



**Kandidatarbeten**

**2014:1**

**I skogsvetenskap**

Fakulteten för skogsvetenskap

## Gallringsplanering baserat på två olika skattningar av skogstillståndet

*Forest management planning of thinning based on two  
different estimations of the initial state of the forest*

Elin Anander & Malin Johansson

---

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Program: Jägmästarprogrammet

Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp

Kurs: EX0592 Nivå:G2E

Handledare: Hampus Holmström,

Inst för skoglig resurshushållning, SLU

Examinator: Tommy Mörling, Inst för skogens ekologi och skötsel, SLU

Umeå 2014



# Kandidatarbeten i skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap  
Sveriges Lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel <i>Department of Forest Ecology and Management</i>
Författare/Author	Elin Anander & Malin Johansson
Titel, Sv	Gallringsplanering baserat på två olika skattningar av skogstillståndet
Titel, Eng	<i>Forest management planning of thinning based on two different estimations of the initial state of the forest</i>
Nyckelord/ Keywords	Gallring, planering, optimering, stickprov, inventering / Thinning, planning, optimization, sample, inventory
Handledare/Supervisor	Hampus Holmström Institutionen för skoglig resurshushållning/ <i>Department of forest resource management</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2014

# FÖRORD

Denna studie är ett kandidatarbete i skogsvetenskap motsvarande 15 hp i skogshushållning. Studien är utförd vid institutionen för skogslig resurshushållning på Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå.

Vi tillägna ett stort tack till Hampus Holmström för ditt stöd och din support som handledare. Din entusiastiska och motiverande förmåga har hjälpt oss framåt i vårt arbete med denna studie. Vi vill även tacka Anu Korosuo, Erik Wilhelmsson, Ljusk Ola Eriksson och Tomas Lämås på institutionen för skoglig resurshushållning. Ett stort tack tillägnas Håkan Johansson på SCA Skog som gjort arbetet möjligt genom tillhandahållande av datamaterial. Erik Thelberg på SCA skog tillägnas också ett tack för ditt visade intresse och givande diskussioner.

Umeå, april 2014

Elin Anander & Malin Johansson

## SAMMANFATTNING

SCA Skog är en av Sveriges stora privata markägare och har en företagsstruktur som inkluderar flertalet egna bruk och sågverk. För att upprätthålla ett gott flöde, skog och industri mellan, tillämpas en planeringshierarki byggd i tre steg; strategisk, taktisk och operativ. Tillsammans ska de fungera som en länk mellan verksamhetens olika stadier.

Indikationer har uppkommit om att planeringsunderlaget i den strategiska nivån inte är tillräckligt kompatibel med underlaget i den taktiska. Detta gäller främst de gallringsvisa volymerna där fältpersonal på distriktet upplever svårigheter med att återfinna dessa i fält.

Syftet med detta arbete var att med hjälp av Heureka PlanVis analysera och jämföra underlagen för de två första planeringsstegen; den strategiska och den taktiska. Jämförelsen avsåg både initialtillstånd liksom en prognos för de två närmast förestående femårsperioderna. Analyserna är främst inriktade på skogar föreslagna till gallring och utfallet därav.

Underlaget som behandlas är den strategiska planeringsfasens objektiva stickprovdata och den taktiska planeringens heltäckande beståndsdata. Studien gjordes på SCA Skog, Västerbotten, Umeå, distrikt. Analysmaterialet begränsades till en tredjedel av distriktets totala storlek, vilket omfattar nästan 16000 ha. Detta motsvarar 26 stickprovsavdelningar respektive 2677 bestånd.

Analysen baserad på det heltäckande beståndsregistret uppvisade en högre volym gallring än den baserad på stickprovsdatat. Andra markanta skillnader orsakade av de olika indataseten kunde ses i trädslagsfördelningen och sortimentsutfallen vid gallring. Att distriktspersonalen upplever svårigheter med att översätta förvaltningens krav kan delvis bero på att det strategiska planeringsunderlaget inte har någon rumslig förankring där alltså liten hänsyn tas till praktiska aspekter såsom åtkomst till skogarna etc.

Nyckelord: Gallring, planering, optimering, stickprov, subjektiv inventering

## SUMMARY

SCA Skog is a major private landowner in Sweden with a corporate structure that includes pulp-, paper- and sawmills. In order to maintain a good flow from forest to industry they apply a planning approach divided in three levels; strategic, tactical and operational. Together they support decisions in the ongoing forestry.

A planning problem is indicated when proposed harvest activities at the strategic level appears incompatible with the proposals at the tactical level. Mostly this concern thinnings and thinned volumes, consequently leading to difficulties for foresters at the local level to allocate the correct harvest activity to the correct forest, in accordance with management plans derived at a more central level of the company.

The aim of this study was to analyze and compare results from the first two planning levels; strategic and tactical, using Heureka PlanWise. The comparison concerned the initial as well as prognoses for the two first five-yearperiods. The analyses focused on the forests relatively close to thinning and its harvest results.

The information at the strategic level is represented by an objective sample compartment dataset and the tactical level is represented by a subjective “wall-to-wall” stand register. The study area is SCA Skogs Umeå district (in the coastal parts of the county of Västerbotten), representing about 16000 hectare of productive forest land. This correspond to 26 sample compartments and 2677 stands.

Analyses based on stand register data proposed more volumes to be thinned than in the case with sample compartment data. Other significant differences were shown in tree species compositions and assortment output. Eventually practical aspects, as the spatial distribution of the forests in relation to roads and soil bearing capacity etc., must be considered.

Keywords: Thinning, planning, optimization, sample, inventory

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord.....	2
Sammanfattning.....	3
Summary .....	4
Innehållsförteckning.....	5
Inledning.....	6
Bakgrund .....	6
Strategisk planering.....	7
Taktisk planering .....	7
Gallring .....	8
Heureka .....	9
Problem och frågeställningar .....	10
Syfte.....	10
Avgränsningar.....	10
Material och metoder .....	11
Analysmaterial.....	11
Inställningar i PlanVis .....	12
Gallringsinställningar i PlanVis .....	12
Optimeringsmodellen.....	13
Resultat.....	15
Initialbestånd.....	15
Optimering i Planvis .....	17
Slutsatser .....	20
Studiens relevans .....	20
Allmän diskussion angående resultatet .....	21
Referenser .....	23

# INLEDNING

**“Planning could be defined as a process that leads to some activity in order to achieve a given goal” (Holm 1997)**

## Bakgrund

SCA Skog har som huvuduppgift att förse de egna industrierna med virke (Anon 2012b) och i dagsläget utgörs ungefär hälften av SCA-koncernens totala virkesförbrukning av råvara från de egna skogarna. Att uppnå ett tillfredsställande virkesflöde mellan skog och industri är därför av stor betydelse för att undvika obalans inom företaget (Anon 2012).

Inom skogsnäringen tas beslut på olika hierarkiska planeringsnivåer. I normalfallet benämns dessa ofta som strategiska, taktiska och operativa där uppdelningen främst görs efter graden av detaljupplösning. Planeringsstegen fungerar som en informationslänk för att på bästa sätt uppfylla bolagens fastställda målsättningar.

Då nivåerna behandlar olika tidshorisonter skiljer de sig i behovet av detaljupplösning. För att behövsanpassa dessa används olika datainsamlingsmetoder. Principen för val av metod grundar sig i en totalkostnadskalkyl där en avvägning görs mellan inventeringens kostnad och den eventuella intäktsförlust som en informationsbrist kan ge upphov till. De inventeringsmetoder som generellt används är antingen subjektiva eller objektiva, där inventeringen antingen görs för samtliga enheter (heltäckande) alternativt på ett representativt urval (stickprov).

För att en metod ska klassas som objektiv krävs att mätningar är utförda på objektivt valda platser med objektiva mätmetoder. På detta sätt påverkas inte metoden av förrättningsmannens erfarenhet då utförandet sker efter en fastlagd rutin. Resultatet blir således till stor del utan systematiska fel vilket gör att metoden ses som väntevärdesriktig. Med detta menas att det uppskattade värdet i genomsnitt överensstämmer med det sanna värdet och att en möjlighet till att beräkna skattningens medelfel finns (Ståhl och Wilhelmsson 2009). Objektiva inventeringsmetoder används med fördel i den strategiska planeringsfasen då noggranna data eftersträvas som bas. Metoden kopplas ofta samman med stickprovsmätningar då en ökad noggrannhet medför en högre inventeringskostnad.

Det tillämpas flertalet olika subjektiva inventeringsmetoder. Några typiska är ren hoftning, genom flygbildstolkning eller via stödmätningar på representativa platser. Då en subjektiv metod bygger på mänskliga bedömningar kommer systematiska fel att uppstå. Metoden är därav inte väntevärdesriktig. Subjektiva inventeringsmetoder används med fördel då målet är att skapa ett heltäckande data. Därför används dessa framförallt i det taktiska planeringsstadiet då behovet av avdelningsvis information är stor.

I detta arbete kommer våra analyser grundas på det indata som SCA Skog använder i sin strategiska respektive taktiska planering. Därför följer här en närmare presentation av dessa.

## Strategisk planering

Det är i den strategiska planeringsfasen som grunden till ett hållbart skogsbruk läggs. Av den anledningen är tidshorizonten i princip oändlig men begränsas av praktiska skäl till ca 100 år (Eriksson 2007). Den strategiska planeringen karaktäriseras ofta av en övergripande plan som inbegriper och beaktar rådande lagar och regler. Här implementeras även en ekologisk landskapsplan (ELP) för hänsynstagande av den biologiska mångfalden. Det är i detta stadiet som de fortsatta planeringsförfarandet ramar in (Anon 2012b).

På SCA Skog etableras de strategiska riktlinjerna på företagsnivå och benämns här som en s.k. avverkningsberäkning, AVB. Denna tas fram med hjälp av ett optimerande beslutsstöd där olika handlingsalternativ bedöms och sorteras med stöd av en 100-årig utvecklingsprognos för företagets skogar. Med detta i beaktning formuleras en övergripande tioårsplan för respektive förvaltning där bland annat gallringsandelar, avverkningsformer och virkesuttagets fördelning på trädslag, bestäms (Anon 2012b). Även grunden för de virkesbeställningar som industrierna senare kan göra implementeras här. På så sätt får SCA Skog en indikation om hur mycket den egna skogen kan leverera och hur mycket de måste anskaffa externt.

Underlaget till AVB:n utgörs av en företagstaxering som i regel görs vart åttonde år (Anon 2012 b). Då underlaget främst ska fungera som en indikation om hur tillgängliga resurser fördelar sig, krävs inget heltäckande data. Detta skulle bli alldeles för omfattande och kostnaden skulle inte stå sig i relation till dess nytta. Därför baserar SCA Skog, precis som de flesta andra stora skogsbolag, sin AVB på objektiva valda stickprovsavdelningar. För att få en verklighetsförankrad spridning av stickproven har skogsinnehavet delats upp i olika urvalsgrupper baserade på ålders- och volymklasser (Anon 2013 c). Därefter görs ett urval av avdelningar så att de representerar alla bestånd på ett relevant sätt. Hänsyn tas även till distriktens virkesinnehåll då stickproven fördelas mellan distrikten proportionellt mot förvaltningens totala virkesförråd (H. Johansson pers. komm.). Vid taxeringen allokeras ca 10 stycken cirkelprovytor per stickprovsavdelning. På SCA Skog tillämpas två alternativa inventeringsmetoder beroende på skogstillståndet. På kalmare, i plantskog eller i ungskog tillämpas höjdmätning. I övriga skogar används klavning där samtliga trädbrösthöjdsdiameter inom provytorna mäts med hjälp av dataklave. Dessutom sker ett slumpmässigt urval av provträd för vilka kompletterande mätningar genomförs (av framförallt höjd). Båda inventeringsmetoderna avslutas med en ståndortsregistrering och skadebedömning (Anon 2013c).

## Taktisk planering

I det taktiska planeringsstadiet tas beslut om vilka bestånd som ska avverkas när, under de närmaste 5-10 åren (Holm 1997). Här krävs ett mer spatialt beaktande såsom hänsyn till lämpliga vägnät och årstidsbundna markförhållanden. Därför kräver den taktiska planeringen ett heltäckande beståndsdata där information om varje bestånd finns.

På SCA Skog definieras det taktiska planeringsstadiet som en långsiktplanering, LSP. Denna görs på distriktsnivå där de förvaltningsvisa avverkningsvolymerna från AVB:n fördelas ut till respektive distrikt. LSP:n kan ses som en justerad AVB där hänsyn även tas till den rumsliga och praktiskt möjliga aspekten för att i största mån besvara det årsbehov som SCA Skogs



egna industrier har (Johansson 2012). Denna ska sammanlagt motsvara 10 årsmängder slutavverkning samt 5 årsmängder ungskogsgallring (Anon 2012b).

Till skillnad från AVB:n baseras LSP:n på heltäckande data från det heltäckande beståndsregistret. Detta dataset är främst subjektivt uppskattat vilket innebär att storleken på såväl systematiska som slumpmässiga fel är förrättningsmannaberoende. En generell anvisning som finns inom SCA Skog är att alla skogar skall ses i fält minst vart tionde år liksom att beståndsbeskrivningen skall uppdateras efter varje åtgärd (Anon 2012c).

## Gallring

I Sverige är gallring en mycket vanlig åtgärd i skogliga sammanhang och enligt skogsordlistan definieras gallring som “beståndsvårdande utglesning av skog under tillvarantagande av virke” (Anon 1994). Genom gallring kan skogen formas i önskvärd riktning och utveckla till exempel ekologiska, ekonomiska och sociala värden. Om inte gallring sker börjar beståndet att gallra sig själv då en del träd dör på grund av för hög konkurrens från andra träd. Vid gallring tar man därför reda på en del av de träd som ändå inte skulle ha nått slutavverkningsålder och får dessutom en tidigarelagd inkomst från beståndet. För skogsbruket är gallring en viktig åtgärd för dess ekonomi och produktion av kvalitativt virke (Agestam 2009).

För ett företag som SCA Skog är gallring en viktig åtgärd för att påverka de kvarstående trädens kvalitets- och dimensionsutveckling till att producera framtida önskvärt virke till deras industrier. Gallring har dessutom stor betydelse för råvaruförsörjningen till industrin på grund av det tidiga virkesuttaget (Anon 2012b).

Under ett skogsbestånds omloppstid kan det gallras en eller ett par gånger beroende på ståndortens bördighet samt skogsägarens ambitioner och mål. Den första gallringen brukar ske då beståndet uppvisar en övre höjd på 10-15 meter, för tallskogar vanligen vid något lägre höjd än för granskogar. Tall och gran reagerar olika då de utsätts för konkurrens av ett tätande bestånd. Eftersom tall är ett pionjärträdslag som kräver mycket ljus är det mer känsligt för konkurrens och där av är tidpunkten för första gallringen mycket viktig. Vid hög konkurrens blir tallkronorna små och många bra kandidater till att bli framtida huvudstammar i ett slutavverkningsbestånd kan gå förlorade om de halkat efter i utvecklingen. Gran är däremot ett sekundärträdslag som klarar av att leva i skugga och valmöjligheten av framtida huvudstammar påverkas inte lika mycket av hög konkurrens i ett tätt bestånd. Vilket behov det finns för att minska konkurrensen mellan träden samt möjligheten att få ut användbart virke av tillräcklig grovlek har betydelse för när gallringen sker (Agestam 2009). SCA Skog gallrar vanligen sin skog första gången då den är mellan 25 och 50 år. Gallringsmallar används som hjälpmedel för att avgöra gallringens lämpliga tidpunkt och uttagets lämpliga storlek (Anon 2012b).

Hur mycket som tas ut vid gallring kallas gallringsstyrka och anges oftast i procent av grundytan. Gallringsstyrkan varierar ofta mellan 20-40 % och en avvägning utifrån olika aspekter bör göras för att gallringen ska ge önskvärt resultat. Att gallra med en liten gallringsstyrka resulterar i litet uttag och att kostnaderna per avverkad volymsenhet blir högre. Vid lägre gallringsstyrka kan gallring ske fler gånger, vilket resulterar i fler tillfällen av virkesintäkter under skogens omloppstid. Däremot kan virkesuttaget vara större och värdefullare vid få gallringar med långa mellanrum.

Efter att ett bestånd gallrats kan risken för skador orsakade av vind, snö, svamp och insekter öka. Det är bra att väga de fördelar man får ut av gallring mot de risker som uppkommer och ett hjälpmedel för detta är gallringsmallar som väger samman olika aspekter angående gallring. Parametrar som har betydelse för riskfaktorns storlek för det kvarvarande beståndet är tidpunkten för gallring, gallringsstyrka, gallringsform och antal gallringar (Agestam 2009).

## **Heureka**

Heurekasystemet är ett relativt nytt skogligt beslutstödssystem som används vid skoglig planering. För att möta ökade krav att kunna lösa komplexa och långsiktiga skogliga planeringsproblem inledde SLU ett forskningsprojekt år 2002 med syfte att utveckla ett beslutstödssystem som skulle kunna hantera komplexiteten av ökande produktionskrav samtidigt som andra mål och värden blev allt viktigare att ta hänsyn till. Efter flera år av utveckling presenterades den första versionen år 2009 (Wikström m.fl. 2011).

Genom ett antal olika applikationer som utgår från en gemensam kärna kan Heurekasystemet användas av flera olika användare med olika behov och inom olika användningsområden. PlanVis är Heureka's applikation som är avsedd att användas för skoglig planering av flera bestånd samtidigt och som är aktuell för SCA Skog i AVB- och LSP-sammanhang. Andra applikationer som finns är framför allt BeståndsVis och RegVis (Wikström m.fl. 2011).

För skoglig planering kan PlanVis genomföra konsekvensanalyser och generera en mängd olika skötselprogram för varje bestånd inom ett valt skogsområde utifrån beskrivande data om skogen. Indata kan vara antingen heltäckande för hela det aktuella analysområdet eller bestå av ett antal stickprovsavdelningar representerande många andra bestånd utöver sig själva (Anon 2013).

PlanVis består av en skötselprogramgenerator (TPG; Treatment Program Generator) där de alternativa skötselprogrammen genereras, en optimeringsmodell där det bästa skötselprogramalternativet väljs utifrån ett optimeringsproblem med en målfunktion samt en resultatredovisande del som genom tabeller, diagram och kartor redovisar hur skogen förväntas utvecklas under givna förutsättningar (Anon 2013).

## Problem och frågeställningar

Fältorganisationen på distriktsnivå upplever ibland svårigheter med att översätta den centralt framtagna AVB:n i sin taktiska planering. Detta gäller främst de gallringsvisa volymerna, som är särskilt intressanta och attraktiva för SCA som ägare till många pappersmassaindustrier. Problemet kan bero på att informationen i företagstaxeringen och avdelningsregistrets data skiljer sig åt. Eftersom problemställningen främst gäller gallring fokuseras studiens analyser på att beskriva eventuella skillnader i skogstillståndsskattningarna i de två planeringsstegen och diskutera hur det isåfall påverkar skogsskötseln och då främst gallringarna.

- Hur ser relationen ut mellan de olika datasetens initiala tillstånd?
  - Skillnader i virkesförråd
  - Åldersklassfördelning
  - Trädslagsfördelning
  - Volymfördelning, uppdelat på olika trädslag, mellan 20-80 år
- Vad för sorts gallringar föreslås under de närmsta 10 åren i Heureka PlanVis vid analyser baserade på respektive dataset?
  - Volymer
  - Volymer per trädslag
- Finns det olikheter i det initiala skogstillståndet och i gallrings-avverkningsförslagen och vad kan det bero på?

## Syfte

Syftet med detta arbete är att jämföra de två olika indatakällorna; den objektiva företagstaxeringen och det subjektiva heltäckande beståndsregistret. Analyserna är främst inriktade på skogar aktuella att gallra under de närmsta 10 åren och utfallet av föreslagna gallringar.

## Avgränsningar

Resultatet avser en del av SCA Skogs Umeå distrikt.

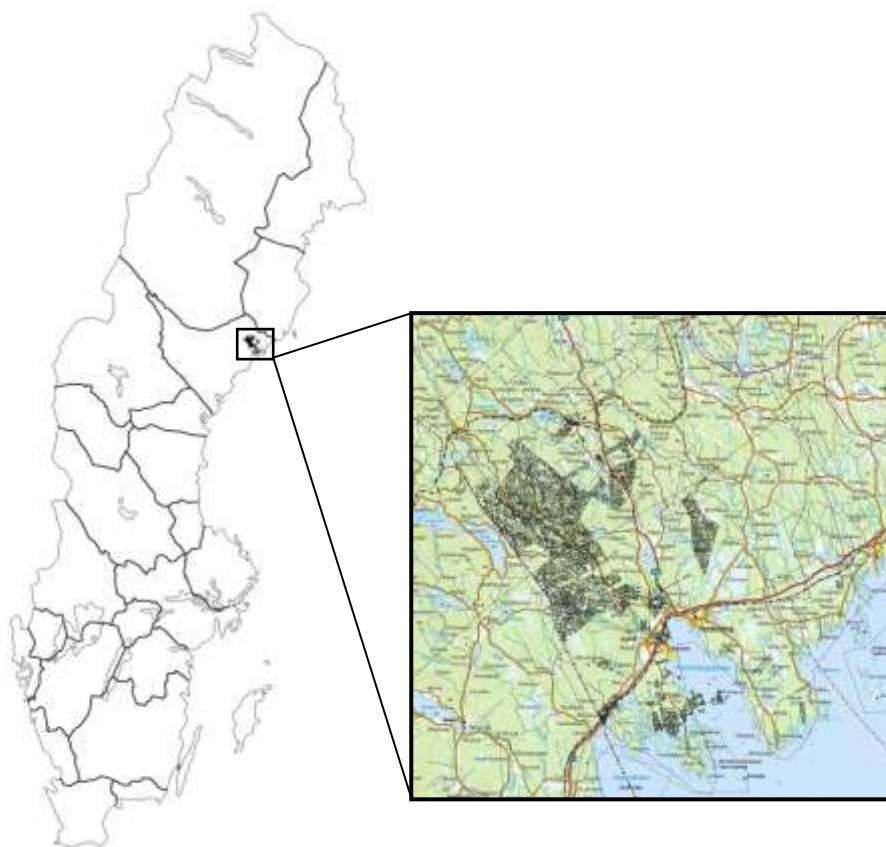
I analysmaterialet har inga skötselklassade bestånd tagits till hänsyn. Detta innebär att vi i våra analyser förutom produktionsskog även behandlat bestånd och delar av bestånd som egentligen inte ska brukas.

Med studiens syfte i åtanke, att jämföra datasetens skillnader avseende gallringsskog för ett framtida tänkbart scenario, har endast små förändringar gjorts i TPG-inställningar och enklare restriktioner i optimeringsmodellen används. Rättvisa mellan dataseten har varit av stor vikt då olika inställningar och förutsättningar kan leda till stora variationer i resultat. Inställningarna och restriktionerna är likadana för båda typerna av indata och har anpassats för att uppfylla skogsvårdslagens krav, samt för att åstadkomma ett realistiskt resultat.

# MATERIAL OCH METODER

## Analysmaterial

Studien bygger på den företagstaxering som gjorts på SCA Skogs förvaltning i Västerbotten liksom data från Umeå distrikts beståndsregister. För studiens analyser begränsades datamängden till 15985 ha för beståndsregistret och 15929 ha för företagstaxeringens data, vilket motsvarar 2677 bestånd respektive 26 stickprovsavdelningar. Den totala arealen på distriktet uppgår till 49150 ha.



**Figur 1.** Karta som visar analysområdet och dess läge i Sverige  
*Figure 1.* Map showing the analysis area and the location in Sweden

## Företagstaxeringen

Den företagstaxering som ingår i vår analys genomfördes mellan åren 2012-2013.

## Beståndsregistret

SCA Skogs beståndsregister liksom tillhörande kartmaterial är samlat i ett geografiskt informationssystem som kallas SkogsGIS. Detta ajourhålls och uppdateras kontinuerligt efter varje skoglig åtgärd. Fram till och med en medelhöjd på 8-9 meter sker beskrivningen i form av en dokumentation där ett mindre urval av variabeluppgifter anges. Därefter görs en mer

utförlig beskrivning som inleds med vad SCA Skog kallar ungskogstaxering. Detta görs för att skapa ett gott underlag inför första gallring. Riktlinjer inom SCA Skog är att alla skogar ska ses i fält minst vart tionde år (Anon c). En nyindelning skedde på Umeå distrikt mellan åren 1992-1995 (Anon 2012b).

## **Inställningar i PlanVis**

För beräkningar och simuleringar användes Heureka-systemets applikation PlanVis, version 1.9.9. Efter att företagstaxeringens och ett urval av beståndsregistrets data från Umeå distrikt importerats till programmet skapades två skogliga initialtillstånd för respektive dataset. För företagstaxeringens dataset valdes de stickprovsavdelningar som låg inom det utvalda området för beståndsregistret.

För de två olika dataseten simulerades för kommande 21 femårsperioder, det vill säga en sammanlagd planeringshorisont på 100 år då den första perioden (period 0) endast motsvarar år 0, utifrån angivna förutsättningar vid skötselprogramgenereringen (Anon 2013).

Efter diskussion med SCA Skog sattes räntan till 2,5 % och prislistan anpassades till företagets aktuella inom aktuellt analysområde (Anon 2013b). För alla skogar i analysområdet simulerades ett konventionellt trakthyggesbruk (Anon 2013). För att uppfylla Skogsvårdslagens krav tilläts ingen slutavverkning under lägsta slutavverkningsålder och för varje bestånd avsattes 8 % av den produktiva skogsmarksarealen för att ungefär motsvara kraven på generell naturvårdshänsyn (Skogsvårdslagens §30).

## **Gallringsinställningar i PlanVis**

I studien ansågs en avdelning vara gallringsbar vid en övre höjd på 10-25 meter, varav den klassades som en förstagallring under 16 meters höjd. Gallringsmodellen ”Hugin” användes i skötselsimuleringarna och gallringsstyrkan tilläts variera mellan 20-40 %. Lägsta slutavverkningsålder enligt Skogsvårdslagen var samtidigt den högsta tillåtna åldern för att en avdelning skulle kunna föreslås till gallring.

Beslut om gallring togs på ytnivå och gallring ansågs möjlig om minst 50 % av provytorna i en avdelning var gallringsbar enligt Skogsstyrelsens gallringsmallar (Anon, 2010). På så sätt var ett bestånd gallringsbart inom företagstaxeringens data om mer än hälften av de objektiva provytorna var gallringsbara. Beståndsregistrets data hade endast en simulerad provyta per bestånd och då saknar denna inställning betydelse.

## Optimeringsmodellen

Gemensamma index är:

$i$  = avdelning

$j$  = skötselalternativ

$p$  = period

Beslutsvariabeln  $x_{ij}$  anger hur stor andel av avdelning  $i$  som sköts enligt skötselalternativ  $j$ .  
Summan av andelarna av ett bestånd ska vara 1.

Företagstaxeringen:  $x_{ij} = [0,1]$

Beståndsregistret:  $x_{ij} = 1,0$

Optimeringen av företagstaxeringens data kan anta decimaltalslösningar mellan 0 och 1. Det vill säga att stickprovsavdelning  $i$  i företagstaxeringens data kan dela på flera olika skötselalternativ  $j$ . Optimeringen av beståndsregistrets data kan däremot endast anta heltalvärden, antingen 0 eller 1, och bestånd  $i$  kan därför endast ha ett och samma skötselalternativ  $j$  i hela beståndet. I modellbeskrivningen nedan avser beteckningen ”avdelning” såväl stickprovsavdelning som bestånd.

Målfunktionen var att maximera summan av nuvärdet för varje avdelning och skötselalternativ under hela planeringshorisonten.

$$\sum_i \sum_j npv_{ij} * a_i * x_{ij} = sumNPV$$

Där:

$npv_{ij}$  = nuvärde för avdelning  $i$  och skötselalternativ  $j$  (kr/ha)

$a_i$  = areal för avdelning  $i$  (ha)

Med nedanstående två kontovariabler summeras gallringsvolymen och slutavverkningsvolymen för varje period för hela planeringshorisonten:

$$\sum_i \sum_j VOLthinned_{ijp} * a_i * x_{ij} = totVOLthinned_p \quad \text{för alla } p.$$

Där:

$VOLthinned_{ijp}$  = Gallrad volym i avdelning  $i$  vid alternativ  $j$  i period  $p$  (m<sup>3</sup>sk/ha)

$$\sum_i \sum_j VOLfinalfelled_{ijp} * a_i * x_{ij} = totVOLfinalfelled. \quad \text{för alla } p$$

Där:

$VOL_{finalfelled_{ijp}}$  = Slutavverkad volym i avdelning  $i$  vid alternativ  $j$  i period  $p$  ( $m^3sk/ha$ )

Målfunktionen maximerades under nedanstående villkor, för att styra tillåten ökning och minskning av volymutfallet från gallring och slutavverkning mellan perioder:

För varje period 2,...4:  $totVOL_{thinned} [p] \geq totVOL_{thinned} [p-1]$

För varje period 2,...4:  $totVOL_{thinned} [p] \leq 1,25 * totVOL_{thinned} [p-1]$

För varje period 2,...21:  $totVOL_{finalfelled} [p] \geq 0,9 * totVOL_{finalfelled} [p-1]$

För varje period 2,...21:  $totVOL_{finalfelled} [p] \leq 1,10 * totVOL_{finalfelled} [p-1]$

Restriktionerna lades till för erhållande av ett realistiskt resultat utifrån hur SCA Skog, vars huvudmål är att långsiktigt försörja de egna industrierna med råvara, brukar sina skogar (Anon 2012b). Uttagsvolymerna vid gallring kunde öka 25 % mellan två på varandra följande perioder emedan en minskning inte tilläts. Jämnhetskravet för gallringsvolymerna avgränsas i optimeringsmodellen till att gälla från period 2 till och med period 4 (från år 6 till år 20). Slutavverkningsvolymerna tilläts avta eller tillta med maximalt 10 % mellan varje femårsperiod under hela planeringshorisonten (från år 6 till år 100).

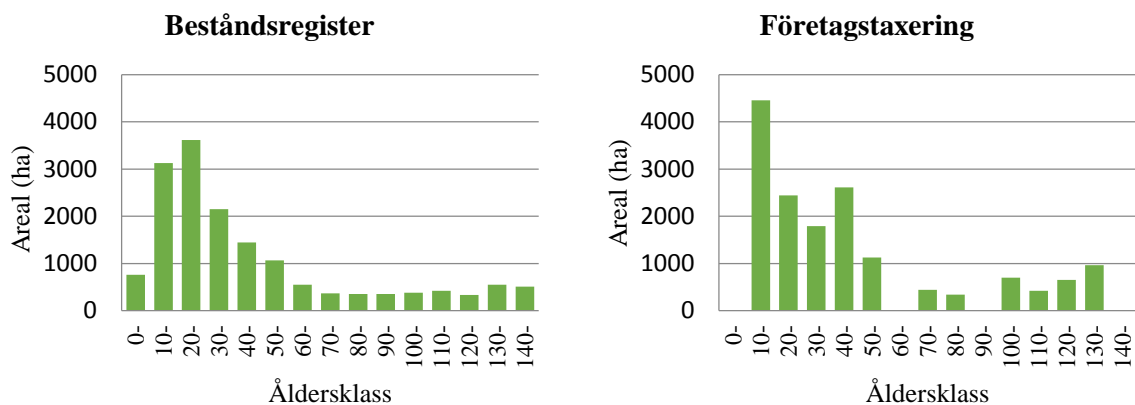
# RESULTAT

## Initialbestånd

Initialtillståndet beskriver analysområdets aktuella skogstillstånd. Beståndsregistret skattade totalt virkesförrådet till 1382543 m<sup>3</sup>sk (86 m<sup>3</sup>sk/ha) och företagstaxeringen till 1457663 m<sup>3</sup>sk (92 m<sup>3</sup>sk/ha).

Beståndsregistrets och företagstaxeringens data antar en ojämn åldersklassfördelning över arealen. Den dominerande arealen återfinns i de yngre åldersklasserna och en brist på skog mellan 60 och 90 år kan tydas. En jämnare övergång mellan åldersklasserna kan ses i beståndsregistret medan företagstaxeringen antar en mer grupperad form.

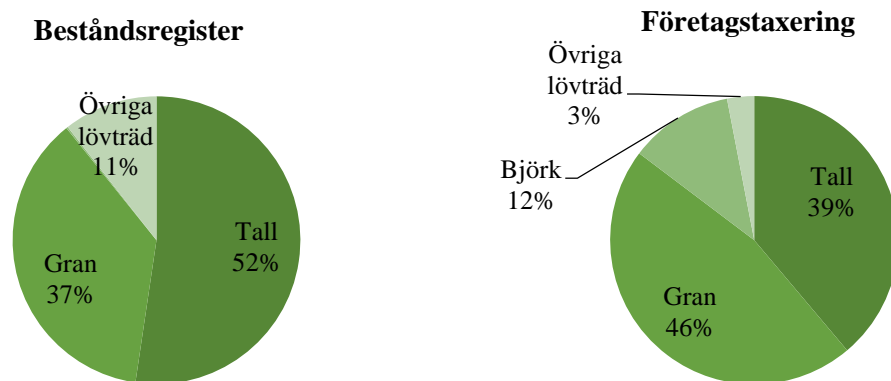
Inget stickprov har hamnat i en avdelning med någon av åldersklasserna 0-, 60-, 90- och 140-år. Området innehåller skog i alla åldersklasser och beståndsregistret som har information om alla bestånd visar detta. Åldersklass 20- och 40- skiljer sig signifikant i areal mellan de båda dataseten. Det finns en större areal i åldersklass 20- i beståndsregistret medan det är en större areal i åldersklass 40- i stickprovsdatat. Areal i gallringsbar ålder kan tyckas vara aningen yngre i beståndsregistret än i företagstaxeringens skattningar av initialtillståndet (Figur 2).



**Figur 2.** Initialtillståndets åldersklassfördelning. Varje åldersklass omfattar tio år och nivån redovisas i hektar  
*Figure 2.* The age class distribution of the initialstate. Each group represents ten years shown in hectare.

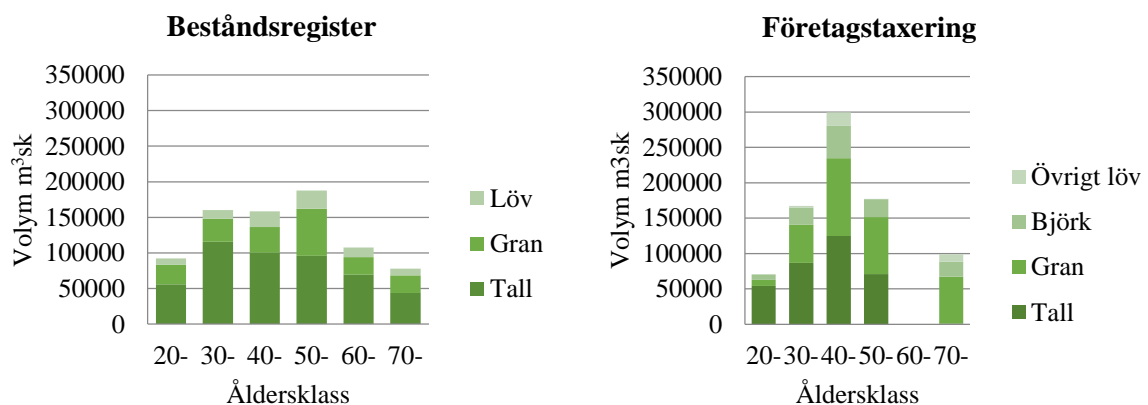


Den initiala trädslagsfördelningen skiljer sig mellan de olika dataseten. Eftersom trädslagsblandningen skiljer sig kan gallring och slutavverkning sedan resultera i olika beräknade sortimentsutfall beroende vilken datakälla som används (Figur 3).



**Figur 3.** Initialtillståndets trädslagsfördelning. Uttrycks som procent av den totala volymen  
**Figure 3.** Tree species composition at the initial state. Presented in percent of the total volume

Volymfördelningen i beståndsregistret är relativt jämn med tall som det dominerande trädslaget och en viss andel gran och löv. Åldersklassen 40- år sticker särskilt ut inom företagstaxeringens data då det finns påtagligt större andel volym jämfört med de andra åldersklasserna. Det är dessutom en påtaglig skillnad i åldersklass 40- mellan de båda dataseten (Figur 4). Trots den stora skillnaden i areal i åldersklass 20- (Figur 1) är volymkillnaden inom denna åldersklass relativt liten mellan dataseten (Figur 4).



**Figur 4.** Volymfördelning av olika trädslag i åldersklass 20-80 år  
**Figure 4.** Distribution of tree species wise volume in age class 20-80 years

## Optimering i Planvis

Optimeringen i PlanVis gav nedanstående analysresultat. Resultaten avser de bestånd som föreslås gallras period 1 och 2. Vid optimeringen av stickprovsdatat föreslogs två avdelningar att gallras period 1 och fyra i period 2. Från beståndsregistrets data skattades 154 bestånd vara aktuella för gallring i period 1 respektive 150 bestånd i period 2. Areella och volymmässiga utfall vid gallring skattades från dessa föreslagna bestånd.

Ett liknande skogstillstånd uppvisas av bestånd föreslagna till gallring för båda dataseten. Beståndsregistrets föreslagna gallringsskogar uppvisar något klenare stammar än vid företagstaxeringen (Tabell 1).

**Tabell 1.** Medelvärden för de avdelningar som föreslås att gallras i period 1 och period 2 enligt respektive dataset. En period motsvarar fem år

*Table 1. descriptive statistics of stands with thinning proposals in period 1 and 2 according to each dataset. Each period represents five years*

	Beståndsregister		Företagstaxering	
	Period 1	Period 2	Period 1	Period 2
Genomsnittsålder (år)	57	56	52	57
Grundtevägd diameter (cm)	19	19	22	21
Stamantal (antal/ha)	1340	1277	1428	1251
Stående volym (m <sup>3</sup> sk/ha)	229	215	235	197
Grundyta (m <sup>2</sup> /ha)	31	29	30	26
Ståndortsindex (m, H100)	21	21	21	19
Gallringsstyrka (%)	36	35	35	29

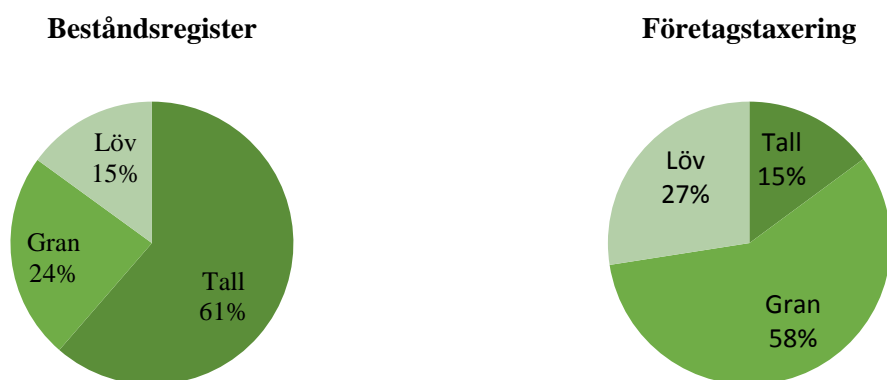
Den skattade arealen som gallras beräknas vara av liknande storlek under båda perioderna för beståndsregistrets data medan den gallrade arealen beräknas skilja sig stort mellan perioderna i stickprovsdatat. Volymutfallet från gallring skattades att vara högre vid optimering av beståndsregistrets data jämfört med företagstaxeringen och en påtaglig skillnad uppkom i period 1. Sortimentutfallet är annorlunda inom respektive dataset då det i båda perioderna faller ut en större andel massaved i beståndsregistret än i företagstaxeringen (Tabell 2).

**Tabell 2.** Totala värden för de avdelningar som föreslås gallras i period 1 och period 2 enligt respektive dataset. En period motsvarar fem år

**Table 2.** Total values of recommended thinning stands in period 1 and 2 according to each dataset. One period represents five years

	Beståndsregister		Företagstaxering	
	Period 1	Period 2	Period 1	Period 2
Total areal (ha)	613	697	490	873
Avverkad volym (m <sup>3</sup> sk)	50518	51343	40291	50364
Timmerandel (%)	26	26	37	35
Massavedsandel (%)	58	57	47	48

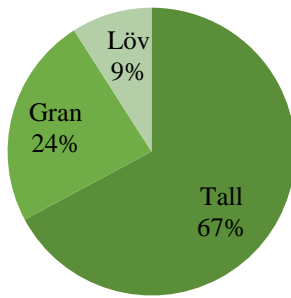
Det finns påtagliga och intressanta skillnader i de trädslagsvisa volymerna som gallras, både mellan dataseten och mellan perioderna. I period 1 gallras en mycket liten andel tall från företagstaxeringen, vilket beror på att ena stickprovsavdelningen som föreslogs gallras inte innehöll någon tall. Det resulterade därför i att en större andel gran och löv gallrades. Då beståndsregistrets trädslagsvisa gallringsvolym till största del bestod av tall blev skillnaderna väldigt stora mellan dataseten (Figur 5). Skillnaden är stor mellan datasetens trädslagsvisa föreslagna gallringsvolym även i period 2. Nära dubbelt så mycket gran tas ut i gallringsvolym från företagstaxeringens data jämfört med beståndsregistrets (Figur 6). Mellan perioderna ser beståndsregistrets trädslagsvisa fördelning ungefär lika ut medan det finns stora skillnader mellan företagstaxeringens två undersökta perioder (Figur 5, Figur 6).



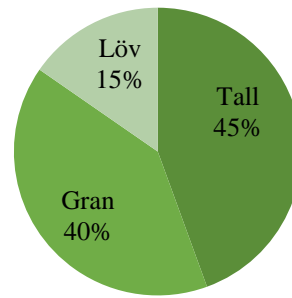
**Figur 5.** Föreslagen gallringsvolym i period 1, uppdelat på tall, gran och löv och uttryckt som procent

**Figure 5.** Proposed thinning volume in period 1, shown for pine (*Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*), spruce (*Picea abies*) and deciduous and presented in percent

**Beståndsregister**



**Företagstaxering**



**Figur 6.** Föreslagen gallringsvolymsandel under period 2. Fördelad på trädslagen tall, gran och löv och uttryckt som procent

**Figure 6.** Proposed thinning volume in period 2, shown for pine (*Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*), spruce (*Picea abies*) and deciduous and presented in percent

# SLUTSATSER

## Studiens relevans

Arbetet gjordes på ett begränsat område av Umeå distrikt vilket innebär att våra analyser inte kunnat anta den verklighetsförankring som önskats. I praktiken baseras AVB:n på hela förvaltningens skogsinnehav vilket motsvarar en ungefärlig stickprovsmängd av 450 avdelningar. Som beskrivits tidigare lottas dessa avdelningar fram från olika urvalsgrupper (strata) baserade på ålder och volym, där antalet avdelningar inom respektive stratum beslutas med hänsyn till stratumets storlek. Distrikt Umeå tilldelades totalt 80 stickprovavdelningar (H. Johansson pers. komm.), varav vårt analysmaterial representerades av 26 avdelningar.

LSP:n baseras i praktiken på respektive distrikts beståndsregister. Då våra analyser gjordes på en tredjedels distrikt är det även här svårt att implementera våra resultat mot ett reellt förlopp inom SCA. Dock grundas våra analyser för detta underlag på faktiska bestånd, vilket innebär att resultatet i sig har en verklighetsförankring för det undersökta området i fråga. En relevant aspekt som bör finnas i åtanke är att informationen i de olika dataseten är insamlade med olika inventeringsmetoder. Inmätningen av stickprovavdelningarna i företagstaxeringens har gjorts med en objektiv metod medan beståndsregistret uppskattats med en subjektiv metod.

Mätningarna i de 26 stickprovavdelningarna är inte förrättningsmannaberoende, resultaten blir väntevärdesriktiga och kan kvalitetsdeklarerars. Inventeringarna är noggrant gjorda med ca 10 cirkelprovytor per avdelning, där alla träd på varje provyta klavats och där ytterligare variabler (höjd, krongränshöjd, ålder etc.) mätts på 1-3 slumpmässigt valda provträd. Det gör att stickprovavdelningarnas tillstånd beskrivs på ett mycket bra sätt. Varje inventerad stickprovavdelning representerar ca 55 bestånd. De 26 stickprovavdelningarna på 289 ha representerar bestånd med en areal av 15929 ha, vilket innebär att 1,8 % av beståndens areal inventerats. Detta innebär att varje stickprovavdelning får en stor vikt i analyserna. Har vi haft otur så representerar inte dessa avdelningar vårt begränsade område, och resultatet av analysen blir mindre korrekt.

Beståndsregistret är ett heltäckande data vilket innebär att varje bestånd enbart representerar sig själv. Inget stickprovfel i urvalet av dessa bestånd således. Av kostnadsskäl används dock subjektiva metoder för uppskattning av skogstillståndet vilket innebär att beskrivningen är förrättningsmannaberoende. Såväl systematiska som slumpmässiga fel förekommer i skattningarna och beror bl.a. på förrättningsmannens förmåga, rutin och arbetssituation. Då information ska samlas från många bestånd och över stora arealer kan tidsaspekten vara ett hinder för hur noggrann en inventering kan vara. Kvalitén på uppskattningarna är alltså beroende av vem som gjort dem, på vilket sätt de utförts och på tillståndet och variationen i beståndet.

## Allmän diskussion angående resultatet

En hypotes som vi fått från personal på distriktnivå är att gallringar ofta måste tidigareläggas för att uppfylla volymkraven från AVB:n. På så sätt gallras bestånd vid en tidigare ålder än vad som är optimalt för beståndets skötsel och ekonomiska utveckling. Våra funderingar gick då mot att underlaget till AVB:n, i detta fall företagstaxeringen, överskattade tillgängliga mängder gallringsskog. Våra resultat visade dock på motsatsen. Bestandsregistrets föreslagna gallringsvolymerna innehöll en större mängd än företagstaxeringens stickprovdata (Tabell 2). Detta motiverar att det egentligen inte ska vara några problem att hitta lämpliga gallringsobjekt i distriktens bestandsregister. Volymmässigt visar alltså resultatet på att det finns tillräckligt med gallringsvolymerna i bestandsdatat för att uppfylla förvaltningens AVB.

Hur ska vi då tyda våra resultat? För det första grundas våra beräkningar på en begränsad mängd data. Som tidigare nämnt innebär detta att underlaget till AVB:ns föreslagna gallringsvolymerna endast bygger på två (period 1) respektive fyra stickprovsavdelningar (period 2). Varje stickprov väger alltså tungt och genererar ett väldigt stort utslag. En annan aspekt och intressant anledning bygger på vad de olika indatakällorna tar för rumslig hänsyn. Företagstaxeringens AVB inriktar sig främst på att undersöka möjliga uttagsvolymerna. Då underlaget baseras på stickprov görs ingen hänsyn till exempelvis vägnät. Detta innebär att de föreslagna gallringsvolymerna i praktiken kan vara helt utspridda över distriktet, vilket ur ett drivningsekonomiskt perspektiv, inte är försvarbart.

Analyserna görs utifrån två olika skattningar av samma skog för att få stöd i beslut om föreslående gallringsavverkningar. Därför finns det en risk att två olika verksamhetsdelar av ett och samma företag inte kommer fram till samma optimala sätt att sköta skogen. Då dataseten i olika aspekter skiljer sig åt är det möjligt att det skulle medföra inoptimalförluster om man implementerade de gallringsutfall som beräknas inom ena datasetet till det andra. Att ett bestånd inte är optimalt att gallra betyder inte att det inte går att gallra, däremot är det troligt att det blir en nuvärdessänkning för de bestånd som gallras vid fel tidpunkt eftersom kvalitets-, och dimensionsutvecklingen för de kvarstående träden kanske inte utvecklas till den grad de kunnat. Det vill säga att det kan bli en inoptimalförlust orsakat av felaktigt tagna beslut. Vid felaktiga beslut kan risken öka att beståndet drabbas av skador orsakade av till exempel vind, snö, svamp och insekter, vilket också medför en inoptimalförlust. SCA Skog har som uppgift att försörja industrin med råvara (Anon 2012b) och därför kan det anses motiverat med vissa inoptimalförluster då kostnaden för en stillastående fabrik är mycket dyr.

Åldersklassfördelningen över arealen ger en indikation om hur stora arealer som kan gallras och om det är mycket yngre eller äldre gallringsskog. Den största delen av arealen finns inom de yngre åldersklasserna för båda dataseten och det skulle kunna indikera på att gallringar som sker i området sker på just yngre skog. Bestandsregistret har en stor andel av arealen i åldersklass 20-, vilket är den åldersklass då många bestånd blir mogna för första gallring. Eftersom att företagstaxeringens skattade skogstillstånd istället innehåller en stor andel areal i åldersklass 40- är det möjligt att gallringsbestånden beräknas vara något äldre än i bestandsregistret (Figur 2).

Det finns många likheter i gallringsbeståndens skogliga egenskaper, både mellan perioderna och mellan dataseten. Detta gäller genomsnittlig ålder samt stamantal per ha, stående volym, grundyta och ståndortsindex (Tabell 1). En anledning till att den genomsnittliga åldern är lika skulle kunna vara att optimeringsmodellen anser andra bestånd mer optimala att gallra än de i åldersklass 20- i beståndsregistret. Det finns skog i äldre åldersklasser än 20- och eftersom dessa innehåller större andel volym (Figur 4) och optimeringsmodellen kommer då välja dessa då nettot där blir högre. Att liknande typ av skog föreslås gallras från båda datasetens skattade skogstillstånd beror bland annat på att inställningarna i PlanVis var samma för båda datasetens simuleringar. Det finns fasta förutsättningar och restriktioner som styr valet av föreslagna gallringar, till exempel vad för slags skog som kan gallras och hur avverkningsnivåerna får skilja mellan två på varandra följande perioder. Optimeringsmodellen väljer de mest ekonomiskt optimala bestånden/avdelningarna att gallra utifrån rådande skogstillstånd och lagda restriktioner.

I det initiala skogstillståndet finns stora skillnader i trädslagsfördelningen mellan de båda dataseten. En intressant aspekt är att det dominerande trädslaget skiljer sig mellan datasetens skattade initiala skogstillstånd. Eftersom PlanVis utgår från den skog som finns kan skillnaden i trädslagsfördelningen resultera i olika beräknade sortiment vid gallringarna (Figur 2). Resultatet över volymen fördelat på trädslag indikerar på detta (Figur 4, Figur 5). Om vi hade implementerat företagstaxeringens volymmässiga fördelning av trädslag som en restriktion i beståndsregistrets optimering är det troligt att inoptimalförluster hade uppkommit. Vi hade då påtvingat en annan trädslagsfördelning från den gallrade volymen ur beståndsregistret än vad som är optimalt utifrån dess skattade initiala skogstillstånd. Aspekten om volymen fördelat på trädslag kan vara något som styrker hypotesens problem i vår studie.

*“Fältorganisationen på distriktsnivå upplever ibland svårigheter med att översätta den centralt framtagna AVBn i sin taktiska planering. Detta gäller främst de gallringsvisa volymerna, som är särskilt intressanta och attraktiva för SCA som ägare till många pappersmassaindustrier”*

Resultatet angående volymen fördelat på trädslag indikerar på att det kan finnas problem eller svårigheter att få ihop den centrala nivåns föreslagna volymer och önskade sortiment utan att personalen på distrikten ska behöva ta bestånd som är inoptimala att gallra de två närmsta perioderna (Figur 4, figur 5).

För studiens relevans är det viktigt att komma ihåg att resultatet är en produkt av ett begränsat område. Eftersom området representerar en mycket mindre areal än vad SCA i verkligheten beräknar sin AVB på är det svårt att fastställa konkreta slutsatser. Våra resultat tyder på att skillnader finns mellan beståndsregistrets och företagstaxeringens data och att det kan finnas konsekvenser av att olika dataset används till att skatta tillståndet i samma skog inom olika planeringsnivåer. Vi kan inte påvisa hur stora dessa är och om de har någon betydelse eller relevans i ett större perspektiv. Möjligen skulle detta kunna analyseras i en studie över ett större geografiskt område med fler bestånd och stickprovsavdelningar. Den rumsliga aspekten inom den taktiska planeringen, som inte tagits till hänsyn i denna studie, är också av relevans eftersom beståndens tillgänglighet påverkas av exempelvis vägnät och markens bärighet.

## REFERENSER

Ageštam, E. (2009) Gallring. Skogsskötselserien. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Anon, 1994. Skogsordlista. Sveriges skogsvårdsförbund och Tekniska Nomenklaturcentralen, Solna.

Anon, 2010. Gallringsmallar norra Sverige. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Anon, 2012. SCA Skog. Hållbarhetsredovisning 2012:  
<http://www.sca.com/sv/Investera/Rapporter/Miljo--och-socialt-ansvar/Miljo--och-socialt-ansvar/2012/SCA-Hallbarhetsredovisning-2012/> Åtkomst: 23/3 2014

Anon, 2012b. Skogshushållning och den skogliga planeringen. SCA:s skötselhandbok.

Anon, 2012c. Inventering. SCA:s skötselhandbok.

Anon, 2013. PlanWise Tutorial, Heureka wiki:  
[http://heureka.lu.org/wiki/PlanWise\\_Tutorial#Skapa\\_dom.C3.A4ner\\_och\\_sk.C3.B6tselgrupper](http://heureka.lu.org/wiki/PlanWise_Tutorial#Skapa_dom.C3.A4ner_och_sk.C3.B6tselgrupper) Åtkomst: 20/3 2014

Anon, 2013 b. SCA Skog. Virkesprislista BB1302 Avverkningsuppdrag, Västerbotten  
<http://www.sca.com/Global/SCA-Skog/Press-Publikationer/PDF/For-skogsagare/prislistor-juli-2013/Virkesprislista-BB1302-20130701.pdf> Åtkomst: 5/3 2014

Anon, 2013c. Fältinstruktion, SCA Skogs företagstaxering 2013.SCA:s skötselhandbok

Eriksson, L.O. 2008. The forest planning system of Swedish forest enterprises: A note on the basic elements. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 232.

Holm, S. 1997. The planning process and the need of information. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Umeå.

Johansson, H. 2012. Taktisk planering med geografisk hänsyn -Fallstudie med Heureka PlanVis på SCA Skogs distrikt Liden. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 353.

Ståhl, G., Wilhelmsson, E. 2009. Planering av skogsbruk. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå.

Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L. O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. 2011. THE HEUREKA FORESTRY DECISION SUPPORT SYSTEM: AN OVERVIEW. Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences vol. 3, nr 2, 87-94.

### Personlig kommunikation

Håkan Johansson, Skogshushållningsspecialist, Stab skogsvård, SCA Skog. 2014-04-22



