



Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål

Dzemaal Imamovic

Arbetsrapport 55 1999

SVERIGESLANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-16 58 25 Fax: 090-14 19 15, 77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR--55--SE

Förord

Detta är ett examensarbete omfattande 20 poäng och har utförts vid institutionen för Skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå.Handledare vid SLU har varit universitetslektor Sören Holm.

Uppdragsgivare har varit Skogsstyrelsen, som inte bara bidragit med de ekonomiska medlen, utan också bistått med data från inventeringen med miljöklassning. Kontaktperson på Skogsstyrelsen har varit Tomas Thuresson och jag vill tacka för ett gott samarbete.

Jag vill rikta ett stort tack till Sören Holm som gjorde det möjligt att göra detta arbete genom att ha gjort modifieringar av Indelningspaketet för ändamålet. Han har också kommit med goda råd och förslag till förbättringar på arbetet och hjälpt mig att ro projektet i land.

Tack också till doktorand Anna Ringvall som opponerat på uppsatsen och kommit med goda synpunkter.

Tack också till alla Er andra som på ett eller annat sätt hjälpt mig under studien, och arbetets gång, ingen nämnd och ingen glömd.

Umeå i maj 1999

Dzermal Imamovic

Summary

The Swedish National Board of Forestry has created ecological forest management plans, "Green plans" (Gröna skogsbruksplaner). By the Green plans an estate is divided into compartments (stands) for which the management is adapted to the present ecological conditions. The compartments are divided into four different categories:

- PG- forest suitable for wood production, but with nature conservation management according to the requirements of the present Forestry Act.
- PF- forest with intensified nature conservation management combined with silviculture
- NS- forest where management is undertaken only if it favours nature conservation
- NO- forest where no management is undertaken

The Green plans recommend that at least 5% of the productive area should be managed according to NS/NO, at least 5% should be managed according to PF, and a maximum of 90% should be managed according to PG. It could be called the 90-5-5-goal level.

The objective of this study was to describe the effects of nature conservation on the economy and the forest production with implementation of the 90-5-5 concept.

For the study two estates, Brattåker and Östad, were chosen to represent northern and southern Sweden respectively. The both estates were inventoried objectively by the method of the system "the Forest Management Planning Package" (FMPP). During summer 1998 an ecological inventory was undertaken in order to divide and classify the stands in different ecological categories.

The analyses of economy and forest production with or without nature conservation were conducted using the FMPP system, which handled only that part of forestry which focuses on timber production. For the purpose of this study some new facilities have been introduced into the system in order to, e.g., make it possible to withdraw from cuttings a single tree or tree groups.

One hundred hectares big estates were simulated based on inventory data from the Östad foundation estate and the Brattåker estate.

The implementation of the 90-5-5 concept lowered potential cuttings in both the first and the second forest generation between 10 and 15% on average. The average decrease of the net present value was 6.5% (3.9-11.7%) in southern and 8.2% (5.1-11.8%) in northern Sweden. In both cases the decrease was higher in northern Sweden because of generally higher productions losses on sites with lower site quality, which were more frequent in this part of the country. The loss of net present value is lower than the loss of forestry

production. This is explained by the saving of trees of inferior quality as “eternal” trees and by qualifying the stands of low initial value as NS- and NO- stands.

There are some factors of uncertainty in the study. For instance, the estimation of the influence of “eternal” trees on production has not been studied in any great detail, and especially the long-term consequences are unknown. There are some other uncertainty factors not included here, but it is judged that they can have both positive and negative influences. Therefore the conclusion which is drawn from the study is that the estimated values of the economic and production losses are at a probable level.

Sammanfattning

Under de senaste åren har SVO utvecklat en ”grön skogsbruksplan” som präglas av viljan att uppnå två jämställda mål, ett miljömål och ett produktionsmål. I samband med detta har riktlinjer tagits fram för hur stor andel av den produktiva skogsmarken på en fastighet som skall skötas med olika grad av miljöhänsyn.

Enligt riktlinjerna bör man på fastighetsnivå sköta minst 5% av skogsmark enligt målklasserna NS/NO (Naturvårds – Skötsel/Naturvårds – Orört), minst 5% enligt målklassen PF (Produktionsmål – Förstärkt naturhänsyn) och högst 90% av skogsmark enligt målklassen PG (Produktionsmål – Generell naturhänsyn). Detta kan betecknas som målnivån 90-5-5.

Denna studie försöker belysa de produktionsmässiga och ekonomiska konsekvenserna för skogsägaren av implementeringen av dessa riktlinjer.

Två fastigheter, Brattåker strax väster om Vindeln och Östad strax väster om Alingsås, blev utsedda att representera norra respektive södra Sverige. Dessa område hade tidigare inventerats med Indelningspaketets metoder. En kompletterade målklassning av de tidigare cirkelinventerade avdelningarna gjordes under sommaren 1998. Vid målklassificeringen bedömdes det vilken målklass som avdelningen eller delar därav tillhörde och vilken typ av hänsyn som skulle praktiseras för avdelningen.

Simulering av produktion och ekonomin med eller utan miljömål utfördes med hjälp av Indelningspaketet (Jonsson m. fl. 1993), i vilket för studiens ändamål ett antal funktioner lagts till som gör det möjligt att t.ex spara enskilda träd och trädgrupper.

För Östad simulerades 100 fastigheter och för Brattåker 200 fastigheter på 100 ha med hänsynsnivåerna 90-5-5, 80-10-10 och 70-15-15.

Resultaten visar att avverkningspotentialen både på kort och långt sikt påverkas negativt i storleksordningen 10-15% med tillämpningen av 90-5-5 nivå. Fastigheternas nuvärden påverkas också negativt och minskningen skattades ligga i intervallet 5-10%. I båda fallen kunde det konstateras att effekterna är större i norra än i södra Sverige. Skillnaden är till största delen resultatet av att produktionen påverkas mindre av evighetsträd och kantzoner på bättre än på sämre boniteter.

Att nuvärdesförlusten är lägre än minskningen av produktion beror på flera orsaker. En är att de sparade träden är av sämre kvalitet än genomsnittet av träd i avdelningarna. En annan orsak är att inventerarna har klassat bestånd med sämre ekonomiska förutsättningar som naturvårdsobjekt.

Vissa antagande i studien har gjorts i samband med sparandet av evighetsträd, eftersom kunskap saknas om överståndareffekterna över längre tidsperioder. Även andra faktorer i studien är osäkra, men bedömningen är att osäkerheten kan slå lika mycket negativt som positivt, vilket gör att de skattade effekterna sannolikt ligger på en rimlig nivå.

Innehållsförteckning

1. INLEDNING	8
1.1. Bakgrund	8
1.2. Mål med arbetet	10
2. MATERIAL OCH METODER	11
2.1. Beskrivning av Indelningspaketets grundversion	12
2.1.1. Målformulering och konsekvenser av den	13
2.1.2. Inventering	14
2.1.3. Prognostisering	15
2.1.4. Optimering	16
2.1.5. Implementering	17
2.2. Modifiering av Indelningspaketet för ändamålet	17
2.3. Hänsyn tagna vid simuleringen	18
2.4. Sparande av evighetsträd	20
2.5. Simulering av fastigheter	22
3. RESULTAT	24
3.1. Minskning av nuvärdet och nedsättning av den potentiella avverkningen per målklass	24
3.2. Nuvärdes- och tillväxtförluster samt minskad avverkningspotential på fastighetsnivå	25
4. DISKUSSION	28
4.1. Inventeringens påverkan på resultaten	28
4.2. Materialantaganden	29
4.3. Metodantaganden	30
4.4. Slutsatser	32
KÄLLFÖRTECKNING	33
BILAGA 1. Målklasser – definitioner	
BILAGA 2. Arealvägda åldersklass- volymklassfördelningar	
BILAGA 3. Priser	
BILAGA 4. Kostnader	

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Miljömedvetenheten har ständigt ökat under den senaste tiden runt om i världen, vilket ledde till den stora FN:s miljö- och utvecklingskonferensen i Rio de Janeiro 1992. Konferensen fastslog betydelsen av biologisk mångfald och långsiktigt nyttjande av naturresurser.

Ett steg i samma riktning var den ändring av skogsvårdslagen som beslutades av den svenska riksdagen 1993. Enligt den präglas den nu gällande skogspolitiken av två jämställda mål, ett miljömål och ett produktionsmål. Miljömålet innebär bland annat att biologisk mångfald och genetisk variation i skogen skall bevaras, att skogen skall brukas så att växt- och djurarter som naturligt hör hemma i skogen kan fortleva, att hotade arter och naturtyper skall skyddas och att skogens kulturmiljövärden, dess estetiska och sociala värden värnas. Produktionsmålet däremot slår fast att skogen och skogsmarken skall nyttjas effektivt och ansvarsfullt så att den ger en uthålligt god avkastning (Skogsstyrelsen, 1994).

De stora skogsbolagen började redan under 1980-talet känna trycket från olika miljöorganisationer och det resulterade i en tidig kursändring. Det då rådande skogsbruket medförde uppkomsten av stora hyggen som endast kunde erbjuda livsmiljö för ett fåtal arter, efterföljdes av mer ståndortsanpassade åtgärder. Under 1990-talet har detta utvecklats till ett storskogsbruk som följer s.k. certifieringsregler (FSC).

För det småskaliga skogsbruket har Skogsvårdsorganisationen framtagit en s. k. grön skogsbruksplan. Men det har saknats en operationellt användbart tolkning av skogspolitikens jämställda produktions- och miljömål.

Enligt Bleckert & Petersson (1997) riskerar den nya skogspolitiken att skapa ett skogsbruk med onödiga produktionsförluster och tillfälliga miljövinster om inte naturvårdssatsningar utgår från arternas behov. Det vill säga att man behöver en ”grön skogsbruksplan” som:

- förenar produktion och miljö
- effektiviserar skogsproduktionen
- bevarar och utvecklar skogens mångfald
- skapar trovärdighet
- gör brukandet och ägandet mer spännande

De gröna planerna är ekologisk anpassade skogsbruksplaner i vilka skogen indelas i olika målklasser beroende på de naturvärden som finns eller som kan återskapas inom varje enskild avdelning. De fyra målklasserna är:

- PG produktionsmål – generell naturhänsyn
- PF produktionsmål – förstärkt naturhänsyn
- NS naturvård – skötsel
- NO naturvård – orört

Riktlinjer som kommit fram i samband med utvecklandet av den ”gröna skogsbruksplanen” innehåller rekommendationer om hur stor andel av ett skogsinnehav som bör skötas med olika nivå av miljöhänsyn. Dessa riktlinjer finns uttryckta i Skogsstyrelsens cirkulär D nr 2 (Anon. 1998).

Enligt riktlinjerna bör man på fastighetsnivå sköta minst 5% av produktiv skogsmark enligt målklasserna NS/NO, minst 5% enligt målklassen PF och högst 90% enligt målklassen PG. Detta kan betecknas som målnivån 90-5-5.

Motiv bakom arealomfattningen av dessa klasser beskrivs av Angelstam och Andersson (1997). En kort beskrivning av målklasserna är:

Målklasser – definitioner

PG Produktionsmål – Generell naturhänsyn lämpar sig i avdelningar med låga naturvärden där produktionsmålet klart dominerar och styr skötsel. Hänsyn tas genom att hänsynsytor, trädgrupper, evighetsträd och buskar m.m. lämnas vid avverkningen.

PF Produktionsmål – Förstärkt naturhänsyn passar i bestånd där en hög naturvårdsmålsättning går att förena med produktionsinriktad skötsel. Produktionsmålet styr huvudinriktningen av skötseln, medan naturvårdsmålet dominerar i vissa delar av avdelningen.

NS Naturvårdsmål – Skötsel passar i bestånd med höga naturvärden där naturvärdena utvecklas i negativ riktning om beståndet lämnas orört. Naturvårdsmålet styr skötseln som endast utförs när det är motiverat av naturvårdsskäl.

NO Naturvårdsmål – Orört passar i bestånd med höga naturvärden och stabila biologiska kvaliteter. Naturvårdsmålet styr genom att området lämnas till fri utveckling.

Mer detaljerade definitioner och rekommenderade praktiska tillämpningar av målklasser beskrivs i Bleckert & Petersson (1997) och nedan i *bilaga 1*.

1.1 Mål med arbetet

Det övergripande målet med detta arbete var att belysa konsekvenser för skogsägaren vad avser ekonomi och virkesproduktion av ett brett genomförande av "90-5-5"-konceptet.

Mer operativt skulle man kunna svara på hur de olika målklasserna (var för sig och tillsammans), påverkar:

1. Möjlig avverkning på kort och lång sikt.
2. Tillväxt.
3. Ekonomi.

Konsekvenserna skulle belysas för både södra och norra Sverige.

Undersökningen skulle också gälla andra procentsatser än 90-5-5, nämligen 80-10-10 och 70-15-15.

Detta arbete utgör den slutliga dokumentationen av metoder och resultat. Åtskilliga resultat finns också redovisade i Thuresson, Holm & Imamovic (1999)

2. Material och metoder

För ändamålet användes två fastigheter, Östad och Brattåker, som representerade södra respektive norra Sverige. De båda fastigheterna hade tidigare inventerats med Indelningspaketets basmetod (se avsnitt 2.1.2 nedan) så det redan fanns tillgång till väldokumenterad data som underlag för arbetet.

Fastigheten Östad med produktiv areal på 3400 ha ligger 4 mil öster om Göteborg (58° N, 12° 30' E). Fastigheten tillhör Östads stiftelse, som upplåter resurser och årligen utdelar medel för undervisning och forskning. De data som använts i arbetet härrör från 160 avdelningar som under en period av fem år (1993-1997) inventerats av studenter från skogsfakulteten vid SLU.

Området Brattåker är av typisk norrländsk landskapskaraktär med en produktiv skogsmark på 10 000 ha, beläget i Vindelns kommun. Området ägs till stora delar av MoDo, men också till en del av AssiDomän och ett flertal mindre skogsägare. Brattåker har använts för flera olika forskningsändamål och är för dessa inventerat vid flera tillfällen. Data för arbetet utgörs av cirka 60 avdelningar inventerade med Indelningspaketets basmetod 1995, se Lämås (1996).

Vid tidpunkten för inventeringarna saknades rutiner för en miljöklassning. Därför utfördes en speciell inventering med målklassning av SVOs personal under maj/juni 1998. Förrättningsmännen uppsökte de tidigare inventerade avdelningarna, vilka målklassificerades.

Vid målklassningen bedömdes:

- vilken målklass som varje avdelning eller delar därav tillhörde.
- tänkbara skötselalternativ för hela eller delar av avdelningen.

I princip gjordes en målklassning på cirkelytenivå där bedömdes:

- om skogen skulle undantas från avverkningen
- om skogen skulle överhållas
- vilka träd som skulle prioriteras vid gallring med avseende på trädslag och diameter
- om enskilda eller grupper av träd skulle sparas, i termer av antalet träd (antigen per cirkelyta eller per hektar), trädslag, grundtyvägda diameter och medelkvalitet i en femgradigskala (1.0 = mkt god ... 5.0 = usel)
- om det skulle tillämpas en speciell förnygringsmetod (t.ex. lövförnygring) och om de existerande ÖF – träden ej skulle avverkas
- om det fanns behov för specialvarianter av skötsel

På fastigheten Östad har använts sammanlagt 129 avdelningar av de 160. Vissa av de 160 avdelningarna blev ej målklassificerade och några gick inte att användas med tillgängliga prognosinstrument. Eftersom klassificeringen gjordes på cirkelytnivå hamnade inte alla ytor i en avdelning alltid i samma målklass. Avdelningarna delades i sådana fall upp i nya avdelningar så att varje grupp av ytor med samma målklass bildade en ny avdelning.

Detta gav sammanlagt 177 avdelningar som grund för simuleringen. Fördelning mellan målklasser var 115 PG-, 27PF-, 14 NS- och 21 NO-avdelningar.

På fastigheten Brattåker inventerades 52 avdelningar med målklassningen (29 PG-, 16 PF-, 1 NS- och 6 NO-avdelningar). Här hade förrättningsmannen föreslagit naturvårdsåtgärder på avdelningsnivå. Ingen delning av avdelningar förekom alltså här på grund av målklassningen.

De ingående avdelningarnas arealvägda åldersklassfördelningarna respektive volymklassfördelningarna redovisas i *bilaga 2*. Från åldersklassfördelningarna framgår att den relativa andelen äldre skog var större i PF-, NS-, och NO-avdelningarna än i PG-avdelningarna. Detta pekar på att äldre skog bättre uppfyller kriterier för att bli klassad som naturvårdsobjekt.

Studien genomfördes på följande sätt:

1. Ur mängden av stickprovsavdelningar bildades genom ett slumpmässigt förfarande fastigheter om cirka 100 ha.
2. För varje sådan fastighet beräknades ekonomiskt optimalt utfall m.m. dels utan miljömål, dels med de olika prövade miljömålen.
3. Resultat togs fram för ett antal sådana simulerade fastigheter för vardera studieområde, 100 för Östad och 200 för Brattåker.

För beräkningarna användes planeringssystemet Indelningspaketet (Jonsson et al., 1993). För fallet med miljörestriktioner krävdes modifiering av Indelningspaketets originalversion. Detaljerna i arbetet beskrivs nedan, tillsammans med en för förståelsen nödvändig genomgång av Indelningspaketet.

2.1. Beskrivning av Indelningspaketets grundversion

Indelningspaketet är ett datorbaserat inventerings- och beräkningssystem för strategisk planering. Indelningspaketet innehåller följande komponenter, i ett integrerat system,

- *målformulering* för skogsbruket
- *inventering* av skogen för att skaffa ett underlag för olika prognoser
- *prognostisering* över utfallet av olika skötselalternativ
- *optimering* av valet av skötselalternativ
- *implementering* av resultatet till efterföljande planeringsfaser

2.1.1. Målformulering och konsekvenser av den

Indelningspaketets målformulering är i grundversionen helt inriktad på produktionsmålet. Målet med skogsbruket anses då vara en maximering av nuvärdet av alla framtida nettointäkter, med ett krav på i tiden jämnt nettointäktsflöde. Indelningspaketet löser detta genom att använda följande målfunktion:

$$U = \sum_{p=1}^{\infty} e^{-rt_p} (N_{Hp})^b$$

Där: U - betecknar nytta

- H - ” handlingsalternativ
- p - ” period
- t_p - ” tid till perioden p
- r - ” kalkylränta
- N_{Hp} - ” nettointäkt för handlingsalternativ H i period p
- b - ” ”Jämnhetsparameter” ($0 < b \leq 1$)

Jämnhetsparameter b gör att U skiljer sig från ett sedvanligt nuvärde. Ju mer b avviker från 1 desto större vikt läggs vid jämnhetskravet. Värdet $b = 1$ ger ett rakt nuvärde.

Den strategiska planeringens uppgift är att finna det optimala avverkningsprogrammet H_{opt} och de av detta resulterande optimala avverkningsnivåerna.

Nettointäkterna N är rent monetära och värdet av andra nyttigheter av skog som renskötsel, turism, rekreation och biologisk mångfald är inte beaktade (även om det vore teoretiskt möjligt, givet att sådana nyttigheter kunde värderas i pengar för olika skogstillstånd). För studiet av 90-5-5-konceptet kan alltså inte något värde åsättas effekterna på miljön. Endast kostnader (och förändrade produktionsnivåer) för miljöhänsynen kan beräknas. Dessa får sedan vägas subjektivt mot eventuella miljövinster.

De handlingsprogram H som är tillåtna i Indelningspaketets grundversion är också traditionella ”produktionsprogram”. Emellertid kräver 90-5-5 alternativ skötsel, t.ex. sparande av ”evighetsträd”. Ganska omfattande modifieringar av Indelningspaketet har gjorts för denna utredning för att kunna hantera sådan alternativ skötsel (se avsnitt 2.4).

I det föreliggande arbetet har parametervärdena genomgående varit $b = 1$ (rakt nuvärde, d.v.s utan jämnhetskrav) och $r = 3\%$ (kalkylräntan).

2.1.2. Inventering

Inventeringen enligt Indelningspaketet har flera syften

- att ge totalskattning för en fastighet
- att ge utgångslägen för prognoser och för bestämning av optimalt handlingsprogram (optimala avverkningsnivåer)
- att, tillsammans med registerdata, ge underlag för framställning av prioriteringsfunktioner, som sedan skall tillämpas på alla avdelningar
- att ge data för kalibrering av registerdata.

Den strategiska planeringen som syftar till att skatta optimala avverkningsnivåer för fastigheten som helhet kräver en skattning som är fri från systematiskt fel. Däremot öppnas möjligheten för användning av ett sampel av avdelningar, vilket är kostnadsbesparande. Inventeringen enligt Indelningspaketet utgörs sålunda av ett objektiva sampel av avdelningar, med ett speciellt sampelförfarande som beskrivs nedan. (I den efterföljande taktiska planeringen krävs en heltäckande inventering, men utan strikta krav på avsaknad av systematiska fel, varför registerdata ofta används i denna fas.)

Indelningspaketet har tillgodosett behovet av information genom ett förfarande i två faser.

Fas 1.

Första fasen innehåller två moment:

- fastigheten indelas i avdelningar och en karta över fastigheten upprättas.
- genom en subjektiv inventering upprättas ett beståndsregister, och om det redan existerar så kontrolleras det och uppdatering sker.

Fas 2

Uppgifterna i registret används sedan i den andra (egentliga) inventeringen för att göra den så effektiv som möjligt. Detta åstadkoms dels genom att stratifiera avdelningarna på fastigheten och dels genom att sampla avdelningar proportionellt mot avdelningsareal inom stratum (PPS). Stratifieringen syftar till att skapa grupper av "lika" avdelningar, där i Indelningspaketet detta innebär likhet med avseende på beståndsålder och beståndsvolym per arealenhet. Alltså bildas strata = grupper av avdelningar där ålder och volym (per ha) är ungefärligen desamma inom varje stratum. Genom stratifieringen blir skattningar noggranna och dessutom försäkras man sig att alla de typer av skog som finns på fastigheten blir representerade i samplet.

Inom varje stratum samplas sedan ett visst antal avdelningar, på så sätt att sannolikheten att en avdelning hamnar i samplet är proportionell mot avdelningens (produktiva) areal. (Detta innebär att alla arealenheter i ett stratum har samma sannolikhet att hamna i samplet). Bestämningen av antalet sampelavdelningar i de olika stratummen (den s.k.

allokeringen) sker delvis subjektivt, men effektivitetsstudier kan göras med hjälp av registerdata. En rimlig tumregel är att välja antalet ungefär proportionellt mot stratumets totala areal, dock något lägre i ungskogarna och fler i gamla och välbestockade skogarna.

Slutligen inventeras de samplade bestånden objektivt genom att provvytor läggs ut systematiskt med slumpmässig startpunkt. Vid inventeringen används antingen cirkelprovytor med konstant radie (ofta 10 meter, i ungskog 5 meter), eller en stamtäthetsmetod med ett fixt antal träd (vanligen de 8 träd som står närmast provytecentrum). S.k. spegling av yta tillgrips om del av yta skär avdelningsgräns. Samtliga träd som är över 5 cm i diameter klavas. I plant- och ungskog höjdmäts huvudstammar och bistammar. På alla ytor bestäms grundytevägd medelålder, ståndortsindex, kvaliteten på rotstockarna för barrträd grövre än 15 cm, m.m. På slumpmässigt valda provträd mäts dessutom ålder, höjd, krongränshöjd, barktjocklek samt kvalitet. Provträdsurvalet sker normalt så att grövre träd har större sannolikhet att bli provträd.

De data som använts i arbetet här förekommer både avdelningar som inventerats med sedvanliga cirkelprovytor och med stamtäthetsmetoden. Provträdsurval har skett med en sannolikhet proportionell mot trädens grundtytor (dock endast träd inom ytan, varför relaskop ej kan användas för provträdsurvalet).

Insamling av data har utförts med hjälp av fältdatorn PSION och helt enligt Indelningspaketets rutiner (Jonsson & Kallur, 1995).

2.1.3. Prognostisering

Tillväxtprognosen är en mycket viktig del i den strategiska planeringen. Vid tillämpningen av Indelningspaketet används en prognosmetod som skall kunna tillämpas i alla praktisk förekommande beståndstyper. Olikåldriga, skiktade och trädslagsblandade bestånd kan hanteras genom att beräkningsenheten är det enskilda trädet (utvecklingen prognosticeras för samtliga klavade träd).

Dynamiken i systemet genereras genom Söderbergs funktioner för grundytetillväxt hos enskilda träd (Söderberg, 1986). Volymen beräknas med hjälp av regionala formhöjdsfunktioner (Söderbergs, 1986), efter lokal kalibrering med hjälp av provträdens volymer, beräknade med Näslunds större volymfunktioner (Näslund, 1940, 1947), alternativt Brandels funktioner (Brandel, 1990).

De här nämnda funktionerna tillämpas på träd som är grövre än 5 cm. För beräkning av tillväxt på ytor där de flesta av träden är klenare än 5 cm används funktioner för höjdutveckling (Elfving, 1981).

För tillväxtprognotisering i andra generationen dvs efter slutavverkning, då ju inte de klavade träden längre finns kvar, används produktionstabeller framtagna med HUGIN-systemet (Bengtsson, Holmlund, Lundström och Sandewall, 1989). Tabellerna är framtagna på provyttenivå (rikskogstaxeringsytor) och produktionstabeller finns för kombinationer av region, föryngringsprogram, ståndortsindex och trädslag.

I Indelningspaketet ingår också funktioner som prognosticerar självgallring m.m. Rotstockskvalitetens utveckling över tiden skattas också.

I Indelningspaketet finns möjlighet att formulera ett stort antal möjliga skötselalternativ för varje bestånd. Skötselprogrammen definieras som en kombination av gallringsform, styrka och åtgärdstidpunkt. Gallringsform och styrka anges separat för tall, gran och löv. Detta har utnyttjats i denna ändamålsstudie för att skapa de av förrättningsmännen föreslagna skötselalternativen med miljöhänsyn.

Skötselalternativens framtida ekonomiska avkastningen beräknas för varje femårsperiod. De framtida intäkterna räknas ut med hjälp av volymprognosen och en värdering av enskilda träd, där rotstockskvaliteten är en viktig variabel. Värderingen bygger på en apteringsrutin samt en given prislista. Olika pris-listor kan väljas efter olika scenario av framtida prisutvecklingar, men i denna studie har endast normala prislistor för de två fastigheterna använts. Priserna framgår i detalj i *bilaga 3*.

De kostnader som beaktats är kostnader för slutavverkning, gallring och föryngring. Kostnaderna är huvudsakligen angivna som funktioner, som också inkluderar indirekta kostnader för planering och administration. Föryngringskostnaderna är periodiserade på flera femårsperioder efter avverkningen. Det var nödvändigt för att beakta kostnader för hjälpplantering och röjning. I dessa periodiserade kostnader, som gäller kal och framtida kal mark, ingår poster för markberedning, plantering, hjälpplantering och röjning. Kostnaderna beskrivs utförligt i *bilaga 4*.

2.1.4. Optimering

I Indelningspaketet påverkar beslutsfattaren framtida beräknade nettointäkter genom pris- och kostnadsförutsättningarna. Fördelningen över tiden påverkas av valet av ränta och jämnhetskrav (r och b i målfunktionen).

För en beslutsfattare kan det vara svårt att i förväg ansätta ”rätt” ränta och värde på jämnhetsparametern. Därför provas i regel flera alternativ och det som bäst svarar mot beslutsfattarens krav på framtida intäkter och förrådsutveckling väljs.

Optimeringsalgoritmen är speciell för Indelningspaketet och ganska komplicerad. Med valet $b = 1$, som i detta arbete, saknas jämnhetskrav. Detta innebär att optimalt alternativ kan bestämmas varje avdelning för sig.

2.1.5. Implementering

Alla prognoser och beräkningar i Indelningspaketet är baserade på stickprovsavdelningarna. Den taktiska planeringen kräver att resultaten baserade på stickprovsavdelningarna överförs på fastighetsnivå så att de gäller för alla avdelningar. Problemet kan tacklas genom att skapa prioritetsfunktioner. Funktionerna framställs genom att utnyttja samband mellan stickprovsavdelningarnas egenskaper (ålder, volym, diameter, grundyta osv) enligt beståndsregistret och deras inoptimalförluster för olika val av åtgärd. Inoptimalförlusten för en åtgärd definieras som

$$IL (\text{viss åtgärd}) = \text{Nuvärde (optimal åtgärd)} - \text{Nuvärde (viss åtgärd)}$$

Prioritetsfunktionerna skattas med regressionsanalys. De oberoende variablerna utgörs av subjektiva (kalibrerade) registerdata,

$$\text{Skattad IL (viss åtgärd)} = f(\text{kalibrerade registerdata})$$

Prioritetsfunktioner tillämpas därefter på hela det kalibrerade beståndsregistret och på så sätt skattas inoptimalförluster för samtliga avdelningar. Med hjälp av avdelningarnas inoptimalförluster kan sedan avdelningarna rangordnas efter angelägenhetsgrad, vilket därmed ger en vägledning vid den taktiska och operativa planeringen.

Implementeringsfasen har inte tillämpats för detta arbete.

2.2. Modifiering av Indelningspaketet för ändamålet

För att uppfylla målklassificeringens rekommendationer har det krävts att träd eller grupper av träd skall kunna skötas individuellt, vilket inte Indelningspaketets standardversion klarar av. Det har t.ex. av förrättningsmännen (vid målklassningen) föreslagits speciell skötsel av vissa ytor, sparande av lövpartier eller sparande av ett antal träd av viss karaktär ("evighetsträd"). Det sistnämnda har varit ett generellt krav, även i skog av klassen PG.

Modifieringar har därför varit nödvändiga. En sådan medger att enskilda ytor kan hanteras separat (med egen skötsel t.ex.). En annan medger att det går att markera de enskilda evighetsträden, som inte får gallras ut eller avverkas vid slutavverkning (men som ska utvecklas i beståndet för övrigt). Val av evighetsträd kan göras med hjälp av trädslag, diameter och kvalitet.

För att kunna värdera effekterna av evighetsträden på kommande generationer har en speciell utredning gjorts och resultatet har implementerats i programmet (se avsnitt 2.4).

Indelningspaketet modifierades också för att tillåta extra lång överhållning.

2.3. Hänsyn tagna vid simuleringen

PG- skogen

I PG- avdelningarna togs hänsyn genom att spara antingen strövis eller gruppvis ställda evighetsträd. Gruppvis innebar att stor andel evighetsträd sparades på vissa ytor, i annat fall spreds sparandet ut över alla ytorna. Val av träd (trädslag, diameter och kvalitet) och grad av gruppställdhet följde förrättningsmännens angivelser för varje enskild avdelning.

För några avdelningar var det angivet att lövträd skulle sparas vid gallringarna. Det gjordes genom att lövträden tilldelades lägre sannolikhetstal vad gäller gallringarna.

I genomsnitt sparades 11.2 evighetsträd per hektar i Östad och 13.3 evighetsträd per hektar i Brattåker. Dessa träd behandlades alltså som om de aldrig skulle avverkas. I Indelningspaketet finns det rutiner som skattar den naturliga avgången, och denna gäller också för evighetsträd.

PF- skogen

I PF- avdelningarna togs hänsyn framförallt genom att spara hänsynsytor eller gruppvis ställda evighetsträd. Hänsynsytorna har lämnats till fri utveckling och det är tänkt att död ved skall skapas på sikt.

I Östad avsattes träd och arealer motsvarande 16 – 57 % i produktionsnedsättning i andra generationen skog. Här sparades grupper av evighetsträd enligt förrättningsmännens förslag.

I Brattåker avsattes motsvarande 8 – 58 % i produktionsnedsättning i andra generationen skog genom att spara hänsynsytor. Förutom detta sparades 5 – 18 evighetsträd per hektar.

NS- skogen

I NS- avdelningarna togs hänsyn genom att utarbeta ett skötselprogram för varje avdelning enligt förrättningsmännens förslag. Här är några exempel på angivna förslag:

Ex. 1. Gynna löv/tall och skapa grova lövträd eller tallar genom att gallra bort gran.

Ex.2. Framtida uttag av gran/tall 10% om ca 30 år (tall Dgv 27 cm och gran Dgv 16 cm). Avdelningen skall utvecklas till gles lövskog genom successiva gallringar vart 25:e år.

Ex.3. Uttag av gran 10% inom 5 år (gran Dgv 30 cm). Avdelningen skall utvecklas till att ha en lövdominerad kantzonen genom successiva gallringar.

För de här exemplen utformades skötselprogrammen på följande sätt:

Först har det angetts tidpunkter för gallringar. Första gallringen sattes enligt förrättningsmännens angivna förslag och de följande gallringarna skulle ske med 25-30 årsmellanrum (också enligt förslag).

Nästa steg var att formulera gallringsform och styrka. De träd som skulle gallras bort fick större chans att bli uttagna vid avverkningen.

NO- skogen

I NO- avdelningarna styr naturvårdsmålet helt genom att området lämnas till fri utveckling. I sådana avdelningar sker ingen avverkning som medför att produktionsnedsättningen, vad gäller gagnvirke, är total.

2.4. Sparande av evighetsträd

En av de viktigaste åtgärderna för att främja den biologiska mångfalden i skogen, är att enstaka träd eller trädgrupper kvarlämnas vid slutavverkningen. Deras virke kommer inte att tillvaratas, vilket medför en produktionsnedsättning i innevarande och i framtida generationer. Skattningen av nedsättningen i kommande generationer kan inte grundas helt vetenskapligt eftersom man saknar kunskaper om överståndareffekterna över längre tidsperioder.

Som grund för beräkningarna ligger en studie av prof. Björn Elfving (1996). För denna studie utnyttjades resultaten från studier om plantutveckling på olika avstånd från närmaste överståndare (Hagner, 1962) och (Niemistö, 1993). Båda dessa fann att plantor som låg på 8 meters avstånd från överståndare var cirka 60% högre än plantor som låg på 2 meters avstånd. En liknande iakttagelse kunde konstateras vid undersökningen hur rotkonkurrensen avtar med ökad avstånd från en beståndskant (Elfving opublicerat). I sin studie skattade Elfving produktionsnedsättningen från 15% på bördiga marker till 35% på fattiga marker på en cirkelyta med 10 meters radie.

För skattningen av nedsättningen vid olika avstånd från evighetsträd har en liten studie genomförts. I enlighet med Elfving, har det antagits att nedsättningen minskar med ökat avstånd från trädet och att den upphör på 10 meters avstånd. Det har också antagits att nedsättningen är beroende av ståndortsindex. Följande funktion har framställts:

$$E = 1 - (d/10)^a$$

där E är relativ tillväxtnedsättning i nästa generation runt evighetsträd
 d är avstånd till evighetsträd (m)
 a är en bonitetsberoende parameter, vars värde bestämdes av Elfving's resultat

Med denna funktion kunde vi räkna fram produktionsnedsättning per hektar om de lämnade evighetsträden vore homogent utspridda över arealen, d v s om det inte förekom någon överlappning mellan cirkelytorna kring evighetsträden. I verkligheten måste sådan överlappning förekomma annat än vid mycket lågt antal evighetsträd i glest förband.

För att bestämma hur stor nedsättningen per arealenhet blir (med hänsyn till överlappning) simulerades olika antal evighetsträd per arealenhet. I varje punkt inom 10 meter från ett evighetsträd erhålls då ett värde E på nedsättningen i punkten. Finns flera evighetsträd inom 10 meter finns flera E -värden och olika tänkbara varianter vad gäller aggregering av dessa. En variant, där närmaste evighetsträd bestämmer nedsättningen, valdes ut (antogs troligast). Detta motsvarar det största E -värdet i punkten. För en simulerad skog erhöles sedan den arealmässigt genomsnittliga nedsättningen som den över alla punkter genomsnittliga nedsättningen. Ett stort antal skogar simulerades för olika antal evighetsträd ($n = 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200$) och för de bestämdes den genomsnittliga areella nedsättningen. I samtliga fall simulerades evighetsträdens positioner som helt slumpmässiga och oberoende av varandra (Poissonskog).

En funktion anpassades till resultaten. Funktionen uttrycker sambandet mellan nedsättningen (kommande generationer) och antalet evighetsträd och har följande form:

$$N = 100 * (1 - e^{-b*n})^c$$

där N står för nedsättning per ha, i procent,
 $b = 00783 - 0.00043 * (SI - 25)$,
 $c = 1.04 - 0.0024 * (SI - 25)$,
SI är ståndortsindex i meter (bästa trädslag) och
 n är antal evighetsträd per ha.

Det har antagits att ståndortsindex i Elfvings studie är 25 m i snitt. Det har också antagits att tillväxtnedsättningen i volym och det ekonomiska bortfallet i den framtida generationen är procentuellt lika.

I den nuvarande skogen har nedsättningen gjorts genom att evighetsträden endast markerats som träd, som inte får röras. Följaktligen kan man inte räkna med någon gagnvirkesproduktion eller ekonomisk avkastning från sådana träd.

Vid tillämpningen följdes de av förrättningsmännen angivna förslag när det gäller antalet sparade träd. Många gånger framgick att evighetsträd skulle sparas i grupper. Även i de fall där antal angivna sparade evighetsträd var stort (20,25, 30 eller flera träd per ha) utan någon rekommendation om gruppställdhet, antogs det att gruppställdhet förekom. Det var inte möjligt att formulera någon strikt regel och en bedömning av graden av gruppställdhet gjordes från fall till fall. I princip antogs det att gruppställdhets grad ökar med antalet sparade träd.

I fall av gruppställdhet gjordes ett avdrag på antalet sparade träd innan funktionerna tillämpades. (Funktionerna var ju framtagna under förutsättning om slumpmässiga positioner.) Dessa justeringar var vanliga i de PF-klassade avdelningarna, men också relativt frekventa i PG-avdelningar på Brattåker. (En viss skillnad i specifikationerna av sparande förelåg mellan inventeringen i södra respektive norra Sverige. I södra Sverige ville förrättningsmännen spara ett visst antal träd per ha, medan man i norra Sverige ville spara ett antal ytor per avdelningen plus ett antal träd per ha på resten av avdelningen.)

I PG-klassade avdelningar sparades det normalt så jämnt över ytorna som möjligt av de trädslag, dimensioner och kvaliteter som var angivna av förrättningsmännen. Det var oftast träd av sämre kvalitet som skulle sparas.

I NS-klassade avdelningar sparades inte några träd utan ett speciellt skötselprogram utarbetades för var och en av dem enligt förrättningsmannens bedömning.

NO-avdelningarna lämnades helt orörda.

2.5. Simulering av fastigheter

Undersökningen skulle avse effekter på ekonomi och tillgänglig produktion av den skötsel som rekommenderas för de olika målklasserna. Syftet var att effekterna skulle studeras för ordinära privata fastigheter om 100 ha (produktiv areal). De ordinära fastigheterna erhöles genom att ur vardera materialet (Östad, Brattåker) genom ett slumpmässigt val av avdelningar bilda de önskade småfastigheterna. Detta förfarande kallas nedan simulering av fastigheter.

Först användes dock Indelningspaketet för att för varje enskild avdelning i materialet bestämma optimalt nuvärde (och därav resulterande produktionssiffror), med och utan miljöklassning. Eftersom inget jämnhetskrav tillämpades ($b = 1$ i målfunktionen) så kan de enskilda avdelningarnas värden enkelt summeras över avdelningarna i en simulerad fastighet för att få värden på fastighetsnivå. Noteras bör alltså att varje avdelning hanterades individuellt vad gäller åtgärdsprogram och att samma åtgärdsprogram inte nödvändigtvis utföll i fallen med och utan miljöklassning för en given avdelning.

Till grund för undersökningen ligger de målklassade avdelningarna som inventerats objektivt enligt Indelningspaketets rutiner. Detta sampel av avdelningar är, som ovan beskrivits (avsnitt 2.1.2), taget med för avdelningarna varierande urvalssannolikheter, dels genom stratifieringen och dels genom PPS-urvalet inom stratum. Konkret innebär detta att samplet bl.a. innehåller relativt sett fler arealmässigt stora avdelningar och fler avdelningar i äldre välbestockad skog än populationen (fastigheterna Östad resp. Brattåker).

Vid simuleringen av de 100 ha stora fastigheterna ska i princip avdelningar i samplet lottas ut tills en areal på 100 ha uppnåtts. Utlottningen ska vidare uppfylla kravet på areell fördelning på målklasserna, t.ex. innehålla 10% skog i målklassen NO/NS om alternativet 80-10-10 ska prövas.

På grund av samplets skevhet gentemot populationen vad gäller t.ex. arealfördelning kan emellertid inte utlottning ur samplet ske med lika sannolikheter för alla avdelningar om man eftersträvar fördelningar på arealer m.m. som liknar de på Östad resp. Brattåker. Balansen återställs genom att vid simuleringen sampla ur samplet med de mot Indelningspaketet omvända sannolikheterna, enligt följande resonemang:

En avdelning U i populationen har sannolikheten π att hamna i samplet. Antag nu att denna avdelning utlottas ur samplet vid simuleringen med sannolikheten λ . Den ursprungliga avdelningen kommer då att återfinnas i en simulerad fastighet med sannolikheten $\pi \cdot \lambda$. Avdelningen förekommer i populationen med "sannolikheten" 1, varför balansen återställs genom att välja $\lambda = 1/\pi$ (eller proportionellt mot detta). Lite mer i detalj: Indelningspaketets urvalsdesign ger för avdelning nummer i sannolikheten $\pi_i = n \cdot a_i / A$, där n = antal samplade avdelningar i det stratum som avdelningen tillhör, a_i är avdelningens (produktiva) areal och A är den totala (produktiva) stratumarealen.

Det innebär att simuleringssannolikheten λ_i ska väljas proportionellt mot $q_i = A/(n \cdot a_i)$. (Notera att A och n beror på stratum, varför q_i inte är direkt proportionell mot $1/a_i$.) Simuleringen har utförts enligt ovan, med utlottning ”med återläggning” ur samplet, varje målklass för sig. Dragningsssannolikheterna är q_i -värdena normerade så att deras summa är 1 för varje målklass.

Ofta delades avdelningar i flera delar vid målklassningen. Provytor från samma avdelning kunde alltså återfinnas i olika enheter som de simulerade avdelningarna bildades ur. I sådana fall delade de olika avdelningsdelarna lika på q_i -värdena. De olika delarnas arealer sattes direkt proportionellt mot antalet provytor inom delen. Att detta ger rätt ”balans” belyses med följande exempel: Tag en avdelning på 10 ha, med 10 provytor, som delas i två delar om 9 resp. 1 yta. Vid simulering enligt ovan förväntas då de två delarna att förekomma lika ofta, vilket ju är rätt balans.

I Brattåkersmaterialet förekommer åtskilliga stora avdelningar, vilket gjorde det praktiskt omöjligt att åstadkomma 100 ha stora fastigheter med önskad fördelning på målklasser. Detta åtgärdades på två sätt. Dels delades ett antal mycket stora avdelningar i mindre delar (som vardera representerade en egen avdelning) och dels simulerades 500 ha stora fastigheter i stället för 100 ha. Resultaten från de 500 ha stora fastigheterna har dock skalats ner till 100 ha (detta är ekvivalent med att arealerna för alla avdelningar hade dividerats med 5). (Utan detta arrangemang tenderade de simulerade fastigheterna att innehålla ständigt samma avdelningar.)

För vardera Östad och Brattåker simulerades, för vart och ett av de tre alternativen (80-10-10, 70-15-15 och 90-5-5) ett antal fastigheter enligt ovan, för Östad 100 stycken och för Brattåker 200. För varje simulering bestämdes optimala nuvärden m.m., och värdena sammanställdes över simuleringarna för att få ett begrepp om både förväntade kostnader för miljöprogrammen och om kostnadernas variation över fastigheter.

3.Resultat

Resultat ges nedan först per målklass och därefter på fastighetsnivå för de olika alternativen.

3.1.Minskning av nuvärdet och nedsättning av den potentiella avverkningen per målklass

De väsentliga resultaten, som också återfinns i Tabell 1 nedan, är, per målklass:

PG-skogen

De sparade evighetsträden medför i genomsnitt en minskning av nuvärdet på 2.3% i södra respektive 4.7% i norra Sverige.

I PG-avdelningarna minskade den potentiella avverkningen i genomsnitt 5.4% respektive 6.7% de första 150 åren. I andra generationen skog minskar avverkningen istället 6.2% respektive 10.3% arealvägt.

Från resultaten framgår att den minskade potentiella avverkningen är större i den andra än i den första generationen skog. Detta visar att konkurrens effekten i nästa generation skog ger en större relativ nedsättning än trädens försvinnande från produktion i första generationen (under givna förutsättningar).

PF-skogen

Nuvärdesförlusten orsakad av tagna hänsyn enligt PF-målklassning är skattad i genomsnitt till 24.8% i södra respektive 22.7% i norra Sverige.

Tagna hänsyn minskar den potentiella avverkningen med 31.3% de första 150 åren i södra Sverige. Minskningen i andra generationen skog är något högre och den skattades till 33.7%.

För Brattåker medförde de visade hänsynen en minskad avverkning på 20.8% de första 150 åren. I den andra generationen skog minskade avverkningen med 25.4%.

NS/NO-skogen

I NS-skogen sker avverkningen enligt förrättningsmännens speciella förslag. Beroende på skogstillståndet i utgångsläget och angivna skötsel förslag kommer större eller mindre del av virket att inte tas tillvara. Detta medför större eller mindre förluster i nuvärdet samt varierande nedsättning av den potentiella avverkningen under de först 150 åren.

För Östad skattades nuvärdesförlusten till 45 – 50% och avverkningsnedsättningen till 50% i de första 150 åren. I Brattåker kunde effekterna inte delas på NS/NO på grund av för få avdelningar av typen NS i analysen (en enda avdelning).

I NO-skogen styr naturvårdsmålet helt och hållet genom att området lämnas till fri utveckling, vilket innebär att ingen avverkning kommer att ske. Följden av detta är en 100-procentig förlust i nuvärdet och en total produktionsnedsättning.

De sammantagna effekterna är beroende av arealfördelningen mellan NS- och NO-avdelningarna. Ju mer NO desto större förluster och vice versa.

	Målklass	Nuvärdesförlust i %		Minskad avv. (%) de första 150 åren	Minskad avv. (%) i 2:a generationen skog
		3% ränta	5% ränta		
Östad (Södra Sverige)	PG	2.3	1.9	5.4	6.2
	PF	24.8	21.9	31.3	33.7
	NS/NO	79.4	83.3	81.8	62.0
Brattåker (Norra Sverige)	PG	4.7	4.4	6.7	10.3
	PF	22.7	25.4	20.8	25.4
	NS/NO	98.4	99.0	91.8	88.4

Tabell 1. Sammanställning av den genomsnittliga relativa påverkan per målklass med avseende på nuvärdet, den potentiella avverkningen i de första 150 åren och den potentiella avverkningen i andra generationen skog.

3.2 Nuvärdes- och tillväxtförluster samt minskad avverkningspotential på fastighetsnivå

De skattade förlusterna i nuvärde och produktion på fastighetsnivå, som också framgår av Tabell 2 och Tabell 3, är:

90-5-5 målnivå

Resultaten från simuleringen enligt målnivån 90-5-5 visar att de tagna naturvårdshänsynen minskar nuvärdet med 3.9 – 11.7% (i genomsnitt 6.5%) i södra Sverige. För norra Sverige skattades minskningen till 5.1 – 11.8% (i genomsnitt 8.2%), beräknat med 3 procents real ränta.

Den potentiella avverkningen på fastighetsnivå minskar något mer de första 150 åren. Den ligger mellan 6.3 och 12.8% (10%) i södra Sverige och mellan 9.4 och 13.8% (11.5%) i norra Sverige.

Tillväxtförlusten i andra generationen skog, som är en följd av tagna naturvårdshänsyn, har beräknats ligga mellan 6.1 och 13.6% (i genomsnitt 10.1%) i södra Sverige respektive mellan 12.7 och 17.1% (i genomsnitt 14.9%) i norra Sverige.

Som framgår av tabell 2 och 3 skiljer sig nedsättningen av den potentiella avverkningen i de två första 10-årsperioderna från den genomsnittliga nedsättningen de första 150 åren. Det är till en del resultatet av att ingen utjämning av nettointäkterna över tiden har gjorts.

80-10-10 målnivå

När målnivån 80-10-10 tillämpas sänks skattade nuvärdet med 6.1 – 19.6% (11.8%) i södra Sverige. För norra Sverige ligger nuvärdesförlusterna mellan 7.9 – 15.8% (12.1%).

Nedsättningen av skattade potentiella avverkningen de första 150 åren ligger mellan 11.1 - 20.9% (15.6%) i södra Sverige respektive mellan 14.3 – 18.5% (16.4%) i norra Sverige (Tabell 2).

Nedsättningen i andra generationen skog beräknas ligga mellan 8.1 – 20.4% (14.7%) i södra Sverige, vilket är nära nedsättningen de första 150 åren. Däremot är den något högre i norra Sverige och ligger mellan 17 – 22.4% (19.7%).

70-15-15 målnivån

För vissa fastigheter med hög andel PF- och NS/NO- skogen kan denna målnivå vara aktuell i praktiken.

Nuvärdesförlusten vid tillämpningen av målnivån 70-15-15 ligger mellan 9.0 – 23.2% (15.8%) i södra Sverige och mellan 10.8-22.0% (16.3%) i norra Sverige.

Den potentiella avverkningen minskar med mellan 14.7 – 28.3% (20.1%) i södra Sverige respektive 17.8 – 24.1% (21.2%) i norra Sverige.

Skattade avverkningen i andra generationen skog minskade med mellan 12.8 – 26.5% (18.6%) i södra Sverige. I norra Sverige är nedsättningen ännu högre och ligger mellan 21.5 – 27.3% (24.5%).

	Målnivå	Nuvärdesförlust 3% ränta			Procentuellt minskad avverkning de första 150 åren			Procentuellt minskad avverkning i 2:a generationen skog		
		Medel	Max	Min	Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
Östad (Södra Sverige)	90 - 5 - 5	6.5	11.7	3.9	10.0	12.8	6.3	10.1	13.6	6.1
	80-10-10	11.8	19.6	6.1	15.6	20.9	11.1	14.7	20.4	8.1
	70-15-15	15.8	23.2	9.0	20.1	28.3	14.7	18.6	26.5	12.8
Brattåker (Norra Sverige)	90 - 5 - 5	8.2	11.8	5.1	11.5	13.8	9.4	14.9	17.1	12.7
	80-10-10	12.1	15.8	7.9	16.4	18.5	14.3	19.7	22.4	17.0
	70-15-15	16.3	22.0	10.8	21.2	24.1	17.8	24.5	27.3	21.5

Tabell 2. Sammanställning av olika målnivåers påverkan på den skattade nuvärdesförlusten, avverkningen i de första 150 åren och andra generationen skog, givet de olika målnivåerna. Värden på fastighetsnivå. Värdena Max och Min avser största och minsta värdena över simuleringarna (100 stycken i södra Sverige och 200 i norra).

	Målnivå	Avverkning (%) period 1 (år 0-10)			Avverkning (%) period 2 (år 11-20)		
		Medel	Max	Min	Medel	Max	Min
Östad (Södra Sverige)	90 - 5 - 5	94.6	116.4	75.1	95.7	113.1	67.1
	80-10-10	87.2	105.8	51.5	87.7	122.8	59.1
	70-15-15	83.2	106.1	50.4	70.8	110.9	24.2
Brattåker (Norra Sverige)	90 - 5 - 5	95.7	112.3	81.9	76.5	96.8	42.6
	80-10-10	92.2	108.7	77.2	70.1	95.2	40.6
	70-15-15	89.0	128.6	66.3	64.7	85.9	33.1

Tabell 3. Sammanställning av olika målnivåers påverkan på simulerad avverkning period 1 (år 1-10) och period 2 (år 11-20) – avverkningsnivå i procent av alternativ utan miljöhänsyn. Värden på fastighetsnivå. Värdena Max och Min avser största och minsta värdena över simuleringarna (100 stycken i södra Sverige och 200 i norra).

4. Diskussion

4.1. Inventeringens påverkan på resultaten i studien

Skogen som ett väldigt komplext ekosystem bjuder på stort utbud av möjliga miljöhänsyn. Att uppfylla skogsvårdslagens intentioner behövs operationella riktlinjer, och målklassningen är ett allvarligt menat steg i den riktningen. Vid urval och prioritering av naturvårdsobjekt saknar dagens inventering med målklassning dock helt exakta kvantitativa kriterier (i termer av mätbara storheter). Detta i sin tur leder till att föreslagna åtgärder kan variera från förrättningsman till förrättningsman. Även om vi skulle ha kvantitativa kriterier kan vi inte undgå det subjektiva moment, som inventeringen är behäftad med.

För att minska effekterna av subjektiva moment på inventeringsresultatet, är det viktigt att välutbildad personal får bestämma vilka objekt som är lämpliga som naturvårdsobjekt. I denna undersökning har inventeringen genomförts av välutbildad personal från SVO, som i praktisk verksamhet har ansvar för målklassning.

Skillnader som har förekommit vid inventeringen och som kan påverka resultaten i viss mån är antalet sparade evighetsträd. Det finns en tendens att man vill spara fler evighetsträd i norra Sverige i PG- och PF-avdelningarna och att man där också vill avsätta större arealer i PF-avdelningarna. Det bör förklara en ansevärd del av att nuvärdesförlusten och produktionsnedsättningen är större i norra Sverige än i södra Sverige. Skillnaderna i bonitet påverkar dock också, eftersom den använda funktionen för framtida produktionsnedsättningen slår hårdare på de lägre boniteterna i norra Sverige än i södra.

Analyserna har visat att det finns ett tydligt samband mellan nuvärdesförlusten och den sparade skogens ekonomiska värde. Skog med högt initialt värde kostar mer att klassa som PF, NS eller NO. Detta öppnar möjlighet att minska nuvärdesförlusten genom att spara avdelningar med lägre ekonomiska värde, förutsatt att de uppfyller miljökrav. Därför bör förrättningsmannens val av målklass och åtgärder inte endast baseras på skogens naturvårdskaraktär utan även på dess produktionsmässiga och ekonomiska förutsättningar. Det gäller att maximera nyttan av miljöhänsyn och samtidigt minimera nuvärdesförlusten. För att kunna göra det behöver inventeringspersonal ha kunskap i såväl miljövärd, skogsproduktion som skogsekonomi.

En begränsande faktor som försvårar maximering av miljöhänsyn är saknaden av kvantitativa parametrar för bedömning av miljönyttan i olika typer av skog. Här bör det poängteras att minimering av nuvärdesförlusten inte får ske på bekostnad av miljömålet, dvs att den minimala arealen av orörd skog som ger skydd för en mängd arter måste lämnas oavsett om det kostar mer eller mindre.

I denna studie kan man inte svara på frågan om förrättningsmannen har valt de ”rätta” avdelningarna eller delar av dessa som PF, NS eller NO. Men man kan förvänta sig att val av naturvårdsobjekt kan förbättras i framtiden eftersom inventeringen med målklassning är en relativ ny företeelse.

Det är inte heller alldeles enkelt att välja ut hänsynsavdelningar på ett sådant sätt att de ekonomiska konsekvenserna blir minimala. Effekterna av samspel mellan olika faktorer som kan påverka nuvärdet är svåra att överblicka, och detta inte bara vid inventeringen. Generellt gäller naturligtvis att t.ex. sparande av (många) värdefulla träd i avverkningsmogen skog blir dyrbar. Men sådana samband är långt ifrån så enkla. Detta kan motiveras med en studie (ej redovisad ovan) av nuvärdesförlustens beroende av olika faktorer. Studien utfördes som en regressionsanalys på delmaterialet PG - skog i södra Sverige. Variabler som delvis förklarade den relativa nuvärdesförlusten var ålder, lövandel, antal sparande stammar per ha och i någon mån ståndortsindex. Emellertid förklarade dessa variabler endast cirka 20% av den totala variationen.

4.2. Materialantaganden

För att minska kostnader har man valt att som simuleringsobjekt använda redan existerande och väldokumenterade avdelningar som är inventerade enligt Indelningspaketets rutiner. Här har det gjorts antagandet att de två fastigheterna Brattåker strax väster om Vindeln och Östad strax väster om Alingsås representerar norra respektive södra Sverige. Detta är givetvis en ganska förenklad bild av verkligheten, eftersom dessa fastigheter representerar en mycket liten del av sina landsdelar. Detta i sin tur kan orsaka en viss osäkerhet när man drar slutsatser ur resultaten.

På båda två fastigheterna har det bedrivits ett rationellt skogsbruk men de har ändå stora naturvärden. På fastigheten Östad är t.ex. arealandelen ädellövskog drygt 5%, vilket är högre än genomsnittet för södra Sverige och av de 5 procenten är en stor andel ekskogar.

Simuleringsmetoden, där fastigheter sätts samman av avdelningar med olika målklasser till den sökta målnivån, gör att resultaten är mindre beroende av om det finns stora eller små hänsynsarealer på fastigheten. Däremot är det viktigt att ha en bred variation av potentiella naturhänsyn på fastigheter. Detta är inte fallet på Brattåker, där endast en avdelning var klassad som NS och sex avdelningar som NO, vilket ger en liten variation i data.

4.3. Metodantaganden

Resultaten visar att produktionsnedsättningen i södra Sverige är relativt sett mindre än i norra Sverige, och denna skillnad i nedsättning blir större i andra generationen skog. Skillnaden är ett resultat av att produktionen påverkas mindre av evighetsträd och kantzoner i södra än i norra Sverige. Denna skillnad uppstår främst på grund av att lägre boniteter är mer representerade i norra Sverige.

De skattade tillväxtförlusterna är baserade på en relativt liten empirisk kunskapsbas, vilket gäller framförallt för södra Sverige. I norra Sverige är effekterna bättre kända. Den tillämpade modellen ger mycket lägre tillväxtnedsättning på höga än på låga boniteter. Det pekar på att nedsättningen i södra Sverige sannolikt inte överskattas. En underskattning verkar minst lika sannolikt. Här finns ett klart behov av mer forskning för att utreda effekter av konkurrenszoner.

Vid sparandet av evighetsträd förutsätts att de ska stå kvar i nästa generation skog och att träden inte vindfälls. Om evighetsträden blåser omkull kan de skada huvudbeståndet och även bidra till massförökning av skadeinsekter som angriper beståndet. Inverkan av detta på produktionsnedsättningen är svår att kvantifiera. Vindfällning är vanligast under de första åren efter friställningen. Några år efter vindfällning slutar de fällda träden att konkurrera om utrymmet med den uppväxande skogen. Detta innebär att effekterna på produktionen minskar ungefär proportionellt med antalet vindfällda evighetsträd. Omfattning av kullblåsta träd är beroende av läget i landet och hur träden utväljs. Enligt Elfving torde den bli mellan 10-15% av sparade evighetsträd under den första 10 årsperioden med högst värde i söder.

I studien antas det att föryngringen är oberoende av antalet sparade evighetsträd, vilket kan både överskatta och underskatta eventuella tillväxteffekter. Försådd från kantzoner och evighetsträd kan ge tätare föryngring men konkurrens om vatten och näring kan också ge motsatt effekt.

Hänsynsytor, evighetsträd och vindfälls kan totalt hindra markberedningen som i sin tur kan medföra negativa produktionseffekter. I beräkningen av nuvärdesförlusterna har inte heller de extra avverkningskostnader som uppstår på grund av hinder medräknats.

Alla de ovan nämnda antagandena medför en viss osäkerhet i de skattningar som är gjorda i studien, men bedömningen är att de kan slå lika mycket positivt som negativt, vilket innebär att ingen generell upp- eller nedskrivning av erhållna värden kan motiveras.

Från resultaten framgår det att den ekonomiska förlusten är lägre än den produktionsmässiga. Detta beror på flera orsaker. Dels beror det på att sparade träd är av sämre kvalitet än genomsnittet av träd i avdelningarna. Dels beror det på att förrättningsmännen i viss omfattning klassat bestånd med sämre ekonomiska förutsättningar som NS och NO, t.ex. genom att spara stamtäta röjningsskogar med stor andel löv för fri utveckling.

Sådana skogar kan till och med ha ett negativt nuvärde på grund av att röjningskostnaderna överstiger de diskonterade framtida intäkterna.

Enligt SKS policy (Anon 1998) gäller det att ”På fastighetsnivå bör arealandelen för målklasserna NS/NO inte understiga 5% och för målklass PF bör den vara minst 5%”. Detta innebär att andelen NS/NO- och PF-skog kommer att vara högre på landskapsnivå än miniminivån på en fastighet. I denna studie har målnivån 90-5-5 inneburit en strikt arealfördelning 90% PG, 5% PF och 5% NS/NO. Effekten av detta blir att på landskapsnivå, och även på en andel fastigheter, underskattas de ekonomiska och produktionsmässiga förlusterna som uppstår på mark av typ PF och NS/NO. Hur stor underskattningen är kan inte bedömas innan stora arealer är målklassade och där dessutom skogsbruket bedrivs utifrån målklassningens ambitioner.

Basis för beräkning av nuvärdesförlusten är nuvärdet som erhålls genom att bedriva skogsbruket med ett optimalt, av Indelningspaketet valt, skötselprogram. Det bygger på att tillväxten avverkas i stor omfattning. Dagens skogsbruk på små fastigheter karakteriseras av att endast två tredjedelar av tillväxten avverkas, vilket avspeglas i det ständigt ökande förrådet. Man kan säga att tillämpning av en grön skogsbruksplan inte för alla skogsägare behöver medföra lika stora merkostnader som de redovisade nivåerna. Orsaken är att många skogsägare sedan länge skött sin skog med hänsyn till naturvärden, t.ex. avstått från att avverka i samma takt som tillväxten. Man har därför i strikt mening redan nu åsamkat sig vissa kostnader (i förhållande till ett rent ekonomiskt skogsbruk).

4.4. Slutsatser

- Tillämpning av SKS policy (Anon. 1998), med dess målklassificering och skötsel, medför negativa effekter på ekonomin och på potentiella avverkningsmöjligheter. Fastigheternas nuvärden påverkas negativt i storleksordningen 5-10% vid alternativet 90-5-5. Avverkningspotentialen minskar på både kort och lång sikt med mellan 10-15%. I båda fallen är de negativa effekterna större i norra än i södra Sverige.
- Effekterna gäller också på landskapsnivå, men man måste där också lägga till effekter av naturreservat och effekter av större naturhänsyn än som ges uttryck för i SKS policy. De extra effekterna ingår inte i denna studie.
- Det finns vissa osäkerhetsfaktorer i skattningarna i arbetet. Bedömningen är att de kan slå lika mycket positivt som negativt, vilket gör att de erhållna resultaten inte kan justeras uppåt eller nedåt.
- För att göra ”En grön skogsbruksplan”, som är kostnadseffektiv är det viktigt att man har kunskap i såväl miljövard, skogsproduktion som skogsekonomi.

Källförteckning

- Angelstam, P. & Andersson, L. 1997. I vilken omfattning behöver arealen skyddad skog i Sverige utökas för att biologisk mångfald skall bevaras? I ”Skydd av skogsmark – Behov och kostnader”, SOU 1998:98, bilaga 4.
- Anon. 1998. Riktlinjer – målklassificering i Gröna Skogsbruksplaner. Cirkulär D nr 2, Skogsstyrelsen. Stencil. 4 s.
- Bleckert, S. & Petersson, R. 1997. Liv i skogen – En handledning i praktiskt naturvård. SÖDRA, Växjö.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk. Inst. f. skogsproduktion. Rapport 26, SLU. (Garpenberg)
- Elfving, B. 1996. Evighetsträdens betydelse för virkes produktion. Institution för skogsskötsel, SLU, Umeå. Stencil.
- Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm – en analys av föryngringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk. Avhandling, Skogshögskolan, Stockholm.
- Holm, S. & Lämås, T. samt jägm. Studenter kurs 93/97. 1998. An analysis of the state of the forest and of some management alternatives for the Östad estate. SLU, Umeå.
- Jansson, B., Jacobsson, J. & Kallur, H. 1993. The Forest Management Planning Package. Theory and application. *Studia Forestalia Suecica* 189. 56pp.
- Niemistö, P. 1993. Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protected regeneration period. *Folia forestalia*.
- Näslund, M. 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt. 32(4):87-142.
- Näslund, M. 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige och i hela landet. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt. 36(3):1-81.
- Skogsstyrelsen, 1994. *Skogsvårdslagen, handbok*. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Söderberg, U. 1986. Funktioner för skogliga produktionsprognoser. Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Ins.f. biometri skogsindelning, Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, Rapport nr 14.
- Thuresson, T., Holm, S., Imamovic, D. 1999. Målklassificering i ”Gröna skogsbruksplaner” – betydelsen för produktion och ekonomi. Skogsstyrelsen.

Målklasser – definitioner

PG Produktionsmål – Generell naturhänsyn lämpar sig i avdelningar med låga naturvärden där produktionsmålet klart dominerar och styr skötsel. Hänsyn tas genom att hänsynsytor, trädgrupper, evighetsträd och buskar m. m. lämnas vid slutavverkningen. Målkoden gäller till exempel produktionsskogar med tall och gran, dikade sumpskogar med låga naturvärden, granodlingar på åkermark, välskötta ekskogar och produktionsinriktade björkskogar.

PF Produktionsmål – Förstärkt naturhänsyn passar i bestånd där en hög naturvårdsmålsättning går att förena med produktionsinriktad skötsel. Produktionsmålet styr huvudinriktningen av skötseln, medan naturvårdsmålet dominerar i vissa delar av avdelningen. Den förstärka naturhänsynen innebär att man lämnar kvar fler evighetsträd i skogen. Målkoden används i t.ex. naturtyper med en omfattande naturhänsyn i form av solitärer, trädgrupper och hänsynsytor, i sumpskogar med skuggkrävande markflora där man arbetar med s.k. evighetsskärmar, i ekskogar med jätteträdsutveckling tillsammans med ekproduktion, i blandskogar med stort inslag av björk och asp, på platser med tjäderspel, i större kantzoner utefter biologiskt intressanta akvaecosystem, samt i bestånd med förutsättningar att återskapa föregående typer.

NS Naturvårdsmål – Skötsel passar i bestånd med höga naturvärden där naturvärdena utvecklas i negativ riktning om beståndet lämnas orört. Naturvårdsmålet styr skötseln som endast utförs när det är motiverat av naturvårdsskäl. Målkoden används exempelvis i björk- och aspskogar med höga naturvärden som hotas av nyetablerad gran, i strandskogar och lövsumpskogar utan naturlig vattendynamik där höga naturvärden också hotas av nyetablerad gran, i tallskogar med förutsättningar för naturvårdsbränning i ekskogar med höga naturvärden och konkurrerade sekundärträd, i betesskogar eller floralokaler som gynnas av solljus och bete.

NO Naturvårdsmål – Orört passar i bestånd med höga naturvärden och stabila biologiska kvaliteter. Naturvårdsmålet styr genom att området lämnas till fri utveckling. Ibland kan dock ett nyskapande av död ved vara nödvändigt för att påskynda utveckling av höga naturvärden. Målkoden används exempelvis i gransskogar med lång historik och naturskogskaraktär, i rasbranter med stabil pionjärträdsdynamik, i strandskogar och lövsumpskogar med naturlig vattendynamik, i bokskogar med naturskogskaraktär, i alm- eller lindskogar, i tallskogar med höga naturvärden, i naturskogar med naturlig dynamik, samt i bestånd med förutsättningar att återskapa ovanstående naturtyper.

De ingående avdelningarnas arealvägda åldersklassfördelningarna respektive volymklassfördelningarna redovisas i tabell 2.1-2.4 nedan.

Ålders- klasser (år)	PG (115 st)	PF (27 st)	NS (14 st)	NO (21 st)
0 – 20	18.8	8.8	1.3	8.6
21 – 40	30.2	9.0	35.9	9.1
41 – 60	31.0	22.0	35.6	22.0
61 – 80	14.2	13.2	11.8	27.6
81 – 100	5.6	31.2	8.4	26.7
101 – 120	0.2	15.6	7.2	---
121 – 140	---	---	---	6.1
141 – 160	---	---	---	---
161 +	---	---	---	---

Tabell 2.1. Åldersklassfördelning (% av areal) per målklass för den inventerade skogen i Östad

Volymklasser (m³sk/ha)	PG (115 st)	PF (27 st)	NS (14 st)	NO (21 st)
0 – 50	21.4	18.2	15.4	8.6
51 – 100	24.3	---	16.0	4.0
101 – 150	12.3	15.0	37.4	17.8
151 – 200	14.0	18.8	13.0	44.9
201 – 250	11.4	41.9	9.1	3.1
251 – 300	12.2	5.7	8.5	13.1
301 – 350	3.0	0.2	0.6	8.7
351 – 450	1.1	---	---	---
451 +	0.3	0.3	---	---

Tabell 2.2. Volymklassfördelning (% av areal) per målklass för den inventerade skogen i Östad.

Ålders- Klasser (år)	PG (29 st)	PF (16 st)	NS (1 st)	NO (6 st)
0 – 20	16.1	23.4	---	---
21 – 40	3.1	20.5	---	---
41 – 60	19.8	5.6	---	---
61 – 80	30.6	22.0	100	39.1
81 – 100	15.2	7.5	---	---
101 – 120	4.8	11.5	---	54.1
121 – 140	10.3	9.5	---	6.8
141 – 160	---	---	---	---
161 +	---	---	---	---

Tabell 2.3. Åldersklassfördelning (% av areal) per målklass för den inventerade skogen i Brattåker.

Volymklasser (m³sk/ha)	PG (29 st)	PF (16 st)	NS (1 st)	NO (6 st)
0 – 50	19.2	43.9	---	---
51 – 100	15.4	3.6	100	10.7
101 – 150	33.1	26.2	---	---
151 – 200	20.2	21.4	---	82.4
201 – 250	7.8	4.8	---	---
251 – 300	4.4	---	---	4.2
301 – 350	---	---	---	---
351 – 450	---	---	---	2.6
451 +	---	---	---	---

Tabell 2.4. Volymklassfördelning (% av areal) per målklass för den inventerade skogen i Brattåker.

PRISLISTA FÖR ÖSTAD 1997

Bilaga 3

Timmerpriser (kr/m3to)

TALL

Diam. topp ub:

	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
S	420	430	475	580	610	650	670	680	700	720
O/S	420	430	490	533	548	558	578	588	598	608
V	420	430	475	485	503	513	523	533	543	548
VI	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380

Längdkorrektion:

Längd (dm)	31	34	37	40	43	46	49	52	55
Korrektion (%)	92	94	96	98	100	102	104	108	110

GRAN

Diam. Topp ub

	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
S	440	460	480	525	556	576	600	630	660	690	690	690	670	650	630	600	500
O/S	440	460	480	525	556	576	600	630	660	690	690	690	670	650	630	600	500
V	430	440	460	470	470	470	470	470	470	470	470	470	460	455	455	450	440
VI	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332

Längdkorrektion:

Längd (dm)	31	34	37	40	43	46	49	52	55
Korrektion (%)	87	89	91	95	97	100	103	104	106

Massavedspriser

Kr/m3fub

Tall:	230
Gran:	270
Löv:	250

PRISLISTA FÖR BRATTÅKER 1997

Bilaga 3.

Timmerpriser (kr/m3to)

Massavedspriser
Kr/m3fub

TALL

Tall: 198

Diam. topp ub:

Gran: 198

Löv: 180

	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
S	703	703	741	818	882	928	959	927	984	989	989	989	989	989	989	989	989
O/S	541	541	570	629	677	709	730	738	747	751	751	751	751	751	751	751	751
V	354	354	354	359	379	399	414	424	424	424	424	424	424	424	424	424	424
VI	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198

Längdkorrektion:

Längd (dm)	31	34	37	40	43	46	49	52	55
Korrektion (%)	60	60	70	80	90	100	120	130	130

GRAN

Diam. Topp ub

	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
S	363	363	363	369	373	378	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
O/S	363	363	363	369	373	378	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383	383
V	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	33	332
VI	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

Längdkorrektion:

Längd (dm)	31	34	37	40	43	46	49	52	55
Korrektion (%)	78	78	80	85	94	100	106	120	125

Kostnader

Kostnaderna är huvudsakligen angivna som funktioner. Kostnadsfunktioner för Östad och Brattåker har skattats i två steg:

1. För ett antal bestånd på aktuell fastighet har kostnader beräknats genom att använda bortsättningsunderlag.
2. Ur dessa värden har sedan kostnadsfunktioner skattats. Funktionerna har Indelningspaketets standardform, men har koefficienter som är anpassade för fastigheten.

Slutavverkning (Östad)

$$K = 1901 + 54.5 * V + 5.71 * S$$

Slutavverkning (Brattåker)

$$K = 970 + 34.1 * V + 16.6 * S$$

där K är kostnad i kr/ha
V är uttag i m³sk/ha
S är uttag i st/ha

Lägsta använda kostnad (Östad): 60 kr/m³sk

Lägsta använda kostnad (Brattåker): 50 kr/m³sk

Gallring (Östad)

$$K = 731 + 79.5 * V + 5.83 * S$$

Gallring (Brattåker)

$$K = 630 + 84.5 * V + 3.26 * S$$

där K är kostnad i kr/ha
V är uttag i m³sk/ha
S är uttag i st/ha

Lägsta använda kostnad (Östad): 100 kr/m³sk

Lägsta använda kostnad (Brattåker): 80 kr/m³sk

Föryngring

Hjälpplantering(Östad): 5200 kr/ha
 Röjning (Östad): 3700 kr/ha

Hjälpplantering(Brattåker): 4900 kr/ha
 Röjning (Brattåker): 1800 kr/ha

Bonitets- Klass	Areal fördelning av barrföryngring (%)			Periodiserade kostnader (kr/ha) Per 5 – årsperiod			
	Tall- plant.	Gran- plant.	Naturl. föryngr.	Per. 1 (År 0)	Per. 2 (År 5)	Per. 3 (År 10)	Per. 4 (År 15)
T18/G16	0	0	100	1500	0	0	2600
T20/G18	0	50	50	6500	1600	0	3100
T22/G20	0	60	40	7700	1600	3200	0
T23/G23	0	75	25	7700	2000	3700	0
T24/G26	0	75	25	7700	2000	3700	0
T25/G29	0	95	5	11800	3600	3700	0
T26/G32	0	95	5	11800	3600	3700	0
T27/G35	0	95	5	11800	3600	3700	0

Tabell 4.1. Föryngringskostnader för icke etablerad skog, Östad 1997.

Bonitets- Klass	Areal fördelning av barrföryngring (%)			Periodiserade kostnader (kr/ha) Per 5 – årsperiod			
	Tall- plant.	Gran- plant.	Naturl. föryngr.	Per. 1 (År 0)	Per. 2 (År 5)	Per. 3 (År 10)	Per. 4 (År 15)
T16/G14	70	0	30	4300	1600	0	0
T18/G16	70	0	30	4300	1600	0	0
T20/G19	60	10	30	4300	1600	0	0
T22/G20	30	50	20	4900	1900	0	0
T23/G23	10	80	10	5300	1900	500	0
T24/G26	10	80	105	5300	1900	500	0

Tabell 4.2. Föryngringskostnader för icke etablerad skog, Brattåker 1997.

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation. Rapporterna är indelade i följande grupper: Riksskogstaxeringen, Planering och inventering, Biometri, Fjärranalys, Kompendier och undervisningsmaterial, Examensarbeten samt Internationellt. Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

Riksskogstaxeringen:

- 1995 1 Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2 Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 1997 23 Lundström, A., Nilsson, P. & Ståhl, G. Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE.
- 24 Fridman, J. & Walheim, M. Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE.
- 1998 30 Fridman, J., Kihlblom, D. & Söderberg, U. Förslag till miljöindexsystem för naturtypen skog. ISRN SLU-SRG-AR--30--SE.
- 34 Löfgren, P. Skogsmark, samt träd- och buskmark inom fjällområdet. En skattning av arealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--34--SE.
- 37 Odell, G. & Ståhl, G. Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. -En studie grundad på Ståndortskarteringen. ISRN SLU-SRG-AR--37--SE.
- 38 Lind, T. Quantifying the area of edge zones in Swedish forest to assess the impact of nature conservation on timber yields. ISRN SLU-SRG-AR--38--SE.
- 1999 50 Ståhl, G., Walheim, M. & Löfgren, P. Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. ISRN SLU-SRG--AR--50--SE.
- 52 Riksstogstaxeringen inför 2000-talet.- Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. Redaktörer: Jonas Fridman & Göran Ståhl. ISRN SLU-SRG--AR--52--SE
- 54 Fridman, J. m.fl. Sveriges skogsmarksarealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--54--SE.

Planering och inventering:

- 1995 3 Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.

- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE.
- 1996 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 1997 18 Christoffersson, P & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE.
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRG-AR--19--SE.
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventerings simulering - En handledning till programpaketet "NVSIM". ISRN SLU-SRG-AR--25--SE
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om dektektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE

Biometri:

- 1997 22 Ali, Abdul Aziz. Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SRG-AR--22--SE.

Fjärranalys:

- 1997 28. Hagner, O. Satellitfjärranalys för skogsföretag. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.
29. Hagner, O. Textur i flygbilder för skattning av beståndsegenskaper. ISRN SLU-SRG-AR--29--SE.
- 1998 32. Dahlberg, U., Bergstedt, J. & Pettersson, A. Fältinstruktion för och erfarenheter från vegetationsinventering i Abisko, sommaren 1997. ISRN SLU-SRG-AR--32--SE.
- 43 Wallerman, J. Brattåkerinventeringen. ISRN SLU-SRG-AR--43--SE.
- 1999 51 Holmgren, J., Wallerman, J. & Olsson, H. Plot - Level Stem Volume Estimation and Tree Species Discrimination with CASI Remote Sensing. ISRN SLU-SRG-AR--51--SE.
- 53 Reese, H & Nilsson, M. Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. ISRN SLU-SRG-AR--53--SE.

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.

- 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--21--SE.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. An analysis of the state of the forest and of some management alternatives for the Östad estate. ISRN SLU-SRG-AR--42--SE.

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE.
- 8 Ranvald, C. Sortimentsinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (*Quercus Robur L.*) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE.
- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forest management planning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.

- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN-SRG-AR--17--SE.
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE.
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE.
- 1998 31 Bendz, J. SÖDRAs gröna skogsbruksplaner. En uppföljning relaterad till SÖDRAs miljömål, FSC's kriterier och svensk skogspolitik. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE.
- 33 Jonsson, Ö. Trädskikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE.
- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur L.*) Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--35--SE.
- 36 Lindskog, M. New legal minimum ages for final felling. Consequences and forest owner attitudes in the county of Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE.
- 1998 40 Persson, M. Skogsmarksindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av riksskogstaxeringens provytor. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE.
- 41 Eriksson, F. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--41--SE.
- 45 Gessler, C. Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald. -En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. Examensarbete ISRN SLU-SRG-AR--45--SE.
- 46 Gustafsson, K. Långsiktplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE.
- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data. Examensarbete i ämnet fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--47--SE.
- 49 Härdelin, S. Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog. - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde. Examensarbete SCA. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE.
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål. Examensarbete för Skogsstyrelsen. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE.

Internationellt

- 1998 39 Sandewall, M ., Ohlsson, B & Sandewall, R.K. People's options on forest land use. - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Nan Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE.
- 44 Sandewall, M., Ohlsson, B., Sandewall, R.K., Vo Chi Chung, Tran Thi Binh & Pham Quoc Hung. People's options on forest land use. Government plans and farmers intentions - a strategic dilemma. ISRN SLU-SRG-AR--44--SE.
- 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory(NFI). Master thesis. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE.