



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Mekaniserad sticklingproduktion

Karl-Anders Högberg, SkogForsk, Ulf Hallonborg, SkogForsk,
Kristen Edström, AssiDomän Skog & Trä AB,
Mats Karlbom, Stora Skog AB, Anders Lindgren, Korsnäs AB

**Arbetsrapport nr 320
1996**

**SkogForsk, Glunten, 751 83 UPPSALA
Tel: 018-188500 Fax: 018-188600**

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, inventeringsdata m.m. och distribueras ej till andra än direkt berörda.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie.

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Sammanfattning	1
Inledning	3
Mekanisering, lägesbeskrivning.....	3
Biri.....	3
Hilleshög.....	4
Övriga kontakter.....	4
Slutsatser	4
Analyser av förutsättningar vid olika	5
produktionsnivåer.....	5
Tio miljoner sticklingar per år	5
Fem miljoner sticklingar per år	6
En miljon sticklingar per år	8
Kommentarer	9
Rekommendationer	9

Sammanfattning

En helmekaniserad lösning av de idag manuella momenten klippning och stickning ter sig svår att genomföra och blir i så fall mycket dyr, både av biologiska och tekniska skäl. Stickningsmomentet kan göras maskinellt, men med de förutsättningar som föreligger för dagen leder inte detta till någon besparing.

Orsakerna till mekaniseringssvårigheterna är främst två:

1. Svårigheten att med en mekanisk konstruktion motsvara det mänskliga ögats bedömning av en lämplig kvist och var kvisten skall klippas.
2. Problemet att från en rushög eller en bunt kvistar gå till enstyckshantering och vidare matning av stickningsmaskinen.

Lösning av punkt 1 förutsätter ett omfattande och mycket dyrbart utvecklingsarbete, med robotteknik, bildanalys m.m. inblandat.

Lösning av punkt 2 kan ske genom att kvistarna direkt vid klippning sticks i ett mellanmagasin varifrån sedan matning av kvistar till stickningsmaskinen kan ske en och en. Detta är en förhållandevis enkel lösning och kan principstuderat omgående. Möjligen kan också direktstickning i fyllda lådor och omedelbar transport till växthus provas, även om detta är mer tveksamt biologiskt. Lösningar motsvarande punkt 1 är naturligtvis också tänkbara i det fall rushög eller bunt ingår i systemet, men kostnaden blir då också analog med punkt 1.

Det bör framhållas att rationaliseringsvinster i nivå med det en delmekanisering kan ge, torde kunna åstadkommas med vardagsrationalisering av befintliga system utan kapitalberoende insatser som tenderar att höja kostnaderna. En möjlighet till rationalisering kan vara att krukade moderplantor hanteras med ordinarie odlingsramar, vilket borde ge möjlighet att vinna i riskvärdet utan att ge avkall på en traditionell hantering.

Trots gruppens ursprungliga mandat att i huvudsak granska mekanisering av sticklingproduktionen, är ändå några övriga kommentarer på sin plats. En hög plantbildningsprocent är mycket viktig för en god ekonomi i sticklingproduktionen. Utveckling och förbättring av metoder som säkrar en god fysiologisk status hos sticklingkvistarna är en viktig del i detta.

Ju större mängd sticklingar som skall produceras, desto större blir den areal som erfordras för moderplantodling. Detta gäller oavsett om moderplantorna anläggs som frilandshäckar eller odlas i krukor.

För att uppnå verkligt effektiv plantproduktion genom vegetativa metoder, förefaller somatisk embryogenes vara en lovande metod. Om somatiska embryon kan inneslutas i konstgjorda fröskal och hanteras som vanliga frön, behöver ingen ny teknik utvecklas, vilket skulle spara betydande belopp. Även om det fortfarande finns frågor av grundläggande karaktär att lösa, inger metoden hopp om ett effektivt system för vegetativ förökning för såväl bulkförökning som klonskogsbruk med gran. I British Columbia finns för övrigt redan ett företag som utför somatisk embryogenes på uppdragsbasis och under 1995 har levererat 150 000 småplantor för vidare växthusodling.

Inledning

Vegetativ förökning är ett skarpt verktyg för att effektivisera skogsträdsförädling och tillgodogöra sig genetiska framsteg i praktiskt skogsbruk. För gran, det ena av Sveriges två dominerande skogsträd, är förökning med sticklingar den i dagsläget enda möjligheten att producera vegetativt förökade plantor till en rimlig kostnad. Detta till trots upplevs kostnaden för en sticklingplanta som så hög att den hämmat en utveckling av metoden. De två projekt som hittills drivits i Sverige har också avvecklats eller lagts på is, med den höga kostnaden för produktion som den kanske viktigaste orsaken.

När nu ytterligare ett projekt startats, Mellansvenska klonskogsbruksprojektet (MSKB), sker detta med en uttalad vilja att grundligt utreda möjligheten till rationalisering av sticklingproduktionen, med mekanisering som en lockande metodutveckling.

Den förprojektering som presenteras i denna stencil är beställd av MSKB, med målet att skissa ett projekt för mekanisering av sticklingproduktionen. Arbetet har begränsats till att gälla gran. Häckmetoden skall användas för att motverka åldrande och slutprodukten skall vara en täckrotsplanta. Efterhand som arbetet fortgått har också en översyn av dagens produktionsmetod befunnits nödvändig.

Den arbetsgrupp som tillsattes att utföra arbetet har bestått av: Krister Edström, AssiDomän Skog & Trä AB, Ulf Hallonborg och Karl-Anders Högberg, SkogForsk, Mats Karlbom, Stora Skog AB och Anders Lindgren, Korsnäs AB.

Mekanisering, lägesbeskrivning

Biri

Den prototyp till stickningsmaskin som tagits fram av Opplands Skogselskap i Biri i Norge, är sannolikt den mest utvecklade som står att finna. I denna lösning lufttransporteras sticklingkvistarna till ett roterande magasin varifrån de grips fast med hjälp av en tryckluftsdreven mekanism. Därefter förs kvistarna ner i krukset enligt en i förväg utprovad matris för det speciella kruksetet. Maskinen har bara ett griporgan och kan följaktligen endast sticka en kvist i taget. Prestationen ligger på ca 3 000 stuckna kvistar/timme.

Tekniken är inte särskilt komplicerad eller dyrbar, utan motsvarar i stort sett den som används i moderna såddlinjer. Det verkar fullt möjligt att utveckla detta koncept så att en rad i taget i kruksetet sticks samtidigt, eventuellt också hela kruksetet.

Ett försök att mekanisera klippningen har gjorts genom att ett rör träs över en kvist i taget. I änden av röret har en kniv anbragts som klipper av kvisten, vilken sedan sugas vidare in i röret med toppen först. Därefter når kvisten en växel där suget kommer från andra hållet, så att den vänds och hamnar med

rotändan först i ett kvistmagasin. Frekventa driftavbrott och låg prestation har lett till att utvecklingsarbetet har lagts på is.

Hilleshög

Dåvarande Hilleshög Forestry AB som drev ett av de två tidigare klonskogsbruksprojekten i Sverige gjorde vissa försök med mekanisering av stickningen, men utan tillämpligt resultat. Utöver biologiska orsaker till detta kan också framhållas förändringar av produktionsplanerna, som ledde till nya förutsättningar för mekanisering och försvårade utvecklingen av den valda tekniken. Vid avvecklingen av Hilleshögs klonskogsbruksprojekt överläts mekaniseringskonceptet till BCC i Landskrona, som inte driver någon fortsatt utveckling och inte heller har planer på att göra det.

En idé som dök upp under kontakten var att sticka direkt vid klippningen i fyllda lådor som sedan transporteras in i rotningsväxthuset. Denna hantering blir dock mycket skrymmande och ställer höga krav på utformningen av transportsystem. Dessutom är det biologiskt tveksamt, eftersom nyligen klippta och stuckna kvistar riskerar att exponeras för ogynnsamma väderleksförhållanden.

Weyerhaeuser

Vid ett studiebesök gav representanter för Weyerhaeuser information av intressant och överraskande slag. För såväl *Pinus taeda* som Douglasgran utvecklade mekaniserade system för sticklingförökning. Såväl principer som prototyper var egentligen färdiga, men de båda representanterna var mycket förtegn inför mer ingående frågor. Dock skulle mekaniseringen reducera kostnaden med 50 %. Det bör tilläggas att sticklingförökningen används för att förmera bra fröpartier och att klippningen görs på 1-åriga fröplantor. Det är således inte fråga om något klonskogsbruk.

Övriga kontakter

Sortering från sticklingbunt till enstyckshantering har provats av ett förpackningsföretag, Edstroem-Bobima AB. Emellertid uppstod problem främst p.g.a. att sticklingkvistarna hakar fast i varandra och försvårar en maskinell sortering. Frammatning till stickningsmaskinen kunde lösas under förutsättning att kvistarna i förväg sorterats i någon form av magasin. Ytterligare kontakter har tagits men inte gett någon information av värde. Andra processer där sortering sker automatiskt, t.ex. glasspinnar, tändstickor och motsvarande, visar sig svåra att applicera på sticklingar. Det generella problemet är att barren hakar fast i varandra och orsakar produktionsstopp.

Vidare har gruppen gjort ett studiebesök vid Institutionen för skogsgenetik på SLU i Uppsala. Detta för att få en inblick i vad somatisk embryogenes innebär, eftersom den kan bli en effektivare framtida metod för vegetativ förökning av gran.

Slutsatser

Ett enda mekaniseringskoncept finns i prototypstadiet, framtaget i Biri i Norge, och dessutom har endast stickningsmomentet mekaniserats i denna lösning. Rationaliseringsvinsten med denna mekanisering blir obetydlig

eftersom matningen av maskinen måste ske manuellt, vilket i tid inte skiljer sig

mycket från manuell stickning. Det finns ingen utveckling som går mot en helmekaniserad sticklingproduktion och detta är med all sannolikhet mycket svårt. Det kvalitativa inslaget vid klippning är en nyckelfaktor i sammanhanget. Det mänskliga ögat är sannolikt betydligt bättre på att bedöma en kvists lämplighet än en maskin.

Kostnaden för att utveckla helmekaniserad sticklingproduktion är mycket svår att förutsäga, men gissningsvis skulle bara ett pilotprojekt kosta minst 5 miljoner. Den därpå följande maskinutvecklingen skulle kosta uppemot 15–20 miljoner, kanske ännu mer. Eftersom biologiska frågeställningar hela tiden finns med i utvecklingsarbetet får man räkna med att en tidsperiod på 6–10 år behövs. Det bör framhållas att siffrorna ovan är osäkra. Erfarenheterna från andra utvecklingsprojekt, t.ex. utveckling av planteringsmaskiner, är att kostnaden ofta underskattas initialt.

Analyser av förutsättningar vid olika produktionsnivåer

Vårstickning har bedömts vara en orealistisk modell om en täckrotsplanta motsvarande en ettårig fröplanta eftersträvas. Detta storlekskrav är anpassat till de krav som ställs på skogsplantor i större delen av Mellansverige och Norrland. En ettårig sticklingplanta kan inte göras tillräckligt stor under bara en säsong, eftersom både rotning och skotttillväxt skall samsas om den tillgängliga energin. Med höststickning finns möjlighet att utnyttja en hel odlingsäsong enbart till skotttillväxt, eftersom rotningen skedde föregående höst. Detta är det snabbaste sättet att nå upp till önskvärd storlek och analyserna begränsades därför till att behandla endast höststickning i genomgången. Gruppen gjorde bedömningen att detta alternativ skulle vara det billigaste och därmed ange en miniminivå för produktionskostnaden.

Tio miljoner sticklingar per år

Detta alternativ är mycket arbetskraftsintensivt och svår genomförbart utan antingen stor tillgång på tillfällig arbetskraft eller en helmekaniserad lösning. Nedan ges exempel på vilka problem som uppstår på denna nivå om manuell arbetskraft skall utnyttjas.

Höststickningen antas äga rum mellan 20/7 och 20/8. Tillgängligt antal dagar = 20, per dag skall då 500 000 sticklingar klippas och stickas. Med prestationen 7 000 sticklingar/dv vid klippning och 8 000 sticklingar/dv vid stickning blir den totala dagsverksåtgången/tillgänglig dag = $71,5 + 62,5$ dv = 134 dv. Sålunda skulle 134 personer behövas varje dag under en månad. Till detta kommer också arbetsledning och administration som förmodligen kommer att kräva någon eller några heltidssysselsatta.

Ytterligare konsekvenser är behovet av areal för moderplantor om klon-skogsbruk tillämpas. För att producera 10 miljoner sticklingar åtgår, med

antagandet att 50 kvistar kan skördas per moderplanta, 200 000 moderplantor. Med ett förband mellan häckplantorna på $0,7 \times 1$ m betyder detta att 140 000 m² behövs eller 14 ha. I ett löpande klonskogsbruk behöver också kloner bytas ut efter ett antal års produktion och några år behövs innan moderplantorna nått erforderlig storlek. Därför skall man räkna med att minst dubbla arealen, d.v.s. 28 ha, behövs.

Vid bulkförökning åtgår betydligt mindre arealer eftersom man då kan använda 3–4-åriga fröplantor, vilka kan ge mellan 10 och 30 sticklingar/planta. För produktion av 10 miljoner sticklingar åtgår då 400 000 – 1 miljon plantor. Vid en planttäthet av 150 plantor/m² åtgår 2 700 – 6 700 m².

Med en så hög produktionsnivå ter sig en helmekanisering som ett gott alternativ även om kostnaden skulle bli ungefär densamma. Tyvärr finns det inget som tyder på att en helmekanisering skulle vara jämbördig kostnads-mässigt. I en helmekaniserad lösning behövs en mycket avancerad utrustning som kan kassera undermåliga kvistar, orientera de godtagbara och mata en stickningsmaskin med kvistar en och en. Spillet vid maskinell klippning blir sannolikt mycket stort och följaktligen måste också moderplantarealerna utökas. Det mesta pekar alltså på att en helmekaniserad lösning blir dyr att både utveckla och hålla i drift, inte minst på grund av det låga utnyttjandet.

Fem miljoner sticklingar per år

På denna produktionsnivå har ett delmekaniserat system analyserats, där endast stickning är mekaniserad. Detta är en modell som är fullt realiserbar efter utveckling av Biri-konceptet. I klippning ingår ett antal moment som vid en mekanisering medför såväl systemmässiga komplikationer som rent tekniska svårigheter. Vid manuell klippning sker urval och längdbestämmning samt eventuell rättvändning och buntning av sticklingarna som en integrerad del av arbetet. Det är alltså av ett visst värde att behålla dessa kvalitativa inslag vid en delmekaniserad lösning.

Att integrera klippning och stickning är förknippat med stora tekniska svårigheter. Därför har vi i det delmekaniserade alternativet valt att kringgå problemen med enstyckshantering av sticklingarna genom att införa någon typ av mellanmagasin som samtidigt gör automatisk inmatning till stickningsmaskinen möjlig. Hur ett sådant magasin kan vara utformat tas inte ställning till.

Klippning för höststickning sker under en månad (20 arbetsdagar). Vid normal manuell klippning kostar varje stickling 16 öre och tar 4,11 sekunder att klippa. Med en produktion på 5 miljoner sticklingar fordras då 714 dagsverken om 8 timmar, motsvarande 36 personer för att uträtta arbetet på en månad. Totala kostnaden är 5 miljoner plantor à 16 öre = 785 000 kr.

Om varje stickling skall placeras i ett magasin kommer tiden för klippningen att förlängas. Om vi antar att ytterligare 1,5 sekund går åt kommer prestationen vid klippningen att sjunka till 5 100 sticklingar/dv. Dagsverksbehovet stiger till 975, vilket motsvarar 49 personer under en månad. Varje stickling kommer då att kosta 22 öre och den totala kostnaden för klippning av 5 miljoner sticklingar blir 1 070 000 kr.

Till detta kommer magasin för förvaring av sticklingarna och matning av stickningsmaskinen. Om klippning och stickning sker parallellt krävs magasin för lagring av en dags produktion. När stickningen sker frigörs magasin som går i retur till klippningen. Om vi antar att magasin jämte utrustning för laddning av magasinet vid höften kostar 5 öre/stickling ger det en kostnad för klippningen om 27 öre/stickling och totalt 1 350 000 kr.

Delmekanisering medför sålunda att kostnaden för klippning ökar från 16 öre till 27 öre/stickling. Arbetet kräver 50 personer under en månad. Den totala årskostnaden för stickning blir 1 350 000 kr.

Vid manuell stickning är prestationen 8 000 sticklingar/dv. Varje stickling tar 3,6 sekunder och kostar 14 öre att sticka. För att sticka 5 miljoner sticklingar fordras 625 dagsverken eller 31 personer under en månad. Totala kostnaden blir 688 000 kr.

Magasinen för förvaring av sticklingarna gör det möjligt att mekanisera stickningen. Sticklingarna serveras i en rad för direkt inmatning i stickningsmaskinen som kan få en cykeltid på omkring 2 sek. Automaten arbetar med radvis stickning och det är snarast antalet sticklingar i raden som dimensionerar automatens kapacitet. Om vi, för att inte överdriva, antar att varje rad innehåller 9 krukor blir kapaciteten 32 400 sticklingar per effektiv timme. För 5 miljoner sticklingar åtgår 154 maskintimmar eller 20 (19,3) dagsverken. Automaten kan således göra arbetet på en månad utan att ens utnyttja skiftgång.

Om investeringen sätts till 1,2 miljoner kronor kommer den årliga amorteringsfaktorn, vid detta ganska extensiva utnyttjande och med en livslängd på 10 år och 8 % ränta, att hamna på 0,149 och kapitalkostnaden på 179 000 kr eller 3,6 öre/stickling. Maskinen betjänas av två man, vilket ger en lönekostnad om 0,5 öre/stickling. Till detta kommer driftkostnaden för maskinen. Sammanlagt blir kostnaden för maskinen i storleksordningen 6 öre/stickling, d.v.s. totalt 300 000 kr.

Det synes svårt att genom delmekanisering enligt ovan sänka kostnaden för klippning och stickning tillsammans under den nivå, 30 öre/stickling, som det rent manuella arbetet kostar. Det delmekaniserade systemet ger en trolig kostnad på 33 öre/stickling. Även om kostnaden för magasin och stickningsmaskinen sänks med 20 % kommer kostnaden bara att tangera den manuella kostnaden.

Arbetskraftsbehovet påverkas såtillvida att den totala dagsverksåtgången sjunker något från 1 340 till 1 015 dagsverken. Behovet vid klippning ökar och behovet vid stickning sjunker kraftigt.

Rationaliseringsvinster i nivå med det en delmekanisering kan ge torde kunna åstadkommas med vardagsrationalisering av befintliga system utan kapitalberoende insatser som tenderar att höja kostnaderna vid lågt utnyttjande.

En miljon sticklingar per år

På denna nivå har dagens system med manuell klippning och stickning analyserats. I analysen ingår också kostnadsalkyler för moderplantproduktion och sticklingproduktion enligt de förutsättningar som råder för dagen. Analyserna bygger på de faktiska förhållanden som råder på de tre plantskolor, vilka producerar sticklingar inom ramen för MSKB. Eftersom förutsättningarna skiftar har presentationen gjorts så allmängiltig som möjligt. För detaljerad information om produktionsförutsättningar och -kostnader hänvisas direkt till respektive plantskola.

Kostnadstabell – moderplanta i frilandshäck

Kostnadspost	öre/planta
Markkostnad	50
Markbearbetning, plantering	30
Utgångsplanta	300
Skötsel	390
OH-kostnad, 10 %	80
Summa	850

Kostnadstabell – moderplanta i kruka

Kostnadspost	öre/planta
Material	70
Inkrukning	200
Utgångsplanta	300
Skötsel	450
OH-kostnad, 10 %	170
Summa	1 190

Kostnadstabell – produktion av sticklingar resp. fröplantor

	Stickling	Fröplanta	Diff. sti- fröpl.
	öre/planta	öre/planta	öre/planta
Material	20	18	2
Frö, sådd		10	-10
Moderplanta	10		10
Klippning	16		16
Stickning	14		14
Skötsel	12	10	2
Kap.kostn, drift och underhåll	34	25	9
OH-kostnad, 15 %	18	9	8
Plantbildn.-procent (sti=80 %, frö=90 %)	34	8	26
Summa	158	80	78

Kommentarer

Schablonmässigt tillkommer ca 1 kr/planta i kostnad för båda produktionsalternativen. I denna ryms diverse fasta kostnader och packning. Kostnaden för packning har bedömts vara lika för samtliga alternativ.

Moderplantkostnaden har satts till 10 öre/stickling, vilket utgår från moderplantor i frilandshäck. Kostnaden per stickling, om moderplantan odlats i kruka, har beräknats till 15 öre, men troligen utjämnas skillnaden mellan alternativen i slutänden. Detta eftersom ett jämnare och vitalare material erhålls vid odling av moderplantor i kruka, åldrandet borde kunna hållas i schack lättare och plantbildningsprocenten blir högre.

I ett klonskogsbruk tillkommer också kostnader för administration av kloner, liksom för blandning av kloner enligt lagens krav. Exakt vilka kostnader detta medför har inte kunnat fastställas, men storleksordningen uppskattas till några tiotal ören.

Under arbetets gång har uppmärksammats att det med stor sannolikhet inte går att producera en tillräckligt stor planta med vårstickning och odling under en säsong. Även höststickning kan vid dåliga väderleksförhållanden drabbas av samma problem på de breddgrader där sticklingproduktionen sker inom MSKB. Om tvåårig odling tillämpas kommer kostnaderna att öka ytterligare, uppskattningsvis 20–30 öre.

Rekommendationer

Gruppen avråder från utveckling av helmekaniserad sticklingförökning. Detta kommer att bli ett mycket dyrt och osäkert utvecklingsarbete. Att dessutom marknaden fortfarande måste bedömas som osäker gör att en sådan satsning skulle bli ett högriskprojekt.

Utveckling av delmekaniserad förökning där stickningsmomentet mekaniseras enligt Biri-konceptet är enklare att genomföra, men vinsterna ligger här mer på minskat behov av tillfällig arbetskraft än påtagliga kostnadsminskningar.

En vardagsrationalisering av den manuella metoden, med beaktande av alla moment, kan ge en kostnadsminskning på ett enklare och billigare sätt. Här måste påpekas att sådan rationalisering i hög grad är beroende av förutsättningarna i den enskilda plantskolan.

Plantbildningsprocenten ger stort utslag i kostnadsberäkningen och stor möda bör läggas ner på att få så hög kvalitet som möjligt på moderplantproduktion och -behandling. Forskning och utveckling på detta område pågår i ett samarbetsprojekt mellan SkogForsk och SLU.

På längre sikt framstår somatisk embryogenes som det bästa alternativet för storskalig vegetativ förökning av gran. En utveckling av somatisk embryogenes för praktiskt bruk bör startas så fort som möjligt.