



Network of knowledge for efficient private forests

O4: Good practice examples in optimization of forest operations

O4: Goda exempel på bra skogsbruk
– sammanställt inom ett
EU Erasmus+ projekt

Mekaniserad skogssådd

Författare:

Back Tomas Ersson, SkogDr
SLU Skogsmästarskolan

April 2021



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



1. Vad är skogssådd? En kort beskrivning

Skogssådd är föryngring av skog genom aktiv utplacering av trädfön (Figur 1). Den aktiva utplaceringen skiljer skogssådd från naturlig föryngring, där man passivt låter naturen ta hand om själva utplaceringen av fröna.

I Sverige innebär skogssådd nästan uteslutande sådd av barrträd, främst tall (antingen vanlig tall, *Pinus sylvestris*, eller Contorta, *Pinus contorta*); samma gäller i Finland (Helenius 2015). Oftast används beståndsfrö eftersom plantagefrö är dyrare och tillgången är begränsad (Bergsten & Sahlén 2013). En fördel med sådd av plantagefrö är att man troligen då sår genetiskt förbättrat material. Ytterligare fördelar med plantagefrö är att de generellt har högre grobarhet (Simak & Gustafsson 1954), och att plantorna senare har högre tillväxt och vitalitet (Wennström 2001). Generellt är plantagefrö större och tyngre än beståndsfrö, vilket ökar plantagefrönas grobarhet ytterligare (Wennström et al. 2002).

En fördel med sådd jämfört med naturlig föryngring är att man inte blir beroende av goda fröår eller av att tillräckligt med fröträd finns i närheten. Denna fördel blir allt viktigare ju längre norrut och ju högre över havet man befinner sig, då år med god fröomognad och kottförekomst blir sällsyntare ju kallare klimatet är (Hagner 1958).



Figur 1. Groddplantor av tall på markberedd skogsmark (vänster), och en ett-årig såddplanta (höger). Foton: Pekka Helenius respektive NordGen.

2. Varför skogssådd?

Som bekant kan man föryngra skog antingen via naturlig föryngring, sådd, eller plantering. Jämfört med naturlig föryngring har sådd följande fördelar (Bergsten & Sahlén 2001; Bergsten & Sahlén 2013):

- sådd möjliggör användning av förädlad frö från fröplantager;
- besåningens tidpunkt kan väljas så grobetingelserna är gynsamma;
- frönas placering kan styras;
- skogsägaren är inte beroende av varken bra fröår eller förekomsten av fröträd (vilket gör sådd tillförlitligare än naturlig föryngring).

Varför?

...generellt ger sådd täta och billiga föryngringar (av tall).

Jämfört med plantering har sådd följande fördelar (Bergsten & Sahlén 2001; Bergsten & Sahlén 2013):

- sådd möjliggör billigare förnyningar, vilket kan leda till ett högre rotnetto för trakthyggesbruk på magra marker i exv. norra Norrland (Magnusson 2010).
- sådd möjliggör tätare förnyningar (Figur 2), vilket i sin tur:
 - ✓ ger mer valfrihet i skogsskötselåtgärder under lång del av beståndets omloppstid;
 - ✓ leder till högre biomassatillväxt som kan sköras vid tidpunkten för förstagallring;
 - ✓ ger hög framtida virkeskvalitet;
 - ✓ kan minska de negativa effekterna av höga betestryck.
- sådda plantor har välutvecklade rotsystem utan deformationer och/eller stabilitetsproblem (har historiskt varit ett betydande problem vid plantering);
- sådd är lättare att mekanisera, varvid man relativt enkelt kan skapa variationsrika skogar och/eller mekanisera efterkommande skötsel. Vid mekanisering av sådden blir skogsbruket mindre sårbar för brist på kompetenta och motiverade plantörer.



Figur 2. Rikligt med såddplantor i harvspår 4 år efter sådd i Västerbottens inland. Foto: Tomas Nordfjell.

3. Var är sådd lämpligt?

Enligt Skogsstyrelsen bör markerna som man sår på vara ”blåbärsmark eller sämre” och av ”markfuktighetstyperna torr eller frisk” (Skogsstyrelsen 2020). Enligt Skogsskötselserien är ”vanliga” marker (med den vanligt förekommande jordarten sandig-moig morän) lämpliga för sådd (Bergsten & Sahlén 2013).

På grovkorniga jordar kan dock humusinblandning öka markens vattenhållande förmåga, och på finkorniga marker kan humusinblandning ge ökad porositet vilket leder till ökad syretillgång i marken (Bergsten & Sahlén 2001). I båda dessa fall kan alltså såddresultatet (frögrobarheten och såddplantans överlevnad och tillväxt) förbättras genom inblandning av humusskiktet i den underliggande mineraljordshorisonten (blekjorden).

Enligt Lundströms (2015) studie på skogsföretaget Holmens marker över hela Sverige, är såddresultatet bäst på medelmagra marker (vegetationstyp lingon) med medelgrov jordtextur (mellansand). Även om skogssådd fungerar över hela Sverige ökar möjligheten till lyckad sådd desto längre norrut i landet som beståndet ligger (Lundström 2015). Sådd på marker med tjocka humustäcken har också visat sig kunna fungera väl (Svensson 2021).

Var?

...sådd är lämpligast på friska / torra medelmagra marker (lingonmarker med sandiga-moiga jordar).

4. När bör man så?

Sådd av vanlig tall (*Pinus sylvestris*) bör ske på barmark under våren/försommaren (Bergsten & Sahlén 2013; Lundström 2015). De lämpligaste månaderna är således april, maj och juni. Generellt uppvisar sensommarsådd (i juli-augusti) sämre såddresultat än försommarsådd och rekommenderas inte i exv. Finland (de Chantal et al. 2003). Höstsådd av vanlig tall rekommenderas inte då fröna ”har en mycket begränsad förmåga att överleva i marken över vintern” (Bergsten & Sahlén 2013), även om enstaka studier (exv. i finska Lappland, Hyppönen & Hallikainen 2011) har visat på framgångsrika såddresultat vid senhöstsådd. Senhöstsådd innebär i praktiken att fröna lagras på groningsplatsen under vintern.

Sådd av Contorta-tall (*Pinus contorta*) utförs emellertid lämpligen på barmark under hösten (Bergsten & Sahlén 2013). Contortafrön är till skillnad från vanliga tallfrön naturligt anpassade till att övervintra på groningsplatsen. Om man av någon anledning skulle vilja så Contortafrön på våren måste fröna kall-våt behandlas före sådden om de ska hinna gro under samma vegetationsperiod (Bergsten & Sahlén 2013).

När?

...på barmark under april, maj eller juni.

5. Mekaniserad skogssådd -hur?

Skogssådd kan utföras manuellt eller mekaniskt. Dock bör själva skogssådden (besåningen) ske så nära inpå markberedningen som möjligt. Skogssådd kan därför lämpligen kombineras med markberedning, varvid mekaniserad sådd sparar arbetsmoment jämfört med manuell sådd (Bergsten & Sahlén 2001). Mekaniserad sådd har också visat sig medföra bättre föryngringsresultat än manuell sådd i Finland (Kankaahuhta et al. 2009). Likväl är brist på tillgängliga resurser (exv. markberedare med såddapparat under våren) en anledning varför sådd kan behöva göras manuellt.

Hur?

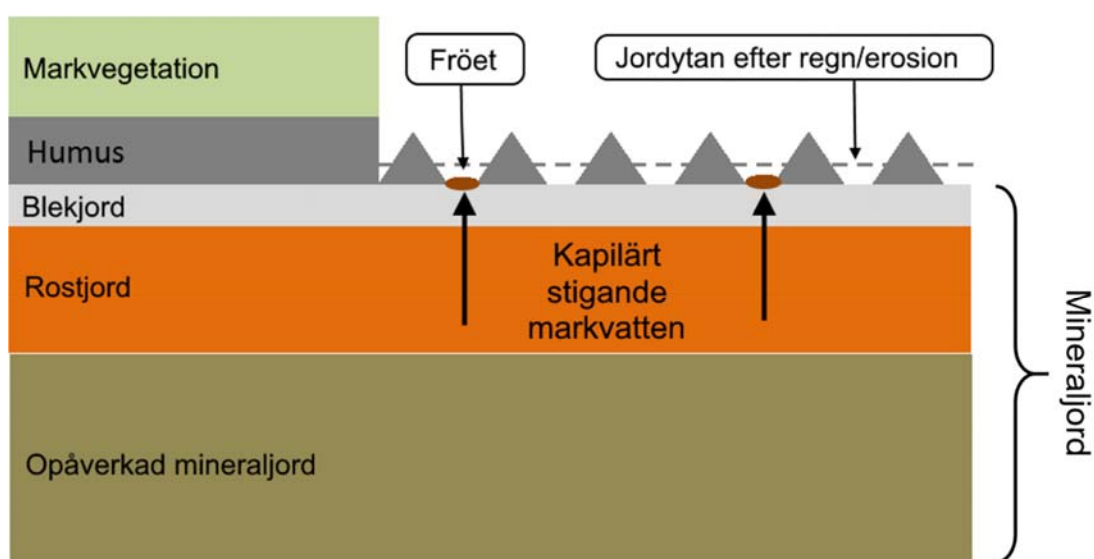
...i direkt anslutning till markberedningen, helst via aggregat som även mikropreparerar marken.

Planering

Planering av sådd bör göras före föryngringsavverkningen, och beställningen av mekaniserad sådd kommer då förhoppningsvis styra markberedningen till våren/försommaren (höst om det ska sås contortatall). I samband med såddbeställningen finns då ett antal ställningstaganden att göra:

- **Beståndsfrö eller plantagefrö?** Beståndsfrö är billigare, medan plantagefrö har generellt högre grobarhet och tillväxt, samt möjliggör genetiskt förädlade plantor (Wennström 2001). Dock kan tillgången på plantagefrö vara begränsad, och predationen har visats sig ibland vara högre på plantagefrö än på beståndsfrö (Wennström et al. 2007). Generellt är förstås plantagefrö dyrare. En fullt möjlig mellanväg vid mekaniserad skogssådd idag är att blanda in plantagefrö i beståndsfrö, exv. 25% plantagefrö (Wennström et al. 2001).
- **Hur tät vill jag att beståndet ska vara?** Frågan påverkar hur många frön per löpmeter som ska sås (kallas frögivan). Detta är i sin tur en central fråga då man vid sådd verkligen har möjligheten att variera beståndstätheten, vilket i praktiken innebär tätheten på tall då vi inom det svenska skogsbruket nästan endast sår tallar. Frögivan bestämmer också i praktiken såddens hektarkostnad då själva fröna är den dyraste kostnadsposten vid skogssådd (Bergsten & Sahlén 2013). Holmen Skog, en stor aktör inom mekaniserad skogssådd i Sverige, siktar generellt på ca 10 frö/m (Svensson 2021), medan Bergsten & Sahlén (2001) angav 16 frö/m som minsta giva. Såddapparatstillverkaren Bracke Forest anger 5-6 frö/m som en relativ vanlig frögiva vid mekaniserad skogssådd i Sverige. Flertalet faktorer påverkar frögivan, se Skogsskötselserien (Bergsten & Sahlén 2013, s 51) för en formel som kan användas för att beräkna fröätgång/frögivan vid skogssådd.

- **Kan mikropreparering göras?** Vid mikropreparering skapas temporärt små pyramidformade fördjupningar i marken (Figur 3), och görs för att öka kontakten mellan fröna och groningssubstratet, ge fröna säkrare vattentillgång, och minska fröpredationen (Bergsten 1988). Vid mekaniserad sådd görs mikropreparering oftast m.h.a. ett våffelmönstrat hjul (Figur 4), men det kan även göras som små spår i marken m.h.a. spetsar på olika markberedningsverktyg (exv. Figur 6, nederst höger). Vid manuell sådd kan mikropreparering göras med exv. speciella mikroprepareringsskor (Figur 4) eller med fotbollsskor med kraftiga dobbar, krattor, mm.



Figur 3. En idealisk såddbädd för skogssådd. Markberedningen görs enbart ner till början av blekjorden, dvs den översta mineraljordshorisonten på en podsol (nordisk skogsmark som är lämplig för sådd har nästan uteslutande podsoler), vilket möjliggör att fröet hamnar på mineraljord av lagom kornstorlek. I humuslagret görs mikropreparering precis innan besåningen. Vid exv. regn eroderar de små pyramidernas toppar och täcker över fröet lagom mycket, vilket minskar uttorkning och predation. Skiss från Helenius (2016).

- **Ska det vara radsådd eller fläcksådd?** Markens terräng och/eller beståndets egenskaper avgör. Vid mekaniserad sådd genomförs markberedningen och sådden samtidigt.

Radsådd görs generellt med kontinuerligt framryckande maskiner (skotare, traktor, osv.) och kräver framkomligare terräng. Vid radsådd sker besåningen kontinuerligt med jämna mellanrum, och föraren kontrollerar inte var fröna hamnar. Oftast går radsådd snabbare än fläcksådd då kontinuerligt framryckande markberednings-maskiner generellt har 2-5 gånger högre produktivitet än intermittent framryckande maskiner / riktad markberedning (Uusitalo 2010; Johansson 2016).

Fläcksådd görs generellt med intermittent framryckande maskiner, ofta i långa fläckar via riktad markberedning med kran. Vid riktad markberedning väljer föraren aktivt var markberedningen sker och var fröna sås. Riktad markberedning (och därmed fläcksådd) är lämplig på stenig, brant, eller ojämn terräng (Johansson 2016), och på ytor som är flikiga, oregelbundna, eller små.

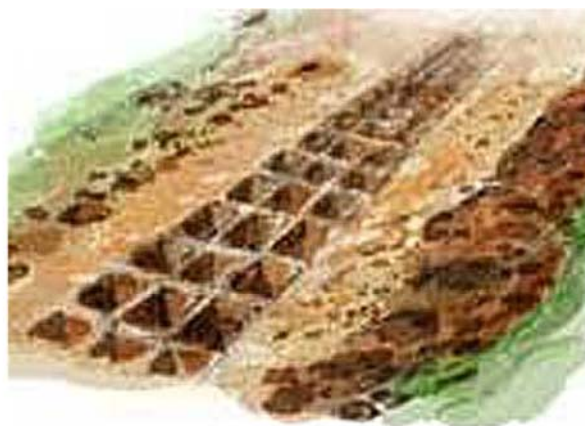


Illustration: Anna Marconi



Figur 4. Mikropreparering, ett knep för att öka grobarheten vid skogssådd, utförd i teorin (överst, höger) och i verkligheten (vänster). Mikropreparering kan göras m.h.a. en mikroprepareringssko vid manuell sådd (nederst, mitten) eller vid mekaniserad sådd m.h.a. ett mikroprepareringshjul. Foton: Sveaskog, Silvitec AB, och ForeCare AB. Illustration: Anna Marconi.

- **Hur vet jag om sådden har lyckats, och vad gör jag om den inte har lyckats?**
Förståeligt nog är föryngring via frö (naturligt eller via sådd) mer osäkert än plantering. Därför är resultatuppföljning viktigare vid sådd än vid plantering. Uppföljningen görs lämpligen 3-4 växtsäsonger efter sådden, då den årliga plantavgången någorlunda har stabiliserats (Bergsten & Sahlén 2013). Sådden kan så klart följas upp tidigare än 3-4 säsonger efter besåningen, men inventeringen blir då svårare och mer tidskrävande, och inventeringsresultatet mer osäkert. Inventeringen görs lämpligen via cirkelyteinventering (1,78 m radie, dvs 10 m² yta, 10-30 ytor per bestånd beroende på önskad resultatsäkerhet).

Om såddresultatet inte uppfyller önskade plantantal kan man hjälpplantera, företrädesvis i den beredda marken. Att så om en misslyckad skogssådd 3-4 säsonger senare lyckas sällan. Se Skogsskötselserien om sådd (Bergsten & Sahlén 2013) för mer information om uppföljning av skogssådd.

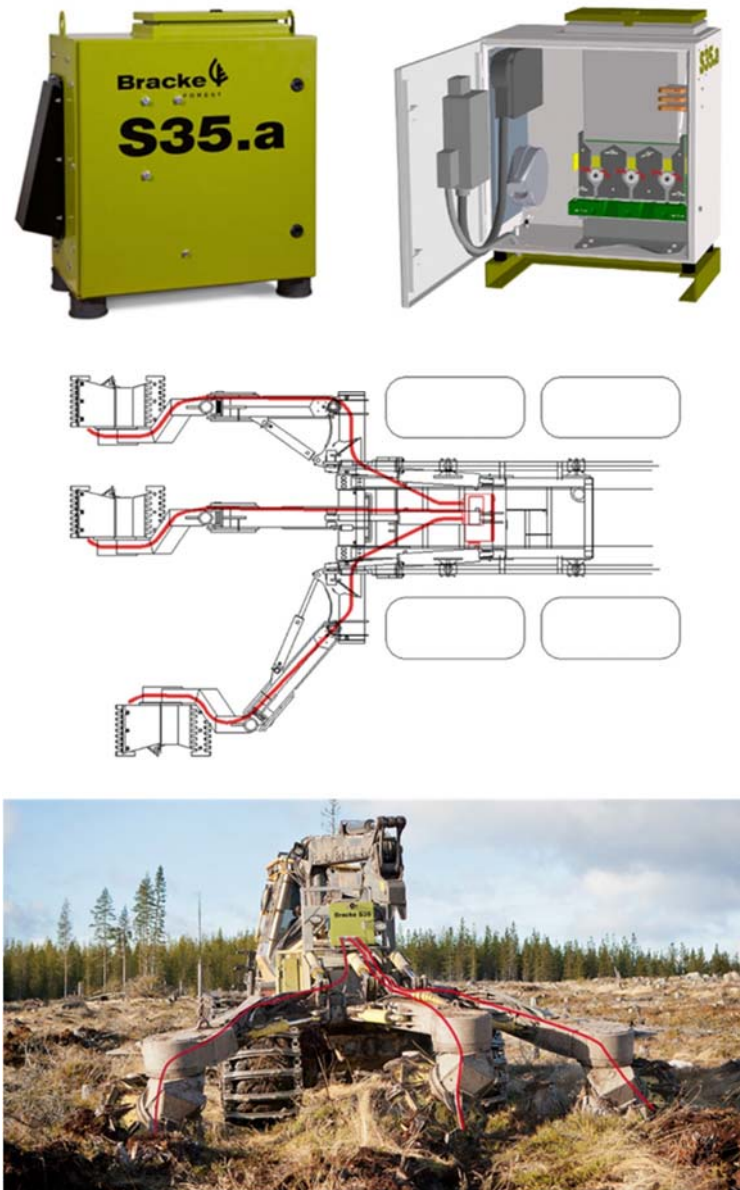
- **Vilka tekniska lösningar för mekaniserad skogssådd skulle passa bäst?** I teorin finns det vid mekaniserad sådd flera olika verktyg att välja mellan. Vi tittar närmare på dem här nedanför.

Tekniken

Vid mekaniserad skogssådd består de tekniska verktygen huvudsakligen av en basmaskin, en såddapparat och ett markberedningsaggregat.

Basmaskinen: Vid mekaniserad sådd i svenskt skogsbruk har kontinuerligt framryckande basmaskiner (används vid radsådd) huvudsakligen varit skotare, men traktorer har också använts ibland. Som intermittert framryckande basmaskiner (används vid fläcksådd) har det vid svenskt skogssådd huvudsakligen använts grävmaskiner, även om skördare och traktorgrävare också har nyttjats. Med kranförsedda intermittert framryckande basmaskiner kan man göra riktad sådd.

Såddapparaten: Historiskt sett (före 2000-talet) förmådde inte såddapparaterna att pytsa ut frön enskilt på marken, utan fröna kom ut mer eller mindre klumpvis. Detta var en stor nackdel då fröätgången blev större (och sådden därmed dyrare) och föryngringen blev mer gruppställd med högre röjningskostnader till följd. Detta problem löstes år 2004 när Brackes såddapparat S35 uppfanns (Figur 5), och idag kan frön pytsas ut ett-och-ett, oavsett variation i framrycknings-hastighet eller avbrott i markberedningsarbetet. Såddapparater håller länge, varvid världsmarknaden för såddapparater är relativt liten och Bracke S35 är idag helt dominerande i Sverige och internationellt. Nackdelen med såddapparater som matar frön klumpvis (exv. SeedGun från Newforest Oy i Finland) mildras vid fläcksådd, men även vid fläcksådd är enskild utpytsning av frön en fördel. Så vid beställning av mekaniserad skogssådd är sannolikheten stor idag att dina frön kommer att sås m.h.a. en Bracke S35-såddapparat.



Figur 5. Bracke Forests såddapparat S35 (överst, höger och vänster), och hur den monteras på en markberedare och hur fröna färdas från apparaten till marken (i detta fall på en tredig harv, röda linjer, mitten och nederst). Såddapparaten S35 är för närvarande den enda kommersiellt förekommande såddapparaten inom nordiskt skogsbruk. Foton och skisser: Bracke Forest AB.



Figur 6. Mekaniserad skogssådd genom såddrör monterade på moderna harvaggregat (överst) och höglägningsaggregat (nederst). Harvaggregat med standardharvtallrikar (med grävmaskinständer, vänster) och en nyutvecklad harvtallrik (med slitstarka plattor, höger). Höglägningsaggregat med sidomonterade såddrör med standardmässiga treuddiga rivhjul (med grävmaskinständer, vänster) och nyutvecklade treuddiga rivhjul (med ”nästan-mikropreparerande” skärtänder på ett rivhjul och slitstarka plattor på det andra rivhjulet, höger). De vita pilarna visar var fröna kommer ut. Foton: Bracke Forest AB.

Markberedningsaggregatet: Idag är det mycket vanligt vid skogssådd att markberedningsaggregatet är ett traditionellt harv- eller höglägningsaggregat (Figur 6). Harven är ett kontinuerligt arbetande aggregat och högläggaren ett intermitterant arbetande aggregat, men vid skogssådd ställs båda aggregattyperna in för att bara skrapa bort humusen och blottlägga blekjorden. Enligt Bracke Forest, tillverkaren av båda aggregattyperna, är detta faktiskt lättare gjort med högläggaren än med harven. Vanligtvis mikroreparerar inga av dessa aggregat, även om exv. högläggare har modifierats för att försöka göra mikroreparerade spår (Figur 6, nederst höger).

Under 1990-2000-talet uppfanns i Norden minst fyra aggregat speciellt för skogssådd. Det första specialaggregatet var HuMinMix, ett multifunktionellt fräsaggregat för radsådd som blandar humus och mineraljord, och som kan mikroreparera (Åström 2006; Figur 7). Av alla markberedningsaggregat tillgängliga i Sverige har HuMinMix visat sig ge bäst såddresultat mätt mot kostnad och minsta möjliga markpåverkan, vilket har gjort aggregatet omtyckt inom renskötselområden. HuMinMix monteras på en skotare, är relativt högproduktiv, är skonsam, och som flest var de tre aggregat i användning i norra Norrland (Roturier 2010).

Det andra aggregatet var Humax 2-4, ett kranspetsmonterat fräsaggregat för skördare (Figur 8). Med Humax 2-4 valde förare aktivt var sådden skulle ske (man arbetade riktat) och det var skonsamt (låg markpåverkan), men aggregatet krävde en dyr basmaskin och var ineffektivt på svårare och risigare marker (Nilsson 2009). Humax används inte idag.

Det tredje aggregatet var KSM-såddskopan, en skopa för montering på grävarkranar (Figur 7). Med KSM skapar föraren långa fläckar där humusen skrapas bort och frön sås direkt. Kombinationen KSM-aggregat och grävmaskin ger bra såddresultat även på stenigare marker (Nilsson 2009). Fröbehållaren sitter på skopan och fröna matas relativt jämnt m.h.a. en skiva, 30-40 stycken per krandragning. Enligt tillverkaren har ett tiotal aggregat sålts, främst för användning i södra Norrland, varvid ett antal fortfarande är i drift våren 2021.



Figur 7. Exempel på specialaggregat för mekaniserad skogssådd: KSM-skopan (Kranspetsmonterad såddskopa, vänster) på grävmaskin för riktad skogssådd i långfläck; HuMinMix (HumusMineraljordMix, höger) på skotare för kontinuerligt framryckande radsådd i frästa, mikroreparerade spår. Foto: Ida Nilsson och Tomas Nordfjell.

Det fjärde specialaggregatet var Havel-fräsen som uppfanns ca 2010 (Figur 8). Denna kranspetsmonterade fräs skapade dock inte ett bättre såddssubstrat än skrapning med vanliga skopor (Helenius & Saarinen 2013), och aggregatet används inte idag.

Summering

I praktiken är dock den privata skogsägaren ofta utlämnad till att få nöja sig med den skogssåddtekniken som finns tillgängligt i sitt närområde. Trots detta, kan det vara fördelaktigt att veta vilka tekniker och verktyg för mekaniserad sådd som finns eller har funnits inom svenskt skogsbruk. Skogsägaren känner då till vad som skulle kunna vara möjligt inom skogssådd, och blir därmed en mer kompetent beställare. En sådan medvetenhet kan hjälpa till att driva på utvecklingen och tillgängligheten av bättre verktyg för mekaniserad sådd inom svenskt skogsbruk.



Figur 8. Kranspetsmonterade aggregat för riktad skogssådd som inte längre används: Humax (till vänster) från Humax Forest AB i Hammerdal, Jämtland, och Havel-fräsen från Havel Oy i Ilomantsi, Finland. Bristfälligt markberedningsresultat var huvudanledningen till varför båda specialaggregat inte längre används (Nilsson 2009; Helenius & Saarinen 2013). Foto: Ida Nilsson och Pekka Helenius.

Referenser

- Bergsten, U. 1988. Pyramidal indentations as a Microsite Preparation for Direct Seeding of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3(1-4):493–503.
- Bergsten, U. & Sahlén, K. 2001. Skogsförnygring av tall och gran från frö. Handbok i skogsförnygring. Sveriges lantbruksuniversitet. Vindeln. 1a upplagan.
- Bergsten, U. & Sahlén, K. 2013. Skogsskötselserien: Sådd. Skogsstyrelsen. 2a upplagan.
- de Chantal, M., Leinonen, K., Ilvesniemi, H. & Westman, C. J. 2003. Combined effects of site preparation, soil properties, and sowing date on the establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* from seeds. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(5): 931-945.
- Hagner, S. 1958. Om kott-och fröproduktionen i svenska barrskogar. Statens skogsforskningsinstitut. Meddelanden 47, nr 8.
- Helenius, P. 2015. Skogssådd –trygg metod på rätt plats. *Skogsbruket* nr 5, s 12-13.
- Helenius, P. 2016. Recent development in mechanical direct seeding in Finland. *Silvicultural technology - III Workshop on innovative management for target-oriented silviculture*, 17-18 maj 2016. SLU. Umeå.
- Helenius, P. & Saarinen, M. 2013. Regeneration result of excavator-mounted rototiller in direct seeding of Scots pine on forestry-drained peatland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(8): 752-757.
- Hyppönen, M. & Hallikainen, V. 2011. Factors affecting the success of autumn direct seeding of *Pinus sylvestris* in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26(6): 515-529.
- Johansson, M. 2016. Markberedning i brant och stenig terräng –En jämförande studie mellan markberedning med harv, grävmaskin och spadförsedd skördare. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Arbetsrapport 14.
- Kankaanhuhta, V., Saksa, T. & Smolander, H. 2009. Variation in the results of Norway spruce planting and Scots pine direct seeding in privately-owned forests in southern Finland. *Silva Fennica* 43(1):51-70.
- Lundström, P. 2015. Potential för utökad areal sådd inom Holmen Skog. Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå. Arbetsrapport 5.
- Magnusson, L. 2010. Tillväxt för skogssådd och plantering fram till röjning och första gallring –föryngringsmetodernas potential att uppfylla olika produktionsmål. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå. Examensarbeten 2010:08.

- Nilsson, I. 2009. Markberedningsresultat och plantbildning med såddapparaten Humax 2-4 och KSM-såddskopa. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå. Examensarbeten 2009:1.
- Roturier, S. 2010. Markberedning på vinterbetesland – hur ska renlaven skötas? Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Fakta Skog nr 6.
- Simak, M. & Gustafsson, Å. 1954. Fröbeskaffenheten hos moderträd och ympar av tall. Statens skogsforskningsinstitut. Meddelanden 44, nr 2.
- Skogsstyrelsen. 2020. Sådd. Skogsstyrelsen. Jönköping. www.skogsstyrelsen.se
- Svensson, T. 2021. Tallsåddens potential för återbeskogning av marker med tjocka humustäckan eller torv i norra Sverige. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbete 2021:01.
- Uusitalo, J. 2010. Introduction to forest operations and technology. JVP Forest Systems Oy. Tammerfors, Finland.
- Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. Sveriges lantbruksuniversitet. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvustria 204.
- Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J. E. 2001. Early seedling growth of *Pinus sylvestris* after sowing with a mixture of stand and orchard seed in dense spacings. Canadian journal of forest research, 31(7): 1184-1194.
- Wennström, U., Bergsten, U. & Nilsson, J.E. 2002. Effects of seed weight and seed type on early seedling growth of *Pinus sylvestris* under harsh and optimal conditions. Scandinavian journal of forest research, 17(2): 118-130.
- Wennstrom, U., Bergsten, U. & Nilsson, J.E. 2007. Seedling establishment and growth after direct seeding with *Pinus sylvestris*: effects of seed type, seed origin, and seeding year. Silva Fennica, 41(2): 299-314.
- Åström, H. 2006. Plantetablering och tillväxt för sådd och planterad tall 2-5 år efter markberedning med harv eller Huminmix-teknik inom Holmen Skog distrikt Norsjö. Institutionen för skogsskötsel, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbeten 2006-9.