



REDOGÖRELSE

FRÅN SKOGFORSK NR. 2 2008



Lönsamhet för
produktionshöjande
skogsskötselåtgärder
hos Holmen Skog AB

THE PROFITABILITY OF SILVICULTURAL METHODS FOR
RAISING FOREST INCREMENT AT HOLMEN SKOG AB

Rune Simonsen, Ola Rosvall, Peichen Gong



Rune Simonsen, jägmästare med inriktning på ekonomi. Projektanställd vid Skogforsk i Sävar sedan hösten 2005. Arbetar främst med lönsamhetsvärderingar av skogsproduktion och produktionshöjande åtgärder.



Peichen Gong, SkogD, docent i skogsekonomi vid Institutionen för skogsekonomi vid SLU, forskar på frågor rörande skoglig beslutanalys, virkesmarknad samt skogspolitik



Ola Rosvall, SkogD, forskningschef för forskningsprogrammet Skogsproduktion och forskningsstationschef i Sävar. Anställd 1975 och har arbetat med skogsskötselforskning och skogsträdsförädling.

ABSTRACT

The profitability of silvicultural methods for raising forest increment at Holmen Skog AB

Calculations were made on the profitability of 28 silvicultural methods aimed at boosting increment in the forests of Holmen Skog — an industrial forest enterprise in the north of Sweden. The report is based on data provided by a recent assessment carried out by the enterprise, in which methods for increasing forest increment were identified. The enterprise's annual silvicultural budget is currently some SEK 100 million (USD 15.41m). The principal methods used included planting with genetically improved seedlings, fertilization, the maintenance of drainage ditches, and the introduction of lodgepole pine. Most of the methods proved to be profitable at the real rate of interest used, ie, 2.45% (after tax). The use of lodgepole pine instead of Scots pine, together with the benefit of genetically improved planting seedlings, proved to be highly profitable. This was attributable to low investment costs and a significant increase in production. The application of fertilizer was also highly profitable, but it was more costly. The incremental response to fertilization enabled timber to be harvested at an earlier juncture, thanks to a short investment period.

Linear programming was used to determine the optimum mix of methods for different budget levels. An increase of just SEK 5 million (USD 0.77m) in the silvicultural budget would yield a net present value of almost SEK 21 million (USD 3.24m) — which represents 44% of the maximum increment attainable if all of the profitable methods were carried out.

Ämnesord: Lönsamhet, skogsproduktion, skötselåtgärder, förädlad material, Holmen Skog.

Omslag: Peter Bergman
Redaktör: Lars Åkerman
Formgivning: Peter Bergman
Ansvarig utgivare: Jan Fryk
Översättning: Raymond W. Lipton

REDOGÖRELSE

Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder hos Holmen Skog AB

THE PROFITABILITY OF SILVICULTURAL METHODS FOR
RAISING FOREST INCREMENT AT HOLMEN SKOG AB

 Rune Simonsen, Ola Rosvall, Peichen Gong

Innehåll

Sammanfattning	4
Summary	5
Inledning	6
Syfte	7
Metoder och Data	7
Skogsekonomiska lönsamhetskriterier	7
Metodik för val mellan investeringar	9
Kalkylränta	10
Produktionsmodeller	11
Tall och gran	11
Gallring	11
Utbytesberäkningar	11
Gallrings- och avverkningskostnader, virkespriser	11
Omloppstider	11
Tillväxthöjande åtgärder	11
Föryngringsprogram – Sådd och Plantering	12
Medelstora granplantor i norra Sverige, bättre plantor många åtgärder och snytbaggesskydd i norr	12
Förädling - Särplockning i tallplantager och mer förädlat granfrö	13
SE plantor av gran	13
Contortatall	13
Dikesrensning	14
Stubbehandling mot röta i gran	14
Skogsgödsling	15
Resultat	17
Skötselåtgärdernas lönsamhet	17
Val mellan skötselåtgärder	21
Skötselåtgärder och tillämpbarhet	21
Optimalt sammansättning av skötselåtgärder vid varierad budget	24
Jämförelse med Produktionsutredningen	26

Diskussion	29
Härledd kalkylränta och optimal omloppstid	29
Prioritering av åtgärder vid ökad budget	29
Begränsningar	29
Priser, kostnader och tillväxteffekter	29
Lång- och kortsiktiga investeringar	30
Marginalanalys	30
Kalamitetrisker	31
Virkeskvalitet	31
Ändrad skogshushållning	31
Andra skötselprogram och trädslagsval	31
Åtgärdernas lönsamhet	32
Medelstora granplantor i norra Sverige och bättre plantor många åtgärder	32
Stubbehandling mot rottröta	32
Dikesrensning	32
Gödsling	32
Förädlade plantor och contortatall	32
Ökad lönsamhet eller mer virke	32
Tackord	33
Referenser	34

Contents

Summary	5	Discussion	29
Introduction	6	Derived interest rate and optimum rotation period	29
Aims	7	Prioritization of methods on budget increase	29
Methods and data	7	Limitations	29
Forest economy profitability criteria	7	Prices, costs, and response in increment	29
Methods for selecting investments	9	Investment - short and long term	30
Interest calculations	10	Marginal analysis	31
Production models	11	Disaster risks	31
Scots pine and Norway spruce	11	Timber quality	31
Thinning programme	11	Change in forest management	31
Yield calculations	11	Other treatment programmes and species selection	31
Thinning and logging costs; timber prices	11	Profitability of the methods employed	32
Rotation periods	11	Medium-sized spruce seedlings in the north and better seedlings, numerous measures	32
Increment-boosting methods	11	Treatment of stumps against root rot	32
Regeneration programme: direct seeding; planting	12	Ditch clearing	32
Medium-sized spruce seedlings in the north, better seedlings, numerous measures control of pine weevil in the north	12	Fertilization	32
Breeding: selective picking in pine seed orchards; more improved spruce seed	13	Genetically improved seedlings; lodgepole pine	32
Spruce plantlets from somatic embryogenesis (SE plantlets)	13	Increased profitability or timber production	32
Lodgepole pine	13	Acknowledgements	33
Ditch clearing	14	References	34
Treatment of stumps against root rot in spruce	14		
Fertilization	15		
Results	17		
Profitability of silvicultural methods	17		
Choosing methods	21		
Methods selected and their suitability for implementation	21		
Optimum set of treatment methods for varied budgets	24		
Comparison with methods recommended in the Holmen forest production report	26		

Sammanfattning

I denna redogörelse presenteras lönsamhetsanalyser för en rad produktionshöjande skogsskötselåtgärder som Holmen Skog AB överväger. Totalt 28 olika åtgärder har studerats och nästan alla är lönsamma. Data är hämtade från en produktionsutredning som Holmen Skog nyligen genomfört med hjälp av Skogforsk. De avser olika åtgärders merproduktion och möjliga tillämpning på Holmens skogsinnehav utöver nuvarande skogsskötsel samt priser och kostnader. Räntan har bestämts utifrån företagets aktuella räntekrav och beskattning. Med det som grund har omloppstider optimerats och nuvärden beräknats för de produktionshöjande åtgärderna. I ett andra steg användes linjär programmering för att göra ett optimalt val av åtgärder med hänsyn till restriktioner i investeringsbudgeten. Andra begränsningar har varit tillgängliga arealer för de olika skötselåtgärderna och tillgången på förädlade frön. Hänsyn togs också till att vissa metoder konkurrerar om samma mark.

Plantering med contortatall eller användning av selektivt insamlat frö från fröplantager kan öka lönsamheten och tillväxten högst påtagligt till en mycket låg extra kostnad. Begränsad tillgång på frö från förädlad contortatall och högförädlad tall gör plantering mer lönsam än sådd, eftersom sådd måste ske med oförädlad eller lågförädlad frö. Sådd har lägre anläggningskostnad men dyrare röjning. Förädlingsvinsten med SE-plantor av gran (plantor framställda med somatisk embryogenes) blir hög eftersom Holmen har brist

på plantagefrö, vilket motiverar ett högre plantpris. SE-plantor är den enda analyserade åtgärden som för närvarande inte kan realiseras. Den är dock lönsam även med ett betydligt högre plantpris än i våra förhållandevis optimistiska antaganden.

Gödsling och dikesrensning kräver större investeringar, men är båda mycket lönsamma. Gödsling ger dessutom, jämfört med de andra åtgärderna, en mycket tidigare möjlighet att öka avverkningen. Detsamma gäller i någon grad för dikesrensning i medelålders skog.

Stubbehandling mot rotröta i ren granskog ger i denna studie en ganska låg lönsamhet och behandling i granblandskog är inte lönsamt.

Användning av medelstora granplantor generellt i norra Sverige visade sig inte vara lönsam med de tillväxteffekter som använts i den här analysen. För att vara lönsam krävs en mer preciserad tillämpning i de områden där effekten kan förväntas bli större. Andra förnygringsåtgärder är lönsamma även om de tillämpas över stora arealer och ger i genomsnitt förhållandevis små effekter, t.ex. användning av snytbaggesskydd. Den optimala sammansättningen av skötselåtgärder vid olika budgetrestriktioner visar, att redan vid en merinvestering av 5 miljoner kr uppnås en ökning av nuvärdet på nästan 21 miljoner kr. Detta motsvarar ca 44 % av den maximala lönsamhetsökning och 55 % av den maximala produktionsökning som uppnås vid en merinvestering av ca 37 miljoner kr. När åtgärder konkurrerar om samma mark (bara en av dem kan rent fysiskt

utföras) och investeringsbudget, prioriteras de med högst nuvärde per initial investeringskrona. Eftersom tillgången på plantagefrö från contortatall inte räcker till skogssådd, väljs det billigare såddalternativet endast om budgeten är lägre än 5 miljoner kr. Gödsling med förhållandevis hög investeringskostnad genomförs först när budgeten överstiger 5 miljoner kr. Vid den investeringsnivån har flertalet av de övriga åtgärderna visat sig lönsamma.

Lönsamhetsberäkningar är ett viktigt, men inte det enda, underlag som behövs vid ett investeringsbeslut. Ett problem med lönsamhetsberäkningarna är att uppskatta det verkliga värdet av den ökade skogstillväxten för företaget. Här spelar t.ex. leveranssäkerhet för virket och på längre sikt jämnhet i avverkningsmöjligheterna in. Även om skillnaden är liten finns det avvikelser mellan modellens val av skötselåtgärder och förslagen till val i Holmens produktionsutredning. Skillnaden kan alltså bero på att vi inte kunnat fånga de verkliga virkesvärdena. En annan orsak är att Holmens produktionsutredning också tog hänsyn till kalamitetsrisker, miljökonsekvenser, acceptans hos allmänheten etc. Faktorer som kan väga tungt i Holmen Skogs slutliga val av skötselåtgärder.

Summary

This report describes the profitability of a large number of silvicultural methods aimed at boosting increment in the forests of Holmen Skog AB. The analysis is an extension of a recent study to assess the feasibility of enhancing forest production by means of silvicultural methods. Holmen Skog has productive forest holdings of approximately one million ha. The stands are predominantly Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*). The annual silvicultural budget is currently SEK 100 million (USD 15.41m).

In the first step, the profitability of each silvicultural method was calculated by the impact it had on the net present value. Holmen Skog provided the figures for prices and costs itself, with the discount rate being based on its corporate tax rate, the required rate of interest on long-term investments, and inflation. The rotation period was optimized for each silvicultural method, based on the rule of maximum expected land value.

The second step involved the use of linear programming, which was used to maximize the net present value by determining the optimum mix of methods — within the limits of the budget level, the amount of land available for treatment, and the supply of genetically improved seed. Optimization results were presented for increasing silvicultural budgets.

Most of the methods were found to be profitable at the rate of interest used, ie, 2.45% (after tax). It was no surprise to find

that methods such as the introduction of lodgepole pine (*Pinus contorta*), and the use of genetically improved stock, were highly profitable, given the considerable increment in timber growth and low additional cost. Thus, an increase in the silvicultural budget of just SEK 5 million (USD 0.77m) enabled 55 % of the maximum increment in timber growth to be attained. As regards lodgepole pine, the limited supply of seed from improved stock meant that planting, rather than direct seeding, was the more profitable option, apart from when the budget was tight. Direct seeding of lodgepole pine was chosen only when the increased budget was less than SEK 5 million (USD 0.77m).

Planting seedlings produced by Somatic Embryogenesis was found to be profitable in spite of a higher seedling price. The method is not yet operational and the future seedling price is uncertain. However, the method was profitable, provided that the additional cost did not exceed SEK 3.5 per seedling (USD 0.54).

Maintenance of drainage ditches was found to be profitable, but the cost was higher than in the methods mentioned above. This method was particularly profitable midway through the rotation.

Fertilization, which is a popular practice in Swedish forestry, was found to be highly profitable but, the cost was higher than in the other methods. Fertilization was therefore only included in the optimum mix of methods when the additional silvicultural budget exceeded SEK 5 million

(USD 0.77m). Another benefit of fertilization is the short time span from investment to harvest, which makes an increase in cutting possible sooner.

Three silvicultural methods were applied on large areas of forest land, but these were not very profitable. They were: Enhanced seedling quality; Treatment of stumps against root rot (*Heterobasidion annosum*); and Treatment of seedlings against the weevil *Hylobius abietis*. The use of larger seedlings in spruce plantations in the north failed to meet the required rate of return.

An economic evaluation was made of the choice of methods recommended by the Holmen forest production report. In general, the differences were only minor: the Holmen report recommended direct seeding of lodgepole pine, improved seedling quality, and treatment of stumps against root rot, whereas the economic evaluation favoured planting of lodgepole pine and further use of fertilization.

Profitability calculations are an important element, but not the only element, in the planning of future silvicultural methods. Holmen must also take into account the risk of disasters occurring, environmental impact, and the need for public acceptance. Accordingly, the findings in this report do not give definitive answers as to which methods should be used; careful consideration should therefore be given in choosing the methods.

Inledning

Kapaciteten i svensk skogsindustri är större än den uthålliga avverkningsnivån i landet. Dessutom är samhällets förväntningar höga på att skogsråvaror dessutom skall bidra till ökad energiproduktion och därmed minskat oljeberoende (Anon 2006). Samtidigt minskar tillgänglig produktiv areal genom ökade naturvårdsinsatser. De senaste åren har därför intresset ökat för produktionshöjande skogsskötselåtgärder. Skogforsk har i samarbete med SLU visat att den uthålliga avverkningen i Sverige skulle kunna öka med 15-20 % genom bättre föröyrgringar, användning av förädlade plantor, contortatall och skogsgödsling (Rosvall m.fl. 2004a, 2004b). Potentialen är ännu större, men siffrorna är ett försök till realistisk skattning med hänsyn till åtgärdernas lönsamhet och olika skogsägares intresse. Privat- och storskogsbruket har olika förutsättningar och möjligheter, men den sammanlagda tillväxtökningen är av samma storleksordning i båda skogsbruksformerna (Rosvall m.fl. 2004c).

De nämnda utredningarna är översiktliga och omfattar inte alla möjliga skogsskötselåtgärder. Därför gav Holmen Skog i uppdrag åt Skogforsk att i samarbete med företaget göra en grundlig genomgång av alla till buds stående medel för att öka tillväxten och virkesproduktionen, utöver de åtgärder som redan ingår i Holmens skogsvårdsprogram. Det omfattade, förutom de åtgärder som nämnts ovan, bl.a. skötsel i avsatt skog, dikesrensning, stubbhandling mot rotröta, offensiv fröplantageanvändning, SE-plantor av gran

(somatisk embryogenes), kortare kalmarkstid, bättre plantor på olika sätt, snytbaggesskydd, tidigarelagd röjning, minskade älgskador mm. Utredningen Ökad tillväxt och större virkesproduktion i Holmens skogar, i fortsättningen kallad Holmens produktionsutredning eller enbart Produktionsutredningen, omfattar åtgärdernas tillväxteffekter, kostnader och den årligt tillgängliga åtgärds mängden (Rosvall och Normark 2006). Utredningen visade att tillväxten i Holmens skogar på sikt kan öka med ca 25 % mer än med redan vidtagna åtgärder. Det skulle ge en nästan 40 % ökad möjlig avverkning jämfört med i dag. Detta är potentialen, men när Holmen skall göra sina slutliga val av åtgärder måste även andra aspekter vägas in, inte minst åtgärdernas lönsamhet.

Verkliga beslut fattas genom avvägning mellan en stor mängd förhållanden som ofta kan vara motstridiga. Visst kan en produktionsökning ge ökad ekonomisk avkastning, men så är inte alltid fallet. Lönsamheten beror på sambandet mellan kostnader och intäkter för produktionsökningen och skillnaden mellan de två penningströmmarna i tid. Lönsamheten beror också på vad man kan tjäna om man investerar pengarna i ett annat alternativ istället.

Om man har två eller flera lönsamma alternativ att välja mellan finns det fler frågeställningar beroende på om man kan välja alla eller om de utesluter varandra. Man kan t.ex. inte plantera en monokultur av contortatall och förädlad tall på samma areal samtidigt. Dessutom kan det vara så att man inte har

råd med alla alternativ vid samma tidpunkt.

I det här arbetet som är samfinansierat av Holmen Skog och Skogforsk har vi gjort en lönsamhetsanalys av de mest intressanta produktionshöjande åtgärderna som redovisades i Holmens produktionsutredning. Vi belyser dels vilka produktionshöjande åtgärder som är lönsamma och hur lönsamma de är och dels hur man bör välja mellan dem när inte alla kan genomföras p.g.a. finansiella eller fysiska begränsningar.

Det är viktigt att poängtera att beräkningarna är förenklade och enbart tar hänsyn till ekonomisk lönsamhet. Holmen måste också ta hänsyn till bl.a. kalamitetsrisker, miljöpåverkan och acceptans hos allmänheten. Därför skall resultaten ses som en del av beslutsunderlaget till vilka åtgärder företaget till slut ska välja för att öka skogsproduktionen.

Syfte

Rapporten har två syften:

1. Att bestämma lönsamheten hos de mest intressanta produktionshöjande skogsskötselåtgärderna för Holmen Skog utifrån deras ekonomiska förutsättningar
2. Att bestämma den bästa sam-

mansättningen av åtgärder för att nå högsta vinst under olika finansiella och fysiska begränsningar, dvs. hur man bör prioritera mellan flera olika lönsamma investeringar, när t.ex. tillgången på kapital, mark och förädlad frö är begränsad.



Med rätt åtgärder hade den här traven varit ännu större och lönsammare?
Foto: Björn Svensson/SKOGENbild

Metoder och Data

Skogsekonomiska lönsamhetskriterier

De vanligaste lönsamhetskriterierna är nuvärde och internränta, som båda baseras på ränteräkning. Den generella formeln för *nuvärde* är:

$$X_0 = \sum_{t=0}^T \frac{X_t}{(1+r)^t}$$

där X_0 är nuvärdet; X_t är en förväntad kostnad eller intäkt t år efter en referenstidpunkt 0; r är kalkylräntan och $(1+r)^{-t}$ kallas diskonteringsfaktorn (Levy och Sarnat 1986). Man *diskonterar* värdena tillbaka till idag (år noll), vilket betyder att det är exakt lika bra att ha värdet X_0 idag som att ha värdet X_t om t år.

Nettonuvärde (ofta enbart benämnt *nuvärde*) beräknas som summan av alla diskonterade kostnader och intäkter till idag (Levy och Sarnat 1986). Vid diskontering används en kalkylränta som bör motsvara en realistiskt alternativ förräntning under samma period.

För investeringar där man föryngrar eller anlägger ett skogsbestånd är den vanliga formeln för nuvärdet från kal mark under en omloppstid (Holten-Andersen 1990, Price 1989):

$$NV = \frac{V(T)}{(1+r)^T} + \sum_{t=0}^{T-1} \frac{[G(t) - S(t) - F(t)]}{(1+r)^{t+1}}$$

där $V(T)$ är nettoavverkningsvärde, $G(t)$ är nettogallringsvärde år t , r är kalkylräntan, T är omloppstiden i år, $S(t)$ är skötsel- och planteringskostnader år t och $F(t)$ är fasta kostnader år t .

Begreppet *markvärde* används inom skogsbruk för att bland

annat välja bäst möjliga trädslag, skötselprogram samt att avgöra ekonomiskt optimal omloppstid. Markvärdet definieras som den kala markens nettonuvärde om den sköts på ett bestämt sätt för all tid framöver. Detta uttrycks genom den välkända Faustmans formel, som via formeln för nuvärde i princip blir (Holten-Andersen 1990):

$$M(T) = NV \left[\frac{1}{1 - (1 + r)^{-T}} \right]$$

där $M(T)$ är markvärdet vid omloppstiden T . Faktorn i kantparantesen är en upprepningfaktor.

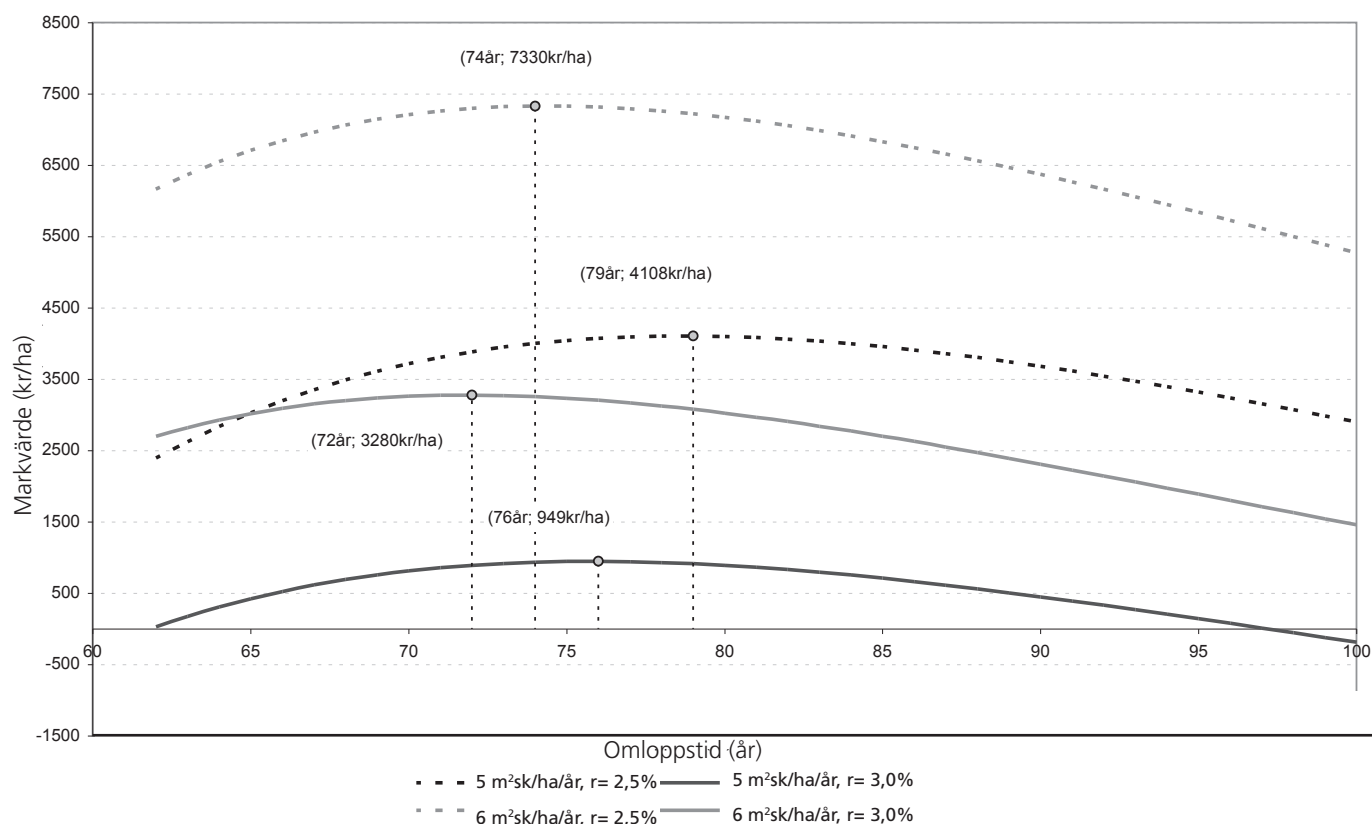
I figur 1 exemplifieras sambandet mellan markvärdet och omloppstiden vid olika ränta och produktionsnivå.

För varje samband mellan markvärde och omloppstid finns ett maximum motsvarande den ekonomiskt optimala omloppstiden. För t.ex. produktionsnivån 5 m³sk/ha/år sjunker den optimala omloppstiden med 3 år när räntan höjs från 2,5 % till 3 % (Fig.1). Detta inflytande av räntan är generellt.

I denna rapport bestäms lönsamheten av en aktuell skötselåtgärd som den ändringen i nuvärde åtgärden medför, d.v.s. differensen i nuvärde mellan investeringen med

den produktionshöjande åtgärden och investeringen utan åtgärden.

Internräntan för en investering är den ränta som gör att nettonuvärdet blir lika med noll kronor. Det är ett populärt nyckeltal för att mäta lönsamheten hos investeringar. I många fall ger internräntan en överskådlig bild av lönsamheten och kan nästan alltid användas för att värdera om en investering är lönsam eller ej. Internräntan är dock problematisk att använda för att rangordna investeringar. Det beror på att metoden antar att det är möjligt att återinvestera till den interna räntan, vilket ofta är ett orealistiskt antagande för inves-



Figur 1. Samband mellan markvärde och omloppstid för tall med produktionsnivå 5,0 respektive 6,0 m³sk/ha/år vid real ränta efter skatt på 2,5 % och 3,0 %. Optimala omloppstider och maximala markvärden anges inom parentes.

teringar med olika löptid (Levy & Sarnat 1986). En grundläggande tanke bakom nuvärdesbegreppet är att man värderar en investering mot en rimlig alternativränta. Ett annat problem är att internräntemetoden inte tar hänsyn till investeringens storlek. Det kan leda till skalförvrängningar, t.ex. kan en liten investering med hög internränta felaktigt prioriteras före en större investering med lägre internränta (Levy & Sarnat 1986, Price 1989). Med internräntan som kriterium kan man få en annan rangordning än när man använder nuvärdet. Av dessa skäl använde vi inte internräntan för lönsamhetsanalysen eller rangordning av skötselåtgärderna, men presenterar ändå internräntan i de fall när det är rimligt att beräkna den.

Metodik för val mellan investeringar

När man har flera investeringsmöjligheter för ökad tillväxt och endast kan välja en av dem, väljs den som ger högst nuvärde. Om det finns många investeringsalternativ och om det varken finns begränsningar i investeringskapitalets storlek eller tillgänglig areal genomförs alla investeringar med positivt nuvärde.

Det blir mer komplicerat att välja mellan investeringar när investeringskapitalet och den tillgängliga arealen är begränsande. Med *fysisk uteslutenhet* avses de fall där investeringar utesluter varandra fysiskt, till exempel investeringar som lägger beslag på samma areal. *Finansiellt uteslutande* är investeringar som lägger beslag på samma begränsade investeringskapital. Det

är möjligt att föreställa sig andra uteslutenhetsfaktorer, som tillgänglig arbetsstyrka/maskinpark, lokala hänsyn m.m., men dessa beaktas inte i denna analys.

När investeringar är *fysiskt uteslutande*, men inte finansiellt uteslutande jämförs *nettonuvärde* mellan olika investeringar. Det alternativ som ger högst nuvärde prioriteras. När investeringsbudgeten är begränsad och inte alla lönsamma åtgärder går att genomföra, även om man har lämpliga arealer för alla åtgärder, rangordnas investeringarna med kvoten: *nettonuvärde/investeringskostnad* (antal nutidskronor man tjänar per investerad nutidskrona). Detta är en vedertagen metod (Price 1989). De investeringar med högst rang som ryms inom den aktuella budgeten väljs, vilket är den ekonomiskt mest effektiva användningen av budgeten.

För ett företag som Holmen finns både fysiska och finansiella begränsningar. Dessutom finns det ett stort antal olika investeringsmöjligheter, vilket ger en stor mängd kombinationsmöjligheter. För att finna den sammansättning av åtgärder som ger högst nuvärde använde vi linjär programmering. Programmet optimerar kombinationen av åtgärder för att uppnå högsta möjliga nuvärde under givna restriktioner för areal och budget och tillgång på förädlad tallfrö. Beräkningarna gjordes i Excel med det inbyggda verktyget "Solver".

Problemet ställdes upp på följande sätt:

Mål:

$$\text{Maximera } \sum_{k=1}^m [\text{Nuvärde}(kr/ha)_k \times \text{Areal}(ha)_k]$$

där k är skötselåtgärderna (1, 2, ..., m)

Restriktioner:

Budget:

$$\sum_{k=1}^m [\text{Kostnader}(kr/ha)_k \times \text{Areal}(ha)_k] \leq \text{Maxbudget}$$

Frö: $\text{Areal}(\text{Plantering Förädlad Särplock A}) \times \text{frögiva för Plantering} + \text{areal}(\text{Sådd Förädlad Särplock A}) \times \text{frögiva för Sådd} \leq \text{tillgänglig frömängd Särplock A}$

Areal(Sådd Förädlad Särplock B) $\times \text{frögiva för Sådd} \leq \text{tillgänglig frömängd Särplock B}$

Med särplock A och B avses frö med olika genetisk potential från selektiv skörd i fröplantager.

Areal: Det finns många arealbegränsningar. Här nämnas bara några exempel:

Alla arealer ≥ 0 ha

$\text{Areal}(\text{Sådd Contorta}) +$

$\text{areal}(\text{Plantering Contorta}) \leq \text{tillgänglig areal för contorta}$



Budgetrestriktionen gäller för den omedelbara investeringskostnaden även om vissa åtgärder innebär fortsatta investeringar i framtiden. Det är bara när man planerar att dikesrensa mer än en gång per omloppstid, som det har någon nämnvärd betydelse. Vi beräknade ändå dock både den omedelbara och den totala investeringskostnaden för Holmens val av skötselmetoder. Dessa användes sedan som bud- getrestriktioner för att jämföra Produktionsutredningens förslag med det optimala valet enligt modellen.

I den här analysen antas att effekterna av åtgärderna inte påverkar varandra, dvs. att de är additiva. Det hade varit mer realistiskt att även räkna på samspelseffekter, t.ex. mellan Dikesrensning och förädlade granplantor. Med det föreliggande dataunderlaget är det dock tveksamt hur mycket mer realistiska resultat den analysen skulle bidra med.

I det följande är det viktigt att poängtera att fasta kostnader inte är inkluderade i vare sig Holmens produktionsutredning eller i den här rapportens beräkningar. Detta betyder i sin tur att alla kostnader kan direktavskrivas eftersom de är rörliga (kostnader som förekommer i samband med skötsel). Alla resultat och beräkningarna i denna rapport redovisas efter skatt.

Kalkylränta

Kalkylräntan på 2,45 % är bestämd utifrån Holmens uppgifter om alternativränta, skatt och inflation. Holmens långsiktiga nominella räntekrav för investeringar i

skogen är 6,25 % för eget kapital och 7,25 % för främmande kapital (Holmen 2005). Vi har valt att använda räntekravet för eget kapital.

Eftersom avkastningen från alternativa investeringar beskattas skall den nominella kalkylräntan (n) reduceras till en nominell kalkylränta efter skatt (n_s):

$$n_s = n \times (1 - s) \quad (1)$$

n_s är nominell ränta efter skatt; n är det nominella räntekravet; s är skattesatsen på vinst. Denna kalkylränta efter skatt är alltså avhängig av skogsägarens marginskatt.

Kalkylräntan påverkas dessutom av inflationen (i). Inflation är benämningen för att generella prisstigningar urholkar pengarnas köpkraft över tiden. Kalkylräntans storlek beror på om likviditetsströmmarna i beräkningarna uttrycks i löpande (nominella) eller fasta (reala) värden. Om man använder nominella priser skall kalkylräntan också vara nominell och tvärtom. Här används reala priser och kostnader och därför också en real kalkylränta.

Förhållandet mellan nominell kalkylränta efter skatt (n_s), real kalkylränta efter skatt (r_s) och inflationen (i) är som följer:

$$(1 + n_s) = (1 + r_s) \times (1 + i) \quad (2)$$

$$r_s = \frac{(1 + n_s)}{(1 + i)} - 1 \quad (3)$$

Genom kombination av formel (1) och (3) fås enligt Holten-Andersen (1990):

$$r_s = \frac{[1 + n \cdot (1 - s)]}{(1 + i)} - 1 \quad (4)$$

Holmen Skog antar att den långsiktiga inflationen är 2 %. Sveriges Riksbank har målet att den årliga prisökningen (Konsumentprisindex KPI) ska vara 2 procent med ett toleransintervall på ± 1 procentenhet (Sveriges Riksbank 2006). Den genomsnittliga inflationen 1831-2005 har varit 2,6 % (SCB 2005). Om man tar bort de tolv åren som har högst avvikelse från medelvärdet blir inflationen i genomsnitt 2 % per år. Skatt (s) ingår som beskattning av vinst med 28 % (vanlig skattesats för aktiebolag) medan det bortses från andra beskattningar, t.ex. fastighetsskatt.

I tabell 1 redovisas den beräknade realräntan efter skatt och använda utgångsdata.

Tabell 1. Beräkning av kalkylräntan

Faktor	procent
Nominell ränta (n)	6,25
Inflation (i)	2,00
Skattesats för aktiebolag (s)	28,00
Nominell ränta efter skatt (n_s)	4,50
Realränta före skatt (r)	4,17
Realränta efter skatt (r_s)	2,45

Produktionsmodeller

Tall och gran

Produktionsberäkningarna för tall utgår från övre höjdens utveckling enligt Elfving och Kiviste (1997), samt Elfving's volymtillväxtfunktioner från förbandsförsök (Elfving 2004). I jämförelse med produktionsmodeller som utgår från stickprov ur svensk skog har den en något tidigare tillväxtkulmination, vilket leder till en aning kortare omloppstider.

Motsvarande produktionsmodell från försöksplanteringar i gran saknas. Produktionsberäkningarna för gran är gjorda med datorprogrammet ProdMod som baseras på grundytetillväxtfunktioner utvecklade från riksskogstaxeringens material (Ekö 1985). (För gran i norra Sverige finns ett inbyggt fel i volymfunktionen i ProdMod som har korrigerats med P.-M. Ekös volymfunktioner (Ekö 1985, Björn Elfving pers. medd. 2006). Lämpliga ingångsdata för ålder i brösthöjd, övre höjd och grundyta har tagits fram med hjälp av Skogsstyrelsens gallringsmall (Anon 1985) och data från förbandsförsök (Petersson 1992).

Gallring

Samma gallringsprogram användes för alla typer av bestånd och trädslag. Utgångsbestånden hade 2000 stammar per ha och gallrades i princip enligt Skogsstyrelsens gallringsmall (Anon 1985):

- Första gallring vid övre höjd 13 m, där 40 % av grundytan bortgallras och stamantalet reduceras till ungefär 1050 stammar/ha.

- Andra gallring vid övre höjd 18 m, där 30 % av grundytan bortgallras och stamantalet reduceras till ungefär 650 stammar/ha.

Utbytesberäkningar

Uppskattningen av virkesutbytet i $m^3\text{fub}$ som funktion av $m^3\text{sk}$ per träd (medelhöjd och diameter) bygger på Åke Cernolds utbytstabeller för gran i norra Sverige och för tall i norra och mellersta Sverige (Cernold 1981a och b).

Gallrings- och avverkningskostnader, virkespriser

Kostnadsfunktioner för gallring och slutavverkning samt "träddröjskostnader" baseras på deras samband med medelstammens utveckling över tiden (Möller 2005). Funktionerna är hämtade ur Holmens produktionsutredning och baseras på aktuella data från Holmen. Samma kostnadsfunktioner användes för tall och gran. Virkespriserna utgick ifrån Holmens prislistor för Örn-sköldsvik 2005. Genomsnittspriser för olika timmerdimensioner beräknades genom viktning för normalt kvalitetsutfall hos Holmen. I stampriskurvan ingår för både tall och gran ett standardiserat prisavdrag för stamförlust. För gran har det verifierats med data från Holmen (Mats Larsson pers. medd. 2006). Använda priser och kostnader antas vara reala och oförändrade över tid.

Omloppstider

Omloppstiderna har optimerats för den valda räntenivån genom att maximera markvärdet. Undantag har gjorts för *Gödsling*, där samma omloppstid har använts för alla göddlingsscenarierna.

Tillväxthöjande åtgärder

Tillväxteffekterna av de produktionshöjande åtgärderna hämtades från Holmens produktionsutredning. Den ökade tillväxten vid olika skötselåtgärder beräknades för en rad typbestånd som representerar medelförhållande för specificerade arealer hos Holmen. Typbestånden indelas i klasser efter produktionsnivå: med *svag mark* avses produktionsnivå 4,5 $m^3\text{sk/ha/år}$, med *medelmark* 5,0-5,5 $m^3\text{sk/ha/år}$ och med *god mark* 6,0-6,5 $m^3\text{sk/ha/år}$. Den totala tillväxtökningen erhöles genom att multiplicera effekten med den tillgängliga åtgärdsarealen. Metodiken för att beräkna tillväxteffekterna varierade med skötselmetod.

Som jämförelse redovisades produktionseffekterna i Holmens produktionsutredning som ökad tillväxt i $m^3\text{sk}$ under en 90-årsperiod, även om omloppstiden kunde vara kortare. I den här lönsamhetsanalysen har vi optimerat omloppstiderna, varför tillväxteffekterna ibland avviker något från dem i Holmens produktionsutredning. För en fullständig beskrivning av skötselmetodernas innebörd och tillväxteffekternas beräkning samt deras kostnader hänvisas till Holmens produktionsutredning (Rosvall och Normark 2006). Här beskrivs översiktligt de analyserade skötselmetoderna från



Produktionsutredningen:

Föryngringsprogram

- Sådd
- Plantering

Tillväxthöjande åtgärd

- *Medelstora granplantor i norra Sverige*
- *Bättre plantor många åtgärder (inkluderar även Medelstora granplantor i norra Sverige)*
- *Snytbaggesskydd i norr*
- *Förädling särplockning A (för Plantering av tall)*
- *Förädling särplockning B (för skogssådd av tall)*
- *Förädling C (normal skörd)*
- *SE-plantor av gran*
- *Contortatall*
- *Dikesrensning år 0 och efter 1/2 omloppstiden*
- *Dikesrensning efter 1/2 omloppstiden*
- *Stubbehandling mot rotröta i granskog*
- *Stubbehandling mot rotröta i granblandskog*
- *Gödsling 1 gång*
- *Gödsling 2 gånger*
- *Gödsling 3 gånger*

Föryngringsprogram – Sådd och Plantering

Vidtagna åtgärder och deras kostnad för de två föryngringsprogrammen *Plantering* och *Sådd* redovisas i tabell 2. *Plantering* tillämpas för gran, tall och *Contortatall* och *Sådd* för tall och *Contortatall*.

Tabell 2. Föryngringsprogram för plantering och sådd. Kostnader enligt Holmen.

Föryngringsåtgärd	Tidpunkt	Kostnad (kr/ha)
Hyggesrensning	Plantering	
Markberedning	år 0	730
Plantering	år 1	1300
Planteringsinventering	år 1	4800
Hjälplantering	år 2	82
Plantskogskontroll	år 3	Hjälplanterings-% x 2700
Röjning	Röjningstidpunkt x 1/2	28
Röjningsinventering	Vid övre höjd = 2,5 m	1200 ¹⁾
	Röjning +1 år	22
Hyggesrensning	Sådd	
Markberedning	år 0	730
Sådd	år 0	1300
Såddinventering	år 0	2800
Hjälplantering	år 1	82
Plantskogskontroll	år 2	Hjälplantering-% x 2700
Röjning	Röjningstidpunkt x 1/2	28
Röjningsinventering	Vid övre höjd = 2,5 m	2700 ¹⁾
	Röjning +1 år	22

¹⁾ Vid sådd är den effektiva röjningsarealen 100 % mot 50 % vid plantering.

Sådd utförs som maskinell radsådd direkt i markberedningen med så bra frö som möjligt och antas resultera i samma slutenhet som vid *Plantering*. *Plantering* sker samma år som markberedning. Vi har räknat med en tidsförlust på 3 år för såddplantorna att nå samma storlek som vid *Plantering*. *Sådd* tillämpas på något svagare marker än genomsnittet för Holmen. Medeltillväxten är 4,5 m³sk/ha/år om marken planteras. Röjningen för *Sådd* sker vid samma övre höjd, 2,5 m som i planteringar.

För *Sådd* är det viktigt att observera den lägre etableringskostnaden och den högre röjningskostnaden jämfört med *Plantering*. Hela arealen som föryngras med *Sådd* beräknas bli röjd. Det ska

jämföras med tallplanteringarna, där den effektiva röjningsarealen är 50 %. Den större tätheten i sådda bestånd gör också att röjningen är något dyrare.

Medelstora granplantor i norra Sverige, bättre plantor många åtgärder och snytbaggesskydd i norr

Användningen av *Medelstora granplantor i norra Sverige* som är Starpots mellanstorlek (Starpot 90 istället för Starpot 50) har uppskattats att ge en merproduktion på 15 m³sk/ha vid slutavverkning. Samma produktionsökning nås med *Bättre plantor många åtgärder* som förutom *Medelstora granplantor i norra Sverige* även

omfattar en mängd olika billiga kvalitetshöjande åtgärder för både tall och granplantor, t.ex. kväveladdning av plantorna i plantskolan (t.ex. med gödselmedlet Arginin). En förutsättning är att åtgärderna anpassas till föröyringsförhållandena. *Bättre plantor många åtgärder* genomförs på en större areal för både gran och tall och är därmed i genomsnitt billigare per ha än att enbart använda *Medelstora granplantor*. Åtgärden *Snytbaggeskydd i norr* kan användas för både tall och gran och ger i medeltal för hela åtgärdsarealen en merproduktion på 12,5 m³sk/ha vid slutavverkning.

Andelen hjälpplanteringen är i genomsnitt 6,5 % enligt Holmens statistik, vilket ger en kostnad på 176 kr/ha. På en del av föröyringsarealen utgår man i Holmens produktionsutredning från att hjälpplanteringsbehovet är det dubbla. I simuleringen av åtgärderna *Bättre plantor många åtgärder* och *Snytbaggeskydd i norr* har vi räknat med att dessa alternativ används där hjälpplanteringsbehovet är 13 %, varvid det då reduceras till 6,5 %, vilket ger en besparing på 176 kr/ha.

Förädling - Särplockning i tallplantager och mer förädlad granfrö

Holmen har överskott på plantagefrö av tall och kan skörda sina plantager selektivt för att använda det bästa fröet i plantproduktionen. Samtidigt sänks då den genetiska vinsten något i resterade frö, som används till *Sådd*. Förutsättningen för beräkningen var att Holmen

hade valt att plantera 80 % av föröyringsarealen och så 17 % (Naturlig föröyring tillämpas på 3 %).

Produktionsutredningens har två alternativ för *Förädlad tall*:

1. *Förädling normal skörd* i nuvarande och planerade fröplantager. Realiserad genetisk vinst +8,1 % för allt plantagefrö i medeltal för 2006-2015.

2. *Förädling särplockning* så att frö från de mest högförädlade tallplantageträden används till plantproduktion (*A-fraktionen*) och resten till *Sådd* (*B-fraktionen*). Realiserad genetisk vinst: +14,2 % för *Plantering* och +7,5 % för *Sådd* i medeltal för perioden 2006-2015.

Förädling särplockning A kan användas för *Plantering* av 5060 ha. Alternativt kan *A-fraktionen* användas till både *Plantering* på medelmark och *Sådd* på 66 ha svag mark. Man har därför möjlighet till *Sådd* på 800 ha med *Förädling särplockning B* och 66 ha med *Förädling särplockning A* som ger en vinst på respektive 7,5 och 14,2 %. Om man önskar att använda *Sådd* på all svag mark kan resterande 944 ha besås med beståndsfrö.

Motsvarande möjlighet till selektiv skörd saknas för gran, eftersom det är brist på förädlad frö. Skördarna av frö kommer emellertid att öka den närmaste tiden. Då kan arealen förädlade granplantor öka med 350 ha till 1950 ha per år.

Tillväxtökningen genom växtförädling är reducerad med hänsyn till bakgrundspollinering i fröplantagerna och med 20 % för inväxning av naturligt föröyrade barr och lövträd i skogsbestånden.

SE plantor av gran

Det pågår utveckling för att kunna klona fröembryon med somatisk embryogenes. Kloningen ska ske från avkommor till de mest högförädlade granarna. Dessa kloner ska testas i fält och de bästa ska sedan massförökas som *SE-plantor*. Den här metoden finns ännu inte i tillämpning, varför kostnaden är en optimistisk framtidsprognos om + 0,50 kr per planta. Den genetiska vinsten är säkrare bestämd och med reduktion för inväxning av naturföröyrade träd räknade vi med + 26 %. Klonskogsbruk är i dag begränsat till max 5 % av en fastighets areal. Eftersom det är brist på förädlad gran kommer *SE-plantor* att ersätta oförädlad gran. Vi redovisar här beräkningen för ett av Produktionsutredningens alternativ:

Halva Holmens granmark med skog bättre än G24 som avverkas varje år planteras med *SE-plantor*. Det innebär att 700 ha eller 6,5 % av hela årsytan planteras varje år i 70 år. Då har 5 % av Holmens totala skogsareal blivit beskogad. Det behövs 1 610 000 plantor per år (7 % av alla plantor).

Contortatall

Contortatall från naturbestånd producerar 33-38 % mer än oförädlad tall (Elfving och Norgren 1993). Frö från svenska fröplan-

tager med *Contortatall* ger ytterligare ca 10 procentenheter ökad tillväxt. Skogsvårdslagen begränsar den årliga föryngringsarealen. För Holmen maximeras därför årsytan till 1000 ha (om alla markägare använder sin andel). Eftersom Holmen beslutat om en viss andel *Sådd* och saknar plantagefrö av tall för all *Sådd* kommer *Contortatall* att ersätta oförädlad tall. Vi har räknat på två alternativa föryngringsmetoder från Produktionsutredningen:

1. *Plantering Contortatall* på 1000 ha per år med nuvarande förädlingsnivå (2,3 miljoner plantor) (+ 40 %).

2. *Sådd Contortatall* på 1000 ha per år med förädlad frö på 20 % av sådda arealen (+ 40 %) och oförädlad frö på resten av arealen (+ 30 %). Beräkningarna förenklades till sådd av enbart oförädlad frö, varför vinsten blev 30 % på hela den sådda contortaarealen.

Dikesrensning

Beräkningarna för *Dikesrensning* är utformat med ledning av finska forskningsresultat (Hökkä 1997, Hökkä m.fl. 2000, Lauhanen och Ahti 2001, Turku 2005). Vi antog att diken behöver rensas två gånger per omloppstid och att tillväxten då ökar med 20 %. Holmen uppskattas att ha 129 000 ha dikad fastmark. Vi har tillämpat längre rensningsintervall än vad som rekommenderas i Finland av den vanligaste typen av dikesobjekt

som är dikning av myr med svagt utvecklad tallskog.

Vi räknade på Produktionsutredningens följande två alternativ:

1. *Dikesrensning år 0 och efter 1/2 omloppstiden* av alla diken på 70 % av dikad fastmark under antagande att de har en jämn åldersklassfördelning. Det ger $1000 \times 2 = 2000$ ha per år. Tillväxtökningen av två dikesrensningar är 20 %.

2. *Dikesrensning efter 1/2 omloppstiden* av 1000 ha per år. Här antas att diken rensades innan beståndsanläggningen och att man nu efter halva omloppstiden står inför valet att göra en andra dikesrensning. Medeltillväxten för beståndet om dikena enbart rensas en gång vid beståndsanläggning beräknas öka från 5,0 m³sk/ha/år till 5,4 för tall och 5,5 för gran. Den ytterligare tillväxtökningen av den andra dikesrensningen är ca. 11 %.

Stubbehandling mot röta i gran

Rotröta, framförallt på gran, drabbar skogsbruket i praktiskt taget hela Sverige. Skadorna kan förebyggas med vinteravverkning och med skyddsbehandling av stubbar under andra årstider. Med ledning av areal granskog och antal gallringar på Holmens olika regioner beskriver Produktionsutredningen effekten av två alternativ för *Stubbehandling mot rotröta*:

1. *Stubbehandling mot rotröta i granskog*. Behandling under april-september i bestånd med minst 70 % gran där man förväntar sig att bestånden är angripna. Alla gallringar och större delen av slutavverkningarna behandlas. Totalt stubbebehandlas 1 500 ha i gallring och 500 ha i slutavverkning eller sammanlagt 2000 ha per år. Räknat på den totala granarealen innebär det 22 % av årsmängden grangallring och 13 % av slutavverkningarna. I beräkningarna tas virkestillskottet genom *stubbehandling* till vara på 750 ha av årsytan, vilket är den slutavverkningsareal som blir resultatet av knappt två gallringar per omloppstid. Då omförs 58 m³sk/ha från barrmassaved, sulfatved och brännved till frisk ved om omloppstiden är 90 år.

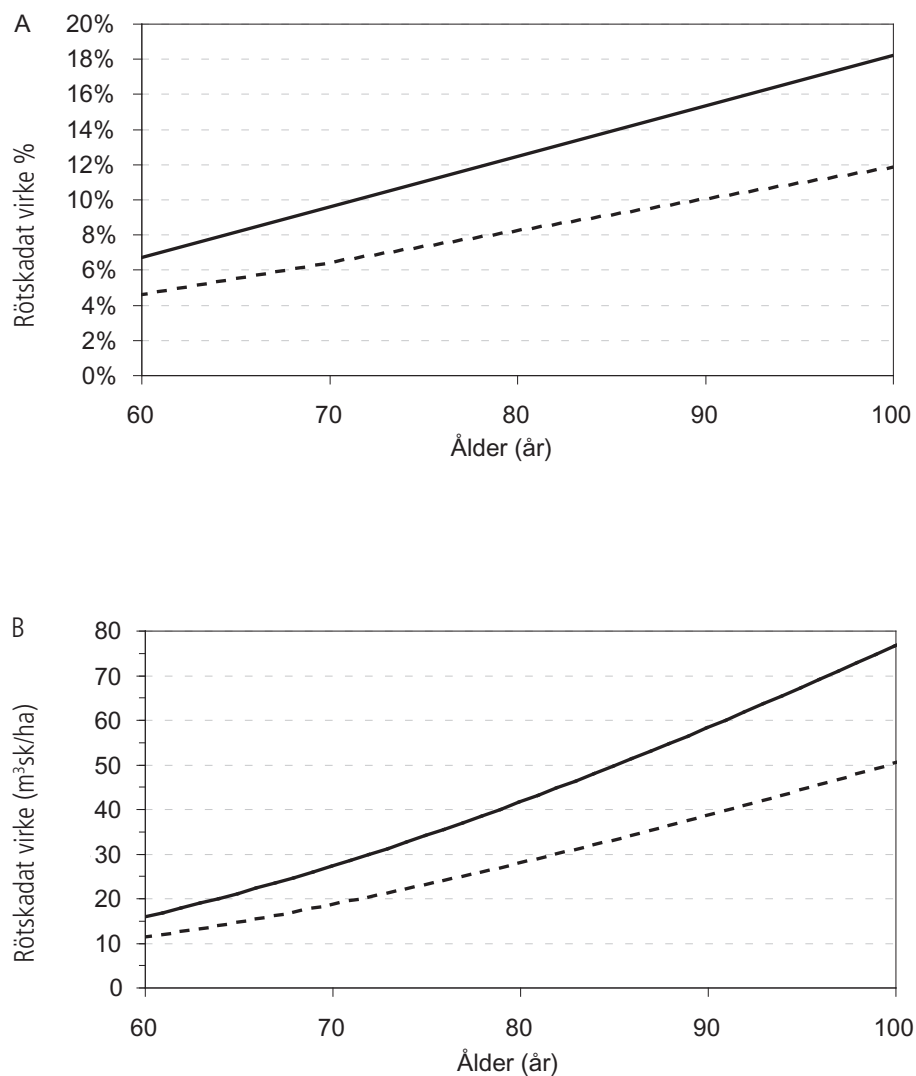
2. *Stubbehandling mot rotröta på all granareal = granblandskog*. Behandling under sommarhalvåret av "all granareal" (ca 37 % av Holmens innehav är granskog). Alla gallringar och större delen av slutavverkningarna behandlas. Totalt stubbebehandlas 3 100 ha i gallring och 1 000 ha i slutavverkning eller sammanlagt 4 100 ha per år. Det innebär 50 % av årsmängden grangallring och 29 % av slutavverkning i gran. Virkestillskottet tas långsiktigt till vara på 1 700 ha slutavverkning. Då omförs 38 m³sk till frisk ved om omloppstiden är 90 år

För att kunna optimera omloppstiden i de två stubbehandlings-scenarierna bestämdes en sannolik utveckling av andelen rötskadade träd för de två ovanstående alternativen granskog och granblandskog (Thor 2004, Thor m.fl. 2005). I figur 2 visas andelen rötskadat virke som funktion av beståndets totala ålder. Vid de optimala omloppstiderna omfördes 37 m³sk/ha i granskog och 24 i granblandskog jämfört med 58 m³sk/ha respektive 38 vid 90 år. Rötskadat virke (timmer och massaved) betalas med ett reducerat barmmassapris, 30 kr under tallmassapriset (Larsson 2006). Kostnaden för *stubbehandling* beräknades som ett fast pris per ha, vilket är en förenklig.

I scenarierna med stubbehandling antas att andelen rötskadat virke reduceras till noll. Dessutom uppskattades att rötan utgör ungefär hälften av standardavdraget för stamfelsved i gran varför andelen stamfelsved halverades.

Skogsgödsling

I ett långsiktigt *Gödslingsprogram* kan en tredjedel till halva årsytan gödglas 8-9 år före slutavverkning. Arealen begränsas av att alla marker och bestånd inte är gödslingsvärda och att det finns många restriktioner för skogsgödsling. Enligt Produktionsutredningen är 5000 ha av den årliga slutavverkningsarealen hos Holmen möjlig att gödsla. Gödslingsarealen kan sedan ökas genom att gödsla bestånd som har längre tid till slutavverkning. Om man räknar med maximalt tre gödslingar i varje bestånd finns det därför 15 000 ha gödslingsvärda bestånd tillgängliga



Figur 2. Utveckling av andelen rötskadat virke i % (A) respektive i m³sk (B) av total volym vid olika beståndsålder för *Granskog med hög rötfrekvens* (heldragen linje) och *Granblandskog med måttlig rötfrekvens* (streckad linje).

varje år. Dessa fördelar sig jämt på bestånd av olika ålder som har 8-9, 16-18 och 24-27 år kvar till slutavverkning. Följande alternativ är således relevanta i dagsläget:

- 1) Gödsla 8-9 år innan slutavverkning, 5000 ha
- 2) Gödsla 16-18 år innan slutavverkning, 5000 ha
- 3) Gödsla 24-27 år innan slutavverkning, 5000 ha

Efter den första gödslingsperiodens slut blir valen något annorlunda eftersom man då eventuellt redan har gödslat en gång i bestånden. Detta är dock ovidkommande för dagens beslut. Produktionsutredningen antog att samma gödslingsintensitet ger samma merproduktion för tall och gran, 14 m³sk/ha vid varje spridningstillfälle. Vi har däremot räknat med 16 m³sk för tall och 18 m³sk för gran med 8 respektive 9 års reaktionstid. Dessutom beräknas inte effekten av eventuella tillkommande gödslingar i samma bestånd i framtiden. En problemställning vid gödsling är vid vilken tidpunkt de

gödslade bestånden skall avverkas och hur *Gödslingen* påverkar optimal avverkningsålder. Generellt ger gödslingarna störst lönsamhet om de utförs så nära avverkningstidpunkten som möjligt. Dessutom bör man undvika att gallra så länge gödslingen har effekt och man bör vänta några år efter gallring med att gödsla. Vi valde att använda samma omloppstid på 90 år för alla gödslingsprogram, vilket betyder att tallbestånden är 82, 74 och 66 år vid gödslingstillfället och granbestånden är 81, 72 och 63 år gamla.



Gödsling över Holmen Skogs marker. Foto: Erik Normark



Resultat

Skötselåtgärdernas lönsamhet

I tabell 3a och 3b redovisas resultaten av lönsamhetsberäkningarna för de olika typbestånden med nuvarande skötsel och för motsvarande bestånd som behandlats med produktionshöjande åtgärder. Produktionsökningen avser tillväxt-

ökningen vid produktionsoptimal omloppstid och kan avvika något i beräkningarna som avser ekonomiskt optimal omloppstid. Den interna räntan i tabellerna 3a och 3b beräknas med utgångspunkt från kalmark och inkluderar alltså alla föryngringskostnader. Den reala internräntan före och efter skatt är lika, därför att alla kostnader

kan engångsavskrivas (Holten-Andersen 1990).

Alla internräntor för både obehandlade och behandlade bestånd är större än kalkylräntan på 2,45 %, varför alla programmen är lönsamma. De flesta åtgärderna innebär att internräntan ökar med mellan 0,05 och 1,0 procentenhet.

I tabell 4a och 4b redovisas

Tabell 3 a. Nuvärdet av nuvarande och produktionshöjande skötsel i olika typbestånd av tall och contortatall för Holmens skogsinnehav. Nettonuvärdet = alla diskonterade intäkter minus alla diskonterade kostnader.

Produktions-nivå m ³ sk/ha/år	Åtgärd	Produktions ökning	Omloppstid år	Total diskonterad kostnad kr/ha	Netto-nuvärde kr/ha	Real intern ränta
5,0	Plantering beståndsfrö		79	5 650	3 850	3,20 %
	Plantering förädlad C ¹⁾	+ 8,1 %	75	5 730	5 240	3,44 %
	Plantering förädlad särplock A ¹⁾	+ 14,2 %	73	5 740	6 300	3,61 %
	Dikesrensning år 0 och 1/2 T ²⁾	+ 20 %	71	7 210	5 910	3,44 %
	Plantering förädlad contortatall	+ 40 %	64	5 760	10 950	4,37 %
5,0	Plantering beståndsfrö 13 % hjälpplantering		79	5 760	3 730	3,17 %
	Bättre plantor många åtgärder	+ 15 m ³ sk/ha	79	6 060	4 230	3,22 %
	Snytbaggesskydd	+ 12,5 m ³ sk/ha	79	5 890	4 290	3,25 %
5,0	Enbart dikesrensning vid plantering för 38 år sedan ³⁾	+ 9 %	73	0	25 790	
	Dikesrensning i medelålders skog, 38 år gammal	+ 20 %	71	1 080	30 110	
4,5	Sådd beståndsfrö		87	4 960	2 310	2,96 %
	Sådd förädlad särplock B ¹⁾	+ 7,5 %	83	5 060	3 290	3,15 %
	Sådd förädlad särplock A ¹⁾	+ 14,2 %	81	5 750	3 550	3,14 %
	Plantering förädlad särplock A ¹⁾	+ 14,2 %	78	5 720	4 280	3,27 %
	Sådd contortatall beståndsfrö	+ 30 %	74	5 020	6 690	3,79 %
	Plantering förädlad contortatall	+ 40 %	68	5 740	8 460	3,98 %

¹⁾ A = Särplock för plantproduktion, B = Särplock för sådd, C = normal fröskörd. ²⁾ T = Omloppstiden. ³⁾ Bestånd på medelmark som dikesrensades innan plantering. Beståndsåldern i dag är 38 år.



Tabell 3 b. Nuvärdet av nuvarande och produktionshöjande skötsel i olika typbestånd av gran för Holmens skogsinnehav.

Produktions-nivå m ³ sk/ha/år	Åtgärd	Produktions ökning	Omloppstid år	Total diskonterad kostnad kr/ha	Netto-nuvärde kr/ha	Real intern ränta
5,0	Plantering beståndsfrö	0	85	5 630	2 900	3,03 %
	Plantering förädlad	+ 7,5 %	81	5 710	4 050	3,24 %
	Dikesrensning år 0 och 1/2 T ¹⁾	+ 20 %	78	7 170	4 580	3,23 %
5,0	Plantering beståndsfrö 13% hjälpplantering	0	85	5 750	2 790	3,00 %
	Bättre plantor många åtgärder	+ 15 m ³ sk/ha	85	6 050	2 970	3,01 %
	Medelstora granplantor i norra Sverige	+ 15 m ³ sk/ha	85	6 650	2 370	2,87 %
	Snytbaggesskydd	+ 12,5 m ³ sk/ha	85	5 870	3 070	3,04 %
5,0	Enbart dikesrensning vid plantering för 40 år sedan²⁾	+ 10 %	81	0	23 670	
	Dikesrensning i medelålders skog, 40 år gammal	+ 20 %	78	1 080	26 320	
6,0	Granskog utan röta	0	77	6 270	5 640	3,47 %
	Granskog med måttlig rötfrekvens	24 m ³ sk/ha skadad ³⁾	76	5 660	5 650	3,55 %
	Granskog med hög rötfrekvens	37 m ³ sk/ha skadad ³⁾	75	5 660	5 440	3,53 %
6,5	Plantering beståndsfrö	0	71	5 680	7 740	3,91 %
	SE-plantor +26%	+ 26 %	62	6 520	12 550	4,50 %

¹⁾ T = Omloppstiden. ²⁾ Bestånd på medelmark som dikesrensades innan plantering. Beståndsåldern i dag är 40 år. ³⁾ Skadat virke betalas med ett reducerat massavedspris.

lönsamheten av en specifik skötselåtgärd. Den är beräknad som differensen mellan nuvärdet för ett typbestånd med nuvarande skötsel och nuvärdet av samma bestånd där åtgärden har tillämpats. Det innebär att lönsamheten av de produktionshöjande skötselåtgärdernas effekt uttrycks på marginalen, d.v.s. deras merproduktion samt den

ekonomiska förändringen de medför.

De redovisade förändringarna i tabell 4a och 4b innefattar omloppstid, total diskonterad kostnad, kostnad år noll och nettonuvärdet. Det vill säga nettonuvärdet är lönsamheten för de produktionshöjande åtgärderna. Ett positivt nuvärde innebär att investeringen är mer lönsam än typbeståndet vid vald alter-

nativ investeringsränta på 2,45 %.

Ett negativt nuvärde betyder att investeringen är mindre lönsam än typbeståndet utan skötselåtgärd. Det finns en viktig skillnad mellan de två kostnadsmåtten. Kostnad år noll innehåller endast initial merkostnad efter skatt, medan total diskonterad kostnad beräknas som total merkostnad efter skatt diskonterad till år 0. Total diskonterad kostnad innefattar således



Tabell 4a. Lönsamheten på marginalinvesteringen för produktionshöjande skötselåtgärder i tall och Contortatall. Typbestånden representerar Holmen skogsinnehav. Alla kostnader och nuvärden anges efter skatt.

Typbestånd		Skötselåtgärd		Förändring till följd av utförd skötselåtgärd				
Produktions-nivå	Nuvarande skötsel		Merproduktion	Omloppstid	Total diskonterad kostnad	Kostnad år noll	Netto-nuvärde	Intern ränta efter skatt på marginal-investering
m ³ sk/ha/år				år	kr/ha	kr/ha	kr/ha	%
5,0	Plantering Ojöräddad	Plantering Föräddlad normalskörd C ²⁾	+ 8,1 %	79 till 75 (-4)	80	60	1 390	8
		Plantering Föräddlad särplock A ²⁾	+ 14,2 %	79 till 73 (-6)	90	70	2 460	9
		Dikesrensning år 0 och 1/2 T ³⁾	+ 20 %	79 till 71 (-8)	1 560	1 080	2 060	4
		Plantering Föräddlad contorta	+ 40 %	79 till 64 (-15)	110	60	7 100	11
		Göddling i 8 år före anverkning	+ 16 m ³ sk/ha	90 (0) [8 år] ⁴⁾	1 800	1 800	2 360	14
		Göddling i 16 år före anverkning	+ 16 m ³ sk/ha	90 (0) [16 år] ⁴⁾	1 800	1 800	1 630	7
5,0	Plantering Ojöräddad ¹⁾	Göddling i 24 år före anverkning	+ 16 m ³ sk/ha	90 (0) [24 år] ⁴⁾	1 800	1 800	1 030	4
		Bättre planter många åtgärder Synhugge-skydd	+ 15 m ³ sk/ha + 12,5 m ³ sk/ha	79 (0) 79 (0)	420 240	420 240	380 440	4 4
5,4	Dikesrensning vid plantering för 38 år sedan	Dikesrensning år 1/2 T ³⁾	+ 11 %	73 till 71 (-2)	1 080	1 080	4 320	11
5,4	Plantering Föräddlad C	Plantering Föräddlad särplock A ²⁾	+ 5,6 %	75 till 73 (-2)	10	10	1 060	12
4,5	Sädd Ojöräddad	Sädd Föräddlad särplock B ²⁾	+ 7,5 %	87 till 83 (-4)	100	70	970	7
		Sädd Föräddlad särplock A ²⁾	+ 14,2 %	87 till 81 (-6)	800	760	1 240	
		Sädd Contorta	+ 30 %	87 till 74 (-13)	60	0	4 370	
		Plantering Föräddlad Contorta	+ 40 %	87 till 68 (-19)	800 ⁵⁾	1 420 ⁵⁾	6150	6
		Plantering Föräddlad särplock A ²⁾	+ 14,2 %	87 till 78 (-9)	760 ⁵⁾	1 430 ⁵⁾	1 970	5

¹⁾ Hjälpplanteringsbehovet i utgångsläget är 13 % istället för 6,5%. ²⁾ A = Särplock för plantproduktion, B = Särplock för sädd, C = normal fröskörd.
³⁾ T = omloppstiden. ⁴⁾ [investeringsperioden för gödslingsscenarioerna]. ⁵⁾ Orsaken till att kostnaden år noll är större än total diskonterad kostnad beror på att det är dyrare att anlägga skog med plantering än med sädd men billigare att röja en plantering än en sädd.



Tabell 4 b. Lönsamheten på marginalinvesteringen för produktionshöjande skötselåtgärder i gran. Typbestånd representerar Holmens skogsinnehav. Gran föryngras enbart med plantering. Alla kostnader och nuvärden anges efter skatt.

Typbestånd		Skötselåtgärd		Förändring till följd av utförd skötselåtgärd				
Produktions-nivå	Nuvarande skötsel		Merproduktion och andra effekter	Omloppstid år	Total diskonterad kostnad kr/ha	Kostnad år noll kr/ha	Netto-nuvärde kr/ha	Intern ränta efter skatt på marginal-investering %
6,0 m³ sk/ha/år	Granblandskog med måttlig rötfrekvens	Stubbbehandling mot rotröta	24 m³ sk/ha omförs ³⁾	76 till 77 (+1)	600	400	-10	2
	Granskog med hög rötfrekvens	Stubbbehandling mot rotröta	37 m³ sk/ha omförs ³⁾	75 till 77 (+2)	600	400	200	3
6,5	Oförädlad	SE-planter	+ 26 %	71 till 62 (-9)	840	810	4 810	7
5,5	Dikesrensning vid plantering för 40 år sedan	Dikesrensning år 1/2 T ²⁾	+ 11 %	81 till 78 (-3)	1 080	1 080	2 650	9
5,0	Oförädlad	Dikesrensning år 0 & 1/2 T ²⁾	+ 20 %	85 till 78 (-7)	1 540	1 080	1 680	4
		Förädlad	+ 7,5 %	85 till 81 (-4)	80	60	1 150	8
		Gäddling i 9 år före avverkning	+ 18 m³ sk/ha	90 (0) [9 år] ⁴⁾	1 800	1 800	1 900	11
		Gäddling i 18 år före avverkning	+ 18 m³ sk/ha	90 (0) [18 år] ⁴⁾	1 800	1 800	1 180	5
		Gäddling i 27 år före avverkning	+ 18 m³ sk/ha	90 (0) [27 år] ⁴⁾	1 800	1 800	600	4
5,0	Oförädlad ¹⁾	Bättre planter många åtgärder	+ 15 m³ sk/ha	85 (0)	420	420	190	3
		Medelstora planter i norra Sverige	+ 15 m³ sk/ha	85 (0)	1 020	1 020	-410	2
		Snytbaggsskydd	+ 12,5 m³ sk/ha	85 (0)	240	240	280	4

¹⁾ Hjälpplanteringsbehovet i utgångsläget är 13 % istället för 6,5%. ²⁾ T = Omloppstiden. ³⁾ Omförd mängd ved från rotad till frisk. ⁴⁾ [investeringsperioden för gödslingsscenarierna].

även framtida kostnader som ett program ger upphov till om det fullföljs (dock inte gallrings- och avverkningskostnaderna som reducerar nettot direkt).

I tabellen anges också merinvesteringens internränta. Den är i detta fall beräknad som den ränta där skillnaden i nuvärde mellan investeringen med och utan den produktionshöjande åtgärden är noll kronor och anger således förräntningen på marginalinvesteringen. I de fallen där det inte sker en merinvestering är det inte möjligt, att beräkna en sådan internränta.

Flertalet av de undersökta åtgärderna är lönsamma under de använda kalkylförutsättningarna. De positiva nuvärdena är resultat av dels produktionsökningen och dels i flera fall av att omloppstiden kan reduceras. Det finns bara två åtgärder som inte lönar sig att genomföra; *Medelstora granplantor norra Sverige* och *Stubblebehandling mot röta i granblandskog med måttlig rötfrekvens*.

Både *Förädlade plantor* och *Contortatall* intar en särställning jämfört med de andra åtgärderna genom att ge ett högt nuvärde till en låg kostnad. *Contortatall* kan emellertid under gällande skogsvårdslag bara användas på en begränsad areal.

Förädlade plantor används redan av Holmen Skog på huvudandelen av förnygringsarealen. Men genom *Förädling särplockning*, d.v.s. selektiv körd av frö på de bästa träden i nuvarande fröplantager får man en stor extra förädlingseffekt vid plantering.

Förädling särplockning ökar både produktionen och lönsamheten rejält. Genom särplockning blir fröet till skogssådd samtidigt något sämre. Tillväxteffekten vid sådd blir då mindre och trots billigare anläggningskostnad blir nuvärdet lägre än vid plantering.

Gödslingsscenarierna karakteriseras av relativt höga investeringskostnader jämfört med bl.a. *SE-plantor*, *Dikesrensning*, *Contorta* och *Förädlade plantor*; men ger höga nettonuvärden. Den stora fördelen med gödslingsinvesteringar är dock den korta investeringsperioden som gör det möjligt att öka avverkningen efter bara 8 till 27 år beroende på antalet gödslingar och huvudträdsdrag. Granpriskurvans form medför att dimensionseffekten är något lägre för gran än för tall, men tillväxteffekten är något större. Tillsammans med ett år längre reaktionsperiod (investeringsperiod) blir därför gödsling i gran mindre lönsamt än gödsling av tall. Dessutom är gödsling i medelålders bestånd, där investeringstiden är längre, mindre lönsam än om man kan avverka beståndet omedelbart efter att effekten upphört.

SE-plantor av gran och de två scenarier för *Dikesrensning* i både tall och gran ger ganska höga nettonuvärden, men till en väsentlig högre kostnad än *Förädlade plantor* och *Contortatall*. Priset för *SE-plantor* kan öka med upp till 3,5 kr per planta innan åtgärden blir olönsam, vilket dock också förlänger omloppstiden med två år.

Dikesrensning efter 1/2 omloppstiden ger ungefär dubbla nuvärdet jämfört med *Dikesrensning år 0* och efter 1/2 omloppstiden. Här är

stor skillnad i utgångsläge. I första fallet finns redan ett skogsbestånd, medan man i det andra fallet börjar från kalmark med att anlägga ett nytt bestånd. De två scenarierna går därför inte att jämföra direkt. *Dikesrensning* är här beräknad för både tall och gran, men *Dikesrensning* av granbestånd på medelmark är det mest realistiska alternativet. Den stora skillnaden mellan investeringskostnaden är noll och den totala investeringskostnaden för alternativet *Dikesrensning* år 0 och efter 1/2 omloppstiden beror på att bara den första dikesrensningen är inkluderad i kostnaden år noll.

Vid den använda räntan på 2,45 % blir den ekonomiskt optimala omloppstiden generellt kortare än i dagens skogsbruk. Där använder man i högre grad produktionsoptimala omloppstider (omloppstid när löpande tillväxten blir lägre än medeltillväxten). Det framgår t.ex. av Skogsstyrelsens gallringsmallar (Anon 1985). För tall skiljer den ekonomiskt optimala omloppstiden sig dock inte mycket från den produktionsoptimala enligt den produktionsmodell vi använt här.

Val mellan skötselåtgärder

Skötselåtgärder och tillämpbarhet

De för Holmen mest intressanta skötselåtgärderna i tabell 4a och 4b valdes ut för optimeringsanalysen. Varje åtgärd kan tillämpas på en bestämd areal och beståndstyp. Där flera åtgärder konkurrerar om samma areal, delar de arealbegränsning. Detsamma gäller



Tabell 5. Utvalda åtgärder samt tillämpliga arealer för val av optimal åtgärdsammansättning vid olika budgetsimuleringar.

Typbestånd			Skötselåtgärd				
Träslag	Produktions nivå	Bestånds-ålder		Merproduktion	Maximal areal	Frögiva per ha	Tillgängligt frö
	m³ sk/ha/år				ha	kg/ha	kg
Tall	5,4	0 år	Plantering Förädlad särblock A ²⁾	5,6 %	4 260	0,02	107 A ²⁾
			Plantering Förädlad särblock A ²⁾	14,2 %		0,02	
	4,5	0 år	Sådd Förädlad särblock A ²⁾	14,2 %	1 800	0,25	200 B ²⁾
			Sådd Förädlad särblock B ²⁾	7,5 %		0,25	
			Sådd Contorta	30 %	1 000		
		Plantering Förädlad Cntorta	40 %	1800			
Gran	6,0		Stubbehandling mot röta	37 m³ sk/ha ³⁾	750		
	6,5	0 år	SE-planter	26 %	700		
	5,0		Dikesrensning år 0 & T* 1/2	20 %	1 000		
	5,0		Plantering Förädlad	7,5 %	350		
		5,5	40 år	Dikesrensning år 1/2 T	+ 11 %	1 000	
Tall & Gran		0 år	Behandla mot snythagge i norr	+12,5 m³ sk/ha	3 500		
	5,0	0 år	Bättre planter många åtgärder	+15 m³ sk/ha	8 560		
		82 & 81 år ¹⁾	Gödsla 8-9 år före anverkning	+17 m³ sk/ha	5 000		
		74 & 72 år ¹⁾	Gödsla 16-18 år före anverkning	+17 m³ sk/ha	5 000		
		66 & 63 år ¹⁾	Gödsla 24-27 år före anverkning	+17 m³ sk/ha	5 000		

¹⁾ Beståndsålder vid gödsling för Tall respektive Gran ²⁾ A = Särblock för plantproduktion, B = Särblock för sådd. ³⁾ Omförd mängd ved från rötdad till frisk.

för mängden av frö. Det förutsätts att alla påbörjade åtgärdsprogram slutförs. I tabell 5 anges åtgärdernas maximalt tillämpbara areal, beståndstyp och ålder.

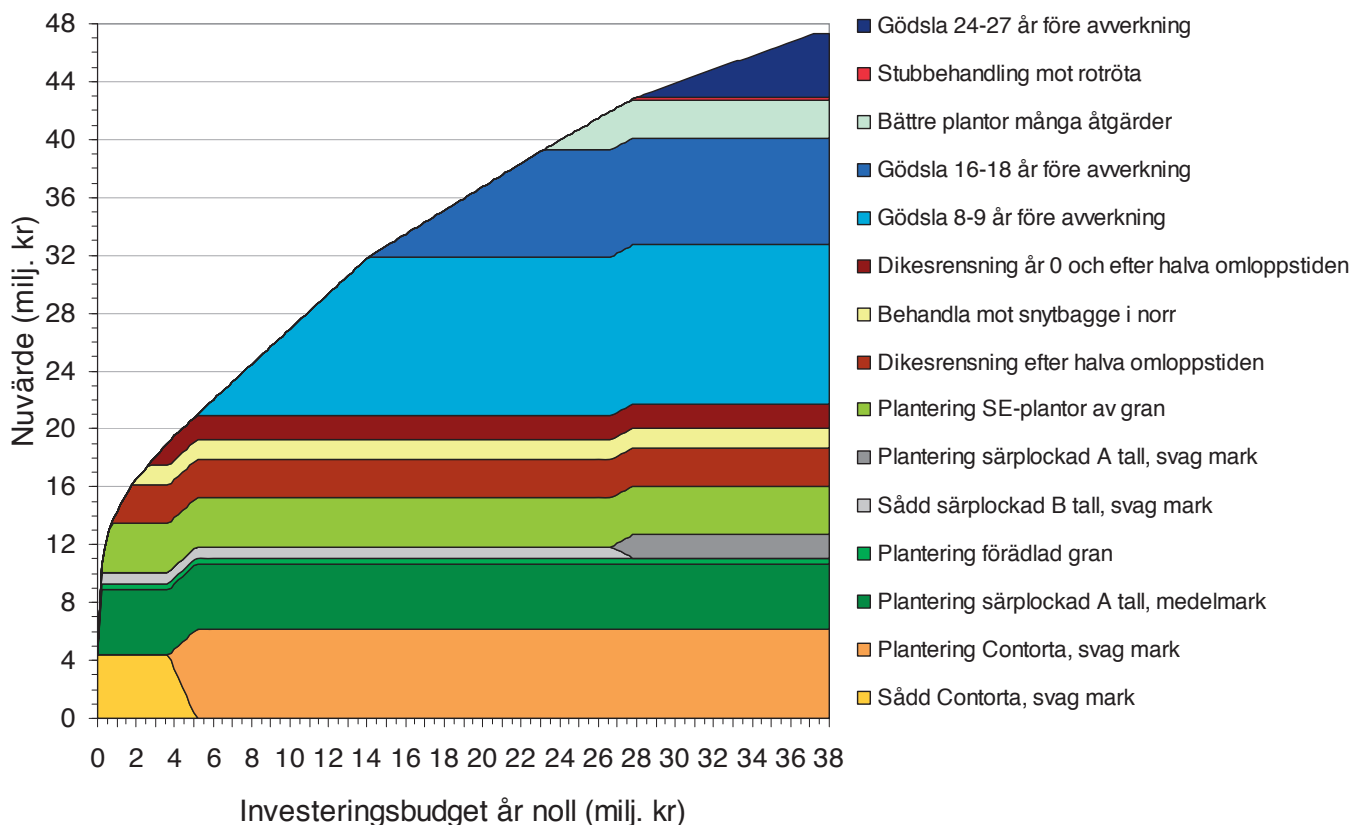
Av tabell 5 framgår att alla åtgärder börjar med kalmare utom *Dikesrensning efter 1/2 omloppstiden* och de tre scenarierna för *Gödsling*, där åtgärden utförs i etablerade bestånd. Arealerna kan sedan grupperas i områden där åtgärderna utesluter varandra fysiskt. För t.ex. *Contortatall* finns det två arealbegränsningar. För det första är Holmens andel av tillåten contortareal 1000 ha per år (om alla markägare utnyttjar sina andelar). För det andra konkurrerar

Contortatall om marken med andra förnyringsmetoder på tallareal som har produktionsnivå 4,5 m³sk/ha/år (gemensam arealbegränsning). En av dessa är *Sådd av Förädlad särplockad tall* som dessutom har en begränsning på tillgänglig fröemängd. Det finns också ett stort antal åtgärder som inte konkurrerar med andra åtgärder om samma mark (Tabell 5).

Produktionsutredningen utgår ifrån att Holmen varje år kan gödsla en del av årsytan som är 5 000 ha i all framtid. Vill man gödsla mer måste man gödsla upprepade gånger i samma bestånd. Det är därför i dagsläget möjligt att

genomföra alla tre gödslingsprogrammen med start i olika åldersklasser. I det långa perspektivet kommer dock valmöjligheterna att se annorlunda ut i bestånd som redan har gödslats en eller flera gånger. De tre *Gödslingsscenarierna* är här beräknade för blandbestånd, där Holmens trädslagsfördelning ligger till grund för ett viktat genomsnitt.

Det finns också en del åtgärder som kan utföras på samma areal d.v.s. utan att utesluta varandra fysiskt, t.ex. *Bättre plantor många åtgärder*, *Snytbaggesskydd*, *Stubbehandling mot röta* och *Dikesrensning*.



Figur 3. Optimal fördelning av åtgärder vid ökande investeringsbudget år 0 och åtgärdernas bidrag till nuvärdet. Observera att det vid *Dikesrensning år 0 och efter halva omloppstiden* tillkommer framtida kostnader för att realisera redovisade nuvärden. A = Särplock för plantproduktion, B = Särplock för sådd.

Optimal sammansättning av skötselåtgärder vid varierad budget

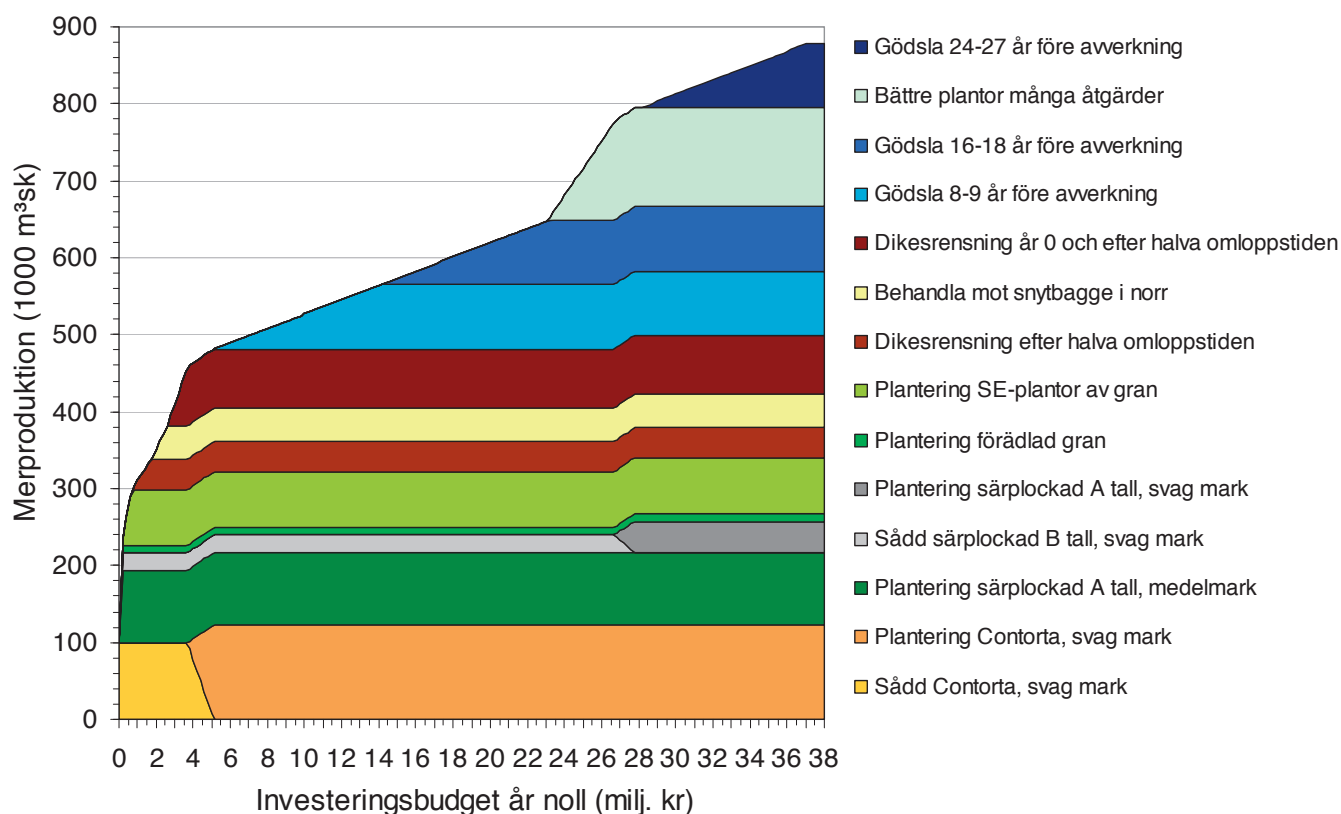
I figur 3 visas den optimala sammansättningen av produktionshöjande åtgärder vid ökande investeringsbudget för högsta nuvärde. I figur 4 och 5 visas den uppnådda merproduktionen och hur stor areal som kommit till användning för varje åtgärd. *Stubbehandling mot röta* bidrar inte i sig till större tillväxt utan till en förbättring av virkets kvalitet och finns därför inte med i figur 4. Effekten av ökad budget på ackumulerat ökat nuvärde, ökad produktion och utnyttjad

areal jämförs i figur 6.

Optimeringen är gjort med summan av initialinvesteringarna som budgetrestriktion. Detta betyder att kostnader som tillkommer senare under en investeringsperiod inte framgår av figur 3. En betydelsefull skillnad mellan de två kostnadsmåttan finns för *Dikesrensning år 0 och efter 1/2 omloppstiden*. En liten skillnad finns generellt för åtgärder där *Plantering* ersätter *sådd*. Sammantaget skiljer sig dock inte dessa två kostnadsmått särskilt mycket åt.

De åtgärder som ger störst nuvärde per investerad krona (har

störst kvot: nuvärde/omedelbar investeringskostnad) genomförs redan vid en låg budget, varefter fler åtgärder kommer till när budgeten ökar. Ett exempel på val, när åtgärderna både är fysiskt och finansiellt uteslutande, är valet mellan *Sådd Förädlad särplock B* eller *Plantering Förädlad särplock A* av tall på produktionsnivå 4,5 m³sk/ha/år. Kvoten nuvärde/investeringskostnad för *Sådd* är $970/70 = 14$ kr och för *Plantering* är den $970/1430 = 1,4$ kr (siffror från tabell 4). Här skulle man alltså rangordna *Sådd Förädlad särplock B* före *Plantering Förädlad*



Figur 4. Optimal fördelning av skötselåtgärder vid ökande investeringsbudget och åtgärdernas bidrag till merproduktionen. Observera att det *Dikesrensning år 0* tillkommer framtida kostnader för att realisera redovisade merproduktion. A = Särplock för plantproduktion, B = Särplock för sådd

särplock A vid en begränsad budget, även om nuvärdet på *Plantering* är högst. Om budgeten är mindre restriktiv kommer man att välja *Plantering* i stället, vilket framgår av figur 3.

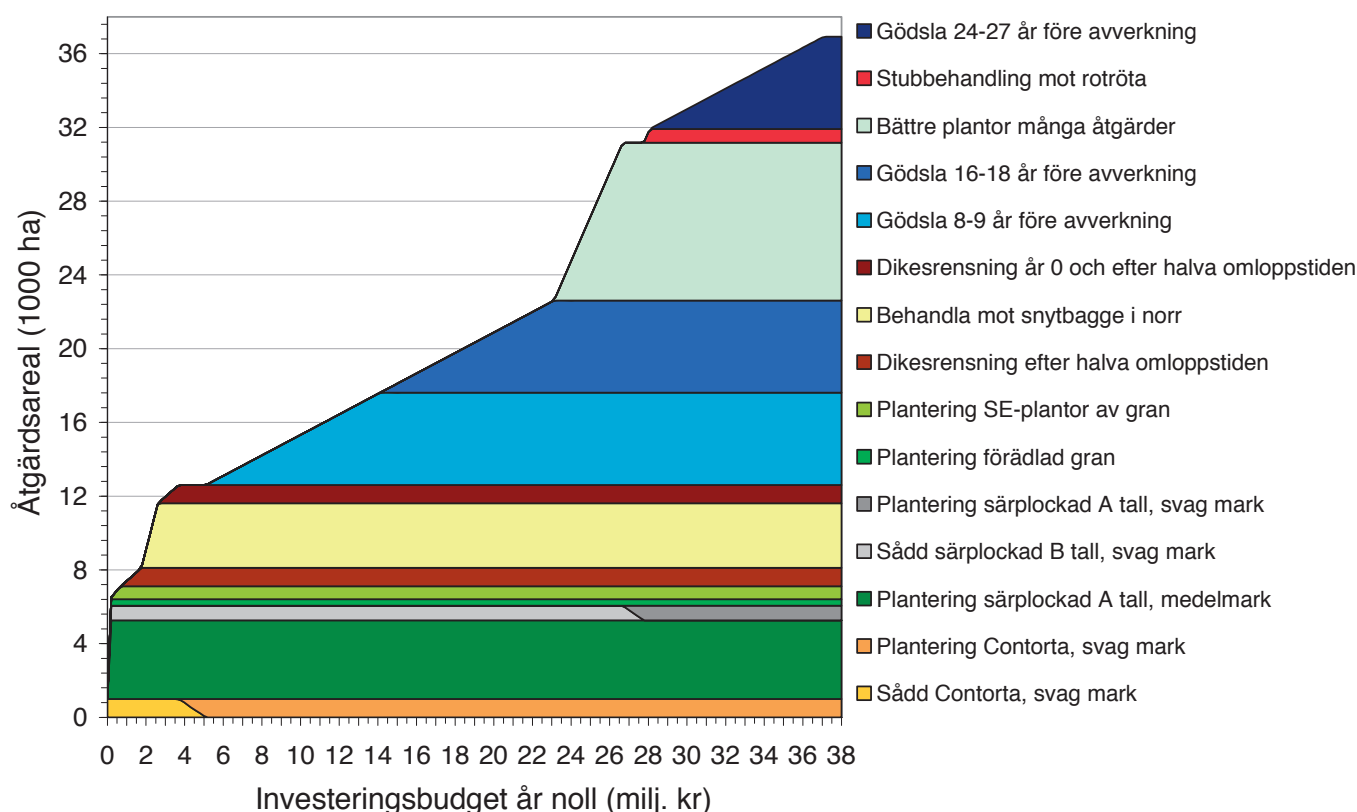
Flera av åtgärderna har en låg investeringskostnad, men ger höga nuvärden, speciellt förnygring med *Contortatall* och *Förädlad material*. Detta är orsaken till att den sammanlagda nuvärdeskurvan i figur 3 ökar så brant i intervallen 0 till 2 miljoner kronor för investeringsbudgeten. Redan vid en budget på 2 miljoner kr uppnås således 35 % av

det maximala nuvärdet, 47 miljoner kr, vilket uppnås när alla lönsamma åtgärder genomförs. Samtidigt nås 40 % av den maximala produktionsökningen som är 880 000 m³sk (Fig. 4).

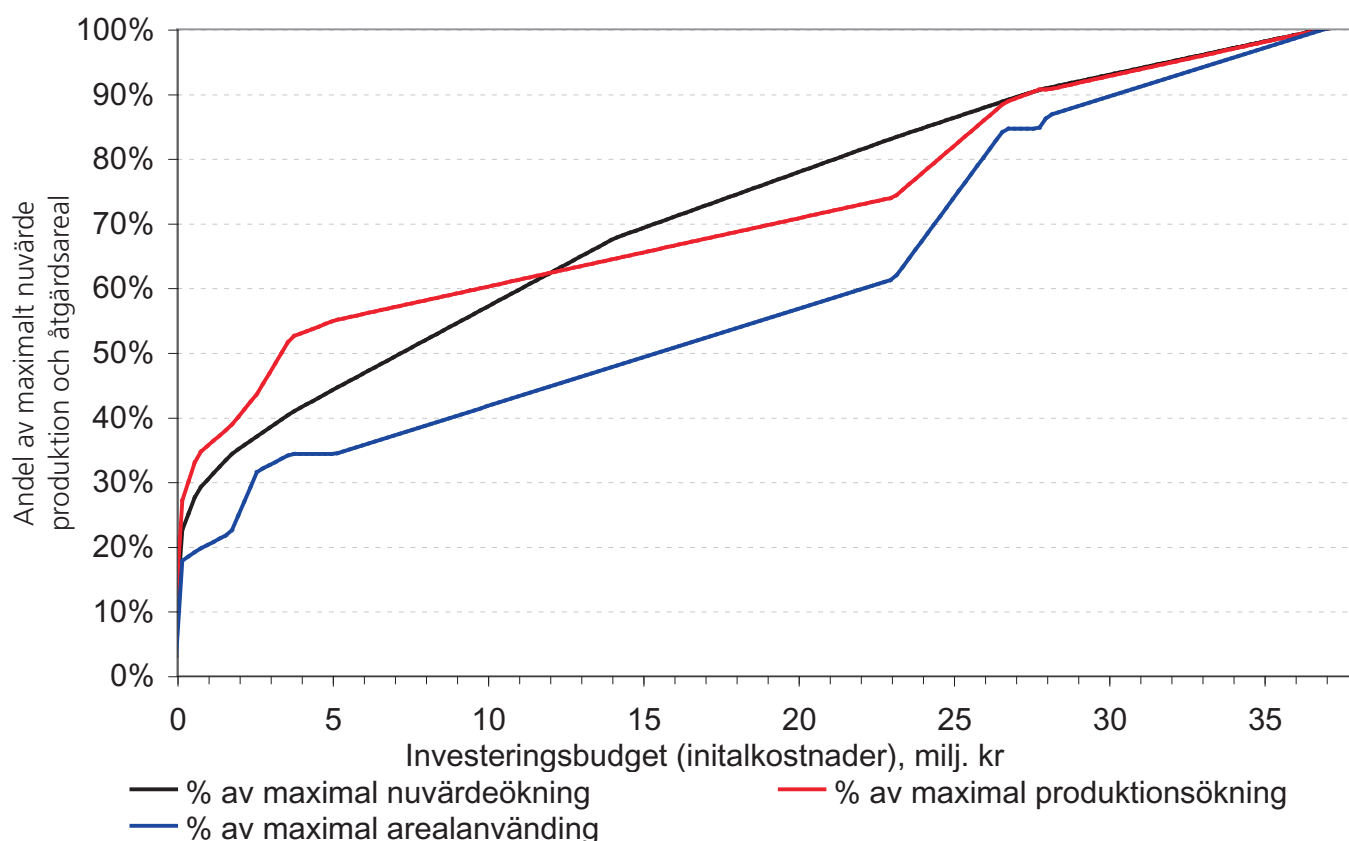
En annan konsekvens av budgetrestriktionen och den fysiska restriktionen är att *Contortatall* enbart förnygras med *Sådd*, när budgeten är lägre än 3,8 miljoner kr. Den ersätts sedan gradvis med *Plantering* som efter en budget på 5 miljoner kr helt ersätter *Sådd*. För tall på svag mark är dock merkostnaden vid *Plantering* så stora att *Plan-*

tering först ersätter *Sådd* när budgeten överstiger ca 27 miljoner kr. *Gödsling* har stor potential för att markant öka båda produktion och nuvärde. Åtgärden införs dock först när budgeten överstiger 5 miljoner kr. *Gödsling* 8-9 år före avverkning ger en större ökning i nuvärde än i produktion. Vid den maximala budgeten på runt 37 miljoner kr utgör de tre scenarierna för *Gödsling* tillsammans ca 48 % av den totala nuvärdesökningen (Fig. 3) och ca 29 % av produktionsökningen (Fig. 4).

Åtgärden *Bättre plantor många*



Figur 5. Optimal fördelning av åtgärder till ökande investeringsbudget samt åtgärdsarealen. Observera att det vid Dikesrensning år 0 tillkommer framtida kostnader för att realisera redovisade åtgärdsareal A = Särplock för plantproduktion, B = Särplock för sådd.



Figur 6. Andelen av maximalt uppnått nuvärde och produktion samt av åtgärdsareal.

åtgärder har låg lönsamhet och införs därför först vid en stor budget, men bidrar med en väsentlig merproduktion jämfört med bidraget till nuvärdet.

I figur 6 jämförs effekten av åtgärdsmixen på nuvärde, produktion och använd areal vid ökande budget. Vid låg budget innebär optimeringen att åtgärder väljs som både ger högt nuvärde och hög produktion per åtgärdad areal. Tillsammans visar figur 3, 4 och 5 de olika åtgärdernas arealeffektivitet och att det är stora skillnader mellan åtgärderna. Införande av *Contortatall* t.ex. ger ett ganska

högt nuvärde och en stor produktionsökning även om den bara tillåts på en mindre areal. Åtgärder som *Bättre plantor* många åtgärder däremot bidrar i låg grad till nuvärdet, men ger en ganska hög merproduktion och genomförs på en mycket stor areal.

Jämförelse med Produktionsutredningen

För Holmen Skog finns fler beslutskriterier än kalkylerad högsta lönsamhet. Produktionsutredningens förslag till val av skötselåtgärder är starkt produktionsorienterat samtidigt som en rad andra hänsyn ock-

så togs vid valet av åtgärdsförslag. Åtgärdernas kostnader beaktades, men inte till deras lönsamhet som de beräknats här. Det kan därför vara intressant att jämföra förslaget skötselåtgärder i Holmens produktionsutredning med de här beräknade lönsamhetsmässigt bästa.

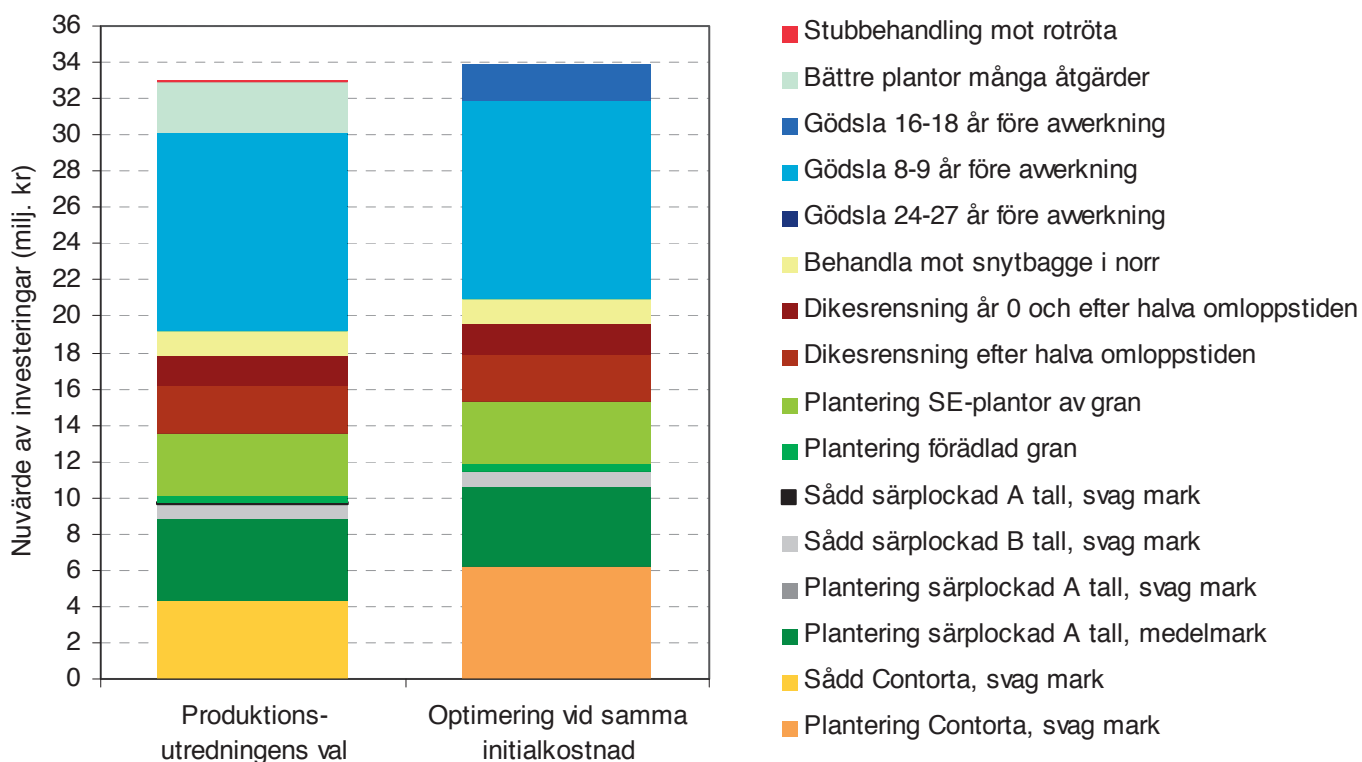
I tabell 6 och figur 7 redovisas de åtgärder som Produktionsutredningen föreslagit Holmen att genomföra. Holmens skogsvårdsbudget är för närvarande ca 100 miljoner kr. Produktionsutredningens förslag kräver 16,6 miljoner kr för omedelbar investering och ger ett förväntat nuvärde på ca



33 miljoner kr. Detta medför en total diskonterad kostnad på 17,3 miljoner kr. Med 16,6 miljoner kr som budgetrestriktion och ett optimalt val av skötselåtgärder enligt modellberäkningen blir nuvärdet något högre, 34 miljoner kr. Dessutom leder det optimala valet till en lite lägre totalinvestering än Produktionsutredningens förslag. Det finns emellertid flera skillnader mellan Produktionsutredningens förslag till val och vad modellberäkningen föreslår som optimalt val (Fig.7, tabell 6). Produktionsutredningen väljer *Sådd av Contortatall* medan modellen väljer *Plantering*

Tabell 6. Nuvärde av de skötselåtgärder som föreslogs av Holmens produktionsutredning och optimeringens val när budgetrestriktionen bestäms av kostnaden för Produktionsutredningens förslag år 0.

Ekonomi- och produktionsparametrar	Holmens produktionsutredningsförslag till val	Lönsamhetsmässigt optimalt val vid samma initialkostnad
Investeringskostnader år noll (milj. kr)	16,6	16,6
Totala Investeringskostnader (milj. kr)	17,3	16,5
Nuvärde (milj. kr)	33,0	33,9
Merproduktion (1000 m ³ sk)	671,8	588,1
Utnyttjat areal (1000 ha)	26,9	19,0



Figur 7. Nuvärde av de skötselåtgärder som föreslogs av Holmens produktionsutredning och optimeringens val när budgetrestriktionen bestäms av kostnaden för Produktionsutredningens förslag år 0 respektive av totalkostnaden.

av *Contortatall* vid Produktionsutredningens budgetnivå. Modellen väljer *Sådd av Contortatall* endast när budgeten är under 5 miljoner kr. Produktionsutredningen har föreslagit att endast gödsla 8-9 år före avverkning. Optimeringsmodellen föredrar att använda både *Gödsling 8-9 år* och *16-18 år* före avverkning. Detta gör att man då

inte "har råd med" *Bättre plantor många åtgärder* och *Stubbehandling mot rotröta*.

Det viktigaste resultatet av jämförelsen mellan optimeringsmodellens och Produktionsutredningens förslag är alltså att Holmen kan förrenta sin investering i produktionshöjande åtgärder bättre, om man väljer *Plantering* istället för *Sådd av*

Contortatall. Man bör också överväga att använda *Gödsling 16-18 år* före slutavverkning innan *Bättre plantor många åtgärder* och *Stubbehandling mot rotröta*, därför att *Gödsling 16-18* före slutavverkning är lönsammare och ger mer virke på kort sikt.



Contorta på Holmens marker. Foto: Erik Normark

Diskussion

Härledd kalkylränta och optimal omloppstid

I den här ekonomiska analysen har vi, till skillnad från i många andra sammanhang, härlett en kalkylränta utifrån Holmen Skogs dokumenterade faktiska förräntningskrav och inkluderat skattens effekt på räntan. Genom att kalkylera med kostnader och intäkter efter skatt samt med ekonomiskt optimala omloppstider har vi strävat efter att uppnå största möjliga realism. Den beräknade kalkylräntan ligger i paritet med den för skogliga kalkyler vanligt använda kalkylräntan på mellan 2 och 3 procent. Eftersom investeringarna är avdragsgilla, ger beräkningarna efter skatt t.ex. klarare information om hur omfattande skogsvårdsåtgärder som kan utföras vid en given investeringsbudget. Både kostnader och intäkter är därför genomgående redovisade efter skatt.

Det lägre räntekrav som uppkommer när skatten beaktas och som resulterar i en lägre kalkylränta, beror på att avkastningen från en tänkt alternativ investering skulle beskattas. Exempel på detta är beskattning av vinsten på en aktiepost eller av räntan på ett bankkonto. Vi vill uppmärksamma på skillnaden mellan skatteeffekter på kalkylräntan och på internräntan. Vid skogliga investeringar, som kan direktavskrivas, blir internräntan (den diskonteringsränta som ger nuvärdet 0) före och efter skatt lika stor. Det är viktigt att poängtera att endast internräntan blir lika stor, medan kalkylräntan före och efter skatt är olika (Holten-Andersen 1990).

Det mest betydelsefulla för att på ett riktigt sätt kunna analysera skillnader i lönsamhet mellan skötselalternativen är, att vi beräknat ekonomiskt optimala omloppstider. Den huvudsakliga effekten, av att vidta åtgärder som ökar tillväxten, är att avverkningarna kan ske efter kortare tid. Det gäller både gallringar och slutavverkningar. Avkastning ökar utan att virkeskapitalet ökar.

Det är med de på så sätt beräknade nuvärdena för olika skötselalternativ som vi optimerade mixen av åtgärder vid olika nivå på en tänkt investeringsbudget. Vi kunde då se hur prioriteringen av åtgärder förändras med ökad investeringsbudget med samtidigt beaktande av de fysiska begränsningar som gäller för Holmen Skog.

Prioritering av åtgärder vid ökad budget

Optimeringen av åtgärdsvalet genom att maximera nuvärden vid olika budgetrestriktioner medför att åtgärder som ger höga nuvärden per investerad krona (nuvärdeskronor) prioriteras. Tillgången på areal och frö begränsar varje åtgärds maximala omfattning. Vid mycket begränsad tillgång på investeringskapital väljs endast de mest kostnadseffektiva åtgärderna. Till exempel prioriteras användning av förädlade gran- och tallplantor före gödsling vid låg budget. Detta trots att nuvärdena och internräntan är lägre (p.g.a. de långa diskonteringsstiderna) därför att investeringskostnaden är så låg. När investeringsbudgeten gradvis ökar genomförs allt fler åtgärder och mindre kostnadseffektiva men lönsammare

som ersätter mer kostnadseffektiva men mindre lönsamma om dessa delar arealbegränsning. Således ersätter *Plantering av Contortatall*, *Sådd av contortatall* vid ökad budget. *Gödsling 8-9 år före avverkning* ger höga nuvärdena och högst internränta, men är dyrare att genomföra och kräver därmed en större investeringsbudget. Det innebär att nuvärdet per investerad krona (kostnadseffektiviteten) är lägre för gödsling än för t.ex. *Plantering av Contortatall* och *Förädlade plantor*. Den bästa sammanställningen av åtgärder som ger den högsta lönsamheten beror alltså på vilken budget Holmen Skog anser vara rimlig för produktionshöjande skötselåtgärder.

Begränsningar

Det finns en lång rad förutsättningar, antaganden, förenklingar och osäkerheter som måste beaktas när resultaten tolkas.

Priser, kostnader och tillväxteffekter

Lönsamhetsberäkningarna i denna rapport är baserade på data från Holmen och är därför i första hand giltiga för detta bolag. Mest företagsspecifika är de ekonomiska förhållandena, ränta, virkespriser och kostnader, beskattningsnivå samt arealtillgång och produktionsnivå. Produktionseffekterna per hektar är mer allmängiltiga, men har Holmens nuvarande skogsskötsel som utgångsläge. Redan i dag används t. ex. *Förädlade plantor* med en realiserad mertillväxt om 8,1 % för tall och 7,0 % för gran och företaget har ett förhållandevis intensivt förnyingsprogram med hög plantkvalitet, etc.

Osäkerheten är stor för tillväxt-effekten av *Dikesrensning*, dvs. arealen med diken i behov av rensning och kostnaden för *SE-plantor*. Vi har tagit Weyerhaeusers målsättning för sitt utvecklingsprogram som utgångspunkt, d.v.s. att *SE-plantor* inte skall vara mycket dyrare än fröplantageplantor. Priset kan dock höjas med 3,5 kr per planta innan *SE-plantor* blir olönsamma. Det bör observeras att detta gäller, därför att Holmen har brist på förädlat granfrö och alternativet till *SE-plantor* är beståndsfröplantor. Om alternativet varit plantagefröplantor skulle vinsten och betalningsförmågan vara mindre.

Det är möjligt att lönsamheten av skötselåtgärderna för andra skogsägare skiljer sig från de här angivna. Särskilt gäller det för mindre privata fastighetsägare som inte har samma stordriftsfördelar och har annan typ av beskattning. De kan t.ex. också ha sämre tillgång till plantor från högförädlat plantagefrö. Å andra sidan kan tillväxtökningarna och lönsamheten bli betydligt större med ett sämre utgångsläge än för Holmen Skog. Skogsägare som i dag inte använder förädlat material har, till skillnad från Holmen, möjlighet att tillgodogöra sig hela vinsten genom att använda förädlade plantor plus vinsten av särplockning. För andra stora aktörer i samma region borde resultaten dock inte skilja sig radikalt. Kalkylräntenivån ligger mellan 2 och 3 procent som är vanligt för skogsekonomiska kalkyler i Sverige och skatten är 28 % för alla aktiebolag. Tillväxtökningen av förädlade frön och plantor är av samma storleksordning även

för andra stora skogsägare (Rosvall m.fl. 2001).

Lång- och kortsiktiga investeringar

En grundläggande förutsättning för giltigheten av lönsamhetskalkylen är antaganden om att priser och kostnader är reala och oförändrade över tid. Med de långa tidsrymder som omfattas är framtiden okänd. Industrianläggningar, företagsstrukturer och ägarförhållanden kommer förmodligen att vara helt förändrade. Var och en kan därför inse att kalkyler av detta slag inte gör anspråk på att försöka skildra verkligheten, utan är till för jämförelser och som en del av ett beslutsunderlag. I praktiken fluktuerar priserna ganska mycket även under måttligt långa tidsperioder, så att en meningsfull prognos inte är möjligt att göra ens över kortare investeringsperioder. I en kalkyl är det dock lämpligt att inte använda priser och kostnader som representerar extrema värden, t.ex. de som råder precis efter en större stormfällning eller vid en konjunkturtopp. De priser som använts i den här analysen är varken mycket låga eller mycket höga, jämfört med historiska priser.

De flesta produktionshöjande åtgärderna avser föryngringsaktiviteter. Där kommer första intäkten genom att beståndet når 1:a gallring tidigare än normalt, vid 30-40 års ålder och huvudentäkten kommer vid en tidigare slutavverkning efter 62 till 87 år. Gödsling däremot ger intäkter redan efter 8-27 år beroende på åldern av det gödslade bestånden. Man kan argumentera för att den tidsrymden är mer överblickbar och att man därför tar

en mindre ekonomisk risk. Ett sätt att hantera detta kan vara att ställa högre räntekrav på långa investeringar som betraktas ha högre risk. Det är dock vanskligt att uppskatta skillnaden i risknivå mellan långa och korta investeringar i skogliga sammanhang, där den långsiktiga risken skall bedömas på omloppstider upp emot 100 år. Gödslingens lönsamhet t.ex. är också beroende av prisvariation och minskar om man tvingas förlänga investeringsperioden för att vänta in bättre virkespriser. Att försöka sig på att kalkylera med en variabel ränta skulle föra mycket långt i detta sammanhang. Vi vill återigen påpeka att den här typen av kalkyler har begränsningar, men att de är värda att beakta som en del av ett beslutsunderlag.

Marginalanalys

Vi redovisar både lönsamheten för obehandlade respektive behandlade typbestånd i form av netto-nu-värden. De inkluderar alla kostnader och intäkter samt den marginella lönsamheten med de förändringar av kostnader och intäkter som en produktionshöjande åtgärd medför. Både de flesta nu tillämpade föryngringsåtgärderna som representeras av typbestånden och de flesta tillväxthöjande föryngringsåtgärder är lönsamma, men ökningen av nuvärdena eller internräntorna är liten eftersom investeringsperioderna är så långa. Den förhållandevis höga marginella förräntningen av merinvesteringen för ökad tillväxt måste ses mot den bakgrunden. Skogsgödsling med kortare investeringsperiod är ett undantag i sammanhanget.

Det finns flera invändningar mot att använda internränta som beslutskriterium, t.ex. krav på återinvestering till samma ränta, skaleffekter, etc. (Levy och Sarnat 1986, Price 1989). Till det kan läggas problemet att jämföra investeringar med mycket olika löptid. Om man är medveten om dessa begränsningar, anser vi det möjligt och motiverat att redovisa dessa internräntor för att förbättra översikten för Holmen Skogs beslut. För rangordning är nettonuvärde per investerad krona bättre än internränta när man har budget- och andra begränsningar.

Kalamitetrisker

Kunskapen om vissa kalamitetsrisker har beaktats vid nivåläggningen av produktionsökningarna i Holmens produktionsutredning. Här har man också resonemangsmässigt gått igenom möjliga risker inför sitt förslag till val av åtgärder. Produktionsnivåerna för *Contortatall* är därför reducerad i Produktionsutredningen. För *Förädlade plantor* och *SE-plantor* är den empiriska kunskapen om kalamitetrisken på lång sikt liten. Dock skiljer sig risken uppskattningsvis inte mycket från risken vid förnygring med beståndsmaterial och bör kunna bli lägre eftersom ökad odlingssäkerhet är ett av förädlingsmålen.

Virkeskvalitet

Ökad tillväxt och kortare omloppstid kan innebära ändrad virkeskvalitet. De föreslagna åtgärderna i vår analys har bedömts ge små förändringar. Vi har därför inte tagit hänsyn till eventuella kvalitetsförändringar, annat än de som

följer med ändrad medeldiameter i Holmens prislista och i leveransstatistiken samt med en kalkylerad förändrad rötfrekvens.

Ändrad skogshushållning

När många kraftfulla åtgärder sätts in för att öka skogsproduktionen på lång sikt kan avverkningen eventuellt öka redan på kort sikt. Åtgärder som kombinerar låg investeringskostnad med stor effekt och förkortad omloppstid höjer markvärdet. Exempel är *Plantering med Förädlade plantor* och *Contortatall*. Ett höjt markvärde sänker i detta fall även omloppstiden i nuvarande skog. Därför blir det lönsamt att avverka den äldre skogen i snabbare takt (Rosvall m fl. 2006 a och b). Effekter på skogshushållningen är inte beaktat i vår studie.

Andra skötselprogram och trädslagsval

Det är viktigt att uppmärksamma att våra beräkningar har fokuserats på lönsamheten av produktionshöjande åtgärder, d.v.s. av en intensifiering av skogens skötsel. Det är mycket möjligt att ett mer extensivt skogsskötselprogram, t.ex. självföryngring och sådd kan ge högre nuvärden. Det gäller i särskilt hög grad om räntan är hög, då stora initialinvesteringar blir svåra att förränta över omloppstiden. En nyligen publicerad studie av Hyytiäinen m.fl. (2006) visar på detta förhållande för tall i Finland.

Bättre röjning, och i många fall röjning överhuvudtaget, är en annan icke produktionshöjande åtgärd som för många skogsägare torde vara en mycket lönsam åtgärd. Det låg dock utanför syftet med denna rapport att analysera

lönsamhet hos åtgärder som inte ökar produktionen och som redan tillämpas av Holmen.

Föryngring med *Contortatall* som åtgärd är speciell, eftersom det är det enda fallet av trädslagsbyte. Här kunde man ha övervägt andra alternativ, t.ex. att använda hybridlärk, björk eller asp med korta omloppstider istället för gran på lämplig skogsmark. Dessa alternativ ingick dock inte i Holmens övervägande och är därför inte med i denna analys.

Åtgärdernas lönsamhet

Medelstora granplantor i norra Sverige och bättre plantor många åtgärder

Med beräknad nivå för minskad hjälpplantering och ökad tillväxt, genom att byta från Starpot 50 till 90, blev inte investeringen i *Medelstora granplantor* lönsam. En av orsakerna till detta är att tillväxteffekten av åtgärden skattades som ett medeltal för en mycket stor areal. En areal som inkluderar områden där åtgärden inte är lönsam och områden där den är lönsam eller till och med nödvändig. Här borde man göra en närmare analys av hur mycket bättre plantöverlevnad, vitalitet och tillväxt som behövs i jämförelse med små plantstorlekar för att det skall bli lönsamt att använda större plantor. Dessutom måste man utreda i vad mån det är möjligt att identifiera föryngringsarealer där större plantor är ekonomisk berättigade.

I åtgärden *Bättre plantor många åtgärder* ingår en mängd olika billiga åtgärder, men även den dyrbara åtgärden *Medelstora granplantor*. Här borde man göra en lönsamhetsanalys för varje enskild förbättringsåtgärd. Hade man beräknat lönsamheten för alternativet, *Bättre plantor många åtgärder* utan att inkludera *Medelstora granplantor* skulle åtgärden ha varit mer lönsam.

Stubbehandling mot rotröta

Vår utgångspunkt har varit att det finns kunskap om rötfrekvensen i skogen. Den kan beräknas med funktioner för rötans frekvens och tillväxt (Thor 2004, Thor m.fl. 2005). Vi har därför utgått från att granbestånden avverkas vid optimal tid-

punkt med hänsyn till rötan, d.v.s. tidigare än om det inte funnits röta. Därför ger *stubbehandling* en något längre omloppstid. I vår analys var det lönsamt att behandla i ren gran-skog med hög rötfrekvens, men inte att behandla hela arealen med granblandskog. Ett skäl till detta är att vi använt samma kostnad per ha, trots att färre stubbar i praktiken behandlas i granblandskog. Här behövs därför en närmare kostnadsanalys för att finna den verkliga lönsamhetsgränsen för stubbehandling.

Dikesrensning

Vår utgångspunkt för lönsamhetsberäkningarna av *Dikesrensning* är att bestånden är i behov av dikesrensning. Under denna förutsättning är lönsamheten av *Dikesrensning* mycket bra. Ett praktiskt problem är att det kan vara svårt och kostsamt att identifiera dikningsobjekten som har potential att ge tillräckligt stora tillväxteffekter för att dikesrensningen ska löna sig.

Gödsling

Gödsling 8-9 år före slutavverkning ger högst lönsamhet, men även *Gödsling 16-18* och *24-27 år före slutavverkning* är lönsamma. En reservation är att det kan vara svårt välja ut de allra mest gödslingsvärda bestånden, när gödsling, som hos Holmen, skall tillämpas i stor omfattning. Initialinvesteringen vid *Gödsling* är emellertid stor jämfört med de andra åtgärderna, vilket gör att kostnadseffektiviteten är lägre än för flertalet av åtgärderna som därför genomförs först. *Gödsling* sker därför först när budgeten överstiger 5 miljoner kr.

En viktig fördel med *Gödsling*

är att virket faller ut kort tid efter investeringstidpunkten. *Gödsling* är därför ett lämpligt sätt att snabbt kunna öka avverkningen inför situationer med virkesbrist eller hushållningsproblem. Detta skulle kunna motivera att man räknar med ett högre pris för den framgödslade marginalkvantiteten. Många företag väljer att öka avverkningen redan vid gödslingstillfället och tar därmed ut den förväntade gödslingseffekten i förskott. Det ger en helt annan kalkylsituation.

Observera att vi i optimeringsanalysen för enkelhetens skull räknat på *Gödsling* av blandbestånd av tall och gran uttryckt som ett genomsnitt enligt Holmens trädslagsfördelning. I verkligheten prioriteras tall före gran p.g.a. högre timmerpris och kortare reaktionstid.

Förädlade plantor och contortatall

Åtgärder som inte nämnvärt ändrar kostnaden, men som ökar produktionen brukar man inom industriell produktion kalla för ett teknologigenombrott. Detta är fallet för *Contortatall* och *Förädlade plantor*. Om man som vi gjort antar att virkeskvaliteten är i stort sett oförändrad står sig *Förädlade plantor* och *Contortatall* från en ekonomisk synpunkt mycket starkt i jämförelse med andra produktionshöjande åtgärder. Eftersom behovet av extra investering är lågt gäller detta också vid större förräntningskrav än vid den här använda räntenivån.

Ökad lönsamhet eller mer virke

Holmen vill öka produktionen av virke. Orsakerna till det är dels en

förväntan på ökat virkesbehov i framtiden och dels ett behov att motverka minskade avverkningsmöjligheter om 15–35 år, p.g.a. ojämn åldersklassfördelning. Även med dessa tydliga produktionsmål är det lämpligt att inte enbart beräkna produktionsökningarna utan också analysera lönsamheten, vilket resultaten i denna redogörelse visar.

Lönsamhetsberäkningar är alltså ett viktigt, men inte det enda, underlag som behövs vid investeringsbeslut. Ett problem med lönsamhetsberäkningarna är att uppskatta det verkliga värdet av mertillväxten för företaget. Leveranssäkerhet för virket och på längre sikt även jämnhet i möjligheterna att avverka har här betydelse. Även om skillnaderna är små så finns det avvikelser mellan modellens val av skötselåtgärder och förslagen till val i Holmens produktionsutredning. Skillnaden kan alltså bero på att vi inte kunnat fånga de verkliga virkesvärdena. En annan orsak är att Holmens produktionsutredning också tog hänsyn till kalamitetsrisker, miljökonsekvenser, acceptans hos allmänheten etc. Dessa faktorer kan väga tungt i Holmen Skogs slutliga val av skötselåtgärder.

Tackord

Björn Elfving vid SLU har hjälpt oss med produktionssimuleringsverktygen och Roger Johansson på Sveaskog har lämnat synpunkter på manuskriptet. Johan Möller, Skogforsk har hjälpt oss att skapa stamprislistor och Folke Pettersson, Skogforsk har granskat beräkningar och bidragit med värdefull konstruktiv kritik.

Referenser

- Anon 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Kommissionen mot oljeberoende Statsrådsberedningen. 45 s. Stockholm.
- Anon 1985. Gallringsmallar. Skogsstyrelsen Jönköping, 35 s.
- Cernold, Å. 1981a. Utbytstabeller för rotstående skog – Norra Sverige. Centrala Sägverksföreningen Falun, 60 s.
- Cernold, Å. 1981b. Utbytstabeller för rotstående skog – Södra Sverige. Centrala Sägverksföreningen Falun, 81 s.
- Ekö. P. – M. 1985. En produktionsmodell för skog i Sverige, baserad på riksskogstaxeringens provytor. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel, Rapporter nr 16. Umeå. 224 s.
- Elfving, B. 2004. Produktionsaspekter vid gallring. I: Skogforsk Gallring 2004 — kunskap och perspektiv. Uppsala den 3 november 2004. 11 s. Uppsala.
- Elfving, B. & Kiviste, A. 1997. Construction of site index equations for *Pinus sylvestris* L. using permanent plot data in Sweden. *Forest Ecology and Management* (98) s. 125–134.
- Elfving, B. & Norgren, O. 1993. Volume yield superiority of lodgepolepine compared to Scots pine in Sweden. *Swedish Univ. Agric. Sci., Dept of Genetics and Plant Physiology, Report* 11, s. 69-80.
- Holmen 2005. Holmen Årsredovisning 2005, hittat den 9 oktober 2006 på följande internetadress : <http://arsredovisning.holmen.com/Main.aspx?ID=5b09e174-14f9-47ee-a0e6-33cd3b62e197>
- Holten-Andersen, P. 1990. Inflation og beskætnig i skovøkonomien. Status over dansk skovøkonomi, anno 1989. Meddelelser fra Skovbrugsinstituttet. Royal veterinary and agricultural university – Department of forestry – Denmark, 71 s.
- Hyytiäinen, K., Ilomäki, S., Mäkelä, A. & Kinnunen, K. 2006. Economic analysis of stand establishment for Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research* 36(5), s. 1179-1189.
- Hökkä, H. 1997. Models for predicting growth and yield in drained peatland stands in Finland. *The Finnish forest Research Institute, Research Papers* 651: 1-45.
- Hökkä, H., Aleniys, V., Salminen, H. 2000. Predicting the need for ditch network maintenance in drained peatland sites in Finland. *Suoseura – Finnish Peatland Society* 51(1): 1-10.
- Lauhanen, R., Ahti, E. 2001. Effects of maintaining ditch networks on the development of Scots pine stands. *Suoseura – Finnish Peatland Society* 52(1): 29-38.
- Levy, H. & Sarnat, M. 1986. *Capital Investment and Financial Decisions*, third edition. Prentice-Hall International, UK., Ltd. 703 s.
- Mattsson-Turku, G. 2005. Diken växer igen. *Skogsbruket* 8-2005. s 4-5.
- Möller, J.J. 2005. Automatisk kvalitetsklassning och stampris – framtidens affärsform. Resultat nr 22. Skogforsk, 4 s.
- Pettersson N. 1992. Inverkan av plan- te-ringsband på volym och struktur i tall- och granbestånd. Institutionen för skogsproduktion, Rapport nr 30. Sveriges Lantbruksuniversitet. Garpenberg. 58 s.
- Price, C. 1989. *The Theory and Application of Forest Economics*. Basil Blackwell Ltd. 402 s.
- Rosvall, O. & Normark, E. 2006. Ökade virkesuttag och större skogsproduktion i Holmens skogar. Skogforsk och Holmens Skogsvårdsavdelning 2006. 43 s.
- Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006a. Den gamla skogen står i vägen för den nya. I Utvecklingskonferens 2006. Redogörelse Skogforsk nr 2, s. 94-104.
- Rosvall, O., Peichen, G. & Simonsen, R. 2006b. Framtida tillväxtökning kan tas ut redan i dagens skog. Resultat Skogforsk nr 4 2006, 4 s.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004a. Ökad produktion - trots ökad naturvård? I: Utvecklingskonferens 2004. Redogörelse nr 1. Skogforsk, s. 23-38.
- Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004b. Ökad av-verkningspotential med intensivare skogsskötsel. Skogforsk, Resultat nr 10 2004. 4 s.

Rosvall, O., Bergström, R., Jacobson, S.,
Pettersson, F., Rosén, K., Thor, M.
& Weslien, J. 2004c. Ökad produktion i familjeskogsbruket – analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. (Arbetsrapport 574, 2004 Skogforsk), 97 s.

Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B.,
Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J.
& Stener, L.-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar (Redogörelse nr 1, 2001, Skogforsk), 41 s.

SBC 2006. Prisnivån i Sverige 1830-2005, Statistiska Centralbyrån, hittat den 9 oktober 2006 på följande internetadress : http://www.scb.se/templates/tableOrChart____33831.asp

Sveriges Riksbank 2006. Penningpolitiken i Sverige. DNR 2006-631-STA, hittat den 30 juni 2006 på följande internetadress : [www.riksbank.se/pagefolders/8817/Penningpolitiken i Sverige.pdf](http://www.riksbank.se/pagefolders/8817/Penningpolitiken%20i%20Sverige.pdf)

Thor, M. 2004. Räkna med rotröta – nytt hjälpmedel för skoglig planering. Resultat från Skogforsk nr. 13 2004, 4 s.

Thor, M., Arlinger, J. & Stenlid, J. 2005. Stubbehandling mot rotröta lönsam – också i slutavverkning. Resultat från Skogforsk nr. 9 2005, 4 s.

TIDIGARE REDOGÖRELSE FRÅN SKOGFORSK

2002

- Nr 1** Norin, K.: Upphandling och försäljning av entreprenadtjänster i skogsbruket – en diskussion om affärskoncept som stöder drivningssystemens utveckling.
- Nr 2** Möller, J. J., Sondell, J., Lundgren, C., Nylinder, M. & Warensjö, M.: Bättre diamettermätning i skog och industri.
- Nr 3** Hallonborg, U. & Granlund, P.: Virkesbehandling med engreppsskördare.
- Nr 4** Gyllemark, M.: Provenienser av svartgran (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) i södra och mellersta Sverige.
- Nr 5** Glöde, D. & Strömmer P.-G.: Norrskogsgallring – utveckling, förankring och implementering av ett gallringskoncept.
- Nr 6** Högbom, L. & Jacobson, S.: Kväve 2002 – en konsekvensbeskrivning av skogsgödsling i Sverige.
- Nr 7** Möller, J. J., Sondell, J. & Arlinger, J.: Virkesvärdestest 2001 – Apteringsfrågor.

2003

- Nr 1** Hallonborg, U.: Maskinsågkedjor i praktisk drift.
- Nr 2** Aulén, G. & Gustafsson, L.: Skogliga naturvärdesregioner för södra Sverige.
- Nr 3** Pettersson, F.: Effekter på beståndsutvecklingen och ekonomin av olika förstagallringsåtgärder i tallskog – Redovisning av försöksresultat och synpunkter på dagens röjnings- och gallringsverksamhet.
- Nr 4** Glöde, D. & Bergkvist, I.: 30 år med maskinell röjning – summering av utförd FoU och ananlys av framtida potential.
- Nr 5** Ulf Hallonborg.: Semiautonoma kortvikessystem – En systemanalys
- Nr 6** Åke Thorsén.: Mellanchefer i skogsbruket – arbetet i "gränslandet" gentemot chefen

2004

- Nr 1** Utvecklingskonferens 2004.
- Nr 2** Werner, M. & Heurlin Karlsson, L.: Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar.
- Nr 3** Brunberg, T.: Underlag till produktionsnormer för skotare.
- Nr 4** Rytter, L.: Produktpotential hos asp, björk och al.
- Nr 5** Kroon, J. & Rosvall, O.: Optimal produktion vid nordförflyttning av gran i norra Sverige.

2006

- Nr 1** Kroon, J. & Rosvall, O.: Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige
- Nr 2** Skogforsk: Utvecklingskonferens 2006, dokumentation.
- Nr 3** Granlund, P.: CTI på virkesfordon.
- Nr 4** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie
- Nr 5** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie

2007

- Nr 1** Bergkvist, I.: Stråkröjning i praktisk drift 2005–2006.
- Nr 2** Brunberg, T.: Underlag för produktionsnorm för extra stora engreppsskördare i slutavverkning

2008

- Nr 1** Furness-Lindén, A.: Affärsutveckling i relationen stor kund / liten leverantör – vad kan skogsbruket lära?

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Vår verksamhet består av tillämpad FoU, uppdrag och kommunikation av ny kunskap.



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00. Fax. 018-18 86 00
E-post. skogforsk@skogforsk.se
www.skogforsk.se