



**Kostnader för naturvårdsavsättning, jämnhet i  
avverkning och virkesförrådsuppbyggnad  
-Strategisk analys med Heureka PlanVis**

*Costs for nature conservation, even-flow restriction in harvesting  
and storage building restriction  
-Strategic analysis with Heureka PlanWise*

Andreas Lundberg & Anders Ångman



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of forest ecology and management
Författare/Author	Andreas Lundberg & Anders Ångman
Titel, Sv	Kostnader för naturvårdsavsättning, jämnhet i avverkning och virkesförrådsuppbyggnad- Strategisk analys med Heureka PlanVis
Titel, Eng	<i>Costs for nature conservation, even-flow restriction in harvesting and storage building restriction - Strategic analysis with Heureka PlanWise</i>
Nyckelord	<i>nuvärde, optimering, samordningsfördelar, avverkningsprofil, död ved</i>
Keywords	<i>present value, optimization, synergy benefits, harvesting profile, dead wood</i>
Handledare/Supervisor	Erik Wilhelmsson 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

# Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning.....	4
Summary .....	5
Inledning .....	6
Bakgrund .....	6
Fastigheterna .....	6
PlanVis.....	9
Tidigare studier .....	9
Sammanfattning av litteraturstudie .....	12
Syfte .....	13
Material och metod .....	14
Dataunderlag .....	14
Skogsdomäner och kontrollkategorier .....	14
Skötselstrategier .....	19
Skogsskötsel.....	21
Resultat .....	23
Analys av olika naturvårdsavsättningar .....	23
Analys av produktionshöjande åtgärder.....	25
Analys av jämnhet och förrådsuppbyggnad .....	26
Eriksberg 1:2 Originalplan.....	26
Holmselet 1:6 Originalplan.....	29
Diskussion .....	32
Naturvårdsavsättningar .....	32
Produktionshöjande åtgärder.....	33
Jämnhet och förrådsuppbyggnad .....	33
Osäkerhet i indata och beslutstödssystem .....	33
Referens .....	34
Bilaga 1. Optimeringsmodell.....	36

## **Förord**

Vi vill tacka Norra Skogsägarna och vår kontaktperson Nils Broman för att vi fått möjligheten att utföra detta kandidatarbete.

Ett särskilt tack riktas till vår handledare Erik Wilhelmsson som på ett bra och pedagogiskt sätt hjälpt oss med utformning och uppbyggnad av studien. Ett stort tack riktas även till Ljusk Ola Eriksson för hjälp och stöd vid utformning av optimeringsmodeller, samt Anu Korosuo för sitt engagemang och stöd kring PlanVis.

Umeå, April 2014

Andreas Lundberg, Anders Ångman

## Sammanfattning

Norra Skogsägarna äger två fastigheter i Skellefteåtrakten som innehåller skyddsvärda biotoper. Ägaren för diskussioner med skogsstyrelsen och länsstyrelsen om vilken hänsyn som ska tas och om hur det virkesproducerande skogsbruket ska bedrivas. I föreliggande kandidatuppsats redogörs för hur skogsskötseln och den ekonomiska avkastningen påverkas av några olika strategier för naturvårdsavsättning och skogsbruk.

Med hjälp av planeringsverktyget Heureka PlanVis visas hur de olika avsättningsstrategierna Originalplan, Lagen och Länsstyrelsen påverkar nuvärdet av skogsbruket. Dessutom visas nettointäkten över en kommande 100 årsperiod, och vad restriktioner för jämnhetskrav och krav på ökat virkesförråd får för påverkan på fastigheternas nuvärde.

Analyserna har utförts med stöd av det forskningsbaserade planeringssystemet Heureka PlanVis version 2.0, och baseras på ajourhållna data från de skogsbruksplaner som upprättades 2013.

Resultaten visar att nuvärdet på fastigheterna sjunker om andelen naturvårdsavsättningar ökar. Utfallet av nuvärdesminskningen blir dock mindre om fastigheterna samplaneras och brukas som en enhet. Det uppstår alltså samordningsfördelar, och effekterna av samordningen blir tydligare då andelen naturvårdsavsättningar ökar.

Vidare visar analysen av samordningen att upprättandet av Originalplanen minskar fastighetens nuvärde med cirka 11 procent och att Länsstyrelsens alternativ sänker nuvärdet med ytterligare cirka 6 procent.

Ett intensivare skogsbruk på fastigheterna med användande av främmande trädslag, gödning och förädlat material ökar nuvärdet med 4,3 procent.

Jämnhet i avverkningsvolym mellan perioder påverkar inte nuvärdet i någon väsentlig grad. Däremot är det dyrt att bygga upp ett stort virkesförråd på fastigheterna.

Nyckelord: nuvärde, optimering, samordningsfördelar, avverkningsprofil, död ved

## Summary

Norra Skogsägarna owns two properties in the Skellefteå area which contains habitats with high nature conservation value. The owner are conducting discussions with the Swedish Forest Agency and the provincial government about what kind of nature considerations to be taken and how the timber -producing should be managed in the forest. This bachelor thesis analyses how forest management and economic performance is effected by different strategies for nature conservation provision and forestry.

The effects that the different deposition strategies Originalplan, Lagen and Länsstyrelsen have on the present value of the forestry analysed by using the planning tool Heureka PlanWise. The analysis calculates the net income of an upcoming 100 -year period, and what even-flow restrictions and the storage building of standing volume might have for impact on the properties' value.

The analysis were performed with support of the research-based planning system Heureka PlanWise version 2.0, and is based on adjourned maintained data from the forestry plans made in 2013.

The results show that the present value of the properties will decrease if the proportion of conservation reserves increases. The outcome of the present value reduction will be smaller if the properties are planned together and operated as one unit. Thus, there are synergy benefits, and the effect of coordination becomes clearer when the proportion of conservation reserves increases.

Furthermore the analysis shows that the establishment of the coordination for the Originalplan reduces the property's current value with about 11 percent and that the alternative Länsstyrelsen lowers the present value by another 6 percent.

A more intensive forestry on the properties using foreign tree species, fertilization and improved material increases the present value of 1 414 260 SEK.

Even-flow restriction of the felling volume between periods does not affect the present value to any significant degree. However it is expensive to build up the growing stock on the properties.

Keywords: present value, optimization, synergy benefits, harvesting profile, dead wood

# Inledning

## Bakgrund

Norra Skogsägarna har för Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) föreslagit en kandidatuppsats där man önskar att optimera skötseln på två av sina egna fastigheter, med hjälp av planeringsverktyget Heureka PlanVis. Efter samråd med skogs- och länsstyrelsen förs en diskussion om att eventuellt utöka andelen mark som undantas från skogsbruk till förmån för utökade naturvårdsavsättningar på de aktuella fastigheterna. Detta skulle innebära revideringar i de skogsbruksplaner som upprättats 2013.

Uppdragsgivaren är den nordligaste av de fyra skogsägarföreningarna i Sverige med ett verksamhetsområde från Ångermanland i söder till riksgränsen i norr (LRF, 2012). Föreningen består av cirka 16000 medlemmar fördelade på 27 skogsbruksområden. Totalt försörjs fyra egna industrier genom skogsinspektornas virkesanskaffning från privata markägare fördelat på 8 olika virkesområden (Norra Skogsägarna, 2014).

## Fastigheterna

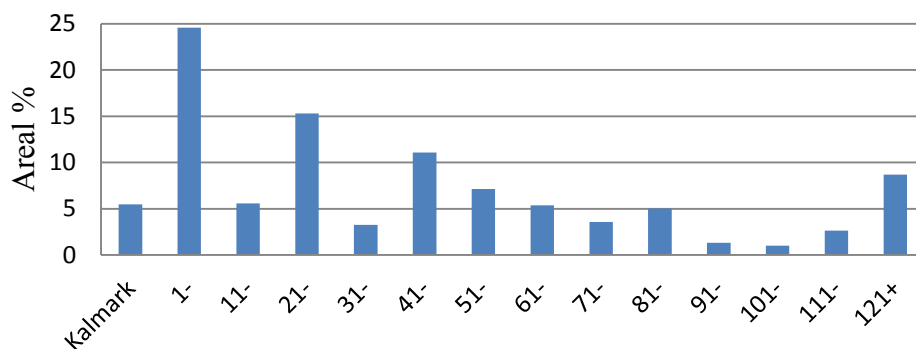
Fastigheterna som analyserades ligger i Skellefteå kommun strax söder om Boliden i anslutning till Skellefteåälven (Figur 4). Enligt de upprättade skogsbruksplanerna från 2013 omfattar de två fastigheterna tillsammans 2260 ha varav 1888 ha är produktiv skogsmark. Eriksberg 1:2 är fördelad på två skiften och är den större av de två fastigheterna. Den är belägen på norra sidan om Skellefteåälven med en areal på 1425 ha, varav 1149 ha är produktiv skogsmark. Den andra fastigheten Holmselet 1:6 är något mindre och ligger på södra sidan om älven med en areal på 836 ha, varav 738 ha är produktiv skogsmark. Av den produktiva skogsmarken på fastigheterna är 207,7 hektar klassat som NO och NS marker, fördelat på 122,7 hektar på Eriksberg 1:2 och 85 hektar på Holmselet 1:6. Skogen på fastigheterna får anses välskött med en varierande åldersklassfördelning (figur 1,2,3). Skogsbruksplanerna innehåller data från skogsbruksplanläggningen som genomfördes sommaren 2013 (Tabell 1).

**Tabell 1.** Fastighetsdata från skogsbruksplan

*Table 1. Real Estate Data from forest management plan*

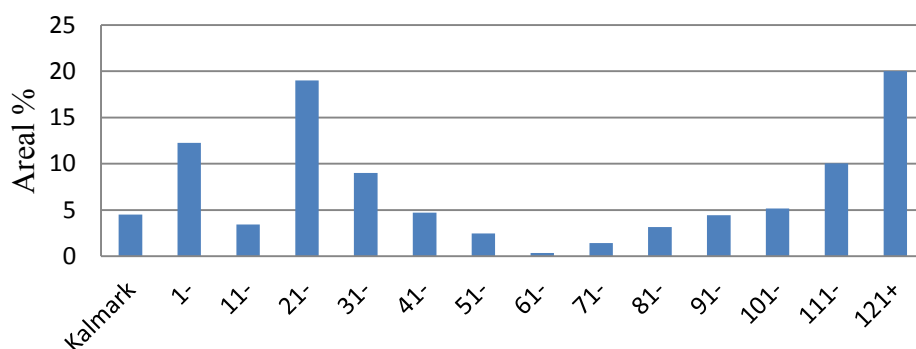
	Eriksberg 1:2	Holmselet 1:6	Total
Virkesförråd m <sup>3</sup> sk	91 396	67 649	159 045
Medelvolym m <sup>3</sup> sk/ha	79	92	84
Bonitet m <sup>3</sup> sk/ha/år	3,9	3,8	3,9
Årlig tillväxt m <sup>3</sup> sk/år	3 707	2 128	5 834

### Eriksberg 1:2



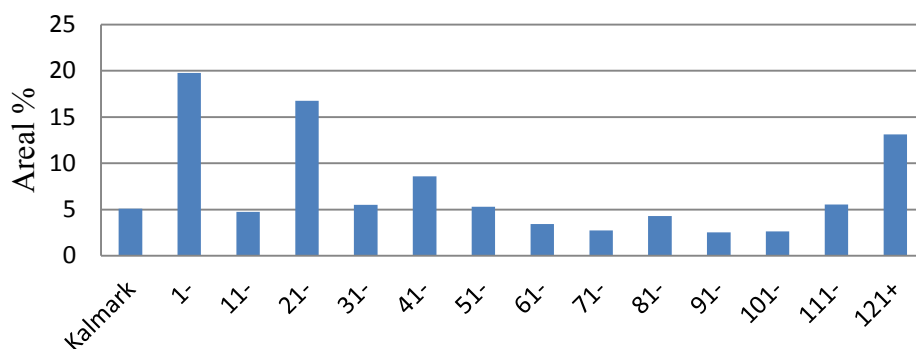
**Figur 1.** Initial åldersklassfördelning för Eriksberg 1:2  
*Figure 1.* Initial age class distribution for Eriksberg 1:2

### Holmselet 1:6



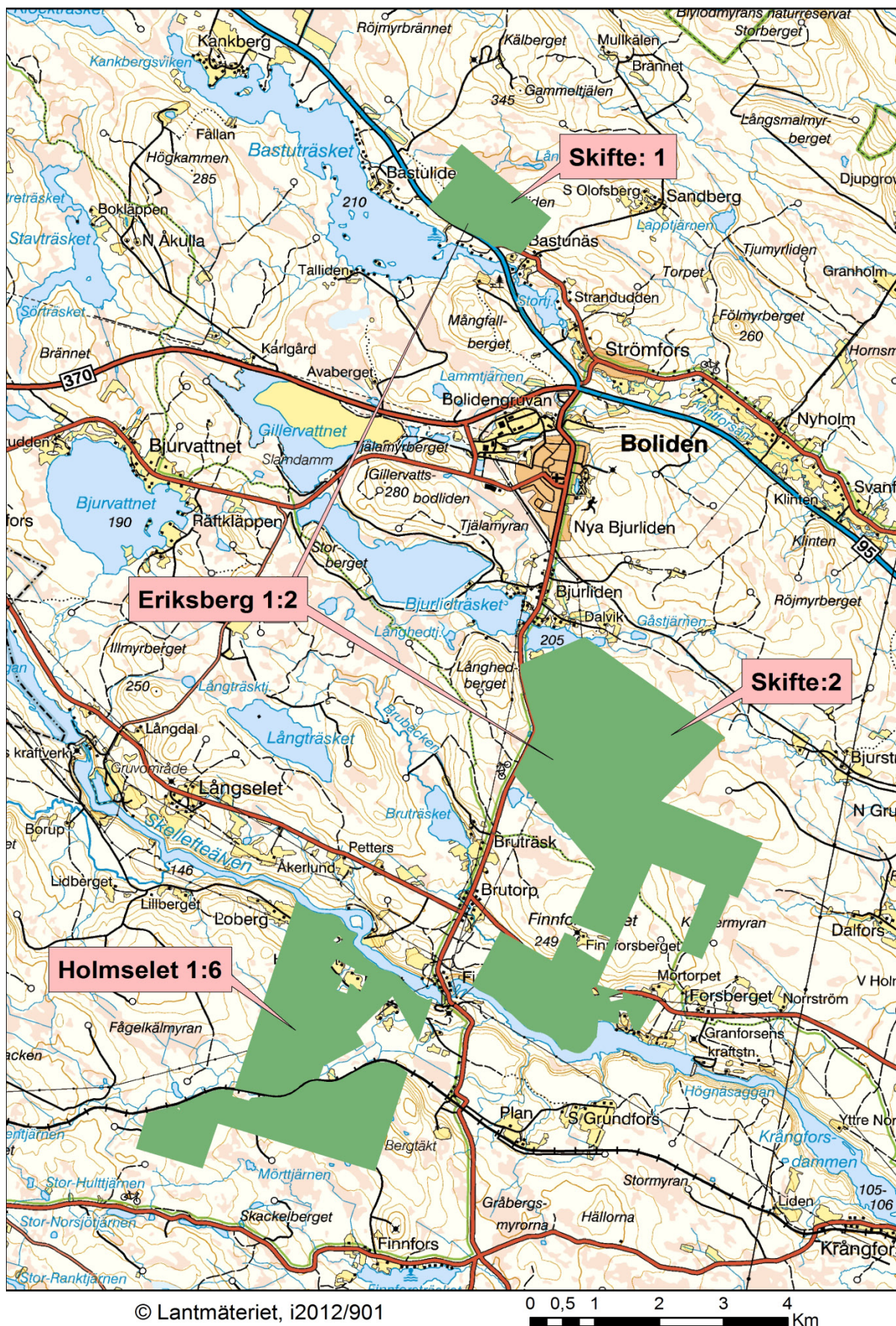
**Figur 2.** Initial åldersklassfördelning för Holmselet 1:6  
*Figure 2.* Initial age class distribution for Holmselet 1:6

### Eriksberg 1:2 & Holmselet 1:6



**Figur 3.** Initial åldersklassfördelning för Eriksberg 1:2 och Holmselet 1:6 samplanerade  
*Figure 3.* Initial age class distribution for Eriksberg 1:2 and Holmselet 1:6 planned together





**Figur 4.** Översiktskarta för Eriksberg 1:2 och Holmselet 1:6  
**Figure 4.** Site map for Eriksberg 1:2 and Holmselet 1:6

## PlanVis

PlanVis är en av de programvaror som ingår i Sveriges lantbruksuniversitets skogliga beslutsstödssystem "Heureka". I denna studie används Heureka PlanVis 2.0. Tanken med Heurekasystemet är att ge förbättrat stöd för analyser och därmed bidra till ett mer lönsamt och miljövänligt skogsbruk. Detta genom att sammanväga faktorer som virkesproduktion med icke monetära nyttor som rekreativvärden, biologisk mångfald, kolinlagring etc. På detta sätt kan man skapa sig en mycket bra helhetssyn över den skogliga planeringen och på sikt öka både ekonomiska och icke ekonomiska värden på den aktuella marken. PlanVis kan arbeta med långsiktig skoglig planering, både på strategisk och taktisk nivå och är uppbyggt så att nya forskningsrön och modeller enkelt går att lägga till i takt med att ny kunskap kommer till. Programmet kan betraktas som en problemlösare som svarar på "vad som ska göras och när det ska utföras?". För att kunna göra detta används en tillväxt- och avkastningssimulator samt ett optimeringsverktyg. Programmets simulator kallas Treatment Program Generator (TPG) och beräknar alternativa behandlingsprogram för varje behandlingsenhet i ett visst skogsområde. Optimeringsverktyget heter Heureka optimization Programming System (HOPS) och fungerar som en problemlösare av linjära eller andra mer komplicerade problem. Användaren sätter här själv in de restriktioner som gäller för det specifika ändamålet. En ytterligare funktion i programmet är möjligheten att visualisera kartor. Här går det att följa skogsutveckling och förvaltning av olika möjliga skötselplaner vilket ger den skoglige planeraren en bra möjlighet att beakta landskapsmönster och aggregeringar över stora och små arealer (Heureka wiki 2009; Anon. 2009b).

## Tidigare studier

I tidigare studier har dessa arbeten studerats för att få stöd kring användning av beslutsstödssystem, produktionshöjande åtgärder, samt nuvärdesminskningar för naturvårdsavsättningar.

Imamovic (1999) belyser i en studie med stöd av Indelningspaketet de ekonomiska och produktionsmässiga konsekvenserna av att avsätta produktiv skogsmark. Målet med arbetet var att analysera hur olika stora avsättningar för naturvård påverkar tillväxten och ekonomin på en fastighet samt avverkningsmöjligheterna på kort och lång sikt. De olika avsättningsalternativen som undersöktes i studien var 90-5-5, 80-10-10 och 70-15-15 där siffrorna representerar andelen skog i klass PG, PF samt NO/NS i den ordningen.

Resultaten för analyserna i norra Sverige visar att avsättningar efter 90-5-5 nivån minskade nuvärdet med 8,2 procent samtidigt som det uppstod en tillväxtnedsättning i andra generationens skog på 14,9 procent. Medan avsättningar med 80-10-10 gav nuvärdesminskningar i storleksklassen 12,6 procent och en tillväxtminskning i andra generationens skog på 19,7 procent. Avsättningsnivån med 70-15-15 minskade nuvärdet med 16,3 procent och fick en tillväxtnedsättning på 24,5 procent i nästa generations skog. Nuvärdesminskningen och tillväxtnedsättningarna i procent avtog alltså i takt med att andelen avsatt mark ökade. I studien konstateras också att resultatet av hänsynåtgärder som evighetsträd och kantzoner får en mindre produktionsnedsättande effekt på nästa generations skog på bördiga marker än på fattiga.



Analyserna av avsättningarna visar att det finns ett tydligt samband mellan nuvärdesförlusten och den avsatta skogens ekonomiska initialvärde. Skogar med ett högt initialt värde som undantas eller hindras från ett rationellt skogsbruk minskar nuvärdet kraftigt. Nuvärdesminskningen vid avsättandet av mark påverkas alltså av vilken typ av skog som förrättningsmannen väljer att avsätta. Imamovic säger därför att förrättningsmannens val av målklass och åtgärder inte endast ska baseras på naturvårdskaraktär, istället bör den naturvårdsmässiga nyttan vägas mot den produktionsmässiga och ekonomiska. På så vis maximeras nyttan av miljöhänsynen samtidigt som de ekonomiska och produktionsmässiga förlusterna i skogsbruket minimeras. Detta ställer stora krav på planläggaren i förmåga att bedöma och avväga natur- och kulturvärden, skogsproduktionspotential och ekonomiskt utfall av olika beslut.

Tellström (2010) analyserade hur fastigheten Fagerdal 2:10 i Jämtland bör skötas. Huvudsyftet med arbetet var att med PlanVis analysera hur skogen ska brukas, samt att undersöka om bättre indata skulle leda till en annan skötselstrategi. Data till arbetet bestod av subjektivt inventerad data i form av en skogsbruksplan. I åtta stycken avdelningar gjordes en objektiv inventering för att undersöka om skötseln ändras med säkrare data. Tellström undersökte resultatet av tre olika nivåer på naturvårdsavsättningar på fastigheten, noll, fem och 17 procent av den produktiva arealen. På grund av fastighetens höga andel av gammal avverkningsmogen skog påverkades inte avverkningsnivåerna så hårt av den 17 procentiga naturvårdsavsättningen. Detta beror på att det fanns mycket avverkningsbar skog kvar på fastigheten. Att kalkylräntan endast var en procent bidrog ytterligare till att avverkningsnivån inte påverkades särskilt mycket då förräntningskravet inte motiverar tidiga avverkningar. Kostnaden för att avsätta 17 procent av den produktiva skogsmarken blev tre miljoner kronor vilket motsvarar 13,6 procent av nuvärdet. Att enbart jobba med subjektiva data i PlanVis, jämfört med att komplettera med objektiva ytor medförde inoptimalförluster då data materialet inte var tillräckligt bra vid subjektiv inventering.

Andersson (2012) studerade i en kvalitativ studie hur fem olika markägare inom skogsägarföreningen NorrSkogs verksamhetsområde förhöll sig till resultatet av fem olika strategier, och vilka nyttor de såg med sitt skogsägande. De fem markägarna intervjuades och fick välja vilken av de fem långsiktiga planerna de föredrog. Alternativen var optimala utifrån olika räntesatser och baserades på subjektivt insamlade data i form av aktuella skogsbruksplaner. Räntorna varierade mellan 1,5 och 3 procent. Alternativen med hög ränta fick en snabbare avverkningstakt.

De olika skötselstrategierna som presenterades var:

- Bästa förvaltning av skogskapitalet med avseende på nuvärde
- Gynnande av biologisk mångfald
- Öka virkesförrådet
- Jämn avverkningsnivå
- Öka tillväxten

Utfallet av undersökningen blev olika beroende på om markägarna endast läste förslagsrubrikerna eller om de såg hela utfallet av PlanVis-körningen.

Strategin ”öka virkesförrådet” var den som rankades högst, då markägarna såg det som en trygghet att spara upp ett högt förråd till framtida investeringsbehov. Bästa förvaltning av skogskapitalet låg också bra till, dock så blev markägarna avvaktande när de förstod att det skulle innebära stora avverkningar tidigt i planperioden.

Nordbrandt (2002) jämförde åtgärdsförslagen i Norra Skogsägarnas skogsbruksplaner och Indelningspaketet med avseende på maximalt nuvärde. Indelningspaketet är en föregångare till PlanVis. Studien utfördes på tio olika fastigheter där varje fastighet analyserades efter tre olika skötselprogram. I studien intervjuades även markägarna om deras långsiktiga syften för fastigheten och uppfattningen om de aktuella skogsbruksplanerna. Intervjuerna visade på att markägarna i många fall saknade en långsiktig plan för sin fastighet. På en av fastigheterna undersöktes om skötselåtgärderna ändras beroende på om objektiv eller subjektiv data används. Resultatet blev att analyserna med objektiva data ger stora skillnader i åtgärdsförslag jämfört med subjektiva. Räntan i de olika analyserna varierade mellan två till fem procent. Nordbrandt visade att ett högre förräntningskrav ger större uttagsvolym tidigare i skötselprogrammet.

Thelberg (2011) undersökte med PlanVis olika gödslingsstrategier på Holmen Skogs skogsinnehav inom Umeå distrikt. I studien analyserades även kostnaden för en ökning av andelen avverkningsmogen skog. Analysen gjordes med fem olika gödslingsprogram från ingen gödsling alls till gödsling vid varje ingrepp (gallring eller slutavverkning). Mest lönsamt är det att gödsla i samband med varje gallring eller att gödsla två gånger innan slutavverkning. Studien visar också att vid ökad gödslingsintensitet ökar både nuvärdet och virkesuttaget. Uppbyggnaden av ett stort virkesförråd på Umeå distrikt med skog över LSÅ medför att avverkningsarna ligger på en låg nivå i början. Genom att äldre skog inte får avverkas och sparas istället. Fördelen med stort förråd är att planeringen av avverkningar blir lättare, nackdelen blir att de skapar nuvärdesförluster. Räntan är satt till tre procent under studien.

Edler (2011) utvärderade Contortatallens roll för virkesförsörjningen på Holmen Skogs region Iggesund. Syftet med arbetet var att undersöka möjligheten att fördela avverkningsvolymen av Contorta över en längre tidsperiod genom att skjuta på både gallringar och slutavverkningar i tid. Fyra olika hushållningsstrategier skapades och analyserades var för sig i PlanVis. Resultatet jämfördes och värderades efter nuvärde och virkesproduktion. För varje analysalternativ studerades kostnaderna för att hålla en jämnhet i virkesflödet. Jämnheten leder till att avverkningar kommer att förskjutas tidsmässigt ifrån vad som är ekonomiskt optimalt för de enskilda bestånden.

Vid gallringarna har Holmen Skogs instruktioner för Contortagallringar använts. I dessa säger Holmen att en förstagallring får ske inom 11-13 meter, med ett tak på 15 meter, där de bestånd som är högre lämnas ogallrade. Gallring får heller inte ske på fuktiga och finjordsrika lokaler.

I studien undersöktes fyra olika strategier, Gallringsfri skötsel av contortabestånd, en gallring i gallringsbara contortabestånd, en gallring eller gallringsfriskötsel av contorta och en gallring eller gallringsfri skötsel av contorta samt en gödsling av tall före slutavverkning. Även effekten av gödsling före både slutavverkning och sistagallring undersöktes. Räntan som användes vid analyserna var 2,5 procent.

I studien kring gödsling av tallbestånden visade det sig att de i medeltal kunde öka tillväxten med 13,7 procent och att den befärdade talltimmer bristen på regionen förmodligen inte kommer att uppstå. Detta kan dock inte tillskrivas gödslingen som endast gör nytta på marginalen, utan snarare utav brister i tidigare analyser med indelningspaketet. Gödslingen resulterar däremot i ekonomiskt viktigt ”marginalvirke” vid framtida avverkningar.

Slutsatserna kring brukandet av Contortaskogarna är att en jämn avverkningsnivå kan uppnås både med och utan gallringar. Nuvärdesförlusten för jämnhetskravet blir dock mindre med gallringsalternativet då gallringarna i sig har en utjämnande effekt på skogstillståndet. I lämpliga bestånd höjs nuvärdet med två procent efter gallring med rådande ränta. Bestånd med hög lövandel och dålig värdeutveckling kvalar inte in som gallringsbara. För bestånd med högt SI kan en låg slutavverkningsålder rekommenderas.

## **Sammanfattning av litteraturstudie**

Studierna kring naturvårdsavsättningar indikerar att en avsatt procent av en fastighets produktiva mark inte motsvaras av en procent av nuvärdet vid skogsproduktion. Istället visar studierna att sänkningen av nuvärdet är något mindre än en procent. Detta indikerar att planläggarna väljer att avsätta skog med lägre produktionskapacitet alternativt mindre stående volym i beståndet än vad som motsvaras av snittvärdena på fastigheten.

Tidigare studier där fastigheter undersökts med hjälp av PlanVis har visat att i många skogsbruksplaner förelås en lägre avverkningsnivå än vad som är ekonomiskt optimalt givet det räntekrav som använts vid analysen. Vanligen har inte skogens förräntning beaktats i tillräckligt hög grad när planläggaren rekommenderat olika skötselåtgärder. Detta har resulterat i att mycket gammal avverkningsmogen skog står och ”stampas” med en förräntning av det bundna kapitalet på en onödigt låg nivå. Analyser med PlanVis kan användas för att hjälpa markägarna att se inoptimalförlusten som uppstår när skogen tappar i tillväxt, och istället ge förståelse för avverkningar i större utsträckning och i tidigare skede än i skogsbruksplanerna. Studier har dock visat att många enskilda markägare inte uppskattar att avverkningsvolymen överstiger tillväxten. Studierna visar också att ägare med målsättning att nå ett högt virkesförråd på sin fastighet måste acceptera att skogen förräntar sig dåligt ekonomiskt. Målet med ägande och brukande av en skog kan dock vara många varför det inte går att generellt uttala sig om vad som är rätt och fel. Varje ägare och fastighet är unik med individuella mål och produktionsförutsättningar. Detta måste beaktas vid all skötselplanering.

## Syfte

Syftet med denna studie är att för Norra Skogsägarnas två skogsfastigheter Eriksberg 1:2 och Holmselet 1:6 undersöka det ekonomiska resultatet i form av nuvärde

- Dels genom olika omfattning av naturvårdsavsättning
- Dels genom användandet av vedertagna produktionshöjande åtgärder som förädlat plantmaterial, contorta samt gödsling
- Dels genom olika sätt att sköta skogen med avseende på virkesförrådsuppbyggnad och jämnhet mellan perioderna i avverkningsvolym

## Material och metod

### Dataunderlag

Indata till arbetet består av subjektivt insamlade data i form av skogsbruksplaner. Planerna framställdes under sommarhalvåret 2013 av externa entreprenörer på beställning av fastighetsägaren Norra Skogsägarna. Genom kontakt med Björn Edlund på Norra Skogsägarna har sedan planen i pcSKOG kompletterats med de senaste avverkningarna och en del utökad hänsyn efter samråd med Skogs- och Länsstyrelsen. Utöver de data som finns i pcSKOG-filerna har stamantal för ungskogar skattats till 11 000 stammar per hektar utifrån snittdata på Sveriges oröjda ungskogar (Kempe, 2004). För nyligen röjda bestånd där data om stamantal saknas har 2 500 stammar per hektar använts. Vid importen in till PlanVis exporteras först skogsbruksplanerna ut ur pcSKOG till csv-filer som granskas i Excel. Under granskningen korrigeras data för att passa in i PlanVis, i det här fallet har id-nummer och stamantal korrigerats. Efter att indata importerats till PlanVis så ska det ingående skogstillståndet simuleras och analyseras. För att programmet ska veta hur den ingående skogen ”ser ut” importereras en shape-fil till PlanVis innehållande karta med avdelningsgränser, vilken används för att visa på aggregeringar av skötselprogram i tid och rum.

### Skogsdomäner och kontrollkategorier

Användaren av PlanVis delar upp de olika behandlingsenheterna i skogsdomäner. En skogsdomän kan liknas vid en typ av såll där de olika behandlingsenheterna sorteras in i det fack där de passar med de givna inställningarna. Domänindelningarna sållar in enheterna uppifrån och ner likt en vanlig grussikt. Domänen ligger som en ram genom planeringsperioden och låser upp behandlingsenheterna från att växa in i en ny skogsdomän. Till varje domän finns en domäninställning där andelen naturvårdsavsättning anges. Användaren av PlanVis styr skötseln i domänerna med kontrollkategorier. Kontrollkategorierna ställs in separat för varje generation. Generation 1 respektive generation 2, där generation 1 innefattar innevarande bestånd fram till slutavverkning och generation 2 innefattar skog efter ny skogsetablering. Kontrollkategorin är uppbyggd av ett antal kontrolltabeller, där de olika kategoriinställningarna finns representerade. Dessa är i sin tur skapade av användaren efter dennas önskemål om skötsel. Ändras en specifik kontrolltabell i en kategori så används automatiskt de förinställda originaltabellerna (”Default Control Category”) i de andra tabellerna. Detta medför att det blir enkelt att snabbt ändra skötseln då endast berörda tabeller behöver justeras. Om kontrollkategori inte ändras så arbetar domänen efter originalinställningen ”Default Control Category”. I en domän kan flera kontrollkategorier vara kopplade mot varandra, programmet skapar sedan önskat antal skötselprogram för varje uppställd kategorikombination. Utfallet av skötselprogrammen rangordnas sedan efter önskat mål.

I arbetet har totalt tolv olika skogsdomäner använts med följande kontrollkategorier. Olika domäner aktiveras beroende på vilken undersökning som genomförs.

**1. Skogsdomän Länsstyrelsen**

Berörda avdelningarna efter samråd med Länsstyrelsen.

Domäninställning: Behövs ej

Kontrollkategori:

Generation 1

Generation2

Fri utveckling

Fri utveckling

**2. Skogsdomän NO**

Berörda avdelningar som av planläggaren klassats som NO.

Domäninställning: Behövs ej

Kontrollkategori:

Generation 1

Generation2

Fri utveckling

Fri utveckling

**3. Skogsdomän NS**

Berörda avdelningar som av planläggaren klassats som NS.

Domäninställning: Behövs ej

Kontrollkategori:

Generation 1

Generation2

Plockhuggning

Plockhuggning

**4. Skogsdomän PF**

Berörda avdelningar som av planläggaren klassats som PF.

Domäninställning: Förstärkt Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1

Generation2

Standardskötsel

Standardskötsel

Lövgynnande skötsel

Lövgynnande skötsel

Överhållning

Överhållning

Standardskötsel

Överhållning

**5. Skogsdomän Skötsel Contorta**

Minst 50 % av volymen består av Contorta

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1

Generation2

Contortaskötsel

Contortaskötsel

Överhållning

Överhållning

Standardskötsel

Överhållning



**6. Skogsdomän Skötsel SI < 16**

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Lövgynnande skötsel	Lövgynnande skötsel
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

**7. Skogsdomän Förbudsområde för contorta**

*(Ej lav- eller lavrik mark)*

1 000 m från eventuellt formellt skydd får ej contorta användas

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Standardskötsel	Gödsling
Gödsling	Standardskötsel
Gödsling	Gödsling
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

**8. Skogsdomän Skötsel SI 16-24 Tall/Contorta-mark**

*(Torr eller frisk mark: Ej lav- eller lavrik mark)*

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Standardskötsel	Gödsling
Standardskötsel	Contortaskötsel
Gödsling	Standardskötsel
Gödsling	Gödsling
Gödsling	Contortaskötsel
Contortaskötsel	Contortaskötsel
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

**9. Skogsdomän Skötsel SI 16-24: Frisk-Fuktig Mark Tall**

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Standardskötsel	Gödsling
Gödsling	Standardskötsel
Gödsling	Gödsling
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

**10. Skogsdomän Skötsel SI 16-30 Gran**

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Standardskötsel	Gödsling
Gödsling	Standardskötsel
Gödsling	Gödsling
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

**11. Skogsdomän Skötsel SI 16-30 Gran Hög lövandel**

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Standardskötsel	Gödsling
Gödsling	Standardskötsel
Gödsling	Gödsling
Lövgynnande skötsel	Lövgynnande skötsel
Lövgynnande skötsel	Gödsling
Gödsling	Lövgynnande skötsel
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

**12. Skogsdomän Övriga**

Domäninställning: Generell Hänsyn

Kontrollkategori:

Generation 1	Generation2
Standardskötsel	Standardskötsel
Överhållning	Överhållning
Standardskötsel	Överhållning

Kontrollkategorierna är skapade utifrån den skötsellitteratur som undersökts i studien under rubriken Skogsskötsel, samt utifrån Norra Skogsägarnas skötselinstruktioner (Norra Skogsägarna, 2014). Undantaget är minsta diameter för gallringsstam där PlanVis defaultvärde använts.

### **Fri utveckling**

- Inga skötselåtgärder tillåts

### **Plockhuggning:**

- Hyggesfritt skogsbruk. Gödslas ej

### **Standardskötsel**

- Föryngring sker med plantering av det bonitetsvisande trädslaget
- I röjningsfasen lämnas löv så att 5 % av volymen kan vara löv under första delen av omloppstiden.
- Röjning aktualiseras först när det finns minst 500 stammar som ska röjas bort
- 70 procent av stammarna efter röjning ska bestå av föryngringsträdslaget
- Minsta diameter för en gallringsstam är 7 cm
- Gallringsstyrka ska vara mellan 20-40 procent av grundytan
- Förstagallringarna sker inom 10 till 15 meters övrehöjd
- Andra och tredjegallringar får ske upp till 25 meters övrehöjd
- Slutavverkning sker tidigast vid LSÅ
- För björk gäller 55 år som lägsta ålder för slutavverkning

### **Gödsling**

- Grundinställningar som standardskötsel (se ovan)
- Gödsling sker tio år innan slutavverkning med 150 kg N/ha

### **Contortaskötsel**

- Grundinställningar som standardskötsel (se ovan)
- Föryngring sker med maskinell contortasådd.
- Förstagallringarna sker inom 11 till 13 meters övrehöjd
- Andra och tredjegallringar får ske upp till 18 meters övrehöjd
- Slutavverkning sker tidigast vid 55 år

### **Lövgynnande skötsel**

- Grundinställningar som standardskötsel (se ovan)
- Gynna löv vid röjning
- Gynna löv vid gallring

### **Överhållning**

- Grundinställningar som standardskötsel (se ovan)
- Tillåter att gammal skog ej avverkas

## Skötselstrategier

Undersökningarna av fastigheterna har gjorts utifrån tre olika alternativ för naturvårdsavsättning där kostnaderna för de respektive avsättningsalternativen jämförts med avseende på skillnad i nuvärde (Tabell 2). Undersökningen utförs på de båda fastigheterna var för sig samt samplanerade som en brukningsenhet.

För att visa hur den intensivare skogsskötseln som tillämpas i undersökningen påverkar nuvärdesresultatet undersöks den samplanerade brukningsenheten utan produktionshöjande åtgärder (Tabell 3). Med produktionshöjande åtgärder menas förädlat plantmaterial, användande av contorta samt gödsling.

Slutligen undersöks Originalplanen för de bägge fastigheterna var för sig med två olika avverkningsstrategier, virkesförrådsupbyggnad och jämnhetskrav (Tabell 4).

Efter samråd med Norra Skogsägarna har en kalkylränta på 2 procents realränta använts vid undersökningen. Föreningens kostnader för drivning och skogsvårdsarbete samt prislistan för aktuellt område har också tillämpats för att få så realistiska ekonomiska utfall som möjligt.

Samtliga analyser innefattar skogsvårdslagens krav om att inte ha mer än 50 procent av den totala arealen bestående av skog under 20 år. Dessutom tillåts contortadominerade bestånd på max 5 procent av fastigheten.

**Originalplan:** Består av Indata från de PEFC-certifierade skogsbruksplanerna som upprättats sommaren 2013. Skogsbruksplanen är en så kallad grön plan som på dessa fastigheter har cirka tio procent av den produktiva arealen avsatt för naturvård.

**Lagen:** Består av indata från de skogsbruksplaner som upprättats sommaren 2013 utan de frivilliga avsättningarna som planläggaren föreslagit. Vid avverkning avsätts fem procent av volymen för att efterlikna skogsvårdslagens krav. Detta för att simulera den hänsyn som krävs enligt § 30 i skogsvårdslagen (naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen).

**Länsstyrelsen:** Består av indata från de PEFC-certifierade skogsbruksplanerna som upprättats sommaren 2013, inklusive ytterligare avsättningar som eventuellt blir aktuella efter samråd med Skogs- och Länsstyrelsen. Totalt rör det sig om en utökad avsättning på 69,7 hektar fördelat på 29,1 hektar på Eriksberg 1:2 och 40,6 hektar på Holmselet 1:6.

*Tabell 2. Matris för olika naturvårdsavsättningar med respektive villkor och restriktioner*

*Table 2. Matrix for various nature conservation provisions for respective terms and restrictions*

Villkor	Originalplan	Lagen	Länsstyrelsen
Frivillig avsättning 10 %	X		X
Utökade avsättningar			X
<u>Restriktioner</u>			
Ungskog < 20 år, ej över 50 %	X	X	X
Contorta <= 5% av arealen	X	X	X
Minst 5 % volym lövträd/period	X		X

**Produktionshöjande åtgärder:** Den samplanerade brukningsenheten av originalplanerna undersöks med och utan produktionshöjande åtgärder. Benämns prod höj (Tabell 3).

*Tabell 3.* Matris för produktionshöjande åtgärder med respektive villkor och restriktioner

*Table 3.* Matrix for increased production activities with the respective terms and restrictions

Villkor	Med prod höj	Utan prod höj
Frivillig avsättning 10 %	X	X
Utökade avsättningar		
<u>Restriktioner</u>		
Ungskog < 20 år, ej över 50 %	X	X
Contorta <= 5% av arealen	X	X
Minst 5 % volym lövträd/period	X	X
Produktionshöjande åtgärder	X	

**Originalplan:** Består av Indata från de PEFC-certifierade skogsbruksplanerna som upprättats sommaren 2013. Skogsbruksplanen är en så kallad grön plan som på dessa fastigheter har cirka tio procent av den produktiva arealen avsatt för naturvård.

- **Jämnhetskrav:** Jämnhet mellan perioderna med avseende på avverkningsvolymerna. Benämns Jämnhet i resultatet.
- **Virkesförrådsupbyggnad:** Restriktion på avverkningarna om att inte avverka mer än 50 procent av tillväxten. Benämns Förråd i resultatet.

*Tabell 4.* Matris för jämnhetskrav och virkesförrådsupbyggnad

*Table 4.* Matrix for even-flow restriction and storage building

Villkor	Originalplan	Jämnhetskrav	Förråd
Frivillig avsättning 10 %	X	X	X
Utökade avsättningar			
<u>Restriktioner</u>			
Ungskog < 20 år, ej över 50 %	X	X	X
Contorta <= 5% av arealen	X	X	X
Minst 5 % volym lövträd/period	X	X	X
Jämnhet på avverkningsvolym		X	
Virkesförrådsupbyggnad			X

## Skogsskötsel

Plantering är idag den överlägset vanligaste skogsetableringsformen i Sverige. Den fungerar bra på de flesta marker och ger en snabb beskogning (Hallsby 2013). Undantaget är möjligen contortatall som med fördel kan föryngras genom sådd. En sådd contorta får ett mer symmetriskt och välförgrenat rotsystem än en contorta som planterats. Detta ger på sikt ett mer välförankrat träd som är bättre förberett för omgivningens påfrestningar. De planterade varianterna får ofta en krök i rotstocken vilket ytterligare argumenterar för såddens fördel vid föryngringen. Bestånd som på 80-talet såddes med contorta på rätt marker visar på bra produktion och användbara vedegenskaper. Contortan kan med framgång föryngras genom sådd även på hösten, och metoden är idag på frammarsch i norra Sverige (Bergsten m.fl. 2013).

Idag är den normala skötseln att röja ungskogarna en gång innan den går in i gallringsfas, i sådda bestånd kan det dock vara motiverat med en extra plantröjning för att inte föryngringen ska bli allt för tät. Syftet med röjning är annars att dana beståndet i riktning att få fram efterfrågade egenskaper på individ och beståndsnivå. Normalt blir inte produktionen större i ett röjt bestånd, däremot blir den mer värdefull (Pettersson m.fl. 2013). För att uppfylla PEFC-standarden så ska minst 5 procent av beståndet bestå av löv under den första delen av skogens omloppstid (PEFC, 2010). Norra Skogsägarna säger i sin röjningsinstruktion att de vill spara fem procent löv efter röjning på den produktiva skogsmarksarealen. Totalt ställer föreningen ut 2 100 till 2 500 huvudstammar per hektar på medelgod mark (Norra Skogsägarna, 2014).

För barrträd i Sverige rekommenderas en första gallring när skogen är inom en höjd på 10 till 15 meter. Normalt är att tallen gallras när den är lite lägre, någonstans runt 10 till 13 meter medan granen som är mer konkurrenstålig gallras vid 12 till 15 meters höjd. Detta är grova rekommendationer och varje bestånd bör bedömmas individuellt för att optimera gallringstidpunkten. Att exempelvis vänta för länge med en förstagallring av tall kan påverka valet av framtida huvudstammar negativt då bra individer kan hamna ofördelaktigt till och bli utkonkurrerade. Normala gallringsuttag i Svenska skogar ligger mellan 20 till 40 procent av grundytan, mindre uttag än 20 procent resulterar som regel i onödigt dyra gallringar och återkommande gallringsbehov. Medan gallringsuttag över 40 procent riskerar att utglesa skogen till den grad att volymproduktionsförluster på beståndsnivå uppstår (Agestam 2009). I Norrland ska den stående skogsvolymen inte understiga 5 procent i avverkningsmogna bestånd enligt FSC (PEFC, 2010).

För gallring av contortaskogar finns idag väldigt lite forskning, men det som hittills undersökts indikerar dock att gallringar i contortaskogar sänker volymtillväxten mer än vad gallringen i gran- respektive tallskogar gör. Försöken visar också att contortaskogen är betydligt mer känslig för vindskador efter gallring än vad tallskogen är. Något som bör tas i beaktande vid gallringsplanering av contorta (Agestam 2009). På skogforsks hemsida går det läsa om SCA's contortaskötsel där de rekommenderar en förstagallring i contortaskogen någonstans mellan 11-13 meters övre höjd. En andragallring tillåts senast vid 18 meters övre höjd. De skogar som passerat 14 meters övre höjd utan att gallras får stå kvar ogallrade på grund av skaderisken vid gallringen (Skogforsk 2012).

Med bra skogsskötsel i grunden är gödsling det bästa sättet att på kort sikt höja virkesproduktionen i skogen. En bra utförd kvävegödsling höjer tillväxten med 10-20 procent under en period på 7-11 år (Ståhl m.fl. 2013). Den mest långvariga effekten av gödslingen fås på svaga marker i norra Sverige med gammal granskog, medan de minst volymhöjande gödslingarna är ungskogsgödsling av tall. Granen är således lite bättre än tallen på att tillgodogöra sig extra kväve i form av gödsel (Fahlvik m.fl. 2009). Enligt Ståhl m.fl. 2013 ska i första hand välslutna barrträdsdominerande bestånd gödslas. Samme författare säger också att äldre bestånd är mer lönsamma att gödsla än yngre. Vidare skriver Ståhl m.fl. att den som gödslar måste vara framsynt och planera sina gödslingsåtgärder för att eliminera risken att bli tvingad till avverkningsåtgärder samtidigt som gödslingsgivan gör verkan. Om detta uppstår så riskerar gödslingsingreppet att bli en minuspost.

All mark bör dock inte gödslas. Fahlvik m.fl. 2009 säger att marker med höga ståndortsindex på torv eller brunjord har tillräckligt högt naturligt kväveutbud och då inte skulle svara nämnvärt på kvävegödsling. Enligt Skogsstyrelsen (2007) ska en gödslingsbar ståndort bestå av fastmark, podsoljordmån, ståndortsindex 16-30 m, minst 80 % av grundytan ska vara barrträd, lägst förstagallringsskog, ingen avverkning inom tio år samt frisk och välsluten skog. Vid en räntebelastning av gödselkostnaden visar det sig att den mest lönsamma gödslingsåtgärden utförs 10 år innan slutavverkning. Här ligger då förräntningen på cirka 10-15 procent per år (Ståhl m.fl. 2013).

Ett exempel från MINT Slutrapporten visar att om en hektar gödslas med 150 kg N till en kostnad av 3 000 kr och den då antas ge 20 m<sup>3</sup>sk extra efter 10 år med ett netto på 500 kr/m<sup>3</sup>, så blir förräntningen på det investerade kapitalet 13 procent (Larsson m.fl. 2009). Detta är klart bättre än vad som kan väntas komma ut ur de flesta skogsskötselåtgärder. Fahlvik m.fl. 2009 stärker den bilden genom att hävda att gödsling tio år innan slutavverkning är det enda gödslingsalternativ som är ekonomiskt försvarbart för en privat fastighetsägare med ett mindre innehav.

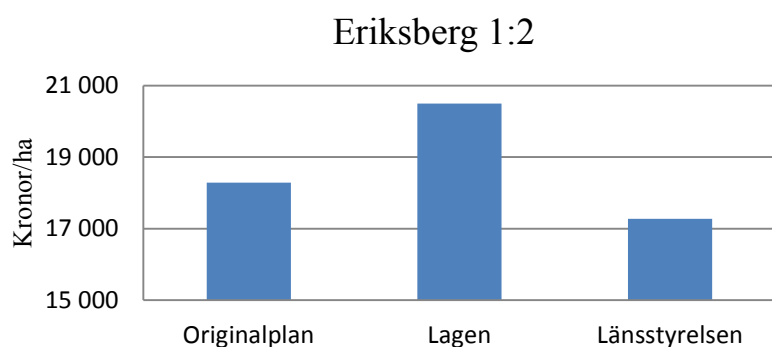
Om gödsling är effektivast för att höja produktionen på kort sikt så är föryngring med contortatall effektivast på lång sikt. Idag finns inget bättre alternativ i Sverige att långsiktigt höja virkesproduktionen på vanlig skogsmark. Contortatallen växer oavsett bonitet 30-40 procent bättre än vanlig tall. Bättre frosthärdighet, minskat betestryck av älg och dess tolerans mot knäckesjuka medverkar ytterligare till contortans produktiva fördel (Ståhl m.fl. 2013). Försök som utförts på unga contortaskogar visar på att gödslingsreaktionen på contortatall är god, med stor sannolikhet är gödslingsreaktionen minst lika bra som på tall i mogen skog. Här saknas dock ordentliga försök. Det som talar emot gödsling av contortabestånd är den ökade risken för gremeniellaangrepp, stormrisken och att den blir mer attraktiv som älgmat (Fahlvik m.fl. 2009). Även faktorer som markens långsiktiga produktionsförmåga, okontrollerad spridning samt den framtida biodiversiteten i contortabestånden är under diskussion (Ståhl m.fl. 2013).

## Resultat

Resultat nedan ges först för de tre olika naturvårdsavsättningarna. Sedan redovisas resultatet för användandet av produktionshöjande åtgärder och därefter analyser för varje enskild fastighet.

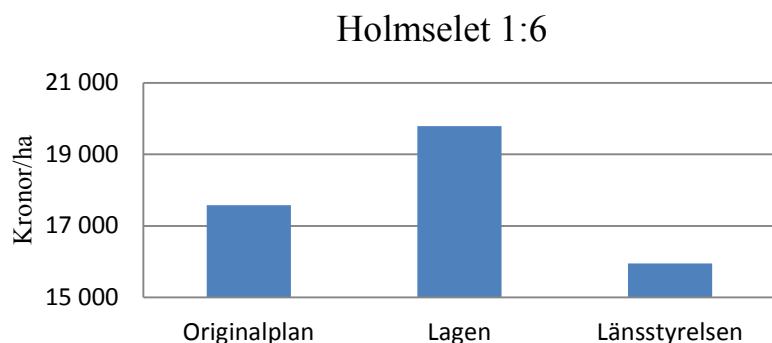
### Analys av olika naturvårdsavsättningar

Resultatet visar vad de olika fastigheterna har för nuvärde per hektar vid de olika naturvårdsavsättningarna (Figur 5,6,7).



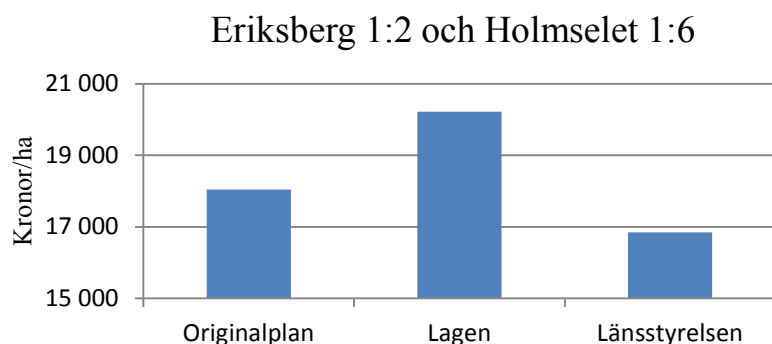
**Figur 5.** Nuvärde per hektar med olika naturvårdsavsättningar på Eriksberg 1:2

*Figure 5. Present value per hectare with various nature conservation provisions at Eriksberg 1:2*



**Figur 6.** Nuvärde per hektar med olika naturvårdsavsättningar på Holmselet 1:6

*Figure 6. Present value per hectare with various nature conservation provisions at Holmselet 1:6*



**Figur 7.** Nuvärde per hektar med olika naturvårdsavsättningar då fastigheterna samplaneras

*Figure 7. Present value per hectare with various conservation provisions as properties are planned together*



Nuvärdena för skogsbruket på fastigheterna sjunker med ökade naturvårdsavsättningar. Effekterna av nuvärdesminskningen avtar och stordriftsfördelar uppstår om skogsbruket på fastigheterna samplaneras. Samplaneringen får större effekt vid utökade naturvårdsavsättningar (Tabell 5,6,7).

**Tabell 5.** Nuvärden för naturvårdsavsättningar och inoptimalförluster på Eriksberg 1:2

**Table 5.** Present values for nature conservation provisions and inoptimal loss for Eriksberg 1:2

	Totalt nuvärde	Nuvärde/ha	Total inoptimalförlust	Inoptimalförlust/ha
Lagen	23 575 106	20 500	-	-
Originalplan	21 028 059	18 285	2 547 046	2 215
Länsstyrelsen	19 866 955	17 276	3 708 151	3 224

**Tabell 6.** Nuvärden för naturvårdsavsättningar och inoptimalförluster på Holmselet 1:6

**Table 6.** Present values for nature conservation provisions and inoptimal loss for Holmselet 1:6

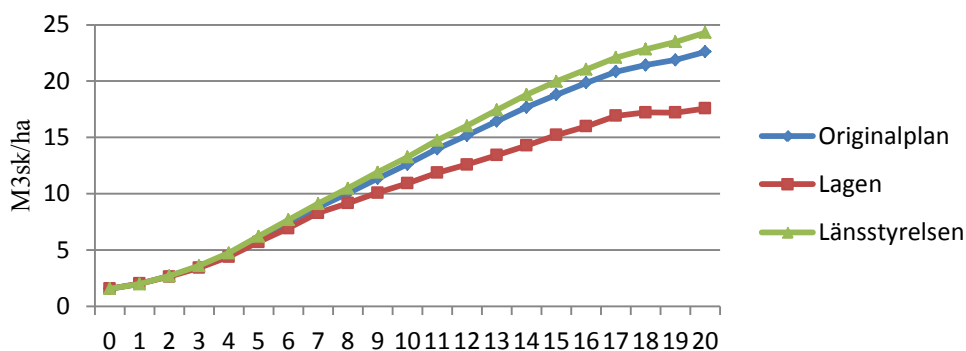
	Totalt nuvärde	Nuvärde/ha	Total inoptimalförlust	Inoptimalförlust/ha
Lagen	14 599 063	19 790	-	-
Originalplan	12 967 831	17 579	1 631 232	2 211
Länsstyrelsen	11 763 671	15 946	2 835 391	3 844

**Tabell 7.** Nuvärden för naturvårdsavsättningar och inoptimalförluster då fastigheterna samplaneras

**Table 7.** Present value for nature conservation provisions and inoptimal loss as properties are planned together

	Totalt nuvärde	Nuvärde/ha	Total inoptimalförlust	Inoptimalförlust/ha
Lagen	38 174 400	20 223	-	-
Originalplan	34 062 637	18 045	4 111 763	2 178
Länsstyrelsen	31 801 722	16 847	6 372 678	3 376

Mängden död ved för de olika brukningsalternativen ökar under hela omloppstiden (Figur 8).

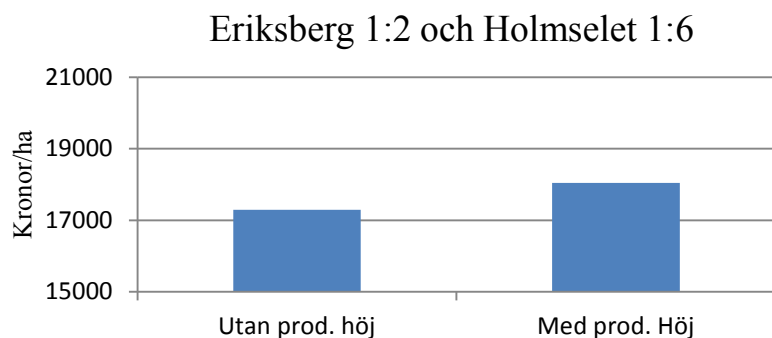


**Figur 8.** Död ved per hektar för Eriksberg 1:2 och Holmselet 1:6 samplanerade

**Figure 8.** Dead wood per hectare for Eriksberg 1:2 and Holmselet 1:6 planned together

## Analys av produktionshöjande åtgärder

Resultatet visar hur de produktionshöjande åtgärderna påverkar nuvärdet för fastigheterna vid samplanering (Figur 9).



**Figur 9.** Nuvärde per hektar med och utan produktionshöjande åtgärder när fastigheterna samplaneras

**Figure 9.** Present value per hectare with and without increased production activities when the properties are planned together

Vid samplanering av fastigheterna ger produktionshöjande åtgärder en nuvärdesökning på 4,3 procent (Tabell 8).

**Tabell 8.** Nuvärde för originalplanen vid användning av produktionshöjande åtgärder då fastigheterna samplaneras

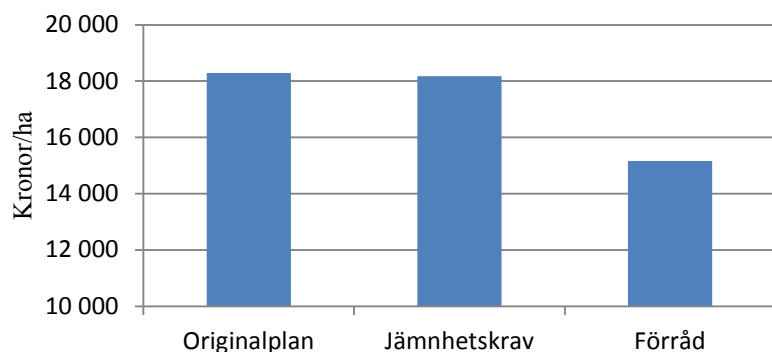
**Table 8.** Present value for the original plan when increased production activities is used and the properties are planned together

	Totalt nuvärde	Nuvärde/ha	Total vinst	Vinst/ha
Utan	32 648 377	17 295	-	-
Produktionshöjande	34 062 637	18 045	1 414 260	750

## Analys av jämnhet och förrådsuppbyggnad

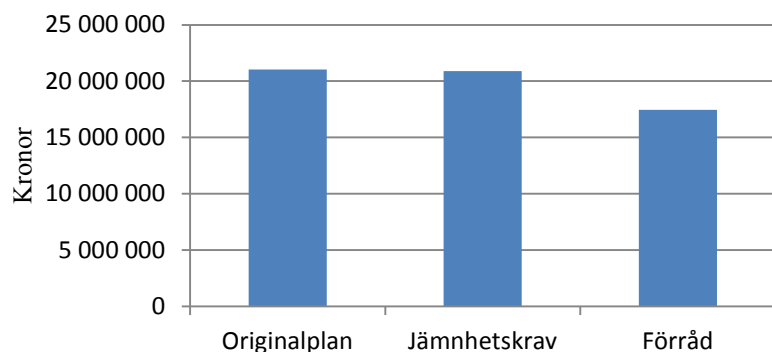
### Eriksberg 1:2 Originalplan

Analysen visar att jämnhetskrav för avverkningarna inte påverkar nuvärdet speciellt mycket, medan däremot önskemålet om en uppbyggnad av virkesförrådet kraftigt sänker nuvärdet (Figur 10,11).



**Figur 10.** Nuvärde per hektar för olika brukningsalternativ på Eriksberg 1:2

*Figure 10. Present value per hectare for different farming alternatives at Eriksberg 1:2*



**Figur 11.** Totalt nuvärde för olika brukningsalternativ på Eriksberg 1:2

*Figure 11. Total present value for different farming alternatives at Eriksberg 1:2*

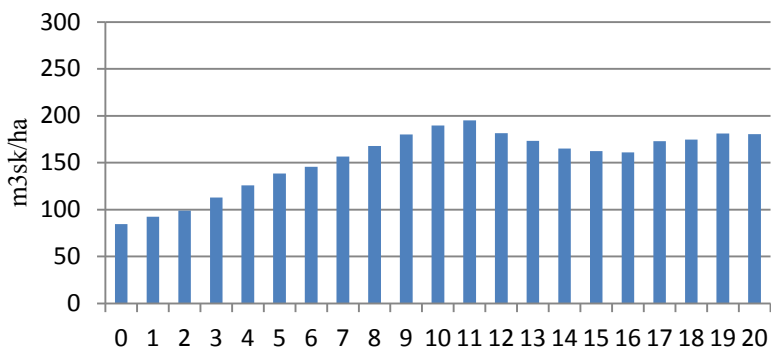
Nuvärdesminskningen för de olika restriktionerna visar att jämnhetskravet endast sänker nuvärdet med 0,6 procent, medan förrådsuppbyggnaden minskar nuvärdet med 17,1 procent (Tabell 9).

**Tabell 9.** Nuvärde och inoptimalförluster för olika brukningsalternativ på Eriksberg 1:2

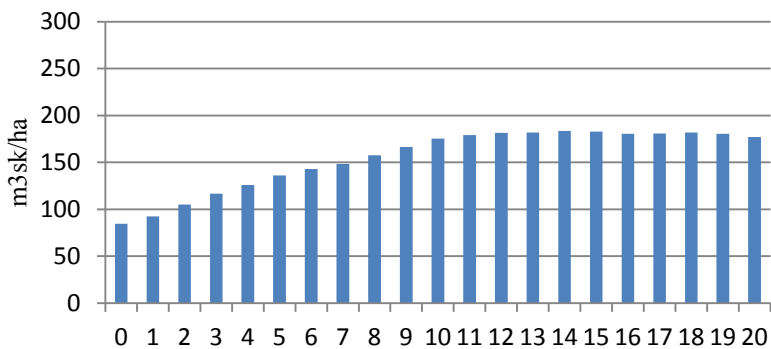
*Table 9. Present value and inoptimal loss for different farming alternatives at Eriksberg 1:2*

	Totalt nuvärde	Nuvärde/ha	Total inoptimalförlust	Inoptimalförlust/ha
Originalplan	21 028 059	18 285	-	-
Jämnhetskrav	20 900 179	18 174	127 880	111
Förråd	17 442 760	15 168	3 585 300	3118

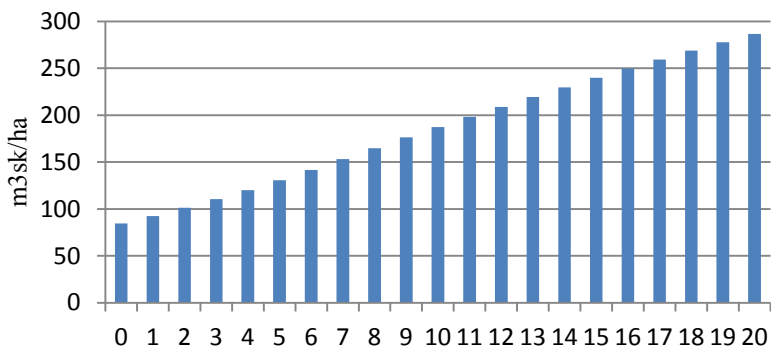
Resultatet visar vad de olika brukningsalternativen har för virkesförråd per hektar och period (Figur 12,13,14).



**Figur 12.** Virkesförråd på Eriksberg 1:2 Max nuvärde  
**Figure 12.** Standing volume at Eriksberg 1:2 Max Present value

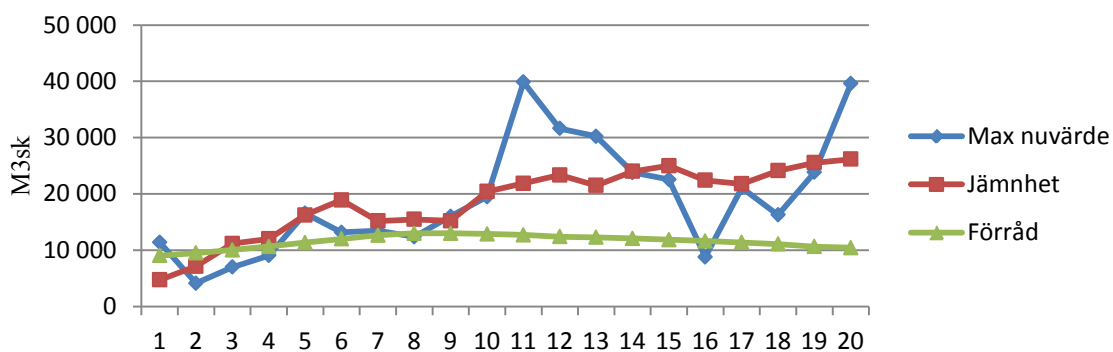


**Figur 13.** Virkesförråd på Eriksberg 1:2 Max nuvärde med restriktion Jämnhetskrav  
**Figure 13.** Standing volume at Eriksberg 1:2 Max Present value with even-flow restriction



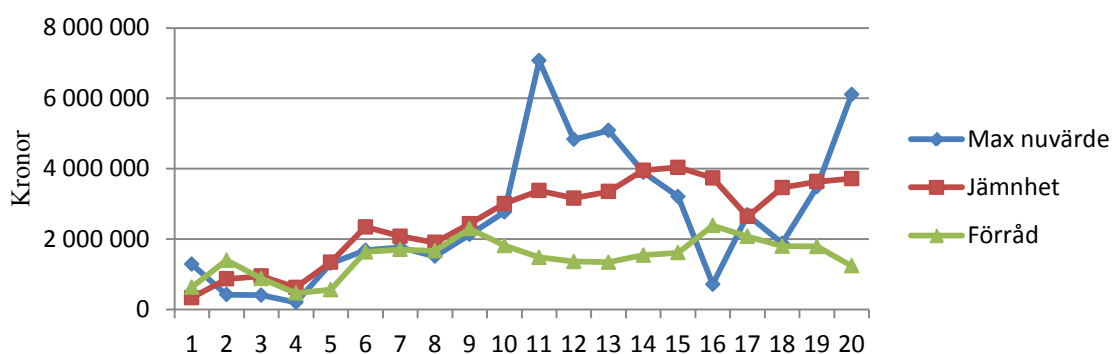
**Figur 14.** Virkesförråd på Eriksberg 1:2 Max nuvärde med restriktion Förrådsuppyggnad  
**Figure 14.** Standing volume at Eriksberg 1:2 Max Present value with storage building restriction

Avverkningsprofilen visar på stora variationer mellan perioderna i avverkningsvolymerna beroende på vilket brukningsalternativ som används (Figur 15).



**Figur 15.** Avverkningsprofil för Eriksberg 1:2  
**Figure 15.** Harvesting Profile for Eriksberg 1:2

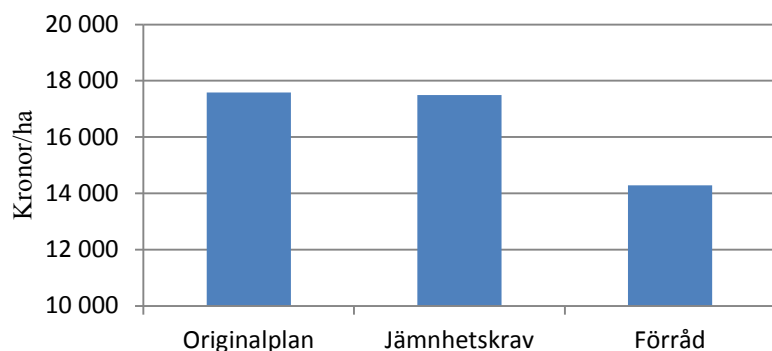
Nettointäktprofilen visar på stora variationer mellan perioderna i intäkter beroende på vilket brukningsalternativ som används (Figur 16).



**Figur 16.** Nettointäkter per period för Eriksberg 1:2  
**Figure 16.** Net income per period for Eriksberg 1:2

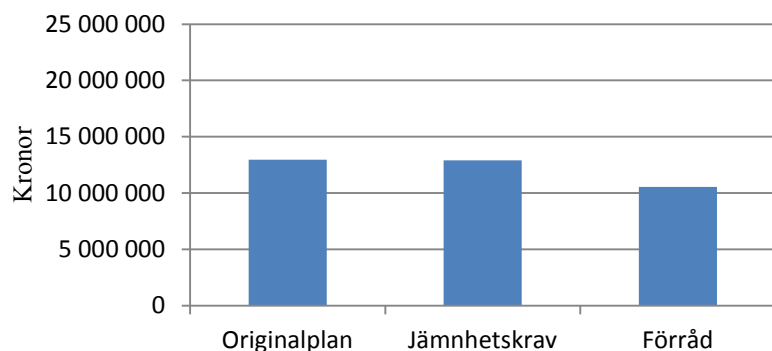
## Holmselet 1:6 Originalplan

Analysen visar att jämnhetskrav för avverkningarna inte påverkar nuvärdet speciellt mycket, medan däremot önskemålet om ökning av virkesförrådet kraftigt sänker nuvärdet (Figur 17,18).



**Figur 17.** Nuvärde per hektar för olika brukningsalternativ på Holmselet 1:6

**Figure 17.** Present value per hectare for different farming alternatives at Holmselet 1:6



**Figur 18.** Totalt nuvärde för olika brukningsalternativ på Holmselet 1:6

**Figure 18.** Total present value for different farming alternatives at Holmselet 1:6

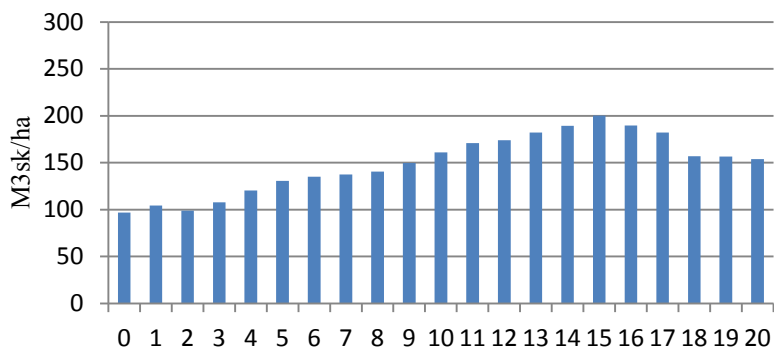
Nuvärdesminskningen för de olika restriktionerna visar att jämnhetskravet endast sänker nuvärdet med 0,5 procent, medan förrådsupbyggnaden minskar nuvärdet med 18,7 procent (Tabell 10).

**Tabell 10.** Nuvärde och inoptimalförluster för olika brukningsalternativ på Holmselet 1:6

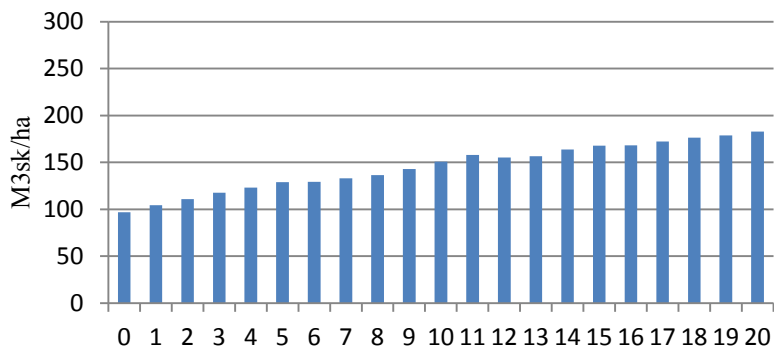
**Table 10.** Present value and inoptimal loss for different farming alternatives at Holmselet 1:6

	Totalt nuvärde	Nuvärde/ha	Total inoptimalförlust	Inoptimalförlust/ha
Originalplan	12 967 831	17 579	-	-
Jämnhetskrav	12 902 468	17490	65 363	89
Förråd	10 536 797	14283	2 431 034	3295

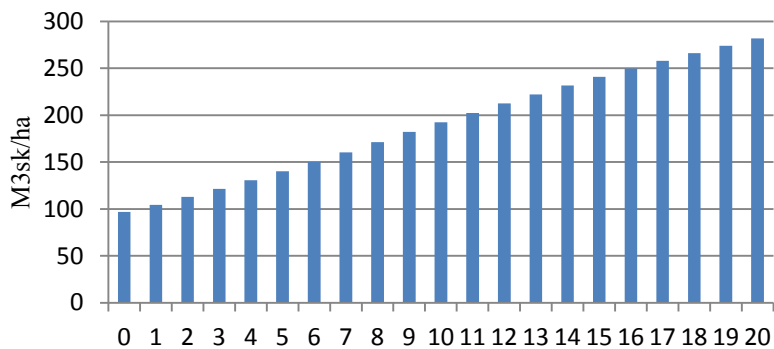
Resultatet visar vad de olika brukningsalternativen får för virkesförråd per hektar och period (Figur 19,20,21).



**Figur 19.** Virkesförråd på Holmselet 1:6 Max nuvärde  
*Figure 19. Standing volume at Holmselet 1:6 Max Present value*

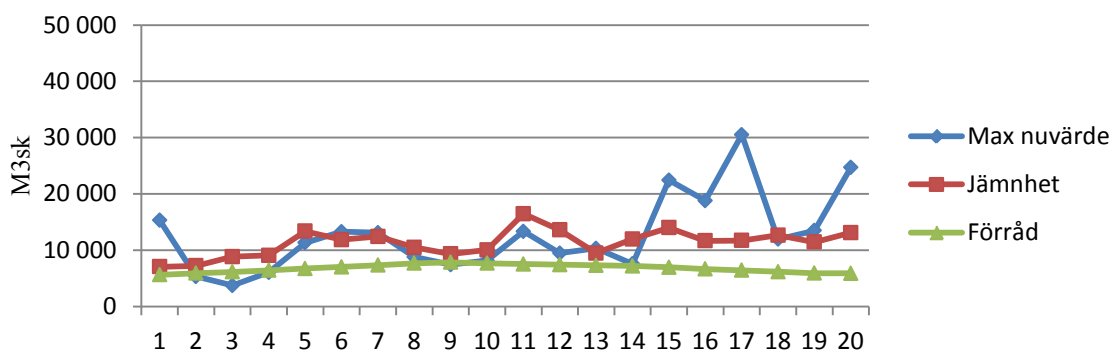


**Figur 20.** Virkesförråd på Holmselet 1:6 Max nuvärde med restriktion Jämnhetskrav  
*Figure 20. Standing volume at Holmselet 1:6 Max Present value with even-flow restriction*



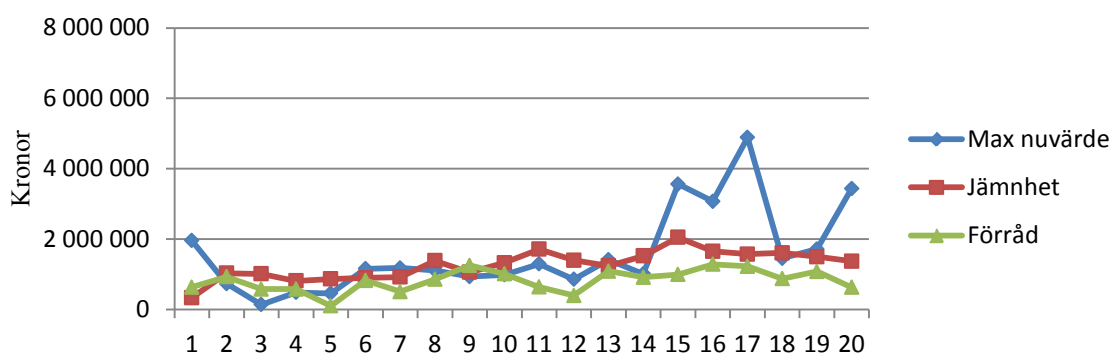
**Figur 21.** Virkesförråd på Holmselet 1:6 Max nuvärde med restriktion Förrådsupbyggnad  
*Figure 21. Standing volume at Holmselet 1:6 Max Present value with storage building restriction*

Avverkningsprofilen visar på stora variationer mellan perioderna i avverkningsvolymerna beroende på vilket brukningsalternativ som används (Figur 22).



**Figur 22.** Avverkningsprofil för Holmselet 1:6  
**Figure 22.** Harvesting Profile for Holmselet 1:6

Nettointäktprofilen visar på stora variationer mellan perioderna i intäkter beroende på vilket brukningsalternativ som används (Figur 23).



**Figur 23.** Nettointäkter per period för Holmselet 1:6  
**Figure 23.** Net income per period for Holmselet 1:6



## Diskussion

### Naturvårdsavsättningar

Nuvärdesoptimeringen för fastigheterna visar som väntat att nuvärdet sjunker om andelen avsättningar för naturvårdsändamål ökar. Högst nuvärde fås då fastigheterna sköts efter skogsvårdslagen där naturhänsynen simulerats med 5 procents avsättningar av volymen vid slutavverkning. Lägsta nuvärdet fås vid Länsstyrelsens avsättningsalternativ där den högsta andelen skogsmark är avsatt (Tabell 5,6,7). Nuvärdesoptimeringen visar även att det uppstår samordningsfördelar när fastigheterna planeras som en brukningsenhet. Eftersom det vid ett större brukningsområde blir lättare att hitta bestånd som kan slutavverkas vid optimala tidpunkter. Samordningsfördelarna blir tydligare när naturvårdsavsättningarna utökas. Detta genom att andelen brukningsbar skog minskar och den procentuella fördelen av samplaneringen då blir större.

Vid samplaneringen av fastigheterna blir nuvärdesminskningen för upprättandet av Originalplanen 4 111 763 kronor, medan den utökade avsättningen för Länsstyrelsen minskar nuvärdet med ytterligare 2 260 915 kronor till totalt 6 372 678 kronor (Tabell 7). Den stora kostnaden ligger alltså vid upprättandet av Originalplanen och inte vid Länsstyrelsens utökade avsättning. Räknat per hektar är det däremot Länsstyrelsens utökade avsättningar som är dyrast då de endast består av 69,7 hektar mot originalplanens 207,7 hektar. Detta kan förklaras med att det står mer virke på Länsstyrelsens föreslagna bestånd, samt att de har högre SI och på så vis kan producera mera virke över tid, vilket ger stort utslag i nuvärdesberäkningen. Det kan också bero på att avverkningsbara bestånd minskar och försvårar skötseln på fastigheterna. Exempelvis kan ett bestånd behöva avverkas vid en inoptimal tidpunkt för att klara lövkravet på 5 procent av volymen i slutavverkningsbara skogar eller för att inte andelen ungskogsareal ska bli för stor på fastigheten. Våra resultat avviker från Tellström (2010) och Imamovic (1999) som ser en procentuell minskning av nuvärdesförlusten vid ökade naturvårdsavsättningar. Detta tror vi beror på att de inte avsätter de mer produktiva områdena, utan istället försöker styra naturvårdsavsättningarna mot svagare marker.

Beroende på vilket brukningsalternativ som använts så varierar mängden liggande död ved på fastigheterna (Figur 8). Framskrivningarna visar i vilken riktning utvecklingen kan tänkas gå och vilket alternativ som ackumulerar mest död ved över tid. Under en lång tidsperiod kommer stora träd som faller att bygga på lagret av död ved innan tillförseln och förmultningsprocessen kommer i balans. Störst volym död ved per hektar får som väntat Länsstyrelsen som efter 20 perioder närmar sig 25 m<sup>3</sup>sk per hektar. Idag är den normala snittmängden död ved i svenska produktionsskogar cirka 8 m<sup>3</sup>sk per hektar (Skogsstatistisk årsbok 2013). Enligt Naturvårdsverket är 20 m<sup>3</sup>sk per hektar ett bra mål för brukade skogar utanför skyddade områden då det kraftigt ökar habitatskvaliten för många arter (Almstedt m.fl. 2005).

## Produktionshöjande åtgärder

Att inom skogsbruket använda sig av vedertagna produktionshöjande åtgärder som förädlat plantmaterial, användning av contorta samt gödsling har på de analyserade fastigheterna gett en ökning av nuvärdet med 1 414 260 kronor, vilket motsvarar en ökning med 4,3 procent av nuvärdet på fastigheterna (Tabell 8). Att inte utfallet blir högre beror till stor del på restriktionen om att inte använda contorta på mer än 5 procent av arealen.

## Jämnhet och förrådsuppbyggnad

Målet för de fastighetsvisa analyserna var att maximera nuvärdet av skogsbruket över 100 år och att visa på nuvärdesförlusten i att hålla en jämn avverkningstakt mellan perioderna samt nuvärdesförlusten för att bygga upp virkesförrådet på fastigheterna.

Analysen visade att det är förhållandevis billigt att hålla en jämn avverkningsnivå på stora fastigheter som Eriksberg 1:2 och Holmselet 1:6, eftersom det finns relativt mycket volym i de olika åldersklasserna påverkas inte nuvärdeskalkylen särskilt drastiskt. Nuvärdeskostnaden för förrådsuppbyggnaden blir däremot väldigt hög (Figur 10,17). Det som händer är att skogen på många håll måste överhållas för att klara det volymmässiga tillväxtkravet. Vid överhållningen finns kapitalet kvar på fastigheten i form av ett stort virkesförråd. Att ha ett stort virkesförråd kan liknas med att ha en kapitalreserv som vid behov kan avverkas. Kostnaden för detta är då den inoptimalförlust som uppstår när skogen inte avverkas vid den tidpunkt tillväxten i skogen inte längre är högre än räntekravet (Tabell 9,10). Utöver den nuvärdesförlust som syns i kalkylen tillkommer också ekonomiska risker med att hålla stora virkesvolymerna på en fastighet, biotiska som abiotiska. Att kvantifiera dessa risker ingår inte i detta arbete.

För att få en djupare förståelse för hur nuvärdet hänger ihop med avverkningstakten och nettointäkten bör avverknings- och nettointäktsprofilerna studeras. Dessa visar på ett tydligt sätt att optimeringen mot max nuvärde utan övriga restriktioner tar ut mycket volym tidigare i den 100 åriga brukningsperioden jämfört med alternativen för jämnhet och förrådsuppbyggnad, och ger då även stora nettointäkter tidigare vilket får nuvärdet att stiga (Figur 15,16,22,23).

## Osäkerhet i indata och beslutstödssystem

Resultaten som den här studien redovisar bygger till stor del på skattningar och antaganden i form av subjektiv indata, priser, kostnader etc. vilket läsaren bör beakta vid tolkning av studien. Även faktorer som val av ränta och i vilken grad användandet av förädlat plantmaterial, främmande träslag samt gödsling används påverkar det resultat som redovisas. En analys av det här slaget blir således aldrig skarpare än det indata som bearbetas. Över lång tid kan dålig indata få stora konsekvenser och orsaka inoptimalförluster i skötsel. (Tellström. 2010; Nordbrandt. 2002).

I arbetet har subjektiva skogsbruksplaner som upprättats sommaren 2013 använts, något som i brist på mer exakta data får anses vara en bra grund för den här typen av långsiktig skoglig prognos. Detta trots att tidigare studier visat att den subjektiva planläggningen många gånger ligger upp emot 20 procent fel i sina skattningar av skogsbeståndet (Ståhl m.fl. 1994).

## Referens

Agestam, E., 2009. Skogsskötselserien nr 7, Gallring. Skogsstyrelsen.

Almstedt, M. Jong, J. 2005. Död ved i levande skogar. Naturvårdsverket rapport 5413. ISBN 91-620-5413-9

Andersson, E. 2012. Skogsskötselstrategier för medlemmar i skogsägareföreningen Norrskog. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 360.

Anon. 2009b. The Heureka Research Programme. Final Report for Phase 2, October 2005 – September 2009. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå.

Bergsten, U., 2013. Skogsskötselserien nr 5, Sådd. Skogsstyrelsen.

Christiansen, L. 2013. Skogsstatistisk årsbok. Skogsstyrelsen, Jönköping. ISSN 0491-7847

Edler, E. 2011. Contortatallens roll för virkesförsörjningen på Holmen Skog, Region Iggesund – Konsekvensanalys av fyra hushållningsstrategier för contortatall. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 313.

Fahlvik, N., Johansson, U. & Nilsson, U. (2009). Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. (*Rapport / Sveriges lantbruksuniversitet, 2009*)

Hallsby, G., 2013. Skogsskötselserien nr 3, Plantering av barrträd. Skogsstyrelsen.

Heureka 2009. [Online] tillgänglig:  
<http://heurekaslu.org/wiki/PlanWise>  
[2014-03-04]

Imamovic, D. 1999. Simulering av produktionskonsekvenser med olika miljömål. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. NR 55. ISRN SLU-SRG-AR--55—SE

Kempe, G. Nilsson, P. & Toet, H. 2004. SKOGSDATA 2004, Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen. SLU, Grafiska enheten, Umeå. ISSN: 0280-0543

Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885

LRF 2012. [Online] tillgänglig:  
<http://www.lrf.se/Medlem/Foretagande/Skogsbruk/Skogsfakta/Skogsagarforeningarna1/>  
[2014-03-03]

Nordbrandt, A. 2002. Analyser med Indelningspaketet av privata skogsfastigheter inom norra Skogsägarnas verksamhetsområde. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik. Umeå. Arbetsrapport 101.

Norra Skogsägarna 2014. [Online] tillgänglig:  
<http://www.norra.se/omnorra/foreningen/Pages/default.aspx>  
[2014-03-03]

PEFC 2010. Fakta om certifiering av skogsbruk (2010). [Online] tillgänglig:  
<http://pefc.se/om-pefc-certifiering/>  
[2010-04-15]

Pettersson, N., 2012. Skogsskötselserien nr 6, Røjning. Skogsstyrelsen.

Skogforsk 2012. [Online] tillgänglig:  
<http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Gallra/Gallringsprogram-och-stamval/Gallring-i-contorta/SCA-gallring-i-contorta/>  
[2014-04-08]

Tellström, J. 2010. Hur skall skogen skötas? – En analys av skogsfastigheten Fagerdal 2:10 i Jämtland. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 272.

Thelberg, E. 2011. Gödslingsstrategins inverkan på Holmen Skog, Umeå distrikt. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning. Umeå. Arbetsrapport 336.

## Bilaga 1. Optimeringsmodell

### Definitioner:

Indextal : Bestånd =  $i$ , Skötselalternativ =  $j$ , Period =  $p$

$X_{ij} \in [0, 1]$  = Andel av bestånd  $i$  som behandlas med skötselalternativ  $j$ . (Beslutsvariabel)

Antal bestånd:  $N = 457$

Antal skötselalternativ för bestånd  $i$ :  $M_i = 20$

(1.) Gäller endast vid jämnhetskrav.

(2.) Gäller endast vid Virkesförrådsupbyggnad.

### Målfunktion:

Maximera SumNPV.

Maximera SumNPV – 200 \* (maxvolharvDecrease + maxvolharvIncrease) (1.)

### Kontovariabler:

$\sum_{i=1} \sum_{j=1} VBL [i, j, p] * area [i] * x[i, j] = Volbroadleaves[p]$  För alla  $P = 0 \dots 20$

$\sum_{i=1} \sum_{j=1} volume [i, j, p] * area [i] * x[i, j] = VolTot[p]$  För alla  $P = 0 \dots 20$

$\sum_{i=1} \sum_{j=1} Ungskog [i, j, p] * area [i] * x[i, j] = ArealUngskog [p]$  För alla  $P = 0 \dots 20$

$\sum_{i=1} \sum_{j=1} Contskog [i, j, p] * area [i] * x[i, j] = ContortaAreal [p]$  För alla  $P = 0 \dots 20$

$VolTot [p] - VolTot [p + 1] \geq MaxvolharvIncrease [p]$  För alla  $P = 1 \dots 20$  (1.)

$VolTot [p + 1] - VolTot [p] \leq MaxvolharvDecrease [p]$  För alla  $P = 1 \dots 20$  (1.)

$\sum_{i=1} \sum_{j=1} Volharv [i, j, p] * area [i] * x[i, j] = VolharvTot[p]$  För alla  $P = 1 \dots 20$  (2.)

$\sum_{i=1} \sum_{j=1} Volume [i, j, p] * area [i] * x[i, j] = Ingvoltot[p]$  För alla  $P = 1 \dots 20$  (2.)

$Ingvoltot [p + 1] - Ingvoltot [p] + Volharv [p] = Tillväxt [p + 1]$

För alla  $P = 1 \dots 20$  (2.)

### Restriktioner:

$ArealUngskog [p] \leq 0,5 * AreaTot$  För varje  $p = 1 \dots 20$

$Volbroadleaves [p] \leq 0,05 * VolTot$  För varje  $p = 1 \dots 20$

$ContortaAreal [p] \leq 0,05 * AreaTot$  För varje  $p = 1 \dots 20$

$VolharvTot [p] \leq 0,5 * Tillväxt$  För varje  $p = 1 \dots 20$  (2.)

### Definitioner kontovariabler:

Area  $_i$  = Area för bestånd  $i$

$VBL_{i,j,p}$  = Volym lövträd för bestånd  $i$  vid skötselalternativ  $j$  och period  $p$ .

$Volbroadleaves_p$  = Total volym lövträd i period  $p$ .

$VolTot_p$  = Total volym i period  $p$ .

$Ungskog_{i,j,p}$  = Parameter som sätts till 1 om areal med en medelålder under 20 år för bestånd  $i$  vid skötselalternativ  $j$  och period  $p$ , annars 0.

$ArealUngskog_p$  = Areal skog som har lägre medelålder än 20 år i period  $p$ .

$Contskog_{i,j,p}$  = Parameter som sätts till 1 om areal med mer än 50 % av volymen är contorta för period  $p$  om bestånd  $i$  sköts med skötselalternativ  $j$ , annars 0.

$ContortaAreal_p$  = Total areal contortadominerad skog i period  $p$ .

$MaxvolharvDecrease$  = Total minskning av avverkning.

$MaxvolharvIncrease$  = Total ökning av avverkning.

$Volharv_{i,j,p}$  = Avverkad volym för period  $p$  om bestånd  $i$  sköts med skötselalternativ  $j$ .

$\text{VolharvTot}_p = \text{Avverkad volym i period } p.$

$\text{Volume}_{i,j,p} = \text{Ingående volym för bestånd } i \text{ vid skötselalternativ } j \text{ och period } p.$

$\text{IngvotTot}_p = \text{Ingåendevolym i period } p.$

$\text{AreaTot} = \text{Berörd areal.}$

$\text{Tillväxt}_p = \text{Total tillväxt i period } p.$