

Studie av engreppsskördare i avverkning av brandgator och av grävmaskin i anläggning av brandgator och jordslagning av frötallar samt undersökning av metod och kostnad för hyggesbränning

Dan Westerberg

Omslag: Jordslagning av frötallar och fällning för att få risfri brandgata inför bränning. **Foto:** Dan Westerberg

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolagen, skogsägareföreningarna, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna 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 med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien *Arbetsrapporter* dokumenterar långliggande försök, inventeringar, studier m.m., distribueras enbart efter särskild beställning.

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 | 3 |
| Fällningsmetod för engreppsskördare vid avverkning av brandgator | 3 |
| Anläggning av brandgator och jordslagning av frötallar med bandgående grävmaskin..... | 4 |
| Metod och kostnad för hyggesbränning | 4 |
| Inledning..... | 5 |
| Del 1, Maskintekniska studier | 7 |
| Studie av fällningsmetod för engreppsskördare vid avverkning av brandgator..... | 7 |
| Material och metod..... | 8 |
| Försökslokal..... | 8 |
| Resultat | 13 |
| Virkesuttag och arbetsmönster | 13 |
| Diskussion | 21 |
| Virkesuttag och arbetsmönster | 21 |
| Slutsatser..... | 26 |
| Studie av anläggning av brandgator och jordslagning av frötallar med bandgående grävmaskin..... | 27 |
| Material och metod | 27 |
| Resultat | 29 |
| Diskussion | 32 |
| Jordslagning av frötallar, bakgrund, prestation och kostnad | 32 |
| Del 2, Enkätundersökning och analys av metod och kostnad för hyggesbränning..... | 40 |
| Inledning..... | 40 |
| Syfte..... | 40 |
| Material och metod | 40 |
| Resultat från enkätundersökningen..... | 41 |
| Diskussion | 47 |
| Nuvärdeskalkyl..... | 60 |
| Slutsatser..... | 65 |
| Referenser | 67 |
| Personliga meddelanden | 68 |
| Bilaga 1 Momentindelning vid studien av engreppsskördaren..... | 69 |
| Bilaga 2 Momentindelning vid studien av grävmaskinen | 70 |

Sammanfattning

Arbetsrapporten består av två delar. Första delen utgörs av maskintekniska studier av en engreppsskördare som avverkar brandgator och av en bandgående grävmaskin som anlägger brandgator med jordsträng samt jordslår frötallar. Andra delen består av en analys av metod och kostnad för hyggesbränning med en enkätundersökning som grund.

Fällningsmetod för engreppsskördare vid avverkning av brandgator

Syftet med studien var att jämföra olika fällningsmetoder för att få en risfri brandgata samt att undersöka om skördarens prestation påverkades av att lämna en risfri zon på ca 5 m runt 40 fröträd/ha. Jämförelsen avsåg arbetsmetodik, prestation och kostnad för avverkningsarbete med engreppsskördare. Slutsatserna blev att:

- Tillskapandet av en risfri zon ökar avverkningskostnaden med ca 50 % för brandgatan och närmast intilliggande slag.
- De studerade metoderna för upptagning av en risfri zon medförde ungefär samma avverkningskostnad i det studerade beståndet.
- Kostnaden för att köra en extra gång och upparbeta fällda stammar var i stort sett densamma som att fälla in i stående skog. Med tanke på förarens arbetssituation är det i relativt stamtäta slutavverkningar (600–1000 stammar/ha) troligen bättre att köra en extra gång.
- Att lägga träden med rotändan mot den parallellt slag gav en smalare brandgata med mer avverkningsavfall på backen på grund av att kvistar bröts av när träden släpades mot den angränsande stickvägen. Eftersom metoden inte gav några nämnvärda kostnadsfördelar, samtidigt som föraren upplevde det lättare att fälla träden med toppen före, finns det inga starka skäl som talar för att använda sig metoden.
- Avverkning av slaget bredvid brandgatan tog något längre tid om virket lades enkelsidigt. Den extra tidsåtgången komparerades dock av att fällning och upparbetning av träden i brandgatan tog kortare tid. Om virket i slaget bredvid brandgatan läggs dubbel- eller enkelsidig är därför kanske mest en smaksak.
- Vid gles skog och då få träd behöver fällas i brandgatan är det antagligen kostnadsmissigt bättre att fälla in i stående skog och upparbeta de liggande träden samtidigt som intilliggande slag avverkas, än att avverka intilliggande slag först och upparbeta de liggande träden i en extra vända.

- Prestationen och kostnad påverkas inte nämnvärt att lämna en risfri zon på 5 m runt 40 frötallar per ha.

Anläggning av brandgator och jordslagning av frötallar med bandgående grävmaskin

Syftet med studien var att få en uppfattning om kostnad och prestation vid grävande av brandgata och vid jordsläende av frötallar. Frötallar jordsläs som skydd mot dödliga kambieskador vid bränningen. Studien utfördes med en Åkerman H7C bandgående grävmaskin försedd med 75 cm breda band och en 90 cm bred skopa.

Jordslagning av 40 frötallar/ha medförde en kostnad på ca 660 kr/ha eller ca 15 kr/frötall. Rimligtvis borde jordslagning medföra en ökad marginal mot avgångar och för bibehållen vitalitet hos frötallarna. Underlag saknas dock för att bedöma detta. För att försäkra sig om ett tillräckligt antal vitala frötallar efter bränning kan ett alternativ vara att öka antalet frötallar per ha. I relation till detta motsvarar kostnaden för jordslagning, i kr/ha, virkesvärdet för ca två frötallar.

En grävd och maskinellt risrensad brandgata av den typ som gjordes i denna studie håller hög kvalitet och ger ett gott skydd mot överbränning. Dessutom erhåller man jordhögar och vattenhål för eftersläckning. Brandgatan i denna studie var dock kanske väl ambitiöst utförd. En något smalare brandgata borde sannolikt erbjuda ett fullgott skydd för ca drygt 2 kronor per meter.

Metod och kostnad för hyggesbränning

En stor del av de bränningar som utförs i dag är dyrare än nödvändigt på grund av stor bemanning både i utbildnings- och upplärningssyfte, men också på grund av att säkerhetsmarginalerna, i form av bemanning, resurser och utrustning för släckning samt bevakning, är väl tilltagna. Att ovana brännare överdimensionerar bemanning, bevakning, m.m. är naturligt och tyder på gott omdöme. Med tanke på att en misslyckad bränning kan orsaka stora skador är en alltför snabb kostnadsjakt och personalreducering inte att rekommendera. Däremot kan det tänkas att riktade eller intensifierade utbildningsinsatser är väl investerade pengar.

Bevakning och eftersläckning är en stor utgiftspost när ett hygge bränns. Med ökad erfarenhet borde val av objekt, bränningstidpunkt, bedömning av risken för att elden på nytt skall flamma upp samt behovet av bemanning kunna minska denna utgiftspost.

Hälften av de hyggen som ingick i undersökningen var mindre än 10 ha. Att bränna små hyggen är onödigt dyrt. Om möjligt bör man välja större hyggen.

Det var huvudsakligen friska blåbärsrismarker av mellanboniteter med måttligt tjocka humustäcken som brändes. Det är antagligen lättast att lyckas med en bränning på sådana marker, bl.a. avseende brandens hårdhet. På tjocka råhumusmarker kan det vara svårt att få branden lagom hård. På marker med mäktigt humustäcke är därför risken stor att man måste markbereda för att få goda förutsättningar för föryngring, vilket ökar risken för uppslag av rotmurkla.

Ur nuvärdessynvinkel har bränning svårt att hävda sig mot såväl traditionell skogsodling som markberedning under fröträd. Men under förutsättning att man kan bränna till låga kostnader per ha, d.v.s. har stora objekt och van personal samt av erfarenhet vet att man efter bränning får täta kvalitativt goda tallskogar, där alternativet är grandominerade skogar, kan bränning vara ekonomiskt motiverat.

Förutsatt att man bränner, är bränning under frötallar och naturlig föryngring, ur nuvärdessynvinkel, ett bättre alternativ än plantering på bränt hygge om föryngringen etablerat sig så att frötallarna kan avverkas efter 10 år. Räknar man med 10 % förädlingsvinst i volymproduktion är alternativet dock likvärdiga. Vid längre etableringstid än 10 år är plantering ur nuvärdessynvinkel ett bättre alternativ än naturlig föryngring.

Sommaravverkning och höstbränning kan vara ett intressant skötselalternativ. Senast från mitten till slutet av juli har snytbaggen slutat svärma och tillbakabildat sina flygmuskler. Om man avverkar under den perioden och bränner färskt hygge borde första årets invasion av snytbagge minimeras. Bränning av ett färskt hygge under hösten kan öka chansen att branden blir hårdare än på våren, vilket i så fall ökar möjligheterna för plantering utan markberedning, trots hyggesvila. Historiskt sett har skogsbränder oftast uppkommit under sensommaren, d.v.s. juli–augusti, inte på våren. En senare bränningstidpunkt, särskilt av färskt hygge, borde således passa brandgynnade arter bättre än en tidig. Risken att elden skall sprida sig är dock högre än under våren–försommaren.

Inledning

Intresset för bränning har ökat markant i Sverige de senaste åren. En av anledningarna är att många företag valt brandhistorik som utgångspunkt för planering av naturvård på landskapsnivå. Samtidigt har hyggesbränning i det närmaste upphört till förmån för mekaniserad markberedning. I kombination med en effektiv bekämpning av naturligt uppkomna skogsbränder har detta medfört att den årliga arealen bränd skogsmark i dag är mycket liten. Kanske för liten för att långsiktigt bevara vissa brandgynnade arter. Bränning under fröträd kan också ses som en skötselmetod för att åstadkomma kvalitetsskogar av tall, kanske speciellt på mellanboniteter, där man utan bränning ofta får en grandominerad skog. Mycket tyder på att andelen bränd areal kommer att öka de närmaste åren. Det är därför angeläget att få en uppfattning om tekniker, metoder och

kostnader förknippade med bränning. Därför har olika arbetsmetoder för att skapa en risfri zon, jordslagning av frötallar och anläggning av brandgator studerats samt en enkätundersökning av bl.a. kostnader vid bränning utförts. Studierna är ett uppdrag finansierat av AssiDomän AB, Graninge Skog & Trä AB, och Stora Skog AB.

Del 1, Maskintekniska studier

Studie av fällningsmetod för engreppsskördare vid avverkning av brandgator

Bakgrund

Det är viktigt att brandgatan är risfri eftersom den ska hindra elden från att tränga in i omgivande bestånd. Eventuellt ris i brandgatan ger näring åt elden och ökar risken för överbränning. Tidigare var det vanligt att brandgatan handrensades från ris som en del i förberedelserna inför tändning. Det har på senare år också förekommit att man rensat brandgatan från ris med hjälp av skotare. Handrensning är idag alltför kostsamt och tidsödande för att komma ifråga. Skotning av ris är en möjlighet men fungerar bäst med skotare med anpassad, öppen, grip, vilket inte alltid finns tillgängligt. Att anpassa fällningen så att den framtida brandgatan blir risfri är därför ett intressant alternativ.

Om man ämnar bränna under fröträd är det viktigt att så lite ris som möjligt samlas invid dessa för att undvika brandskador. Det finns olika sätt att göra bränningen så skonsam som möjligt för fröträden, allt från manuell risrensning till fråntändning mm. Förutsatt att det inte avsevärt försvårar avverkningsarbetet är det dock intressant att anpassa fällningen så att man erhåller en risfri zon runt fröträden.

Syfte

Syftet med studien var att jämföra olika fällningsmetoder för att få en risfri brandgata samt att undersöka om skördarens prestation påverkades av att lämna en risfri zon på ca 5 m runt 40 fröträd/ha. Jämförelsen avsåg arbetsmetodik, prestation och kostnad för avverkningsarbetet med engreppsskördare.

Hypoteser

1. Det är billigare att först ta upp en stickväg och sedan fälla träden från brandgatan in i stickvägen och upparbeta de liggande träden i ett separat slag än att fälla träden från brandgatan in i stående skog och i nästa slag både avverka stående skog och upparbeta liggande träd.
2. Att lämna en risfri zon på 5–10 m runt 40 frötallar per ha påverkar inte prestationen nämnvärt.
3. Det är dyrare att anpassa fällningen så att en risfri stickväg erhålls än att avverka på konventionellt sätt.
4. Det blir billigare att fälla träden med roten mot slaget närmast brandgatan än att fälla dem med toppen mot intilliggande slag. Detta eftersom

man sparar in den tid det tar att mata aggregatet från trädets topp eller mitt till rotänden, vilket måste göras för att nollställa apteringsdatorn innan kvistning-kapning påbörjas.

5. Det blir billigare att fälla in träden i brandgatan in i stående skog och sedan upparbeta dem samtidigt som intilliggande slag avverkas än att köra en extra vända för att enbart upparbeta liggande träd.

Material och metod

Försökslokal

Försökslokalen låg på Graninge Skog & Trä ABs marker, ca 35 km V Örnsköldsvik i Ångermanland. Storleken på det undersökta beståndet var ca 25 ha, varav ca 2 ha berördes av avverkningsstudien och en mindre del av grävmaskinsstudien.

Beståndet var glest, olikåldrigt och hade talrika spår efter tidigare bränder. Det bestod av gamla grova tallar, slutavverkningsmogna grova granar och klen samt bitvis riklig underväxt av gran.

Beståndet begränsades i norra och östra delen av en myr. Huvuddelen av marken var plan med inslag av små flacka kullar. Markfuktighetsklassen varierade från huvudsakligen frisk med inslag av torra och fuktiga partier. Terrängen beskrevs enligt Terrängtypschema för skogsarbete med grundförhållanden, ytstruktur och lutning: 2.2.1. (Skogforsk, 1995). Det fanns dock enstaka partier i kanten mot myrmark där bärigheten var mycket dålig (Grundförhållande: 4). Dessa partier undantogs dock från den aktuella studien.

Försöksuppläggning

Avverkningen utfördes i början av maj 1996. Före avverkningen registrerades trädslag och diameter i brösthöjd på alla träd. På ca 40 träd mättes även höjd. Skärträdens volym bestämdes genom att först beräkna ett diameter-höjd-samband, en s.k. höjdkurva, med regressionsanalys. Därefter åsattes varje träd en höjd med den framtagna funktionen och volymen (m^3 fub) bestämdes för tall och gran med hjälp av Näslunds mindre volymfunktioner för norra Sverige (Näslund, 1947).

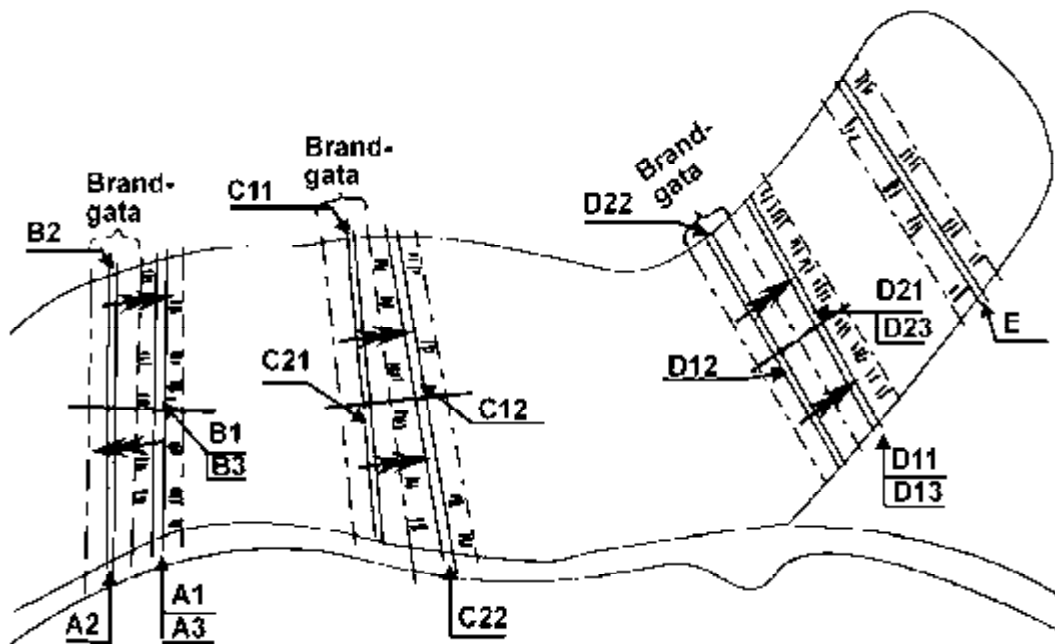
Sju slag snitslades ut. Sex stycken parvis belägna med 30–50 m mellanrum och ett enkelt slag belägen för sig (figur 1). I samtliga slag snitslades slagets mitt och bredd (begränsning i sidled) ut. Bredden tydliggjordes genom att samtliga träd, som skulle avverkas i slaget, märktes med gula lappar där trädets brösthöjdsdiameter angavs. De parvis belägna slagen delades, i längsled, på mitten så att sex block med dubbla slag erhöles. I varje block utgjorde ena slaget brandgata (som skulle vara risfri efter avverkning). Träden i brandgatan fälldes eller släpades in och upparbetades i det angränsande slaget. Totalt studerades fyra metoder att åstadkomma en risfri brand-

gata, A, B, C, D och som jämförelse konventionell slutavverkning i studieled E. I fortsättningen kommer hänvisningar till studieled att avse genomsnittliga värden för A, B, C1, C2, D1, D2 och E. I övrigt kommer att refereras till delar av studieled, exempelvis del A1, B2, C11, D23 etc.

Studieled A bestod av tre delar (figur 1). Först avverkades ett slag med en risfri zon runt frötallarna, kallad A1. Nästa del utgjorde brandgatan, kallad A2. Där fälldes träden och lades upp med rotändarna mot intilliggande slag. I den tredje delen, kallad A3, körde skördaren åter längs första slaget och upparbetade de träd som fällts in från brandgatan.

Även studieled B bestod av tre delar (figur 1). Det första slaget, del B1, avverkades med dubbelsidig fällning utan hänsyn till risets fördelning runt frötallarna. Det andra slaget, del B2, utgjorde brandgata. Där fälldes träden så att toppen hamnade i eller emot intilliggande slag. Den tredje delen, B3, bestod av att skördaren åter körde efter första slaget B1 och upparbetade de träd som fällts in från brandgatan, B2.

Studieled C1 bestod två delar (figur 1). Det första slaget, del C11, utgjorde brandgata. Där fälldes träden in i stående skog på det parallellt utsnittslade slaget, C12. Det andra slaget, C12, avverkades med dubbelsidig fällning samtidigt som de träd som fällts in från brandgatan, upparbetades. Detta upprepades i studieled C2, i två delar kallade C21 och C22.



Figur 1.

Försöksledens fördelning i beståndet. I första slaget avverkades delarna A1 och B1. Därefter fälldes träden i brandgatan. I del B2 fälldes de in i slaget bredvid och i del A2 lades de upp med rotänden mot slaget bredvid. Sedan upparbetades de liggande träden men andra gången skördaren körde uppför slaget kallades delarna A3 och B3. I nästa brandgata, C11 och C21, fälldes träden in i stående skog. De liggande träden upparbetades i nästa slag, C22 och C12, samtidigt som stående skog avverkades. I nästa försöksled avverkades först slaget D11 och D21 där virket lades på ena sidan av slaget. Därefter fälldes träden brandgatan, delarna D22 och D12, in i intilliggande slag. De fällda träden upparbetades sedan i intilliggande slag som i andra vändan kallas del D13 och D23. Slag E avverkades på konventionellt vis. I delarna A1 och D11 lämnades en risfri zon runt frötallarna.

Studieled D1 bestod av tre delar (figur 1). Det första slaget, D11, avverkades med hänsyn till risfri zon runt frötallarna. Upparbetningen skedde enkelsidigt så att inget virke hamnade på den sida av slaget som gränsade mot brandgatan. Det andra slaget, D12, utgjorde brandgata. Där fälldes träden med topparna riktade in mot första slaget. I den tredje delen, kallad D13, körde skördaren åter längs första slaget och upparbetade de träd som fällts in från brandgatan. I studieled D2 upprepades detta i delarna D21, D22 och D23, förutom att ingen hänsyn togs till risfri zon runt frötallarna i första slaget, del D21.

Studieled E bestod endast av en del (figur 1). Ett slag, kallat E, med konventionell avverkning där frötallar lämnades studerades.

Maskin, förare och instruktion till föraren

Avverkningen utfördes med en FMG ÖSA 260 E engreppsskördare utrustad med ett 762 aggregat monterat på en FMG 184 E kran. Maskinen kördes av Hans Hellgren, som varit maskinförare i ca 24 år och kört samt ägt aktuell maskin sedan 1992. Före avverkning diskuterades olika sätt att åstadkomma en risfri brandgata där studiemann och förare enades om att testa metoderna

A-D samt om hur fällning och upparbetning skulle utföras inom respektive metod. Instruktionen var att arbeta i normalt, uthålligt, tempo och att de ytor som utgjorde brandgator så långt möjligt skulle vara fria från ris. Stickvägs-mitt och gränsen mellan stickvägarna påvisades och föraren instruerades att så långt möjligt hålla den utsnittslade arbetsbredden och i vart fall inte arbeta utanför det insnittslade området.

Väderlek

Studien genomfördes på, i huvudsak, tjälad barmark. Väderleksförhållanden var i stort likvärdiga under de dagar som studien genomfördes (tabell 1). Frånsett studieled D13/23, där det förekom ett besvärande motljus, bedömdes väder- och vindförhållanden inte påverka arbetet.

Tabell 1.
Tidpunkt för och väderleksförhållanden under studien.

| Studieled | Datum för studien | Temperatur, C° | Väderleksförhållanden |
|-----------|-------------------|----------------|-----------------------------|
| A1 | 1996-05-07 | + 2 – 5 | Mulet, tidvis lätt snöfall |
| A2 | 1996-05-08 | + 4 – 8 | Mulet, tidvis lätt duggregn |
| A3 | 1996-05-08 | + 4 – 8 | Mulet, tidvis lätt duggregn |
| B1 | 1996-05-07 | + 2 – 5 | Mulet, tidvis lätt snöfall |
| B2 | 1996-05-07 | + 2 – 5 | Mulet, tidvis lätt snöfall |
| B3 | 1996-05-08 | + 4 – 8 | Mulet, tidvis lätt duggregn |
| C11 | 1996-05-08 | + 4 – 8 | Mulet, tidvis lätt duggregn |
| C12 | 1996-05-10 | + 7–15 | Klart, uppehåll |
| C21 | 1996-05-08 | + 4–8 | Mulet, tidvis lätt duggregn |
| C22 | 1996-05-09 | + 5–12 | Omväxlande, uppehåll |
| D11 | 1996-05-10 | + 7–15 | Klart, uppehåll |
| D12 | 1996-05-13 | + 6–20 | Klart, uppehåll |
| D13 | 1996-05-13 | + 6–20 | Klart, uppehåll |
| D21 | 1996-05-10 | + 7–15 | Klart, uppehåll |
| D22 | 1996-05-13 | + 6–20 | Klart, uppehåll |
| D23 | 1996-05-13 | + 6–20 | Klart, uppehåll |
| E | 1996-05-14 | + 7–10 | Mulet, tidvis lätt duggregn |

Arbetsmönster

Arbetsbredden, d.v.s. den andel av försöksytan som skördarens kranzon omfattade, fixerades till 16 m genom att yttergränserna snitslades ut i alla studieled. För att undersöka eventuella avvikelser mättes arbetsbredden även efter avverkning. Avståndet mellan stubbarna, på de yttersta träden maskinen nådde från respektive stickväg mättes på var tjugonde meter längs stickvägarna. Avståndet mättes vinkelrätt över stickvägen till (syftad mitt) mellan stubbarna på aktuell stickväg och stubbarna på motstående parallella stickväg. Maskinens körsträcka skattades genom att stickvägarnas längd mättes före studien. Detta förfarande bedömdes tillräckligt noggrant för jämförelse mellan studieleden eftersom ytstruktur och lutning, vilket påverkar slingertillägget, var likvärdiga i de snitslade provytorna. Dessutom registrerades

maskinens körtid, vilket medgav att framryckningshastigheten (m/min) kunde beräknas. Antal avverkade träd per uppställningsplats erhöles från tidsstudiedata.

Tidsåtgång och prestation

Tidsstudierna utfördes som cmin-studier. Momentindelning av tidsåtgång finns beskriven i bilaga 1. Störning räknades in i verktiden eftersom momentet antogs kunna spegla metodskillnader. Störning vid kvistning-kapning fördes av den anledningen till momentet avbrott.

Tidsfunktioner skapades för hur summan av tidsåtgången för momentet kvistning-kapning beror på de avverkade trädens stamvolym. Härvid nyttjades linjär regressionsanalys. Funktioner skapades per försöksled där samtliga avverkade träd från respektive försöksled ingick.

Prestationen mättes som antal avverkade träd per G_0 -tid, vilket räknades om till $m^3\text{fub}$ per G_{15} -tid. Härvid sattes omräkningsfaktorn till 0,71. Nivån på omräkningsfaktorn grundar sig på tidigare studier utförda vid Skogsarbeten samt erfarenhet från driftuppföljning från de större skogsbolagen. Relationen mellan G_0 - och G_{15} -tid används för att nivålägga prestationer uppmätta i studier till en nivå som är mer jämförbar med praktiska förhållanden. Relationen är osäker och varierar dessutom för varje maskin. En prestationssiffra uppmätt vid studier av detta slag kan därför aldrig göra anspråk på att spegla de rätta praktiskt uthålliga prestationsnivåerna. Relationen mellan försöksleden påverkas dock inte av nivåläggningen.

Normerad tidsåtgång och prestation

Normering av tidsåtgång och prestation syftar till att göra resultaten från tidsstudien jämförbara mellan försöksleden vid samma beståndsförutsättning. Detta gjordes genom att först bilda ett typbestånd genom sammanslagning av beståndsförutsättningarna i alla försöksled och sedan skapa en regressionsfunktion för momentet kvistning-kapning på hela materialet samt funktioner per trädsdrag, per studieled och per del av studieled. Tiden för kvistning-kapning av typbeståndets medelstam åsattes sedan respektive studieled. Övrig tidsåtgång bedömdes spegla metodskillnader och normerades ej.

Eftersom de olika studieleden (exkl. E) innehöll både fällning av brandgata, upparbetning av de fällda träden och avverkning av stående skog i angränsande stickväg viktades tidsåtgången vid sammanslagningen av brandgatan och angränsande stickväg så att tidsåtgången representerade ett lika stort antal avverkade träd i bägge delarna.

Avverkningskostnad

Avverkningskostnaderna beräknades utifrån det entreprenörpris, 736 kr per G₁₅-tim, som Graninge Skog & Trä AB tillämpade i det distrikt och under den period när studien utfördes. Priset inkluderar flytt och resor.

Ristäckning och risvolym

Avsikten var att mäta avverkningsavfallets täckning och ristjocklek var tjugonde meter längs slagen. I mitten och på vardera sidan om mittpunkten på slaget halvvägs mot den yttre kanten. Denna mätning ställdes dock in då avverkningsavfallets täckning var obetydlig i samtliga brandgator.

Resultat

Virkesuttag och arbetsmönster

Beståndet var luckigt med bitvis riklig underväxt. Detta gjorde att antal uttagna träd och trädslagsfördelningen varierade mellan studieleden (tabell 3). Särskilt del A2 hade betydligt lägre antal uttagna stammar/ha än övriga studieleds delar. Trots det var uttagen medelstamvolym relativt jämt fördelad mellan studieleden med undantag för studieled C2 (tabell 2).

Jämfört med konventionell avverkning, studieled E, ökade körd sträcka per ha med 50–60 % i studieleden A, B, D1 och D2 där de fällda träden i brandgatan upparbetades i ett separat slag (tabell 2). I studieled C1 och C2, där träden i brandgatan fälldes in i stående skog på parallell stickväg, var körd sträcka per ha lika stor eller obetydligt större (0–2 %) än vid konventionell avverkning i studieled E.

Framryckningshastigheten låg mellan 20 och 25 m per minut i samtliga studieled utom del A3 (tabell 2). I A3 låg träden med rotändan mot angränsande stickväg, vilket troligen bidrog till att framryckningshastigheten blev hela 34 m per minut.

Antal fällda eller upparbetade stammar per uppställningsplats varierade mellan 4 och 8 stycken och samvarierade i stort sett med antalet stammar per ha i de olika studieleden (tabell 2).

Arbetsbredden fixerades till 16 m. I genomsnitt höll de flesta studieled denna bredd (± 1 m). Undantaget var studieled A som avvek med ca 2 m smalare arbetsbredd (tabell 2).

Tabell 2.

Data från tidsstudien om virkesuttag och arbetsmönster. Data angivet för delar av studieled och sammanlagt per studieled. Totalsiffrorna innebär i samtliga fall, utom studieled E, ett medelvärde för två stickvägar, en brandgata och därtill närliggande stickväg.

| | Studieled | | | |
|--|---|---|---|-------------------------|
| | Del A1, avverkning dubbel-sidig fällning, risfritt runt frötallar | Del A2, fällning, rotändan mot avverkad yta (A1) | Del A3, upp-arbetning rotändan mot stickvägen | Totalt, A1 + A2 + A3 |
| Virkesuttag vid avverkning | | | | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,16 | 0,17 | 0,16 | 0,33 |
| Antal träd/försöksled | 125 | 63 | 66 | 191 |
| Antal träd/ha | 781 | 376 | 412 | 597 |
| Diameter i brh (cm) | 14,9 | 17,1 | 15,6 | 15,4 |
| Medelhöjd (dm) | 10,9 | 11,9 | 11,1 | 11,1 |
| Volym (m ³ fub) | 14,8 | 9,2 | 8,3 | 23,9 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 92,4 | 55,3 | 51,9 | 73,1 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,12 | 0,15 | 0,14 | 0,12 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 61/37/00 | 52/29/20 | 56/28/15 | 59/34/07 |
| Arbetsmönster | | | | |
| Körd sträcka (m) | 123 | 123 | 123 | 369 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 769 | 736 | 769 | 1128 |
| Arbetsbredd (m) | 13,0 | 13,6 | 13,0 | 13,3 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | | | | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 25,9 | 19,1 | 34,1 | 25,0 |
| Antal avverkade träd per upp-ställningsplats | 3,8 | 3,0 | 5,1 | 3,8 |
| | Studieled | | | |
| | Del B1, av- verkning dub- belsidig fällning | Del B2, fällning, trädtopparna mot avverkad yta (B1) | Del B3, upp- arbetning träd- topparna mot stickvägen | Totalt, B1 + B2 + B3 |
| Virkesuttag vid avverkning | | | | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,2116 | 0,1833 | 0,2116 | 0,39 |
| Antal träd/försöksled | 200 | 143 | 139 | 339 |
| Antal träd/ha | 945 | 780 | 656 | 858 |
| Diameter i brh (cm) | 14,6 | 17,0 | 16,9 | 15,6 |
| Medelhöjd (dm) | 10,8 | 12,0 | 11,9 | 11,3 |
| Volym (m ³ fub) | 21,7 | 22,4 | 21,9 | 44,7 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 107,5 | 122,2 | 103,5 | 113,1 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,11 | 0,16 | 0,16 | 0,13 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 66/31/02 | 75/23/02 | 78/19/03 | 72/25/03 |
| Arbetsmönster | | | | |
| Körd sträcka (m) | 123 | 123 | 123 | 369 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 581 | 671 | 581 | 934 |
| Arbetsbredd (m) | 17,2 | 14,9 | 17,2 | 16,0 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | | | | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 20,6 | 26,4 | 22,7 | 23,0 |
| Antal avverkade träd per upp-ställningsplats | 4,1 | 4,2 | 3,6 | 4,0 |

| Tabell 2. forts. | Studieled | | |
|--|--|---|-------------------|
| | Del C11 fällning in i orörd beståndskant | Del C12 avverkning och upp- arbetning av träd från C11 | Totalt, C11 + C12 |
| Virkesuttag vid avverkning | | | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,1782 | 0,1716 | 0,3498 |
| Antal träd/försöksled | 171 | 315 | 315 |
| Antal träd/ha | 959 | 1835 | 900 |
| Diameter i brh (cm) | 15,4 | 14,8 | 14,8 |
| Medelhöjd (dm) | 11,2 | 11,0 | 11,0 |
| Volym (m ³ fub) | 21,3 | 36,5 | 36,5 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 119,6 | 212,18 | 104,4 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 51/45/04 | 57/38/05 | 57/38/05 |
| Arbetsmönster | | | |
| Körd sträcka (m) | 110 | 110 | 220 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 617 | 641 | 629 |
| Arbetsbredd (m) | 16,2 | 15,6 | 15,9 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | | | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 25,3 | 20,3 | 22,5 |
| Antal avverkade träd per uppställningsplats | 4,9 | 6,3 | 5,7 |
| | Studieled | | |
| | Del C21fällning in i orörd beståndskant | Del C22 avverkning och upp- arbetning av träd från C21 | Totalt, C21 + C22 |
| Virkesuttag vid avverkning | | | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,17 | 0,17 | 0,34 |
| Antal träd/försöksled | 177 | 404 | 404 |
| Antal träd/ha | 1031 | 2369 | 1180 |
| Diameter i brh (cm) | 12,7 | 13,7 | 13,7 |
| Medelhöjd (dm) | 9,9 | 10,5 | 10,5 |
| Volym (m ³ fub) | 12,1 | 35,9 | 35,9 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 70,3 | 210,7 | 105,0 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,07 | 0,09 | 0,09 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 19/74/07 | 20/73/06 | 20/73/06 |
| Arbetsmönster | | | |
| Körd sträcka (m) | 110 | 110 | 220 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 641 | 645 | 643 |
| Arbetsbredd (m) | 15,6 | 15,5 | 15,6 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | | | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 24,5 | 18,5 | 21,0 |
| Antal avverkade träd per uppställningsplats | 5,2 | 8,1 | 6,9 |

| Tabell 2. forts. | Studieled | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|----------------------------|
| | Del D11 av- Enkelsidig fällning risfritt runt frötallar | Del D12 fällning topp mot avv. yta (D11) | Del D13 Upp- arbetning av D12 | Totalt, D11 + D12 + D13 |
| Virkesuttag vid avverkning | | | | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,13 |
| Antal träd/försöksled | 73 | 91 | 90 | 163 |
| Antal träd/ha | 1078 | 1413 | 1329 | 1233 |
| Diameter i brh (cm) | 16,9 | 14,2 | 14,2 | 15,4 |
| Medelhöjd (dm) | 12,1 | 10,4 | 10,4 | 11,1 |
| Volym (m ³ fub) | 11,6 | 9,1 | 9,2 | 20,8 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 170,8 | 141,9 | 136,4 | 157,5 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,16 | 0,10 | 0,10 | 0,13 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 14/79/07 | 00/88/12 | 00/88/12 | 08/83/09 |
| Arbetsmönster | | | | |
| Körd sträcka (m) | 41 | 41 | 41 | 123 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 605 | 637 | 605 | 931 |
| Arbetsbredd (m) | 16,5 | 16,2 | 16,5 | 16,3 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | | | | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 22,5 | 31,3 | 26,5 | 26,3 |
| Antal avverkade träd per upp- ställningsplats | 6,6 | 8,3 | 8,2 | 7,7 |
| | Studieled | | | |
| | Del D21 av- verkning enkel- sidig fällning | Del D22 fällning topp mot avv. yta (D11) | Del D23 Upp- arbetning av D22 | Totalt, D21 + D22 + D23 |
| Virkesuttag vid avverkning | | | | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,23 |
| Antal träd/försöksled | 147 | 128 | 126 | 273 |
| Antal träd/ha | 1265 | 1157 | 1084 | 1203 |
| Diameter i brh (cm) | 17,0 | 16,6 | 16,2 | 16,6 |
| Medelhöjd (dm) | 12,2 | 12,0 | 11,6 | 11,9 |
| Volym (m ³ fub) | 22,7 | 19,4 | 17,8 | 40,5 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 195,4 | 175,6 | 153,0 | 178,5 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,15 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 14/77/09 | 14/81/06 | 08/84/07 | 11/80/08 |
| Arbetsmönster | | | | |
| Körd sträcka (m) | 70 | 70 | 70 | 210 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 602 | 633 | 602 | 926 |
| Arbetsbredd (m) | 16,6 | 15,8 | 16,6 | 16,2 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | | | | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 20,4 | 25,6 | 21,3 | 22,2 |
| Antal avverkade träd per upp- ställningsplats | 5,7 | 5,8 | 5,5 | 5,6 |

| Tabell 2. forts. | Studieled Del E, avverkning dubbelsidig fällning |
|--|--|
| Virkesuttag vid avverkning | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,1689 |
| Antal träd/försöksled | 241 |
| Antal träd/ha | 1267 |
| Diameter i brh (cm) | 16,7 |
| Medelhöjd (dm) | 12,1 |
| Volym (m ³ fub) | 34,1 |
| Volym (m ³ fub/ha) | 202 |
| Medelvolum per stam (m ³ fub) | 0,14 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 12/76/12 |
| Arbetsmönster | |
| Körd sträcka (m) | 103 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 610 |
| Arbetsbredd (m) | 16,4 |
| Andel areal inom arbetsbredd ¹ | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 22,5 |
| Antal avverkade träd per uppställningsplats | 6,2 |

¹ Beräknat som (körd sträcka × arbetsbredd)/tidsstuderad areal.

Tidsåtgång, prestation och kostnad

De delar av studieled som innehöll fällning av brandgata (A2, B2, C11, C21, D12, D22) hade lägst tidsåtgång (tabell 3). Av dessa delar tog fällning där rotändan lades mot angränsande stickväg, d.v.s. A2, längre tid i anspråk än de delar där toppen fälldes in i angränsande stickväg. För de senare verkar det vara någon större skillnad i tidsåtgång om topparna fällt in i stående skog eller avverkad stickväg.

Vid jämförelse av delarna A1 och D11, där en risfri zon lämnades runt frötallarna, med motsvarande delar B1 och D21, där ingen hänsyn togs till riset fördelning, framgår det att skillnaden i tidsåtgång är liten vid 40 frötallar per ha (tabell 3).

De delar som bestod i upparbetning av fällda träd (A3, B3, C12, C22, D13, D23) tog totalt sett längst tid (tabell 3).

När man jämför sammanlagd tidsåtgång (cmin/träd) för studieleden bör man tänka på att medelvärdet (frånsett studieled E) påverkas av att studieledens delar haft olika stamantal per ha (tabell 2, 3).

Prestationen var genomgående låg och kostnaden hög som ett resultat av den klena medelstamvolymen (tabell 3).

Tabell 3.

Data från tidsstudien för delar av studieled och sammanlagt per studieled. Totalsiffrorna innebär i samtliga fall, utom studieled E, ett medelvärde för två stickvägar, en brandgata och därtill närliggande stickväg.

| Tidsåtgång (cmin/träd) | Studieled | | | Studieled A Totalt, A1 + A2 + A3 |
|---|--|---|--|-------------------------------------|
| | Del A1, avverkning dubbelsidig fällning, risfritt runt frötallar | Del A2 fällning, rotändan mot avverkad yta (A1) | Del A3, upp- arbetning rot- änden mot stickvägen | |
| Kran ut | 8,3 | 11,0 | 10,6 | 12,7 |
| Fällning | 14,9 | 23,4 | | 9,8 |
| Intag | | | 18,0 | 13,9 |
| Kvistning-kapning | 17,2 | | 18,1 | 17,5 |
| Övrigt arbete ² | 1,5 | 0,5 | | 1,2 |
| Störning | 2,7 | | | 1,8 |
| Start + Halt | 2,2 | 3,5 | 1,5 | 3,1 |
| Körning | 3,8 | 10,2 | 5,6 | 7,7 |
| Totalt | 50,6 | 48,6 | 53,8 | 67,7 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,12 | (0,15) ¹ | 0,14 | 0,12 |
| Prestation³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 9,9 | (12,9) ¹ | 10,9 | 7,9 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 74,0 | 57,2 | 67,4 | 93,5 |

| Tidsåtgång (cmin/träd) | Studieled | | | Totalt, B1 + B2 + B3 |
|---|-------------------------------------|--|--|----------------------|
| | B1, avverkning dubbelsidig fällning | B2, fällning, trädtopparna mot avverkad yta (B1) | B3, upp- arbetning trädtopparna mot stickvägen | |
| Kran ut | 8,1 | 11,1 | | 13,3 |
| Fällning | 15,4 | 20,8 | 9,4 | 17,8 |
| Intag | | | 27,3 | 11,2 |
| Kvistning-kapning | 15,9 | | 19,5 | 17,4 |
| Övrigt arbete ² | 1,85 | 0,9 | 3,6 | 2,9 |
| Störning | 0,4 | 0,4 | 3,6 | 2,6 |
| Start + Halt | 1,7 | 2,5 | 1,9 | 2,8 |
| Körning | 3,0 | 3,3 | 3,9 | 4,7 |
| Totalt | 47,6 | 38,9 | 69,3 | 72,8 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,11 | (0,16) ¹ | 0,16 | 0,13 |
| Prestation³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 10,2 | (17,1) ¹ | 9,7 | 7,7 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 72,1 | 42,9 | 76,0 | 95,8 |

| Tidsåtgång (cmin/träd) | Studieled | | Totalt, C11+C12 |
|---|--------------------------------------|--|-----------------|
| | C11 fällning in i orörd beståndskant | C12 avverkning + upp- arbetning av träd från C11 | |
| Kran ut | 9,8 | 9,6 | 14,9 |
| Fällning | 22,9 | (8,7) ⁴ | 21,1 |
| Intag | | (16,5) ⁴ | 16,5 |
| Kvistning-kapning | | 16,7 | 16,7 |
| Övrigt arbete ² | 1,3 | 0,4 | 1,1 |
| Störning | 0,2 | 1,8 | 1,9 |
| Start + Halt | 2,0 | 1,3 | 2,4 |
| Körning | 2,5 | 1,7 | 3,1 |
| Totalt | 38,8 | 56,7 | 77,7 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,12 | (0,12) ⁴ | 0,12 |
| Prestation³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 13,68 | (8,72) ⁴ | 6,4 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 53,8 | 84,4 | 115,7 |

| Tabell 3 forts. | Studieled | | |
|---|-------------------------------------|---|----------------|
| | C21fällning in i orörd beståndskant | C22 avv. samt upparbetning av träd från C21 | Totalt C21+C22 |
| Tidsåtgång (cmin/träd) | | | |
| Kran ut | 8,8 | 10,0 | 13,8 |
| Fällning | 21,1 | (11,4) ⁴ | 20,6 |
| Intag | | (14,9) ⁴ | 14,9 |
| Kvistning-kapning | | 14,6 | 14,6 |
| Övrigt arbete ² | 1,0 | 1,3 | 1,8 |
| Störning | 0,4 | 1,1 | 1,3 |
| Start + Halt | 2,0 | 1,2 | 2,2 |
| Körning | 2,5 | 1,5 | 2,6 |
| Totalt | 35,9 | 56,0 | 71,8 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,07 | (0,09) ⁴ | 0,09 |
| Prestation³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 8,1 | (6,8) ⁴ | 5,3 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 91,0 | 108,9 | 139,4 |

| Tidsåtgång (cmin/träd) | Studieled | | | |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | D11avverkning enkelsidig fällning, risfritt runt frötallar | D12 fällning topp mot avv. yta (D11) | D13 Upparbetning av D12 | Totalt, D11 + D12 + D13 |
| Kran ut | 8,9 | 11,2 | 9,7 | 15,6 |
| Fällning | 18,7 | 26,5 | | 23,2 |
| Intag | | | 29,6 | 16,3 |
| Kvistning-kapning | 17,3 | | 18,7 | 18,1 |
| Övrigt arbete ² | 3,2 | 0,8 | 0,4 | 2,1 |
| Störning | 1,4 | | 2,9 | 2,2 |
| Start + Halt | 1,4 | 1,6 | 0,8 | 1,9 |
| Körning | 2,5 | 1,4 | 1,7 | 2,9 |
| Totalt | 53,2 | 41,5 | 63,7 | 82,3 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,16 | (0,10) ¹ | 0,10 | 0,13 |
| Prestation³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 12,7 | (10,3) ¹ | 6,9 | 6,6 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 58,0 | 71,3 | 107,3 | 111,5 |

| Tidsåtgång (cmin/träd) | Studieled | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | D21avverkning enkelsidig fällning | D22 fällning topp mot avv. yta (D11) | D23 Upp-arbetning av D22 | Totalt, D21 + D22 + D23 |
| Kran ut | 8,2 | 10,6 | 9,4 | 13,8 |
| Fällning | 19,6 | 23,2 | | 21,4 |
| Intag | | | 26,2 | 12,1 |
| Kvistning-kapning | 18,7 | | 18,9 | 18,8 |
| Övrigt arbete ² | 2,0 | 0,7 | 0,9 | 2,2 |
| Störning | 1,9 | | 4,0 | 2,9 |
| Start + Halt | 1,64 | 1,9 | 1,3 | 2,4 |
| Körning | 2,33 | 2,1 | 2,6 | 3,5 |
| Totalt | 54,8 | 38,5 | 63,3 | 77,1 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,15 | (0,15) ¹ | 0,14 | 0,15 |
| Prestation³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 12,0 | (16,8) ¹ | 9,5 | 8,2 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 61,3 | 43,9 | 77,5 | 89,9 |

| Tabell 3 forts. | Studieled |
|--|-----------------------------------|
| Tidsåtgång (cmin/träd) | E, avverkning, dubbels. Fälln. |
| Kran ut | 7,7 |
| Fällning | 18,8 |
| Intag | |
| Kvistning-kapning | 20,2 |
| Övrigt arbete ² | 1,5 |
| Störning | 2,5 |
| Start + Halt | 1,2 |
| Körning | 1,9 |
| Totalt | 53,8 |
| Medelvolym (m ³ fub/stam) | 0,14 |
| Prestation ³ (m ³ fub/G ₁₅ -tim) | 11,21 |
| Kostnad (kr/m ³ fub) | 65,7 |

¹ Avser fällda träd, ej upparbetade.

² Övrigt arbete inkluderar momentet risrens eftersom det senare utgjorde en mycket liten del av totaltiden.

³ Omräkningsfaktorn för prestation från m³fub/G₀-tid till m³fub/G₁₅-tid är 0,71.

⁴ Avser ett medelvärde av träd fällda i aktuellt och föregående studieled.

Diskussion

Virkesuttag och arbetsmönster

Beståndet var ganska heterogent, vilket påverkade både virkesuttag och arbetsmönster. Ett mer homogent bestånd hade därför varit att föredra ur studiesynpunkt. Det studerade beståndet kommer att brännas våren 1997 och valdes eftersom det bedömdes viktigt att genomföra studierna där det kommer att brännas efter avverkningen.

Beroende på den rikliga granunderväxten blev antalet avverkade träd per ha högt, vilket framgår av typbeståndet i tabell 4. Många avverkade stammar var enbitars gran i minsta massavedsdimensionen, vilket bidrog till den låga medelstammen. Den avverkade volymen per ha var dock i nivå med en ordinarie slutavverkning i trakten där studien genomfördes och således inte anmärkningsvärt låg. Speciellt med tanke på att ca 40 (företrädesvis grova) tallar lämnades per ha.

Antal fällda eller upparbetade träd per uppställningsplats speglar graden av underväxt. Mycket underväxt medförde ett högt stamantal per ha och många fällda eller upparbetade träd per uppställningsplats.

Tabell 4.

Typbestånd, skapat som ett totalt medelvärde för alla ytor.

| Beståndsfaktor | Beståndsdata |
|--|--------------|
| Tidsstuderad areal (ha) | 1,60 |
| Antal träd | 1930 |
| Antal träd/ha | 1212 |
| Diameter i brh (cm) | 15,4 |
| Medelhöjd (dm) | 11,3 |
| Avverkad volym (m ³ fub) | 238,6 |
| Avverkad volym (m ³ fub/ha) | 149,9 |
| Medelvolym per stam (m ³ fub) | 0,12 |
| Trädslagsblandning (% av vol. tall/gran/löv) | 36/57/07 |

Att hålla ut arbetsbredden är viktigt vid avverkning av en brandgata. För att öka jämförbarheten mellan studieleden fixerades dock arbetsbredden till 16 m. I studieled A, där träden lades upp med rotänden mot parallellt slag, gick det inte att hålla 16 m arbetsbredd. Detta berodde troligen på att träden måste lyftas/släpas, med aggregatet i ett grepp nära rotänden, vilket medförde att kranens räckvidd och lyftförmåga begränsade arbetsbredden. Då träden fälldes med toppen före hade skördaren däremot möjlighet att knuffa/släppa träden i fällningsögonblicket så att toppen landade bortom kranens räckvidd och in på angränsande slag. Anledningen till att metod A studerades var hypotesen att man skulle totalt sett skulle få lägre tidsåtgång genom att man sparar in tiden det tar att mata aggregatet från trädets topp, eller mitt, till rotänden innan kvistning-kapning påbörjas. Intagningstiden blev mycket riktigt mindre i studieled A jämfört med andra studieled (B, D1, D2). Tyvärr uppvägdes den insparade hanteringstiden av ökade tidsåtgång när träden lades upp med rotänden mot den angränsande slag. Förarens intryck var att det var bökigt att lägga upp träden med rotänden mot

angränsande stickväg. Studiemannens synintryck var att arbetsbredden blev smalare och att mer ris hamnade i brandgatan än då träden fälldes med toppen före mot slaget bredvid.

Vid jämförelse av del A1, där risfri zon lämnades runt frötallarna, och del B1, där ingen hänsyn togs till risets spridning, tyckte föraren inte att det var någon skillnad i ansträngning eller tidsåtgång.

Körd sträcka per ha var kortast i studieled C1 och C2, där träden fälldes in i stående skog. Vidare verkar det som om det krävts en aning extra körning i studieled A jämfört med B, D1 och D2. Vilket förefaller sannolikt eftersom skördaren i många fall behövde köra några meter med trädets rotände i aggreget för att lägga det åtkomligt från angränsande slag, del A3.

Intrycken från studieled C1 och C2 var att det inte var några problem att fälla in i stående skog. De liggande stammarna medförde dock en hel del ansträngande kranarbete vid upparbetning. Enligt föraren var C det klart mest ansträngande studieledet. Samtidigt trodde han att metoden trots allt kunde vara ett alternativ vid gles skog då få träd fälls in från brandgatan till angränsande skog. Som nu var fallet blev skogsmarken täckt av ett 1 till 2 m högt burrikt ris och grenverk, vilket gjorde det mycket svårt att se de liggande stammarna. Antagligen är det också lättare i talldominerad skog eftersom grenverket på tall inte blir lika tätt och går lika långt ned på stammarna som hos gran.

Medelstamvolymen var låg i denna studie. Vid grövre skog kan man tänka sig att studieled A, speciellt del A2, jämförelsevis med andra studieled får ökad tidsåtgång på grund av att kranens räckvidd begränsas mer ju tyngre de enskilda träden är. Troligen skulle detta leda till ökad körtid och/eller smalare arbetsbredd. Å andra sidan kan detta uppvägas, som i denna studie, av att skördaren vid upparbetning av de fällda träden kan greppa dem från rotändan utan alltför mycket brossling.

Om man först avverkar slaget bredvid brandgatan och sedan faller in träden från brandgatan kan stora och talrika virkeshögar orsaka problem. De riskerar att risas ned, spridas ut och orsaka bräckage vid påfällning. Vid grov skog och hög volym per ha kan det därför vara fördelaktigt att undvika att lägga virke på den sida av slaget som gränsar mot brandgatan. Studieleden D1 och D2 avverkades på detta sätt, d.v.s inget virke lades på den sida av slaget som gränsade mot brandgatan. Föraren upplevde dessa studieled som de mest rationella att arbeta med eftersom frånvaron av virkeshögar underlättade upparbetningen av träden som fällts i brandgatan. Då virket endast läggs på ena sidan av slaget, bredvid brandgatan, är det lätt att träden tenderar att fällas med toppen mot brandgatan, innan de dras in och upparbetas, vilket ökar risken för att ris och grenar bryts loss och hamnar i brandgatan, speciellt om träden är grova och långa.

Tidsåtgång, prestation och kostnad

För att jämföra tidsåtgång, kostnad och prestation krävs en normering av förutsättningarna i de olika studieleden. Alla studieled, utom E, innefattade en brandgata samt angränsande slag, eftersom det senare påverkas av fällningen från brandgatan. Minsta jämförbara enhet för tidsåtgång, prestation och kostnad blir således medelvärdet av en brandgata och angränsande slag.

I stället för att göra en individuell regression för varje studieled, vilket är det normala förfarandet om t.ex. två skördaraggregat jämförs, och vikta upp den till typbeståndets trädslagsblandning och volym gjordes här endast en regressionsfunktion (tabell 5). Fördelen med detta förfarande är att vi får en noggrannare regressionsfunktion för kvistning-kapning än om den grundar sig på färre träd i varje del av studieleden. Samt att vi i ett slag normerar för medelstammens volym och skillnader i trädslagsblandning eftersom varje studieled och del av studieled tilldelas samma tid för kvistning-kapning.

Materialets spridning runt regressionsfunktionerna framgår av tabell 5.

Tabell 5.

Tidsfunktion för samtliga studieled ($y = a + b \cdot x$, där y = tid för kvistning-kapning i cmin/träd och x = trädvolym i dm^3fub) samt regressionernas korrelation och förklaringsgrad.

| Y (tiden för kvkp) = | a | 95 % konfidensintervall för a | b | 95 % konfidensintervall för b | Korrelationskoefficient | Förklaringsgrad |
|----------------------|------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Totalt | 8,69 | 8,31–9,07 | 0,070 | 0,068–0,072 | 0,85 | 0,72 |
| Tall | 8,95 | 7,29–10,62 | 0,075 | 0,070–0,080 | 0,86 | 0,74 |
| Gran | 8,78 | 8,41–9,14 | 0,061 | 0,059–0,064 | 0,82 | 0,67 |
| Löv | 9,70 | 8,65–10,76 | 0,087 | 0,077–0,098 | 0,73 | 0,53 |

Eftersom jämförelsen grundas på ett medelvärde av tiden för avverkning av ett slag och olika metoder att fälla en brandgata och upparbetning av fällda träd, är det viktigt att avverkningsmetoderna representeras av ett lika stort antal träd inom varje studieled. I resultaten ser vi att det skiljer i stamantal inom studieledens delar (tabell 2). Om man då beräknar ett medelvärde utan att normera för stamantalet, får den del och metod med flest stammar störst genomslag i medelvärdet. Före normering var skillnaden i prestation ($\text{m}^3\text{fub}/G_{15}\text{-tim}$) relativt stor mellan studieleden (tabell 3). I tabell 6 har tidsåtgången i respektive studieleds olika delar viktats så att hälften av tidsåtgången per träd representerar konventionellt avverkade träd och andra halvan fällning och upparbetning av träden i brandgatan. Efter normering, d.v.s. vid samma medelstamsvolym, stamantal i stickvägarna och trädslagsblandning, var skillnaden mellan studieleden i tidsåtgång, prestation och kostnad mycket små (tabell 6).

Den billigaste metoden blev A, där rotändarna lades upp mot angränsande slag. Jämförelsen är dock inte helt korrekt eftersom studieled A hade ca 2 m smalare arbetsbredd än de andra studieleden. Om även de yttersta meterna av slagets bredd avverkats hade kostnaderna troligen ökat betydligt eftersom föraren då tvingats köra (lunna) de ytterst fällda träden från den ena sidan till den andra positivt eftersom det huvudsakligen berodde på frånvaron underväxt i form av klena enbitars granar.

Skillnaden i kostnad mellan billigaste (A) och dyraste (C2) studieled är ca 3 % per m³fub och största skillnaden inom ett upprepat studieled (D1 och D2) är 2 %. Kostnad- eller prestationssmässigt går det därför inte att rekommendera ett studieled framför något annat.

Tabell 6.

Normerad tidsåtgång och prestation samt resulterande avverkningskostnad redovisas per studieled. Varje studieled avser ett medeltal av en brandgata, där träden fälls i ett slag och upparbetas i ett annat, samt ett slag med vanlig avverkning. I C1 och C2 kombineras vanlig avverkning med upparbetning av liggande träd. Undantaget är studieled E som endast innehåller konventionell avverkning. Medeltalet för två stickvägar (två eller tre slag) redovisas eftersom det är minsta enhet att jämföra studieleden på avseende tidsåtgång, prestation och kostnad.

| | Studieled | | | | | | |
|---|-----------|-------|-------------------|-------------------|-------|-------|---------------------|
| | A | B | C1 | C2 | D1 | D2 | E |
| Tidsåtgång, cmin/träd | | | | | | | |
| Normerad kvkp | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 | 17,3 |
| Brandgata, verktid exkl. kvkp | 84,3 | 88,7 | 89,6 ¹ | 88,7 ¹ | 86,5 | 82,9 | |
| Parallell stickväg verktid exkl. kvkp | 33,4 | 31,7 | 31,7 ² | 34,4 ² | 35,5 | 35,9 | 33,6 |
| Total normerad tidsåtgång, brandgata + parallell stickväg | 76,2 | 77,5 | 78,0 | 78,8 | 78,5 | 76,8 | (50,9) ³ |
| Prestation (m³fub/G₁₅-tim) | | | | | | | |
| | 6,9 | 6,8 | 6,7 | 6,6 | 6,7 | 6,8 | 10,3 |
| Kostnad (kr/m³fub) | | | | | | | |
| | 107,0 | 108,9 | 109,5 | 110,7 | 110,3 | 107,9 | 71,5 |

¹ Totaltid för fällning av brandgata + total verktid, exkl. kvkp, för hantering av de fällda träden i angränsande parallella stickväg.

² Total tid för avverkning, exkl. kvkp, av stående skog i stickväg parallell till brandgata.

³ Studieled E får betraktas som en jämförelse av tid, prestation och kostnaden för att avverka två konventionella stickvägar och inkluderar således ingen avverkning av någon brandgata.

Kvistning-kapningstiden är normerad, d.v.s jämförelsen mellan studieleden kan göras oberoende av medelstammens volym och av trädslagsblandning. Men medelstammens volym borde påverka även andra moment, vi vet t.ex. att fällningstiden till viss del är volymberoende. Även intag och övrigt kranarbete borde påverkas av trädens storlek. Här ser vi ingen entydig trend i materialet. Tidsåtgången, exklusive kvistning-kapningstiden, är lika hög i den del som har den klenaste medelstammen (C2, 0,09 m³fub/träd) som i den del som har den grövsta (B, 0,19 m³fub/träd). För konventionell avverkning är tidsåtgången högre i del C22 med klenare medelstam än i delarna A1, B1 och C12 men samtidigt lägre än i del D11 och D21 som har grövre medelstam. Att hantera små träd med ett relativt stort skördaraggregat kan

således vara mer tidsödande än att hantera något större träd. Är träden däremot mycket större blir tidsåtgången troligen också högre för hantering, fällning etc.

Föraren upplevde arbetsmässigt ingen skillnad mellan att lämna en risfri zon på 5 m runt frötallarna eller ej. Tidsåtgången var dock lägre i del B1 (ej risfritt) än i del A1 (risfritt). Instruktionen upprepades i studieled D där det var risfritt runt frötallarna i del D11 men inte i del D 21. I dessa studieled var skillnaden obetydlig men fällning utan hänsyn till risfri zon tog aningen längre tid.

Att lämna en risfri zon runt frötallarna borde rimligtvis ta något längre tid än då ingen hänsyn tas till risets fördelning. I denna studie handlar det om 0–1 % i eventuell extra tidsåtgång per avverkat träd, motsvarande en kostnad på 0–1,2 kr/m³fub. I andra bestånd med fler stora granar och större avverkad volym per ha kan man antagligen få en större påverkan på tidsåtgången. I detta fall var utrymmet, ca 6 meter, mellan de risfria cirkelarna (r5m) tydligt tillräckligt stort för att inte inverka nämnvärt på skördarens arbete. Förutsatt samma radie på den risfria zonen så är det ca 2 meter mellan cirkelarnas omkrets vid 70 frötallar/ha och vid ca 100 frötallarna/ha går cirkelarna ihop.

Under förutsättning att man först fäller träden i brandgatan och sedan upp- arbetar dem i ett separat slag ökar tidsåtgång per träd eftersom tid för intag och hantering av de fällda träden samt extra körtid tillkommer. I vanligt avverkningsarbete, som i studieled E, utgjorde körtiden ca 3,5 % av den totala upp- arbetningstiden per träd. Då träden fälls och upp- arbetas i ett extra slag borde körtiden bli ungefär dubbelt så stor per träd. Om man jämför studieled E med övriga ser vi att körtiden fördubblats i studieleden C och D, tredubblats i B och blivit fem gånger så hög i studieled A. Att körtiden ökade mest i studieled A berodde antagligen på att det krävdes en del extra körning för att lägga virket med rotänden åtkomligt från slaget bredvid brandgatan.

I studieled B, där virket låg på bägge sidorna i slaget bredvid brandgatan blev körtiden längre än i studieled D, där virket låg enkelsidigt. Att lägga virket enkelsidigt verkar således ha varit positivt för framryckningshastigheten och körtiden per träd.

Det tog däremot inte längre tid per träd att köra tre slag i studieled D än att köra två slag i studieled C. För körtiden verkar alternativet att fälla in i stående skog samt i nästa slag upp- arbeta och avverka samtidigt vara likvärdigt med att först avverka ett slag där virket läggs enkelsidigt sedan fälla brandgatan och i tredje vändan upp- arbeta träden som fällts i brandgatan.

Prestationen var genomgående låg och kostnaden per m³fub hög, vilket till största delen förklaras av den kläna skogen. Vanlig avverkning i studieled E kostade 70 kr/m³fub. Då en brandgata och närliggande slag avverkades steg kostnaden i medeltal till ca 110 kr/m³fub (tabell 6). I detta fall var hygget 25 ha med en medelvolym på ca 150 m³fub/ha, vilket ger en totalt avverkad

volym på 3 750 m³fub. Vid en extra kostnad på 40 kr/m³fub i brandgatan och närliggande slag och om den totala längden brandgata varit 500 m skulle det medfört en extra kostnad på 9 600 kr eller 2,56 kr/m³fub.

Övriga kommentarer

I förutsättningarna för studien ingick att brandgatan skulle omfatta ett slag med normal arbetsbredd. Om man kan tänka sig en något smalare risfri zon kan det räcka att fälla brandgatan enkelsidigt och upparbeta samt lägga allt virke på den sida som gränsar mot gränsen mot hygget. På det viset skulle man kunna erhålla en risfri brandgata av, kanske, 8–10 meters bredd. Detta skulle kunna kombineras med att skördaren upparbetar träden så att riset koncentreras mellan virkeshögarna och sedan skotas ut. Det vill säga ungefär samma teknik som vid avverkning anpassad för uttag av skogsbränsle.

I denna studie begränsades uttaget till massavedsdimensioner. Även om brandgatorna var fria från avverkningsavfall stod klenare beståndsförnyring kvar. I detta fall var beståndsförnyringen inte så talrik att den motiverade en speciell röjningsinsats. Men om så är fallet bör man räkna med en viss kostnad för röjning av brandgatan.

Slutsatser

- Tillskapandet av ett slag fritt från trädrester ökar avverkningskostnaden med ca 50 % för brandgatan och närmast intilliggande slag.
- De studerade metoderna för upptagning av en risfri brandgata medförde ungefär samma avverkningskostnad i det studerade beståndet.
- Kostnaden för att köra en extra gång och upparbeta fällda stammar var i stort sett densamma som att fälla in i stående skog. Med tanke på förarens arbetssituation är det i relativt stamtäta slutavverkningar (600–1000 stammar/ha) troligen bättre att köra en extra gång.
- Att lägga träden med rotändan mot den parallellt slag, studieled A, gav en smalare brandgata med mer avverkningsavfall på backen på grund av att kvistar bröts av när träden släpades mot den angränsande stickvägen. Eftersom metoden inte gav några nämnvärda kostnadsfördelar, samtidigt som föraren upplevde det lättare att fälla träden med toppen före, finns det inga starka skäl som talar för att använda sig metoden.
- Avverkning av slaget bredvid brandgatan tog något längre tid om virket lades enkelsidigt. Den extra tidsåtgången kompensades dock av att fällning och upparbetning av träden i brandgatan tog kortare tid. Om virket i slaget bredvid brandgatan läggs dubbel- eller enkelsidig är därför kanske mest en smaksak.
- Vid gles skog och då få träd behöver fällas i brandgatan är antagligen metod C, att fälla in i stående skog, kostnadsmässigt att föredra.

- Prestationen och kostnad påverkas inte nämnvärt att lämna en risfri zon på 5 m runt 40 frötallar per ha.

Studie av anläggning av brandgator och jordslagning av frötallar med bandgående grävmaskin

Inledning

Motivet för att jordslå tallar är att de ska skyddas mot dödliga kambieskador vid bränningen. Anledningen till att det bedömts nödvändigt är att antalet gamla tjockbarkiga tallar, som normalt klarar lättare skogsbränder, är sällsyntare nu än under början av och mitten på 1900-talet.

Syfte

Syftet med studien var att få en uppfattning om kostnad och prestation vid grävande av brandgata och vid jordslående av frötallar.

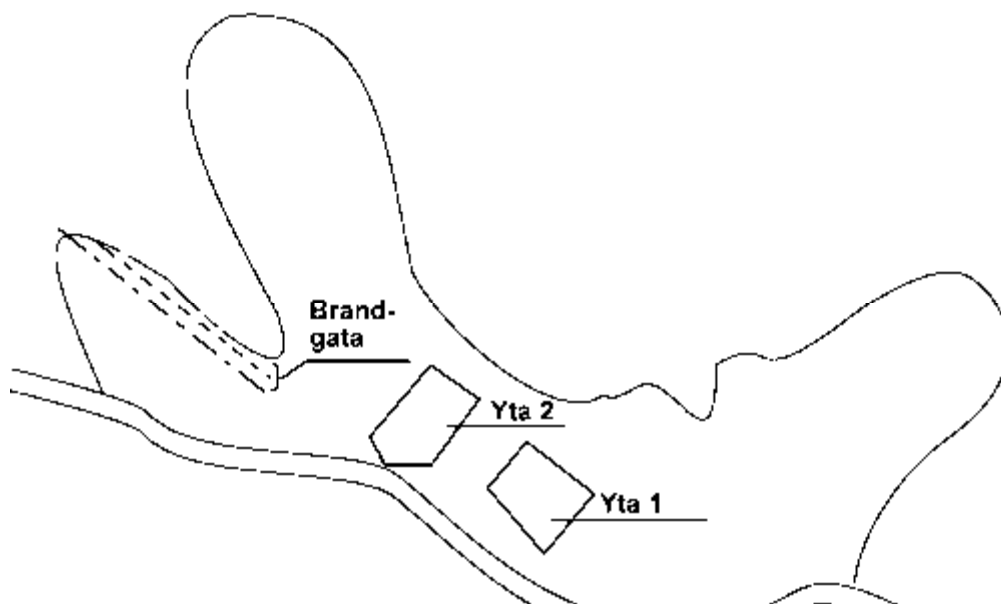
Material och metod

Försökslokal

Försökslokalen var densamma som vid avverkningsstudien. Studien av grävmaskinen utfördes dock efter avverkning då endast frötallarna fanns kvar av beståndet.

Försöksuppläggning

I beståndet av frötallar snitslades två block, yta 1 och yta 2 (figur 2). Samtliga frötallar märktes dessutom med sprayfärg. Vid utläggning av blocken eftersträvades så likartade förhållanden som möjligt avseende grundförhållanden, ytstruktur och lutning. Brandgatan snitslades ut av Arvid Eckerskog, Graninge Skog & Trä (figur 2). Studien utfördes på barmark i mitten av oktober 1996.



Figur 2.
Försöksledens fördelning i beståndet.

Maskin, förare och instruktion till föraren

Studien utfördes med en Åkerman H7C bandgående grävmaskin försedd med 75 cm breda band och en 90 cm bred skopa. Maskinen används regelbundet vid arbete i skogsmiljö och är bl.a. förstärkt med extra bukplåt men ej förhöjd. Maskinen kördes av Per-Olov Edsén, som varit maskinförare i ca 20 år. Per-Olov har kört banddrivna grävare sedan 1981 och arbetat huvuddelen av tiden i skogsmiljö. Han hade också tidigare erfarenhet av att gräva brandgator och jordslå frötallar. Instruktionen var att arbeta i normalt, ut hålligt tempo samt att de ytor som utgjorde brandgator så långt möjligt skulle vara fria från ris.

Väderlek

Studien genomfördes på barmark. Väderleksförhållandena var i stort likvärdiga under den tid som studien genomfördes och bedömdes inte påverka resultatet i de olika studieleden (tabell 7).

Tabell 7.
Tidpunkt för och väderleksförhållanden under studien.

| Studieled | Datum för studien | Temperatur, C ^o | Väderleksförhållanden |
|-----------|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Yta 1 | 1996-10-16a | + 6–7 | Mulet, uppehåll |
| Yta 2 | 1996-10-16a | + 7–10 | Mulet till halvklart |
| Brandgata | 1996-10-16a | + 10–12 | Halvklart till klart och solsken |

Arbetsmönster

Sträckan mellan maskinens uppställningsplatser skattades under studiens gång med hjälp av stegning och ögonmått. Steglängden kalibrerades med hjälp av måttband före och under studien. Dessutom kontrollmättes ett stickprov om fem körda sträckor. Brandgatans och jordsträngens bredd och längd mättes efter studien.

Tidsåtgång och prestation

Tidsstudierna utfördes som cmin-studier. Tiden mättes som cmin/skopa. En arbetscykel innehöll då alla moment från kran ut till det att skopan tömdes. Momentindelning av tidsåtgång finns beskriven i bilaga 2.

För att få tillförlitliga funktioner för t.ex. hur summan av tidsåtgången beror på volymen uppgrävd jord krävs mycket stora studier på marker av varierande jordart och stenbundenhet. Då detta bedömdes vara utanför studiens syfte skapades inga tidsfunktioner (regressionsfunktioner) utan tidsåtgång och prestation baseras på medelvärden från tidsstudien.

Prestationen (eg. tidsåtgången) mättes som antal tömda skopor per G_0 -tid. För att få ett mått mer relaterat till praktiskt arbete räknades tidsåtgången om till prestation i form av antal jordslagna fröträd per G_0 -tim samt antal meter grävd och risrensad brandgata per G_0 -timme. Detta räknades sedan i sin tur om till värden per G_{15} -tid. Härvid sattes omräkningsfaktorn till 0,90. Nivån på omräkningsfaktorn sattes utifrån tidigare erfarenheter från studier utförda vid SkogForsk och Skogsarbeten. Relationen mellan G_0 - och G_{15} -tid används för att nivålägga prestationer uppmätta i studier till en nivå som är mer jämförbar med praktiska förhållanden. Relationen är osäker och varierar dessutom för varje maskin. En prestationssiffra uppmätt vid studier av detta slag kan därför aldrig göra anspråk på att spegla de rätta praktiskt uthålliga prestationsnivåerna.

Kostnad för jordslagning av frötallar och grävande av brandgata

Avverkningskostnaderna beräknades utifrån det entreprenörpris, 400 kr per G_{15} -tim, som Graninge Skog & Trä AB tillämpade för aktuell maskin i det distrikt och under den period när studien utfördes. Priset inkluderar flytt och resor.

Resultat

Det behövdes ca två till tre skopor per frötall för jordslagning (tabell 8). I tabellen kan man också se att framryckningshastigheten var hög.

Tabell 8.
Data om arbetsmönstret i de två block där högläggning av frötallar studerades.

| Arbetsmönster | Högläggning av frötallar, yta 1. | Högläggning av frötallar, yta 2. |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,256 | 0,412 |
| Antal fröträd/studieled | 10 | 19 |
| Antal fröträd/ha | 39 | 46 |
| Körd sträcka (m) | 179 | 274 |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 699 | 665 |
| Antal skopor per fröträd, (st./fröträd) | 1,9 | 2,5 |
| Antal jordhögar/ha ¹ , (st./ha) | 7,8 | 9,7 |
| Framryckningshastighet (m/min) | 32,7 | 28,8 |

¹ Avser jordhögar för släckningsarbete.

Jordsträngen lades en bit in (ca 5 m) från det angränsande beståndets kant (tabell 9). I tabellen anges två arealmått beroende på hur man betraktar den risfria ytan utanför jordsträngen. Vid anläggning av brandgator är dock areella mått mindre intressanta än längdmått, eftersom bedömningar oftast görs utifrån det antal meter brandgata som behövs vid olika objekt. I fortsättningen kommer därför längden brandgata att diskuteras.

Framryckningshastigheten var något lägre än i studieleden med jordslagning av fröträden och antalet jordhögar för släckningssyfte något fler (tabell 9).

Tabell 9.
Data om arbetsmönstret där grävande av brandgata studerades.

| Arbetsmönster | Brandgata | |
|--|-----------|---------------------|
| Jordsträngens längd (m) | 316,7 | |
| Jordsträngens bredd (m) | 0,84 | |
| Risfri zon inåt hygget (m) | 13,0 | |
| Avstånd från jordsträng till närmsta träd/beståndskant (m) | 5,2 | |
| Tidsstuderad areal (ha) | 0,41 | (0,58) ¹ |
| Körd sträcka (m) | 304 | |
| Körd sträcka/ha (m/ha) | 741 | (524) ¹ |
| Antal meter jordsträng per skopa (m/skopa) | 3,6 | |
| Framryckningshastighet (m/min) | 25,0 | |
| Antal jordhögar/ha ² , (st./ha) | 22 | (16) ¹ |

¹ Siffran inkluderande areal utanför jordsträngen (b= 5,2 m l= 316,7m).

² Avser jordhögar för släckningsarbete.

Yta 1 innehöll färre fröträd, vilket kanske bidrog till att proportionellt mer tid lades på körning än i yta 2 (tabell 10). Grävtiden var dock densamma. Momentet övrigt arbete innehåller till största delen borttagande av underväxt

runt fröträden samt omkullknuffning av en och annan närstående torraka. Sett per ha lades mer tid ned på jordslagningen av frötallarna i yta 2 än i den glesare yta 1. Medeltiden per tömd skopa var dock kortare i yta 2 än i yta 1.

Tabell 10.
Data från tidsstudien för de två block där högläggning av frötallar studerades.

| | Tidsåtgång (cmin/skopa) Högläggning av frötallar, yta 1. | Tidsåtgång (cmin/skopa) Högläggning av frötallar, yta 2. |
|--|--|--|
| Moment | | |
| Kran ut | 4,3 | 5,2 |
| Grävning | 27,2 | 27,2 |
| Kran in | 4,9 | 6,4 |
| Tömning | 17,5 | 15,0 |
| Jordhög/Vattenhål | 1,8 | 1,3 |
| Start + Halt | 6,0 | 3,6 |
| Körning | 28,8 | 20,3 |
| Övrigt arbete | 11,5 | 9,5 |
| Störning | 0,6 | 2,4 |
| Totalt | 102,5 | 90,9 |
| Summa tidsåtgång per ha (G ₀ -tim/ha) | 1,3 | 1,7 |

Trots att brandgatan varavverkad med syfte att vara risfri var risrensning det mest tidsödande momentet vid grävandet av brandgatan (tabell 11).

Tabell 11.
Data från tidsstudien av anläggning av brandgatan.

| | Tidsåtgång An- läggning av brand- gata (cmin/skopa) |
|---|--|
| Moment | |
| Kran ut | 7,1 |
| Grävning | 29,6 |
| Kran in | 7,2 |
| Tömning | 19,5 |
| Jordhög/Vattenhål | 1,7 |
| Risrens | 47,4 |
| Start + Halt | 2,0 |
| Körning | 13,7 |
| Övrigt arbete | - |
| Störning | - |
| Totalt | 128,2 |
| Summa tidsåtgång per 100 m brandgata (G ₀ -tim/100 m) | 0,60 |

Diskussion

Jordslagning av frötallar, bakgrund, prestation och kostnad

Wretlind, 1948, diskuterar avgångar bland frötallar efter hyggesbränning. Han anger att avgångarna, bland tallar av samma ålder, är mycket lägre för grövre än för klenare tallar och menar att man även bland, från brännings-synpunkt, fullgoda frötallar får räkna med en 20-procentig avgång. Det framgår också att avgångarna huvudsakligen orsakas av rökskador på kronan och kambieskador nära marken. En idealisk frötall för brända hyggen är en gammal fura med högt ansatt krona och avrundad topp, eftersom dessa efter friställning, sätter fröduglig kott mycket tidigare och rikligare än medelålders eller yngre tallar med spetstoppig krona (Wretlind, 1948). Han skriver också att man kraftigt kan motverka fröträdsavgången genom att spara grövre tallar som fröträd. De är i genomsnitt är högre och därför rök-härdigare samt tjockbarkigare och därför bättre skyddade mot kambieskador ”savbarkskador” än klenare, i medeltal kortare, och tunnbarkigare tallar. För att få ett gott skydd mot kambieskador krävs således en relativt tjock bark, vilket företrädesvis finns på gamla tallar. Problemet är att det i dag är svårt att hitta tillräckligt många tallar som hunnit bli så pass gamla att de har en riktigt tjock bark. Att skydda frötallarna mot kambieskador genom jordslagning kan vara ett intressant alternativ om det väsentligt ökar fröträdens överlevnad, även om ca 15 kronor per träd eller 560 till 760 kr/ha är en rätt stor utgift (tabell 12). Hur intressant det är måste förstås vägas mot skyddsverkan och överlevnad. Här kan vi konstatera att det saknas undersökningar för att göra tillförlitliga bedömningar av skyddsverkan. SkogForsk kommer dock att följa upp överlevnaden på jordslagna och icke jordslagna frötallar på det studerade hygget.

Tabell 12.
Kostnad och prestation för de två block där jordslagning av frötallar studerades samt för brandgatan.

| Tidsåtgång, kostnad och prestation | Högläggning av frötallar, yta 1. | Högläggning av frötallar, yta 2. | Grävning av brandgata |
|--|---|---|------------------------------|
| Tidsåtgång (G ₁₅ -tim/ha) | 1,4 | 1,9 | |
| Tidsåtgång (G ₁₅ -tim/100m brandgata) | | | 0,7 |
| Prestation (antal jordslagna frötallar/G ₁₅ -tim) | 27,7 | 24,0 | |
| Prestation (antal meter brandgata/G ₁₅ -tim) | | | 150,4 |
| Kostnad (kr/ha) | 560 | 760 | |
| Kostnad (kr/frötall) | 14,4 | 16,5 | |
| Kostnad (kr/m brandgata) | | | 2,7 |

Alla frötallar kanske inte behöver jordslås. Ett sätt att minska kostnaderna kan vara att koncentrera jordslagningen till de klenaste och mest tunnbarkiga frötallarna eller till områden med mycket hyggesavfall, där elden kan

tänkas bli intensivare. Ett annat sätt är att anpassa storleken på högarna. I denna studie omgärdades alla frötallar av en rejäl jordhög (figur 3) vilken kan jämföras med ett motsvarande exempel ur (Wretlind, 1948) figur 4.



Figur 3.
Exempel på jordhög runt frötall från studien. Foto: Dan Westerberg.



Figur 4.
Fröträden jordas till minskande av risken för dödliga savbarkskador (Wretlind 1948).
Foto: AKA-film 18/6 1947.

Bilden ur Wretlind 1948 visar en hög som är något mindre till omfång men ändå rejält tilltagen jämfört med den beskrivning av jordslagning som återges i den löpande texten. Där sägs att ”för att skydda dessa (frötallarna) mot

dödliga savbarkskador (kambieskador) bortskrapas dessutom kring deras rothals eventuellt förefintlig hög mosskrans. Därjämte nedtrampas mossan mellan rotbenen, om några håligheter skulle förefinnas där. Är så fallet, fyllas dessa väl med *mineraljord*. Dylig *strös dessutom i ett tunt lager över rotbenen samt på markytan närmast stammen.*” Enligt Enroth, pers. medd., jordslog inte Wretlind frötallarna när han började hyggesbränna men lyckades trots det bra med föryngringarna. Rätt snart började han dock att jordslå frötallarna, vilket som metod levde på Malå revir åtminstone in till 1990-talets början.

Några alternativa skydd är svåra att hitta. Beslagning med tjärpapp är en metod som provats. Ett annat sätt att skydda fröträden är att bränna av marken runtom dem innan elden går förbi. Dessa metoder är dock relativt tidsödande och kostsamma, vilket en överslagskalkyl kan visa. Om vi antar att bränna av marken runt tallarna eller beslagning med tjärpapp tar ca 5 minuter per fröträd skulle detta innebära en extra tidsåtgång på 40 fröträd/ha × 25 ha × 5 min = 5 000 min eller 83 timmar, vilket motsvarar en kostnad på 12 500 kr (10,4 dv å 1 200 kr) eller 12,5 kr per frötall. Fem minuter är kanske en något hög skattning av tiden för att beslå ett träd med tjärpapp. Till detta kommer kostnad för tjärpapp och hantering av denna så kostnaden 12–13 kronor per frötall är antagligen ingen orimlig skattning. När det gäller att bränna av marken runt frötallarna kanske fem minuter är något knappt. Dessutom är det problematiskt att få flyt i arbetet och att få tiden att räcka till för de ca 2–4 personer som går och tänder. Då detta lämpligen utförs samma dag som bränningen görs verkar det bli svårt att hinna med både bränning och en omsorgsfull avbränning runtom varje frötall.

I motsats till värme och rökskador i barrskiktet, vilka syns tämligen omgående efter bränning, kan det ta ganska lång tid innan skador på kambiet ger genomslag så att det syns på trädets vitalitet. Även om frötallarna inte dör kan kambieskador orsaka en nedsatt vitalitet under ett par år efter bränning (Schimmel, pers. medd.), vilket man i försök kan utläsa i en sämre årsringsutveckling. Eftersom kombinationer av kambieskador och värmeskador i barrskiktet kan förekomma är det svårt att avgöra vilka skador som är vanligast. En gissning är dock att värme och rök orsakar fler avgångar bland frötallar på brända hyggen än kambieskador gör (Schimmel, pers. medd.). I vissa fall t.ex. om det är väldigt torrt och ett flertal frötallar har brandljud med rikligt kådflöde är dock risken för kambieskador extra stor och då kan jordslagning väsentligt öka överlevnaden (Schimmel, pers. medd.).

Kostnad och prestation vid grävande av brandgata

Enligt grävmaskinsföraren var risrensningen betydligt lättare och tog mycket kortare tid än motsvarande arbete på ett närbeläget hygge där fällningen ej anpassats. Trots det var just risrensning det mest tidsödande momentet i denna studie. En 13 meter risfri zon skapades innanför jordsträngen, vilket kan jämföras med 5 meter som rekommenderas i Weslien, 1996. Därför kan man fråga sig om risrensningen kanske var väl

ambitiöst utförd. Kostnaden per meter brandgata blev i denna studie ca 2,7 kr per meter (tabell 12). För den kostnaden har man fått en brandgata av mycket hög kvalitet med en ca 1 meter bred jordsträng. Dessutom finns det rikligt med sand att ösa med vid eventuellt släckningsarbete. Alternativet hade varit att rensa med skotare eller handrensa. Risrensning med skotare hade prövats lokalt på ett närbeläget hygge men befanns vara tidsödande och dyrt. Att handrensa de relativt stora och kompakta högar som uppstår efter skördaravverkning bedöms inte som något realistiskt alternativ. En alternativ metod hade kunnat vara att vattenbegjuta marken. Detta skulle antagligen kunna göras till samma kostnad eller billigare. Men skyddseffekten skulle inte bli lika stor eftersom vattnet dunstar när elden närmar sig. Vattenbegjutning skyddar heller inte lika lång tid och knappast mot en eventuell ombränning.

Arbetsmönster vid jordslagning av frötallar

I denna studie behövde grävmaskinen tömma 2 till 3 skopor per frötall. Marken var dock relativt stenbunden, vilket påverkade maskinens möjlighet att fylla skopan. På en sediment mark med ren sandjord eller dylikt åtgår antagligen färre skopor. Men även på sådana marker är det troligen svårt att klara sig med endast en skopa per frötall.

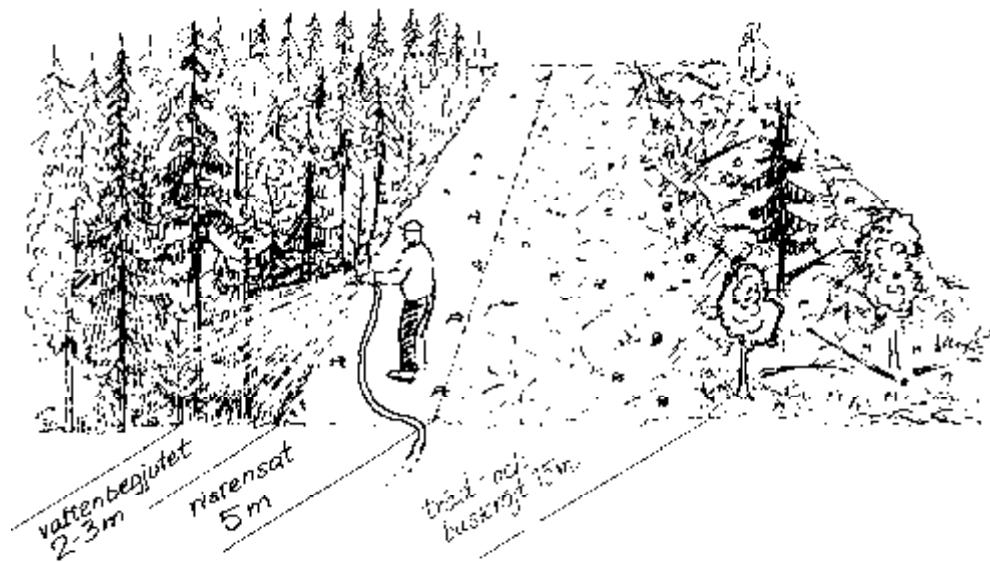
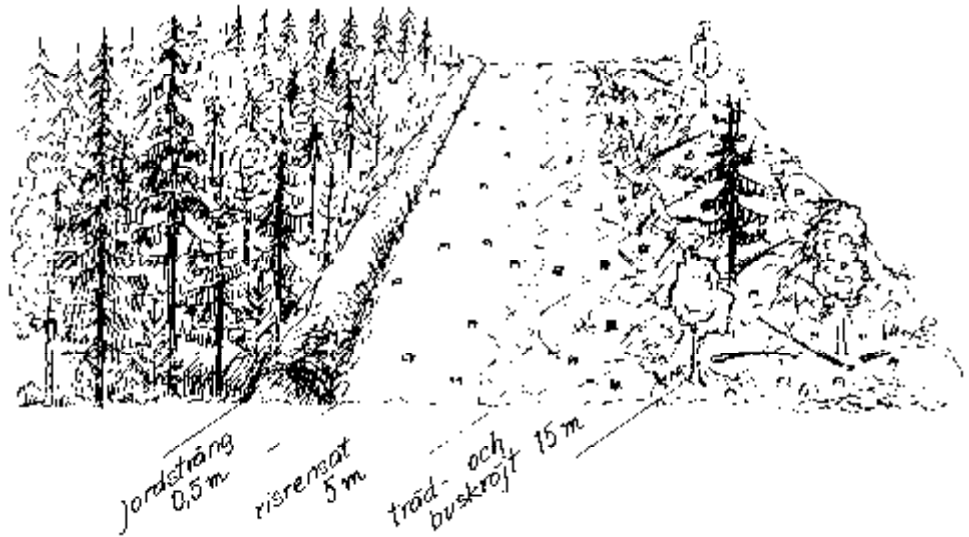
Framryckningshastigheten var mycket hög. Jämfört med tidigare studier av grävmaskiner som arbetat som engreppsskördare var framryckningshastigheten ungefär den dubbla. Detta ger anledning att fundera om den körda sträckan varit för högt skattad eller om den tid som satts av till momentet körning varit för låg. Eftersom momentet körning är lätt att bedöma (tid från att banden börjar rulla tills banden har stannat) är det inte troligt att några större avvikelser från verklig körtid skulle kunna uppkomma. Dessutom är framryckningshastigheten hög i samtliga studieled. En systematisk felbedömning för hög skattning av körd sträcka är ett troligare alternativ. Det som talar emot detta är att körd sträcka kontrollmättes. I studien av brandgatan visade sig dessutom bedömd körsträcka vara något kortare, ca 10 m än uppmätt längd, vilket snarare indikerar att framryckningshastigheten är för lågt skattad. I de block där jordslagning studerades stod en frötall i varje hörn. Teoretiskt måste då grävaren köra en sträcka av minst blockens omkrets minus kranräckvidden. Denna sträcka uppgår till 176,5 m i yta 1 och 213 m i yta 2, vilket kan jämföras med i studien skattad sträcka som var 179 respektive 274 meter. Inte heller detta tyder på att den körda sträckan skulle vara för högt skattad utan snarare väl knappt. Det mesta tyder därför på att faktorer som att fröträdställningen var gles (körd sträcka var i medeltal 29 m i yta 1 och 20 m i yta 2) och att ytstrukturen inte var alltför besvärlig bidrog till att framryckningshastigheten verkligen var så pass hög som anges i tabell 8 och 9.

Arbetsmönster vid grävning av brandgatan

Jordsträngens längd mättes till drygt 300 m. De måttenheter som diskuteras relaterar till längden. Bredden var emellertid 0,84 cm i genomsnitt, vilket

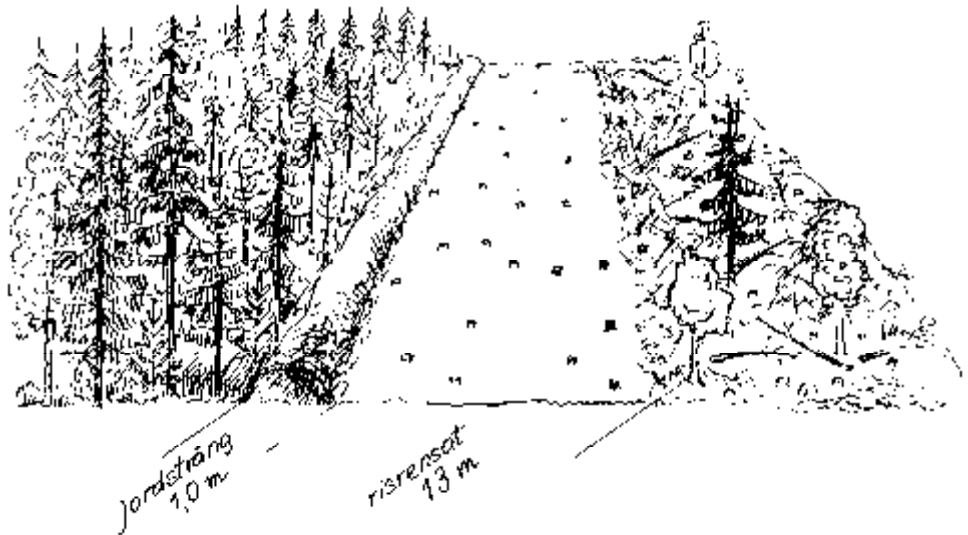
antagligen beror på skopans bredd (90 cm). Bredden bedömdes som tillräcklig och dessutom skulle en bredare skopa medföra att det blev svårare att gräva i stenbunden mark samt att manövrera vid jordsläende av frötallarna. Framryckningshastigheten var något lägre vid grävandet av brandgatan än i övriga studieled. En förklaring kan vara att varje individuell förflyttning skedde på kortare sträcka (i medeltal 14 m) än i de andra studieleden och att det kanske krävs 20 till 30 m långa förflyttningar för att kunna utnyttja maximal framryckningshastighet.

Den risfria zonen mättes från ytterkanten på jordsträngen inåt hygget och var i medeltal ca 13 m bred. Bredden varierade dock mycket. Den risrensning som utfördes gick i stort sett ut på att grävmaskinen skrapade undan riset från halva stickvägen som gick parallellt med brandgatan. Jordsträngen lades på ena sidan av brandgatan, vilket medförde ett avstånd på ca 5 m utanför jordsträngen till nästa beståndskant. Weslien, 1996 visar på två alternativa typer av brandgator, figur 5, en med jordsträng och en vattenbegjuten. Jämfört med dessa kan man konstatera att arbetet i denna studie var mer omfattande, figur 6, och kanske väl ambitiöst.



Figur 5 a och b.

Brandgata bestående av röjd zon och röjd- och risrensad zon. Överst: Skydd mot skog med mineraljordsträng. Nederst: Skydd mot skog genom vattenbegjutning strax innan brandgatans skyddsavbränning (Weslien 1996).



Figur 6. Brandgatans utformning i denna studie.

Enligt Arvid Eckerskog, bränningsansvarig på Graninge Skog & Trä var också den risrensade zonen större än vad som var nödvändigt. Gräv-maskinen lade ned mycket av tiden på risrensning i denna studie. Om den risfria zonen minskats med ca 5 m inåt hygget, vilket antagligen varit fullt tillräckligt, hade tidsåtgången kunnat minska en hel del. Om bara jordsträngen hade lagts ut hade tidsåtgången teoretiskt kunna minskas med 37 %, vilket maximalt hade reducerat kostnaden med ca 1,4 kronor per m jordsträng. Det verkar inte orimligt att kostnaden per m brandgata skulle kunna reduceras med åtminstone ca 0,5 kronor om den risrensade bredden minskats med 5 till 6 m.

Slutsatser

Jordslagning av frötallar medför en kostnad som bör vägas mot en eventuell högre överlevnad och bättre vitalitet hos frötallarna efter bränning. Underlag saknas för att bedöma dessa faktorer. Några rekommendationer för huruvida man bör jordslå frötallarna före bränning eller ej kan därför inte ges. Rimligtvis borde jordslagning dock medföra en ökad marginal mot avgångar och för bibehållen vitalitet hos frötallarna, vilket förstås är positivt om syftet är att uppnå en god naturlig förnyring. Vid naturvårdsbränning kan å andra sidan vissa avgångar bland de lämnade tallarna tänkas ingå som en del i syftet med bränningen. För att försäkra sig om ett tillräckligt antal vitala frötallar efter bränning kan ett alternativ vara att öka antalet frötallar per ha. I relation till detta motsvarar kostnaden för jordslagning, i kr/ha, virkesvärdet för ca två frötallar. Ett virkesvärde som man förvisso kan få igen med ränta om eller när man avverkar frötallarna och om frötallarna överlever bränningen.

En grävd och maskinellt risrensad brandgata av den typ som gjordes i denna studie håller hög kvalitet och ger ett gott skydd mot överbränning. Dessutom erhåller man jordhögar och vattenhål för eftersläckning. Då grävda brandgator företrädesvis anläggs i delar av hygget som är extra känsliga för överbränning är hjälpmedel för eftersläckning värdefulla. Brandgatan i denna studie var dock kanske väl ambitiöst utförd. En något smalare brandgata borde sannolikt erbjuda ett fullgott skydd för ca drygt 2 kronor per meter. I känsliga partier av ett hygge torde detta vara väl investerade pengar.

Del 2, Enkätundersökning och analys av metod och kostnad för hyggesbränning

Inledning

1994 genomförde SkogForsk en enkätundersökning av bl.a. kostnad och metod för bränning. Eftersom skogsföretagen under 1990-talet successivt ökat ansträngningarna att årligen bränna en viss areal skogsmark, mycket p.g.a. naturvårdsskäl, är det av intresse att undersöka metod- och kostnadsutvecklingen.

Syfte

Syftet är att sammanställa och utvärdera faktiska kostnader för hyggesbränning och bränning under frötallar. Vidare att använda resultatet av studier och sammanställning till en känslighetsanalys av bränning under fröträd och hyggesbränning jämfört med markberedning och plantering samt markberedning under frötallar.

Material och metod

Enkätundersökningen

Målsättningen har varit att belysa de metoder som används och de faktiska kostnader de medför. Uppgifter om metod, teknik, tidsåtgång och kostnad tagits in via brev-, fax- och telefonkontakt med personal på 4–5 företag som ansvarat för bränning under de senaste åren (med tyngdpunkt på 1994–1996). Sammanlagt representerar uppgifterna i undersökningen ett femtiotal brända objekt belägna i mellersta till norra Sverige.

Enkätundersökningen är inte heltäckande och gör inte anspråk på att spegla den absolut rätta nivån eller sanningen. Urvalsförfarandet är inte slumpat eller strikt objektivt vare sig när det gäller företag eller objekt. Ambitionen har istället varit att täcka in så många objekt som möjligt på ett antal företag. Ambitionen har varit att få en uppfattning om praktiska kostnader och metoder för bränning. Efter avstämning med företag som inte ingick i enkätundersökningen är bedömningen att resultatet är relativt generaliserbart för medelstora och större skogsbolags metoder och kostnader för bränning i mellersta och norra Sverige.

Resultatet redovisas procentuellt i tabellform. Andelarna är i de flesta fall beräknade utifrån de enkäter som besvarat den aktuella frågan. I något fall är dock andelarna beräknade utifrån totalt antal besvarande enkäter. I varje tabell anges antal (n) svar på aktuell frågeställning.

Nuvärdeskalkylen

Ett antal beräkningsexempel ställdes upp för att jämföra olika bränningsalternativ med varandra och med konventionella metoder samt för att exemplifiera hur olika faktorer påverkar resultat och ekonomiskt utfall. Siffror och nivåer i beräkningsexemplen valdes utifrån litteratur och studie-

resultat men framför allt med tyngdpunkt på insamlade uppgifter om kostnader, teknik och metoder.

Nuvärdeskalkylen är gjord med följande förutsättningar och antaganden. Kalkylräntan är satt till 3 %. Tillväxt och skötsel av beståndet är valt utifrån produktionsprognos T20:3N (Persson, 1992). Frötallarnas tillväxt bedöms öka med 50 % ett år efter friställning (Pettersson, Palmér, 1989/90). Av frötallarna beräknas 25 % blåsa ned inom 5 år (Örlander, 1995). För att förenkla beräkningarna antas all vindfällning falla ut år 5. Drivningskostnaderna är satta till 165 kr/m³fub i första gallring, 85 kr/m³fub i andra gallring, 53 kr/m³fub i slutavverkning och 60 kr/m³fub vid avverkning av frötallar samt 100 kr/m³fub vid upparbetning av vindfällerna. Virkespriserna är bedömda utifrån Norrskogs virkesprislista gällande för 1/8 1996–30/4 1997. De priser som använts i beräkningarna är 216 kr/m³fub för massaved, 510 kr/m³fub för sågtimmer i andra gallringen och 560 kr/m³fub i slutavverkning och vid upparbetning av vindfällerna samt 570 kr/m³fub vid avverkning av frötallar. Sågtimmerutbytet är satt till 0 % av volymen i första gallring, 60 % i andra gallring, 75 % i slutavverkning och avverkning av frötallar samt 25 % vid upparbetning av vindfällerna. Övrig volym antas vara massaved.

När objektstorleken överskrider ca 600 m³fub planar totalkostnaden för slutavverkning ut (Frohm, 1988). Samtidigt antas att de objekt som bränns i de flesta fall är i storleksordningen 10 ha eller därutöver. De fasta kostnaderna rör sig då omkring 2–3 % av de direkta drivningskostnaderna per m³fub. Att lämna 40 frötallar per ha motsvarande ca 10 % av volymen torde då endast marginellt påverka drivningskostnaden per m³fub. Ingen korrektion av drivningskostnaden har därför gjorts i de beräkningsalternativ där frötallar lämnas. Däremot tas naturligtvis hänsyn till den uteblivna intäkten i form av virkesvärdet för de frötallarna som lämnas.

Kalkylen är avsedd som en känslighetsanalys av olika beståndsetableringsmetoder. Den är därför inte heltäckande. Kostnader för exempelvis röjning är inte medtagna utan antas i kalkylen vara lika stora oavsett föryngringsmetod. Någon hänsyn till eventuella skillnader i virkeskvalitet och virkesvärde är heller inte bedömd. Jämförelsen bygger på att ett likvärdigt bestånd, avseende virkeskvalitet- och volym, skapas i alla alternativ fram till den varierande tidpunkten för slutavverkning.

Resultat från enkätundersökningen

Ståndortindex

De flesta hyggen som brändes var mellanboniteter av tall T18–T20 (tabell 13). Vart femte bränt hygge hade dock gran som bonitetsvisande trädslag.

Tabell 13.

De brända hyggenas fördelning på ståndortsindex enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på totalt antal hyggen i undersökningen, n = 50)

| Ståndortsindex (SI) | Andel brända hyggen med tall (T) som bonitetsvisande trädslag, % (n = 39) | Andel brända hyggen med gran (G) som bonitetsvisande trädslag, % (n = 11) |
|---------------------|---|---|
| 10 | 2 | |
| 15 | 2 | |
| 16 | 6 | 2 |
| 17 | 2 | |
| 18 | 28 | |
| 19 | 4 | 2 |
| 20 | 20 | 2 |
| 21 | 4 | 2 |
| 22 | 6 | 6 |
| 24 | | 2 |
| 25 | 2 | 2 |
| 26 | 2 | 4 |
| Totalt: | 78 % | Totalt 22 % |

Markvegetation

De flesta brända hyggen hade en markvegetation helt eller delvis av blåbärsristyp (tabell 14).

Tabell 14.

De brända hyggenas fördelning på markvegetationstyp enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 34)

| Markvegetationstyp | Andel brända hyggen med respektive mark-vegetationstyp, % (n = 34) |
|-----------------------|--|
| Lavtyp | 6 |
| Ristyp, ljung-lingon | 3 |
| Ristyp, lingon | 21 |
| Ristyp, lingon-blåbär | 26 |
| Ristyp, blåbär | 38 |
| Ristyp, blåbär-lågört | 3 |
| Smalbladig grästyp | 3 |

Markfuktighet

Undersökningen pekar på att de flesta hyggen som bränts återfinns på frisk mark (tabell 15). Svarefrekvensen var dock låg på denna fråga (22 %), vilket gör antagandet osäkert.

Tabell 15.

De brända hyggenas fördelning på markfuktighetsklass enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 11)

| Markfuktighetsklass | Andel brända hyggen med respektive markfuktighet, % (n = 11) |
|---------------------|--|
| Torr-frisk | 27 |
| Frisk | 55 |
| Frisk-fuktig | 9 |
| Fuktig | 9 |

Humustäckets tjocklek

Merparten av bränningarna utfördes på marker med tunt eller måttligt djupt humustäcke (tabell 16).

Tabell 16.

De brända hyggenas fördelning på olika klasser för humustäckets tjocklek enligt undersökning 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 28)

| Humustäckets tjocklek, cm | Andel brända hyggen inom klass för humustäckets tjocklek, % (n = 28) |
|---------------------------|--|
| - 4 | 18 |
| >4–6 | 32 |
| >6–8 | 43 |
| > 8–10 | 4 |
| >10 - | 4 |

Grundförhållande, Ytstruktur och Lutning (G.Y.L.)

De flesta marker som brändes hade goda grundförhållanden och var relativt flacka (tabell 17). Markytan var i de flesta fall ganska jämn även om ytstrukturen har en högre representativitet i klasserna 3 och 4 än grundförhållande och lutning. Möjligen tyder detta på att man, åtminstone i vissa fall, valt bränningsobjekt som varit svåra att markbereda maskinellt.

Tabell 17.

De brända hyggenas fördelning efter Grundförhållande, Ytstruktur och Lutning (GYL) enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 43)

| Klass 1–5 enligt terrängtypschema för skogsarbete (Skogsarbeten 1991) | Andel brända hyggen klassvis fördelade efter Grundförhållande (G = 1–5), % (n = 43) | Andel brända hyggen klassvis fördelade efter Ytstruktur (Y=1–5), % (n = 43) | Andel brända hyggen klassvis fördelade efter Lutning (L = 1–5), % (n = 43) |
|---|---|---|--|
| 1 | 28 | 21 | 47 |
| 2 | 60 | 51 | 47 |
| 3 | 9 | 12 | 7 |
| 4 | 2 | 16 | |
| 5 | | | |

Datum för bränningens genomförande

De flesta bränningarna utfördes som väntat på våren men höstbränningarna var något fler än väntat (tabell 18).

Tabell 18.

De brända hyggenas fördelning på olika datumklasser enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 43)

| Datumklasser för de genomförda bränningarna, månad, dag | Andel brända hyggen inom respektive datumklass, % (n = 43) |
|---|--|
| April, 1–15 | 2 |
| April, 16–30 | |
| Maj, 1–15 | 2 |
| Maj, 16–31 | 14 |
| Juni, 1–15 | 40 |
| Juni, 16–30 | 17 |
| Juli, 1–15 | |
| Juli, 16–31 | |
| Augusti, 1–15 | 21 |
| Augusti, 16–31 | 2 |

Vindförhållanden vid bränningarnas genomförande

Bedömningarna av vindförhållanden är subjektivt gjorda och vindstyrkorna i tabell 19 bör betraktas med stor försiktighet avseende den exakta vindstyrkan. Däremot kan man nog, i grova drag, konstatera att de flesta hyggesbränningarna utfördes vid måttliga vindhastigheter.

Tabell 19.

Vindförhållande vid bränningarnas genomförande fördelat på olika klasser för vindhastighet enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 30)

| Vindhastighet klassvis indelning efter Beaufort-skalan, namn och m/s. | Exempel på vindens verkningar i skala från minsta verkning till mesta verkning | Andel brända hyggen inom respektive klass för vindhastighet, % (n = 30) |
|---|---|---|
| Stiltje, 0–0,2 | Inga verkningar, röken stiger nästan rätt upp | |
| Svag vind 0,3–3,3 | Märkbar för känseln – lyfter en vimpel – sätter små löv i rörelse | 33 |
| Måttlig vind, 3,4–7,9 | Sträcker en vimpel, sätter blad och tunna kvistar i oavbruten rörelse, - sträcker en flagga, sätter kvistar och tunnare grenar i rörelse | 63 |
| Frisk vind, 8,0–13,8 | Mindre lövträd börjar svaja, grenar sätts i rörelse, skumkammar på insjöar – sätter stora grenar i rörelse, viner i telegraf- och telefontrådar | 3 |
| Hård vind, 13,9–20,7 | hela träd svajar, man går ej obehindrat mot vinden – bryter kvistar från träd, besvärligt att gå i det fria | |

Brandgator och tändningsstråk

Tabell 20.

Andel av de brända hyggena som hade avgränsningar i form av brandgator, vägar eller vattendrag mot angränsande bestånd enligt undersökning utförd 1996 av SkogForsk. (Andelar beräknade på totalt antal hyggen. Vattenbegjuten brandgata utesluter här grävd brandgata men ej övriga begränsningar. Det vill säga, 64 % av de undersökta hyggena hade antingen vattenbegjuten brandgata eller jordsträng. En hel del av dessa hade dessutom övriga befintliga avgränsningar. n = 33 och 27).

| Brandgatans längd, m | Andel brända hyggen med vattenbegjuten brandgata i respektive längdklass, % (n = 21) | Andel brända hyggen med jordsträng som brandgata i respektive längdklass, % (n = 11) | Andel brända hyggen med befintliga avgränsningar, t.ex. väg, vattendrag, som tjänat som brandgator ¹ , % (n = 27) |
|----------------------|---|---|---|
| 0 – 499 | 14 | 10 | 18 |
| 500 – 999 | 6 | 10 | 28 |
| 1 000 – 1 499 | 10 | 2 | 2 |
| 1 500 – 1 999 | 10 | | |
| 1 000 – 2 499 | 2 | | |
| 2 500 – 2 999 | | | 6 |
| Summa | 42 | 22 | 54 |

¹ Innefattar ej sjö och myr. Anledningen är att sjö och myr i många fall, helt eller delvis, omgärdat de brända hyggena och inte utgjort någon klart definierbar och mätbar avgränsning mot angränsande bestånd.

De vattenbegjutna brandgatorna försvarades i en handfull fall med helikopter med vattentank och ungefär lika ofta med skotare med vattentank. Vanligast var dock bensindrivna vattensprutor. I genomsnitt användes 3,7 bensindrivna vattensprutor och ca 870 m vattenslang.

Alla hyggen utom ett tändes i stråk mot vinden. Avståndet mellan tändningsstråken varierade mellan 20 och 100 m med ett genomsnitt på 32,7 m.

Areal

Den totalt brända arealen i undersökningen var ca 640 ha. Mer än hälften av de brända hyggena var mindre än 10 ha (tabell 21). Medelvärde på arealen för de brända hyggena blev dock 12,7 ha.

Tabell 21.

Arealmässig fördelning för de brända hyggen som ingick i SkogForsks undersökning 1996. (Andelar beräknade på totalt antal hyggen, n = 50)

| Hyggets storlek, ha | Andel hyggen per arealklass, % (n = 50) |
|---------------------|---|
| 0–4,9 | 20 |
| 5–9,9 | 32 |
| 10–14,9 | 14 |
| 15–19,9 | 16 |
| 20–24,9 | 6 |
| 25–29,9 | 2 |
| 30–34,9 | 4 |
| 35–39,9 | 2 |
| 40–44,9 | 2 |
| 45–49,9 | 2 |

Dagsverken

Som väntat minskar dagsverksåtgången vid bränningen med ökande hyggestorlek (tabell 22). Den totala dagsverksåtgången per ha var dock något högre än väntat.

Tabell 22.

Genomsnittligt antal dagsverken för bränning av hyggen av olika storlek i SkogForsks undersökning 1996. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 19– 30)

| Hyggets storlek, ha | Antal dagsverken per ha för förberedelse, dv ¹ /ha (n = 19) | Antal dagsverken per ha för bränning, dv ¹ /ha (n = 28) | Antal dagsverken per ha för bev./ efter-släckning, dv ¹ /ha (n = 22) | Totalt antal dagsverken per ha dv ¹ /ha (n = 30) |
|---------------------|--|--|---|---|
| 0–4,9 | 0,72 | 1,49 | 1,10 | 2,14 |
| 5–9,9 | 0,32 | 1,14 | 0,43 | 1,90 |
| 10–14,9 | 0,23 | 0,91 | 0,58 | 1,43 |
| 15–19,9 | 0,09 | 0,58 | 0,50 | 1,04 |
| 20–24,9 | 0,04 | 0,30 | 0,75 | 1,06 |
| 30–39,9 | 0,05 | 0,10 | 0,31 | 0,44 |
| 40–49,9 | 0,02 | 0,20 | 0,12 | 0,33 |

¹ Ett dagsverke (dv) definieras som åtta timmar arbetsplatstid.

Kostnad

I likhet med dagsverksåtgången per ha minskar kostnaden per ha med ökande hyggestorlek (tabell 23). Kostnaden per ha var genomgående högre än väntat.

Antalet bränningar där man använde helikopter för tändning var få (n = 3) däremot användes helikopter rätt ofta till bevattning av brandgator och som standby om elden skulle sprida sig. Den genomsnittliga totalkostnaden (inklusive manuellt arbete m.m.) för de hyggen som tändes med helikopter var 2 448 kr/ha och den genomsnittliga arealen var 24,1 ha. Det är högre än genomsnittskostnaden för de mestadels manuellt brända hyggena av motsvarande storleksklass (tabell 23).

Tabell 23.

Genomsnittlig kostnad per ha för bränning av hyggen, inklusive förberedelsearbete och eftersläckning, av olika storlek i SkogForsks undersökning 1996. (Andelar beräknade på besvarade enkäter n = 43)

| Hyggets storlek, ha | Total kostnad per ha för bränning av hyggen i olika storleksklasser, kr/ha (n = 43) |
|---------------------|---|
| 0 – 4,9 | 3 842 |
| 5 – 9,9 | 4 018 |
| 10 – 14,9 | 3 527 |
| 15 – 19,9 | 2 670 |
| 20 – 24,9 | 1 976 |
| 30 – 39,9 | 1 958 |
| 40 – 49,9 | 1 301 |

Diskussion

Typ av bränning

Enligt Skogsordlista TNC 96 är hyggesbränning lika med en reglerad bränning av ett hygge med syfte att förbereda för föryngring. Under senare år har man alltmer kommit att tala om naturvårdsbränning. Någon klar definition av huruvida en naturvårdsbränning i genomförande skulle skilja sig åt från övrig hyggesbränning finns ej. Däremot finns en klar skillnad i syftet med bränningen, jämför t.ex. med definitionen av naturvård i Skogsordlista 96 som lyder; ”åtgärder för att från vetenskaplig och social synpunkt vårda naturen”. I praktiskt genomförande av det som benämns naturvårdsbränning ryms dock allt från bränning av helt orörda bestånd eller av delvis genomhuggna bestånd till bränning av hyggen med orörda dungar, frötallar eller spridda enstaka träd. Även bränning av kalavverkade hyggen med underväxt kvar kan benämnas naturvårdsbränningar om naturvårdsskäl är det huvudsakliga skälet till att hygget bränns. I enkätundersökningen kunde ingen klar distinktion göras mellan typerna av bränning. I de flesta fall verkar dock bränningarna motiverade av naturvårdsskäl. Fortsättningsvis kommer i texten benämningen hyggesbränning att avse all bränning av kalavverkade hyggen inklusive hyggen med kvarlämnade dungar och enstaka träd till vilka man inte behöver ta någon hänsyn vid bränningstillfället. Däremot kommer hyggesbränning när frötallar har lämnats att särskiljas under benämningen bränning under fröträd, eftersom genomförande, ekonomi, föryngringstid m.m. påverkas.

Brandens intensitet och hårdhet

Resultatet av den ena bränningen är sällan den andra lik. För att beskriva resultatet av eldens inverkan på ett hygge används ofta begreppen brandhårdhet och brandintensitet (Granström, 1995). Brandhårdhet relaterar till hur stor del av humustäcket som brinner upp, ju större del, desto hårdare brand. Brandintensitet relaterar till värmeutveckling vid den punkt där flamfronten passerar, ju större värmeutvecklingen är, desto högre brandintensitet. Ingen

fråga ställdes om brandens hårdhet och intensitet i enkätundersökningen eftersom det var svårt att hitta en mätbar och objektiv skala för bedömning av dessa faktorer.

Ståndort

Enligt Wretlind (1948) är skog av frisk ris- eller ormbunkstyp, varav huvudparten är husmoss- och blåbärsrika gran- och barrblandbestånd, svårföringrade utan eld på större höjd (>250–300 m) över havet. Han anger också att tät och vacker självföringring erhållits på marker mellan frisk och torr ristyp. Resultatet av enkäten visar att det företrädesvis är marker där tall är bonitetsvisande trädslag som bränts (T18–20). Huruvida dessa har varit trädslagsrena eller blandbestånd framgår inte. Mer i linje med Wretlinds rekommendationer ligger dock den femtedel av bestånden som trots allt hade gran som bonitetsvisande trädslag. Samt att merparten av bestånden hade en markvegetation antingen med inslag av blåbärsris eller där blåbärsris dominerade.

Även om svarsfrekvensen var låg avseende markfuktighet pekar resultaten från enkäten på att det företrädesvis varit friska marker samt marker i gränssnittet torra-friska som bränts, vilket ligger i linje med de fuktighetsklasser där Wretlind anger att man kan erhålla en ”tät och vacker självföringring”.

Resultaten från enkäten tyder också på att det inte är särskilt vanligt att man bränner marker med riktigt tjockt humustäcke. Resultatet tyder i stället på att det oftast är marker med måttliga eller, för marker av blåbärsristyp, normala humustjocklekar som bränns (tabell 16). Wretlind, (1948) rekommenderar heller inte uttryckligen bränning av tjocka (>10 cm) råhumusmarker. Han nämner dock som speciellt märkligt, d.v.s. förmodligen lite utanför hans normala tillämpningsområde, de föringringresultat i form av välsluten, växtkraftig självföringgrad tall som uppnåtts på flacka granmarker av frisk till fuktig ristyp med på sina håll fotdjup råhumus. Förmodligen kan man anta att de friska markerna av ris- eller ormbunkstyp med dominerande inslag av husmossa och blåbärsris, som Wretlind nämner som speciellt lämpliga, hade normal eller måttlig humustjocklek. Om denna förmodan är riktig ligger humustjockleken på bränningarna i enkätundersökningen i linje med Wretlinds rekommendationer. Lundmark, 1988, rekommenderar däremot marker med ett tjockt (>10 cm) humuslager (mårtyp 1) som speciellt lämpade för bränning särskilt inom kyliga temperaturzoner (T-sum < 1 100 dygnsgrader). Anledningen är att bränningen på dessa marker leder till en förhöjd markbiologisk aktivitet i det annars tjocka mindre aktiva mårager.

Antagligen går det att erhålla bra förutsättningar för föringring både på marker med måttligt och tjockt humustäcke. Men generellt är det kanske lättare att lyckas med bränningen på marker med måttligt tjockt humustäcke. Det som talar för detta antagande är att det är svårt att få branden tillräckligt hård på marker med tjockt (>10 cm) humustäcke. Om förutsättningarna

skall bli bra för sådd, självföryngring samt även i viss mån plantering krävs ofta

ytterligare markberedning. Omvänt gäller för marker med de tunnaste humustäckena där brandhårdheten lätt blir för stor så att för mycket av markens näringsskapital, det organiska materialet, går förlorat.

Grundförhållande, Ytstruktur och Lutning (G.Y.L.)

Medelvärdet av Grundförhållande (G), Ytstruktur (Y) och Lutning (L) på de brända hyggena i undersökningen blev G.Y.L. = 1,9,2,2.1,6 (tabell 17). Att få eller inga hyggen bränts med grundförhållande och lutning G.L. = 3, 4 och 5 är inte speciellt förvånande. Starka lutningar gör det svårare att kontrollera eldens spridning samtidigt som marker med dålig bärighet ofta är fuktiga eller blöta och därför ej lämpar sig för bränning. Att ytstrukturen Y har högsta medelvärdet är heller inte förvånande. Nästan en tredjedel av de brända hyggena återfanns i klasserna Y = 3 och 4. Marker med åtminstone ytstruktur 4, är normalt svåra och dyra att markbereda samtidigt som bearbetningsgraden lätt blir låg, vilket gör elden till en fördelaktig markbehandlingsmetod. En viss styrning i valet av objekt kan således spåras, men vi hade förväntat oss ett ännu tydligare genomslag för marker med ytstruktur Y = 3 och uppåt. Vare sig man planterar eller nyttjar naturlig föryngring finns det klara kostnadsmässiga fördelar med att bränna marker med besvärlig ytstruktur. En nackdel med att bränna hyggen med mycket sten i dagen har dock visat sig vid avverkningsarbete i skog som föryngrats efter bränning. Elden (hettan) gör stenen mycket skör så att den spricker upp i vassa skärvor vid överkörning, vilket avsevärt kan öka däckslitaget på skördare och skotare.

Datum för bränningens genomförande

De flesta bränningarna utfördes under maj och juni (tabell 18). Under juli hade vi inga rapporterade hyggesbränningar. Däremot brändes en hel del hyggen under första veckorna i augusti. Lämplig tidpunkt för bränning inträffar enligt (Weslien, 1996) strax efter snösmältningen då marken hunnit torka men innan det börjat grönska alltför mycket. Humusskiktet på hygget är då fortfarande tillräckligt fuktigt för att branden inte skall bli för hård samtidigt som vegetation och botten-skikt inne i angränsande skog är relativt fuktiga, vilket minskar risken för att elden skall spridas snabbt.

Markens torrhet påverkar brandens hårdhet. Farhågor har uttryckts för att många hyggesbränningar inte blir tillräckligt hårda så att elden snarare gynnar gräsvegetation, m.m. än skapar lämpliga förutsättningar för skogs-föryngring. Om man bränner strax efter snösmältningen är risken större att man felbedömer markens torrhet, vilket kan medföra att branden inte blir tillräckligt hård. På marker där det är viktigt att branden blir hård, t.ex. marker med riklig gräsvegetation, kan det därför tänkas vara en fördel att bränna under senare delen av juni eller i augusti. Om hygget å andra sidan legat några vegetationsperioder kan vegetationen vara så omfattande att det trots allt är bättre att bränna på våren, innan det börjar grönska. Är marken hårt och djupt uttorkad vid bränningstillfället brukar eftersläckningen bli besvärlig och arbetskrävande (Wretlind, 1948). Dessutom blir elden och

brandröken hetare och högre och därmed farligare för fröträden, ju torrare marken är. Skall man bränna under fröträd är vårmånaderna därför kanske den bästa tidpunkten.

Som lämplig tidpunkt för tändning anger (Wretlind, 1948) tio- till elvatiden (motsv. 9-10 tiden sommartid) på förmiddagen då nattfukten torkat bort och vinden stabiliserat sig. Han anger också att en vanlig orsak till misslyckade bränningar är att marken inte är tillräckligt torr och anger följande tumregler för kontroll av lämplig torrhet. Om markvegetationens bottenskikt i angränsande skog brinner vid antändning av tändsticka är det tillräckligt torrt för bränning av hygget. Slocknar elden strax av sig själv är det troligen inte tillräckligt torrt för bränning av hygget.

Vindförhållanden vid bränningarnas genomförande

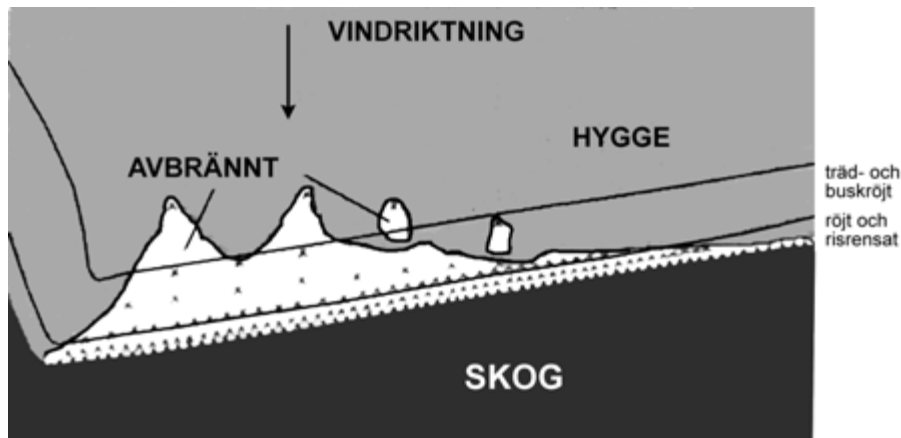
Enligt bedömning från dem som utförde hyggesbränningarna i undersökningen så rådde svaga till måttliga vindar vid bränningstillfället (tabell 19). Endast enstaka bränningar utfördes vid frisk vind. Enligt (Wretlind, 1948) är också stadig, svag till måttlig vind gynnsam för hyggesbränning. Han nämner dock att bränning med fördel kan utföras även vid tämligen hård vind om större myrar eller sjöar begränsar hyggets läsida. Däremot, säger han, ställer svag och obestämd vind mycket stora krav på hyggesbrännaren och vid stiltje bör aldrig någon hyggesbränning påbörjas, såvida det inte rör sig om eldsäkert avgränsade hyggen. Han påpekar också att elden normalt river upp en tämligen hård vind när bränningen börjat, vars riktning inte kan förutses en dag med svag och obestämd vind.

Brandgator och tändningsmönster

Enkätundersökningen visar att vattenbegjutna brandgator förekommer dubbelt så ofta som brandgator säkrade med jordsträng. Det är svårt att avgöra vilken form av brandgata som är fördelaktigast. En brandgata med jordsträng är dyrare att anlägga (tabell 25) men ger ett bättre skydd mot överbränning och kräver mindre underhåll då bränningen genomförs. Det kan också tänkas att den vattenbegjutna brandgatan kräver ett så pass stort underhåll, i form av vattenbegjutning vid bränningstillfället, att skillnaden i anläggningskostnad totalt sett äts upp. Frånsett detta bör man naturligtvis eftersträva att hitta objekt som är naturligt avgränsade av myr, sjö, skogsbilväg eller dylikt. Det framgår också att åtminstone hälften av hyggerna i undersökningen hade befintliga avgränsningar i form av väg, vattendrag m.m. Dessutom var många hyggen belägna på halvöar i sjöar eller liknande fastmarksformationer i myrlandskap.

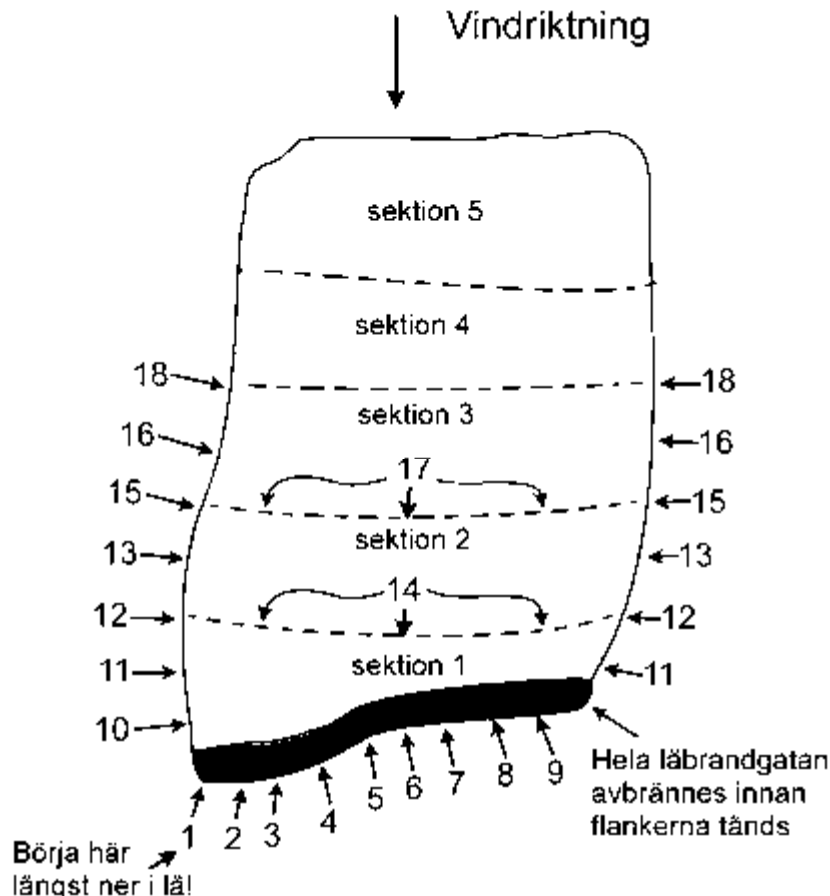
Det klart dominerande tändningsmönstret i undersökningen var sektionsvis medvindsbränning som nyttjades på 98 % av de brända hyggerna. Hur sektionsvis medvindsbränning utföres beskrivs i (Weslien, 1996). Först bränns brandgatan på hyggets läsida, d.v.s. den sida som det blåser mot. Observera att tändning sker närmast jordsträngen eller vattenbegjutningen så att elden går mot vinden. Tändning sker så tätt att en sammanhängande eldfront

snabbt bildas. När avsnittet närmast jordsträngen eller vattenbegjutningen är avbränt tänder man punktvis strax utanför eldfronten för att skapa ett sug (figur 7).



Figur 7. Avbränning av läbrandgatan sett uppifrån. Kryss anger tändningspunkter. Avbränning sker mot vinden med tät tändning i början, för att skapa en sammanhängande eldfront. (Efter Weslien 1996).

Sedan läsidans brandgata är avbränd påbörjas avbränningen av flankerande kanters brandgator. Därefter tänds sektioner vinkelrätt mot förhärskande vindriktning upp mot hyggets vindsida. Den sektionsvisa bränningen sker samtidigt med flankbränningen fast med viss eftersläpning, d.v.s. sektionens flanker skall vara avbrända innan sektionen antänds (figur 8).



Figur 8.
Tändningsmönster vid sektionvis medvindsbränning. Varje sektioners flanker avbrännes innan sektionen antänds på vindsidan. Siffror anger tändordning. (Efter Weslien 1996).

Sektionernas bredd anpassas efter de förhållanden som råder under dagen. Ju torrare mark och ju starkare vind, desto smalare sektioner. Det är viktigt att flanktändningen inte ligger för långt före sektionständningen.

Samma tändningsmönster används vid bränning under frötallar men bränningen kompliceras av att man måste ta hänsyn till frötallarnas överlevnad. Enligt Weslien, 1996 måste branden styras så att den inte blir för intensiv samtidigt som det krävs en ganska stark vind (8–10 m/s) för att röken skall svepa under frötallarnas kronor. Går röken upp i trädkronorna är risken stor att många frötallar dör av röken. Starka vindar medför dock automatiskt en intensivare brand än svaga vindar. Tändningsmönstret, avståndet mellan sektionerna, påverkar också eldens intensitet. Vid bränning under fröträd kan således eldens intensitet minskas genom att man minskar avståndet mellan sektionerna eller stråken där tändning sker.

Andra tändningsmönster är inte särskilt vanligt förekommande i Sverige. Ren medvindsbränning används ibland eftersom den är snabb. Risken för att elden skall sprida sig är dock större. Ren medvindsbränning används därför

sällan för hela hyggen. Detta visas bl.a. av att det endast i ett fall i enkätundersökningen angavs att man nyttjat ren medvindsbränning. Vid gynnsamma förhållanden kan det förekomma att sektionerna vid sektionsvis medvindsbränning efter ett tag dras ut så långt att tändningsmönstret övergår till en form av medvindsbränning. Den enklaste formen av medvindsbränning är att tända på i ena kanten av hygget och låta elden löpa med vinden (ofta kallat busbränning). Ett sådant förfarande kräver dock att man har mycket goda (säkra) avgränsningar.

Areal, bemanning och kostnad

Hyggesstorleken påverkar starkt kostnaden per ha för bränningen (tabell 22). Anledningen är att varje hyggesbränning belastas med ett antal fasta kostnader (tabell 25), men framför allt att behovet av bemanning inte ökar proportionellt med hyggets storlek. Ju större hygge, desto mer arbete utförs av elden och tvärtom.

Om man ganska grovt generaliserar resultatet från enkätundersökningen kan man säga att det verkar finnas en nedre gräns vad gäller bemanning. Den verkar gå vid ca 3–4 man vid bränning av hyggen på 2–3 ha, ca 6–8 personer om hygget är ca 25 ha och ca 8–10 personer om hygget är ca 50 ha. Om detta sedan är att rekommendera som lämplig bemanning är i och för sig tveksamt. Bemanningen är beroende av ett flertal faktorer som bränningsledarens och personalens erfarenhet, hur avgränsningarna ser ut, om man bränner under fröträd eller på hygge och vilken nivå av säkerhet eller beredskap man vill ha för oförutsedda händelser. Wretlind, (1948) rekommenderar ungefär den dubbla bemanningen under själva hyggesbränningsmomentet; nämligen 10–12 man om hygget är upp till 10 ha, 12–15 man om hygget är 10–30 ha och 15–25 man om hygget är 30–100 ha. En viss teknikutveckling i form av bättre brandsprutor, pumpar samt att skotare eller helikopter med vattentank, finns att tillgå, vilket möjligen kan bidra till att behovet av bemanning är mindre än år 1948.

Om vi jämför denna enkät med tidigare från 1994 kan vi konstatera att dagsverksåtgången, under bränningen, 1996 är betydligt större (40–50 %) för hyggen upp till 20 ha (tabell 24). Det är också där vi hittar de flesta hyggerna (tabell 21). Sedan 1994 har kraven ökat på förvaltningar, distrikt o.dyl. att bränna en viss areal per år. Anledningen kan t.ex. vara att uppfylla en centralt tagen naturvårdspolicy. Detta har medfört att fler hyggen har bränts efter 1994 samt att fler hyggen troligen också bränts av relativt ovan personal. Enkätundersökningen 1996 är i möjligaste mån rensad på tidsåtgång i form av extra personal i upplärningssyfte. Det kan dock inte uteslutas att viss överbemanning i upplärningssyfte förekommit. Dessutom är det troligt att säkerhetsmarginalerna är väl tilltagna första gångerna man bränner, både i form av personal, övrig utrustning och val av objekt. Detta sammantaget skulle kunna förklara den högre tidsåtgången i 1996 års undersökning.

Tabell 24.

Medelvärde av bemanning under bränning i dagsverken per ha (dv/ha) enligt undersökning utförd 1994 och 1996 av SkogForsk samt total bemanning inklusive förberedelse, bränning och bevakning/eftersläckning enligt 1996 års undersökning.

| Hyggesstorlek (ha) | Bemanning under bränning 1994 (dv/ha) | Bemanning under bränning 1996 (dv/ha) | Total bemanning 1996, inkl. förb. bränn. bev. (dv/ha) |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| – 10 | 0,90 | 1,28 | 2,01 |
| 11 – 20 | 0,47 | 0,73 | 1,21 |
| 21 – 30 | 0,31 | 0,20 | 1,06 |
| 31 – | 0,18 | 0,20 | 0,41 |

Som vi kan konstatera av tabell 22 och 24 är den totala tidsåtgången, i 1996 års undersökning nästan dubbelt så stor som under själva bränningstillfället. Merparten av denna tidsåtgång består av bevakning och släckning efter att bränningen är avslutad. Wretlind, (1948) anger att ett tremannalag, även under rätt besvärliga förhållanden, i allmänhet bör kunna sköta bevakningen på ett sammanhängande hygge på 20–30 ha. Detta innebär ca 0,10–0,15 dv/ha för bevakning under första natten. Dagen efter anger han att hela arbetsstyrkan utom nattvakten bör syssla med eftersläckningen. I detta fall kan man, utifrån hans tidigare rekommendationer, anta att det innebär att ca 10 man (reducerat med 3 man för nattvakten) arbetar med eftersläckning dagen efter bränning. Det innebär ytterligare 0,3–0,5 dv/ha i eftersläckning/bevakning. Även andra natten anger han att man behöver någon nattvakt för bevakning men att det sedan räcker med någon eller några vakter på dagen tills det under fyra dygn i sträck inte iakttagits någon ny rök på hygget. Åtminstone ytterligare 0,2–0,25 dv/ha bör således åtgå till bevakning/eftersläckning enligt Wretlinds rekommendationer. Sammanlagt blir detta ca 0,6–0,9 dv/ha, vilket i stort är i nivå med vad som åtgick för bevakning/eftersläckning enligt 1996 års enkät (tabell 22).

I många fall gick det åt nästan lika många dagsverken per ha för eftersläckning och bevakning som för bränning. Eftersläckning och bevakning är således ganska tidsödande och dyrt, speciellt vid mindre hyggen (tabell 25). Vill man minska på kostnaderna är bevakning och eftersläckning därför en tacksam post. Man kan fråga sig om det är rimligt med en lika stor tidsåtgång 1996 som 1948? Metodmässigt har bränningstekniken inte utvecklats, i stort sett bränner man i dag på samma sätt som 1948. Det som förändrats är att man i dag har effektivare brandsprutor och tillgång till exempelvis skotare eller helikopter med vattentank, vilket talar för att dagsverksåtgången för eftersläckning borde kunna vara något mindre än 1948. Tittar man på företag med lång erfarenhet från bränning, exempelvis Orsa Besparingsskogar, kan man se att dagsverksåtgången per ha för bevakning och eftersläckning, i olika hyggesstorleksklasser, ligger på ca en tredjedel av åtgången i tabell 22. Det tyder på att dagsverksåtgången borde kunna minska när erfarenheterna av bränning ökar.

Tabell 25.

Jämförelse av hur olika värden på avgränsningar och bevakning/eftersläckning påverkar kostnaden per ha vid varierande hyggesstorlek. (Värdena, min, medel, max, är i huvudsak valda efter variationerna på de faktiskt genomförda bränningar som ingick i 1996 års enkätundersökning.)

| Åtgärd | Hygge 5 ha (kr/ha) | Hygge 10 ha (kr/ha) | Hygge 20 ha (kr/ha) | Hygge 50 ha (kr/ha) |
|---|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Avgränsningar</i> | | | | |
| 300 m jordsträng ¹ | 132 | 66 | 33 | 13,2 |
| 900 jordsträng ¹ | 396 | 198 | 99 | 39,6 |
| 1 800 m jordsträng ¹ | 792 | 396 | 198 | 79,2 |
| 300 m vattenbegj. ² | 90 | 45 | 22,5 | 9 |
| 900 m vattenbegj. ² | 270 | 135 | 67,5 | 27 |
| 1 800 m vattenbegj. ² | 540 | 270 | 135 | 54 |
| <i>Bevakning/eftersläckning³</i> | | | | |
| 1 dagsverke | 300 | 150 | 75 | 62,5 |
| 7,5 dagsverken | 2 250 | 1 125 | 562,5 | 225 |
| 14 dagsverken | 4 200 | 2 100 | 1 050 | 420 |

¹ Beräknat på en kostnad för grävmaskin på 2,2 kr/m.

² Beräknat på en kostnad för skotare med vattentank på 1,5 kr/m.

³ Beräknat för en kostnad på 50 % obekvämt arbetstid.

Eftersom det ofta är stiltje framåt kvällen och under natten samt blåser upp på morgonen/förmiddagen kan ett alternativ vara att dra ned på bemanningen under natten. Detta skulle kunna kombineras med något större insats första morgonen samt några personer stand-by under första natten. Med tanke på konsekvenserna är det dock bra med goda säkerhetsmarginaler och tveksamt att rekommendera alltför långtgående rationaliseringar av personal. I den mån man minskar på bemanningen för eftersläckning och bevakning bör processen styras utifrån rådande förhållanden och tilltagande erfarenhet av hyggesbränning.

Analogt med den högre dagsverksåtgången i 1996 års enkät är även kostnaderna högre än i 1994 års undersökning (tabell 26). Flertalet bränningar under 20 ha var någon tusenlapp dyrare per ha 1996 än i 1994 års undersökning. Det torde till stor del vara en konsekvens av den högre bemanningen enligt tidigare resonemang. Spridningen i den totala kostnaden per ha är också större, vilket kan vara ett resultat av bristande erfarenhet. Extremvärdena i sig är dock inte så intressanta, eftersom även vana brännare kan råka ut för besvärliga och kostsamma eftersläckningar, överbränningar o.dyl.

Tabell 26.

Medelvärde av den totala kostnaden för bränning (alla typer) i kronor per ha (kr/ha) enligt undersökning utförd 1994 och 1996 av SkogForsk.

| Total kostnad för bränning enligt undersökning 1994, (kr/ha) | Total kostnad för bränning enligt undersökning 1996, (kr/ha) |
|--|--|
| 2 456 (1 167 – 4 167) | 3 296 (590 – 11 400) |

Skadegörare på föryngringen

Den genomsnittliga kostnaden för bränning är nästan tre gånger så hög som en konventionell markberedning. Därför är det naturligtvis fördelaktigt om man kan utnyttja förutsättningarna för naturlig föryngring.

Alla bränningar utförs dock inte under fröträd och en hel del brända hyggen måste planteras. Vid plantering av brända hyggen gäller förmodligen andra förutsättningar för hyggesvila än vid plantering efter maskinell markberedning. Rotmurkla och snytbagge är två problem som accentueras vid plantering efter bränning.

Vid bränning kan man behöva fundera på hyggesvila både efter avverkning och före bränning samt efter bränning och före plantering. När det gäller hyggesvila före bränning råder det delade meningar om vad som är att föredra. Ur naturvårdssynpunkt är det fördelaktigt att bränna så fårska hyggen som möjligt. Både då fårska träd bränns ihjäl samt då hyggen med fårska stubbar och fårskt hyggesavfall bränns uppkommer det mycket speciella substrat som vissa svampar och framför allt insekter behöver (Weslien, 1996 b). Att bränna redan döda träd gynnar inga sällsynta arter, så att kapa högstubbar och vänta en säsong med att bränna är en tveksam naturvårdsåtgärd (Weslien, 1996 b). Nackdelen med att bränna fårska hyggen är att rotmurklan, som lever på fårska rötter, också gynnas. Rotmurklan förekommer i princip över hela landet men verkar vara ett större problem i vissa områden. Den finns i de flesta typerna av skogsmark men fruktkroppar och angrepp på plantor uppstår nästan uteslutande efter brand (Hagner, 1960). Vissa områden i både södra och mellersta men även i norra Sverige verkar ha problem med riklig förekomst av rotmurkla. Eftersom rotmurklan mer verkar vara ett lokalt än regionalt problem är det svårt att ge generella rekommendationer. Om man vet att man befinner sig i ett område som har riklig förekomst av rotmurkla kan det vara idé att fundera på att låta hygget vila över en vegetationsperiod innan man bränner det, speciellt om man planerar att föryngra hygget genom plantering. Hagner (1962) utredde rotmurklans förekomst och påpekar att om hyggen får ligga en vegetationsperiod innan de bränns minskar risken för skadegörelse från rotmurkla. Hans slutsatser var också att om man bränner fårska hyggen på våren bör man vänta minst två år med att plantera.

Solbraa (1981) studerade plantavgång orsakad av insekter och rotmurkla på hyggen där brandskadad skog avverkats efter skogsbränder. Hans rekommendationer överensstämmer med Hagners: plantera först tredje våren efter brand.

I vissa fall, t.ex. vid bränning av mycket tjocka råhumusmarker, förekommer det att man markbereder efter bränning, vilket kan stimulera förekomsten av rotmurkla. Rotmurklans fruktkroppar utvecklas i anslutning till rötter från nyavverkade träd och företrädesvis där humustäcket som återstår efter branden rivits upp eller störts mekaniskt på annat sätt (Hallsby, 1995). Hörnsten, (1995) antyder utifrån SkogForsks enkätundersökning om hyggesbränning att rotmurklan inte varit lika allmän och vållat mindre skada där ingen mekanisk markberedning utförts på bränd mark.

Rotmurklan kan lokalt utgöra ett stort problem men verkar sammantaget orsaka mindre skador än snytbaggen. Solbraa & Brunvatne, (1996) nämner också att på brandytor från 1991 och 1992 var rotmurklan ett marginellt problem jämfört med snytbaggen. Detta bekräftas av praktiska erfarenheter i Sverige (Wickström, 1980).

Snytbaggen utgör framför allt ett stort problem i södra och mellersta Sverige, men kan efter bränning ställa till allvarliga skador på föryngringar även i norra Sverige. Snytbaggen borde således utgöra ytterligare ett skäl till hyggesvila efter bränning. Här saknas dock undersökningar som kan vägleda oss. Weslien (1996, b) har jämfört snytbaggeskador på plantor som satts samma år som bränningen gjordes och jämfört dessa med plantor satta på en ej bränd del av samma hygge. En preliminär första revidering visar att snytbaggetrycket (antalet snytbaggar) inte var högre på den brända delen än på den del som ej brändes. Snytbaggeskadorna var dock betydligt fler och allvarligare på de plantor som satts på den brända delen av hygget. Snytbaggen är allätare och försöket påverkas kraftigt av detta. Weslien (1996, b) anger att frånvaron av annan vegetation kan vara en avgörande orsak till att plantorna på det brända hygget blir speciellt hårt angripna.

En tänkbar fördel med att bränna ett färskt hygge skulle kunna vara att man bränner upp de snytbaggar som lockats dit av dofterna av färska stubbar, trädrester och färskt virke. Weslien (1996 b) anger att det är okänt om anlockningen ökar, minskar eller är oförändrad vid bränning av färska hyggen. Men att erfarenheten visat att man kan förvänta sig en förnyad invasion på äldre hyggen som bränns då lockande doftämnen frigörs under branden.

De hjälpmedel som efter bränning huvudsakligen står till buds för att komma till rätta med skadegörare som rotmurkla och snytbagge är hyggesvila och plantskydd. På ej brända hyggen brukar också markberedning räknas som både ett skydd mot snytbagge och mot konkurrerande vegetation. På brända hyggen finns dock inga jämförande studier av snytbaggeskador på plantor satta i markberedd respektive bränd mark. Att markberedning ger ett visst skydd mot snytbaggeskador även på brända hyggen verkar dock inte vara ett orimligt antagande. Frågan är dock om skyddseff-

fekten är så stor att det är ekonomiskt motiverat med ytterligare markbehandling av bränd mark? I de fall det efter bränning och hyggesvila kommit in så pass mycket vegetation att man riskerar dålig plantetablering är markberedning ett givet val. Om man däremot litat på att skyddseffekten mot snytbaggegnag är så pass stor att man markbereder för att förkorta hyggesvilan efter bränning är svaret inte givet. Det senare alternativet bygger också på antagandet att risken för tillslag av rotmurkla är låg och att förutsättningarna för plantetablering är väsentligt bättre efter markberedning än vid plantering i bränd mark. Inte heller här finns några undersökningar som kan ge vägledning men markberedning och plantering före två års hyggesvila, efter bränning av ett färskt hygge, bör nog betraktas som riskabelt ur rotmurkle- och snytbaggeskadesynvinkel.

När det gäller plantskydd kan man, något grovt, konstatera att förutom perimetribehandling saknas tillfredsställande plantskydd mot snytbaggegnag (Petersson & Örlander, 1995). Försöken (Örlander m.fl.) är dock utlagda på obrända, ej markberedda hyggen och är inte direkt överförbara på brända hyggen. Frånvaron av vegetation på ett bränt hygge förväntas inverka positivt på effektiviteten av mekaniska skydd. Petersson & Örlander (1996) påpekar också att risken för allvarliga snytbaggeskador i genomsnitt ökade med 75 % för samtliga behandlingar om brygga (i de flesta fall bestående av gräs) fanns. De framhåller även att där det inte fanns någon brygga hade, för planter med de mekaniska skydden NEW och Stopper, ingen planta dödat eller skadats allvarligt av snytbagge efter två säsonger.

Nackdelen med hyggesvila är framförallt att risken ökar för att vegetationen skall återerövra hygget. Om föryngringen lyckas efter ett till två års hyggesvila är kostnaden i nuvärde inte så hög (tabell 16). Men om vegetationen är så omfattande att man måste markbereda innan man planterar efter 2 eller 3 år börjar kostnaden bli kännbar (tabell 17). Om man vill undvika markberedning är bästa försäkringen den att förvissa sig om att branden blir så pass hård att gräsrötter m.m. dör, speciellt om hygget redan innan bränning har en betydande förekomst av kruståtel e. dyl. Utifrån dagens kunskap verkar det vanskligt att inte tillämpa minst ett till två års hyggesvila om man tänker plantera efter bränning.

Skötselmässiga alternativ är föga prövade med avseende på bränningstidpunkt i förhållande till avverknings- och planteringstidpunkt. De flesta bränningar görs på våren eller försommaren året efter avverkning eller möjligen efter att det avverkade hygget vilat en säsong. Nackdelen med att bränna på våren-försommaren är dels att snytbaggen svärmar under den perioden (flygmusklerna tillbakabildas senare på sommaren), dels att markfuktigheten fortfarande kan vara relativt hög så att gräsrötter o. dyl. överlever. Fördelen är att risken för att elden skall sprida sig är mindre än senare under sommaren samt att det brinner bättre innan det börjar grönska.

Med ledning av litteraturen kan man formulera en hypotes för hur man skulle kunna kombinera bra förutsättningar för plantering efter bränning och hyggesvila med god naturvård. Om man avverkar under sensommaren, juli-

augusti, och bränner hygget omgående minimerar man första årets invasion av snytbagge, eftersom de inte kan flyga under den perioden. De doftämnen som lockar snytbaggar till färska hyggen och bränder borde rimligtvis avta under hösten-vintern så att anlockningen inte är lika stark nästkommande vår. För de snytbaggar som trots allt lockas till hygget, då finns möjligheten, särskilt vid hårda bränder, att stubbarnas uttorkning påskyndas så att en mindre del av stubbarna blir användbara för dem (Weslien, 1996, b). Fördelen med att bränna sent på säsongen är också att branden blir hårdare så att det tar längre tid för gräs och övrig vegetation att återerövra hygget. Detta ökar möjligheterna för en lyckad plantering utan markberedning trots ett eller två års hyggesvila. Nackdelen är förstas att risken för att elden skall sprida sig är högre än under våren-försommaren. Kan man hantera den risken finns även naturvårdsmässiga fördelar med att bränna senare på säsongen. Historiskt sett har det sällan uppstått skogsbränder på våren, utan i stället uppstått just under sensommaren då det är som torrast i markerna. En senare bränningstidpunkt, särskilt av färska hyggen, borde således passa brandgynnade arter bäst.

Nuvärdeskalkyl

Även om bränning i de flesta fall inte i första hand motiveras av skötsel-mässiga skäl kan det vara intressant att jämföra med konventionella metoder som markberedning och plantering. I tabell 27 presenteras ett skötselprogram för hyggesbränning och plantering efter 1–3 års hyggesvila samt bränning under fröträdd där föryngringen etablerat sig efter 5, 10 eller 15 år. Tabell 28 visar motsvarande skötselprogram men med maskinell markberedning som markbehandlingsmetod.

Högsta nuvärdet i alla kategorier erhålls om man ställer fröträdd vid avverkningen, markbereder och om föryngringen etablerat sig så att fröträdden kan avverkas efter fem år (tabell 28). Att så skulle ske är dock inte särskilt troligt. Sannolikt tar det minst 10 till 15 år innan föryngringen etablerat sig så att frötallarna kan avverkas. Om så är fallet är markberedning under frötallar enligt denna kalkyl ett bättre alternativ än markberedning och plantering om föryngringen etablerat sig så att frötallarna kan avverkas efter 10 år men ett sämre alternativ om det tar 15 år innan frötallarna kan avverkas. Om man räknar med att man planterar med förädlat material, som ger 10 % högre volymtillväxt, är alternativen likvärdiga om den naturliga föryngringen etablerat sig så att frötallarna kan avverkas efter 10 år. Tar det däremot 15 år innan frötallarna kan avverkas ger plantering med förädlat material ett högre nuvärde.

Tittar man enbart på bränning och alternativen naturlig föryngring under frötallar eller plantering så ger naturlig föryngring ett högre nuvärde om föryngringen etablerat sig så att frötallarna kan avverkas inom 10 år (tabell 27). Om man planterar med förädlat material som ger 10 % högre volymtillväxt blir alternativen ungefär likvärdiga om den naturliga föryngringen etablerat sig inom 10 år. Måste man vänta upp till 15 år innan frötallarna kan avver-

kas är dock plantering ett bättre alternativ ur nuvärdessynvinkel, oavsett om man planterar med förädlat material eller ej.

Jämför man bränning med maskinell markberedning ger bränning (tabell 27, 28) genomgående lägre nuvärden än motsvarande skötselprogram med maskinell markberedning som markbehandlingsmetod. Bränningskostnaden påverkar berörda alternativ starkt negativt. Vi har räknat med ett genomsnitt för alla typer av bränningar i enkätundersökningen. Med ett bra objekt och vana brännare är det dock inte omöjligt att pressa den kostnaden med ca 1000 kr/ha. Men även om så är fallet får man ett högre nuvärde om man kalavverkar, markbereder och planterar efter 1 till 3 års hyggesvila än om man bränner under frötallar och det tar minst 10 år innan man kan avverka frötallarna.

Ett motiv till att använda brand som markbehandlingsmetod är antagandet att förutsättningarna för att få täta kvalitetsskogar av tall är större än vid maskinell markberedning. Särskilt inom vissa områden, där man lätt erhåller ett tätt granuppslag även under frötallar, kan skötselmässiga motiv hävdas för bränning. Dessa bygger då på antagandet att virkesvärdet i tallbestånden som etableras är så mycket högre, än i ett förmodat granbestånd, att det uppväger merkostnaden för bränning jämfört med markberedning. Summa nuvärde för bränning under frötallar som avverkas efter 10 år (tabell 27) är 389 kr/ha. Motsvarande nuvärde för markberedning (tabell 28) är 1 746 kr/ha. För att motivera merkostnaden för bränning jämfört med markberedning under frötallar krävs, i ett grovt överslag, att virkesvärdet under en omloppstid är 35–40 % högre i det bestånd som etableras efter bränning. Kan man bränna för 2 300 kr/ha istället för 3 300 kr/ha, räcker det att virkesvärdet är ca 20 % högre under en omloppstid för att motivera bränning före markberedning. Siffrorna förutsätter att upparbetning av vindfallen, gallringar och slutavverkning utförs vid samma tidpunkter som i tabellerna 27 och 28 och att frötallarna i bägge fallen avverkas efter 10 år.

Nu är ju sällan valsituationen den att man väljer mellan bränning och markberedning utan oftare att man skall bränna en viss areal eller ett visst objekt som sedan skall föryngras. Använder man nuvärdet som bedömningsunderlag kan man, utifrån tabell 27, konstatera att bränning under frötallar är ett lönsammare alternativ än hyggesbränning och plantering samt att brytpunkten, där alternativen är likvärdiga, ligger när man avverkar frötallarna 10 till 15 år efter de ställdes. Eftersom skogsodling på brända hyggen i dag är en osäkrare metod än på ej brända hyggen, p.g.a. snytbagge och rotmurkla, kan det vara fördelaktigt att planera för bränningstrakter där man har möjlighet att föryngra naturligt.

Om man bränner och tänker föryngra genom plantering kan det, med tanke på snytbagge och rotmurkla, vara intressant att notera att skillnaden i nuvärde mellan ett och tre år hyggesvila är liten. Risken med att vänta två till tre år innan plantering är att man drar på sig en kostnad för markberedning på drygt 1000 kr/ha. Med ingen eller kort hyggesvila ökar dock risken att

föryngringen, som kostat drygt 5000 kr/ha, misslyckas på grund av snytbaggeskador.

Produktion

Litteraturen ger relativt små farhågor för att virkesproduktionen hos ett pionjärträdsdrag som tall skulle påverkas negativt efter hyggesbränning (Hallsby, 1995). När det gäller gran är däremot den allmänna bilden att hyggesbränning hämmar tillväxten (Hallsby, 1995). Om bränning mot förmodan skulle sänka volymtillväxten med 10 % är det endast bränning under frötallar, där föryngringen etablerat sig så att tallarna kan avverkas inom 5 år, som ger ett positivt nuvärde (tabell 27, 28). Även om man uppväger den sänkta volymtillväxten genom att plantera med förädlat material förblir nuvärdet negativt.

Tabell 27.

Känslighetsanalys av olika metoder för beståndsetablering. Ursprungsbeståndet är av tall på ca 354 m³sk. Tillväxt och skötselprogram enligt Persson 1992, produktionsprognos T20:3N. Frötallarnas tillväxt bedöms öka med ca 50 % ett år efter friställning (Pettersson 1989/90). Drivningskostnader och virkespriser, m.m. redovisas i material och metoder.

| Diskonterade kostnader/intäkter, nuvärde i kr/ha, r = 3 %. | | | | | | | | |
|--|--|------------|--|---|---|---|--|--|
| År | Händelse | K/I – slag | Avverk.+ hyggesbr. + planter- ing e. 1 år | Avverk. + hyggesbr. + planter- ing e. 2 år | Avverk. + hyggesbr. + planter- ing e. 3 år | Avverk. + bränning u. fröträd, plantetabl inom 5 år | Avverk. + bränning u. fröträd, plantetabl inom 10 år | Avverk. + bränning u. fröträd, plantetabl inom 15 år |
| 0 | Avverkning | | | | | | | |
| | Lämnade frötr. | Utebl int | | | | - 14 112 | - 14 112 | - 14 112 |
| | Bränning | Tot.kost. | - 3 300 | - 3 300 | - 3 300 | - 3 300 | - 3 300 | - 3 300 |
| 1 | Plantering, 1/0 | 2 500 pl. | - 5 437 | | | | | |
| 2 | Plantering, 1/0 | 2 500 pl. | | - 5 279 | | | | |
| 3 | Plantering, 1/0 | 2 500 pl. | | | - 5 125 | | | |
| 5 | Upparb. vindf. | Netto | | | | 1 574 | 1 574 | 1 574 |
| | Avverkn. frötr. | Netto | | | | 9 918 | | |
| 10 | Avverkn. fröt. | Netto | | | | | 9 711 | |
| 15 | Avverkn. frötr. | Netto | | | | | | 9 438 |
| 38 | Gallring | Netto | 820 | | | | | |
| 39 | Gallring | Netto | | 796 | | | | |
| 40 | Gallring | Netto | | | 773 | | | |
| 43 | Gallring | Netto | | | | 707 | | |
| 48 | Gallring | Netto | | | | | 610 | |
| 53 | Gallring | Netto | | | | | | 526 |
| 75 | Gallring | Netto | 3 185 | | | | | |
| 76 | Gallring | Netto | | 3 092 | | | | |
| 77 | Gallring | Netto | | | 3 002 | | | |
| 80 | Gallring | Netto | | | | 2 747 | | |
| 85 | Gallring | Netto | | | | | 2 370 | |
| 90 | Gallring | Netto | | | | | | 2 044 |
| 119 | Slutavverkning | Netto | 3 706 | | | | | |
| 120 | Slutavverkning | Netto | | 3 598 | | | | |
| 121 | Slutavverkning | Netto | | | 3 493 | | | |
| 124 | Slutavverkning | Netto | | | | 3 197 | | |
| 129 | Slutavverkning | Netto | | | | | 2 758 | |
| 134 | Slutavverkning | Netto | | | | | | 2 379 |
| | Summa nuv. | kr/ha | - 1 026 | - 1 093 | - 1 157 | 731 | - 389 | - 1 451 |
| | Nuv. vid +/-10 % vol. tillv. ¹ | kr/ha | - 255/ - 1 798 | - 344/ - 1 842 | - 523/ - 1 959 | 1 396/ 66 | 185/ - 963 | - 956/ - 1 946 |
| | Markvärde | kr/ha | - 1 057 | - 1 125 | - 1 190 | 750 | - 398 | - 1 479 |
| | Markv. vid +/- 10 % vol.tillv. ¹ | kr/ha | - 263/ - 1 853 | 354/ - 1 897 | - 538/ - 2 015 | 1 433/ 68 | 189/ - 985 | - 975/ - 1 508 |

¹. Avser volymtillväxt i föryngringen, ej hos frötallarna.

Tabell 28.

Känslighetsanalys av olika metoder för beståndsetablering. Ursprungsbeståndet är av tall på ca 354 m³sk. Tillväxt och skötselprogram enligt Persson 1992, produktionsprognos T20:3N. Frötallarnas tillväxt bedöms öka med ca 50 % ett år efter friställning (Pettersson 1989/90). Drivningskostnader och virkespriser, m.m. redovisas i material och metoder.

| År | Händelse | K/I – slag | Diskonterade kostnader/intäkter, nuvärde i kr/ha, r = 3 %. | | | | | |
|-----|--|------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
| | | | Avverk.+ markb. + plantering e. 1 år | Avverk.+ markb. + plantering e. 2 år | Avverk.+ markb. + plantering e. 3 år | Avverk. + markb. u. fröträd, plantetabl inom 5 år | Avverk. + markb. u. fröträd, plantetabl inom 10 år | Avverk. + markb. u. fröträd, plantetabl inom 15 år |
| 0 | Avverkning | | | | | | | |
| | Lämnade frötr. | Utebl int | | | | - 14 112 | - 14 112 | - 14 112 |
| 1 | Markberedning | | - 1 165 | | | - 1 165 | - 1 165 | - 1 165 |
| | Plantering, 1/0 | 2 500 pl. | - 5 437 | | | | | |
| 2 | Markberedning | | | - 1 131 | | | | |
| | Plantering, 1/0 | 2 500 pl. | | - 5 279 | | | | |
| 3 | Markberedning | | | | - 1 091 | | | |
| | Plantering, 1/0 | 2 500 pl. | | | - 5 125 | | | |
| 5 | Upparb. vindf. | Netto | | | | 1 574 | 1 574 | 1 574 |
| | Avverkning | Netto | | | | 9 918 | | |
| 10 | Avverkning | Netto | | | | | 9 711 | |
| 15 | Avverkning | Netto | | | | | | 9 438 |
| 38 | Gallring | Netto | 820 | | | | | |
| 39 | Gallring | Netto | | 796 | | | | |
| 40 | Gallring | Netto | | | 773 | | | |
| 43 | Gallring | Netto | | | | 707 | | |
| 48 | Gallring | Netto | | | | | 610 | |
| 53 | Gallring | Netto | | | | | | 526 |
| 75 | Gallring | Netto | 3 185 | | | | | |
| 76 | Gallring | Netto | | 3 092 | | | | |
| 77 | Gallring | Netto | | | 3 002 | | | |
| 80 | Gallring | Netto | | | | 2 747 | | |
| 85 | Gallring | Netto | | | | | 2 370 | |
| 90 | Gallring | Netto | | | | | | 2 044 |
| 119 | Slutavverkning | Netto | 3 706 | | | | | |
| 120 | Slutavverkning | Netto | | 3 598 | | | | |
| 121 | Slutavverkning | Netto | | | 3 493 | | | |
| 124 | Slutavverkning | Netto | | | | 3 197 | | |
| 129 | Slutavverkning | Netto | | | | | 2 758 | |
| 134 | Slutavverkning | Netto | | | | | | 2 379 |
| | Summa nuv. | kr/ha | 1 109 | 1 076 | 1 052 | 2 866 | 1 746 | 684 |
| | Nuv. vid +/-10 % vol.tillv. ¹ | kr/ha | 1 880/ 337 | 1 825/ 327 | 1 778/ 326 | 3 532/ 2 200 | 3 448/ 1 172 | 1 179/ 189 |
| | Markvärde | kr/ha | 1 143 | 1 108 | 1 082 | 2 941 | 1 785 | 697 |
| | Markv. vid +/-10 % vol.tillv. ¹ | kr/ha | 1 937/ 347 | 1 879/ 337 | 1 829/ 335 | 3 624/ 2 258 | 3 611/ 1 198 | 1 201/ 192 |

¹. Avser volymtillväxt i föryngringen, ej hos frötallarna.

Slutsatser

En stor del av de bränningar som utförs i dag är dyrare än nödvändigt på grund av stor bemanning både i utbildnings- och upplärningssyfte, men också på grund av att säkerhetsmarginalerna, i form av bemanning och resurser och utrustning för släckning samt bevakning, är väl tilltagna som följd av bristande erfarenhet. Att ovana brännare överdimensionerar bemanning, bevakning, m.m. är naturligt och tyder på gott omdöme. I ett skede då man beslutat att bränna större arealer får man räkna med en viss ”merkostnad” i upplärningssyfte. Med tanke på att en misslyckad bränning kan orsaka stora skador är en alltför snabb kostnadsjakt och personalreducering inte att rekommendera. Däremot kan det tänkas att riktade eller intensifierade utbildningsinsatser är väl investerade pengar.

Få hyggen tändes med helikopter. De som tändes med helikopter var dock inte billigare än hyggen av motsvarande storlek som tändes manuellt.

Bevakning och eftersläckning är en stor utgiftspost när ett hygge bränns. Med ökad erfarenhet borde val av objekt, bränningstidpunkt, bedömning av risken för att elden på nytt skall flamma upp samt behovet av bemanning kunna minska denna kostnad.

Hälften av de hyggen som ingick i undersökningen var mindre än 10 ha. Att bränna små hyggen är onödigt dyrt. Om möjligt bör man välja större hyggen.

Det var huvudsakligen friska blåbärsrismarker av mellanboniteter med måttligt tjocka humustäcken som brändes. Det är antagligen lättast att lyckas med en bränning på sådana marker, bl.a. avseende brandens hårdhet. På tjocka råhumusmarker kan det vara svårt att få branden lagom hård. På marker med mäktigt humustäcke är därför risken stor att man måste markbereda för att få goda förutsättningar för föryngring, vilket ökar risken för uppslag av rotmurkla.

Ur nuvärdessynvinkel har bränning svårt att hävda sig mot såväl traditionell skogsodling som markberedning under fröträäd. Men under förutsättning att man kan bränna till låga kostnader per ha, d.v.s har stora objekt och van personal samt av erfarenhet vet att man efter bränning får täta kvalitativt goda tallskogar, där alternativet är grandominerade skogar, kan bränning vara ekonomiskt motiverat.

Förutsatt att man bränner, är bränning under frötallar och naturlig föryngring, ur nuvärdessynvinkel, ett bättre alternativ än plantering på bränt hygge om föryngringen etablerat sig så att frötallarna kan avverkas efter 10 år. Räknar man med 10 % förädlingsvinst i volymproduktion är alternativet dock likvärdiga. Vid längre etableringstid än 10 år är plantering ur nuvärdessynvinkel ett bättre alternativ än naturlig föryngring.

Sommaravverkning och höstbränning kan vara ett intressant skötselalternativ. Senast från mitten till slutet av juli har snytbaggen slutat svärma och tillbakabildat sina flygmuskler. Om man avverkar under den perioden och bränner färskt hygge borde första årets invasion av snytbagge minimeras. Bränning av ett färskt hygge under hösten kan öka chansen att branden blir hårdare än på våren, vilket i så fall ökar möjligheterna för plantering utan markberedning, trots hyggesvila. Historiskt sett har skogsbränder oftast uppkommit under sensommaren, d.v.s. juli–augusti, inte på våren. En senare bränningstidpunkt, särskilt av färska hyggen, borde således passa brandgynnade arter bättre än en tidig. Risken att elden skall sprida sig är dock högre än under våren–försommaren.

Referenser

- Frohm, S. 1988. Objektstorlekens inverkan på kostnaderna för drivning och markberedning. Skogsarbeten Stencil.
- Granström, A. 1995. Om skogseldens natur och eldkulturen i Sveriges skogar. In: Larsson, B. Svedjebruk och röjningsbränning i Norden – terminologi, datering, metoder. Skrifter om skogs- och lantbrukshistoria 7. Nordiska museets förlag. Stockholm.
- Hagner, M. 1962. Några faktorer för rotmurklans skadegörelse. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift: 245–230.
- Hagner, M. 1960. Rotmurklan en aktuell skadegörare på brända hyggen. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 2: 81–96.
- Hallsby, G. 1995. Hyggesbränningens inflytande på virkesproduktionen i boreala skogar. SLU. Inst. f. Skogsskötsel. Umeå. Arbetsrapport nr 109.
- Hörnsten, L. & Nohlgren, E. och Aldentun, Y. 1995. Brand och bränning – en litteraturstudie. SkogForsk. Uppsala. Redogörelse nr 9.
- Persson, O. 1992. En produktionsmodell för tallskog i Sverige. SLU. Institutionen för skogsproduktion. Rapport nr 31. Garpenberg.
- Pettersson, F., Palmér, C.H. 1989/90. Gödsling av fröträd. Institutet för skogsförbättring. Uppsala. Information Växtnäring – skogsproduktion. Nr 1 1989/90.
- Petersson, M. & Örlander, G. 1996. Mekaniska snytbaggesskydd för barrot- och täckrotsplantor – försök anlagt våren 1995, reviderat hösten 1996. SLU, Asa försökspark.
- SkogForsk. 1992-1995. Terrängtypschema för skogsarbete. Uppsala.Handledning.
- Solbraa, K. & Brunvatne, J. O. 1994. Kulturföryngelse av furu efter skogsbrann. Rapp. Nor. Inst. Skogforsk. 21/94:1–38.
- Solbraa, K. 1981. Skogkultur på brannflater. Forelöpige resultat. Rapp. Nor. Inst. Skogforsk. 7/81:1–73.
- Weslien, J. 1996. Anvisningar och råd vid hyggesbränning. SkogForsk. Arbetsrapport nr 321, 1996.
- Weslien, J. 1996, b. Snytbaggen och andra skadegörare på brända hyggen. SkogForsk. Kursdokumentation Plantans Dag. Falkenberg 1–2 oktober 1996.
- Wretlind, J. E. 1948. Nordsvensk hyggesbränning. Svenska Skogsvårdsföreningen, Stockholm.
- Örlander, G. 1995. Stormskador i sydsvenska tallskärmar. Artikel 5 s. Skog & Forskning. nr 3/95.

Personliga meddelanden

Enroth, Birger. Revirförvaltare, Malå, Domänverket. Pensionerad 1990.

Schimmel, Johnny. Institutionen för skoglig vegetationsekologi. SLU.

Momentindelning vid studien av engreppsskördaren

Kran ut: Börjar då kranen förs ut mot stammen och slutar då aggregatet befinner sig en meter från stammen.

Fällning: Börjar då aggregatet befinner sig en meter från stammen och slutar då matarvalsarna börjar rotera.

Kvistning-kapning: Börjar då matarvalsarna börjar rotera och slutar då toppbiten släpps ur aggregatet.

Körning under kvistning-kapning: Börjar då hjulen börjar rulla under pågående kvistning-kapning och slutar då hjulen åter står stilla.

Start/väntan: Börjar då sista toppbiten släppts ur aggregatet och slutar då kran ut alternativt körning påbörjas.

Körning: Börjar då hjulen börjar rulla och slutar då hjulen åter står stilla. Momentet är underordnat kranarbetet.

Halt: Startar (efter körning) då hjulen åter står stilla och slutar då kran ut påbörjas.

Övrigt arbete: Annan verksamhet till gagn för arbetet t.ex. omtag (då skaklarna på fällhuvudet öppnas efter att först ha slutits runt trädet), plockning av virke, risning av stickväg etc.

Risrens: Börjar då kranen förs ut mot besvärande underväxt och slutar då underväxten är fälld och kran ut börjar.

Störning: Börjar då störning i något av ovanstående moment inträffar och slutar då störningen är över. Störning kan t.ex. vara, fastfällning, lättare fastkörning, svårigheter vid intagning, etc.

Avbrott: Tid som inte kan hänföras till det faktiska arbetet såsom raster, reparation etc. Till avbrott fördes också backning för svår kvist vid kvistning-kapning.

Momentindelning vid studien av grävmaskinen

Kran ut: Börjar antingen då skopan tömts och förs ut mot grävläge eller då körning/halt slutar alternativt då risrens/jordhög avslutats och slutar då skopan (-s tänder) vidrör marken.

Grävning: Börjar då skopan vidrör marken och slutar då skopan fyllts.

Kran in: Börjar då skopan fyllts och slutar då första sand-/jordkornen lämnar skopan i tömningsläget.

Tömning: Börjar då första sand-/jordkornen lämnar skopan och slutar då skopan tömts.

Jordhög/vattenhål: Samlingsmoment för all tid som läggs på att gräva vattenhål eller lägga upp jordhög för släckningsändamål. Innehåller alla eller några av momenten från kran ut till tömning.

Risrens*: Börjar då skopan tömts och förs ut mot rissträng/hög och slutar antingen då start, körning eller kranut börjar.

Start: Börjar då tömning avslutats och slutar då körning påbörjas.

Körning: Börjar då banden börjar rulla och slutar då banden åter står stilla. Momentet är underordnat kranarbetet.

Halt: Startar (efter körning) då banden åter står stilla och slutar då kran ut påbörjas.

Övrigt arbete: Annan verksamhet till gagn för arbetet t.ex. putsning/tilltryckning av jordhög runt frötallar, rensning av ris eller underväxt runt frötallar, omkullknuffning av torraka nära frötall etc.

Störning: Börjar då störning i något av ovanstående moment inträffar och slutar då störningen är över. Störning kan t.ex. vara, lättare fastkörning, flyttning av sten etc.

Avbrott: Tid som inte kan hänföras till det faktiska arbetet såsom raster, reparation etc.

* Fanns endast med som moment då brandgatan grävdes.