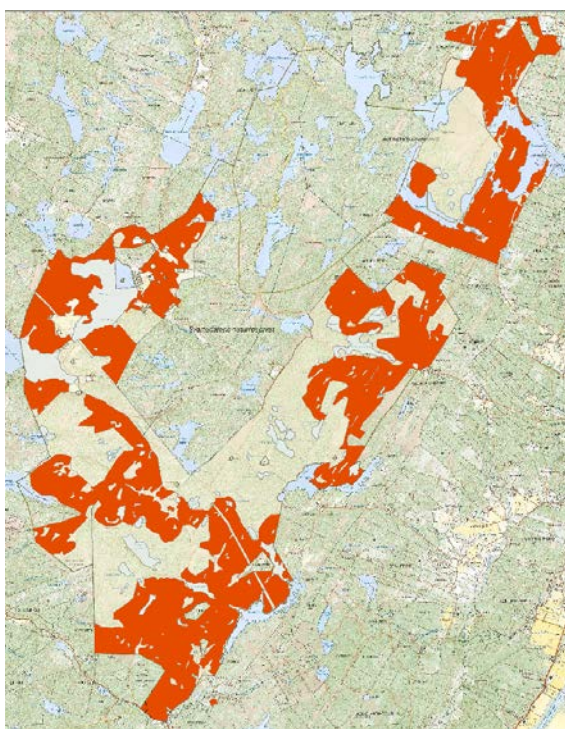




SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2015:27

Optimalt skogsbruk baserat på analyser med PlanVis

Optimal forestry based on analysis with PlanVis



© Lantmäteriet, i2014/764

Simon Benjaminsson

Examensarbete i skogshushållning, 15 hp
Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2015:27
SLU-Skogsmästarskolan
Box 43
739 21 SKINNSKATTEBERG
Tel: 0222-349 50

Optimalt skogsbruk baserat på analyser med PlanVis

Optimal forestry based on analysis with PlanVis

Simon Benjaminsson

Handledare: Erik Wilhelmsson, SLU Institutionen för skoglig resurshushållning

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2015

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2015:27

Omslagsbild: Fastighetskarta över produktiva bestånd. © Lantmäteriet, i2014/764 (Publiceras med lantmäteriets medgivande)

Nyckelord: PlanVis, planering, optimering



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Förord

Detta examensarbete utförs som en del av skogsmästarprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Arbetet omfattar 15 högskolepoäng på C-nivå. Syftet med analysen var att ta fram olika alternativ till skogsskötsel för en fastighet i Västra Götaland. Givetvis ingår också att jag vill fördjupa mina kunskaper om och i analyser med PlanVis, att skriva en vetenskaplig rapport med allt vad det innebär, och att utveckla min förmåga att självständigt genomföra ett projekt.

Jag vill tacka Richard Lehmann vid Skogsutveckling Syd för projektidén, min handledare Erik Wilhelmsson och biträdande handledare Hampus Holmström, båda vid Skoglig resurshushållning i Umeå, för att de ställt upp och svarat på mina frågor samt hjälpt till att formulera lösningar till PlanVis.

Umeå, september 2015

Simon Benjaminsson

Innehållsförteckning

Förord.....	iii
1. ABSTRACT.....	1
2. INLEDNING.....	3
2.1 Syftet.....	5
3. MATERIAL OCH METODER.....	7
3.1 Fastigheten.....	7
3.2 Skogstillstånd.....	7
3.3 Analysprogrammet PlanVis.....	8
3.4 Gemensamma inställningar.....	8
3.5 Alternativ 1- Produktion utan krav på jämnhet.....	9
3.6 Alternativ 2 – Produktion med krav på jämn avverkning.....	9
3.7 Alternativ 3- Produktion med hög naturvård.....	10
3.8 Alternativ 4 – Rädda Svartedalen förslag.....	10
4. RESULTAT.....	11
4.1 Nuvärde.....	11
4.2 Nettointäkt.....	12
4.3 Avverkad volym.....	13
4.4 Virkesförråd.....	15
4.5 Åtgärdsareal.....	17
4.6 Åldersklassfördelningen.....	18
4.7 Volymen död ved.....	18
5. DISKUSSION.....	21
5.1 Fortsatta studier.....	22
6. SAMMANFATTNING.....	23
7. REFERENSER.....	25
7.1 Publikationer.....	25
7.2 Internetdokument.....	26
8. BILAGOR.....	27

1. ABSTRACT

An optimal economic forestry is something many probably striving for. It's however difficult to achieve since the subjective judgments and emotions characterize the forestry planning. For optimal care requires powerful analysis with an optimizing forestry planning system. PlanWise is such a system, it has been used in this study to create a number of different management options for a property in Västra Götaland.

The aim of the study was to establish four strategic plans for property where various goals and constraints into account to see how different choices affect the net present value, net revenue, harvesting levels and nature conservation. The options will be helpful for the owner to formulate a goal and create its own strategic plan for the property.

The results show that the maximum value is obtained by applying no restrictions on logging. If restrictions are introduced to regeneration felling they must not vary by more than $\pm 10\%$ between two consecutive periods. Then more even flow of net revenue can be achieved. The revenue forgone will be only 1.27 % of the current value.

If restrictions to achieve higher biodiversity in the form of more allocation and higher conservation both present value and net revenue will decrease. An increase of 5 % free allocation reduces the value by 5.5 % in comparison with the highest net present value.

A PlanWise simulation was based on a local interest organization views with the desire to increase the share consideration and allocation. PlanWise shows that the present value decreases by 23 % due to the reduced volume of merchantable timber falling out.

The simulations do not include the ecological and social value created by increased share allocation and consideration.

2. INLEDNING

Av Sveriges totalt 23 miljoner hektar (ha) skog är hälften privatägd medan resterande del ägs av staten, privata aktiebolag och övriga ägare (Skogsstyrelsen, 2014, Länk A). Statistiken visar att både den Svenska skogens tillväxt och avverkningsnivå har stigit sedan 1968. Privata markägare har avverkat mindre än tillväxten vilket lett till att deras virkesförrådet ökat (Björklund, 2003; Sonesson, Eriksson, & Pettersson, 2006). Men även Sveaskogs, Sveriges största markägare, hade 2014 en nettotillväxt som är högre än avverkningen vilket medfört en ökning av virkesförrådet med 4,5 % (Sveaskog AB, 2014).

Ett optimalt skogsbruk är något de flesta skogsägare eftersträvar. Dock är det svårt att uppnå, då subjektiva bedömningar och känslor ofta präglar den skogliga planeringen. Optimal definieras enligt nationalencyklopedin som "Mest gynnsam för (visst) förlopp eller resultat under givna omständigheter" (Nationalencyklopedin, 1904, Länk H). I skoglig planering innebär det att utföra de skogliga åtgärder som leder till högsta måluppfyllnad från skogsägaren.

Den skogliga planeringshierarkin kan delas upp i tre nivåer; strategisk, taktisk och operativ. Den strategiska planen är en långsiktig planering som visar vad ägarna vill få ut av skogsbruket under en 100 års period. Den omfattar avverkningsnivåer, skogsvårdnivå och naturvårdsavsättningar. Den taktiska planeringen är planering på medellång sikt, 1 - 10 år framåt som inkluderar att ge svar på frågan vilka bestånd som ska gallras respektive föryngringsavverkas samt vilka vägar som behöver rustas eller byggas. Operativ planering är att skapa trakt direktiv, markera gränser och ställa i ordning vägar för de trakter som ska åtgärdas kommande 12 månaderna.

Eftersom skogsbruket har så lång omloppstid (mellan 50 - 100 år) innebär den strategiska planen en väsentlig del av den skogliga planeringen (Skogsstyrelsen, 2014, Länk B). Privata skogsägares planering görs vanligen nästan enbart i form av en skogsbruksplan med tio års horisont, dvs. motsvarar en taktisk planering. En operativ plan upprättas inför åtgärd. Den mer långsiktiga strategiska planen saknas däremot oftast.

En grön skogsbruksplan är en skogsbruksplan som innebär att skogen brukas på ett hållbart sätt utifrån ekonomiska, biologiska och sociala förutsättningar enligt certifieringsstandard från FSC eller vanligare PEFC.

En skogsbruksplan grundas på data om skogstillståndet och befintliga naturvärden utifrån planläggarens subjektiva inventeringar (Johansson, 2011). Åtgärdsförslagen i skogsbruksplaner brukar följa traditionellt skogsbruk utifrån normer, allmänna råd och rekommendationer som gallringsmallar, rekommendationer om plantantal och föryngringsavverkningsålder, följs. Enligt Wilhelmsson (2013) har skogsbruksplaner ofta tagits fram till lägsta möjliga kostnad, vilket många gånger påverkat kvaliteten vid inventering och åtgärdsförslag negativt.

För optimal skötsel krävs kraftfulla analyser med ett optimerande skogligt planeringssystem. Den skogliga allmänkunskapen är inte tillräcklig (Lämås, Ståhl, & Dahlin, 2003). Även Albrektson (Albrektson m fl, 2012, sid 9) påtalar detta:

”Att välja rätt bestånd för avverkning på en större fastighet är en komplicerad matematisk process som bäst genomförs genom beräkningar med hjälp av dator.”

Med komplicerad matematiska processer menas linjärprogrammering (med eller utan heltalsvillkor) (Heureka 2013, Wikipedia 2015). Decision Support Systems (DSS) är samlingsnamnet för beslutsstödsystem som ofta bygger på linjärprogrammering. Med hjälp av data och modeller kan DDS beräkna fram ett minimum- eller maximumvärde med ett antal krav. Programmen visar även resultaten i ett presentationssystem (Eriksson m.fl., 2010). Ett DSS kan vara till stor hjälp för en beslutsfattare att ta det optimala beslutet.

Heureka är ett DSS som utvecklats av SLU och kan användas för praktiskt skogsbruk av både större och mindre skogsägare. Det kan även användas i forskning där simuleringar och analyser ska utföras med olika antagande (Wikström m.fl., 2011).

Systemet är uppbyggt för att använda data om enskilda träd (från objektiva inventeringar) eller data från ett beståndsregister (Wikström, m.fl., 2011). Det gör att skogsbruk kan simuleras på en väldigt detaljerad nivå. Heureka kan förutom gagnvirke även räkna på skogsbränsle, biologisk mångfald och kolbindning.

Arén & Leijonhufvud (2014) har visat att man med hjälp av PlanVis kan öka nettointäkten i förhållande till om skogsbruksplanens rekommendationer följs. Detta indikerar att planläggare som upprättar skogsbruksplanerna har svårt att uppnå den optimala skötseln sett till skötselmetoder och krav. Skillnaden baseras på att PlanVis genom att räkna på många olika åtgärdsalternativ kan finna det optimala beslutet.

Holmström m fl. (2014) visade hur bränsletillförseln från skogen utvecklas på längre sikt med hjälp av PlanVis. Skogsskötseln optimerades för att öka bränsleuttag till mer än det dubbla jämfört med dagens skötsel.

Lundberg & Ångman (2014) visar hur naturvårdsavsättning påverkar den ekonomiska avkastningen på fastigheter med hjälp av PlanVis. De använder sig av tre olika naturvårdsavsättningar. Resultaten visar att nuvärdet sjunker när naturvårdsavsättningen ökar. Genom att samplanera tre fastigheter i studien till en stor fastighet kunde kostnaderna för naturvårdsavsättning minska i de fall då det finns flera alternativ för förnygringsavverkning.

Nordström (2011) visar vikten av att använda sig av flermålsanalys där man involverar lokala intressenterna för att påverka skogsbruket. Graden av deltagande planering beskrivs i fem steg: dela beslutsmakt, samarbeta, involvera,

konsultera och informera. Studien baserades på en kommun i norra Sverige där den tätortsnära skogen på ca 8 000 ha skogsmark planerades med flermålsanalys. Intressenterna fick lämna sina olika åsikter på hur skogen skulle brukas. Därefter framställdes tre olika skötselstrategier som sedan utvärderades med hjälp av The Analytic Hierarchy Process (AHP). AHP baseras på parvis jämförelse av mål som ekonomi och ekologi. De olika alternativen jämförs också parvis. En nackdel är att det inte går att jämföra för många alternativ eftersom det tar för lång tid. Utifrån en sammanvägning av alla parvisa jämförelserna kunde det alternativ väljas som uppfyllde preferenserna bäst.

2.1 Syftet

Avsikten med arbetet är att upprätta fyra strategiska planer för en fastighet utifrån olika mål (och restriktioner) för att belysa och jämföra hur måluppfyllnaden, avverkningen, skogsvården och naturvården påverkas.

3. MATERIAL OCH METODER

3.1 Fastigheten

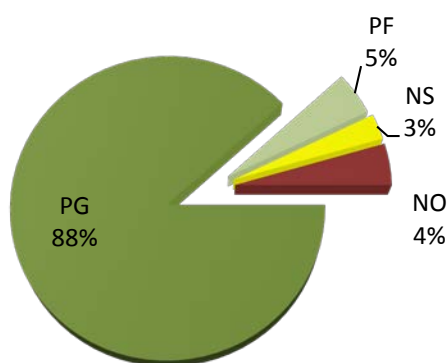
Den analyserade fastigheten är belägen utanför Stenungssund i Västra Götaland och omfattar en total areal på 2191 ha, varav 1220 ha är produktiv skogsmark. En betydande del av fastigheten är naturreservat och exkluderade från skogsbruk. Fastigheten ingår även i ett Natura 2000 område, utifrån ett EU-direktiv som bygger på Fågeldirektivet och Art – och habitatdirektivet (Länsstyrelsen, 2015). Fastigheten är certifierad av både Forest Stewardship Council (FSC) och Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC).

Det allmänna intresset för området och dess natur är stort, mycket på grund av dess närhet till Göteborg. Fastigheten blev 2014 framröstad som Västra Götalands "skogspärla", vilket betyder ett extra skyddsvärt område, i en omröstning i regi av världsnaturfonden (WWF, 2014). Göransson (2005) visade resultat på högt antal besökare i området, ca 6 000 bilar passerar genom området per månad.

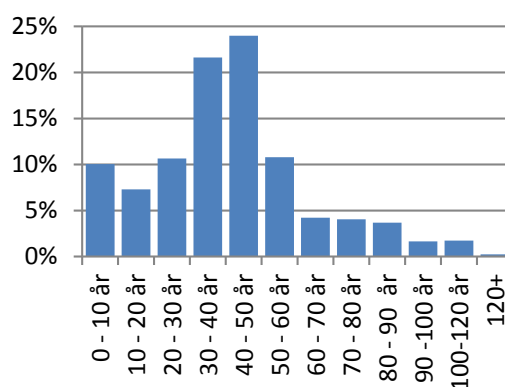
3.2 Skogstillstånd

En grön skogsbruksplan upprättades hösten 2014 och utgör grunddata för analysen. Den konverteras till en CSV fil som kan läsas in i PlanVis. Skogsmarken är indelad i skogsstyrelsens fyra målklasser: Produktion Generell (PG), Produktion Förstärkt (PF), Naturvård Skötsel (NS) och Naturvård Orörd (NO) (figur 1).

Skogsmarkens fördelning på åldersklasser (åldersfördelningen) är skev med relativt mycket medelålders (figur 2). Medelboniteten på 8 m³sk per år är genomsnittlig för fastigheter i området. Virkesförrådet uppgår till ca 180 000 m³sk vilket motsvarar 150 m³sk/ha.



Figur 1. Den produktiva skogsmarksarealens fördelningen på målklasser, totalt 1220 ha.



Figur 2. Åldersfördelning för fastighetens skogsmark år 2014 inklusive avdelningar med målklass PG, PF, NS och NO.

3.3 Analysprogrammet PlanVis

PlanVis har utvecklats vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU, 2014). Det är ett analys- och planeringsprogram med en kärna av tillväxtmodeller, åtgärdsmodeller, kostnadsfunktioner samt rapporthantering och kartfunktioner (Heureka, 2015). PlanVis väljer den optimala lösningen med hjälp av linjär programmering.

Skötselprogrammen styrs i Planvis i den så kallade TPG-modulen (Treatment Program Generator). Bestånd delas in i olika skogsdomäner i detta fall utifrån skogsstyrelsens målklasser PG, PF, NS och NO. I Skogsdomänernas inställningar styrs skogsbruksmetod och naturvårdshänsyn, samt preciseras olika skogsskötselalternativ. Programmet Planvis skapar sedan många olika skötselalternativ och beräknar konsekvensen (bland annat nuvärdet vid vald ränta) för varje. Alternativen rangordnas efter nuvärde. Ett mål formuleras för att definiera vad som ska maximeras/minimeras och därefter väljer programmet den kombination av skötselprogram som leder till att målet maximeras givet att villkoren (restriktionerna) uppfylls. I studien kommer högsta nuvärde och krav på jämnhet för nettointäkten att eftersträvas.

Nuvärdet är ett mått på hur mycket något är värt idag. Det beräknas genom att alla intäkter och kostnader diskonteras till dagens värde med en bestämd kalkylränta. För beräkningar med nettonuvärde måste fyra antaganden göras (Ekvall & Bostedt 2009, s.13):

- Kapitalmarknaden är perfekt. Vem som helst kan låna hur mycket som helst till rådande ränta. Inlåningsräntan är lika med utlåningsräntan. De framtida räntorna är kända med säkerhet.
- De framtida virkespriserna är kända med säkerhet.
- Skogsmark med stående skog kan köpas och säljas på en fri perfekt marknad.
- Den volym- och kvalitetsmässiga produktionen i skogsbestånden är känd med säkerhet.

3.4 Gemensamma inställningar

Skogsdomänerna är upprättade för att följa certifieringsreglerna enligt FSC och PEFC. Minst fem procent av den produktiva marken är avsatt till naturvård. Tio stycken naturträd (se bilaga 1) och tre stycken högstubbar lämnas per ha vid förnyrningsavverkning. Av virkesförrådet ska åtminstone fem procent utgöras av löv eller mer.

Ingen skogsgödsling simuleras eftersom det är ej rekommenderas för Västra Götaland enligt Skogsstyrelsen (Arnold, 2007).

Kalkylräntan (avkastningskravet) är satt till 3 % realränta. Prislistan är Södra skogsägarnas med ett tillägg på 20 kr per m³fub för dubbelcertifieringen (se bilaga 2, 3 och 4 för specifik prislista). Heurekas standardinställning användes för avverknings kostnader.

Ransoneringsregeln enligt Skogsstyrelsen är att högst 50 % av fastighetens produktiva skogsmarksareal får vara yngre än 20 år. Dessutom har fastigheter över 1 000 ha en striktare lagstiftning, nämligen att den areal som förnygringsavverkas under fem på varandra följande år sammanlagt inte får överstiga fem årsarealer enligt skogsvårdslagen 12 §. Det motsvarar på denna fastighet 93,4 ha för en period (5 år). Dock kan dispens från Skogsstyrelsen ges för högre avverkning om en långsiktig avverkningsplan finns och godkänns.

För att uppnå de olika restriktionerna tillåts PlanVis att åtgärda enbart del av bestånd. Det ger systemet bättre möjligheter att förbättra nuvärdet eftersom det skapas fler alternativ.

Planvis kan simulera både trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk. Trakthyggesbruk innebär att slutavverkning av de flesta träd sker samtidigt vid ett tillfälle. Kontinuitetsskogsbruk däremot innebär att enbart de största träden avverkas och att marken aldrig lämnas kal.

Trakthyggesbruk i Planvis simuleras på följande sätt. Plantering görs med barrotsplantor utan markberedning. Vid röjning främjas det planterade trädslaget och stamantalet minskas till ett ståndortsanpassat antal vid 2 - 4 m höjd. Första gallringen sker mellan 10 – 16 m höjd med en gallringsstyrka på 20 - 40 %. Sistagallringen görs senast vid 21 m höjd på grund av hög risk för stormskador. Stickvägarna är 4 m breda med 22 m avstånd.

Kontinuitetsskogsbruk kommer att användas för att öka den biologiska mångfalden med att fördubbla antalet naturträd och högstubbar. Bestånden kommer vara hyggesfria.

För PG och PF bestånd kommer trakthyggesbruk att användas, där PF har en högre grad av avsättning till fri utveckling jämfört med PG. NS-bestånd sköts med kontinuitetsskogsbruk för att behålla de högre naturvärdena inom beståndet, och NO-bestånd lämnas till fri utveckling.

3.5 Alternativ 1- Produktion utan krav på jämnhet

PlanVis optimerar det högsta nuvärde utan några krav. Detta kommer att användas som en referens för att visa hur skogsbruket påverkas utan andra krav.

Avsättningen för fri utveckling är i PG 3 % och i PF 25 %.

3.6 Alternativ 2 – Produktion med krav på jämn avverkning

Samma inställningar och optimering som alternativ 1 men förnygringsavverkad volym får ej skilja mer än ± 10 % från en period (5 år) till nästa.

3.7 Alternativ 3- Produktion med hög naturvård

Alternativ 3 följer samma inställningar som alternativ 2 men med följande avvikelser:

- Fri utveckling i PG 8 %, PF 35 % och NO 50 %.
- Avdelningar med SI under 18 avsätts till målklassen NO.
- Om gallring är ändamålsenlig väljs den åtgärden före föryngringsavverkning vid beräkningen.
- Föryngringsavverkning utförs tidigast 10 år över lägsta tillåtna slutålder enligt skogsvårdslagen.

3.8 Alternativ 4 – Rädda Svartedalen förslag

Efter synpunkt från den lokala intresseorganisationen "Rädda Svartedalen", vars intresse är att bevara områdets höga naturvärden, har en handlingsplan tagits fram med syfte att "utifrån kända naturvärden peka ut de områden som kan vara mest intressanta för bevarandet av de utpekade Natura 2000-värden" (Rädda Svartedalen, 2015).

Alternativ 4 simulerar hur det förslaget utvecklas. Inställningarna är desamma som alternativ 3 med följande avvikelser.

- Avsätta två större områden för fri utveckling med syftet att skapa ekologiska länkar och spridnings- och kontaktområden (Rädda Svartedalen, 2015) (se bilaga 5 för karta).
- Öka arealandelen skog äldre än 120 år till minst 20 %.
- Öka mängden död ved till minst 20 % av virkesförrådet.
- Prioritera gallring före föryngringsavverkning.
- All skog ≥ 95 år i utgångsläget lämnas till fri utveckling.
- Inga grot-uttag.

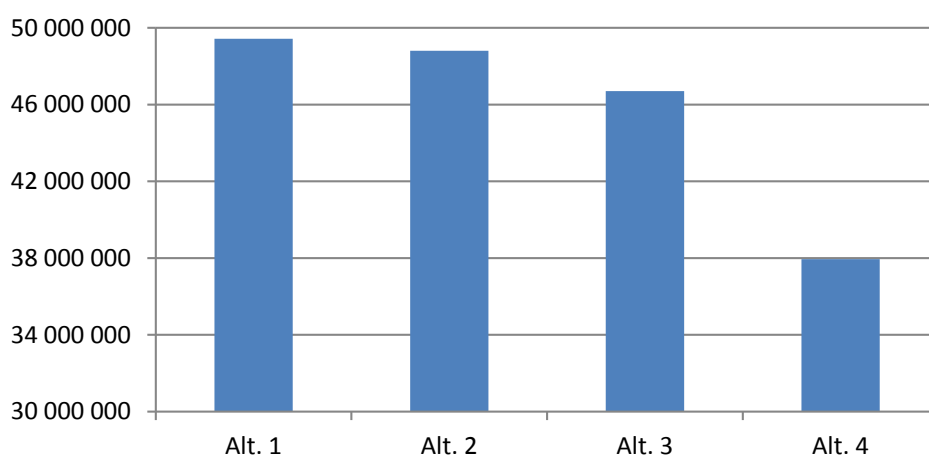
4. RESULTAT

Nedanför visas resultaten för de olika alternativen uppdelade i nuvärde, nettointäkt, avverkad volym, virkesförråd, åtgärdsareal, åldersfördelning och volym död ved.

Resultaten visar (figur 3 och tabell 1) att det högsta nuvärde ges av alternativ 1 med ett värde på nästan 50 miljoner kr. Alternativ 2 har ett nuvärde på nästan 49 miljoner kr och är 1,27 % lägre men har ett jämnare kassaflöde över alla perioder.

Alternativ 3 och 4 har en högre andel areal avsatt till fri utveckling. Nuvärdet minskar när arealen avsättning ökar. Skillnaden mellan det högsta och lägsta nuvärdet mellan alternativ 1 och 4 är 23,23 %.

4.1 Nuvärde



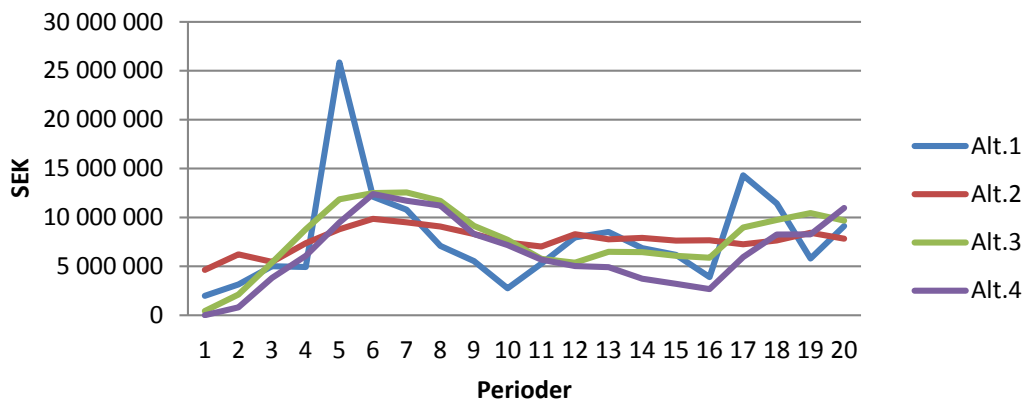
Figur 2. Nuvärdet för de olika alternativen för fastigheten (1220 ha) i SEK.

Tabell 1. Nuvärden för de olika alternativen upp delat i totalt nuvärde och nuvärde per ha. Inoptimalförlusten ställs mot alternativ 1.

	Totalt nuvärde (SEK)	Total inoptimalförlust (SEK)	Nuvärde (SEK/ha)	Inoptimalförlust (SEK/ha)
Alt. 1	49 432 660	-	40 518	-
Alt. 2	48 804 531	628 129	40 003	515
Alt. 3	46 687 001	2 745 660	38 267	2 250
Alt. 4	37 948 252	11 484 408	31 104	9 413

4.2 Nettointäkt

Nettointäkten är intäkter minus kostnader under perioden. Intäkterna kommer från gagnvirke i form av timmer, massaved och skogsbränsle. Kostnaderna är för skogsvård och avverkning.

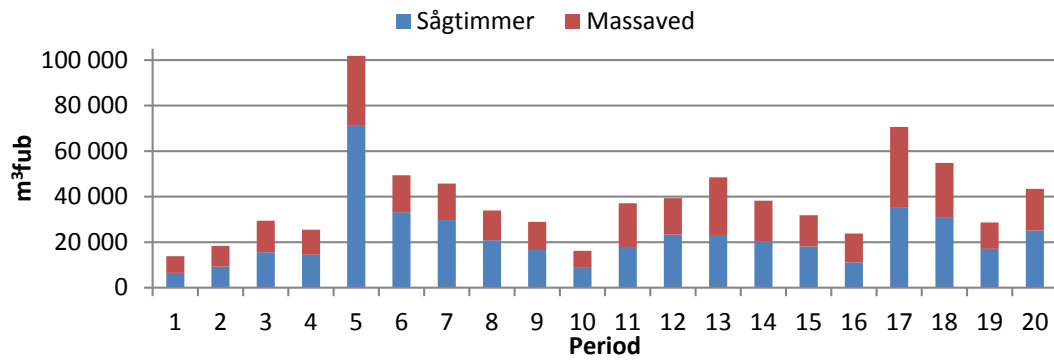


Figur 3. Nettointäkten över alternativen 1 - 4 över en 100 års period.

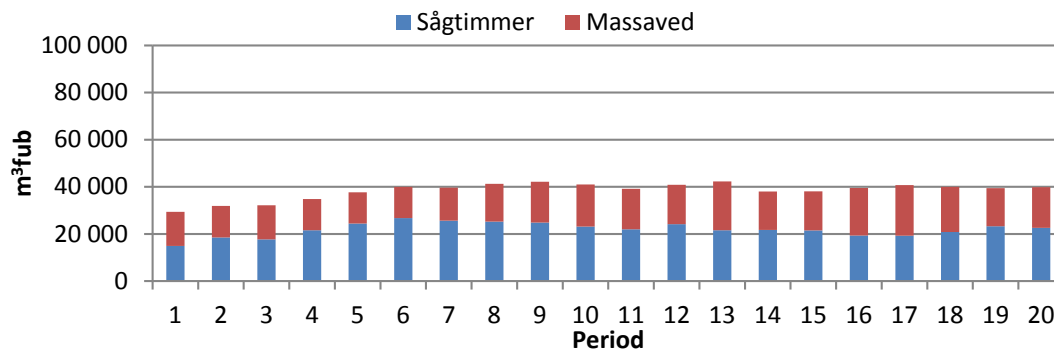
Det går att utläsa ur figur 4 att fluktuation är hög mellan de olika alternativen och att nettointäkten skiljer sig kraftigt. Alternativ 1 har ett värde i period 5 som ligger mer än 3 gånger högre än genomsnittligt för de andra perioderna.

Avkastningen ökar successivt i alla alternativ under 25 – 30 år framöver när den stora delen gallringskog ska förnygringsavverkas, därefter minskar den årliga avkastningen. Genomsnittlig nettointäkt över alla perioder är nästan densamma för alternativ 1 och 3 men fördelningen över tiden skiljer sig.

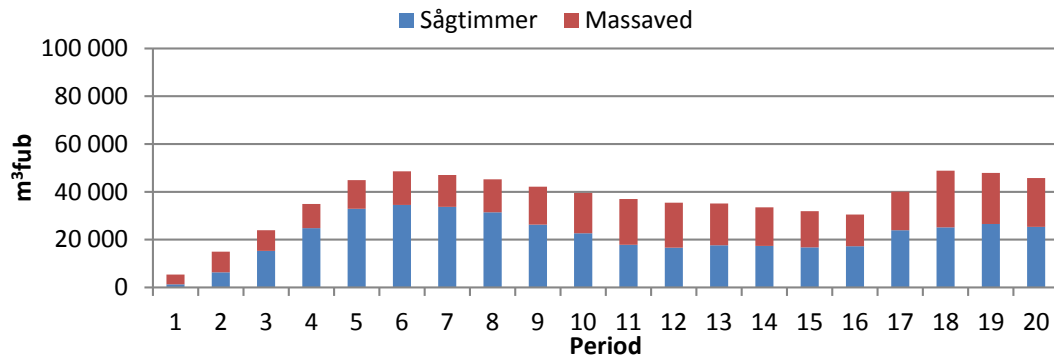
4.3 Avverkad volym



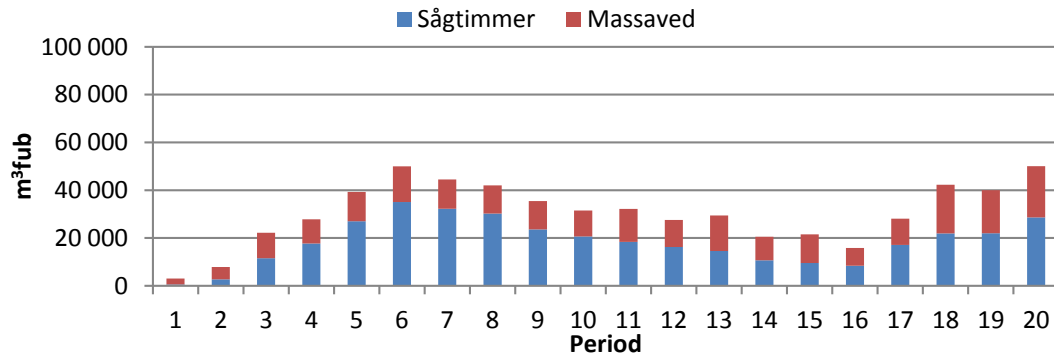
Figur 4. Alternativ 1, fördelningen på sågtimmer och massaved mätt i m³fub.



Figur 5. Alternativ 2, fördelningen på sågtimmer och massaved mätt i m³fub.



Figur 6. Alternativ 3, fördelningen på sågtimmer och massaved mätt i m³fub.



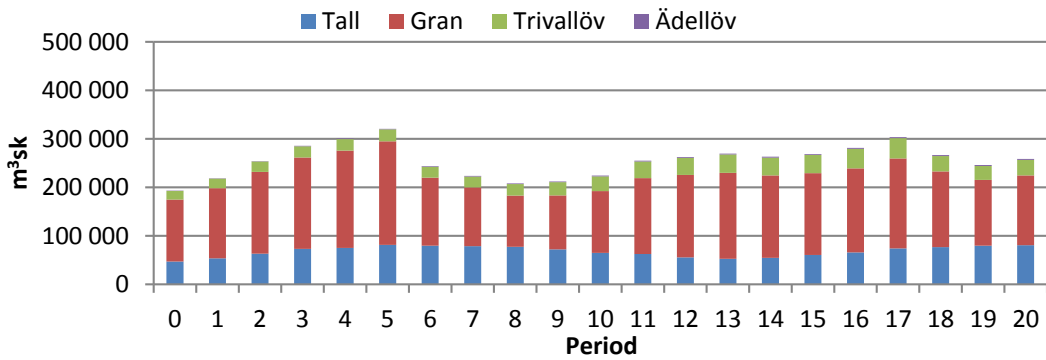
Figur 7. Alternativ 4, fördelningen på sågtimmer och massaved mätt i m³fub.

Avverkningsvolymerna reflekterar det som visades i nettointäkterna men är specificerad på sågtimmer och massaved. Alternativ 1 i figur 5 visar att variationen är stor mellan de olika perioderna. Under period fem produceras över 100 000 m³fub varav 70 % är sågtimmer.

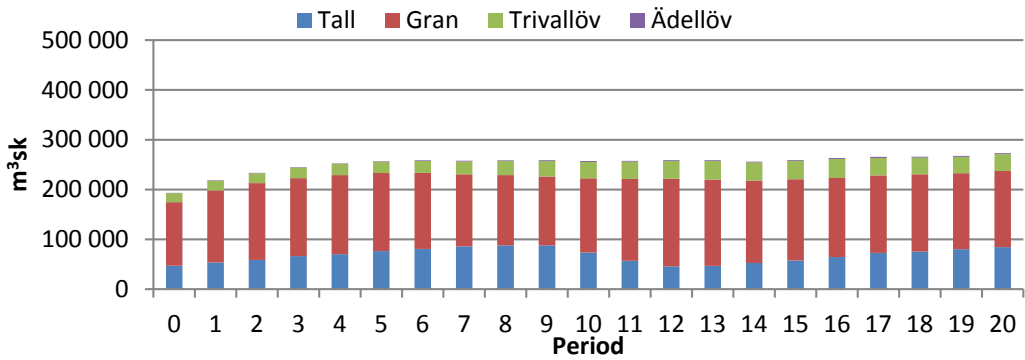
Alternativ 2 i figur 6 uppvisar den jämna avverkningsnivå där avverkningsvolymen är nästan 40 000 m³fub och sågtimmer utgör minst 50 % av volymerna. Totalt över den 100-årsperioden produceras här den högsta volymen, både sågtimmer- och massavedsvolymen är högre än andra alternativ.

Alternativ 3 och 4 i figur 7 och 8 visar att avverkningsvolymen går i vågor. Notera dock att ändringen från en period till nästa period är relativt liten. Totalt sett har alternativ 3 och 4 en högre andel sågtimmer av total volym än alternativ 1 och 2.

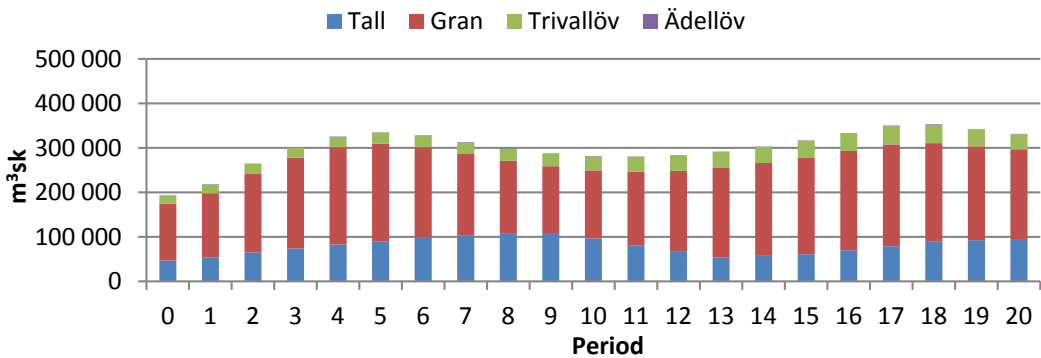
4.4 Virkesförråd



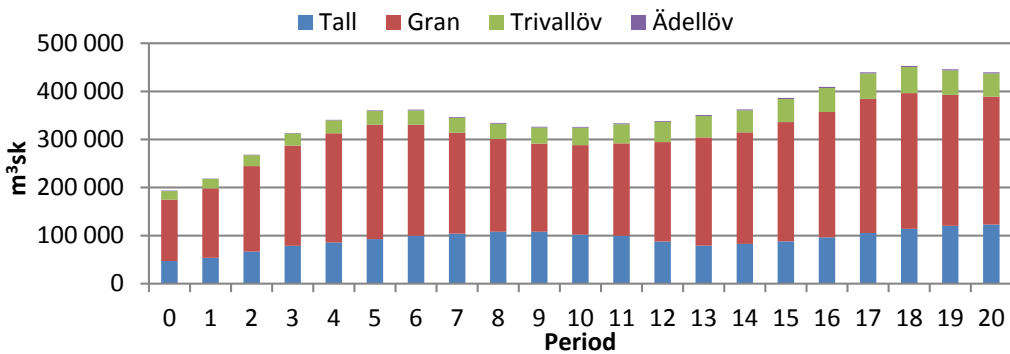
Figur 8. Alternativ 1, virkesförrådet uppdelat på de olika trädslagen före åtgärd för varje period.



Figur 9. Alternativ 2, virkesförrådet uppdelat på de olika trädslagen före åtgärd för varje period.



Figur 10. Alternativ 3, virkesförrådet uppdelat på de olika trädslagen före åtgärd för varje period.



Figur 11. Alternativ 4, virkesförrådet uppdelat på de olika trädslagen före åtgärd för varje period.

Summering över alternativen visar att virkesförrådet ökar för alla och att andelen gran minskar för att gynna tall, trivallöv och ädellöv. Inga lärkar finns.

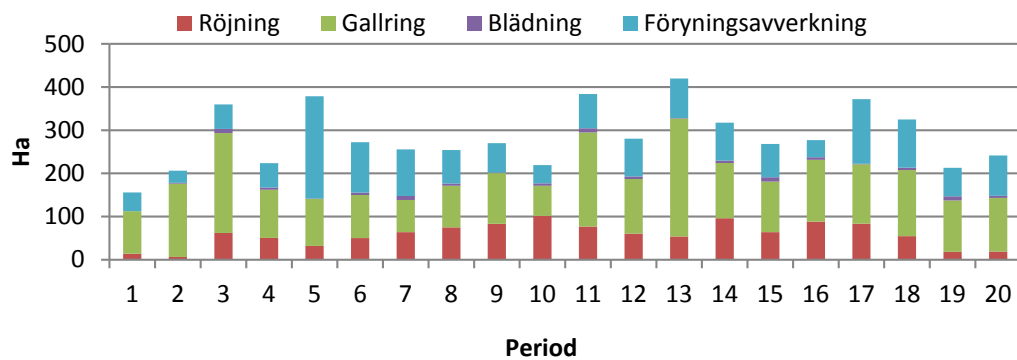
Alternativ 1 (figur 9) medför att virkesförrådet ökar under en 100-årsperiod med 33 %.

I alternativ 2 (figur 10) avverkas större delen av tillväxten och virkesförrådet ligger på en jämn nivå men med en liten ökning varje period. Den totala förrådsuppbyggnaden är 41 % under en 100-årsperiod.

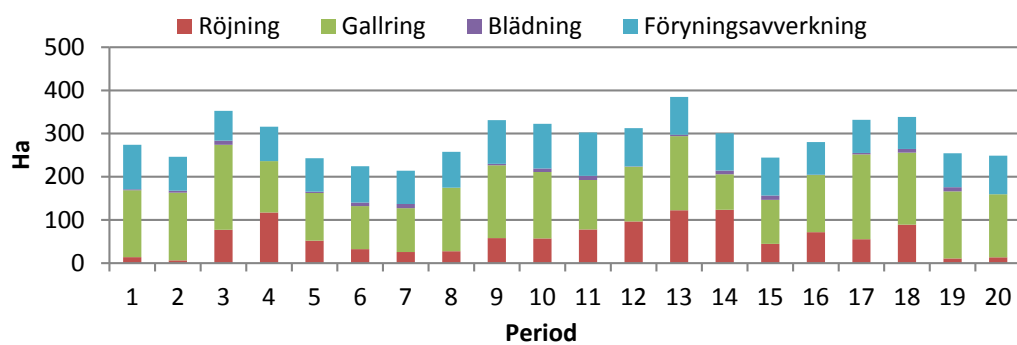
Alternativ 3 (figur 11) innebär virkesförrådsuppbyggnad med 73 % under de första 5 perioderna. Den totala ökningen av virkesförrådet under en 100-årsperiod är 71 %. Andelen trivallöv ökar under 100 år med hela 84 %.

Alternativ 4 (figur 12) där två större områden avsatts, gör att virkesförrådet växer med totalt 127 % under de kommande 100 åren. Även volymen trivallöv ökar med 167 %.

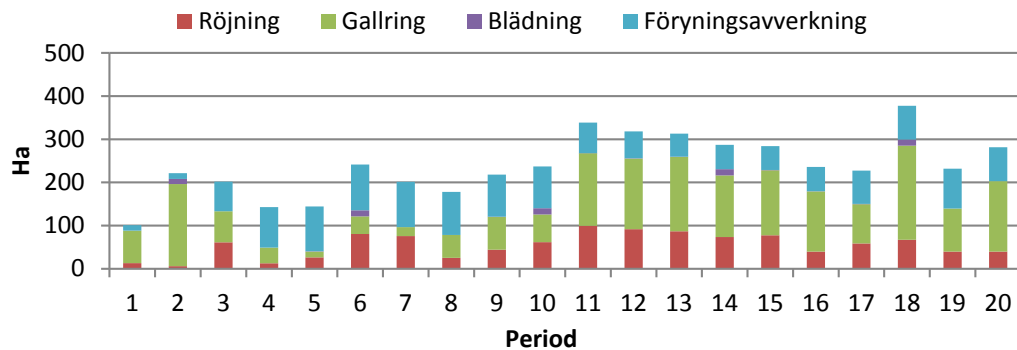
4.5 Åtgärdsareal



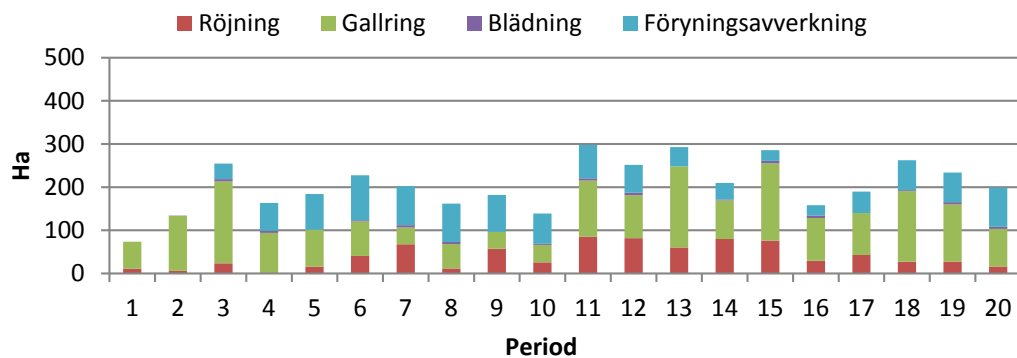
Figur 12. Alternativ 1, åtgärder på fastigheten uppdelat över en 100 års period.



Figur 13. Alternativ 2, åtgärder på fastigheten uppdelat över en 100 års period.



Figur 14. Alternativ 3, åtgärder på fastigheten uppdelat över en 100 års period.



Figur 15. Alternativ 4, åtgärder på fastigheten uppdelat över en 100 års period.

Åtgärdsarealen sammanfattar den totala aktiviteten på fastigheten per period och ger en överblick över hur mycket av fastigheten som kommer att påverkas. Figur 13, 14, 15 och 16 visar att omfattningen skiljer sig mellan de olika perioderna. Alternativ 3 har en variation på 22 % mellan tidpunkterna med lägst och högst åtgärdsareal.

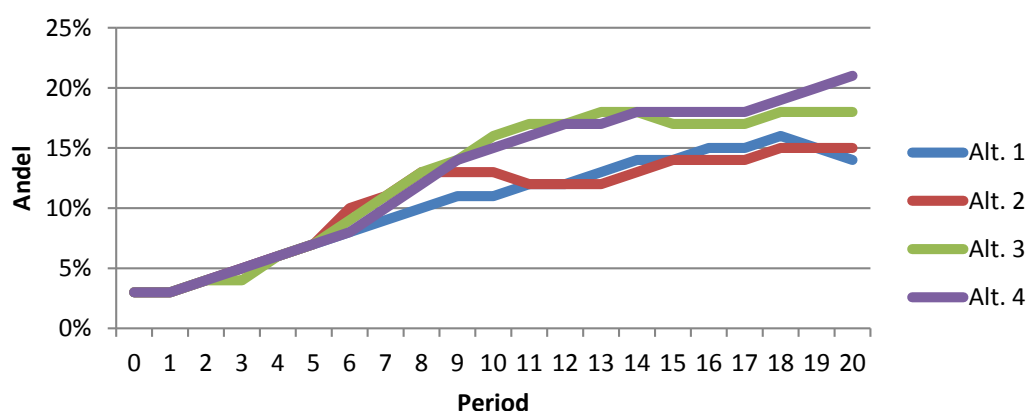
4.6 Åldersklassfördelningen

Åldersfördelningen förändras över den 100-årsperiod som studien omfattar. Störst skillnad är att i alternativ 4 är 22 % av den totala andelen skog över 120 år i period 20. Det kan jämföras med alternativ 1 och 2 där motsvarande värde enbart uppnår 10 %.

4.7 Volymen död ved

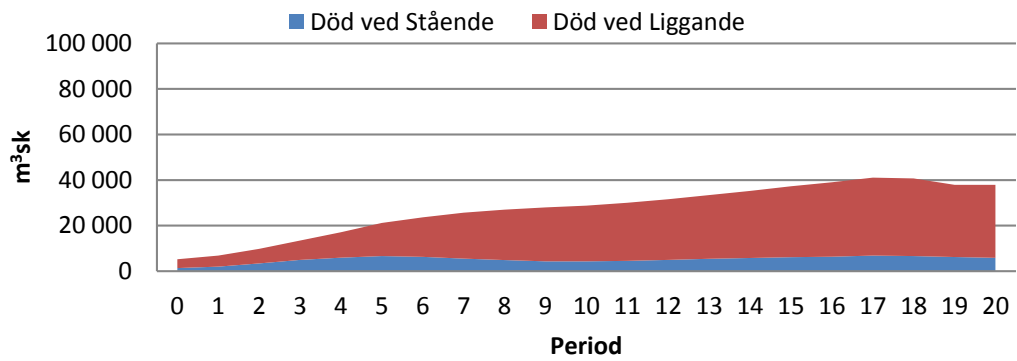
Andelen död ved i förhållande till virkesförrådet ökar för alla alternativ (figur 17). Framförallt ökar liggande död ved kraftigt. Det beror på att det kontinuerligt skapas ny död ved vid varje avverkning. Det finns 240 % mer död ved i alternativ 4 än i alternativ 1.

Målet att uppnå minst i 20 % död ved av virkesförrådet i alternativ 4 uppnås i period 19, se figur 21.

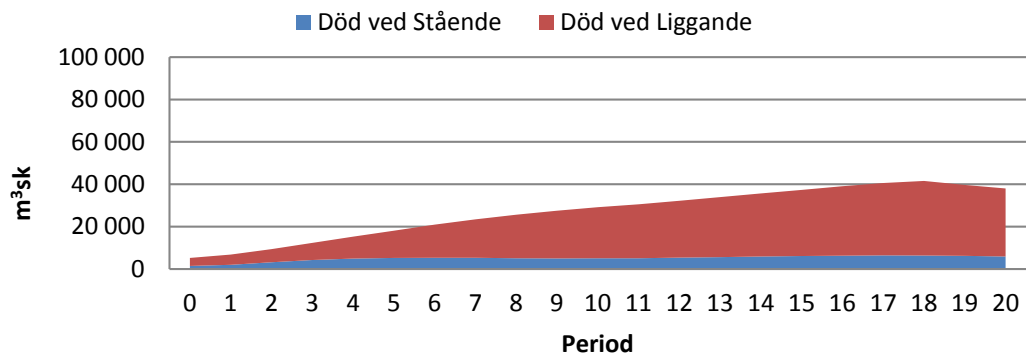


Figur 16. Andel död ved i jämförelse till det totala virkesförrådet

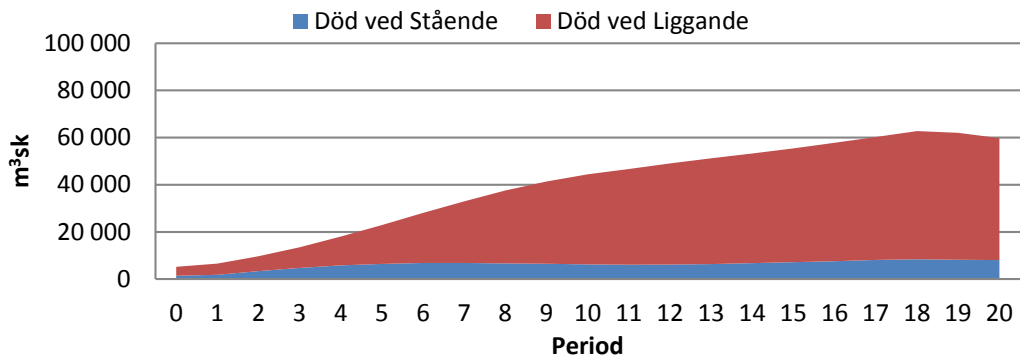
Figur 18, 19, 20 och 21 visar att volymen död ved ökar men i olika grad i de fyra alternativen. Alternativ 1 och 2 är relativt lika, samt alternativ 3 och 4.



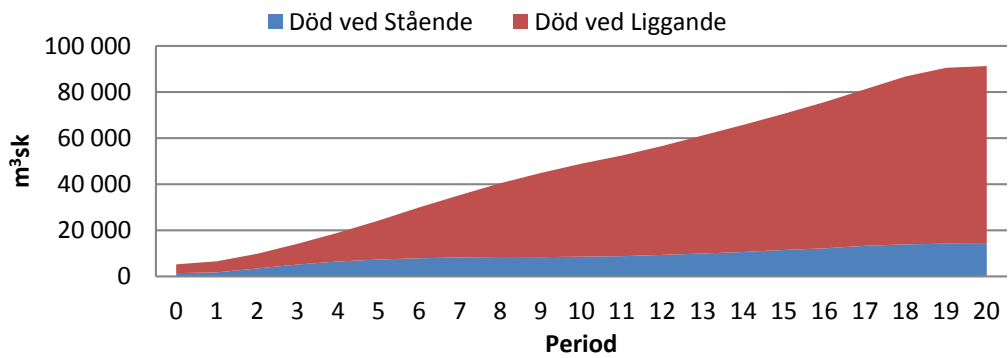
Figur 17. Alternativ 1, volymen död ved utveckling över de näste 100 åren.



Figur 18. Alternativ 2, volymen död ved utveckling över de näste 100 åren.



Figur 19. Alternativ 3, volymen död ved utveckling över de näste 100 åren.



Figur 20. Alternativ 4, volymen död ved utveckling över de näste 100 åren.

5. DISKUSSION

Alternativet utan några jämnhetskrav ger givetvis det högsta nuvärdet. Dock kan en avverkning på 200 ha inom en femårsperiod vara olämplig ur naturhänsyn samt olagligt i förhållande till skogsvårdslagen. Risk finns även att en stor intäkt vid ett tillfälle kan beskattas hårdare än ett jämnt flöde av intäkter under en längre period. Ett krav på jämnhet i kassaflödet är ett lämpligt alternativ eftersom fastigheten är så pass stor med 309 bestånd. Kravet innebär i detta fall även att skogsbruksåtgärder görs på en tämligen jämn areal över tiden.

Mer naturvård där både mer areal avsätts till fri utveckling och mer död ved skapas kommer att gynna vissa arter inom området. Friluftslivet skulle också märka av de positiva effekterna av mindre andel hyggen och en mindre brukad areal. Förslaget att avsätta en större areal för fri utveckling kommer främja de ekologiska värdena och samtidigt skapa möjliga kontaktlänkar till närliggande naturreservat. Rädda Svartedalens förslag att 20 % av virkesförrådet bör utgöras av död ved innebär succesivt ökande krav på volymen död ved eftersom det råa virkesförrådet ökar under 100-årsperiod. Här borde eventuellt kört med absoluta tal på död ved.

PlanVis har delat avdelningar som är större än 20 ha till mindre avdelningar i alternativ 2, 3 och 4 för att uppnå ett jämnt flöde i avverkning. I alternativ 1 har dock inte detta skett eftersom avdelningarna åtgärdas med enda målet högsta nuvärde och då avverkas hela bestånd vid optimal tidpunkt. Möjligen bör man eftersträva mindre bestånd (<20ha) redan i skogsbruksplanen även om de optimala åtgärdstidpunkterna kommer vara desamma.

Planvis beräknar enbart nettointäkter från skogsbruket. Fördelarna med alternativ 3 och 4, där en högre grad naturvård tillförts, ges inget värde i pengar. Om friluftsliv, jakt och kollagring har ett ekonomiskt värde kan även dessa nyttor tas med i optimeringen. Alternativ 1 kan ge förutom nuvärdet av virkesproduktionen troligen även en inkomst av jakt och friluftsliv. Alternativ 3 och 4 skulle möjligen kunna ge en ökning i inkomsten av jakt och friluftsliv som kompenserar för minskningen av virkesinkomsten. Då skulle alternativ 3 och 4 vara högre värderade än alternativ 1 och 2. Om även kollagringen har ett ekonomiskt värde och ersätts (t.ex. via utsläppsrätter eller som ett bidrag från staten) skulle även detta kunna påverka rangordningen av skötselalternativen.

Andra saker som Planvis ej tar hänsyn till är abiotiska och biotiska skador som kan förekomma. I dessa analyser har transportavståndet antagits vara densamma för alla bestånd vilket ger något missvisande resultat.

PlanVis beräknar enbart fram det högsta nuvärdet med den prislista som anges. Hög- och lågkonjunkturer påverkar timmer- och massavedspriserna och skillnader från botten till toppen kan vara stora. Därför kan det vara ekonomiskt försvarbart att anpassa avverkningstidpunkt till tider med högre priser speciellt i

timmerrika bestånd. Det kan innebära att förnygringsavverkningar utförs tidigare eller senare än vad denna studie visar.

En felkälla är att data i den underliggande skogsbruksplanen är framtagna med subjektiva observationer. Virkesförråden kan vara över- eller underskattade. En annan brist är att Planvis ej simulera trädslaget Lärk i versionen 2.2.0.1 och därmed blir tillväxtberäkningen för de fåtal bestånd med lärkinblandning missvisande. På grund av att Planvis ej kan simulera visa trädslag som kan vara ekonomiskt fördelaktiga kan förmodligen ett högre nuvärde vara praktiskt möjligt.

Naturskog, där trädens ålder och storlek varierar, var en del i Rädda Svartedalens förslag, alternativ 4. Det är inte helt enkelt att skapa sådana miljöer i Heureka även om blädningsskogsbruk kan simuleras, har det ändå utelämnats i dessa analyser. Med större areal som avsatts till fri avsättning bör naturen själv skapa sådana strukturer.

Eventuella klimatförändringar är också ett problem när planer görs över en längre tid. Idag finns det studier som visar att medeltemperaturen kan höjas men någon till några grader, vilket kommer att påverka skogens tillväxt och även vilka trädslag som bör planteras i framtiden.

5.1 Fortsatta studier

Produktion och naturvård har tagits upp i arbetet men en tredje faktor är sociala aspekter där friluftsliv, jakt och rekreation spelar en stor roll. Hur kan en strategisk plan med PlanVis utformas för att tillfredsställa allas behov? Det finns metodik för att väga samman olika intressenters synpunkter på skötselplaner, men det har legat utanför ramen för denna studie.

Data om skogstillståndet skulle kunna baseras på lasermätningar istället för subjektiva bedömningar som i skogsbruksplanen. Dock var området som studerades laserskannat redan år 2010 vilket gör att förändringen av skogstillståndet till nutid är så stor att området skulle behövas skannas igen för att ge aktuella siffror.

6. SAMMANFATTNING

Ett optimalt ekonomiskt skogsbruk är något många förmodligen strävar efter. Det är dock svårt att uppnå, eftersom subjektiva bedömningar och känslor ofta präglar den skogliga planeringen. För optimal skötsel krävs kraftfulla analyser med ett optimerande skogligt planeringssystem. Planvis är ett sådant system, och det har använts i denna studie för att ta skapa ett antal olika skötselalternativ för en fastighet i Västra Götaland.

Syfte med studien var att upprätta fyra strategiska planer för en fastighet där olika mål och restriktioner beaktades för att se hur olika alternativ påverkar nuvärdet, nettointäkten, avverkningsnivån, samt skogs- och naturvården. Alternativerna ska ge underlag för ägaren att formulera ett mål och skapa sin egen strategisk plan för fastigheten, eller åtminstone visa på möjligheterna och ge underlag för fördjupade analyser.

Resultaten visar att det högsta nuvärdet av virkesproduktionen fås genom att inte tillämpa några restriktioner för avverkning. Om en restriktion införs att förnygringsavverkningen ej får variera mer än $\pm 10\%$ mellan två på varandra följande perioder kan ett jämnare flöde av nettointäkt uppnås. En sådan restriktion innebär också att det totala nuvärdet sjunker, men i detta fall bara med 1,27 %.

Om restriktioner införs för att uppnå högre biologisk mångfald i form av mer avsättning och högre naturvård sjunker både nuvärdet och nettointäkten. En ökning med 5 % av arealen fri avsättning sänker det nuvärdet med 5,5 %.

En Planvissimulering gjordes utifrån en lokal intresseorganisations synpunkter med önskan att öka andelen areal som brukas för ökad hänsyn respektive lämnas helt för fri utveckling. Planvis visar att nuvärdet då minskar med 23 % på grund av att volymen gagnvirke som faller ut minskar.

Simuleringarna innefattar inte en direkt ekonomisk värdering av de ekologiska och sociala värdena som skapas av ökad andel avsättning och hänsyn.

7. REFERENSER

7.1 Publikationer

Sveaskog AB. (2014) *Årsredovisning 2014*. Sveaskog.

Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012) *Skogsskötselserien nr 1, Skogsskötsel grunder och samband*. Skogsstyrelsen.

Arén, E., & Leijonhufvud, E. (2014) *En jämförelse mellan traditionell skogsbruksplan och Heureka PlanVis med avseende på kassaflöde – En fallstudie för Handelsbanken*. Kandidatarbete. SLU.

Arnold, V.K., (2007) *Kvävegödsling av skogsmark*. Skogsstyrelsen.

Björklund, E. (2003) *Medlemmarnas syn på skogsägarna Norrskog*. Arbetsrapport. SLU.

Ekvall, H., Bostedt, G. (2009) *Skogsskötselserien nr 18, Skogsskötselns ekonomi*. Skogsstyrelsen.

Eriksson, L. O., Hallgren, L., Nordström, E., Ångman, E., & Öhman, K. (2010) *Krav på beslutsstöd för deltagande och konflikthantering vid skoglig planering*. SLU.

Göransson, T. (2005) *Svartedalens Naturreservat*. Examensarbete. SLU.

Holmström, H., Wikström, P. & Eriksson, L., J. (2012) *Energioptimerade skogsbruket*. Rapport 2012:13. SLU.

Johansson, H. (2011) *Södras skogsbruksplaner, fältinstruktion*. Södra.

Lämnås, T., Ståhl, G. & Dahlin, B. (2003) *Heureka - bättre beslut i skogen!* SLU.

Lundberg, A., & Ångman, A. (2014) *Kostnader för naturvårdsavsättning, jämnhet i avverkning och virkesförrådsupbyggnad*. Kandidatarbete. SLU.

Nordström, E. (2011) *Socioekologisk landskapsplanering- för hänsyn till olika värden och samverkan mellan intressenter*. Fakta Skog. SLU.

Sonesson, J., Eriksson, I. & Pettersson, F. (2006) *Beslutsunderlag för privatskogsbruk*. Slutrapport. Skogforsk.

Wikström, P. m.fl. (2011) *The Heureka forestry decision support system: an overview*. Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences.

7.2 Internetdokument

Länk A:

Skogsstyrelsen (2014). Skogsstyrelsen statistik. [Online] Tillgängligt:
<http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Skog-och-skogsmark/Tabeller--figurer/> [2015-01-22]

Länk B:

Skogsstyrelsen (2014). Skogsstyrelsen skog i Sverige. [Online] Tillgängligt:
<http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Skog-i-Sverige/Skogsbruket/Om-skogens-skotsel/> [2015-01-22]

Länk C:

Skogssällskapet (2013). SkogsVärden, Von Essen ss.2 [Online] Tillgängligt:
http://www.skogssallskapet.se/skogsvarden/2013_4/sv10.php [2015-01-10]

Länk D:

Heureka (2013). Heureka SLU, [Online] Tillgängligt:
<http://heureka.slu.org/wiki> [2015-01-10]

Länk E:

Wikipedia (2015). George Dantzig [Online] Tillgängligt:
http://en.wikipedia.org/wiki/George_Dantzig [2015-01-05]

Länk F:

Länsstyrelsen (2014). Natura 2000 [Online] Tillgängligt:
<http://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland/sv/djur-och-natur/skyddad-natur/natura-2000/Pages/index.aspx> [2015-01-05]

Länk G:

WWF (2014). Svenska Pärlor [Online] Tillgängligt:
http://www.wwf.se/svenskaporlor/?spkey=2xl&utm_source=Facebook%20SE&utm_content=SVP_SvenskaParlor&utm_campaign=WWF%20FACEBOOK [2015-01-05]

Länk H:

Nationalencyklopedin (2015), Optimal [Online] Tillgängligt:
<http://www.ne.se/uppslagsverk/ordbok/svensk/optimal> [2015-01-05]

Länk I:

Skogsstyrelsen (2015), Anna F Strömbäck [Online] Tillgängligt:
<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skogseko/Artikelregister/SkogsEko-22009/Verktyg-for-battre-beslut-i-skogen/> [2015-02-27]

Länk J:

Rädda Svartedalen (2015), Kåre Ström [Online] Tillgängligt:
<http://www.raddasvartedalen.se> [2015-06-06]

8. BILAGOR

Bilaga 1

1. Set Aside	
Area Allocation Method	Specified
1.1 Random Settings	
Override If Border Zone	True
Random Seed	0
1.2 Specified for each Treatment Unit	
Area Proportion	3%
AreaProportionSource	FixedValue
1.3 Allocation within Treatment Unit	
Plot Allocation Method	Random
Plot Allocation Random Mehtod	Fixed
1.4 Borderzone	
Border Zone Criteria	25
Include Plots in Border Zone	False
1.5 Management System	
Management System	Unmanaged
2. Tree Retention	
Retain Trees?	True
2.1 Tree Retention Settings	
Retention Trees/ha	10
Retention Priority	(Click to Edit)
Retention Time	100
3. Retention of High Stumps	
Leave High Stumps?	True
3.1 High Stump Settings	
High Stumps/ha	3
Height of High Stumps	set value in pricelist editor!
High Stump Priority	(Click to Edit)

Figur 21. Antal naturträd som sparas samt antal högstubbar som skapas per hektar vid alternativ 1 och 2 i PG bestånd.

Bilaga 2

1. Bucking (Aptering)	
Maximum Tree Height	450
Min and Max Length of Sawlogs	34;55
Min and Max Diameter of Sawlogs	Retrieved from timber price lists
Min and Max Length of Pulpwood Logs	27;55
Min and Max Diameter of Pulpwood Logs	5;100
Top Diameter	5
Diameter Step Length of Type Trees	5
Height Step Length of Type Trees	2
Region	Region 1
2. Pulpwood Prices	
Pulpwood Prices	300;300;250;315;315;270
3. Harvest Residues/Biofuel	
Harvest Residue Price	380
Stump Price	380
4. Price Trend	
Apply Price Trends	False
5. High Stumps	
Height of High Stumps	4
Information	
Comment	Mellanskog Sthm jan 2013 (f
Name	Södras Prislsta
Misc	
InvalidMessage	
IsValid	True

Figur 22. Pris lista för massa och biobränsle. Baserat på Södras prislsta 069 5 M1 (3)

General Pine Spruce Contorta + Add

Number of quality classes 4

Pricelist

Diameter class	Quality 1	Quality 2	Quality 3	Quality 4	Waste
13	300	300	300	300	80
14	415	415	365	325	80
16	440	440	390	325	80
18	475	475	425	340	80
20	575	485	460	340	80
22	625	485	485	340	80
24	675	500	500	340	80
26	700	525	525	340	80
28	725	545	545	365	80
30	750	565	565	365	80
32	750	570	570	365	80
34	750	575	575	365	80
36	700	475	475	300	80

Length Correction

Length Correction Type: Absolute Relative Price

Diameter class	34 dm	37 dm	40 dm	43 dm	46 dm	49 dm	52 dm	55 dm
14	80%	85%	90%	95%	100%	102%	104%	106%

Weights per quality class (% of timber log)

LogPart	Quality 1	Quality 2	Quality 3	Quality 4	Waste
Butt	30	0	56	12	2
Middle	0	30	56	12	2
Top	0	30	56	12	2

Price type
 m3fub m3to

Pulpwood proportion (% of timber logs)

Butt 10
Middle 10
Top 10

Max height (m) for log parts

Butt 5,5
Middle 11,0
Top 99,0

Preview pricelist...
Remove timber pricelist

Figur 23. Talltimmer prislista. Baserat på södras prislista 934 5 L3.

General Pine Spruce Contorta Add

Number of quality classes 1

Pricelist

Diameter class	Quality 1	Waste
13	465	145
14	465	145
16	465	145
18	555	145
20	555	145
22	605	145
24	605	145
26	605	145
28	605	145
30	605	145
32	605	145
34	605	145
36	605	145

Length Correction

Length Correction Type: Absolute Relative Price

Diameter class	34 dm	37 dm	40 dm	43 dm	46 dm	49 dm	52 dm	55 dm
12	80%	85%	90%	95%	100%	102%	104%	106%

Weights per quality class (% of timber log)

LogPart	Quality 1	Waste
Butt	98	2
Middle	98	2
Top	98	2

Price type

m3fub m3to

Pulpwood proportion (% of timber logs)

Max height (m) for log parts

Butt 10 5,5

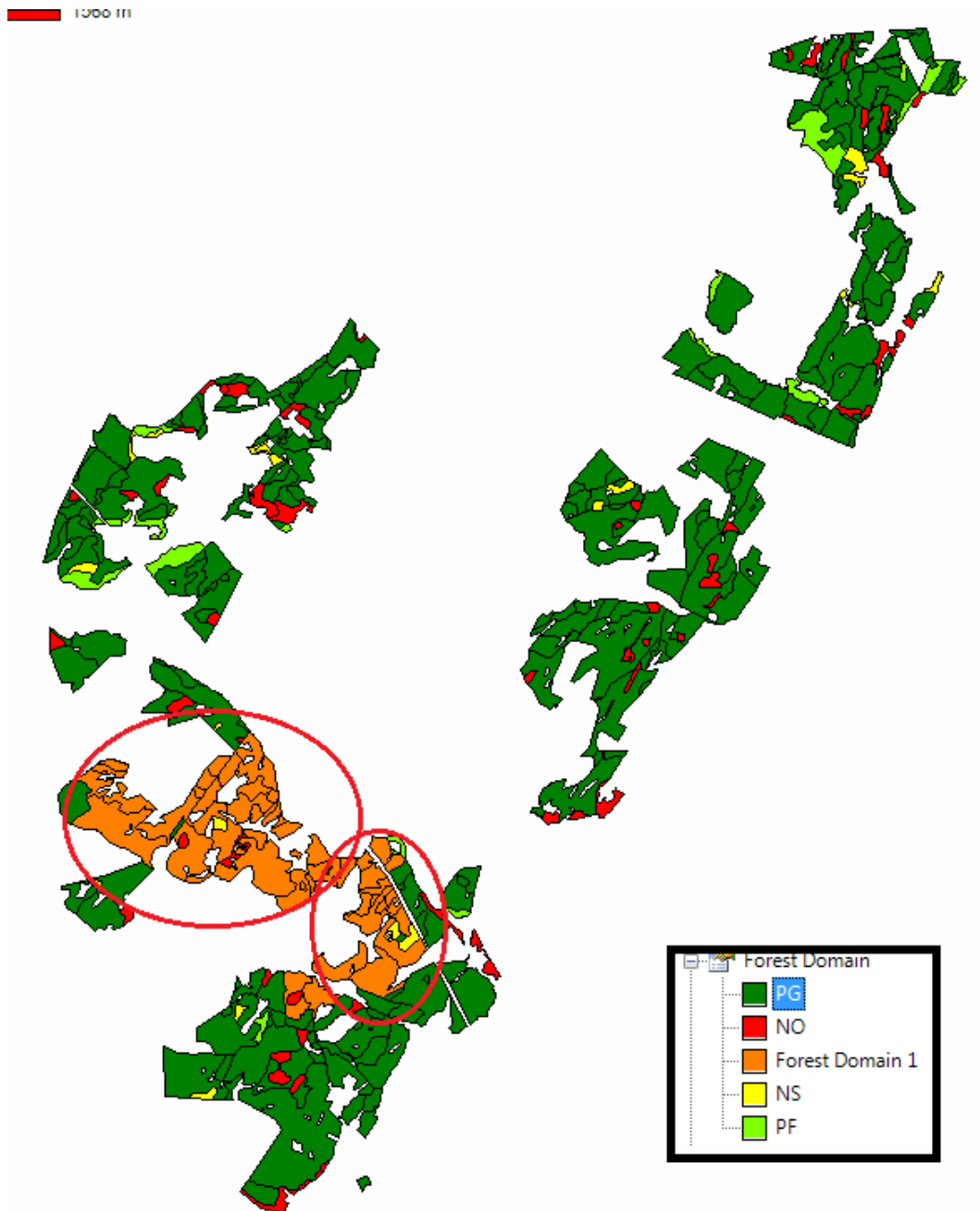
Middle 10 11,0

Top 10 99,0

Preview pricelist...

Remove timber pricelist

Figur 24. Grantimmer prislista. Baserat på Södras prislista 936 5 L3.



Figur 25. Avsatt areal för Rätta Svartedalen. Forest Domain 1 representerar de avsatta områden. Se de röda cirkelarna.