

**Ekonomiska konsekvenser av
tillväxtförluster och billigare
beståndsanläggning vid skogsbränsleuttag
– exempel på beståndsnivå**

Staffan Mattsson

Omslag:**Illustratör/Foto:**

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, 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.

SkogForsk arbetar med 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 **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och 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 (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

| | |
|---|----|
| Sammanfattning..... | 1 |
| Uttag i samband med slutavverkning..... | 1 |
| Uttag i samband med förstagallring..... | 2 |
| Bakgrund och syfte..... | 2 |
| Material och metoder..... | 3 |
| Beräkningsgrunder..... | 3 |
| Bestånd..... | 3 |
| Skötselmodell..... | 4 |
| Beräkning av biomassaottag..... | 4 |
| Kalkylmetod..... | 5 |
| Kalkylränta..... | 6 |
| Avgränsningar..... | 6 |
| Uttag i samband med slutavverkning..... | 7 |
| Påverkande faktorer, slutavverkning..... | 7 |
| Tillväxtnedsättning..... | 7 |
| Ökad plantöverlevnad..... | 7 |
| Trädrestklass och minskad kostnad för skogsvårdsåtgärder..... | 7 |
| Resultat..... | 9 |
| Kostnad för tillväxtförlust per hektar..... | 9 |
| Beräknad mängd tillgängligt skogsbränsle..... | 10 |
| Kostnad för tillväxtförluster per m ³ s..... | 10 |
| Känslighetsanalyser..... | 10 |
| Samband mellan kostnad för tillväxtförlust och kalkylränta..... | 10 |
| Känslighet för variation av de påverkande faktorerna..... | 11 |
| Tillväxtnedsättning..... | 11 |
| Planteringskostnad, ökad plantöverlevnad..... | 12 |
| Röjningskostnad..... | 12 |
| Variation av grundförutsättningarna..... | 12 |
| Känslighet för variation av skogsvårdskostnaden..... | 12 |
| Känslighet för variation av avverkningsnetto..... | 13 |
| Övriga effekter, ej beaktade i grundkalkylen..... | 13 |
| Tidigare markberedning och plantering..... | 13 |
| Ändrad risk för viltbetning..... | 14 |
| Ändrad risk för insektsangrepp..... | 14 |
| Avbarrning..... | 14 |
| Ökade sönderkörningar..... | 15 |
| Exempel på nettointäkt av skogsbränsleuttag i slutavverkning..... | 15 |
| Slutsatser, slutavverkning..... | 16 |
| Uttag i samband med förstagallring..... | 17 |
| Påverkande faktorer, gallring..... | 17 |
| Resultat..... | 18 |
| Kostnad för tillväxtförluster per ha..... | 18 |
| Beräknad mängd tillgängligt skogsbränsle..... | 19 |
| Kostnad för tillväxtförluster per m ³ s..... | 19 |

| | |
|---|----|
| Känslighetsanalyser..... | 19 |
| Samband mellan kostnad för tillväxtförluster och kalkylränta..... | 19 |
| Känslighet för tillväxtnedläggning..... | 20 |
| Känslighet för förändringar av grundförutsättningar..... | 21 |
| Slutsatser, förstagällring..... | 21 |
| Diskussion..... | 22 |
| Kalkylernas generaliserbarhet..... | 22 |
| Askåterföring..... | 23 |
| Slutsatser | 23 |
| Referenser..... | 25 |
| Bilaga 1,..... | 27 |
| Beskrivning av exempelbestånd och uttag..... | 27 |
| Bilaga 2, Funktioner för biomassaberäkningarna | 30 |
| Bilaga 3, Beräkningsmodell..... | 31 |
| Bilaga 4, Trädrestklasser..... | 32 |
| Bilaga 5, Grundkalkyl slutavverkning..... | 33 |
| Bilaga 6, Grundkalkyl, förstagällring | 38 |

Sammanfattning

Uttag av primärt skogsbränsle i samband med slutavverkning och gallring kan ge upphov till framtida tillväxtnedsättningar och därigenom orsaka kostnader för markägaren. Dessa kostnader är i dagsläget dåligt belysta och bör sättas i relation till nyttan av skogsbränsleuttaget. De bör också beaktas vid avgörandet om hur skogsbränsleuttag, och därpå följande åtgärder, bör genomföras. I föreliggande rapport har exempel på kostnaden för tillväxtförlusterna beräknats.

Beräkningarna har skett på sju bestånd spridda över hela landet. Med hjälp av bl.a. Indelningspaketet beräknades kostnader, intäkter och tidpunkter för samtliga åtgärder under en omloppstid. Föryngringen antogs genomgående ske genom markberedning och plantering och samtliga kostnader och intäkter baserades på dagens metoder, dagens teknik och dagens prisrelationer. Tillväxtförlusten orsakad av skogsbränsleuttag bedömdes med hjälp av litteraturstudier. Två olika alternativ beräknades sedan för varje bestånd, ett alternativ utan uttag av skogsbränsle och ett alternativ med uttag. I alternativet med uttag förlängdes omloppstiden med den tid det skulle ta att kompensera för den antagna tillväxtförlusten. Vid uttag i slutavverkning antogs också bl.a. billigare beståndsanläggning tack vare skogsbränsleuttag. För att renodla kalkylen förutsattes endast ett uttag av skogsbränsle per omloppstid. Av samma anledning antogs att inga åtgärder för kompensation av uttaget (avbarrning, kompensationsgödsling m.m.) genomförs. Mängden biomassa på beståndsnivå beräknades med biomassafunktioner.

När alternativen med uttag respektive utan uttag ställts upp för varje bestånd, diskonterades samtliga åtgärder till den tidpunkt då beslut om skogsbränsleuttag fattas. Denna tidpunkt antogs vara vid slutavverkningen för uttag i slutavverkning och vid gallringen för uttag i förstagallring. Kostnaden för tillväxtförlusterna beräknades sedan som den nettointäkt som krävdes av skogsbränsleuttaget för att alternativen med, respektive utan uttag, skulle ge samma resultat. Kostnaden beräknades dels i kr/ha, dels i kr/m³s.

Genom detta förfarande belystes vilka nettointäkter som krävs av skogsbränsleuttaget och vad olika åtgärder för kompensation av tillväxtförlusten får kosta i de olika exempelbestånden. Kalkylmodellen gör att kostnaden för tillväxtförlusterna blir oberoende av teknik och metoder för skogsbränsleuttaget.

Uttag i samband med slutavverkning

Beräkningen av kostnaderna för tillväxtförlusterna vid uttag av skogsbränsle i samband med slutavverkning innefattar både positiva och negativa effekter. Uttaget antogs medföra en förlust av två års tillväxt, men också 5 % ökad plantöverlevnad (bl.a. tack vare bättre markberedning), billigare plantering samt billigare röjning vid första röjningen genom att riset transporterats bort. Dessa effekter medförde vid 3 % kalkylränta en kostnad för tillväxtförlusten på mellan 0 och 950 kr/ha, motsvarande mellan 0 och 3 kr/m³s vid 100 % tillvarata- gande grad av skogsbränslet. Denna kostnad skall ställas mot den ersättning markägaren kan få för skogsbränslet, 5–15 kr/m³s (Brunberg 1998).

Förändringar av tillväxtnedsättningen har stor påverkan på kostnaden för tillväxtförlusterna. Även förhållandevis små ändringar av föryngrings- och skogsvårdskostnaderna har stor inverkan på kalkylens resultat. Ytterligare en faktor som spelar stor roll vid uttag i samband med slutavverkning är möjligheten till tidigare beståndsanläggning genom att hindrande ris tagits bort. Om skogsbränsleuttag medför att markberedning kan genomföras ett år tidigare än om uttag inte görs, halveras i stort sett kostnaden för tillväxtförlusterna. Ytterligare ett års tidsvinst tar bort hela kostnaden och medför att skogsbränsleuttaget, ekonomiskt sett, bara ger positiva effekter.

Kostnaderna för tillväxtförluster vid uttag i slutavverkning kan anses relativt låga. På grund av att studierna av tillväxtförluster vid uttag efter slutavverkning inte återspeglar förhållandena vid praktiskt drift fullt ut, råder dock osäkerhet om både tillväxtförlusternas storlek och de positiva effekterna vid uttag i praktiskt bruk. Känslighetsanalysen antyder dock att risken är relativt liten, med dagens prisrelationer, för att tillväxtförlusterna skall göra skogsbränsleuttag i slutavverkning olönsamt.

Uttag i samband med förstagallring

Vid skogsbränsleuttag i förstagallringen sattes den löpande tillväxten ner med 7 % för tall och 10 % för gran årligen under 15 år efter bränsleuttaget. Därefter förlängdes omloppstiden tills förlusten kompenenserats. Slutligen diskonterades beloppen från alla åtgärder till tidpunkten för skogsbränsleuttaget, d.v.s. förstagallringen, och kostnaden beräknades på samma sätt som vid uttag i slutavverkning. Beräkningarna ger vid 3 % kalkylränta en kostnad för tillväxtförlusterna på mellan 700 och 3 200 kr/ha, motsvarande mellan ca 10 och 75 kr/m³s vid en tillvaratagandegrad på 100 %, vilket skall jämföras med dagens ersättningsnivå på 5–15 kr/m³s (Brunberg 1998). Känsligheten är även här stor för förändringar av tillväxtnedsättningens storlek.

Vid uttag i förstagallring är kostnaderna för tillväxtförlusterna höga och kan komma att spela en viktig roll vid beslut om att ta ut skogsbränsle, framförallt i kombination med höga drivningskostnader för uttaget. Även här råder dock viss osäkerhet om tillväxtförlusternas storlek i praktiken. För att uttag i gallring skall kunna bidra positivt till den långsiktiga lönsamheten krävs med största sannolikhet dels kraftigt sänkta kostnader för uttaget (exempelvis genom att integrera bränsleuttaget med gagnvirkesuttaget), dels möjligheter till kompen-sation av tillväxtförlusterna (kompensationsgödsling, avbarrning m.m.).

Bakgrund och syfte

Samhällets intresse för kretsloppsanpassade energikällor är i dagsläget stort. Användningen av biobränslen, däribland skogsbränsle, ökar (Anon. 1996) och potentialen till ökat uttag av skogsbränsle är hög (Lönner m.fl. 1998). Uttag av primärt skogsbränsle kan dock förändra förutsättningarna för traditionellt skogsbruk. Näringsämnen förs bort, plantornas miljö förändras, markberedning och plantering förenklas etc. Dessa förändringar kan påverka beståndets framtida utveckling, och därmed markägarens ekonomi.

Syftet med denna utredning är att ur markägarens synvinkel ge exempel på framtida ekonomiska konsekvenser av tillväxtnedsättningar och förenklad beståndsanläggning på beståndsnivå orsakade av skogsbränsleuttag. Exempelen skall tjäna som ett diskussionsunderlag och omfattar både bränsleuttag i förstagallring och i slutavverkning. Eftersom syftet är att renodla effekten av bränsleuttaget har inga åtgärder, såsom kompensationsgödsling eller avbarrning av riset, antagits i kalkylerna. Genom att kostnaden för tillväxtförlusterna kvantifieras kan studien användas till att belysa vilka intäkter som krävs av skogsbränsleuttaget och vad olika åtgärder för kompensation av förlusten får kosta.

Material och metoder

Beräkningsgrunder

På ett antal befintliga bestånd spridda över landet beräknades framtida kostnader, intäkter och tidpunkter för markberedning, plantering, röjning, gallring och slutavverkning under en omloppstid. Därefter beräknades hur tillväxtförluster orsakade av skogsbränsleuttag förändrade de framtida händelserna i form tidsförskjutningar av åtgärder. Vid beräkningarna av uttag i slutavverkning reducerades kostnaderna för denna effekt genom billigare beståndsanläggning när hindrande ris togs bort. Därigenom erhöles två scenarier i slutavverkning, ett utan uttag och ett med uttag av skogsbränsle, samt två motsvarande scenarier i förstagallring. Genom att jämföra dessa scenarier med hjälp av nuvärdesberäkningar har de ekonomiska konsekvenserna av skogsbränsleuttag belysts. Dessa jämförelser, här kallade grundkalkyler, har följts upp med känslighetsanalyser.

Bestånd

Bestånden tillhandahölls av SCA skog AB, Stora skog AB samt AB Forssjö bruk. För att erhålla bästa möjliga prognoser valdes ogallrade bestånd med en ålder mellan 20 och 40 år i dagsläget. Vid urvalet eftersträvades bestånd med liten spridning mellan provytorna vad gällde trädslag, ålder och stamantal. De utvalda bestånden beskrivs med totalproduktion och trädslagsblandning vid slutavverkning i tabell 1. En mer ingående beskrivning ges i bilaga 1.

Tabell 1.
Beskrivning av bestånden.

| Bestånd | Trädslagsblandning, % | | | Totalproduktion m ³ sk/ha |
|--------------|-----------------------|----|----|---|
| | T | G | L | |
| Tall, norr | 73 | 9 | 18 | 381 |
| Gran, norr | 28 | 66 | 6 | 428 |
| Tall, mellan | 77 | 22 | 1 | 448 |
| Gran, mellan | 27 | 64 | 9 | 431 |
| Tall, söder | 84 | 14 | 2 | 689 |
| Bland, söder | 65 | 35 | 0 | 609 |
| Gran, söder | 0 | 83 | 17 | 741 |

Skötselmodell

Med hjälp av ”Indelningspaketet” (Jonsson m.fl.1993) beräknades en skötselmodell från första gallringen till slutavverkning för varje bestånd. Beräkningarna skedde med hjälp av produktions- och kostnadsfunktioner samt aktuella prislistor. Som resultat erhöles tidpunkter, virkesutfall samt in- och utbetalningar för respektive åtgärd.

Beståndens historik fram till första gallringen är okänd varför skötseln för båda alternativ, med och utan uttag, fram till dess bedömdes enligt följande:

- Markberedningen antas genomföras samma år som slutavverkningen av föregående omloppstid och eventuellt skogsbränsleuttag.
- Planteringstidpunkten antas ske med insekticidbehandlade plantor året efter markberedningen.
- Röjningstidpunkterna har antagits så att bestånd på svagare marker ($SI < 25$) röjs med en röjning per omloppstid när barrstammarna nått en höjd på 1,3 m. Bestånd på godare marker ($SI \geq 25$) röjs två gånger, en gång när barrträden nått 1,3 m höjd och en andra gång vid en höjd på 3 m. Tidpunkten när barrträden uppnått 1,3 m höjd har bedömts med hjälp av ”Tillägg till brösthöjdsålder för att få totalålder” (Anon. 1994) medan tidpunkten när de når 3 m har bedömts med hjälp av Björkdahls höjdutvecklingskurvor efter röjning (Björkdahl 1983). Plantorna antogs ha växt två säsonger vid plantering.

Kostnaderna för skogsvårdsåtgärderna är genomsnittliga, totala kostnader enligt driftstatistik från ett antal olika skogsägare (stora och små skogsbolag, skogsägarföreningar och övriga skogsägare). De har hämtats från ”Kostnader och intäkter i svenskt skogsbruk 1995–1996” (Johansson 1997).

Avverkningskostnaderna beräknas i Indelningspaketet som en funktion av volym och stamantal per hektar. För beräkning av intäkterna i Indelningspaketet användes Industriskogs prislista 9708. Avverkningsnettot från Indelningspaketet avrundades till närmaste hundratal kronor.

Beräkning av biomassauttag

Från Indelningspaketet erhålls diametern på varje provträd som avverkas vid respektive åtgärd. Genom att sätta in dessa diametrar i Marklunds biomassafunktioner (Marklund 1988) och anta att bestånden har samma egenskaper under varje omloppstid, kan det teoretiska biomassauttaget i varje bestånd beräknas. Funktionerna genererar mängden i kilo torrsbstans, vilket schablonmässigt omräknats till m^3 s genom multiplikation med omräkningsfaktorn 0,0056 (Anon. 1994). I bilaga 2 anges vilka funktioner som använts vid beräkningarna av biomassa.

Kalkylmetod

Skillnaden mellan bränsleuttag respektive inget bränsleuttag belyses i form av nuvärdet av de nettomerkostnader som uttaget medför. Dessa merkostnader orsakas av tidsförskjutningar av in- och utbetalningar (tillväxtförluster) men vid uttag i slutavverkning kompenseras de till viss del av förändringar av beloppet på utbetalningar för beståndsanläggning (billigare plantering etc.). Betalningarna har diskonterats till den tidpunkt då det antas att beslut om huruvida skogsbränsle skall tas ut fattas, d.v.s. till slutavverkningstidpunkten för uttag i slutavverkning och till förstagallringstidpunkten för uttag i förstagallring. Med denna metod blir kalkylen oberoende av teknik och metoder för skogsbränsleuttag. Beräkningsmodellen beskrivs schematiskt i bilaga 3.

Som enhet har valts kr/ha vilket gör kalkylen sortneutral. På grund av att in- och utbetalningarna faller ut vid olika tillfällen och att omloppstiderna varierar i längd i de alternativ som skall jämföras, korrigeras nuvärdena med en uppreningsfaktor. Därigenom tas hänsyn till alla in- och utbetalningar för all framtid och nuvärdena görs jämförbara (Anon. 1994).

Kostnaden för framtida förluster orsakade av skogsbränsleuttag har beräknats med formel [1].

$$B_{netto} = \frac{\sum_{t_1=0}^{T_1} [(1+r)^{-t_1} A_{t_1}] [1 - (1+r)^{-T_2}]}{1 - (1+r)^{-T_1}} - \sum_{t_2=0}^{T_2} [(1+r)^{-t_2} A_{t_2}] \quad [1]$$

där:

- r = räntesats (ex. vid 3 % ränta är $r = 0,03$)
- t_i = år för in- och utbetalning för respektive alternativ
- T_i = tidsperiod (år) under vilken in- och utbetalningar sker för respektive alternativ
- A_{it} = reala in- och utbetalningar för respektive år och alternativ (exklusive bränslenetto är noll)
- i = handlingsalternativ där 1 = inget uttag och 2 = uttag
- B_{netto} = den nettoinbetalning från bränsleuttaget är noll som krävs för att kompensera för tillväxtförluster orsakade av uttaget. Denna motsvarar kostnaden för tillväxtförluster orsakade av skogsbränsleuttaget är noll.

Formel [1] har erhållits genom att lösa ut B_{netto} ur ekvationen

$$\frac{\sum_{t_1=0}^{T_1} [(1+r)^{-t_1} A_{t_1}] [1 - (1+r)^{-T_2}]}{1 - (1+r)^{-T_1}} - \frac{\sum_{t_2=0}^{T_2} [(1+r)^{-t_2} A_{t_2}] + B_{netto}}{1 - (1+r)^{-T_2}} = 0.$$

Ekvationen uttrycker den kritiska punkten mellan alternativet med respektive utan uttag, d.v.s. den punkt där nettointäkten från skogsbränslet uppväger framtida kostnader orsakade av uttaget.

Kalkylränta

Kalkylräntan är ett uttryck för det avkastningskrav som ställs på insatt kapital. Den består normalt av riskfri ränta plus en riskpremie. I en enkätundersökning av Wibe (1988) kan resultatet tolkas så att lönsamhetsberäkningar för skogliga åtgärder inte bör göras med en realränta lägre än 3 %. Samma ränta används bl.a. av Lämås m.fl. (1996). I grundkalkylerna har kalkylräntan satts till 3 %. Osäkerheten om konsekvenserna av uttag av skogsbränsle behandlas med hjälp av känslighetsanalyser. På grund av att den skogliga kalkylräntan länge varit ett hett diskussionsämne (Wibe 1988, Price 1989), redovisas i samband med känslighetsanalyserna konsekvenser av olika kalkylräntor.

Avgränsningar

För att göra en kalkyl enligt denna modell möjlig är det nödvändigt med en mängd avgränsningar. Dessa är som följer:

- Med termen skogsbränsle avses genomgående primärt skogsbränsle, i detta fall toppar, grenar och barr.
- Bestånden antas ha samma egenskaper och utsättas för samma skötselprogram under varje återkommande omloppstid. Bestånden antas också genomgående ha samma beståndskaraktär oavsett om uttag görs eller ej.
- Skötseln av beståndsexemplen är anpassad till dagens priser, prisrelationer, teknik, skötselmodeller, skogspolitik och till dagens efterfrågan på skogsprodukter. Kostnaderna och intäkterna i exemplen motsvarar alltså resultatet av dagens skogsbruk.
- Alla skötselmodeller, vid uttag såväl som utan uttag av skogsbränsle, förutsätter markberedning och plantering. Fall med grönnisplantering eller självföryngring ingår ej.
- Barren förutsätts följa med i uttaget och bränslet antas säljas till förbrukare fritt bilväg.
- För att renodla kalkylen har skogsbränsleuttag vid alla alternativ antagits ske endast en gång per omloppstid.
- Ingen form av askåterföring, kompensationsgödsling, avbarnning eller annan åtgärd för kompensation av uttaget har antagits ske. Konsekvenser av sådana åtgärder tas upp i diskussionsavsnittet.
- Kostnaden för tillväxtförlusterna blir oberoende av vilken teknik som används vid uttaget av skogsbränslet. Däremot påverkas den av skötselmodellerna.

Uttag i samband med slutavverkning

I grundkalkylerna som belyser uttag i samband med slutavverkning har tidpunkten för uttaget satts till år noll. De faktorer som påverkar resultatet har satts in i kalkylen varefter kostnaden för tillväxtförlusten har beräknats med formel [1]. De tidpunkter som legat till grund för beräkningarna anges i tabell 4.

Påverkande faktorer, slutavverkning

Här görs en sammanställning av de faktorer som påverkar grundförutsättningarna i kalkylerna. Graden av påverkan har bedömts utifrån litteraturstudier. Ytterligare tänkbara faktorer, till exempel möjligheter till tidigare markberedning och plantering vid skogsbränsleuttag, tas upp i känslighetsanalysen.

Tillväxtnedsättning

En rad studier tyder på att höjdtillväxten på planterad gran påverkas negativt av skogsbränsleuttag i slutavverkning, medan höjdtillväxten på tall påverkas i mindre grad (bl.a. Sinclair m.fl. 1992 och Egnell m.fl. 1996). Tillväxtnedsättningen visar inga samband med aktuella ståndortsindex. I en sammanställning av olika studier (Egnell m.fl. 1998) bedöms tillväxtnedsättningen motsvara i genomsnitt två års tillväxt för både tall och gran under en omloppstid.

I grundkalkylen har omloppstiden i samtliga bestånd förlängts med två år. De åtgärder som förskjutits är gallring och slutavverkning. Røjningen har inte senarelagts då studier sammanställda av Egnell m.fl. (1998) tyder på ökad självsådd efter uttag av skogsbränsle. Detta antas i kalkylen leda till tidigare røjningsbehov.

Ökad plantöverlevnad

Plantöverlevnaden är i flera studier högre efter uttag av skogsbränsle (bl.a. Sinclair m.fl. 1992 och Egnell m.fl. 1996). I en sammanställning av en mängd studier (Egnell m.fl. 1998) varierar den relativa plantöverlevnaden mellan 70 och 180 % för tall och mellan 85 och 130 % för gran.

I grundkalkylen har effekten av ökad plantöverlevnad antagits minska planteringskostnaden tack vare möjligheten att sätta ett mindre antal plantor per hektar. Minskningen av planteringskostnaden tack vare högre plantöverlevnad är satt till 5 % i alla bestånd.

Trädrestklass och minskad kostnad för skogsvårdsåtgärder

Uttag av skogsbränsle påverkar genomförandet av markberedning, plantering och røjning i positiv riktning genom att hindrande trädrester tas bort. Denna påverkan har ett samband med mängden trädrester och deras rumsliga fördelning före skogsbränsleuttaget. Med hjälp av SkogForsks Terrängtypsschema (Berg 1995) klassas mängden och fördelningen av trädresterna i fem olika klasser, där klass 1 innebär att högst 10 % av ytan täcks av ett lager trädrester tunnare än 10 cm, medan klass 5 innebär att 90–100 % av ytan täcks och lagret fläckvis är mer än 30 cm (se bilaga 4).

I grundkalkylen ligger trädrestklassen till grund för förändringarna av skogsvårdskostnaderna efter skogsbränsleuttag. Klasserna har då grovt bedömts genom att de antagits ha ett direkt samband med ståndortsindex så att $SI < 24$ ger klass 2, $24 \leq SI \leq 26$ ger klass 3 och $SI > 26$ ger klass 4. Efter uttag av skogsbränsle antas trädrestklassen vara 1. Den bedömda trädrestklassen för bestånden anges i tabell 2.

Tabell 2.
Bedömd trädrestklass enligt SkogForsks
Terrängtypsschema (Berg 1995).

| Bestånd | Trädrestklass |
|--------------|---------------|
| Tall, norr | 2 |
| Gran, norr | 2 |
| Tall, mellan | 2 |
| Gran, mellan | 3 |
| Tall, söder | 2 |
| Bland, söder | 3 |
| Gran, söder | 4 |

Tidsåtgången för plantering (Anon. 1985) och röjning (Brunberg 1990) antas öka med ökad trädrestklass enligt tabell 3. Genom att minska utbetalningarna för dessa åtgärder med motsvarande procenttal efter uttag av skogsbränsle, tas hänsyn till de prestationsförbättringar som kan följa av att hindrande trädrester transporteras bort.

Eftersom röjningen sker flera år efter avverkning, har trädrestklassen satts ner med en enhet vid beräkningen av minskad röjningskostnad. I de bestånd som röjs två gånger har kostnaden för röjning endast reducerats vid första röjningen, eftersom effekten av trädresterna antas ha försvunnit då den andra röjningen utförs.

Tidsåtgången för markberedningen antas inte påverkas av ris mängden. Kvaliteten på markberedningen kan dock antas sänkas om färskt ris hindrar aggreget (bl.a. von Hofsten 1993). Detta återspeglas genom att plantöverlevnaden i kalkylen ökas vid skogsbränsleuttag.

I vissa fall kan skogsbränsleuttag ge möjligheter till tidigareläggning av markberedningen. Detta tas upp i känslighetsanalysen.

Tabell 3.

Trädrestklassernas påverkan på tidsåtgången tolkat som procentuell minskning av kostnaden för olika skogsvårdsåtgärder efter skogsbränsleuttag. Observera att trädrestklassen i grundkalkylen satts ner en enhet vid röjning.

| Trädrestklass | Minskning av kostnader vid skogbränsleuttag, % | |
|---------------|---|----------------------------|
| | Plantering (Anon. 1985) | Röjning (Brunberg 1990) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 2,4 | 2 |
| 3 | 4,8 | 5 |
| 4 | 7,1 | 10 |
| 5 | 9,5 | 20 |

I tabell 4 visas samtliga nettointäkter och tidpunkter för respektive åtgärd baserat på bedömd beståndsanläggning, Indelningspaketets förslag och ovanstående påverkande faktorer. I tabellen visas också internräntan för respektive bestånd, d.v.s. den ränta vid vilken respektive skötselmodell ger nuvärdet noll.

Tabell 4.

Uttag i slutavverkning. Skötselmodell, kostnader och intäkter för respektive bestånd. Beslutstidpunkt = den tidpunkt då beslut om uttag fattas och ev. uttag genomförs. Belopp som ändrats p.g.a. ovanstående påverkande faktorer visas i kursiv stil.

| Nettointäkt, kr/ha samt tidpunkt, år | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|
| UTAN UTTAG | Tall, norr | | Gran, norr | | Tall, mellan | | Gran, mellan | | Tall, söder | | Bland, söder | | Gran, söder | |
| | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År |
| Åtgärd | | | | | | | | | | | | | | |
| Beslutstidpunkt | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Markb. | -1 150 | 0 | -1 150 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 |
| Plant. | -3 720 | 1 | -3 720 | 1 | -5 800 | 1 | -5 800 | 1 | -5 800 | 1 | -5 800 | 1 | -5 800 | 1 |
| Röjn.1 | -1 530 | 14 | -1 530 | 14 | -2 240 | 9 | -2 240 | 9 | -2 240 | 9 | -2 240 | 7 | -2 240 | 6 |
| Röjn.2 | - | - | - | - | - | - | -2 240 | 18 | - | - | -2 240 | 14 | -2 240 | 14 |
| Gallr.1 | 7 400 | 59 | 3 600 | 42 | 8 000 | 38 | 8 300 | 34 | 1 600 | 28 | 7 900 | 36 | 8 900 | 27 |
| Gallr.2 | - | - | 9 200 | 57 | - | - | - | - | 38 900 | 58 | 26 000 | 56 | 20 800 | 42 |
| Gallr.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19 100 | 57 |
| Slutavv. | 61 700 | 99 | 73 900 | 97 | 106 700 | 83 | 100 000 | 64 | 153 000 | 83 | 117 300 | 76 | 118 500 | 72 |
| Nettointäkt, kr/ha samt tidpunkt, år | | | | | | | | | | | | | | |
| MED UTTAG | Tall, norr | | Gran, norr | | Tall, mellan | | Gran, mellan | | Tall, söder | | Bland, söder | | Gran, söder | |
| | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År |
| Åtgärd | | | | | | | | | | | | | | |
| Beslutstidpunkt | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Markb. | -1 150 | 0 | -1 150 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 | 0 |
| Plant. | -3 631 | 1 | -3 445 | 1 | -5 372 | 1 | -5 234 | 1 | -5 372 | 1 | -5 234 | 1 | -5 096 | 1 |
| Röjn.1 | -1 530 | 14 | -1 530 | 14 | -2 240 | 9 | -2 190 | 9 | -2 240 | 9 | -2 190 | 7 | -2 130 | 6 |
| Röjn.2 | - | - | - | - | - | - | -2 240 | 18 | - | - | -2 240 | 14 | -2 240 | 14 |
| Gallr.1 | 7 400 | 61 | 3 600 | 44 | 8 000 | 40 | 8 300 | 36 | 1 600 | 30 | 7 900 | 38 | 8 900 | 29 |
| Gallr.2 | - | - | 9 200 | 59 | - | - | - | - | 38 900 | 60 | 26 000 | 58 | 20 800 | 44 |
| Gallr.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19 100 | 59 |
| Slutavv. | 61 700 | 101 | 73 900 | 99 | 106 700 | 85 | 100 000 | 66 | 153 000 | 85 | 117 300 | 78 | 118 500 | 74 |
| Internränta, % (utan uttag) | | 2,7 | | 3,3 | | 3,5 | | 4,1 | | 4,3 | | 4,2 | | 5,0 |

Resultat

Kostnad för tillväxtförlust per hektar

I tabell 5 redovisas kostnaden för tillväxtförlusten enligt formel [1] vid 3 % kalkylränta och en tillväxtförlust på två år. Grundkalkylerna redovisas i sin helhet i bilaga 5. En negativ kostnad innebär att tillväxtförlusterna helt tas ut av de positiva effekterna av skogsbränsleuttag såsom ökad plantöverlevnad och billigare skogsvård.

Tabell 5.

Kostnad för tillväxtförlusten vid 3 % ränta enligt formel [1], kr/ha.

| Bestånd | Kostnad, kr/ha |
|--------------|----------------|
| Tall, norr | -6 |
| Gran, norr | 137 |
| Tall, mellan | 277 |
| Gran, mellan | 535 |
| Tall, söder | 848 |
| Bland, söder | 631 |
| Gran, söder | 947 |

Beräknad mängd tillgängligt skogsbränsle

I tabell 6 visas beräknad bruttomängd uttagbar skogsbränsle (grenar, toppar och barr), exklusive gagnvirke, per hektar beräknat med Marklunds biomassa-funktioner (Marklund 1988). Andelen barr som följer med i uttaget har varierats mellan 0 %, 30 % och 100 %.

Tabell 6.
Teoretisk bruttomängd biomassa vid slutavverkning (grenar, toppar och barr).

| Bestånd | Biomassa, m ³ /ha | | | |
|--------------|------------------------------|-----|-----|-----|
| | Uttagen barrandel, %: | 0 | 30 | 100 |
| Tall, norr | | 171 | 182 | 206 |
| Gran, norr | | 224 | 249 | 306 |
| Tall, mellan | | 185 | 204 | 248 |
| Gran, mellan | | 239 | 266 | 328 |
| Tall, söder | | 204 | 221 | 261 |
| Bland, söder | | 188 | 210 | 260 |
| Gran, söder | | 317 | 352 | 433 |

Kostnad för tillväxtförluster per m³s

I tabell 7 har kostnaden i kr/ha dividerats med beräknad mängd biomassa vid 100 % tillvaratagandegrad av grenar, toppar och barr. Därigenom erhålls kostnaden i kr per m³s om allt bränsle kan tas tillvara.

Tabell 7.
Kostnad för tillväxtförluster, kr/m³s, förutsatt 100 % tillvaratagandegrad av grenar, toppar och barr.

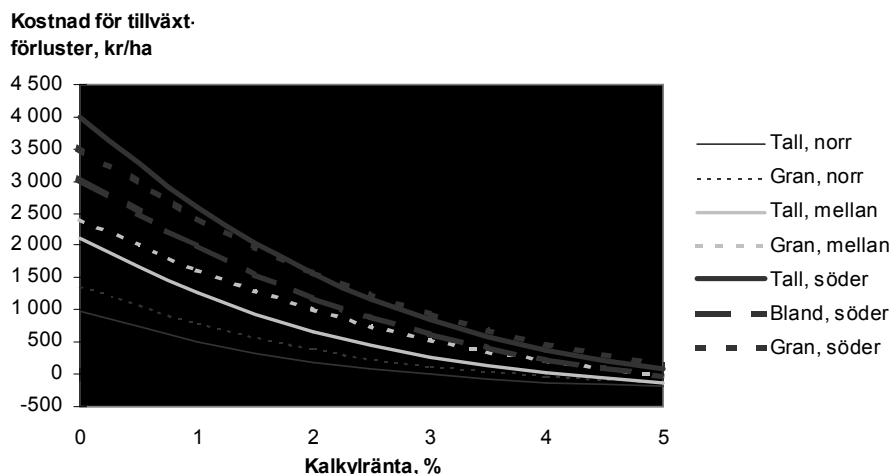
| Bestånd | Kostnad för tillväxt-förluster, kr/m ³ s |
|--------------|---|
| Tall, norr | 0,00 |
| Gran, norr | 0,40 |
| Tall, mellan | 1,10 |
| Gran, mellan | 1,60 |
| Tall, söder | 3,20 |
| Bland, söder | 2,40 |
| Gran, söder | 2,20 |

Känslighetsanalyser

Känslighetsanalysen utgår från grundkalkylen (bilaga 5). Genom att variera en variabel åt gången medan de andra variablerna hålls konstanta klarläggs hur känslig grundkalkylen är för variationer av olika kalkylförutsättningar. Känslighetsanalysen har delats upp i två avsnitt. Det första avsnittet behandlar vad som händer om alternativet utan uttag hålls konstant medan de olika påverkande faktorerna för alternativet med uttag ändras en och en. Det andra avsnittet behandlar konsekvenser av att beloppet på kostnaderna och intäkterna från tabell 4 ändras lika mycket för både alternativet med och utan uttag.

Samband mellan kostnad för tillväxtförlust och kalkylränta

Den kalkylmetod (nuvärdesmetod) som använts för att beräkna kostnaden för tillväxtförlusten är mycket känslig för val av kalkylränta. Detta beror främst på långa omloppstider och på att de stora nettoinbetalningarna från gallring och slutavverkning ligger långt fram i tiden (figur 1).



Figur 1. Samband mellan kalkylränta och kostnad orsakad av tillväxtförluster till följd av skogsbränsleuttag. Övriga faktorer har hållits konstanta på grundkalkylens nivå.

Känslighet för variation av de påverkande faktorerna

I detta avsnitt behandlas de faktorer som påverkas av skogsbränsleuttag. När det gäller tillväxtnedläggningen analyseras kalkylens känslighet för förändring av antal år som omloppstiden förlängs till följd av skogsbränsleuttag. Övriga faktorer analyseras genom studier av kalkylens känslighet för förändring av den påverkande faktorn med en procentenhet. Genom att olika enheter används bör faktorerna inte jämföras med varandra.

Tillväxtnedläggning

I tabell 8 beskrivs sambandet mellan tillväxtnedläggningens storlek och kostnaden orsakad av densamma. Tabellen skall tolkas så att en ytterligare förlängning av omloppstiden, orsakad av skogsbränsleuttag med ett år utöver grundkalkylen, ökar kostnaden med det angivna värdet i kr/ha. Om t.ex. tillväxtnedläggningen i beståndet ”Tall, norr” kan antas orsaka ytterligare en förlängning av omloppstiden med ett år, höjs kostnaden vid 3 % kalkylränta med ≈ 126 kr/ha. En förlängning med två år ger en ökning med $2 \times 126 \approx 252$ kr/ha osv. Om omloppstiden på grund av skogsbränsleuttaget i stället förkortas minskas kostnaden med motsvarande belopp.

Tabell 8. Förändring av kostnaden för tillväxtförluster vid en förlängning av omloppstiden med ett år. Gäller endast inom intervallet 0–5 års förlängning av omloppstiden.

| Bestånd | Förändring av kostnaden orsakad av tillväxtförluster, kr/ha | | | | |
|--------------|---|-------|------------|-----|-----|
| | Kalkylränta: | 2 % | 3 % | 4 % | 5 % |
| Tall, norr | | 225 | 126 | 70 | 39 |
| Gran, norr | | 324 | 196 | 119 | 73 |
| Tall, mellan | | 535 | 337 | 211 | 134 |
| Gran, mellan | | 781 | 546 | 377 | 259 |
| Tall, söder | | 970 | 614 | 382 | 236 |
| Bland, söder | | 884 | 593 | 393 | 259 |
| Gran, söder | | 1 162 | 837 | 601 | 434 |

Planteringskostnad, ökad plantöverlevnad

Förändringen av kostnaden, orsakad av tillväxtförluster när planteringskostnaden (plantöverlevnaden) ändras med 1 % tack vare skogsbränsleuttag, kan beräknas som $planteringskostnad \cdot 0,01(1+r)^t$ där t = planteringstidpunkt i år och r = räntesats (ex. vid 3 % ränta är $r = 0,03$). Om planteringskostnaden minskar (eller plantöverlevnaden ökar) med 1 % utöver grundkalkylen, kommer kostnaden orsakad av tillväxtförluster att minska med 36 kr/ha i norra och 56 kr/ha i södra Sverige (tabell 9). Om planteringskostnaden i stället ökar, ökar kostnaden för tillväxtförlusterna med samma belopp. Eftersom åtgärden i detta fall ligger så nära år noll är kalkylräntans betydelse inom aktuellt intervall försumbar.

Tabell 9.

Förändring av kostnaden för tillväxtförluster då planteringskostnaden kan sänkas (eller plantöverlevnaden ökas) med 1 % till följd av skogsbränsleuttag.

| Bestånd | Förändring av kostnaden för tillväxtförluster, kr/ha |
|---------------------------|--|
| Samtliga norr | -36 |
| Samtliga mellan och söder | -56 |

Röjningskostnad

Förändringen av kostnaden för tillväxtförluster, när röjningskostnaden påverkas av skogsbränsleuttaget, kan beräknas med samma formel som används vid planteringskostnaden, d.v.s. $röjningskostnad \cdot 0,01(1+r)^t$. Känsligheten visas i tabell 10 och innebär t.ex. för beståndet ”Tall, norr” att kostnaden för tillväxtförluster minskar med 10 kr/ha om röjningskostnaden till följd av skogsbränsleuttaget minskas med 1 % utöver grundkalkylen. En motsvarande ökning av röjningskostnaden ger en ökning av kostnaden för tillväxtförlusterna med samma belopp.

Tabell 10.

Förändring av kostnaden för tillväxtförlusterna då kostnaden för första röjningen till följd av skogsbränsleuttag kan sänkas med 1 %.

| Bestånd | Kalkylränta: | Förändring av kostnaden för tillväxtförluster, kr/ha | | | |
|------------------------------------|--------------|--|-----|-----|-----|
| | | 2 % | 3 % | 4 % | 5 % |
| Tall och gran, norr | | -12 | -10 | -9 | -8 |
| Tall och gran, mellan. Tall, söder | | -19 | -17 | -16 | -14 |
| Bland, söder | | -20 | -18 | -17 | -16 |
| Gran, söder | | -20 | -19 | -18 | -17 |

Variation av grundförutsättningarna

I detta avsnitt analyseras vad som händer om kostnaderna och intäkterna förändras samtidigt för både alternativet med och utan skogsbränsleuttag. Vid analysen har den variabel som studerats varierats lika mycket vid uttag som utan uttag. Övriga förutsättningar har hållits konstanta.

Känslighet för variation av skogsvårdskostnaden

I tabell 11 anges kalkylens känslighet för förändringar i skogsvårdskostnaderna. Känsligheten anges som förändring av kostnaden för tillväxtförluster i kr/ha när respektive skogsvårdskostnad ökas med 1 %. Som framgår av tabellen är sambandet negativt, kostnaden för tillväxtförlusten minskar med ökande skogsvårdskostnader. Känsligheten är störst för variationer i planteringskostnad.

Tabell 11.

Förändring av kostnaden för tillväxtförluster i kr/ha då respektive skogsvårdskostnad ökas med 1 % i förhållande till grundförutsättningarna, 3 % ränta.

| Bestånd | Förändring av kostnaden för tillväxtförlust, kr/ha | | | |
|--------------|--|------------|-----------|-----------|
| | Markberedning | Plantering | Röjning 1 | Röjning 2 |
| Tall, norr | -0,03 | -2,78 | -0,03 | - |
| Gran, norr | -0,05 | -2,78 | -0,03 | - |
| Tall, mellan | -0,06 | -4,47 | -0,09 | - |
| Gran, mellan | -0,13 | -6,12 | -0,51 | -0,13 |
| Tall, söder | -0,06 | -4,53 | -0,09 | - |
| Bland, söder | -0,09 | -6,00 | -0,49 | -0,11 |
| Gran, söder | -0,10 | -7,35 | -0,89 | -0,11 |

Känslighet för variation av avverkningsnetto

I tabell 12 redovisas känsligheten för förändringar i avverkningsnetto. Känsligheten redovisas som förändring i kostnad för tillväxtförlust i kr/ha. Sambandet mellan kostnaden för tillväxtförlusten och variationer i nettointäkterna vid kommande avverkningar är positivt, d.v.s. ökade nettointäkter ger ökad kostnad för tillväxtförluster.

Tabell 12.

Förändring av kostnaden för tillväxtförluster i kr/ha då respektive avverkningsnetto ökas med 1 % i förhållande till grundförutsättningarna, 3 % ränta.

| Bestånd | Förändring av kostnaden för tillväxtförluster, kr/ha | | | |
|--------------|--|------------|------------|----------------|
| | Gallring 1 | Gallring 2 | Gallring 3 | Slutavverkning |
| Tall, norr | 0,81 | - | - | 1,88 |
| Gran, norr | 0,61 | 1,00 | - | 2,14 |
| Tall, mellan | 1,68 | - | - | 7,78 |
| Gran, mellan | 2,08 | - | - | 11,00 |
| Tall, söder | 0,43 | 4,40 | - | 7,14 |
| Bland, söder | 1,75 | 3,16 | - | 6,67 |
| Gran, söder | 2,68 | 3,96 | 2,31 | 10,00 |

Övriga effekter, ej beaktade i grundkalkylen

Tidigare markberedning och plantering

Hindrande ris efter avverkning kan medföra att markberedning och plantering måste skjutas upp ett eller flera år. Uttag av skogsbränsle kan då leda till att markberedning och plantering kan ske tidigare. Detta kan helt eller delvis kompensera den eventuella tillväxtnedsättning som uttaget medför. Denna effekt har inte beaktats i grundkalkylen utan tas upp här. Sambandet mellan kostnaden för tillväxtförluster och tidsvinst vid tidigare markberedning visas i tabell 13. Om t.ex. markberedning och plantering måste skjutas upp ett år i "Gran, söder" då skogsbränslet inte tas ut, men fortfarande kan utföras år noll om bränsle tas ut, innebär detta att kostnaden för tillväxtförlusterna minskar med ca 546 kr/ha vid 3 % ränta. Om tidsvinsten ökas till två år minskar kostnaden med ca $2 \times 546 = 1\,092$ kr/ha.

I de skuggade cellerna i tabellen ger det valda skötselalternativet ett negativt nuvärde, d.v.s. alternativets internränta är lägre än vald kalkylränta (se tabell 4). Detta visar på ett problem med vald kalkylmodell. Med nuvärdeskalkyler skulle investering i markberedning och plantering i dessa fall vara olönsam varmed vinsten med tidigare markberedning och plantering försvinner. Tolkningen av

resultatet i dessa celler kan vara att förändringen av kostnaden för tillväxtförluster är lika med noll.

Tabell 13.

Förändringen av kostnaden för tillväxtförluster (kr/ha och år) om skogsbränsleuttag medför att markberedning och plantering kan genomföras tidigare jämfört med om inget uttag sker (gäller endast 0–3 års tidsskillnad).

| Bestånd | Förändring av kostnaden för tillväxtförluster, kr/ha | | | | |
|--------------|--|------|------|-----|-----|
| | Kalkylränta: | 2 % | 3 % | 4 % | 5 % |
| Tall, norr | -111 | - | - | - | - |
| Gran, norr | -209 | -35 | - | - | - |
| Tall, mellan | -363 | -95 | - | - | - |
| Gran, mellan | -573 | -265 | -30 | - | - |
| Tall, söder | -794 | -371 | -75 | - | - |
| Bland, söder | -675 | -306 | -34 | - | - |
| Gran, söder | -947 | -546 | -239 | -7 | - |

Ändrad risk för viltbetning

Ibland framförs hypotesen att skogsbränsleuttag skulle påverka risken för viltbetningsskador. Orsaken till detta skulle kunna vara dels att riset fungerar som ett fysiskt hinder för betande djur, dels att hyggesvegetationen kan förändras vid riståkt. I de försök som studerats vid litteraturgenomgången kan inga samband mellan riståkt och rådjursbetning ses (Bergquist m.fl. 1998). Förändrad risk för viltbetningsskador ligger därför inte med i grundkalkylen.

Ändrad risk för insektsangrepp

Snytbaggen är en stor skadegörare på plantor i dagens skogsbruk. För närvarande kan plantorna skyddas mot angrepp med insekticider. Sannolikt kommer dessa preparat att förbjudas inom en snar framtid, varvid några konkurrenskraftiga alternativ ej finns tillgängliga. Faran för angrepp är störst under de första åren efter avverkning. Nilsson m.fl. (1994) antyder att skogsbränsleuttag inte minskar risken för snytbageangrepp, varför det kan bli nödvändigt att vänta med plantering även om bränsleuttag skett. Detta skulle ta bort effekten av tidigare markberedning och plantering vid uttag av skogsbränsle. Dock kan markberedningskvaliteten förväntas bli bättre efter skogsbränsleuttag vilket troligen sänker plantavgångarna orsakade av snytbage (Örlander 1998).

Om befintliga regler för virkeslagring tillämpas vid riståkt, bör risken för angrepp av andra skadeinsekter än snytbage på plantor eller omgivande stående skog, vara så liten att den inte har någon ekonomisk betydelse (Weslien 1998, muntl. medd.).

Avbarrning

Om barren lämnas kvar efter skogsbränsleuttag kan tillväxtnedsetningen minskas (Egnell m.fl. 1998). Denna effekt har inte beaktats i grundkalkylen, men belyses indirekt i känslighetsanalysen genom att den kan antas motsvara känsligheten för tillväxtnedsetning (tabell 8). Skogsstyrelsen (Anon. 1998a) anger i sina rekommendationer att barren bör lämnas kvar jämnt spridda över beståndet. Uttag av barren kan emellertid enligt samma källa ske på kvävebelastade marker förutsatt att mineralnäring återförs.

Ökade sönderkörningar

Skogsbränsleuttag innebär fler överfarter på hygget och på skogsbilvägarna. Detta ökar risken för sönderkörningar av basvägar, diken och skogsbilvägar. Dessa kostnader har inte beaktats i grundkalkylen, men bör hållas i åtanke vid skogsbränsleuttag. Huruvida ökat antal överfarter i gallring skulle påverka tillväxtförlusten utöver bränsleuttaget har inte tagits upp i denna studie.

Exempel på nettointäkt av skogsbränsleuttag i slutavverkning

Här ges ett mycket grovt exempel på vad kostnaden för tillväxtförluster enligt grundkalkylen kan innebära för nettointäkterna vid skogsbränsleuttag. Exemplet är avsett som diskussionsunderlag och de presenterade siffrorna bör inte generaliseras.

Avverkningen motsvarar konventionell slutavverkning med engreppsskördare och riset samlas upp med trädrestskotare och flisas på avlägg (Arlinger m.fl. 1998). Drivningskostnaden för uttag av skogsbränsle vid slutavverkning bedöms till 48 kr/m³s (genomsnitt från Arlinger m.fl. 1998). Samma källa redovisar en bruttointäkt fritt bilväg på, som lägst, 56 kr/m³s. Om 70 % av riset tas tillvara (Eriksson 1994), alla barr på det tillvaratagna riset följer med ut och kostnaden för tillväxtförlusterna beräknas enligt grundkalkylerna, skulle detta ge den nettointäkt som redovisas i tabell 14a.

I tabellen visas också ett ”lägsta” och ett ”högsta” alternativ. I ”lägsta” alternativet har alla positiva effekter av skogsbränsleuttaget (ökad plantöverlevnad och enklare beståndsanläggning) tagits bort medan tillväxtförlusten satts till två års tillväxt. I ”högsta” alternativet har ingen tillväxtförlust antagits, ökningen av plantöverlevnaden har satts till 10 %, effekten av enklare beståndsanläggningen kvarstår och markberedning och plantering har skett ett år tidigare än när inget uttag genomförts. I ”grundkalkylalternativet” har den kvarlämnade biomassan inte antagits reducera tillväxtförlusten.

Observera att drivningskostnaden för skogsbränsleuttaget per m³s schablonmässigt satts till samma belopp oavsett tillgänglig mängd biomassa. I praktisk drift ökar sannolikt denna kostnad med minskande biomassatillgång på hygget, vilket kan innebära att nettointäkten i tabell 14a & b överskattas något på svaga bestånd och underskattas något på goda. Observera också att kostnaden för tillväxtförlusten fortfarande är oberoende av teknik för uttaget, men att så inte är fallet för den beräknade nettointäkten.

Tabell 14a.

Intäkter, kostnader och netto (kr/ha) med hänsyn till kostnaden för tillväxtförluster vid skogsbränsleuttag i slutavverkning. Uttaget beräknat med Marklunds (1988) funktioner. Alla barr följer med ut och 70 % tillvaratagandegrad på toppar och grenar.

| Bestånd | Brutto-intäkt | Drivningskostnad | Kostnad för tillväxtförluster | | | Nettointäkt | | |
|--------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|
| | | | Grundkalk. | Lägsta | Högsta | Grundkalk. | Lägsta | Högsta |
| Tall, norr | 8 075 | 6 922 | -6 | 260 | -411 | 1 160 | 894 | 1 565 |
| Gran, norr | 11 995 | 10 282 | 137 | 403 | -483 | 1 577 | 1 311 | 2 197 |
| Tall, mellan | 9 722 | 8 333 | 277 | 693 | -797 | 1 112 | 696 | 2 186 |
| Gran, mellan | 12 858 | 11 021 | 535 | 1 123 | -1 148 | 1 302 | 714 | 2 985 |
| Tall, söder | 10 231 | 8 770 | 848 | 1 264 | -1 085 | 614 | 198 | 2 547 |
| Bland, söder | 10 192 | 8 736 | 631 | 1 221 | -1 047 | 825 | 235 | 2 503 |
| Gran, söder | 16 974 | 14 549 | 947 | 1 723 | -1 622 | 1 478 | 717 | 4 047 |

Tabell 14b visar resultatet omräknat till kr/m³s. Som framgår är nettointäkten genomgående låg. Kostnaden för tillväxtförlusterna är dock också förhållandevis låg jämfört med den schablonmässigt antagna drivningskostnaden för skogsbränsleuttag.

Tabell 14b.

Resultatet från tabell 14a omräknat till kr/m³s.

| Bestånd | Kostnad för tillväxtförlust | | | Nettointäkt | | |
|--------------|-----------------------------|--------|--------|-------------|-------------|--------------|
| | Grundkalk. | Lägsta | Högsta | Grundkalk. | Lägsta | Högsta |
| Tall, norr | 0,00 | 1,80 | -2,90 | 8,00 | 6,20 | 10,90 |
| Gran, norr | 0,60 | 1,90 | -2,30 | 7,40 | 6,10 | 10,30 |
| Tall, mellan | 1,60 | 4,00 | -4,60 | 6,40 | 4,00 | 12,60 |
| Gran, mellan | 2,30 | 4,90 | -5,00 | 5,70 | 3,10 | 13,00 |
| Tall, söder | 4,60 | 6,90 | -5,90 | 3,40 | 1,10 | 13,90 |
| Bland, söder | 3,50 | 6,70 | -5,80 | 4,50 | 1,30 | 13,80 |
| Gran, söder | 3,10 | 5,60 | -5,40 | 4,90 | 2,40 | 13,40 |

Slutsatser, slutavverkning

Kostnaden för tillväxtförlusterna är bl.a. beroende av beståndets virkesproduktion och omloppstid. Hög produktion och kort omloppstid ger en hög kostnad. Detta gäller både kostnaden per hektar och kostnaden per m³s. Därav följer att kostnaden för tillväxtförlusterna blir lägst på beståndsexemplen i norra Sverige och högst på exemplen i söder.

Tillväxtnedläggningens storlek är direkt kopplad till kostnaden för tillväxtförlusterna. Om tillväxtnedläggningen antas vara ett år i stället för två kommer kostnaden att försvinna helt i alla bestånd i norra och mellersta Sverige och minska drastiskt i södra Sverige. Samtidigt råder osäkerhet om tillväxtnedläggningens storlek under verkliga förhållanden.

Minskad planteringskostnad och ökad plantöverlevnad till följd av skogsbränsleuttag är en annan viktig faktor för kostnaden orsakad av tillväxtförluster. En minskning av planteringskostnaden/ökning av plantöverlevnaden med 5 % utöver grundkalkylens antagna 5 % skulle halvera kostnaden orsakad av tillväxtförlusten i de flesta bestånd. Även här saknas dock tillräcklig kunskap om plantöverlevnaden under verkliga förhållanden för att dra några långtgående, generella slutsatser.

Möjligheten att snabbare komma i gång med skogsodling är ytterligare en viktig faktor. Om hyggesvilan kan minskas med ett år tack vare skogsbränsleuttag,

innebär detta att kostnaden för tillväxtförlusten kan halveras. Tidigare start på föryngringen kan också medföra fördelar gentemot konkurrerande vegetation. Detta har inte beaktats i kalkylen.

Sammanfattningsvis medför skogsbränsleuttag i slutavverkning i dagsläget sannolikt en positiv nettointäkt för markägaren, även om kostnaden för tillväxtförlusten beaktas och förutsatt att eventuella kostnader för sönderkörningar av vägar kan täckas.

Uttag i samband med förstagallring

I kalkylerna för uttag av skogsbränsle i gallring har uttaget antagits ske i samband med förstagallringen. Tidpunkten för beslut om uttag har satts till år noll och kostnaden för tillväxtförlusten har beräknats med formel [1] på samma sätt som för slutavverkning.

Påverkande faktorer, gallring

Vid uttag av skogsbränsle i gallring antas den enda faktorn som påverkar kostnaden vara tillväxtnedläggningar orsakade av uttaget. Storleken på tillväxtnedläggningen bedöms av Jacobson (1998) till 5–10 % teoretiskt och ca 3–8 % praktiskt per år under de första 10–15 åren efter uttaget. I vissa studier har dock ingen effekt på tillväxten erhållits (Egnell m.fl. 1997). Egnell m.fl. (1998) bedömer i litteraturstudier att den årliga förlusten kan bli ca 7 % för tall och 10 % för gran med en varaktighet på upp till 20 år.

Baserat på dessa studier har tillväxtnedläggningen i grundkalkylen antagits till 7 % för tall och 10 % för gran. Varaktigheten har satts till 15 år för båda. Tillväxtförlusten i antal års förlängning av omloppstiden har beräknats genom att först beräkna den sammanlagda förlusten på den löpande tillväxten de första 15 åren efter uttaget (erhålls ur Indelningspaketet). Vid varje gagnvirkesuttag som följer på skogsbränsleuttaget har sedan omloppstiden förlängts med den tid som krävs för att gagnvirkesuttaget skall ge samma volym som då inget skogsbränsleuttag skett. Förlängningen per gagnvirkesuttag och den totala förlängningen av omloppstiden visas i tabell 15.

Tabell 15.
Förlängning av omloppstiden på grund av skogsbränsleuttag, år.

| | Andragallring | Tredjegallring | Slutavverkning | Totalt |
|--------------|---------------|----------------|----------------|--------|
| Tall, norr | | | 1,3 | 1,3 |
| Gran, norr | 1,1 | | 0,4 | 1,5 |
| Tall, mellan | | | 1,3 | 1,3 |
| Gran, mellan | | | 1,6 | 1,6 |
| Tall, söder | 1,1 | | 0,7 | 1,8 |
| Bland, söder | 1,2 | | 0,6 | 1,8 |
| Gran, söder | 1,4 | 0,2 | 0,6 | 2,2 |

I tabell 16 redovisas nettointäkt och tidpunkt för respektive åtgärd enligt den bedömda beståndsanläggningen och enligt Indelningspaketets förslag. I tabellen visas också den beräknade tillväxtförlusten i antal år.

Tabell 16.

Uttag i gallring. Skötselmodell, kostnader och intäkter för respektive bestånd.

Beslutstidpunkt = den tidpunkt då beslut om uttag fattas och ev. uttag genomförs.

| Nettointäkt, kr/ha samt tidpunkt, år | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|-------|------------|------|--------------|------|--------------|------|-------------|------|--------------|------|-------------|------|
| UTAN UTTAG | Tall, norr | | Gran, norr | | Tall, mellan | | Gran, mellan | | Tall, söder | | Bland, söder | | Gran, söder | |
| Åtgärd | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År |
| Beslutstidpunkt | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Gallr.2 | - | - | 9 200 | 15 | - | - | - | - | 38 900 | 30 | 26 000 | 20 | 20 800 | 15 |
| Gallr.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19 100 | 30 |
| Slutavv. | 61 700 | 40 | 73 900 | 55 | 106 700 | 45 | 100 000 | 30 | 153 000 | 55 | 117 300 | 40 | 118 500 | 45 |
| Markb. | -1 150 | 40 | -1 150 | 55 | -1 300 | 45 | -1 300 | 30 | -1 300 | 55 | -1 300 | 40 | -1 300 | 45 |
| Plant. | -3 720 | 41 | -3 720 | 56 | -5 800 | 46 | -5 800 | 31 | -5 800 | 56 | -5 800 | 41 | -5 800 | 46 |
| Röjn.1 | -1 530 | 54 | -1 530 | 69 | -2 240 | 54 | -2 240 | 39 | -2 240 | 64 | -2 240 | 47 | -2 240 | 51 |
| Röjn.2 | - | - | - | - | - | - | -2 240 | 48 | - | - | -2 240 | 54 | -2 240 | 59 |
| Gallr.1 | 7 400 | 99 | 3 600 | 97 | 8 000 | 83 | 8 300 | 64 | 1 600 | 83 | 7 900 | 76 | 8 900 | 72 |
| Nettointäkt, kr/ha samt tidpunkt, år | | | | | | | | | | | | | | |
| MED UTTAG | Tall, norr | | Gran, norr | | Tall, mellan | | Gran, mellan | | Tall, söder | | Bland, söder | | Gran, söder | |
| Åtgärd | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År | Intäkt | År |
| Beslutstidpunkt | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| Gallr.2 | - | - | 9 200 | 16,1 | - | - | - | - | 38 900 | 31,1 | 26 000 | 21,2 | 20 800 | 16,4 |
| Gallr.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19 100 | 31,6 |
| Slutavv. | 61 700 | 41,3 | 73 900 | 56,5 | 106 700 | 46,3 | 100 000 | 31,6 | 153 000 | 56,8 | 117 300 | 41,8 | 118 500 | 47,2 |
| Markb. | -1 150 | 41,3 | -1 150 | 56,5 | -1 300 | 46,3 | -1 300 | 31,6 | -1 300 | 56,8 | -1 300 | 41,8 | -1 300 | 47,2 |
| Plant. | -3 720 | 42,3 | -3 720 | 57,5 | -5 800 | 47,3 | -5 800 | 32,6 | -5 800 | 57,8 | -5 800 | 42,8 | -5 800 | 48,2 |
| Röjn.1 | -1 530 | 55,3 | -1 530 | 70,5 | -2 240 | 55,3 | -2 240 | 40,6 | -2 240 | 65,8 | -2 240 | 48,8 | -2 240 | 53,2 |
| Röjn.2 | - | - | - | - | - | - | -2 240 | 49,6 | - | - | -2 240 | 55,8 | -2 240 | 61,2 |
| Gallr.1 | 7 400 | 100,3 | 3 600 | 98,5 | 8 000 | 84,3 | 8 300 | 65,6 | 1 600 | 84,8 | 7 900 | 77,8 | 8 900 | 74,2 |

Resultat

Kostnad för tillväxtförluster per ha

Resultatet av gallringskalkylerna redovisas per hektar i tabell 17. Kostnaderna för tillväxtförlusterna är betydligt högre än vid slutavverkning. Detta beror dels på att ingen effekt av billigare beståndsanläggning erhålls, dels på att tillväxtförlusterna realiserar tidigare. Grundkalkylerna visas i sin helhet i bilaga 6. Det kan upprepas att kostnaderna för tillväxtförlusterna är oberoende av teknik och metoder för skogsbränsleuttaget, men att kostnaden kan påverkas av valda skötselmodeller.

Tabell 17.

Beräknad tillväxtförlust i år samt kostnad för dessa enligt formel

[1] i kr/ha per bestånd vid uttag i förstagallring.

| Bestånd | Kostnad för tillväxtförlusterna, kr/ha |
|--------------|--|
| Tall, norr | 699 |
| Gran, norr | 830 |
| Tall, mellan | 1 098 |
| Gran, mellan | 2 086 |
| Tall, söder | 2 209 |
| Bland, söder | 2 540 |
| Gran, söder | 3 206 |

Beräknad mängd tillgängligt skogsbränsle

Den teoretiska bruttomängden skogsbränsle (toppar, grenar och barr) vid förstagallring beräknades på samma sätt som vid slutavverkning, d.v.s. med hjälp av uttagets diametrar och Marklunds biomassafunktioner (Marklund 1988). Beräkningen har skett vid 0 %, 30 % och 100 % uttag av barrmassan och räknats om från kilo torrsbstans till m³s genom schablonmässig multiplikation med faktorn 0,0056. Resultatet visas i tabell 18. Det bör noteras att mängden beräknad biomassa påverkas av trädslagsblandningen i uttaget. T.ex. ger tall mindre biomassa än gran (se bilaga 1).

Tabell 18.
Teoretisk bruttomängd biomassauttag vid 1:a gallring, samt trädslagsblandning i uttaget.

| Bestånd | Trädslagsbl. i uttaget (TGL) | Biomassauttag, m ³ /ha | | | |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------|----|----|-----|
| | | Uttagen barrandel, %: | 0 | 30 | 100 |
| Tall, norr | 9-0-1 | | 48 | 51 | 60 |
| Gran, norr | 7-3-0 | | 18 | 20 | 25 |
| Tall, mellan | 7-3-0 | | 36 | 41 | 52 |
| Gran, mellan | 3-6-1 | | 48 | 55 | 70 |
| Tall, söder | 10-0-0 | | 21 | 24 | 30 |
| Bland, söder | 9-1-0 | | 35 | 39 | 49 |
| Gran, söder | 0-10-0 | | 54 | 62 | 83 |

Kostnad för tillväxtförluster per m³s

I tabell 19 visas resultatet omräknat till kr/m³s genom division med den teoretiska bruttomängden biomassa i tabell 17. Kostnaden förutsätter 100 % tillvärtagandegrad av toppar, grenar och barr. Som framgår av tabellen är kostnaderna höga, dels genom att kostnaderna realiserar nära i tiden, dels genom att uttaget i vissa fall består av stor andel tall vilket ger lågt utbyte av biomassa.

Tabell 19.
Kostnad för tillväxtförluster i gallring, omräknat till kr/m³s.

| Bestånd | Kostnad för tillväxtförluster, kr/m ³ s |
|--------------|--|
| Tall, norr | 11,70 |
| Gran, norr | 33,20 |
| Tall, mellan | 21,10 |
| Gran, mellan | 29,80 |
| Tall, söder | 73,60 |
| Bland, söder | 51,80 |
| Gran, söder | 38,60 |

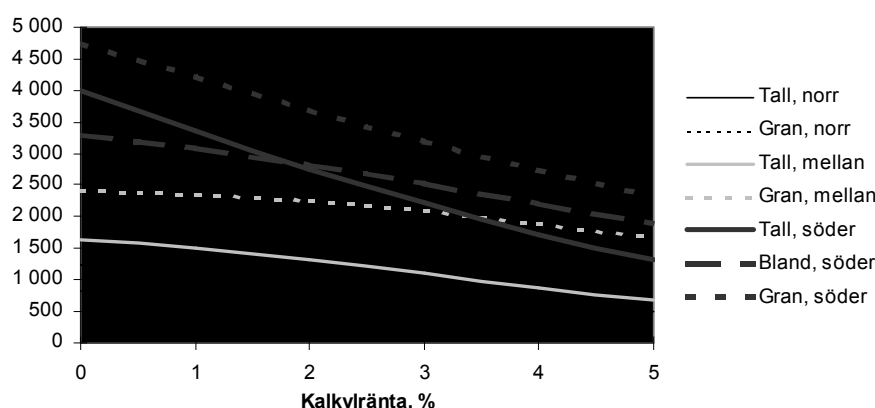
Känslighetsanalyser

Känslighetsanalysen vid uttag i samband med förstagallringen har gjorts på samma sätt som vid uttag i samband med slutavverkning och tabellerna 20, 21 och 22 skall tolkas användas på samma sätt.

Samband mellan kostnad för tillväxtförluster och kalkylränta

Kalkylräntan har inte samma stora betydelse för resultatet vid uttag i gallring som vid uttag i slutavverkning (figur 2). Detta beror på att de stora nettoinbetalningarna ligger närmare i tiden än nettoutbetalningarna.

Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha



Figur 2.

Samband mellan kalkylränta och kostnad för tillväxtförluster vid bränsleuttag i förstagallringen för de sju bestånden. Övriga faktorer har hållits konstanta på grundkalkylens nivå.

Känslighet för tillväxtnedsättning

I tabell 20 beskrivs känsligheten för tillväxtnedsättningar. Genom att de stora nettoinbetalningarna ligger närmare i tiden blir känsligheten för tillväxtnedsättningar större än vid bränsleuttag i slutavverkning. Den totala tillväxtförlusten bestäms dels av dess storlek per år, dels av dess varaktighet i antal år. I tabellen visas kostnaden för tillväxtförlusten orsakad av skogsbränsleuttag vid varierande storlek och varaktighet på den årliga tillväxtnedsättningen. Värdena redovisas i kr/ha vid 3 % kalkylränta. Grundkalkylens värden markeras med fetstil.

Tabell 20. Kostnad för tillväxtförlusterna i förstagallring vid varierande storlek och varaktighet på den årliga tillväxtnedsättningen, kr/ha.

| Bestånd | Årlig tillväxtnedsättning | | Tillväxtnedsättningens varaktighet | | | |
|--------------|---------------------------|-------------|------------------------------------|-------|--------------|-------|
| | Tall | Gran | 5 år | 10 år | 15 år | 20 år |
| Tall, norr | 2 % | 5 % | 55 | 164 | 272 | 326 |
| | 7 % | 10 % | 164 | 433 | 699 | 856 |
| | 12 % | 15 % | 272 | 646 | 1 116 | 1 371 |
| Gran, norr | 2 % | 5 % | 105 | 226 | 347 | 509 |
| | 7 % | 10 % | 226 | 492 | 830 | 1 146 |
| | 12 % | 15 % | 329 | 729 | 1 261 | 1 739 |
| Tall, mellan | 2 % | 5 % | 86 | 257 | 427 | 427 |
| | 7 % | 10 % | 342 | 681 | 1 098 | 1 345 |
| | 12 % | 15 % | 512 | 1 181 | 1 833 | 2 234 |
| Gran, mellan | 2 % | 5 % | 266 | 662 | 925 | 1 055 |
| | 7 % | 10 % | 662 | 1 445 | 2 086 | 2 213 |
| | 12 % | 15 % | 1 055 | 2 086 | 3 217 | 3 340 |
| Tall, söder | 2 % | 5 % | 144 | 479 | 717 | 1 000 |
| | 7 % | 10 % | 622 | 1 329 | 2 209 | 3 027 |
| | 12 % | 15 % | 953 | 2 209 | 3 608 | 4 963 |
| Bland, söder | 2 % | 5 % | 274 | 590 | 975 | 1 286 |
| | 7 % | 10 % | 704 | 1 707 | 2 540 | 3 359 |
| | 12 % | 15 % | 1 286 | 2 691 | 4 165 | 5 349 |
| Gran, söder | 2 % | 5 % | 448 | 1 060 | 1 627 | 2 226 |
| | 7 % | 10 % | 1 021 | 2 084 | 3 206 | 4 326 |
| | 12 % | 15 % | 1 460 | 3 206 | 4 777 | 6 381 |

Känslighet för förändringar av grundförutsättningar

Känsligheten för variationer av ingångsvärdena i kalkylen visas i tabell 21 och 22 som förändring av kostnaden orsakad av tillväxtförluster, då respektive ingångsvärde ökas med 1 %. Kalkylräntan är satt till 3 %

Som framgår av tabell 21 är känsligheten för förändringar av kostnaderna för beståndsanläggning låga. Det beror på att dessa åtgärder med vald kalkylmetod hamnar långt fram i tiden och därigenom påverkar kalkylen i mycket liten omfattning.

Tabell 21.

Förändring av kostnaden för tillväxtförluster i gallring, kr/ha, då respektive skogsvårdskostnad ökas med 1 % i förhållande till grundförutsättningarna. 3 % kalkylränta.

| Bestånd | Förändring av kostnaden för tillväxtförlusterna, kr/ha | | |
|--------------|--|-----------|-----------|
| | Plantering | Röjning 1 | Röjning 2 |
| Tall, norr | -0,44 | -0,16 | - |
| Gran, norr | -0,33 | -0,09 | - |
| Tall, mellan | -0,65 | -0,20 | - |
| Gran, mellan | -1,29 | -0,38 | -0,29 |
| Tall, söder | -0,63 | -0,54 | - |
| Bland, söder | -1,00 | -0,89 | -0,26 |
| Gran, söder | -1,06 | -0,76 | -0,27 |

Känsligheten för förändringar av ingångsvärdena för förstagallringen är låg, bl.a. på grund av att denna åtgärd utförs långt fram i tiden med vald kalkylmodell. Eftersom övriga uttag sker närmare i tiden blir känsligheten för förändringar av dessa betydligt högre (tabell 22).

Tabell 22.

Förändring av kostnaden för tillväxtförlusterna i gallring, kr/ha, då respektive avverkningsnetto ökas med 1 % i förhållande till grundförutsättningarna. 3 % kalkylränta.

| Bestånd | Förändring av kostnaden för tillväxtförlusterna, kr/ha | | | |
|--------------|--|------------|------------|----------------|
| | Gallring 1 | Gallring 2 | Gallring 3 | Slutavverkning |
| Tall, norr | 0,15 | - | - | 7,50 |
| Gran, norr | 0,10 | 2,04 | - | 6,69 |
| Tall, mellan | 0,24 | - | - | 12,22 |
| Gran, mellan | 0,67 | - | - | 22,00 |
| Tall, söder | 0,07 | 5,91 | - | 17,06 |
| Bland, söder | 0,48 | 5,90 | - | 20,83 |
| Gran, söder | 0,76 | 6,55 | 4,31 | 22,40 |

Slutsatser, förstagallring

Precis som vid uttag i slutavverkning ger bl.a. hög virkesproduktion hög kostnad för tillväxtförluster, medan låg produktion ger lägre kostnader. Till skillnad från uttag i slutavverkning är kostnaden för tillväxtförlusterna vid uttag i förstagallring höga, vilket bl.a. orsakas av att förlusten realiserar sig tidigare.

Känslighetsanalysen i tabell 20 visar att kostnaden för tillväxtförlusten förändras drastiskt redan vid relativt små förändringar av förlustens storlek. En förändring av den årliga tillväxtnedsättningen med 5 %-enheter leder till en förändring av kostnaden med mellan 50 % och 70 %. En minskning av tillväxtnedsättningens varaktighet med 5 år ger en minskning av kostnaden med mellan 30 % och 40 % medan motsvarande ökning av varaktigheten ger en ökning

av kostnaden med mellan 10 % och 40 %. Kostnaden är alltså starkt beroende av tillväxtnedsättningens varaktighet och storlek.

Kompensationsgödning, vilket skulle kunna minska tillväxtförlusterna efter uttag i gallring, rekommenderas ej av Skogsstyrelsen (Anon. 1998b). Orsaken till detta är risken för körskadorna på mark och träd. Kompensation bör, enligt Skogsstyrelsen, ske genom utveckling av tekniker för avbarrning eller annan skonsam teknik. Skogsstyrelsen ställer sig dock inte negativ till uttag i gallring.

Diskussion

Kalkylernas generaliserbarhet

Kalkylerna skall ses som en del i ett diskussionsunderlag där andra delar kan bestå av sociala faktorer, alltifrån att hygget ger ett ”snyggare” intryck efter skogsbränsleuttag till att det kretsloppsanpassade samhället kräver förnyelsebara energikällor eller till den enskilde skogsägarens ekonomiska situation och preferenser.

Nuvärdeskalkyler med en tidshorisont av omkring 100 år har en del nackdelar. Bl.a. har valet av kalkylränta stor betydelse för resultatet. Kostnads- och intäktsbildningen kommer att genomgå stora förändringar under perioden, likaså kommer den tekniska utvecklingen att påverka resultatet. Att i detta läge utgå från dagens situation kan tyckas vara en grov generalisering. Kalkylens fördelar är att den följer ekonomisk teori baserad på nuvärden och belyser konsekvenserna av skogsbränsleuttag oberoende av vilken teknik som används vid uttaget. Sett ur den synvinkeln ger den en möjlighet att studera och rangordna olika handlingsalternativ baserat på dagens kunskapsläge.

Ett problem som kan dyka upp vid nuvärdesberäkningar av detta slag illustreras i tabell 13. När ett bestånd ger ett negativt nuvärde innebär detta att investering i återplantering enligt ekonomisk teori är olönsam med det ställda förräntningskravet. I ett sådant fall medför kalkylmodellen, att ju senare skogsvårdsåtgärderna kan sättas in desto lägre blir kostnaden för tillväxtförlusterna (ju längre man kan skjuta på en, teoretiskt sett, olönsam investering desto bättre). Detta tillåts inte av skogsvårdslagen och i realiteten kan man här välja andra skötselmodeller. Det alternativet täcks inte in av detta arbete.

Studierna av tillväxtförluster orsakade av uttag i slutavverkning motsvarar inte helt förhållandena i praktisk drift. I studierna har oftast allt ris tagits bort på ytorna med uttag, medan riset spritts jämnt på de ytor där inget uttag skett. I praktiskt bruk lämnas en del ris kvar och ris körs ner i marken av maskinerna. Då inget uttag sker, lämnas oftast ris i högar eller strängar (Jacobson m.fl. 1999). Detta kan innebära att skillnaden mellan uttag och inget uttag i praktiken blir mindre än den som erhållits i studierna.

Vid praktiskt skogsbruk kan en mängd olika skötselmodeller väljas beroende på markägarens syften och preferenser. Markägaren kan välja att göra många eller få gallringar, försiktiga eller kraftiga gallringar, höggallringar, låggallringar eller andra former av uttag. Indelningspaketet, i den form det använts för att gene-

rera exemplen, tenderar att lägga gallringarna sent under omloppstiden och att sätta in relativt få gallringar. Detta påverkar kostnaden för tillväxtförlusterna. Denna effekt kan belysas med hjälp av känslighetsanalyserna (tabell 12 för uttag i slutavverkning och tabell 21 för uttag i gallring).

Askåterföring

Skogsstyrelsen (1998b) rekommenderar att kompensationsgödning främst sker genom återföring av aska. Återföring av askan efter förbränning av skogsbränsle kan ses som en del i ett kretsloppstänkande. Egnell m.fl. (1998) och Skogsstyrelsen (Anon. 1998a) rekommenderar en återföring av högst 3 ton torrsvikt per hektar på grund av risken för negativa miljöeffekter.

Askåterföring har i studier visat sig kunna ge positiva tillväxteffekter på bördig fastmark i södra Sverige (Jacobson 1997). Dessa effekter kan kompensera för tillväxtnedsättningar orsakade av bränsleuttaget. Studier av askåterföring i norra Sverige antyder dock att askåterföring kan ge negativa tillväxteffekter på medelgoda marker. Dessa är då additiva till de tillväxtförluster som kan orsakas av bränsleuttag (Jacobson 1997). I ett sådant scenario skulle uttagkostnaden minskas på en del marker i söder men ökas i norr. Storleken på förändringen skulle motsvaras av känsligheten för förändrad omloppstid orsakad av bränsleuttag (tabell 8).

Kostnaden för askåterföringen anges av Andersson m.fl. (1998) till mellan 240 och 530 kr/ton TS. En viktig fråga är vem som skall betala denna kostnad. Enligt samma källa ligger bränsleförbrukarens kostnad för deponi av askan mellan 275 och 675 kr/ton TS inklusive deponiskatt. Detta skulle kunna göra askåterföring till en ren vinst för bränsleförbrukaren, varför markägaren inte skulle behöva betala för detta. En viss betalningsvilja för askåterföringen kan finnas, om detta ger möjligheter till uttag av skogsbränsle utan tillväxtförlust och om återföringen bidrar till att öka nuvärdena.

Slutsatser

I ett långsiktigt perspektiv kan kostnaderna för tillväxtförluster sänka nettointäkten för skogsbränsleuttag i slutavverkning, om inga kompenserande åtgärder vidtas. I allmänhet bör dock nettoresultatet i dagsläget fortfarande bli positivt, förutsatt att kostnaden för sönderkörningar av skogsmark, diken och vägar hålls på en rimlig nivå. Om skogsbränsleuttag möjliggör snabbare beståndsanläggning genom att hindrande ris tas bort, kan kostnaderna för tillväxtförlusterna minskas drastiskt.

Vid uttag i förstagallring kan kostnaderna för tillväxtförluster bli höga och, tillsammans med höga drivningskostnader, göra att uttaget kan bli dyrt. Utveckling av teknik och metoder pågår dock (Brunberg 1998) och kostnaderna för skogsbränsleuttaget kan komma att sänkas i framtiden. Detta kan ge ett större utrymme för kostnader orsakade av tillväxtförluster.

Kalkylerna på skogsbränsleuttag i gallring förutsätter att skötselmodeller och beståndskarakteristik inte förändras av uttaget. En förändrad skötselmodell där

skogsbränsleuttaget integreras med gagnvirkesuttaget, kan dock påverka beståndets karaktär och därmed hela kostnads- och intäktsbilden. Förstagallring i kombination med uttaget av skogsbränsle kan i ett sådant scenario utföras tidigare, vilket bl.a. medför att uttaget får klenare dimensioner och att tillväxtnedsättningarna förändras på grund av att den löpande tillväxten inte är den samma i ett yngre bestånd som i ett äldre. Detta kan i sin tur leda till förändrad volymproduktion och förändrad kvalitetsutveckling. Rent konkret kan dock ett sådant scenario resultera i tidigare, och därmed dyrare, förstagallringar men också högre netto i följande gallringar och i slutavverkning. Beroende på hur mycket dyrare förstagallringen blir, hur stor kvalitets- och produktionsvinst som erhålls vid kommande gallringar och slutavverkning samt hur tillväxtnedsättningen förändras, kan kostnaden för tillväxtförlusterna därigenom minska. Kalkyler på ett sådant scenario ryms dock inte inom ramen för detta arbete.

Vid uttag i både slutavverkning och gallring påverkas kostnaderna för tillväxtförluster av många olika faktorer som är osäkra, som inte är oberoende av varandra och som varierar mellan olika bestånd. Tillväxtnedsättningens storlek, vald skötselmodell, ekonomiskt resultat för övriga åtgärder, framtida teknisk utveckling på avverknings- och skogsvårdssidan, framtida efterfrågan på skogsprodukter, framtida priser och prisrelationer, möjligheter till kompensationsgödsling och avbarnning är några exempel. Tillväxtförlusterna kommer därför att vara en viktig faktor att ta hänsyn till oavsett teknik och metod för uttaget, framförallt vid uttag i gallringar där kalkylexemplen och känslighetsanalyserna antyder att kostnaden kan bli stor.

Den här presenterade analysen väcker ett antal frågor. De viktigaste faktorerna som påverkar kostnaderna för tillväxtförluster *vid praktiskt bruk* är till stor del dåligt kända. Hur stora och långvariga är de verkliga tillväxtnedsättningarna? Ökar plantöverlevnaden efter skogsbränsleuttag och i så fall varför? Vad ligger bakom markägarens beslut att ta ut skogsbränsle trots låga nettointäkter och okända framtida konsekvenser? Vidare har bara konsekvenserna vid återbeskogning genom plantering behandlats. Vilka ekonomiska konsekvenser får skogsbränsleuttag på objekt som självföryngras? Ökar frösådden tack vare bränsleuttag och, i så fall, hur påverkas då ekonomin?

Så länge det konventionella skogsbruket är lönsamt kommer dock en eventuell tillväxtförlust alltid att innebära kostnader som bör vägas mot nyttan av bränsleuttaget. Detta oavsett teknisk utveckling och framtida prisrelationer.

Referenser

- Andersson, G., Brunberg, T. & Westerling, S. 1990. Underlag för produktionsnormer för maskinell markberedning. Redogörelse nr 2 1990. SkogForsk, Uppsala.
- Andersson, G. & Westerberg, D. 1998. Beskrivning av askproduktion vid bibränsleledade värmeverk och återföring av askan till skogen. Arbetsrapport in prep. SkogForsk, Uppsala.
- Anon. 1985. Prissättning av plantering med rotade plantor och rör samt barrotsplantor och hacka. Stencil 1985-04-03. Stora skog AB, Falun.
- Anon. 1994. Praktisk skogshandbok. Sveriges skogsvårdsförbund, Djursholm.
- Anon. 1996. Energiläget i siffror 1996. Närings och Teknikutvecklingsverket, Stockholm.
- Anon. 1998a. Skogsstyrelsens författningssamling 1998:5. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Anon. 1998b. Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödning, 1998-11-16. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Arlinger, J., Brunberg, B., Eriksson, M. & Thor, M. Kvalitetskrav, råvaruutnyttjande och kostnader vid kraftigt ökad användning av skogsbränsle – slutrapport för ett Optiträprojekt. Arbetsrapport nr 386 1998. SkogForsk, Uppsala.
- Berg, S. 1995. Terrängtypsschema för skogsarbete.Handledning. SkogForsk, Uppsala.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1998. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages. 1. Effect of slash removal, vegetation development, and roe deer density. *Forest Ecology and Management* 105: 283–293.
- Björkdahl, G. 1983. Höjdtutveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. Stencil nr 18. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Garpenberg.
- Brunberg, B. 1998. Teknik- och metodutveckling på en växande skogsbränslemarknad. Redogörelse nr 5, Utvecklingskonferens -98. SkogForsk, Uppsala.
- Brunberg, T. 1990. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Stencil 1990-06-23. SkogForsk, Uppsala.
- Egnell, G. & Leijon, B. 1996. Kortsiktiga effekter på skogsproduktionen av helträdsuttag i gallring och slutavverkning. Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring. Konferens på Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien den 5 juni 1996. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademiens tidskrift 13: 73–82
- Egnell, G. & Leijon, B. 1997. Effects of different levels of biomass removal in thinning on short-term production of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 12: 17–26
- Egnell, G., Nohrstedt, H-Ö., Weslien, J., Westling, O. & Örlander, G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Rapport 1 1998. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Eriksson, L-G. 1994. Mängden trädrester efter trädbränsleskörd. Projekt skogskraft, rapport nr 20. Vattenfall support AB, Vällingby.
- Von Hofsten, H. 1993. Donaren 380 MIDAS i gröntis. Resultat nr 25 1993. SkogForsk, Uppsala.
- Jacobson, S. 1997. Återföring av aska kan ge tillväxtförluster. Resultat nr 23 1997. SkogForsk, Uppsala.
- Jacobson, S. 1998. Skogsbränsleuttag och askåterföring – ett naturligt kretslopp? Redogörelse nr 5, Utvecklingskonferens -98. SkogForsk, Uppsala.

- Jacobson, S. & Filipsson, J. 1999. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning – jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. Arbetsrapport nr 422, 1999. SkogForsk, Uppsala.
- Johansson, A. 1997. Kostnader och intäkter i svenskt skogsbruk 1995-1996. Resultat nr 25 1997. SkogForsk, Uppsala.
- Jonsson, B., Jacobsson, J. & Kallur, H. 1993. The Forest Management Planning Package. Theory and application. Studia Forestalia Suecica 189.
- Lämås, T., Thuresson, T. & Holm, S. 1996. A Cost Function Estimating the Loss due to Extended Rotation Age. *Scand. J. For. Res.* 11: 193–199.
- Lönner, G., Danielsson, B-O., Vikinge, B., Parikka, M., Hektor, B. & Nilsson, P-O. 1998. Kostnader och tillgänglighet för trädbränslen på medellång sikt. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skog-industri-marknad studier. Rapport nr 51. Uppsala.
- Marklund, L-G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering. Rapport nr 45. Umeå.
- Nilsson, U., Örländer, G., Erixon, M. & Pettersson, M. 1994. Hyggesåldersförsöket. Redovisning av resultat från åren 1989–1993. Arbetsrapport nr 6. Sveriges lantbruksuniversitet, Enheten för sydsvensk skogsforskning. Alnarp.
- Price, C. 1989. *The Theory and Application of Forest Economics*. Basil Blackwell Ltd. Oxford.
- Sinclair, E., Leijon, B. & Albrektson, A. 1992. Plantöverlevnad och tillväxt efter helträdsutnyttjande – sammanställning av fältförsök. Rapport från Vattenfall Utveckling AB, Projekt Bioenergi nr 7.
- Weslien, J. 1998. Muntligt meddelande. SkogForsk.
- Wibe, S. 1988. Hur hög är den ”skogliga räntan”? Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsekonomi. Skogsfakta konferens nr 11, Uppsala.
- Örländer, G. 1998. Skärmar, markberedning och andra skogsskötselåtgärder – kan de minska snytbaggescadorna? *K. Skogs- o. Lantbr.akad. Tidskr.* 137:15, 1998. Stockholm.

Bilaga 1,

Beskrivning av exempelbestånd och uttag

Samtliga volymer anges i m³sk.

Tall, norra Sverige

H100 TALL 18.7 H100 GRAN 17.0 IMP.% 0.0
PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITE TALL 4.6 GRAN 0.0 SKÖTSELGRUPP 0
FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.55 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 40% NORMAL HÖGGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | | UTTAG | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | | | |
|--------------|------------|------|-------|--------|----|----|---|-----|-------|-------|--------|---|---------|----|----------|-----|--------|-----|-------------|------|------|------|
| | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | | | | T | G | L | C | | | | T | G | L | C | | | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 35 | 78 | 1302 | 211 | 87 | 2 | 11 | 0 | | | | | | | | | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 2.2 | 0.12 | 15.4 | |
| 40 | 107 | 1291 | 225 | 86 | 3 | 12 | 0 | | | | | | | | | 6.1 | 2.7 | 5.9 | 2.7 | 0.16 | 19.1 | |
| 45 | 136 | 1292 | 237 | 84 | 3 | 13 | 0 | | | | | | | | | 6.1 | 3.1 | 5.7 | 3.0 | 0.40 | 22.3 | |
| 50 | 164 | 1282 | 249 | 83 | 3 | 13 | 0 | | | | | | | | | 6.0 | 3.4 | 5.5 | 3.3 | 0.48 | 25.1 | |
| 55 | 189 | 1255 | 259 | 83 | 4 | 14 | 0 | | | | | | | | | 5.8 | 3.6 | 5.1 | 3.4 | 0.72 | 27.4 | |
| 60 | 214 | 1238 | 270 | 82 | 4 | 14 | 0 | 86 | 356 | 282 | 89 | 1 | 10 | 29 | 40 | 5.7 | 3.8 | 5.1 | 3.6 | 0.54 | 29.7 | |
| 65 | 143 | 874 | 270 | 76 | 7 | 17 | 0 | | | | | | | | | 3.0 | 3.7 | 2.8 | 3.5 | 0.22 | 20.2 | |
| 70 | 166 | 866 | 280 | 76 | 7 | 17 | 0 | | | | | | | | | 4.9 | 3.8 | 4.7 | 3.6 | 0.28 | 22.6 | |
| 75 | 193 | 858 | 289 | 75 | 8 | 17 | 0 | | | | | | | | | 5.8 | 3.9 | 5.4 | 3.7 | 0.32 | 25.3 | |
| 80 | 216 | 861 | 296 | 74 | 8 | 17 | 0 | | | | | | | | | 5.0 | 4.0 | 4.6 | 3.8 | 0.36 | 27.5 | |
| 85 | 237 | 852 | 302 | 74 | 9 | 18 | 0 | | | | | | | | | 4.5 | 4.0 | 4.1 | 3.8 | 0.40 | 29.3 | |
| 90 | 257 | 844 | 308 | 73 | 9 | 18 | 0 | | | | | | | | | 4.5 | 4.1 | 4.0 | 3.8 | 0.44 | 31.1 | |
| 95 | 276 | 836 | 313 | 73 | 9 | 18 | 0 | | | | | | | | | 4.3 | 4.1 | 3.8 | 3.8 | 0.48 | 32.7 | |
| 100 | 295 | 828 | 318 | 73 | 10 | 18 | 0 | | | | | | | | | 4.4 | 4.1 | 3.9 | 3.8 | 0.52 | 34.3 | |

Gran, norra Sverige

H100 TALL 20.8 H100 GRAN 19.3 IMP.% 0.0
PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITE TALL 4.2 GRAN 3.6 SKÖTSELGRUPP 0
FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.55 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 40% NORMAL HÖGGALLRING
ÅTERK. GALLRINGAR: A= 0.55 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 40% NORMAL GENOMGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | | UTTAG | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | | | |
|--------------|------------|------|-------|--------|----|---|---|-----|-------|-------|--------|----|---------|----|----------|-----|--------|-----|-------------|------|------|------|
| | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | | | | T | G | L | C | | | | T | G | L | C | | | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 43 | 80 | 1289 | 234 | 47 | 47 | 6 | 0 | 24 | 223 | 251 | 66 | 29 | 6 | 17 | 29 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 1.9 | 0.10 | 14.7 | |
| 48 | 80 | 1080 | 241 | 37 | 56 | 6 | 0 | | | | | | | | | 4.8 | 2.2 | 4.7 | 2.2 | 0.12 | 14.1 | |
| 53 | 112 | 1088 | 255 | 35 | 58 | 6 | 0 | | | | | | | | | 6.6 | 2.6 | 6.4 | 2.6 | 0.16 | 18.0 | |
| 58 | 151 | 1080 | 266 | 34 | 60 | 6 | 0 | 48 | 350 | 266 | 35 | 61 | 4 | 32 | 32 | 8.0 | 3.1 | 7.8 | 3.0 | 0.24 | 22.1 | |
| 63 | 128 | 742 | 276 | 32 | 61 | 7 | 0 | | | | | | | | | 5.1 | 3.2 | 4.9 | 3.2 | 0.20 | 18.0 | |
| 68 | 159 | 743 | 288 | 31 | 62 | 7 | 0 | | | | | | | | | 6.7 | 3.5 | 6.4 | 3.4 | 0.28 | 21.2 | |
| 73 | 197 | 741 | 299 | 30 | 64 | 6 | 0 | | | | | | | | | 7.9 | 3.8 | 7.6 | 3.7 | 0.36 | 24.8 | |
| 78 | 232 | 737 | 307 | 29 | 64 | 6 | 0 | | | | | | | | | 7.5 | 4.0 | 7.0 | 3.9 | 0.46 | 27.7 | |
| 83 | 264 | 739 | 313 | 29 | 65 | 6 | 0 | | | | | | | | | 6.8 | 4.2 | 6.3 | 4.0 | 0.52 | 30.3 | |
| 88 | 296 | 730 | 319 | 28 | 66 | 6 | 0 | | | | | | | | | 7.1 | 4.3 | 6.4 | 4.2 | 0.62 | 32.8 | |
| 93 | 327 | 727 | 323 | 28 | 66 | 6 | 0 | | | | | | | | | 6.9 | 4.5 | 6.2 | 4.3 | 0.68 | 35.2 | |
| 98 | 356 | 714 | 328 | 28 | 66 | 6 | 0 | | | | | | | | | 7.0 | 4.6 | 5.8 | 4.4 | 1.24 | 37.3 | |

Tall, mellersta Sverige

H100 TALL 22.7 H100 GRAN 21.6 IMP.% 0.0
 PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITETE TALL 4.1 GRAN 2.9 SKÖTSELGRUPP 0
 FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.55 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 40% NORMAL HÖGGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | | UTTAG | | | | | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | | | | | |
|--------------|------------|------|------|----|-------|---|--------|----|-------|-----|-----|----|------|-----|-------|-----|---------|-----|----------|------|------|-----|-------------|-----|-------|-----|-----|------|
| | VOL | | ST/H | | KR/M3 | | TRSLBL | | | | VOL | | ST/H | | KR/M3 | | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | T | G | L | C | T | G | L | C | T | G | L | C | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 39 | 152 | 1692 | 244 | 71 | 28 | 1 | 0 | 60 | 461 | 257 | 71 | 29 | 1 | 27 | 39 | 0.0 | 3.9 | 0.0 | 3.9 | 0.20 | 22.8 | | | | | | | |
| 44 | 121 | 1292 | 247 | 72 | 27 | 1 | 0 | | | | | | | | | 5.9 | 4.2 | 5.7 | 4.1 | 0.16 | 17.8 | | | | | | | |
| 49 | 157 | 1323 | 264 | 73 | 25 | 1 | 0 | | | | | | | | | 7.4 | 4.5 | 7.1 | 4.4 | 0.22 | 21.5 | | | | | | | |
| 54 | 193 | 1314 | 280 | 74 | 24 | 1 | 0 | | | | | | | | | 7.5 | 4.8 | 7.2 | 4.7 | 0.26 | 24.9 | | | | | | | |
| 59 | 228 | 1305 | 293 | 75 | 23 | 1 | 0 | | | | | | | | | 7.3 | 5.0 | 7.0 | 4.9 | 0.32 | 27.8 | | | | | | | |
| 64 | 260 | 1308 | 304 | 76 | 23 | 1 | 0 | | | | | | | | | 6.7 | 5.1 | 6.4 | 5.0 | 0.36 | 30.3 | | | | | | | |
| 69 | 293 | 1299 | 314 | 76 | 23 | 1 | 0 | | | | | | | | | 7.0 | 5.2 | 6.6 | 5.1 | 0.42 | 32.8 | | | | | | | |
| 74 | 326 | 1289 | 324 | 76 | 22 | 2 | 0 | | | | | | | | | 7.1 | 5.4 | 6.6 | 5.2 | 0.48 | 35.2 | | | | | | | |
| 79 | 358 | 1278 | 332 | 76 | 22 | 2 | 0 | | | | | | | | | 7.1 | 5.5 | 6.5 | 5.3 | 0.54 | 37.5 | | | | | | | |
| 84 | 388 | 1274 | 340 | 77 | 22 | 1 | 0 | | | | | | | | | 6.9 | 5.6 | 5.9 | 5.3 | 1.04 | 39.6 | | | | | | | |

Gran, mellersta Sverige

H100 TALL 26.5 H100 GRAN 26.4 IMP.% 8.3
 PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITETE TALL 4.5 GRAN 4.0 SKÖTSELGRUPP 0
 FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.60 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 35% SVAG GENOMGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | | UTTAG | | | | | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | | | | | |
|--------------|------------|------|------|----|-------|---|--------|----|-------|-----|-----|----|------|-----|-------|------|---------|------|----------|------|------|-----|-------------|-----|-------|-----|-----|------|
| | VOL | | ST/H | | KR/M3 | | TRSLBL | | | | VOL | | ST/H | | KR/M3 | | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | T | G | L | C | T | G | L | C | T | G | L | C | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 25 | 83 | 1546 | 224 | 31 | 61 | 8 | 0 | | | | | | | | | 0.0 | 3.4 | 0.0 | 3.3 | 0.09 | 15.8 | | | | | | | |
| 30 | 135 | 1535 | 245 | 29 | 63 | 8 | 0 | | | | | | | | | 10.4 | 4.5 | 10.3 | 4.5 | 0.15 | 22.0 | | | | | | | |
| 35 | 188 | 1547 | 265 | 28 | 64 | 8 | 0 | 62 | 509 | 266 | 29 | 63 | 8 | 33 | 33 | 11.0 | 5.4 | 10.7 | 5.4 | 0.24 | 27.6 | | | | | | | |
| 40 | 166 | 1047 | 279 | 28 | 64 | 8 | 0 | | | | | | | | | 8.1 | 5.8 | 7.9 | 5.7 | 0.22 | 23.0 | | | | | | | |
| 45 | 211 | 1095 | 297 | 27 | 65 | 8 | 0 | | | | | | | | | 9.4 | 6.2 | 9.1 | 6.1 | 0.28 | 27.4 | | | | | | | |
| 50 | 255 | 1124 | 307 | 27 | 64 | 9 | 0 | | | | | | | | | 9.2 | 6.5 | 8.8 | 6.4 | 0.37 | 31.2 | | | | | | | |
| 55 | 295 | 1115 | 319 | 27 | 64 | 9 | 0 | | | | | | | | | 8.4 | 6.7 | 8.0 | 6.5 | 0.46 | 34.2 | | | | | | | |
| 60 | 332 | 1103 | 328 | 27 | 64 | 9 | 0 | | | | | | | | | 7.9 | 6.8 | 7.4 | 6.6 | 0.55 | 37.0 | | | | | | | |
| 65 | 369 | 1093 | 334 | 27 | 64 | 9 | 0 | | | | | | | | | 8.0 | 6.9 | 7.4 | 6.6 | 0.63 | 39.7 | | | | | | | |

Tall, södra Sverige

H100 TALL 22.4 H100 GRAN 24.6 IMP.% 0.0
 PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITE TALL 4.7 GRAN 0.0 SKÖTSELGRUPP 0
 FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.60 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 35% SVAG HÖGGALLRING
 ÅTERK. GALLRINGAR: A= 0.55 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 40% NORMAL GENOMGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | UTTAG | | | | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | |
|--------------|------------|------|-------|--------|----|---|---|-------|------|-------|--------|----|---|----|---------|------|----------|------|-------|------|-------------|------|
| | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | | | | T | G | L | C | | | | T | G | L | C | | | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 29 | 91 | 1859 | 198 | 91 | 8 | 1 | 0 | 33 | 439 | 211 | 97 | 3 | | 24 | 36 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 3.1 | 0.16 | 17.2 | |
| 34 | 103 | 1406 | 223 | 86 | 12 | 1 | 0 | | | | | | | | | 9.1 | 4.0 | 8.9 | 4.0 | 0.20 | 17.6 | |
| 39 | 165 | 1393 | 250 | 86 | 12 | 2 | 0 | | | | | | | | | 12.9 | 5.2 | 12.5 | 5.1 | 0.34 | 24.8 | |
| 44 | 237 | 1379 | 271 | 86 | 12 | 2 | 0 | | | | | | | | | 14.7 | 6.3 | 14.2 | 6.1 | 0.48 | 32.0 | |
| 49 | 308 | 1387 | 290 | 86 | 12 | 2 | 0 | | | | | | | | | 14.9 | 7.1 | 14.2 | 7.0 | 0.62 | 38.5 | |
| 54 | 375 | 1373 | 305 | 86 | 12 | 2 | 0 | | | | | | | | | 14.1 | 7.8 | 13.4 | 7.5 | 0.74 | 44.4 | |
| 59 | 437 | 1368 | 318 | 85 | 13 | 2 | 0 | 175 | 552 | 318 | 85 | 13 | 2 | 40 | 40 | 13.9 | 8.3 | 12.6 | 8.0 | 1.36 | 49.7 | |
| 64 | 309 | 819 | 333 | 85 | 13 | 2 | 0 | | | | | | | | | 10.0 | 8.4 | 9.4 | 8.1 | 0.60 | 34.0 | |
| 69 | 357 | 849 | 345 | 85 | 13 | 2 | 0 | | | | | | | | | 10.1 | 8.6 | 9.4 | 8.2 | 0.70 | 37.9 | |
| 74 | 403 | 851 | 355 | 84 | 14 | 2 | 0 | | | | | | | | | 10.1 | 8.7 | 9.3 | 8.3 | 0.70 | 41.8 | |
| 79 | 445 | 841 | 362 | 84 | 14 | 2 | 0 | | | | | | | | | 9.2 | 8.7 | 8.3 | 8.3 | 0.86 | 45.1 | |
| 84 | 481 | 833 | 372 | 84 | 14 | 2 | 0 | | | | | | | | | 8.2 | 8.7 | 7.3 | 8.2 | 0.92 | 48.0 | |

Bland, södra Sverige

H100 TALL 25.0 H100 GRAN 27.8 IMP.% 1.3
 PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITE TALL 4.7 GRAN 4.3 SKÖTSELGRUPP 0
 FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.60 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 35% SVAG HÖGGALLRING
 ÅTERK. GALLRINGAR: A= 0.55 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 40% NORMAL GENOMGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | UTTAG | | | | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | |
|--------------|------------|------|-------|--------|----|---|---|-------|------|-------|--------|----|---|----|---------|------|----------|------|-------|------|-------------|------|
| | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | | | | T | G | L | C | | | | T | G | L | C | | | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 37 | 197 | 1938 | 237 | 77 | 23 | 0 | 0 | 61 | 389 | 246 | 90 | 10 | | 20 | 31 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 5.3 | 0.47 | 30.4 | |
| 42 | 186 | 1529 | 249 | 70 | 30 | 0 | 0 | | | | | | | | | 10.5 | 6.0 | 10.1 | 5.9 | 0.45 | 27.2 | |
| 47 | 247 | 1538 | 268 | 69 | 31 | 0 | 0 | | | | | | | | | 12.7 | 6.7 | 12.1 | 6.5 | 0.61 | 33.1 | |
| 52 | 310 | 1532 | 285 | 69 | 31 | 0 | 0 | | | | | | | | | 13.4 | 7.3 | 12.6 | 7.1 | 0.75 | 38.9 | |
| 57 | 367 | 1512 | 298 | 68 | 32 | 0 | 0 | 134 | 578 | 296 | 72 | 28 | | 38 | 36 | 12.4 | 7.8 | 11.5 | 7.5 | 0.89 | 43.9 | |
| 62 | 274 | 922 | 310 | 66 | 34 | 0 | 0 | | | | | | | | | 8.8 | 7.9 | 8.2 | 7.6 | 0.67 | 31.6 | |
| 67 | 325 | 920 | 323 | 66 | 34 | 0 | 0 | | | | | | | | | 10.8 | 8.1 | 10.1 | 7.7 | 0.77 | 36.0 | |
| 72 | 376 | 908 | 333 | 65 | 35 | 0 | 0 | | | | | | | | | 11.1 | 8.3 | 10.2 | 7.9 | 0.89 | 40.1 | |
| 77 | 414 | 897 | 341 | 65 | 35 | 0 | 0 | | | | | | | | | 8.6 | 8.3 | 7.6 | 7.9 | 0.99 | 43.2 | |

Gran, södra Sverige

H100 TALL 27.6 H100 GRAN 32.7 IMP.% 1.3
 PER-HAR-VÄRDEN AVSER PRODUKTIV AVDELNINGSAREAL MEDELKVALITE TALL 0.0 GRAN 3.9 SKÖTSELGRUPP 1
 FÖRSTA GALLRINGEN: A= 0.60 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 35% SVAG HÖGGALLRING
 ÅTERK. GALLRINGAR: A= 0.60 B= 0.0005 MIN 0 % MAX 35% SVAG HÖGGALLRING

| TOT. ÅLD. | FÖRE UTTAG | | | | | | | UTTAG | | | | | | | UTTAG % | | TILLVÄXT | | | | SJ.GAL GYTA | |
|--------------|------------|------|-------|--------|----|----|---|-------|------|-------|--------|---|----|----|---------|------|----------|------|-------|------|-------------|------|
| | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | VOL | ST/H | KR/M3 | TRSLBL | | | | STAM | VOL | BRUTTO | | NETTO | | LÖP | F.G. |
| | | | | T | G | L | C | | | | T | G | L | C | | | LÖP | MED | LÖP | MED | | |
| 23 | 119 | 2036 | 236 | 0 | 97 | 3 | 0 | | | | | | | | | 0.0 | 5.3 | 0.0 | 5.2 | 0.28 | 20.8 | |
| 28 | 190 | 2296 | 253 | 0 | 95 | 5 | 0 | 63 | 442 | 268 | | | 99 | 1 | 19 | 33 | 15.1 | 7.0 | 14.1 | 6.8 | 0.99 | 28.7 |
| 33 | 192 | 1997 | 260 | 0 | 91 | 9 | 0 | | | | | | | | | 13.6 | 8.0 | 13.1 | 7.7 | 0.47 | 27.5 | |
| 38 | 269 | 2286 | 273 | 0 | 90 | 10 | 0 | | | | | | | | | 16.0 | 9.1 | 15.3 | 8.7 | 0.67 | 35.2 | |
| 43 | 345 | 2271 | 284 | 0 | 89 | 11 | 0 | 105 | 459 | 302 | | | 95 | 5 | 20 | 30 | 16.0 | 9.9 | 15.2 | 9.5 | 0.87 | 41.7 |
| 48 | 294 | 1788 | 284 | 0 | 85 | 15 | 0 | | | | | | | | | 11.7 | 10.1 | 11.0 | 9.6 | 0.71 | 35.0 | |
| 53 | 353 | 1768 | 289 | 0 | 84 | 16 | 0 | | | | | | | | | 12.7 | 10.3 | 11.8 | 9.8 | 0.85 | 39.9 | |
| 58 | 421 | 1747 | 296 | 0 | 84 | 16 | 0 | 94 | 314 | 307 | | | 86 | 14 | 18 | 22 | 14.4 | 10.7 | 13.4 | 10.2 | 1.01 | 45.3 |
| 63 | 379 | 1415 | 300 | 0 | 83 | 17 | 0 | | | | | | | | | 11.4 | 10.7 | 10.5 | 10.2 | 0.91 | 39.9 | |
| 68 | 429 | 1398 | 305 | 0 | 83 | 17 | 0 | | | | | | | | | 10.9 | 10.7 | 9.9 | 10.2 | 1.03 | 43.8 | |
| 73 | 479 | 1383 | 310 | 0 | 83 | 17 | 0 | | | | | | | | | 11.1 | 10.8 | 9.9 | 10.1 | 1.16 | 47.5 | |

Bilaga 2,

Funktioner för biomassaberäkningarna

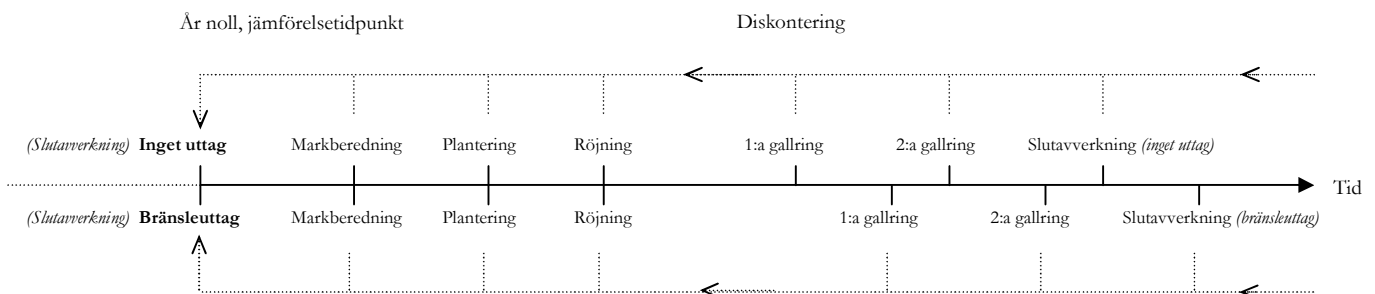
Vid beräkningen av biomassauttaget i gallring och slutavverkning har följande funktioner enligt Marklund (1988) använts.

| Trädslag | Stam | Levande grenar | Barr | Döda grenar |
|----------|------|----------------|------|-------------|
| Tall | T-1 | T-13 | T-17 | T-21 |
| Gran | G-1 | G-11 | G-15 | G-19 |
| Björk | B-1 | B-11 | – | B-15 |

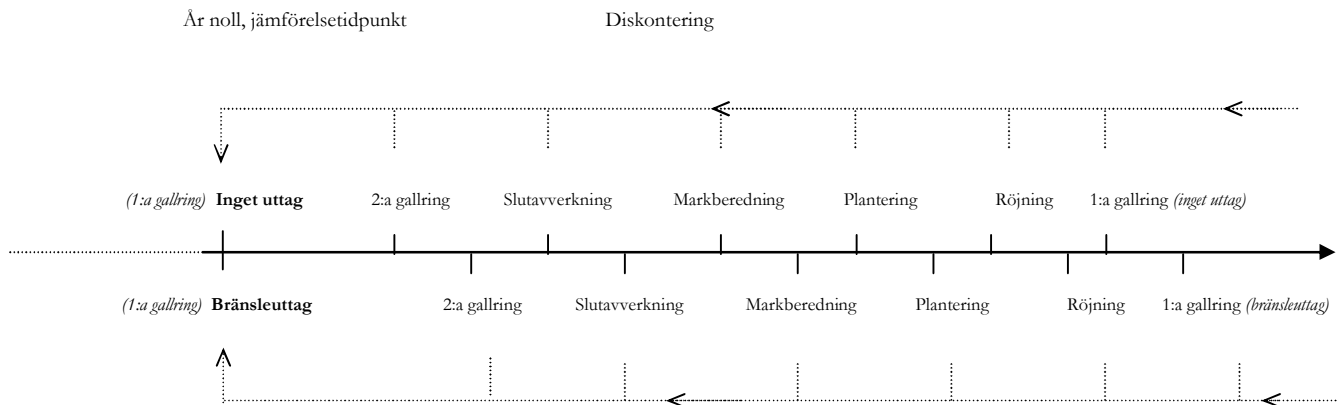
Bilaga 3,

Beräkningsmodell

I figur 3.1 och 3.2 visas schematiska skisser över beräkningsmodellen i ett exempel med två gallringar och en röjning. Samtliga kostnader och intäkter för all framtid diskonteras (streckad linje) till år noll varefter kostnaden för tillväxtförlusten beräknas som krav på intäkt från skogsbränslet för att båda alternativ skall få samma nuvärde. Närmast föregående och efterföljande åtgärd anges inom parentes i kursiv stil.



Figur 3.1. Schematisk beräkningsmodell vid uttag i slutavverkning.



Figur 3.2. Schematisk beräkningsmodell vid uttag i förstagallring.

Bilaga 4,

Trädrestklasser

Beskrivning av SkogForsks modell för trädrestklassificering (Berg 1995).

Med trädrester avses kvistar, toppar och grenar grövre än 2 cm samt stubbar grövre än 12 cm under bark. I föreliggande studie har dock stubbarna bortsetts ifrån då de ej påverkas av om skogsbränsle tas ut eller ej.

Klass 1. Terräng där högst 10 % av ytan täcks av ett lager trädrester tunnare än 10 cm.

Klass 2. Terräng där högst 60–70 % av ytan täcks av trädrester. Lager tjockare än 20 cm är sällsynt.

Klass 3. Terräng där ca 60–90 % av ytan täcks av trädrester. Lager tjockare än 30 cm är sällsynt.

Klass 4. Terräng där 90–100 % av ytan täcks av trädrester. Lager tjockare än 30 cm förekommer.

Klass 5. Terräng svårare än klass 4.

Bilaga 5,

Grundkalkyl slutavverkning

För beräkning av nuvärdena i följande tabeller har nedanstående formel använts. Beräkningen av kostnaden för tillväxtförluster har skett med formel [1] från kapitel 2.5.

$$\text{Korrigerat nuvärde} = \frac{\sum_{t=0}^T (1+r)^{-t} A_t}{1 - (1+r)^{-T}} \quad [2]$$

där:

$$\sum_{t=0}^T (1+r)^{-t} A_t = \text{nuvärde för alla in- och utbetalningar under omloppstiden (exkl. nettointäkt från bränsleuttag)}$$

$$1 - (1+r)^{-T} = \text{upprepningsfaktor}$$

r = räntesats (ex. vid 3 % ränta är $r = 0,03$)

t = år då in- eller utbetalning inträffar

T = tidsperiod (år) under vilken in- och utbetalningar sker

A_t = reala in- och utbetalningar för respektive år (exklusive nettointäkt från bränsleuttag)

Nuvärden enligt formel [2] och kostnader för tillväxtförluster enligt formel [1], 3 % ränta.

Tall, norra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | - | - | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 150 | 0 | -1 150 |
| Plantering | 1 | -3 720 | 1 | -3 631 |
| Röjning | 14 | -1 530 | 14 | -1 530 |
| Gallring | 59 | 7 400 | 61 | 7 400 |
| Slutavverkning | 99 | 61 700 | 101 | 61 700 |
| Nuvärde [2] | - | -1 239 | - | -1 233 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | -6 |

| Faktor (trärestklass bedömd till 2) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|--|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång vi plantering | 2,4 |
| Röjning | 0,0 |

Gran, norra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | - | - | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 150 | 0 | -1 150 |
| Plantering | 1 | -3 720 | 1 | -3 445 |
| Röjning | 14 | -1 530 | 14 | -1 530 |
| Gallring | 42 | 3 600 | 44 | 3 600 |
| Gallring | 57 | 9 200 | 59 | 9 200 |
| Slutavverkning | 97 | 73 900 | 99 | 73 900 |
| Nuvärde [2] | - | 1 246 | - | 1 102 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 137 |

| Faktor (trärestklass bedömd till 2) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|--|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång för plantering | 2,4 |
| Röjning | 0,0 |

Tall, mellersta Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 |
| Plantering | 1 | -5 800 | 1 | -5 372 |
| Röjning | 9 | -2 240 | 9 | -2 240 |
| Gallring | 38 | 8 000 | 40 | 8 000 |
| Slutavverkning | 83 | 106 700 | 85 | 106 700 |
| Nuvärde [2] | – | 3 425 | – | 3 123 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 277 |

| Faktor (trärestklass bedömd till 2) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|--|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång för plantering | 2,4 |
| Röjning | 0,0 |

Gran, mellersta Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 |
| Plantering | 1 | -5 800 | 1 | -5 234 |
| Röjning | 9 | -2 240 | 9 | -2 190 |
| Röjning | 18 | -2 240 | 18 | -2 240 |
| Gallring | 34 | 8 300 | 36 | 8 300 |
| Slutavverkning | 64 | 100 000 | 66 | 100 000 |
| Nuvärde [2] | – | 9 603 | – | 8 979 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 535 |

| Faktor (trärestklass bedömd till 3) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|--|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång för plantering | 4,8 |
| Röjning | 2,2 |

Tall, södra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 |
| Plantering | 1 | -5 800 | 1 | -5 372 |
| Röjning | 9 | -2 240 | 9 | -2 240 |
| Gallring | 28 | 1 600 | 30 | 1 600 |
| Gallring | 58 | 38 900 | 60 | 38 900 |
| Slutavverkning | 83 | 153 000 | 85 | 153 000 |
| Nuvärde [2] | – | 13 364 | – | 12 441 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 848 |

| Faktor (trädrestklass bedömd till 2) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|---|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång för plantering | 2,4 |
| Röjning | 0,0 |

Bland, södra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 |
| Plantering | 1 | -5 800 | 1 | -5 234 |
| Röjning | 7 | -2 240 | 7 | -2 190 |
| Röjning | 14 | -2 240 | 14 | -2 240 |
| Gallring | 36 | 7 900 | 38 | 7 900 |
| Gallring | 56 | 26 000 | 58 | 26 000 |
| Slutavverkning | 76 | 117 300 | 78 | 117 300 |
| Nuvärde [2] | – | 11 033 | – | 10 333 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 631 |

| Faktor (trädrestklass bedömd till 3) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|---|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång för plantering | 4,8 |
| Röjning | 2,2 |

Gran, södra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Markberedning | 0 | -1 300 | 0 | -1 300 |
| Plantering | 1 | -5 800 | 1 | -5 096 |
| Röjning | 6 | -2 240 | 6 | -2 130 |
| Röjning | 14 | -2 240 | 14 | -2 240 |
| Gallring | 27 | 8 900 | 29 | 8 900 |
| Gallring | 42 | 20 800 | 44 | 20 800 |
| Gallring | 57 | 19 100 | 59 | 19 100 |
| Slutavverkning | 72 | 118 500 | 74 | 118 500 |
| Nuvärde [2] | – | 19 727 | – | 18 660 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 947 |

| Faktor (trädrestklass bedömd till 4) | Minskning av grundkostnad vid uttag av skogsbränsle, % |
|---|---|
| Plantering | |
| – ökad plantöverlevnad | 5,0 |
| – minskad tidsåtgång för plantering | 7,1 |
| Röjning | 4,9 |

Bilaga 6,

Grundkalkyl, förstagallring

Nuvärden enligt formel [2] och kostnad för tillväxtförluster enligt formel [1], 3 % ränta. Observera att tidpunkterna för alternativet med skogsbränsleuttag redovisas avrundade till hela år men är beräknade med en decimal (se tabell 15).

Tall, norra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Slutavverkning | 40 | 61 700 | 41 | 61 700 |
| Markberedning | 40 | -1 150 | 41 | -1 150 |
| Plantering | 41 | -3 720 | 42 | -3 720 |
| Röjning | 54 | -1 530 | 55 | -1 530 |
| Gallring | 99 | 7 400 | 100 | 7 400 |
| Nuvärde [2] | – | 18 535 | – | 17 798 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 699 |

Gran, norra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Gallring | 15 | 9 200 | 16 | 9 200 |
| Slutavverkning | 55 | 73 900 | 57 | 73 900 |
| Markberedning | 55 | -1 150 | 57 | -1 150 |
| Plantering | 56 | -3 720 | 58 | -3 720 |
| Röjning | 69 | -1 530 | 71 | -1 530 |
| Gallring | 97 | 3 600 | 99 | 3 600 |
| Nuvärde [2] | – | 20 691 | – | 19 813 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 830 |

Tall, mellersta Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Slutavverkning | 45 | 106 700 | 46 | 106 700 |
| Markberedning | 45 | -1 300 | 46 | -1 300 |
| Plantering | 46 | -5 800 | 47 | -5 800 |
| Röjning | 54 | -2 240 | 55 | -2 240 |
| Gallring | 83 | 8 000 | 84 | 8 000 |
| Nuvärde [2] | – | 29 121 | – | 27 924 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 1 098 |

Gran, mellersta Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Slutavverkning | 30 | 100 000 | 32 | 100 000 |
| Markberedning | 30 | -1 300 | 32 | -1 300 |
| Plantering | 31 | -5 800 | 33 | -5 800 |
| Röjning | 39 | -2 240 | 41 | -2 240 |
| Röjning | 48 | -2 240 | 50 | -2 240 |
| Gallring | 64 | 8 300 | 66 | 8 300 |
| Nuvärde [2] | – | 45 155 | – | 42 719 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 2 086 |

Tall, södra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Gallring | 30 | 38 900 | 31 | 38 900 |
| Slutavverkning | 55 | 153 000 | 57 | 153 000 |
| Markberedning | 55 | -1 300 | 57 | -1 300 |
| Plantering | 56 | -5 800 | 58 | -5 800 |
| Röjning | 64 | -2 240 | 66 | -2 240 |
| Gallring | 83 | 1 600 | 85 | 1 600 |
| Nuvärde [2] | – | 48 761 | – | 46 356 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 2 209 |

Bland, södra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Gallring | 20 | 26 000 | 21 | 26 000 |
| Slutavverkning | 40 | 117 300 | 42 | 117 300 |
| Markberedning | 40 | -1 300 | 42 | -1 300 |
| Plantering | 41 | -5 800 | 43 | -5 800 |
| Röjning | 47 | -2 240 | 49 | -2 240 |
| Röjning | 54 | -2 240 | 56 | -2 240 |
| Gallring | 76 | 7 900 | 78 | 7 900 |
| Nuvärde [2] | – | 53 737 | – | 50 914 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 2 540 |

Gran, södra Sverige

| Åtgärd | Utan skogsbränsleuttag | | Med skogsbränsleuttag | |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | År | Nettointäkt, kr | År | Nettointäkt, kr |
| Skogsbränsleuttag | – | – | 0 | 0 |
| Gallring | 15 | 20 800 | 16 | 20 800 |
| Gallring | 30 | 19 100 | 32 | 19 100 |
| Slutavverkning | 45 | 118 500 | 47 | 118 500 |
| Markberedning | 45 | -1 300 | 47 | -1 300 |
| Plantering | 46 | -5 800 | 48 | -5 800 |
| Röjning | 51 | -2 240 | 53 | -2 240 |
| Röjning | 59 | -2 240 | 61 | -2 240 |
| Gallring | 72 | 8 900 | 74 | 8 900 |
| Nuvärde [2] | – | 57 772 | – | 54 164 |
| Kostnad för tillväxtförluster, kr/ha [1] | | | | 3 206 |

