växtrör. Det fanns nämligen farhågor för att stammen och rotsystemet inte utvecklades tillfredsställande för plantor som vuxit i växtrör. Hittills har det visat sig att plantorna blir instabila när de har vuxit i växtrör för länge efter etableringen. Från 1993 och årligen till och med 1995 togs växtrören från hälften av plantorna bort och diametern mättes på olika nivåer av stammarna. Hösten 1995 mättes diametern in på olika nivåer av stammen på plantor som haft växtrör och på plantor som varit utan

rör. Plantorna hade då varit skyddade av växtrören under maximalt sex år. Försöken inventerades årligen fram till och med 1995. En internationell rapport som beskriver resultaten från denna studie publicerades under 2003 (Johansson, 2003a).

Från 1997 flyttades plantor växande i parceller med stora avgångar p g a sorkangrepp till parceller i tillväxtförsöket (beskrivs nedan) som kompletteringsplantor. Svårt skadade delar avverkades och marken frästes upp. Det idag återstående etableringsförsöket (anlagt 1998) har gallrats.

#### Tillväxtförsök

Studien omfattade glas- och vårtbjörk. Frön såddes och plantor drogs upp, vid plantförsöksstationen i Garpenberg, våren 1988. Plantering skedde våren 1988. Marken plöjdes och frästes hösten 1987 och våren 1988. Försöket omfattar fyra kvadratförband: 1,3; 1,5; 1,8 och 2,6 m (6 000, 4 500, 3 000 och 1 500 plantor/ha). Fem upprepningar av vardera trädart med 100 plantor per parcell medförde att en nettoyta av 12 000 m<sup>2</sup> åkermark planterats med björk. Även i detta fall drabbades många plantor av sorkangrepp med omfattande skador som följd. Många plantor dog och andra blev allvarligt nedsatta i kondition och kvalitet. En rekonstruktion med avseende på bibehållandet av i huvudsak oskadade parceller gjordes under 1997. Dessa parceller markerades och plantorna mättes in. Under 1997/1998 kompletterades vissa parceller för att de skulle bli möjliga att långsiktigt följa. Ett femtontal parceller med kompletta stamantal återstår.

*Försöket har gallrats och dokumenterats vad gäller tillväxt och utseende. Det sist nämnda har gjorts via fotografering av bestånd och stammar för att beskriva hur bestånd kan utveckla sefter olika skador.*

#### Blandskogsförsök

Studien, som anlades 1989, omfattar vårtbjörk, enbart och planterad tillsammans med gran eller tall. Planteringsförbandet är 1,5 m. Granen och tallen planterades samtidigt som björken, ett respektive två år före samt granen ett år efter björkens plantering. Parcellerna är 30×30 m stora med fem meters kapp samt med fyra upprepningar. Totalt åtgick netto 5,5 ha eller ca 7 ha brutto. Området stängslades mot hare, rådjur och älg. Blandskogsförsöket hjälplanterades våren 1995. Försöket har inventerats årligen. Bestånden gallrades 2002. Stamantalet minskades med 25-50%. Gallringen slutfördes under våren 2003. I en del av blandskog med björk och gran har trädarterna utvecklats likartat d.v.s. de bildar enskiktade bestånd medan andra är tvåskiktade med ett lägre skikt av gran. I vissa av parcellerna har konkurrens mellan björk och gran redan uppstått. En andra gallring gjordes under 2007/2008.

*Försöket skall följas framöver med inventeringar.*

#### Tillväxtförsök med al

Ett tillväxtförsök med grå- och klibbal planterat på åkermark startades 2004. Fyra förband (0,75, 1,0, 1,5, och 2,2 m) användes för respektive art. Serien omfattar fyra upprepningar. Träden mättes under senare delen av 1990-talet. Hälften av arealen är

beskogad på ett nöjaktigt sätt. Vissa delar har avvecklats och andra har gallrats. Den senaste gallringen gjordes 2007.

#### Trädartsförsök

Intresset för "udda" arters egenskaper för t.ex. sniderier och i olika inredningar är stort. Det finns behov av kunskaper i skötseln av planteringar av arter som hägg, rönn och sälg. Under våren 1996 planterades fågelbär, glasbjörk, hägg och rönn på åkermark. Fyra upprepningar med 100 plantor i vardera parcell ingår. Försöket hägnades in för att undvika viltbete. Under våren 1997 kompletterades försöket med plantering av sälg. I samband med planteringen av sälg inventerades försöket vad gäller plantavgång, höjd och diameter. På grund av de kraftiga sorkangreppen under 1997 har fågelbär helt förstörts.

*Försöket skall följas även i fortsättningen.*

### **Biomassa för olika trädarter**

Intresset för odling av olika trädarter för biobränsle har ökat under det senaste årtiondet. Det har dock saknats funktioner som beskriver storleken av olika fraktioner av trädet. Totalproduktionen av biomassa i unga till medelålders bestånd har heller inte kunnat beräknas.

Vi har mätt in unga och äldre bestånd av grå- och klibbal, asp, sälg och glas- och vårtbjörk olika platser i Sverige bl.a. på Östad. Hittills har funktioner som beskriver de ovan nämnda arterna utom sälg plus gran på åkermark publicerats. Olika funktioner beskriver biomassan hos unga och äldre arter.

### **Sådd av al på före detta åkermark**

Direktsådd eller insådd på åkermark är en föga undersökt metod vad gäller al. Olika former av brukad torvjord som är näringsrik och ofta vegetationstät är intressanta objekt vid sådd av al. Alens förmåga att etableras tidigt, dess frosthärdighet, tolerans mot fukt och att fröna kan vila och invänta lämplig miljö för grodd gör den till en intressant trädart att så. En lyckad sådd/insådd ger en billig etablering av lövträd på åkermark och ett stort urval av plantor för den framtida utvecklingen av kvalitetsskog.

På Östad Säteri finns två mindre åkrar, vilka legat obrukade en längre tid. Huvuddelen av åkrarna bredsåddes eller preparerades för insådd från kanträd av klibbal. En avgränsad del av en av åkrarna används för att under kontrollerade förhållanden studera etableringen av klibb- och gråal efter naturlig insådd. SLU, Lanna har givit värdefulla råd angående ogräsbehandling av åkrarna. Behandling med Roundup i början av september av båda åkrarna har gjorts av personal från Lanna. Under hösten 2003 plöjdes och harvades delar av åkrarna. Under våren 2004 startades försöket med stöd av medel från Stiftelsen. I september 2004, våren och hösten 2005 samt höstarna 2006-2009 har försöken reviderats. Preliminära resultat tyder på att plantor har etablerats. Fortsatta

studier av sådd i preparerade fläckar enligt tidigare lagd plan krävs dock innan mer slutgiltiga resultat kan erhållas.

### Utdrag ur försöksplan

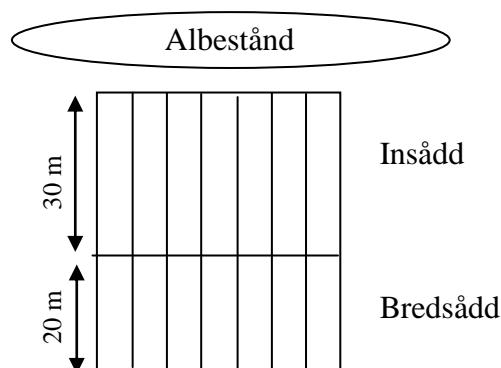
#### Metodik

Med stöd av kunskaper om alens frögroning (Lundh, 2001 och 2003) skall sådd med olika metoder studeras på två mindre områden under våren och hösten 2004-2006.

#### *Naturlig insådd och direktsådd*

Frön av klibbal köptes in våren 2004. Totalt krävdes ca 1,5 kg klibbalsfrö.

Åkern delades in i sex lika stora delar (4x50 m) med kortsidorna mot albeståndet. Dessa ytor delades sedan i två delar: 4x30 respektive 4x20 m. För den ena delen av åkern (4x30 m) kan insådd från klibbalar som står i kanten på åkern påräknas. Två försöksled (behandlingsar) med tre upprepningar skall ingå. En av ytorna lämnas orörd efter sprutningen hösten 2003 och den andra delen djupplöjs och harvas hösten 2003.



Den andra delen av åkern (4x20 m) har samma indelning som beskrivits ovan. På de sex delarna (4x20 m) direktsår man.

Vid revisionen på hösten 2004 inventerades såddresultatet via stickprov. Inom varje delyta (4x30 m) lades ett gitter med förbandet 1,5x2 m. Totalt lades 28 stickprov ut per delyta. Stickprovets yta var 20x20 cm (0,4 m<sup>2</sup>). Vid revisionen räknas antalet plantor och de fem högsta skottens höjd.

#### *Sådd av grå- och klibbal i preparerade fläckar*

På den andra åkern anläggs ett experiment för studier av såddens etablering och utveckling. Försöket omfattar sådd av grå- och klibbalsfrö vår och höst under tre år. Köpta frön användes vid sådden. Totalt för hela försökserien krävs ca 1,5 kg frön av respektive art.

Under våren 2004 stakades försökytorna ut. Området delades in i tre delar (block). Inom varje block såddes försöksytor med grå- och klubbalsfrö vår och höst under 2004. Under 2005 och 2006 skall sådd ske i enlighet med 2004 års del.

Totalt för varje block åtgår 12 försöksytor per block (2x2x3). Varje försöksyta är 10x10 m stora (100 m<sup>2</sup>). Före sådd markbereds försöksrutan genom fräsning av band motsvarande förbandet 1x1m (10 000 såddrutor ha<sup>-1</sup>). På försökytan markeras såddrutor. De enskilda såddrutorna skall vara 30x30 cm stora. Inom rutan avgränsas en inre ruta 15x15 cm där fröna sås. Inom varje inre ruta sås 400 frön. Vid varje såddtidpunkt krävs ca 0,2 kg (≈ 20 000) frön av respektive art.

|  |  |  |  |  |  |           |
|--|--|--|--|--|--|-----------|
|  |  |  |  |  |  | Block I   |
|  |  |  |  |  |  | Block II  |
|  |  |  |  |  |  | Block III |

Under vegetationsperioden följs sådden var fjortonde dag med inspektioner. Vid vegetationsperiodens slut före bladfällningen görs en revision, Antal plantor och planthöjden för den högsta plantan registreras. Den högsta plantan markeras med en liten plaststicka. Inventeringsrutinen läggs upp så att man årligen kan följa plantetableringen vad gäller antal och de högsta plantornas höjdtveckling. Vid plantavgång hos den högsta plantan ersätts död planta med den då högsta levande plantan.

Därefter skall försöket revideras årligen under hösten tills den senaste sådden (hösten 2006) är fem år gammal (hösten 2011). Därefter tas ställning till den framtida skötseln av sådden.

*Utgivna publikationer vilka helt eller delvis är baserade på resultat från försök anlagda på Östad Säteris marker.*

Johansson, T. & Karlsson, K. 1988. Produktion hos 30-årig gran planterad på åkermark i södra och mellersta Sverige, samt anvisningar för plantering av gran på åkermark. SLU, Institutionen för skogsproduktion. Rapport 21, 37 pp.

Johansson, T. 1990. Anläggning av skog på åkermark. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 88 (5), 28-35.

Johansson, T. 1991a. Beståndsanläggning av asp och björk. SLU, Skogsfakta, Konferens (1989) 15, 67-72 .

Johansson, T. 1991b. Alternativ skogsskötsel av lövträd på skogs- och åkermark. SLU, Skogs-fakta Konferens (1989) 15, 115-118.

Johansson, T. 1991c. Odling av lövträd på åkermark för energiändamål. Bioenergi - Utveckling & Miljö. Vattenfall, UB 1991/36, 30 pp.

Johansson, T. & Lundh, J-E. 1991. Anläggning och skötsel av blandskog. Skog & Forskning 2, 11-18.

Johansson, T. 1992a. Odling av lövträd på åkermark för energiändamål. II. Torrsubstansproduktion hos 20-120 mm grova träd av al, asp och björk. Bioenergi. Vattenfall, UB 1992/21, 21 pp.

Johansson, T. 1992b. Beskogning av åkermark – praktiska rekommendationer vid plantering. Skogsfakta Nr 7.

Johansson, T, 1992c. (Ed) Forest energy production from conventional forestry systems on a small scale. IEA Activity B1, Workshop. SLU, Department of Forest Yield Research. Report 33, pp.

Johansson, T, 1992d. Production of forest fuel wood in hardwood stands growing on former farmland. In: T. Johansson (Ed). Forest energy production from conventional forestry systems on a small scale. IEA Activity B1, Workshop. SLU, Department of Forest Yield Research. Report 33, 27-35.

Johansson, T. 1995a. Granens överlevnad på åker. SLU, Fakta Skog Nr 16.

Johansson, T. 1995b. Site index curves for Norway spruce plantations on farmland with different mineral soil types. Studia Forestalia Suecica 198, 19 pp.

Johansson, T. 1995c. Granens överlevnad på åker. SLU, Fakta Skog Nr 16.

Johansson, T. 1995d. Granens höjdtveckling - en jämförelse mellan åkermark och skogsmark. SLU, Fakta Skog Nr 23.

Johansson,T. 1996a. Site index curves for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) planted on abandoned farmland. *New Forests* 11, 9-29.

Johansson,T. 1996b. Estimation of canopy density and irradiance in 20- to 40-year-old birch stands (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth). *Trees* 10, 223-230.

Johansson,T. 1996c. Site index curves for European aspen (*Populus tremula* L.) growing on forest land of different soils in Sweden. *Silva Fennica* 30 (4), 437-458.

Johansson,T. 1996d. Management of birch forest. In: J. Dietrichson (Ed). *Silviculture for fuel wood*. IEA Bioenergy Task XII Activity on "Forest management" Workshop. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Suppl. No 24, 7-20.

Johansson,T. 1997a. Aspen som skogsträd - så här mycket växer den. SLU, Fakta Skog Nr 20.

Johansson,T. 1997b. Blandskog. SLU/Mellanskog Skogsägarna. SLU, Institutionen för skogsproduktion, 25 pp.

Johansson,T. 1998. Seasonal changes in contents of root starch and soluble carbohydrates in young *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. SLU. Department of Forest Yield Research. Rep. 44, 20 pp.

Johansson,T. 1998a. Al som skogsträd - växer snabbt i rätt miljö. SLU, Fakta Skog Nr 14.

Johansson,T. 1998b. Biomass utilization in mixed stands of birch – Norway spruce, aspen – Norway spruce, and alder – Norway spruce in Sweden. In: J. Richardson (Ed.) *Bioenergy and boreal forest mangement*. IEA Bioenergy. Scientific and Technical Publications, Science Branch Canadian Forest Service, National Resources Canada Ottawa, 25-31.

Johansson,T. 1998c. Biomass equations for determining fractions of pendula and pubescent birches growing on abandoned farmland and some practical implications. *Biomass & Bioenergy* 16, 223-238.

Johansson,T. 1998d. Seasonal changes in contents of root starch and soluble carbohydrates in young *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*. SLU. Department of Forest Yield Research. Report 44, 20 pp.

Johansson,T. 1999a. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soils in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14, 441-453.

Johansson,T. 1999b. Biomass equations for determining fractions of European aspen growing on abandoned farmland and some practical implications. *Biomass & Bioenergy* 17, 471-480.

Johansson,T. 1999c. Dry matter amounts and increment in 21 to 91-year-old common alder and grey alder and some practical implications. *Canadian Journal of Forest*

Research. 29, 1679-1690.

Johansson, T. 1999d. Biomass production of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growing on abandoned farmland. *Silva Fennica* 30 (4), 437-458.

Johansson, T. 2000a. Beskrivning av skogliga försök anlagda vid Östad Säteri. SLU. Institutionen för skogshushållning. Uppsats nr 6, 32 pp.

Johansson, T. 2000b. Röta i stubbskott av björk. Summary: Rot in sprouts and birch. SLU, Institutionen för skogshushållning. Rapport 11, 33 pp.

Johansson, T. 2000c. Överlevnad och tillväxt hos glasbjörk, vårtbjörk och klibbal planterade på åkermark. Summary: Survival and growth for pubescent birch, pendula birch and common alder growing on farmland areas. SLU, Institutionen för skogshushållning. Rapport 13, 35 pp.

Johansson, T. 2000d. Biomass equations for determining fractions of common and grey alders growing on abandoned farmland and some practical implications. *Biomass & Bioenergy* 18, 147-159.

Johansson, T. 2000e. Är gran på åkermark en tänkbar biobränsleproducent? SLU, Fakta Skog Nr 11.

Johansson, T. 2002. Increment and biomass in 26- to 91-year-old European aspen and some practical implications. *Biomass & Bioenergy* 23, 245-255.

Johansson, T. 2003a. Changes in stem taper for birch plants growing in tree shelters. *New Forests* 27, 13-24.

Johansson, T. 2003b. Bättre alvirke med rätt skötsel. SLU. Fakta Skog nr 9.

Johansson, T. 2005. Stem volume equations and basic density for grey alder and common alder in Sweden. *Forestry* 78 (3), 249-262.

Johansson, T. 2006a. Site index conversion equations for *Picea abies* and five broadleaved species in Sweden: *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Betula pubescens* and *Populus tremula*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, 14-19.

Johansson, T. 2006b. Gran eller lövträd – jämförelse mellan olika trädarters höjdtillväxt. Fakta Skog nr 2.

Johansson, T. and Lundh, J-E. 2006a. Seed dispersal from a common alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) stand. Institutionen för bioenergi, SLU, Report 10, 49 pp.

Johansson, T. och Lundh, J-E. 2006b. Al, asp och björk i barrskog. SLU, Department of Forest Management and Products. Report 12, 131 pp.

Lundh, J-E. 2001. Studies on harvesting seeds and testing seed quality of common alder, grey alder, pendula birch and pubescent birch. SLU, Department of Forest Management and Products. Report 18, 44 pp.

Lundh, J-E. 2003. Direct seeding of alder on farmland. Effects of seed stratification on seedling emergence and height development. SLU, Department of Bioenergy, 32 pp. Licentiate thesis.

Vehviläinen, H., Koricheva, J., Ruohomäki, K., Johansson, T. and Valkonen, D. 2006. Effects on tree stand species composition on insect herbivory of silver birch in boreal forests. *Basic and Applied Ecology* 7, 1-11.