



Ekonomisk jämförelse mellan trakthyggesbruk och Kontinuitetskogsbruk

Profitability Comparison between Selective Cutting and Clear Cutting Forestry in Sweden

Daniel Udd och Johan Rowell

**Arbetsrapport 404 2013
Examensarbete 15hp G2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Peter Lohmander**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.slu.se/srh
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-404-SE

Ekonomisk jämförelse mellan trakthyggesbruk och Kontinuitetskogsbruk

Profitability Comparison between Selective Cutting and Clear Cutting Forestry in Sweden

Daniel Udd och Johan Rowell

Nyckelord: Skogsskötselsystem. Blädning. Tillväxtfunktioner. Skogsekonomisk lönsamhet.

Arbetsrapport 404 2013

Kandidatarbete i skogsvetenskap med företagsekonomisk inriktning, 15 hp, G2E

Jägmästarprogrammet

EX0593

Handledare: Peter Lohmander, Institutionen för skogsekonomi, SLU

Examinator: Matti Stendahl, Skogens produkter och marknader, SLU

Sammanfattning

Det finns idag två olika skötselsystem som anses vara lämpliga för Svenskt skogsbruk, trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk. Trakthyggesbruket är mycket dominerande i svenskt skogsbruk och har traditionellt sett de senaste årtiondena ansetts vara ekonomiskt lönsammare än kontinuitetsskogsbruket. Ny forskning från Finland säger dock motsatsen, att kontinuitetsskogsbruket har högre ekonomisk lönsamhet.

Målet med rapporten är att undersöka och jämföra lönsamhet vid olika räntenivåer från två skötselsystem, kontinuitetsskogsbruk och trakthyggesbruk samt undersöka hur lönsamheten påverkas av olika virkespriser och flyttkostnader.

Nuvärde valdes som ett lämpligt kriterium för att jämföra lönsamhet mellan de två olika skötselsystemen. Årlig nettoavkastning utsågs som ytterligare ett kriterium vid jämförelsen. Ett bestånd simulerades från grunddata på fullskiktade bestånd och sedan användes tillväxtfunktioner uppbyggda i Excell för att optimera och beräkna lönsamhet vid olika räntor med både trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk. En känslighetsanalys på virkespriser och flyttkostnader genomfördes för att se hur mycket detta påverkade lönsamheten.

Kontinuitetsskogsbruket fick högre nettonuvärde vid alla testade räntor. Vid högre virkespriser och flyttkostnader minskade skillnaden i nettonuvärde mellan metoderna. Trakthyggesbruket fick 8 % högre årlig nettoavkastning än kontinuitetsskogsbruket när den årliga avkastningen optimerats utan ränta.

Nyckelord: Skogsskötselsystem, Blädning, Tillväxtfunktioner, Skogsekonomisk lönsamhet.

Summary

There are currently two different management systems that are considered appropriate for Swedish forestry, clear cutting and continuous cover selective cutting forestry. The clear cutting method is very dominant in Swedish forestry and has traditionally been in the last few decades considered economically more profitable than selective cutting forestry. New research from Finland, however says the opposite, that selective cutting forestry has higher profitability.

The goal of this report is to examine and compare the profitability of the two management systems with different interest rates and also how selective cutting and clear cutting forestry profitability is affected by various timber prices and relocation costs.

Present value was chosen as an appropriate criterion for comparing the profitability of the two different management systems. Annual net income was appointed as an additional criterion for the comparison. The stand was simulated from data on a uneven-aged spruce stands and then used growth functions built in Excel to optimize and calculate profitability at different interest rates with both clear cutting and selective cutting forestry. A sensitivity analysis on timber prices and relocation costs were conducted to see how much this impacted profitability.

Selective cutting forestry had higher net present value at all tested interest rates. At higher timber prices and relocation costs, the difference in net present value between methods became smaller. The clear cutting method received 8% more annual net return than selective cutting forestry when optimized without interest.

Key words: Management method, Uneven-aged forestry, Growth functions, Profitability.

Inledning

Det finns idag två olika skogskötselsystem som anses vara lämpliga för Svenskt skogsbuk. Det vanligaste kötselsystemet är trakthyggesbruk, där skogen är enskiktad bestående av träd i ungefär samma ålder och storlek. Åtgärderna startas redan i ett tidigt skede efter slutavverkningen med föryngring som antingen sker naturligt eller genom plantering och åtföljs därefter av gallring. Det sista stadiet i kötselsystemet är slutavverkning där i stort sett alla träd avverkas (Enström, 1996).

Vid diskussioner om alternativ till trakthyggesbruket har allt oftare på senare tid begreppet kalhyggesfritt (Zaremba, 2012) och kötselmetoden blädning kommit på tal. Metoden innebär att träden i ett fullskiktat bestånd gallras, men där skogen förblir fullskiktad även efter gallring. Avverkningen koncentreras till de större träden och där de mindre sparas för att trygga återväxten (Enström, 1996). Fullskiktad skog är skog där det finns träd i olika storlekar jämnt fördelat i beståndet och det grövsta trädet är minst 25 cm i brösthöjd (Lundqvist 2009).

I Sverige har det tidigare under krigsåren vid andra världskriget bedrivits plockhuggning och diameterhuggning vilket är en form av avverkning som liknar blädning. Konsekvenserna av de intensiva avverkningarna förde med sig att produktionen i skogen blev mycket låg med medföljande virkesbrist i Sverige (Ekelund & Hamilton, 2001). Det verkar dock vara oklart om detta berodde på det kontinuerliga kalhyggesfria skogsbruket eller virkesbristen under krigsåren, som tvingade fram hårda avverkningar.

Det här gjorde att bilden av blädning eller kontinuerligt skogsbruk som är andra former av kontinuerliga avverkningar utan kalhygge, fick dåligt rykte och blev förbjudet på 1950-talet fram till år 1993 (Lundqvist 2009). Därefter tills nu har blädningens bruk varit lagligt men begränsats av paragraf 10 i skogsvårdslagen som begränsar uttaget. Detta för att säkerställa en hög produktion (Lundqvist 2009). Enligt skogsvårdslagen får inte virkesförrådet uttryckt i (m^3sk/ha) understiga en viss nivå för en angiven grundtyevägd medelhöjd. Enligt skogsvårdslagstiftningen syftar lagstiftningen till att ”främja skogens utveckling”. I Finland där det finns en liknande skogsvårdslagstiftning är ett nytt lagförslag ute på remiss. Lagförslaget innebär att skogsskötseln liberaliseras och därigenom öppnas det upp för blädningsskötsel alltså kontinuitetskogsbruk (Åkerman, 2013).

Sverige har idag 22,5 miljoner ha produktiv skogsmark (Skogsstyrelsen, 2012).

Andelen skog som har potentialen att kunna blädas är idag oklar, men 1992 gjordes en skogsutredning där arealen fullskiktad granskog i Sverige uppskattades. Kriterierna som sattes upp var att markvegetationstypen skulle vara av minst blåbärstyp, vara minst gallringsmoget där minst 70 % av grundytan består av gran, vara fullskiktad dvs, träd i alla diameterklasser, och innehar ett virkesförråd på minst $150 m^3sk/ha$. Resultatet blev att cirka 0,6 miljoner ha uppfyllde alla kriterierna (Skogsskötselserien, 2009).

Ny forskning från Finland tyder på att kontinuitetskogsbruk är lönsammare än trakthyggesbruk (Pukkala et al. 2011). De finska forskarna fann att om målet är att optimera

volymproduktion är trakthyggesbruk det bästa alternativet. Om målet istället är att få ett högt nuvärde där man inkluderar prisskillnader för massaved och timmer, ränta och anläggningskostnader är oftast kontinuitetskogsbruk det lönsammaste alternativet. Senaste forskning i Sverige tyder i huvudsak på att blädning och kontinuitetskogsbruk är mindre lönsamt än trakthyggesbruk (Wikström, 2008).

Vilket av dessa skogsskötselsystem som är mest lönsamt ur ett företagsekonomiskt perspektiv i Sverige borde därför undersökas ytterligare. Frågeställningen som arbetet kommer att försöka besvara är; vilket skötselsystem ger högst lönsamhet?

Målet med rapporten är att undersöka och jämföra lönsamhet vid olika räntenivåer från två skötselsystem, kontinuitetskogsbruk och trakthyggesbruk samt undersöka hur lönsamheten påverkas av olika virkespriser och flyttkostnader.

Material och Metod

Ekonomisk teori

Nuvärdesmetoden

I en enkel modell för ekonomisk analys jämförs de totala kostnaderna med de totala intäkterna varvid ett nettoresultat uppnås. I detta fall förutsätts att pengarna har samma värde idag som i framtiden.

För att kunna jämföra olika investeringsalternativ med varandra vid ett avkastningskrav större än noll procents ränta, krävs även att hänsyn tas till när betalningsströmmarna inträffar. Pengarna förutsätts då ha ett annat värde i framtiden än idag. En krona idag är värd mer än en krona imorgon eftersom den kronan idag kan investeras och växa med den ränta som investeringen ger. Nuvärdesmetoden används vid kalkylering av framtida kassaflöden där avkastningskravet (som också benämns som kalkylräntan) tas i beaktning. Nuvärde är det värde en framtida kostnad eller intäkt har omräknat till tidpunkt noll. Detta kallas även för att summan är diskonterad. Beslutsregeln vid kalkyleringar med nuvärde är att acceptera alla investeringar som har ett nettonuvärde större än noll. Är avkastningskravet större än förräntningen på investeringen blir nettonuvärdet negativt, och investeringen bör förkastas. Omvänt gäller då avkastningskravet är mindre än förräntningen på kapitalet (Brealey et al., 1991).

Internräntemetoden

Förräntningen på investerat kapital kan med ett annat ord benämnas som internränta. Internräntan löses ut vid nuvärdet av intäkter och kostnader är lika stora, dvs. vid ett nettonuvärde som lika med noll. Beslutsregeln vid investeringar är att acceptera en internränta som är högre än avkastningskravet (Brealey et al., 1991). Fördelen med metoden är att den är relativt lätt att förstå, då en räntesats är lättare att relatera än en nuvärdessumma. Det finns dock ett flertal nackdelar. Två av dem som kan vara mest intressant i jämförelsen mellan trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk presenteras nedan.

Internräntemetoden kan ge fel bild vid bedömningen av investeringar. Det finns flera fallgropar i fallet förlitar sig på enbart internräntan. En av de allvarligaste är att metoden inte tar hänsyn till storleken på projekten. En investering kan ge högre internränta på grund av att den har en lägre investeringskostnad. Förräntningen sker på ett mindre bundet kapital, vilket gör att det totala nettonuvärdet blir lägre än en investering som kräver en större insats och har en lägre internränta, som i slutändan ger ett högre nettonuvärde. En annat fall där internräntemetoden ger en missvisande bild är när kassaflödet fördelar sig annorlunda över tiden. Ett projekt med samma investeringskostnader men tidiga kassaflöden ger ett högre internränta, men ett lägre nettonuvärde än en investering där kassaflödesöverskottet består över en längre tid (Brealey et al., 1991)

Ränteantaganden

Som kalkylränta kan både nominell och real ränta användas. Nominell ränta innebär att räntan uttrycks inklusive inflation, vilket exempelvis är bankräntor. Real ränta är skillnaden mellan den nominella räntan och inflationen.

I skogsbruket används vanligen 2-5 % real kalkylränta. Denna räntesats består av en del alternativränta, vilket är den högsta räntan som en alternativ säker investering skulle kunna ge då vanligtvis bankräntan. En annan del består av risk, då skogsägaren behöver kompenseras av att binda kapitalet i levande träd istället för ett statiskt bankkonto. En tredje del består av hur kapitalet finansieras. Avkastningen på investeringen ska täcka kostnaden för upplånat kapital. (Håkansson & Larsson, 1998)

Det första som kan konstateras är valet av utvärderingsmetod talar för användningen av nuvärdesmetoden istället för internräntemetoden. Eftersom trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk skiljer sig åt mycket när det gäller strukturen på investeringen kan internräntemetoden ge ett missvisande resultat. Trakthyggesbruk har en stor anläggningskostnad i form av markberedning och plantering. Därefter en röjning och efterkommande gallringar för att sedan avsluta omloppstiden med en slutavverkning. Därför kommer investeringen först belastas mycket med en stor investeringskostnad och sedan avslutas med en stor intäktspost vid slutet. I kontinuitetsskogsbruket belastas inte investeringen alls av några anläggningskostnader eftersom skogen består av olika diameterklasser som sedan växer in och tar den plats som de större avverkade träden tog. Kassaöverskottet fördelas även jämnt över tiden, då avverkningen i kontinuitetsskogsbruket sker regelbundet (Karlsson, 2006)

Bestånd och antaganden

Avgränsningar

Marktypen på provytorna i den finska studien var Oxalis-Myrtillus, dvs harsyra och blåbär samt Myrtillus, dvs blåbärstyp. Markfuktighetsklassen var fuktig till medelfuktig och provytorna var stationerade i centrala Finland (Tahvonen et al., 2011). Översätts det latitudmässigt hamnar jämförande område någonstans mellan Hudiksvall och Umeå vilket klassas som område norr (Hägglund & Lundmark, 1987). När tillväxtfunktionerna från den finska studien användes i modellen för det fullskiktade beståndet uppnådde beståndet en höjd på 24,5 m. Sammantaget görs bedömningen att ståndortsindex är ca G24 vilket skulle innebära att beståndet ligger mellan 5,5 och 5m³sk/ha och år vid samma marktyp som beskrivet ovan (Hägglund & Lundmark, 1987). Medelvärdet på 5,25 användes därför i funktionen för årlig tillväxt.

Antaganden

Vid lönsamhetsberäkningarna har skatt bortsetts från både nettonuvärde och årlig nettoavkastning. Händelser och priser är deterministiskt bestämda.

Kalkylräntan är real.

Grunddata

Ett grundbestånd simulerades enligt tabellen nedan och baserades på data från Ätnarova (Karlsson, 2006).

Med grundyta $20,32\text{m}^2$ och virkesförråd $168\text{ m}^{3\text{sk}}$.

Tabell 1. Antal stammar i varje diameterklass och uppskattade medeldiametern i brösthöjd

Table 1. Number of stems in each diameter class and estimated mean diameter at breast height

Diameterklass	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Medeldiameter (cm)	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43
Antal stammar	240	223	142	89	80	53	27	18	18	0

Då det inte finns data på dbh för varje träd antogs medelvärdet för avgränsningarna vara medeldiametern i brösthöjd. Tex i klass 1 som har mellan 5-9 cm antogs medeldiametern vara 7cm.

Metod vid kontinuitetsskogsbrukssimulering

För att beräkna tillväxt i ett bestånd som liknar fullskiktat med träd i många diameterklasser men nödvändigtvis inte med ett virkesförråd över $150\text{ m}^3\text{sk}$, räknar man på hur många träd i varje diameterklass som växer upp i nästa diameterklass under varje period. Den finska studien (Pukkala, et al. 2010) har analyserat växtsamband och skapat tillväxtfunktioner för ett fullskiktat bestånd. Vilka bygger på data från fältstudier och har funktioner för inväxning samt mortalitet i beståndet som grundas på grundyta och stamantal. Där stamantal höjer inväxning och grundyta sänker den. Detta beror på att om det finns för många dominerande träd i högsta trädskiktet, sänks tillväxten i de lägre trädskikten. Samtidigt som stora dominerande träd höjer grundytan. Nya plantor får därför ingen chans att etablera sig på grund av för hård konkurrens. Att optimera med hjälp av vanliga Excel solver fungerade inte på grund av att problemet var för komplext. Därför prövades optimala lösningar fram manuellt genom att ändra avverkningsintervall och avverkningsstorlek.

Den finska tillväxtfunktionen som använts bygger på följande samband:

Ekvation för beståndstillväxt

För diameterklass 1:

$$x_{1,t+1} = \phi(x_t) + [1 - \alpha_1(x_t) - \mu_1(x_t)]x_{1t} - h_{1t},$$

Beräknar antalet stammar i inom diameterklass 1 i period t+1 alltså nästa period. Där $X_{1,t+1}$ är antalet träd i diameterklass 1 med: $\phi(X_t)$: inväxning (antal träd som växer in i minsta diameterklass). $(1 - \alpha_{1+1}(X_t) - \mu_{1+1}(X_t))X_{1+t}$: träd som växer ut ur diameterklassen och träd som dör. h_{1t} : antal avverkade träd. Varje period t är tre år lång.

Ekvation för diameterklasser 2 till 9:

$$x_{s+1,t+1} = \alpha_s(x_t)x_{st} + [1 - \alpha_{s+1}(x_t) - \mu_{s+1}(x_t)]x_{s+1,t} - h_{s+1,t},$$

Beräknar antalet stammar för diameterklasserna 2-9. Där $X_{s+1,t+1}$ är antalet träd i diameterklass s+1 i period t+1 alltså antalet träd i diameterklasser över klass 1 till 9 med: X_{st} – antal träd i diameterklass s vid tidpunkt t, α_{s+1} procent träd som växer från diameterklass s+1 till övre diameterklassen. μ_{s+1} procent träd som dör i diameterklass s under perioden.

$(1 - \alpha_{s+1}(X_t) - \mu_{s+1}(X_t))X_{s+t}$: antal träd som dör, växer ur och som står där från början av perioden.

s=diameterklass (1, 2, 3.....10)

Generell modell utan tillväxt in i nästa diameterklass som användes till sista diameterklassen:

$$x_{n,t+1} = \alpha_{n-1}(x_t)x_{n-1,t} + [1 - \mu_n(x_t)]x_{nt} - h_{nt}.$$

Ett problem med funktionerna är att i Excel utfördes avverkningar, inväxning och naturlig avgång samtidigt. Detta löstes genom att nollställa de diameterklasser efter avverkning där inväxning och naturlig bortfall var omöjlig. Vilket fungerar eftersom det omöjligt kan vara något annat än noll träd i en diameterklass precis efter avverkning av alla träd i diameterklassen. På samma sätt som inga träd kan dö inom en diameterklass om det inte finns några träd i den.

Ekvation för nettointäkt

Data på volym timmer och massaved per träd i varje diameterklass bygger på data från den finska studien och har lägsta toppdiameter 16 cm för timmer respektive 6 cm för massaved (Olli Tahvonen, Timo Pukkala, Olavi Laiho, Erkki Lähde, Sami Niinimäki 2010) (Tabell 2). Kostnaden kommer från en studie från skogsstyrelsen av Peter Wikström och är per avverkad m³ i diameterklass s (Wikström. 2008).

Tabell 2. Volym i kubikmeter för timmer och massaved som tas tillvara per träd i varje diameterklass samt kostnader för uttag per kubik i varje diameterklass

Table 2. Lumber and pulpwood volume in cubic meters gained from each tree from different diameter classes and cutting costs for each cubic meter of the different diameter classes

Diameterklass	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Timmer m3 per träd	0	0	0	0,14136	0,29572	0,4546	0,66913	0,88761	1,1289	1,392
Massaved m3 per träd	0,01189	0,05148	0,12136	0,08262	0,06083	0,06703	0,04773	0,04596	0,04672	0,04119
Kostnad kr per m3	250	220	180	120	100	72,5	65	60	55	50

En egen funktion för att räkna ut netto efter avverkningar användes. Detta på grund av att den funktion som den finska studien använde var svårtydd och det var enklare att formulera en egen efter svenska förutsättningar.

Intäkterna beräknades genom följande formel:

$$I_s = T_s * V_t * T_p + T_s * V_m * M_p$$

I_s = Intäkter diameterklass s

T_p = Timmer pris = 500

M_p = Massaved pris = 300

T_s = antal träd i diameterklass s

V_t = Kubik timmer per träd i diameterklass s

V_m = Kubik massaved per träd i diameterklass s

Kostnaderna beräknades med:

4000kr fast kostnad per avverkning.

En löpande kostnad genom $LK_s = T_s * V_t * k_s + T_s * V_m * k_s$

LK_s = Kostnad för volymuttag i diameterklass s

k_s = kostnad per m³ för diameterklass s utläses av tabell 2

Nettointäkten beräknades genom att summera intäkter och kostnader för varje diameterklass för sig och sen summera dem tillsammans minus den fasta kostnaden på 4000kr.

Nettonuvärde

Nettonuvärdet beräknas genom att nettointäkter under period t diskonteras med antalet år från start med valfri ränta och sen summeras alla nuvärden tills nuvärdet går mot noll. Därefter användes en härledd formel (Lohmander, 2013) för att beräkna alla framtida nuvärden som adderades till summan av nettonuvärden.

Årlig nettoavkastning

Beräknades vid jämvikt, alltså då virkesuttaget har stabiliserats för varje uttagsintervall.

Metod vid trakthyggesoptimering

Som nämnts tidigare var utgångspunkten ett redan stående bestånd med ett visst virkesförråd. Det första som gjordes var att bestämma nästa åtgärd. Var det ekonomiskt rationellt att ta ner skogen direkt eller skulle skogen låtas växa upp? Eftersom att skogen fortfarande hade karaktären av en fullskiktad skog användes samma tillväxtfunktioner som vid kontinuitetskogsbruket fram till första slutavverkning. Detta leder till att två modeller för högsta nettonuvärde användes. Vid optimeringen användes Excel solver och evolutionary-funktionen som löser problem genom att testa många olika kombinationer och alltid behålla den bästa kombinationen tills en bättre hittas. För att metoden ska ge rimliga resultat insattes särskilda restriktioner som skulle vara uppfylla för att det slutgiltiga resultatet skulle kunna fås ut. För att förhindra att stamantalet i en diameterklass skulle anta negativa värden efter att träden flyttades upp från en diameterklass till en annan sattes den första restriktionen att stamantalet inte kunde anta negativa värden (restriktion nr 1).

För att sedan beräkna nuvärdet av alla kommande skötselåtgärder behövdes nya funktioner eftersom skogen har en annan tillväxtkurva när den är enskiktad. Funktionerna som användes kommer från ett flertal olika källor och för vidare information se appendix. En viktig faktor att ta i beaktning är att optimeringsmodellen bygger på tillväxtfunktioner från tall, vilket gör att det slutgiltiga nettonuvärdet inte helt överensstämmer med ett granbestånd. Konsekvenserna av detta tas upp i diskussionen.

Restriktionerna som sattes upp i modell nummer två var gallringsstyrka (nr 2), antal gallringar (nr 3), när gallring var möjlig (nr 4) och maximalt nuvärde från och med lägsta slutavverkningsålder (nr 5).

Restriktioner

1. Antal stammar i varje diameterklass ≥ 0
2. Gallringsstyrkan = $10 \% \leq$ Gallringsuttag som andel av grundyta $\leq 40 \%$
3. Antal gallringar = $1 \text{ st} \leq$ Antal gallringar $\leq 3 \text{ st}$
4. Gallringsperiod = $20 \leq$ Gallring ≤ 65 år
5. Maximalt nettonuvärde = År vid MAXnettonuvärde ≥ 70

Antalet plantor som valdes vid optimeringen var 2000 st/ha. Rekommenderat antal plantor på en G24 är 2000 till 2500 st/ha (Enström, 1996). Föryngringskostnaden belastades med posterna markberedning och plantering. Priserna är baserade på uppgifter från Skogsstatistisk årsbok 2012 men är omräknade till reala priser eftersom de var uttryckta i löpande priser. Omräkningen beräknades med hjälp av Konsumentprisindex (KPI) under perioden 2005 till 2010. KPI ökade under perioden med 8,2 % (SCB, 2013), samtidigt som de löpande priserna ökade med 26 % (Skogsstatistisk årsbok, 2012) vilket gör att den reala prisökningen under perioden var 16 %.

Skogsvårdslagen har minsta slutavverkning 70 år på en G24 i norra Sverige (Skogsstyrelsen, 2012) detta gjorde att eventuella gallringar måste ske innan 70 års ålder samtidigt som slutavverkningen också måste ske vid lägsta slutavverkningsålder eller senare. Avverkningskostnaderna är baserade på information hämtad från skogsstatistisk årsbok 2012. Priserna står i termen av löpande priser och behövde därför göras om till reala priser som räknar bort inflationen. Dessutom angavs priserna i $\text{kr}/\text{m}^3 \text{ f pb}$, vilket gjorde att detta måste omvandlas till $\text{kr}/\text{m}^3 \text{ f ub}$ för att förenkla modellen då utagen volym angavs i $\text{m}^3 \text{ f ub}$. Priserna ökades därför med 1,14 då detta är omräkningstalet från $\text{m}^3 \text{ f ub}$ till $\text{kr}/\text{m}^3 \text{ f pb}$ (Enström, 1996). Kostnaden för röjning gjordes också på samma sätt om till reala termer och sattes in 10 år efter plantering. En flyttkostnad på 4000 kr/avverkning lades in vid både gallring och slutavverkning. Anledningen till detta är att som ett exempel uppskattas flyttkostnaderna för en T18 i norra Sverige vid gallring till 3295 kr/h och vid slutavverkning 3420 kr/h (Ekholm, 2007). Eftersom skillnaden inte så stor sattes samma summa för både gallring och slutavverkning. I samma arbete konstaterades det att Stora Enso hade i snitt en kostnad på 3000 kr/flytt och Norrskog 4400 kr/flytt under 2007. Därför satte vi flyttkostnaden till 4000kr/flytt vid både gallring och slutavverkning för att hamna inom en rimlig kostnad år 2013. Måtten för minsta toppdiameter under bark sattes med hjälp av 2012 års prislista från SCA med måtten 5 cm för massaved och timmer 14 cm (SCA, 2012).

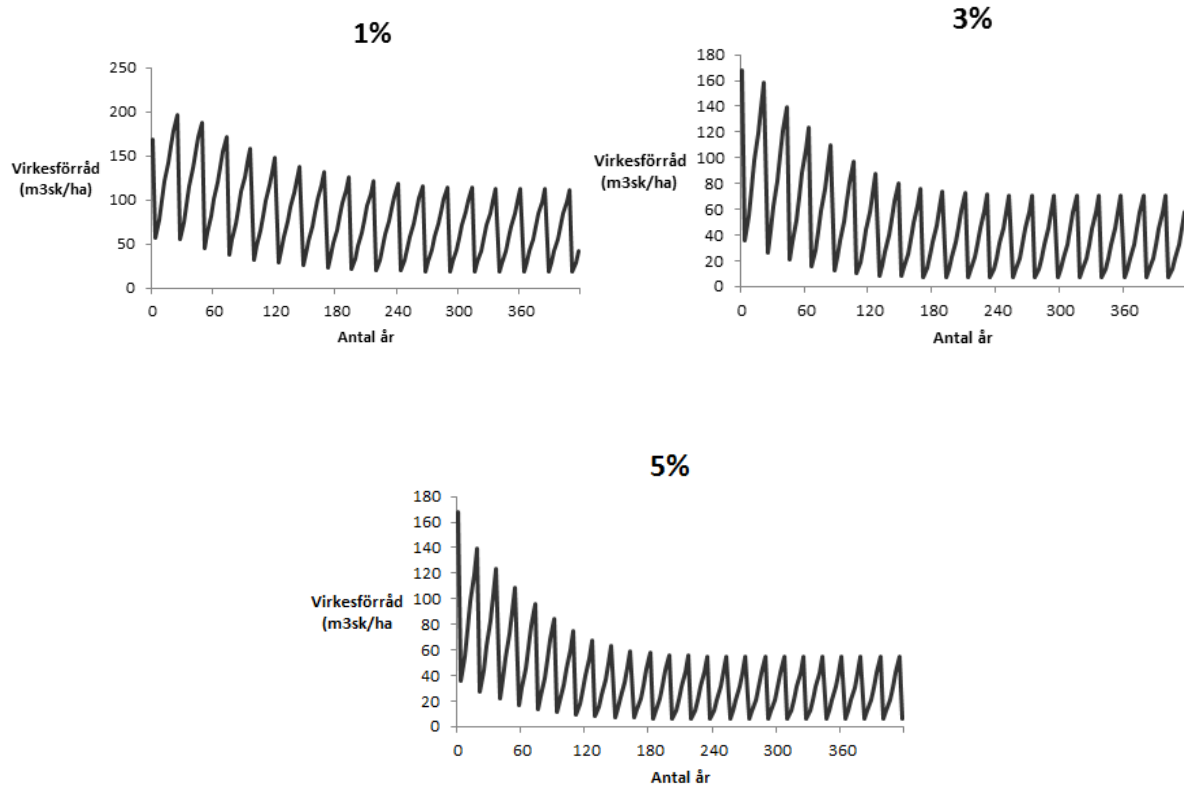
Bonitetet (m3 sk/ha & år)	5,25
Antal plantor (st/ha)	2000
Antal gallringar (antal under omloppstiden)	1-3
Gallringsstyrka (uttag som andel av grund- yta)	0,1-0,4
<u>Avverkningskostnad (kr/m³f ub)</u>	
Föryngringsavverkning	87
Gallring	150
<u>Föryngringskostnad (kr/ha)</u>	
Plantering	6211
Lägsta slutavverkningsålder	70
<u>Röjningskostnad (kr/ha)</u>	
	2480
<u>Flyttkostnad (kr/avverkningstillfälle)</u>	
	4000
Minsta toppdiameter massaved (toppmätt ub)	5
Minsta toppdiameter timmer (toppmätt ub)	14

Känslighetsanalys

Slutligen utfördes en känslighetsanalys av flyttkostnaderna och virkesprisernas inverkan på nettonuvärdet. Analysen är inriktad på att uppskatta relationen mellan skötselmetoderna vid ändrade kostnader. Flyttkostnaderna valdes därför att de är frekvent återkommande i kontinuitetsskogsbruket och virkesprisets inverkan antogs också ha en hög inverkan på nettonuvärdet. Alla beräkningar är gjorda vid 3 % real kalkylränta. Ingångsdata är taget från skogsstatistisk årsbok 2012 och har sedan bearbetats i datorprogrammet Minitab för att få ut spridningen i de reala timmerpriserna under perioden 1967 – 2012 (Skogsstyrelsen, 2012). De lägsta priserna är satta utefter kvartil 1 uttryckt i reala priser och de högsta priserna är satta utifrån kvartil 3 under perioden.

Resultat

Optimala medelvirkesförråd påverkas av ränta vid kontinuitetskogsbruk (Figur 1).



Figur 1. Virkesförråd före och efter avverkning vid kontinuitetskogsbruk med skötselprogramen för ränta 1, 3 och 5.

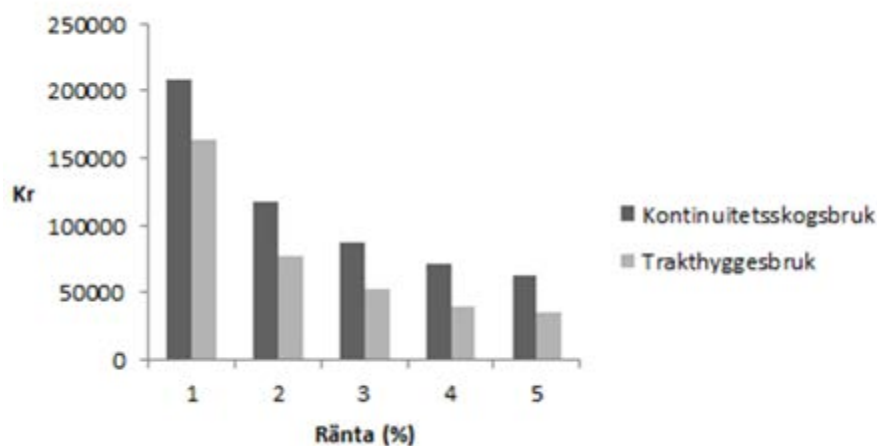
Figure 1. Standing volume before and after selective cuttings with management programs designed for interest rates 1,3 and 5.

Intervallen blir tätare och uttagen blir hårdare med högre ränta. Vilket leder till att medelvirkesförrådet också sjunker med ökande ränta.

En jämförelse mellan nettonuvarlden

Nettonuvarlden går sakta mot noll eftersom det är möjligt i modellen att avverka redan efter tre år. Något som måste tas i betänkande är att nettonuvarlden beräknats utan investeringskostnader.

Nettonuvarlden vid optimal omloppstid för trakthyggesbruk jämfördes med nettonuvarlden för kontinuitetskogsbruk. Av graferna nedan kan det konstateras att kontinuitetskogsbruket ger ett högre nettonuvarde (Figur 2 & Tabell 3). De höga nuvärdena beror till största del på att utgångsbeståndet bestod av ett virkesförråd på 168 m³/ha.



Figur 2. Nettonu värden för kontinuitetsskogsbruk och trakthyggesbruk vid ränta 1 till 5%.

Figure 2. Net present value with selective cutting and clear cutting forestry with interest rate 1 to 5%.

Internräntan för kontinuitetsskogsbruket är inte relevant då det inte sker någon grundinvestering. Det går inte heller att jämföra de båda skogsbrukssätten med hjälp av internräntemetoden, vilket också diskuteras i avsnittet som behandlar ekonomin i skogsbruket. Det är däremot mycket intressant att konstatera att kontinuitetsskogsbruket ger ett högre nettonu värde, vilket är tvärsen mot vad Wikström (2008) och flera andra i den svenska debatten hävdar. Liksom i den finska studien konstaterar vi att kontinuitetsskogsbruk ger ett högre nettonu värde vid de antaganden vi gjort. Lönsamheten i trakthyggesbruket belastas till stor del av de höga anläggningskostnaderna.

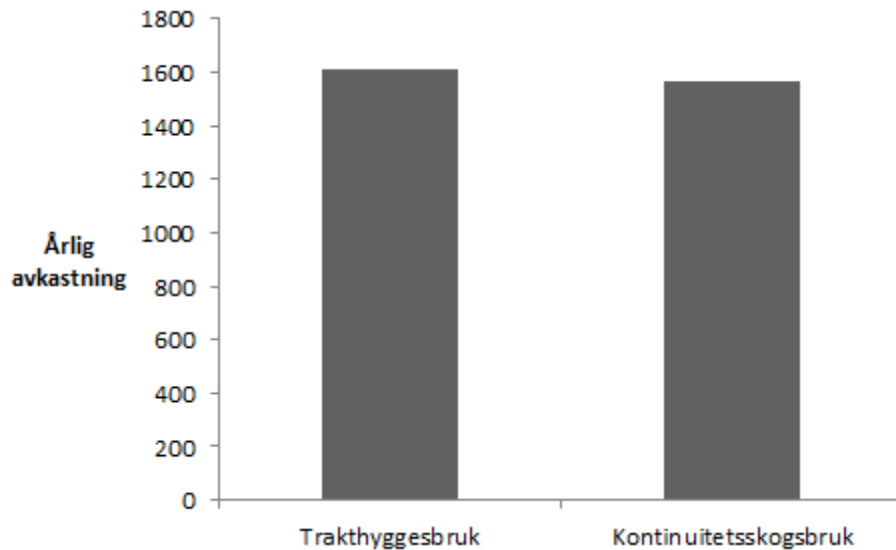
Tabell 3. Nettonu värde för Kontinuitetsskogsbruk och trakthyggesbruk vid ränta 1 till 5%

Table 3. Net present value with selective cutting and clear cutting forestry with interest rate 1 to 5%

Ränta (%)	1	2	3	4	5
Kontinuitetsskogsbruk	208241	117314	86856	71706	62455
Trakthyggesbruk	163696	77293	52240	39699	34668

Årlig nettoavkastning

Den årliga nettoavkastningen vid olika skötselprogram utformade efter ränta i kontinuitetsskogsbruket påverkas till stor del av valet av skötselprogram. Optimering av årlig nettoavkastning vid kontinuitetsskogsbruk gav det årliga nettot 1487kr/år. Med trakthyggesbrukets uppnådes resultatet 1612kr/år vid 162 års ålder (Figur 3).



Figur 3. Årlig nettoavkastning för trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk.

Figure 3. Annual net income with clear cutting and selective cutting management forestry.

Känslighetsanalys

Flyttkostnaden påverkar kontinuitetsskogsbruket mer än trakthyggesbruket, men eftersom det sker fler avverkningar under samma tidsperiod som en omloppstid i trakthyggesbruket faller det sig naturligt. När flyttkostnaden ökar minskar skillnaden marginellt till förmån för trakthyggesbruk (Tabell 4).

Tabell 4. Nettonuvärde för Kontinuitetsskogsbruk och trakthyggesbruk vid ränta 3 %

Table 4. Net present value with selective cutting and clear cutting forestry with interest rate 3 %

Flyttkostnad (kr/avverkning)	3000	4000	5000
Trakthyggesbruk	53057	52240	51425
Kontinuitetsskogsbruk	88834	86856	84995
Skillnad mellan skötselmetoderna (%)	167%	166%	165%

Virkespriserna står uttryckt som först massavedspris + timmerpris. Skillnaden i skötselmetoderna blir mindre när virkespriserna ökar (Tabell 5).

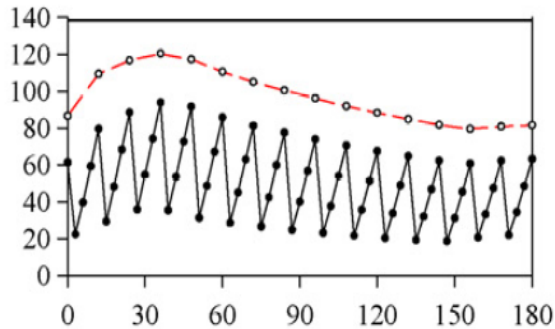
Tabell 5. Nettonuvärde för Kontinuitetsskogsbruk och trakthyggesbruk vid ränta 3 %

Table 5. Net present value with selective cutting and clear cutting forestry with interest rate 3 %

Virkespriser (m ³ f ub)	(296+461)	(300+500)	(447+570)
Trakthyggesbruk	46682	52240	71935
Kontinuitetsskogsbruk	78601	86856	107049
Skillnad mellan skötselmetoderna (%)	168%	166%	149%

Diskussion

Genom att jämföra virkesförrådet över tid i vår studie med den finska som tillväxtfunktionerna i flerskiktade bestånd tagits ifrån, går det urskilja att de börjar med ett lägre virkesförråd men hamnar på liknande nivåer när beståndet når jämvikt.



Figur 4. Virkesförråd före och efter avverkning vid kontinuitetskogsbruk med skötselprogram för ränta 3% från (Pukkala, et al. 2010).

Figure 4. Standing volume before and after selective cuttings with management programs designed for interest rate 3% from (Pukkala, et al. 2010).

Eftersom liknande resultat uppnåtts tyder det på att vår studie tolkat funktionerna på liknande sätt.

Investeringskostnaden har stor påverkan på nettonuvärdet och i verkligheten skulle förmodligen investeringskostnaden vara relativt hög för ett bestånd med 168m³sk stående per ha. Detta har dock samma påverkan oavsett om beståndet skötts som enskitat eller flerskiktat. Vilket gör att det går att bortse från den kostnaden när alternativen jämförs med varandra.

Trakthyggesbruket har lägre nettonuvärde än kontinuitetskogsbruket vid kalkylräntorna 1 till 5 %. Vid en real kalkylränta på 3 % är skillnaden i nuvärde 66 % till kontinuitetskogsbrukets fördel. Resultatet är mycket intressant eftersom att skillnaden är stor. Eftersom resultatet för den årliga nettoavkastningen var ungefärlig i båda skogsskötselmetoderna drar vi slutsatsen att det måste bero på hur och när kassaflödena är fördelade över tid. Återkopplas detta till tidigare avsnitt om ekonomi i skogsbruket är det till trakthyggesbrukets nackdel med relativt höga kostnader i början av omloppstiden samt att intäkterna infaller efter ett högt antal år.

Ett annat intressant resultat var att den optimala avverkningstidpunkten för högsta årlig nettoavkastning var vid 162 års ålder när medelproduktionen är som högst vid 129 års ålder. Detta skulle kunna bero på när gallringarna infaller och kostnaderna i början av omloppstiden.

Tillväxtfunktionerna för trakthyggesbruk och kontinuitetskogsbruk är mycket generella, vilket gör att resultatet endast kan ses som en vägledning. Vi tror att tillväxtfunktionerna är den största felkällan vid optimering. För att börja med felkällorna i trakthyggesbruksoptimeringen tror vi att den största felkällan i arbetet är troligtvis att tillväxtfunktionen för grundytan som användes i trakthyggesbruket är för tall. Anledningen till att vi inte räknade med en granfunktion var att vi trots mycket letande inte lyckades hitta någon funktion. Eftersom vi antog att tillväxten för gran och tall på en relativt ordinär bonitet som G24 var jämförbara valde vi därför att fullfölja optimeringen trots att tillväxten i själva verket beräknades på tall. Följdfrågan blir således; har vi dragit en felaktig slutsats om att kontinuitetskogsbruket är bättre?

Ett försök har gjorts för att försöka förstå vad detta får konsekvenser för beräkningarna av nettonuvärdet. Om vi börjar med att titta på vilken bonitet gran och tall har på en G24 respektive T24. För tall i norra Sverige under 200 m. ö. h. med marktypen ”lingontyp och bättre” ligger boniteten på 5,9 m³sk/ha och år. För gran i norra Sverige på marktypen ”örttyper, grästyper och mark utan fältskikt” ligger boniteten på 5,5 m³sk/ha. Det kan därför konstateras att tillväxten i själva verket troligtvis kan vara något överskattad då vi optimerat med en tillväxtfunktion som ger 0,4 m³sk/ha för mycket. Nettonuvärdet blir givetvis inte densamma vid användandet av separata funktioner för vardera trädslag, men för att återkoppla till frågeställningen; vilket skötselsystem ger högst lönsamhet?

I det bredare sammanhanget har troligtvis den överskattade grundytetillväxten mindre betydelse eftersom nettonuvärdet redan är lägre för trakthyggesbruket. En insatt granfunktion skulle med största sannolikhet utökad den nuvärdesmässiga skillnaden till kontinuitetsbrukets fördel.

Den största felkällan är förmodligen osäkerheten i tillväxtfunktionerna för kontinuitetskogsbruket. Att produktionen fortsätter hållas på en ganska hög nivå efter att virkesförrådet huggs ner till mindre än 10 m³sk/ha stämmer inte överrens med resultat från tidigare svensk forskning gjord av Lundqvist, (2009). I den finska rapporten som funktionerna kommer ifrån diskuterar de själva trovärdigheten med inväxningen i lägsta diameterklassen på grund av hög osäkerhet i funktionen (Pukkala, et al. 2010). Trots detta tycker vi att funktionerna ser bra ut genom att de tar hänsyn till många faktorer. En svensk studie som innehöll tillväxtfunktioner (Chrimes, 2004) studerades också. Ett avgörande problem var att den inte räknade med inväxning i minsta diameterklassen vilket gjorde att den inte passade för vår studie och den valdes bort.

Det mest ekonomiskt rationella investeringsbeslutet är att ta hänsyn till räntans inverkan vilket leder till att nettonuvärdesprincipen är att föredra. Enligt de ekonomiska beslutskriterier som anges i tidigare kapitel ska investeringen med högst nettonuvärde väljas, vilket gör att kontinuitetskogsbruket är att föredra. Slutligen leder alltså vår studie till att utifrån vårt resultat är en flerskiktad G24 mest ekonomiskt lönsam att bruka med kontinuitetskogsbruk. Vid enskiktade bestånd med ståndortsindex G24 går det inte att säga vilket som är mest lönsamt från vår studie. Högst troligt är att all flerskiktad granskog i Sverige bör skötas med kontinuerligt skogsbruk för att uppnå högsta ekonomiska lönsamhet. Det kvävs dock ett större vetenskapligt underlag för att kunna säga med säkerhet vad som är lönsammast i praktiken.

Referenser

- Anon. (1992). *Skogspolitiken inför 2000-talet*. Stockholm: Allmänna förlaget
- Brealey, R., Myers, S. (1991). *Principles of corporate finance international edition. 4. Ed.* New York: McGraw-Hill Inc.
- Chrimes, D. (2004). *Simulated volume increment of managed uneven-aged Picea abies stands in central Sweden*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Dagens nyheter (2012-05-06). *Motorsågsmassakern. Det finns alternativ, men lagen kräver kalhyggen*. <http://www.dn.se/kultur-noje/motorsagsmassakern-det-finns-alternativ-men-lagen-kraver-kalhyggen> [2013-04-24]
- Ekelund, H. och Hamilton, G. (2001). *Skogspolitisk historia*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Ekholm, A (2007). *Aspekter på flyttkostnader, fastighetsbildning och fastighetstorlekar*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutioner för skogens produkter (Examensarbete 2007: 5)
- Enström, J. (1996). *Grundbok för skogsbrukare*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Gong, P. (2013) *Grupparbete 1: Optimering av skötselprogram och värdering av tallbestånd* Labbhandledning, kurs FÖ0336, Ekonomisk analys av skogliga beslut
- Håkansson, M., Larsson, M. (1998). *Skogsbrukets ekonomi*. Stockholm: LTs Förlag
- Hägglund, B. & Lundmark, J-E. *Bonitering del 2 Diagram och tabeller*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Karlsson, B. (2006). *Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie*. Uppsala; Skogforsk
- Lantbruksstyrelsen. (1988). *Beståndsmetoden för skogsvärdering, tillväxt och avverkning*, andra upplagan, Stockholm: Lantbruksstyrelsen
- Lantbruksstyrelsen. (1988). *Beståndsmetoden för skogsvärdering, tillväxt och avverkning, sortimentsutbyte och kvalitet*, Stockholm: Lantbruksstyrelsen
- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. (2009). *Skogsskötselserien nr 11*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag
- Pukkala, T. Laiho, O. Lähde, E. (2011) *Uneven vs even-aged management in Finnish Forest*. Joensuu, Finland: University of Joensuu. Parkano, Finland: Finnish Forest Institute, Parkano. Vantaa, Finland: Finnish Forest Institute.
- Roswall, O. & Simonsen, R. & Rytter, L & Jacobson, S. & Elving, B. (2007) *Tillväxthöjande skogsskötselåtgärder i privatskogsbruket-underlag för lönsamhetsberäkningar*. Uppsala: Skogforsk (Skogforsk rapport, 2007: 640)
- Skogsstyrelsen. (2012). *Skogsstatistisk årsbok*. Jönköping: Skogsstyrelsen
- Skogsvårdslagen (2012). Jönköping. (SVL 1979:429)

Statistiska Centralbyrån (2013-04-11). Konsumentprisindex (KPI).
http://www.scb.se/Pages/TableAndChart___272151.aspx [2013-04-20]

Svenska Cellulosa Aktiebolaget (2012-12-01). *Virkesprislista AA1204 Avverkningsuppdrag*
<http://www.sca.com/Global/SCA-Skog/PDF/For-skogsagare/prislistor/Virkesprislista-AA1204-20121201%20.pdf> [2013-04-20]

Tahvonen, O. Pukkala, T. Laiho, O. Lähde, E. Niinimäki, S. (2010) *Optimal Management of uneven-aged Norway spruce stand*. Helsinki, Finland: University of Helsinki. Joensuu, Finland: University of Joensuu. Parkano, Finland: Finnish Forest Institute, Parkano. Vantaa, Finland: Finnish Forest Institute.

Wibe, S. *Skogsekonomi - en introduktion*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. 2012.

Wikström, P. (2008) *En jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog*. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Åkerman, L.(2013). *Finsk lag ska ge mer virke*. <http://skogen.se/nyheter/finsk-lag-ska-ge-mer-virke> [2013-04-20]

Personlig kommunikation

Lohmander, P. härledning av formel för framtida nuvärde.