



Gödslingsstrategins inverkan på Holmen Skog, Umeå distrikt

The impact of fertilization strategy at Holmen Skog, Umeå district

Erik Thelberg

**Arbetsrapport 336 2011
Examensarbete 30 hp D
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Ljus-Ola Eriksson**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.slu.se/srh
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-336-SE

Gödslingsstrategins inverkan på Holmen Skog, Umeå distrikt

The impact of fertilization strategy at Holmen Skog, Umeå district

Erik Thelberg

Examensarbete i Skogshushållning vid inst för skoglig resurshushållning, 30 hp
Jägmästarprogrammet
EX0628

Handledare: Ljusk-Ola Eriksson, SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, planering
Examinator: Tomas Lämås, SLU, institutionen för skoglig resurshushållning, planering

Innehållsförteckning

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	5
1 BAKGRUND OCH SYFTE	6
1.1 SYFTE OCH UPPLÄGG	7
2 NÅGRA FAKTA OM GÖDSLING	8
3 HOLMEN SKOG, FÖRETAGSBESKRIVNING	9
4 MATERIAL OCH METOD	10
4.1 ANALYSMETOD	10
4.2 GÖDSLINGSPROGRAM OCH GÖDSLINGSSCENARIER	10
4.3 DATA	12
4.4 IMPLEMENTERING I HEUREKA	13
4.4.1 <i>Planeringsproblemet</i>	13
4.4.2 <i>Generering av skötselprogram i PlanWise</i>	14
4.4.3 <i>Domänindelning</i>	14
4.4.4 <i>Kontrollkategorier</i>	15
5 RESULTAT	17
5.1 UTAN KRAV PÅ PLANERINGSRESERV	17
5.2 OLIKA PLANERINGSRESERVER	19
5.3 NUVÄRDEN	21
6 DISKUSSION	22
6.1 KRITISK GRANSKNING AV STUDIEN	22
6.2 TOLKNING AV RESULTAT OCH TILLÄMPNING	22
6.3 AVB OCH PLANERINGSRESERV	23
LITTERATUR	25
OTRYCKT MATERIAL	25
HEMSIDOR	26

Förord

Detta examensarbete har utförts på Institutionen för skoglig resurshushållning på Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Det är en del av Jägmästarprogrammet och består av 30 högskolepoäng. Uppdragsgivare och initiativtagare är Holmen Skog som önskade en analys över hur skogsgödsling påverkar skogshushållningen. Min handledare från Holmen Skog, Jonas Eriksson (chef Skoglig planering), har bidragit med goda synpunkter samt kommentarer under arbetets gång. Från SLU har jag haft hjälp av min handledare Ljusk-Ola Eriksson. Jag har även fått värdefull hjälp av Hampus Holmström och Peder Wikström. Det program som använts i examensarbetet är komplicerat och Peder har varit ytterst hjälpsam att lösa de problem som uppstått under arbetets gång. Stort tack till alla som varit delaktiga.

Erik Thelberg Umeå 2011-05-25

Sammanfattning

Detta examensarbete analyserar hur olika gödslingsstrategier påverkar skogshushållningen för Holmen Skogs skogsinnehav på Umeå distrikt. Med olika typer av gödslingsscenarier åskådliggörs hur avverkningsnivåer, nuvärde samt gödslingsarealer påverkas. Planeringsreservens storlek, dvs. andelen areal över lägsta tillåtna slutavverkningsålder, har också studerats i denna studie.

Studien omfattas av analyser av 5 olika gödslingsscenarier och de varierar i gödslingsintensitet, från ingen gödsling alls till gödsling vid varje åtgärd (gallring eller slutavverkning). En delstudie har även genomförts för att i detalj kunna se hur de olika gödslingsscenarierna påverkar enskilda skogsbestånd av olika karaktär. Själva analyserna har gjorts med PlanWise, som är en del av planeringsverktyget Heureka.

Av de analyserade scenarierna är det mest lönsamt att gödsla så mycket som möjligt, vid varje åtgärd i skogen (gallring eller slutavverkning) eller två gånger innan slutavverkning. Av de undersökta scenarierna ökar inte bara nuvärdet med ökad gödslingsintensitet, utan även virkesuttaget.

Storleken på planeringsreserven har en stor påverkan på skogshushållningen. En låg planeringsreserv medför att avverkningsnivåerna redan idag kan ökas väsentligt jämfört med Holmen Skogs nuvarande avverkningsnivå. En stor planeringsreserv medför att avverkningsnivåerna blir lägre i början av studien, pga. att gammal skog måste sparas. En stor planeringsreserv medför dessutom nuvärdesförluster, men har fördelen att underlätta planeringen av avverkningstrakter.

Nyckelord: avverkningsnivå, planeringsreserv, linjär programmering, nuvärde

Summary

This thesis analyzes the effects of different fertilization strategies on forest management at Holmen Skog in Umeå district. Harvesting volumes, net present values and fertilization intensity are presented for each fertilization scenario. The planning reserve (percentage area older than minimum final felling age) was also analyzed in this study.

The thesis covers the analysis of five different fertilization scenarios, varying in fertilization intensity, from no fertilization at all, to fertilization at every harvesting operation (thinning or final felling). A sub-study was also carried out so the reader in detail can see how the different fertilization scenarios affect individual forest stands of different nature. The analysis has been done with the planning tool PlanWise, which is an application of the Heureka analysis and planning system.

Of the analyzed scenarios it is most profitable to fertilize as much as possible, at each harvesting operation or twice before final felling. Among the analyzed scenarios, both net present value and harvesting volumes are higher the more the forest is fertilized.

The size of the planning reserve has a relatively large impact on forest management. A low planning reserve results in a higher harvest volume already today compared to the current harvest level. A high planning reserve brings about low harvest volumes at the beginning of the of the planning period as old forest must be saved to obtain a certain level of the planning reserve. Compared to a low reserve a high reserve also leads to net present value losses but has the advantage that the planning of harvesting operations is facilitated.

Key words: harvest level, planning reserve, linear programming, net present value

1 Bakgrund och syfte

Från mitten av 1960-talet och fram till 1990-talet har kvävegödsling varit en väldigt betydande skogsskötselåtgärd, sett ur ett ekonomiskt perspektiv (Ståhl 2009). Huvudsyftet med kvävegödsling är att öka virkesproduktionen (Skogsstyrelsen 2002). 1975 var gödslings omfattning som störst och då gödslades nästan 200 000 ha/år. Sedan dess har gödslingsarealerna sjunkit och i början av 2000-talet låg arealen kring 20 000 ha/år. På senare år har arealerna börjat stiga och 2007 gödslades 35 000 ha (Ståhl 2009). Ett skäl till varför kvävegödslingen har minskat är bland annat hårdare krav på gödslingobjekten samt att det finns en större försiktighet kring gödslings miljöpåverkan (Skogsstyrelsen 2007).

Huvudsakligen har kvävegödsling utförts på bolagsmark, över 90 % av arealen. Även privata skogsägare gödslar, men dessa arealer är förhållandevis små.

De svenska skogsbolagen har utvecklade system för planering på kort och lång sikt. Gödsling av skogsmark kräver en utförlig planering eftersom effekterna av gödsling påverkar skogarna under relativt lång tid. Därför bör en kort inblick ges i hur planering i svenskt skogsbruk i allmänhet fungerar.

I alla verksamheter finns i regel ett eller flera mål som eftersträvas. Planering är ett hjälpmedel som används för att uppnå de uppsatta målen. Inom skogsbruket kan exempel på några mål vara:

- Att försörja de egna industrierna med virke
- Långsiktigt förvalta skogsresursen
- Att uppnå tillfredsställande lönsamhet
- Att det ska finnas livsutrymme för alla förekommande växter och djur

Den skogliga planeringen innebär i huvudsak att få ut information om och i så fall hur olika delar av skogen ska åtgärdas under den närmaste framtiden för att uppnå de uppsatta målen (Ståhl & Wilhelmsson 1994). Planering inom svenskt skogsbruk är oftast väldigt lång (100 år) och brukar delas in i olika planeringsnivåer; strategisk, taktisk samt operativ. På den strategiska planeringsnivån fattas långsiktiga beslut. Tidshorisonten är ofta 100 år men är i princip oändlig (Eriksson 2000). Ett väldigt viktigt mål är hur stora avverkningsnivåer får vara under förutsättning att skogsbruket ska vara uthålligt. På den taktiska planeringsnivån planeras hur skogsinnehavet ska skötas de närmsta 3-5 åren. Vilka skogsområden samt vilka åtgärder som ska utföras på dessa områden planeras, detta inom ramen för resultaten från den strategiska planeringen. Huvudsyftet på den operativa nivån är att schemalägga när olika trakter ska huggas av olika avverkningslag. Planeringshorisonten är ofta inte mer än 1 år. Schemaläggnings utgår från traktbanken. Val av trakt påverkas mycket av marknadssituation samt årstid. Efterfrågar marknaden ett visst sortiment styrs givetvis valet av trakt för att möta efterfrågan. Årstider medför att vissa trakter blir mer eller mindre tvingande att avverka på grund av vägars bärighet (Eriksson 2000). Holmen Skog följer i allt väsentligt denna modell.

Holmen har tidigare gödslat sina skogar men slutade med det 1992. 2004 återupptogs det igen. Den areal som gödslas årligen motsvarar den areal som ska slutavverkas efter 10 år. Detta gäller för varje distrikt. Halva arealen som gödslas ska slutavverkas efter 10 år. Andra halvan omdrevsgödslas, dvs. gödslas mer än en gång. Holmen använder sig av denna gödslingsmetodik eftersom den förväntas ge högst förräntning (David Rönnblom, pers. komm.). Frågor kring omfattning och val av objekt görs på distriktsnivå efter den långsiktiga avverkningsberäkningen.

Den avverkningsmogna skogen på Holmen Skog brukar kallas för planeringsreserven. Denna planeringsreserv finns till för att säkerställa att avverkningsmogna skog finns tillgänglig. För 20-25 år sedan bestod 40 % av Holmens skogar av slutavverkningsmogna skog. Idag ligger den siffran nere på strax under 20 %. Som ett resultat av att den äldre

slutavverkningsmogna skogen minskar samt att en betydande areal äldre skog gödglas har ett problem uppstått. Val av möjliga avverkningstrakter minskar. För att kunna leverera tillräckliga volymer virke till industri gäller det med andra ord att gödsla rätt skogsbestånd så man ej blir tvingad att avverka bestånd som nyligen blivit gödslade.

Utöver detta befaras att en virkessvacka inom Holmen Skog kommer inträffa om 30-40 år. (Jonas Eriksson, pers. komm.). För att möta denna svacka ökar kravet ytterligare på att skogen ska generera tillräckliga volymer virke. På kort sikt är gödsling en viktig åtgärd för att motverka problemet. Men i vilken omfattning ska skogen gödglas? Gödglas väldigt mycket nu, får man stora volymer att ta ut i framtiden. Men det innebär att man bundit upp sig att inte avverka den gödslade skogen innan gödslingeffekten klingat av. Avverkning av skog som fortfarande har gödslingseffekt innebär kapitalförstöring. Alltså riskerar man att inte kunna avverka de volymer man behöver på kort sikt.

Holmen Skog upplever i dag ett problem vad gäller att kunna balansera kravet på avverkning, möjligheter att finna tillräckligt med gödslingsobjekt samt att bibehålla en tillräcklig nivå på planeringsreserven av slutavverkningsmogen skog. Frågan knyter också an till om man ska hantera gödslingen först i den taktiska planeringen eller om den utgör en del även av den strategiska planeringen.

1.1 Syfte och upplägg

Detta arbete syftar till att analysera hur olika gödslingsstrategier påverkar skogshushållningen för Holmen Skog i Umeå distrikt. Studien undersöker hur olika gödslingsalternativ med olika intensitet påverkar avverkningsnivåer, nuvärdet och gödslingsarealer på Holmens skogar i Umeå distrikt. Planeringsreservens (skog med ålder över lägsta slutavverkningsålder) kostnad beroende på dess storlek kommer även analyseras. Analysen görs inom ramen för ett strategiskt planeringsproblem.

2 Några fakta om gödsling

Vid skogsgödsling tillför man näringsämnen till skogsmarken, främst kväve men även andra ämnen, för att höja markens produktionsförmåga (Anon 2010a). Med andra ord ökar man skogens förmåga att växa och man kan avverka fler skogskubikmeter i framtiden än vad man skulle om man låtit bli att gödsla. För tillfället sker i stort sett all skogsgödsling med kalkammonsalpeter (KAS), som är en blandning mellan kalksten och ammoniumnitrat. Kalkstenen finns med för att motverka eventuell försurning som ammoniumnitratet kan orsaka.

Effekten av gödsling är att träden reagerar med att grönmassan ökar i omfattning och fotosyntesen blir effektivare. Detta medför en ökad produktion av stamved. En del andra förändringar dyker även upp vid gödsling. Bland annat förskjuts trädets tyngdpunkt uppåt eftersom produktionen ovan jord ökar relativt sett mer än den under jord. Resultatet blir att risken för torkstress och stormskador ökar under några år efter gödslingen (Skogsstyrelsen 2007).

Den normala gödselgivan är i regel 150 kg kväve per hektar. Effekten av en gödsling varar normalt mellan 7-11 år, beroende på trädslag. På tallungskog i södra Sverige är effektens kortast, medan i en gammal granskog på svag mark i norra Sverige är effekten som mest långvarig (Ståhl 2009).

I regel utförs gödsling av en specialiserad entreprenör som normalt använder sig av antingen helikopter eller traktor för att sprida gödslet. I gallringsbestånd samt i småskogsbruk är traktorgödsling det vanliga alternativet. I stora samlade arealer lämpar sig helikopter bra (Ståhl 2009).

Kostnaden för gödsling är generellt mellan 1 500 och 2 000 kr/ha. I genomsnitt brukar man räkna med en tillväxtökning på 10 m³fub timmer samt 5 m³fub massaved, vilket brukar generera ungefär 5 000 kr/ha brutto (Skogsstyrelsen 2002). Resultatet blir alltså 3000 – 3500 kr/ha. Diskonteras virkesintäkten cirka 10 år efter gödsling till gödslingsåret (år 0) blir den reella förräntningen på gödslingsinvesteringen cirka 10 %. Enligt Pettersson (2003) kan förräntningen för privata skogsägare ligga så högt som 15 %, förutsatt att skogen gödglas en gång i slutet av omloppstiden. Bergsten (2005) konstaterar i en undersökning för skog i Norrbotten att den högsta förräntningen på insatt kapital får man om man gödslar 10 år före slutavverkning, medan man får högst nuvärde (vid ”normal” kalkylränta) om man gödslar 10 år före såväl gallring som slutavverkning. Den intensivare gödslingen ger naturligtvis också ett större tillskott till volymproduktionen.

Det finns sju baskrav för att ett bestånd ska vara lämpligt för att tillföra gödsel. Kraven finns till eftersom all mark inte är lönsam eller lämplig att gödsla. Enligt SkogForsk (2005) bör ett gödslingsvärt bestånd uppfylla samtliga följande krav:

- Beståndet ska ha fastmark
- Jordmånen ska vara av podsol
- Ståndortsindex mellan 16-30 m
- Minst 80 % av grundytan ska vara barrträd
- Huggningsklassen ska vara minst förstagallring
- Ingen avverkning ska ske i beståndet inom 10 år
- Skogen ska vara frisk och välsluten

3 Holmen Skog, företagsbeskrivning

Denna studie utförs i samarbete med Holmen Skog. Holmen Skog är en av Sveriges största skogsägare med total areal på 1 263 000 ha. Holmen är dessutom en betydande aktör som virkesköpare från privata skogsägare. Varje år anskaffas totalt drygt 11 miljoner kubikmeter virke för hela Holmenkoncernen. 2,6 miljoner kubikmeter skog avverkas från egna skogsmarker, medan resterande volymer kommer från privata skogsägare eller andra svenska skogsföretag (Anon 2010b). Holmen är organiserat i tre regioner:

- Region Örnsköldsvik (här finns även huvudkontoret)
- Region Iggesund
- Region Norrköping

Varje region består av ett antal distrikt. Detta arbete är avgränsat till Umeå distrikt. Umeå distrikt är en del av region Örnsköldsvik och består av 125 000 ha skogsmark. Distriktet är, utöver en stor skogsägare, samarbetspartner med ungefär 1 500 privata skogsägare. Årligen producerar distriktet totalt 470 000 kubikmeter timmer och massaved, som huvudsakligen levereras till lokala sågverk och massaindustrier i Norr- och Västerbotten (Anon 2010c).

Avverkningsberäkningen (AVB) fungerar som underlag för beslut om Holmen Skogs långsiktiga gallrings- och slutavverkningsnivåer. För att kunna göra en tillförlitlig avverkningsberäkning är det viktigt att kartlägga skogstillståndet. Resultatet av en inventering av skogsinnehavet utgör sedan indata till AVB:n som ger förslag på framtida avverkningsnivå per period (5 eller 10 år) över en vald tidshorisont, normalt 100 år (Eriksson 2009). Holmen Skog har under ett antal år använt Indelningspaketet (Jonsson m.fl. 1993) för sin AVB. Indata till Indelningspaketet utgörs av ett stratifierat sampel av bestånd som cirkelprovyteinventeras. Samplingintensiteten ligger normalt omkring 1 %. Nuvarande riktlinjer för Umeå distrikt är en årlig avverkningsnivå på 270 000 m³fub slutavverkning samt 55 000 m³fub gallring. Totalt 325 000 m³fub (Jonas Eriksson, pers. komm.).

På Umeå distrikt bedrivs den taktiska planeringen av gödsling och avverkning i regel i början av året. Det är utifrån AVB:n som avverkningar och gödslingsobjekt planeras. Ett problem med nuvarande AVB är att hänsyn till spatiala och temporala problem inte beaktas. Ett exempel på detta kan vara att ett 90-årigt bestånd faller ut till avverkning. Detta bestånd kan ligga granne med två 80-åriga bestånd (som ej uppnått lägsta slutavverkningsålder), som ej faller ut till avverkning. Ur ekonomiskt perspektiv vore det lämpligt att vänta in de 80-åriga bestånden för att kunna avverka allt vid samma tillfälle. Ett problem med gödslingsplaneringen är att det faller bort många bestånd pga. att de är små (ej praktiskt att gödsla) samt pga. rennäring (David Rönnblom, pers. komm.). Enligt Holmen Skogs egen gödslingsutredning (Björck 2007) ligger den årliga arealen som bedöms lämplig för gödsling på Umeå distrikt på 1700 ha. Det innefattar skog med åldersklass 41-120 år. I Umeå distrikt gödslades det under 2009 ungefär 1500 ha och under 2010 ungefär 1600 ha (Jonas Eriksson, pers. komm.).

Förut låg det ett krav på varje distrikt att mängden slutavverkningsmogen skog, dvs. planeringsreserven, inte fick gå under 20 %. Detta krav ligger nu istället på regionnivå (David Rönnblom, pers. komm.). I Umeå distrikt ligger däremot planeringsreserven för närvarande på 22 % (Jonas Eriksson, pers. komm.). I denna siffra är även avsatta naturvårdsområden inräknade.

4 Material och metod

4.1 Analysmetod

Planeringsproblemet formuleras och löses här med hjälp av linjär programmering. Enligt Buongiorno & Gilles (2003) kan linjär programmering definieras som en metod att allokeras begränsade resurser som konkurrerar med varandra på ett optimalt sätt. I ett problem inom linjär programmering är både målformulering samt dess bivillkor linjära funktioner. Målet med en linjär programmering kan vara att minimera eller maximera något, exempelvis intäkter eller avverkningsvolym. Linjär programmering har använts länge för långsiktiga avverkningsberäkningar (Keith m.fl. 2008). Det system som utnyttjas här för att skapa data för och lösa linjärprogrammeringsproblemet är Heureka-systemet.

Heureka-systemet är avsett som ett beslutsstöd för skoglig planering och analys. Systemet är utformat för att kunna räkna på ett flertal av skogens värden som virke, biobränsle, biodiversitet, rekreation och lagring av kol. Genom att flera aspekter kan beaktas i ett och samma system kan ett helhetsgrepp tas om planeringsproblematiken (Öhman 2000). Kärnan i Heureka består av prognosmodeller för trädskiktets utveckling (Lämås m.fl. 2003). Heureka består av flera applikationer, men i denna studie används enbart PlanWise och PlanStart. PlanStart används endast för inläsning av data för att senare kunna analyseras i PlanWise.

PlanWise är en applikation i Heureka som man kan använda för både den strategiska och taktiska planeringen inom skogsbruket. Det fungerar som en problemlösare och ger svar på frågor som: Vad ska göras och när? Med PlanWise kan man utföra en analys över ett helt skogsinnehav. Det gör att om man har ett heltäckande material som beskriver skogens alla avdelningar kan man få en uppfattning om spatiala fenomen. Baserar man däremot beskrivningen på strata, dvs. ett mindre antal beskrivningsenheter där varje strata representerar ett antal avdelningar säger lösningen egentligen inget om var t.ex. åtgärder görs. PlanWise består av två huvudkomponenter, en tillväxtsimulator och en optimerare. Simulatorens kallas "Treatment Program Generator" (TPG) och den beräknar olika åtgärdsförslag på varje bestånd i skogsinnehavet. Med optimeraren löser man den målformulering som man angivit. Av de åtgärdsförslag som beräknats av TPG bestäms vid optimeringen vilka som är de mest lämpade för att maximera målet samtidigt som uppsatta restriktioner iakttas. Optimeringen sker med hjälp av linjär programmering. I PlanWise finns möjlighet att ta fram en mängd olika typer av resultat rörande skogstillstånd och produktion. De kan visas i kartor, grafer och diagram. Den version av PlanWise som använts i den här studien är version 1.0.8.22.

4.2 Gödslingsprogram och gödslingsscenarier

Studien är upplagd på så vis att fem stycken gödslingsscenarion analyseras och de är framtagna efter Holmens önskemål samt inom ramarna för vad PlanWise klarar av. Med fyra olika gödslingsprogram skapas, med olika kombinationer av dessa, fem olika scenarier. Gödslingsprogrammen är:

1. Ingen gödsling – normalt skogsbruk utan gödsling
2. Gödsling före slutavverkning – gödsling tio år innan slutavverkning
3. Gödsling i samband med varje åtgärd (gallring eller slutavverkning)
4. 2 stycken gödslingar innan slutavverkning – 2 stycken gödslingar, 20 år respektive 10 år innan slutavverkning

Med ovanstående gödslingsprogram skapas följande fem gödselscenarion (Tabell 1).

Tabell 1. Gödslingsscenarier samt vilka gödslingsprogram som är kopplade till dem
Table 1. Fertilization scenarios and the fertilizing programs that are connected to each scenario

Scenario	Gödslingsprogram
1 – ”Utan gödsling”	1
2 – ”En gödsling”	1+2
3 – ”Varje åtgärd”	1+2+3
4 – ”Alla alt.”	1+2+3+4
5 – ”2 ggr. slutavv.”	1+4

Detta schema innebär att man först kör scenario 1, ”utan gödsling”. Sedan när scenario 2 körs, tillåts skog som lämpar sig för gödsling att köras med samma kriterier som i scenario 1, men nu med program som innehåller tio år innan slutavverkning. Orsaken till detta är att PlanWise ska kunna räkna fram alternativ med eller utan gödsling. Det kan visa sig vara mer optimalt i många fall att inte gödsla ett visst skogsbestånd. Det är vid optimeringen som det bestäms vilka skötselalternativ som blir aktuella. På motsvarande sätt fortsätter det genom alla scenarier.

För att få en förståelse för hur de olika gödslingsscenarierna påverkar olika bestånd i PlanWise görs en studie på några typbestånd. Någon optimering av skötselprogram sker inte här eftersom det inte förekommer några krav på uthållighet eller motsvarande. Ett stort antal skötselprogram simuleras för varje bestånd och det med störst nuvärde (för varje bestånd i varje scenario) blir det skötselalternativ vars resultat redovisas här (Tabell 3).

Bestånden som studeras, två tallbestånd och två granbestånd, är hämtade från utgångslägen för produktionsprognoser enligt Hägglund (1981b) (se Tabell 2). I alla bestånd är markfuktigheten frisk och vegetationstyp ristyp. I denna teststudie får bestånden som analyseras betraktas som välslutna ungskogar. Holmen Skogs prislista för timmer och massaved används, terrängtransportavståndet är fastställt till 300 meter och som underlag vid beräkning av nuvärden används en ränta på 3 %.

Resultaten för scenarierna 2-5 för avverkning och nuvärde är alla jämförda mot scenario 1, där ingen gödsling utförs. I alla scenarier med gödsling ökar givetvis avverkningsvolymerna. Avverkningen innefattar både gallring och slutavverkning och är beräknad per år (summa avverkad volym genom omloppstid), eftersom omloppstiden varierar. Med en gödsling innan slutavverkning (scenario 2) ökar avverkningen mellan 4,6 – 11,4 % beroende på bestånd. Med gödsling vid varje åtgärd (scenario 3) är ökningen mellan 11,4 – 18,6 %. Resultaten för scenario 4 ser likadan ut som scenario 3. Vad som skiljer dessa två scenarier är att i scenario 4 också tillåts gödsling två gånger innan slutavverkning. Eftersom resultaten likadana för scenario 3 och 4 innebär det att det aldrig är optimalt (rent ekonomiskt) att gödsla två gånger innan slutavverkning.

Nuvärdet ökar också för alla scenarier förutom i scenario 5 (gödsling 2 ggr innan slutavverkning) för T24. De lägre boniteterna får högst procentuell skillnad, men T24 och G24 ger ändå goda ökning i nuvärde. Hela 10,9 % i ökat nuvärde för bestånd G16 och T16 med scenario 3 och det är detta scenario som ger högst nuvärde för alla bestånd. Omloppstiden varierar väldigt lite mellan olika scenarier, förutom för scenario 5. Två gödslingar innan slutavverkning drar upp omloppstiden med ungefär 5 år. Detta gäller dock ej för bestånd T16.

Tabell 2. Bestånden som studeras i teststudien. De är utgångslägen för produktionsprognoser enligt Hägglund (1981b). Två tallbestånd samt två granbestånd med ståndortsindex 16 m respektive 24 m
Table 2. The stands that are examined in the test study. They are based on production prognoses according to Hägglund (1981b). Two pine stands and two spruce stands with site index 16 m and 24 m

Bestånd	Trädslag	SI, H100 (m)	Höjd över hav (m)	Grundyta (m ² /ha)	Stamantal (st/ha)	Ålder i brh (år)	Medel- höjd (m)
T16	Tall	16	300	17,5	1 478	42	10,0
T24	Tall	24	0	21,3	1 859	22	10,5
G16	Gran	16	300	20,7	1748	48	11,5
G24	Gran	24	0	19,5	1629	26	11,5

Tabell 3. Resultat för hur de fem olika gödslingsscenarierna påverkar fyra olika typer av skogar (3 % kalkylränta)

Table 3. Results of the effects of the different fertilization scenarios on the different types of forests (interest rate 3 %)

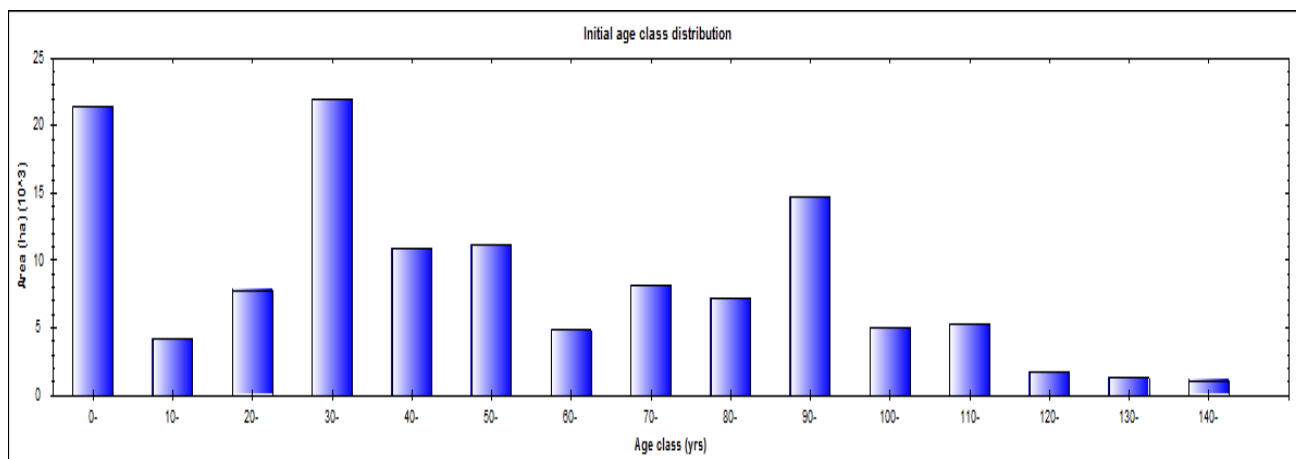
Scenario	T16					T24				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ökning avverkning (%)	0	7,5	17,3	17,3	17,4	0	4,6	14,9	14,9	9,8
Ökning nuvärde (%)	0	4,4	10,6	10,6	6,9	0	1,1	8,4	8,4	-0,7
Omloppstid (år)	97	97	97	97	97	72	72	71	71	77
Scenario	G16					G24				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Ökning avverkning (%)	0	11,4	18,6	18,6	21,3	0	6,0	11,4	11,4	15,7
Ökning nuvärde (%)	0	2,7	10,9	10,9	5,2	0	3,4	9,2	9,2	5,9
Omloppstid (år)	94	99	99	99	105	75	75	75	75	80

En slutsats av denna teststudie är att scenario 3 är det gödslingsscenario som är mest lönsamt. Stora ökningar i både avverkningsvolym och nuvärde inträffar. Alltså kan det förväntas vara detta scenario som dominerar i huvudstudien över Holmens skogar i Umeå distrikt i denna rapport. Det är med andra ord, enligt denna teststudie, många gödslingar samt slutavverkning i relativt låg ålder som är mest lönsamt.

4.3 Data

De skogliga data som skulle kunna användas för denna studie är beståndsdata över alla bestånd på Umeå distrikt. Umeå distrikt, som består av ca 126 000 ha skogsmark, är uppdelat på ca 20 000 bestånd (Jonas Eriksson, pers. komm.). I dagsläget är det emellertid risk att Heureka-systemet inte klarar av så pass många bestånd. Här kommer i stället de samplade bestånd som insamlats med Indelningspaketets design att användas. Materialet består av 118 bestånd med en samlad inventerad areal på 1067 ha. Det innebär att denna analys är stratabaserad. En sådan ansats är möjlig då ingen del av det strategiska planeringsproblemet (se nedan) innehåller spatiala villkor som förutsätter att man känner till beståndens lokalisering. Indelningspaketets material har sannolikt också den fördelen att det är statistiskt bättre säkerställt än beståndsregistret (Jonsson m.fl. 1993).

Åldersklassfördelningen visas i figur 1. Medelålder är 53,6 år och medelvolymen per hektar är 109,8 m³sk. Datafilerna importeras i applikationen PlanStart för att sedan kunna användas i PlanWise.



Figur 1. Åldersklassfördelning idag för Holmens skogar i Umeå distrikt.

Figure 1. Age class distribution of the forests of Holmen Skog, Umeå district.

4.4 Implementering i Heureka

I detta kapitel beskrivs hur planeringsproblemet har implementerats i Heureka. Först beskrivs det övergripande planeringsproblemet och hur det specificerats i Heureka. Det inkluderar dels det linjärprogrammeringsproblem som löses, dels en beskrivning av de skötselregler som gäller för enskilda strata (som representeras av Indelningspaketets bestånd).

Grundläggande för studien är att fastställa förutsättningar efter Holmens krav och önskemål. Dessa förutsättningar matas in i PlanWise. De som hänför sig till krav på fastighetsnivå förs in i optimeringsdelen, och beskrivs nedan under rubriken Planeringsproblemet, medan de regler som bestämmer vilka skötselalternativ som ska genereras för enskilda strata förs in i TPG-delen och beskrivs nedan under rubriken Generering av skötselprogram.

4.4.1 Planeringsproblemet

De mål och restriktioner som gäller övergripande för hela innehavet är följande:

- Det samlade nuvärdet skall maximeras.
- Den långsiktiga avverkningsnivån får inte sjunka och variera för mycket
- Viss del av skogsmarken ska föryngras med contorta.
- Planeringsreserven ska ligga på en viss nivå (varieras beroende på vilken analys som görs).
- SVL's regler angående max areal kalmark skall följas.

Vid beräkningarna i PlanWise kommer målet vara högsta nuvärde, men med kravet på uthållig avverkningsnivå. Räntan sattes till 3 % (realt). Holmen Skogs prislista för timmer och massaved används som underlag. Simuleringarna i PlanWise analyseras med en 100-årig tidshorisont bestående av 20 5-årsperioder.

En viktig aspekt för stora skogsbolag är att ha jämna avverkningsvolym, som helst ökar med tiden. Detta gäller även i denna modell. I modellen tas hänsyn till slutavverkning. Eftersom gallring anses främst, inom Holmen Skog, som skogsvårdsåtgärd påverkas gallringarna inte av krav på årliga arealer eller volymer. I modellen gallras de när behov förekommer. Kravet på slutavverkningarna är däremot satta enligt följande:

- För varje 5-årsperiod tillåts slutavverkningarna öka med 5 %
- För varje 5-årsperiod tillåts slutavverkningarna minska med 1 %

- Dessutom får inte slutavverkningen under någon period understiga mer än 1 % av slutavverkningarna för första perioden (period 1)

Notera således att totala avverkningarna kan variera eftersom restriktionerna gäller slutavverkning. Eftersom volymer med gallring är små i jämförelse, spelar dess inverkan inte så stor roll. Det är även viktigt att beakta att dessa restriktioner kan medföra att totala avverkningar minskar under vissa perioder.

Eftersom Holmen Skog har infört contorta i sitt skogsinnehav och planerar att fortsätta förnygra med contorta, kommer denna studie beakta detta för att simulera verkligheten i så hög grad som möjligt. I dagsläget är totala arealen skog som domineras av contorta 5 600 ha, vilket motsvarar 4,4 % (enligt Indelningspaketets data). Areal ska utökas till dess att målet på 10 % är uppfyllt. Denna andel ska uppnås inom 20 år. Maximal andel som får vara beskogad med contorta är satt till 15 % (Jonas Eriksson, pers. komm.). Det innebär att det finns en övre gräns om 15 % och en undre gräns om 10 % från och med den fjärde 5-årsperioden.

Som tidigare nämnts är planeringsreservens syfte att garantera att avverkningsmogen skog finns tillgänglig. En hög planeringsreserv underlättar planeringsarbetet, men gammal skog växer inte lika bra som yngre och man riskerar att ej bruka skogen ekonomiskt optimalt om man låter gammal skog stå istället för att förnygra den med yngre skog som växer bättre. I studien kommer därför olika nivåer på planeringsreserven att jämföras.

Lösaren som används för att lösa optimeringarna är Cplex. Den är snabbare än LpSolver, som är grundinställningen för PlanWise.

4.4.2 Generering av skötselprogram i PlanWise

Genereringen av alternativ styrs genom att dels sortera in skogsmarken i olika domäner (se 4.4.3) och sedan specificera hur varje domän ska skötas genom att knyta skötselregler, här kallat kontrollkategorier (se 4.4.4), till varje domän.

Vissa allmänna regler och krav har styrt utformningen av domäner och kontrollkategorier. De är följande:

- För att säkerställa att ingen skog är för ung för avverkning ska beståndet klara skogsvårdslagets krav på lägsta slutavverkningsålder + 10 %,
- Skog som bedöms lämplig utifrån baskraven (se avsnitt 2) ska enbart gödslas
- Ingen gödsling ska ske i andra generationen på grund av osäkerhet i hur förhållningssättet till gödsling ser ut i framtiden.
- Ingen gödsling ska ske av contorta på grund av osäkerheten med skador av olika form som kan uppträda.
- Naturhänsyn skall tas i all skog genom att 5 % av arealen dras av för naturvård vid avverkning.

4.4.3 Domänindelning

Naturhänsyn

I Indelningspaketets data finns det angivet, i kod, vilka bestånd som är avsatta för naturvård. En domän skapas för dessa bestånd. Skötseln av dem är fri utveckling. (För övriga bestånd dras 5 % av arealen av för naturvård vid avverkning.)

Gödslingsdomän

För att skogsbestånd ska få gödslas ska de egentligen uppfylla de 7 baskraven (se Några fakta om gödsling). Men med befintlig data går det tyvärr inte att uppfylla detta helt pga. att viss data saknas. Utvecklingsklass samt jordmån är ej med i indata. Betydelsen av dessa data är troligtvis inte hög. Följande kriterier är satta för att gödsling ska få förekomma:

- Ståndortsindex ska vara minst 16 m
- Beståndet är barrdominerat (minst 70 % volym av tall och gran)
- Ej fuktig eller blöt mark
- Ej torv
- Ej lavrik eller lavmark

I denna domän används även funktionen som anger vilken generation som kontrollkategorierna som styr gödsling ska vara aktiva i. Det är bara generation 1 som gödsling är möjlig.

Contortadomän

I denna domän är syftet att placera de bestånd som är lämpliga för contortaproduktion. Följande kriterier är satta för att bestånd ska falla in i contortadomänen och ev. bli föryngrade med contorta (vid optimeringen räknas det ut hur stor areal som blir contorta):

- Trädslag ska vara tall (tall angivet som bonitetsgivande trädslag)
- Ståndortsindex får vara högst 22 m (alltså inte de högsta boniteterna som får contorta)
- Ej torvmark
- Bara frisk mark kan föryngras med contorta. (I Indelningspaketets data är enbart ett bestånd av marktypen torr och i studien är det tänkt att torr mark inte får planteras med contorta pga. rennäring utan den föryngras med tall).

De bestånd som hamnar i denna domän kommer att kunna gödslas innan de slutavverkas och föryngras med contorta, om det är optimalt. Detta är möjligt med den nya funktionen i PlanWise, där man kan välja för vilken generation som olika kontrollkategorier ska vara verksamma. I domänen är alltså kontrollkategorierna som styr gödsling aktiva från början. När dessa bestånd är avverkade, blir kontrollkategorin som styr contortaskötsel aktiv. Om gödsling är aktuellt ska bestånden uppfylla baskraven.

Defaultdomän (standardskötsel)

Skogar som hamnar i denna domän sköts ”normalt”. Det innebär att de sköts enligt PlanWise egna grundinställningar, förutom några ändringar som beskrivs i nästa avsnitt.

4.4.4 Kontrollkategorier

Till domänerna är ett antal kontrollkategorier kopplade för att styra olika skogsskötselmetoder. I tabell 4 tydliggörs hur de olika kontrollkategorierna är kopplade till respektive domän. Alla kontrollkategorier är i stort sett Planwise egna grundinställningar, förutom att det förekommer några ändringar som är specifikt för Holmens förutsättningar, exempelvis kostnader och priser.

Tabell 4. Kontrollkategorier samt till vilka domäner de är kopplade
Table 4. Control categories and the domain to which they are connected

Domän	Kontrollkategori
Naturhänsyn	Fri utveckling (Gen 1 o 2)
Contorta	Standardskötsel (Gen 1 o 2) Skötsel gen2 contorta (Gen 2) Program 2 (Gen 1) Program 3 (Gen 1) Program 4 (Gen 1)
Gödsling	Standardskötsel (Gen 1 o 2) Program 2 (Gen 1) Program 3 (Gen 1) Program 4 (Gen 1)
Default	Standardskötsel (Gen 1 o 2)

Till domänen naturhänsyn är kontrollkategorin Fri utveckling (Gen 1 o 2) kopplad och bestånden sköts helt enkelt genom fri utveckling.

Kontrollkategori Standardskötsel (Gen 1 o 2) förekommer i alla domäner förutom i domänen för naturhänsyn. Max höjd för förstagallring är ändrad till 24 meter, istället för 18 meter. Det kan tyckas väldigt högt, men eftersom det inte anges i indata när bestånden varit gallrade kan en relativt gammal skog riskera att inte bli gallrad pga. att skogen är för hög i kombination med att det inte framgår om det gallrats tidigare.

Program 2-4 (Gen 1) ser alla likadana ut och liknar Standardskötsel, förutom att i dessa förekommer gödsling av olika typer enligt den beskrivning som givits i avsnitt Gödslingsprogram och gödslingsscenarier ovan. De är kopplade till sina domäner beroende på vilket scenario som ska undersökas (för t.ex. scenario 3 är Program 2 och 3 inkopplade men inte Program 4). Eftersom det bara ska gödslas i första generationen är dessa enbart aktiva i generation 1.

Skötsel i den andra generationen av contorta (Gen 2) är aktiv i generation 2. Skogar som blivit avverkade och ska bli contortaskogar sköts med denna kategori. En skillnad i denna kategori är att högsta trädhöjden för att gallring ska få ske är nedsatt till 15 m, från 18 m som är grundinställningen i PlanWise. I Holmens gallringshandbok är rekommenderad övre höjd vid förstagallring av contorta 11-13 m samt att förstagallring över 15 m ej utförs. Det beror på risken för skador som förekommer vid gallring av contorta om de växer sig för höga innan gallringsingreppet (Holmens gallringsinstruktion). Dessutom är slutavverkning tillåten 20 år tidigare än för tall på motsvarande ståndort.

För varje scenario genereras ett antal skötselprogram för varje bestånd, dock ej för domän Naturhänsyn där endast ett alternativ med fri utveckling beräknas. Hur skogen sedan ska skötas, dvs. vilka skötselprogram som väljs, räknar optimeringsmodellen ut.

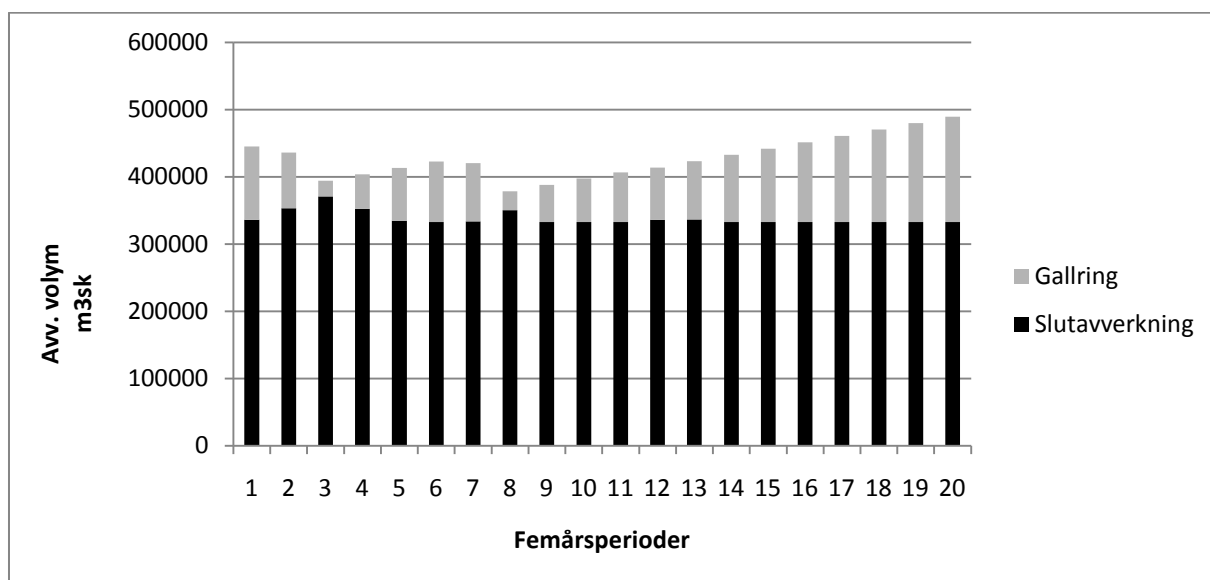
5 Resultat

Studiens upplägg är följande. Först kommer alla gödslingsscenarier att köras utan krav på planeringsreservens storlek. Därefter kommer gödslingsscenarierna att studeras under kravet på en planeringsreserv på 20 %, 15 % samt 10 %. I det fall där inget krav på planeringsreserven ställs kommer utvecklingen av reserven att analyseras. Nivån ligger nu på 22 % av total areal i Umeå distrikt.

Planwise räknar fram resultaten periodvis, ett resultat för varje 5-årsperiod. För att underlätta för läsaren är dessa 5-årsperioder omräknade till årliga resultat. Avverkningsnivåerna presenteras i m³sk.

5.1 Utan krav på planeringsreserv

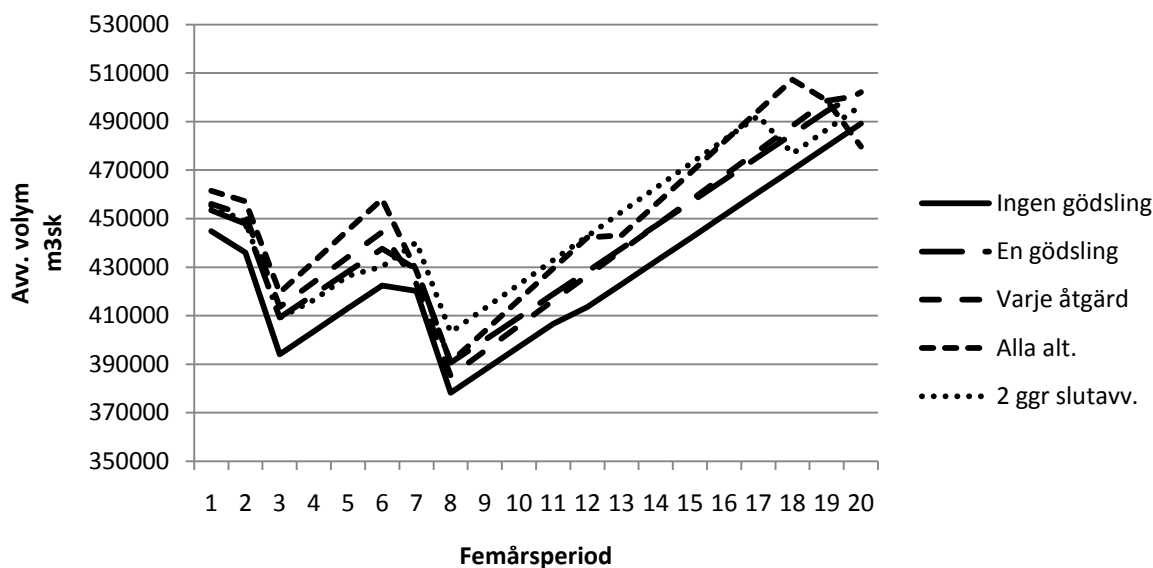
Utan krav på planeringsreservens storlek blir avverkningsnivåerna något högre jämfört med Holmens nuvarande AVB som ligger på drygt 391 000 m³sk. Figuren nedan visar en övergripande avverkningsberäkning utförd utan gödsling där både volymen gallring och slutavverkning presenteras. Knappt 450 000 m³sk per år tas ut under den första perioden. Totala avverkningen minskar de första perioderna pga. låga gallringsvolymerna, men sett över hela studiens längd ökar hela tiden avverkningsvolymerna. Däremot ökar inte slutavverkningsvolymerna.



Figur 2. Årliga avverkningsnivåer utan gödsling samt utan krav på planeringsreservens storlek.

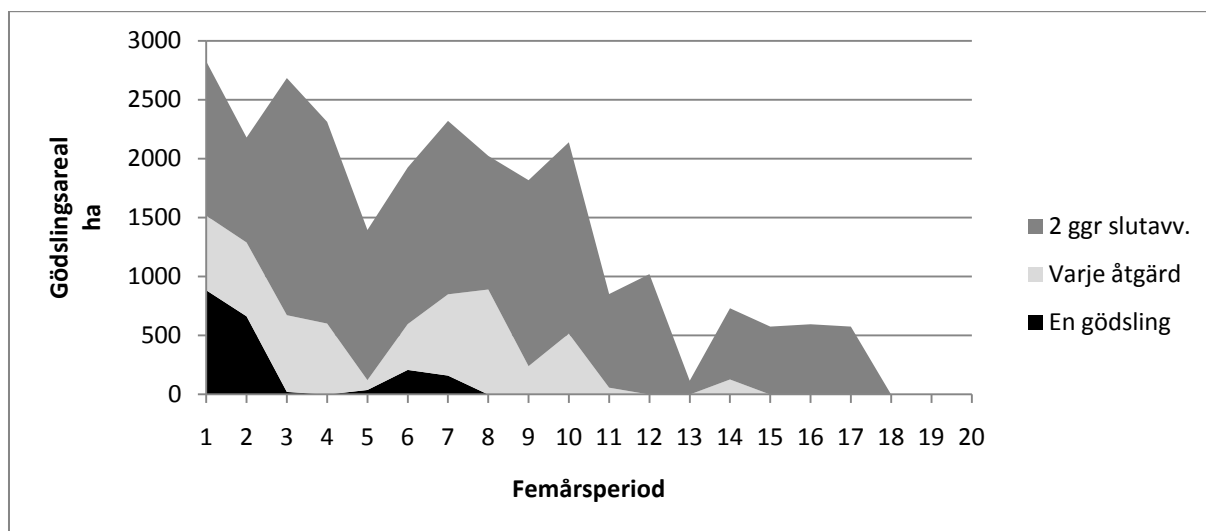
Figure 2. Annual harvest volumes without fertilization and without any fixed level of the planning reserve.

Om olika gödslingsscenarier tillämpas ser avverkningsnivåerna ut enligt figuren nedan. Alla gödslingsscenarier ökar givetvis avverkningarna och det alternativ som tillåter flest kombinationer av gödslingsprogram (alla alt.) ger högst volym. Ungefär 20 000 m³sk mer tas ut redan i första perioden jämfört med ingen gödsling. Trenderna för varje scenario ser i stort sett likadana ut. I period 20 är skillnaden mellan scenarierna ”utan gödsling” och ”alla alt.” nästan 40 000 m³sk.



Figur 3. Avverkningsnivåer för de olika gödslings scenarierna. Inget krav på planeringsreserven.
Figure 3. Annual harvest volumes for the different fertilization scenarios. No fixed level of the planning reserve.

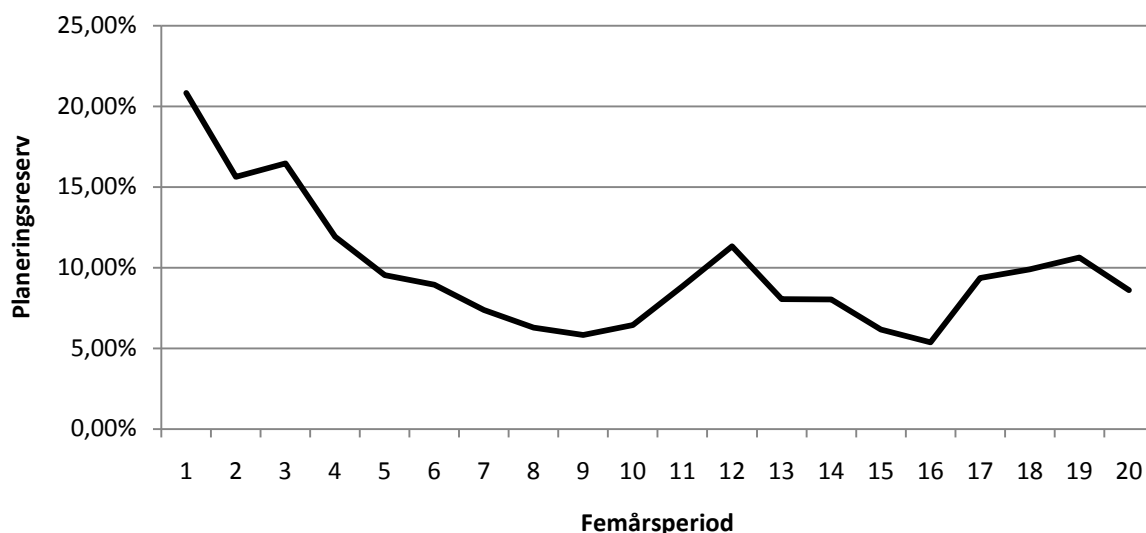
För gödslingsscenario "alla alt." visas i figuren nedan hur fördelningen av de olika gödslingsprogrammen ser ut. Dominerande gödslingsprogram är att gödsla 2 ggr innan slutavverkning, följt av gödsling vid varje åtgärd och slutligen i minst omfattning gödslas skogen bara en gång. Total gödslingsareal årligen pendlar väldigt mycket mellan perioderna och avtar dessutom med tiden. Varför det avtar beror på att ingen gödsling får ske i andra generationen under studien. Dessa arealer kan jämföras mot Holmen Skogs gödslingsarealer i Umeå distrikt som år 2010 låg på 1600 ha.



Figur 4. Gödslingsarealer för olika gödslingsprogram i scenariot "alla alt." Inget krav på planeringsreserv.
Figure 4. Annual fertilization areas for the different fertilization programs in the scenario "all alternatives".

5.2 Olika planeringsreserver

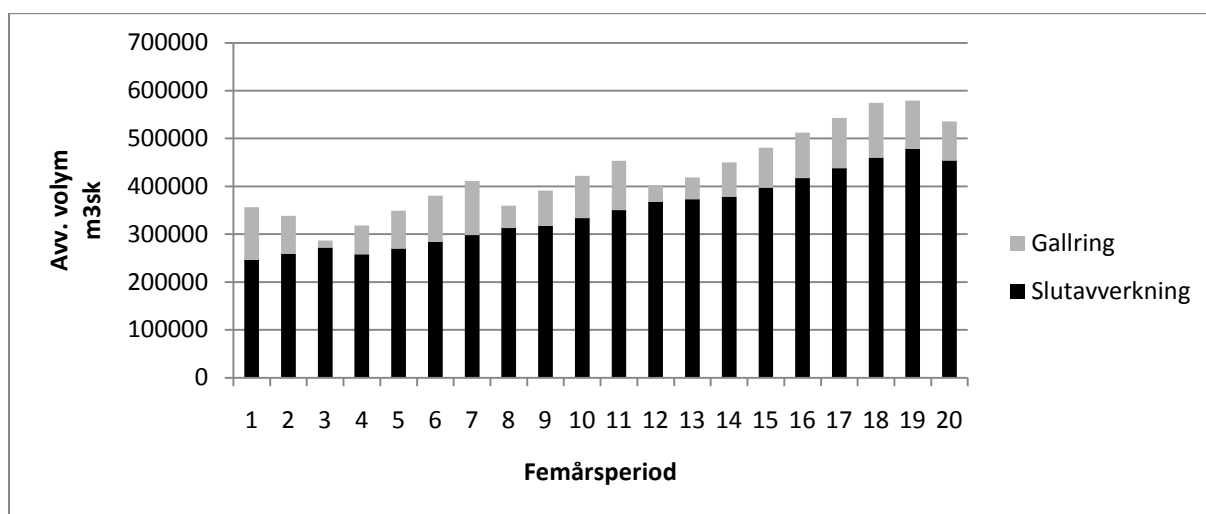
Utvecklingen av planeringsreserven utan gödsling visas i figur 5. En tydlig trend är att andelen gammal skog blir relativt liten om avverkningarna får fortlöpa utan ett krav på viss andel gammal skog. För övriga gödslingsscenarierna är utvecklingen densamma med väldigt små skillnader jämfört med scenariot ”utan gödsling”. Det kan därför finnas skäl att se hur planeringsreserven påverkar ekonomi, volymer och gödslingsareal.



Figur 5. Utveckling av planeringsreserven. Kurvan visar scenariot ”utan gödsling”.

Figure 5. Development of the planning reserve over the planning horizon for scenario “without fertilization”.

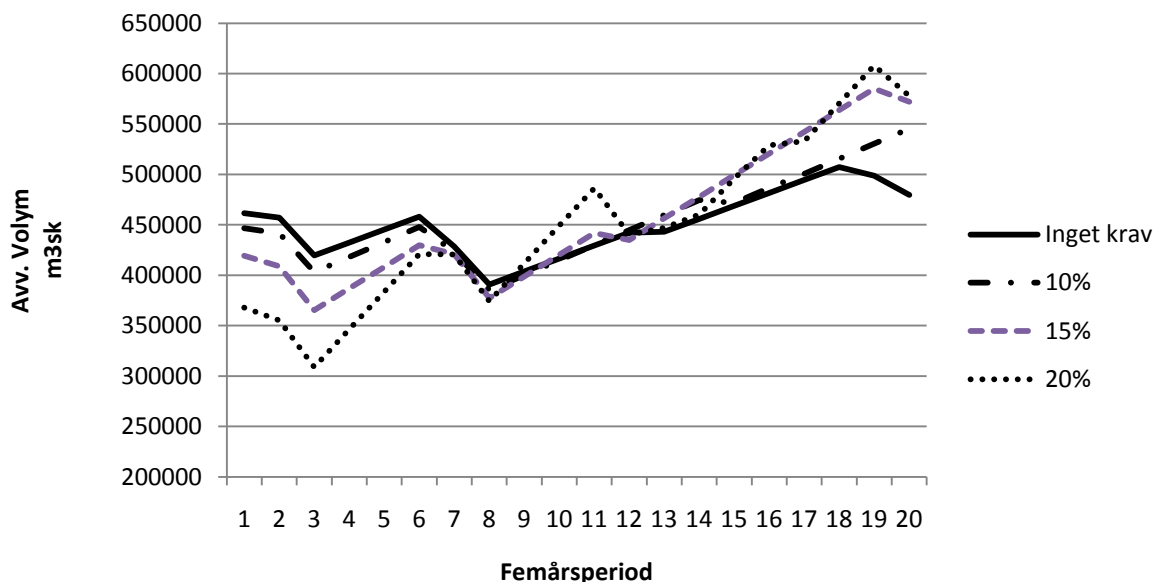
Vid en planeringsreserv på 20 % och ingen gödsling ser avverkningsnivåerna ut enligt figur 6. Man får en betydligt lägre nivå i inledningsskedet än om inget krav på reserven förekommer. Däremot ökar avverkningarna relativt mycket. En skillnad mot för om inget krav på planeringsreserven förekommer, är att slutavverkningarna hela tiden ökar med tiden. Tillförs gödsling för respektive scenario blir ökningarna inte lika stora som om inget krav hade förekommit (därför visas ej en figur med skillnaderna eftersom de är så små). I period 1 blir avverkningsökningen ungefär 10 000 m³sk mer om man gödslar enligt scenario ”alla alt.” jämfört med ingen gallring (utan krav på planeringsreserv var motsvarande skillnad 20 000 m³sk). Störst är skillnaden mellan period 3 till 6 är ökningarna ungefär 20 000 m³sk.



Figur 6. Årlig avverkningsnivå med krav på 20 % planeringsreserv, scenario ”utan gödsling”.

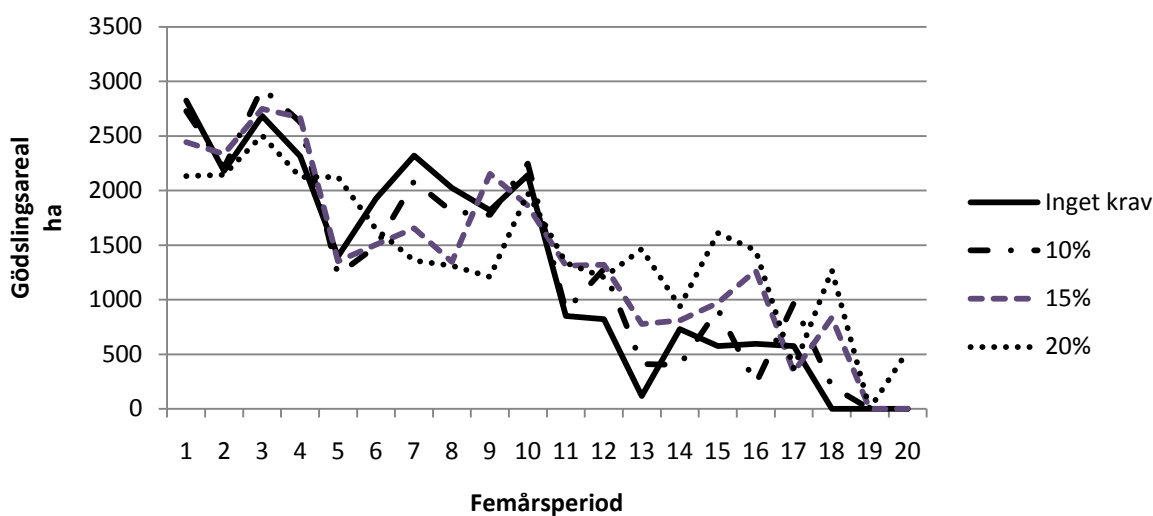
Figure 6. Annual harvest volumes with a requirement of 20 % planning reserve, scenario “without fertilization”.

Som resultaten hittills visat har planeringsreservens storlek en stor inverkan på avverkningsnivåerna. I figur 7 tydliggörs hur planeringsreservens storlek påverkar avverkningsnivåerna för gödslingsalternativ "alla alt.". En trend är att ju högre kravet är på planeringsreserven, desto brantare blir avverkningskurvan. Är kravet lågt, blir avverkningarna högre i inledningskedet.



Figur 7. Avverkningsnivåer beroende på olika planeringsreserver. Kurvorna gäller för gödslingsalternativ "alla alt."
Figure 7. Annual harvest volumes with different planning reserves, fertilization scenario "all alternatives".

Figur 8 visar skillnaderna i total gödslingsareal per år för de olika planeringsreserverna. Scenariot som jämförs är "alla alt.". En liten tendens tycks tyda på är att om kravet på planeringsreserven är högt, så förskjuts gödslingarna framåt i tiden jämfört med om kravet vore lägre.



Figur 8. Årliga gödslingsarealer för olika planeringsreserver. Scenariot som jämförs är "alla alt."
Figure 8. Annual fertilization areas with different planning reserves, fertilization scenario "all alternatives".

För samma scenario, ”alla alt.”, ser fördelningen likadan ut mellan de olika gödslingsprogrammen oberoende på planeringsreservens storlek. Gödsling 2 ggr innan slutavverkning dominerar följt av gödsling vid varje åtgärd (jmf. figur 4).

5.3 Nuvärden

Med ett lågt krav på planeringsreserven blir nuvärdena högre än om kravet är högt. Ett lågt krav innebär att fler skogsbestånd är tillgängliga att avverka och ett större handlingsutrymme för att kunna nå ett bättre ekonomiskt resultat. Högst nuvärde erhålls om inget krav på planeringsreserven råder samt vid gödslingsscenario ”alla alt.”, 3 857 milj kr. I relation till detta nuvärde visas i tabell 5 alla nuvärden för olika gödselscenarier samt planeringsreserver. Kanske inte helt oväntat ger ingen gödsling samt 20 % krav på planeringsreserven lägst nuvärde, 90,9 % jämfört med det högsta.

Tabell 5. Nuvärden vid 3 % kalkylränta beroende på gödslingsscenario samt planeringsreservens storlek

Table 5. Net present values at 3 % interest rate of each fertilization scenario and size of planning reserve

Planerings- reserv	Ingen gödsling	En gödsling	Varje åtgärd	Alla alt.	2 ggr slutavv.
20 %	90,9	92,8	93,1	94,4	93,7
15 %	94,2	96,2	96,5	97,6	96,9
10 %	96,0	98,0	98,3	99,4	98,7
0 %	96,6	98,6	98,9	100,0	99,2

Utifrån dessa resultat framgår det ”kostnader”, eller så kallade inoptimalförluster. Om vi till exempel studerar scenariot ”alla alt.” och jämför skillnaden mellan att inte ha något krav på planeringsreserven och 20 % krav blir det en skillnad, eller kostnad, på motsvarande 216 milj kr; sänker vi kravet till 10 % innebär det en lägre kostnad, eller 23 milj kr.

6 Diskussion

6.1 Kritisk granskning av studien

Först och främst är det viktigt att förstå att resultaten som denna studie tagit fram är baserade utifrån de inställningar och förutsättningar som angivits. Ändras exempelvis ränta eller kostnader ser resultaten givetvis något annorlunda ut. Det ger däremot en god inblick i hur olika gödslingsstrategier i PlanWise påverkar skogstillståndet samt hur avverkningsnivåer påverkas av gödslingen. Exakta siffror behöver därför inte vara av största vikt, utan det är skillnader mellan scenarier som är av främsta intresse. Som med alla studier är noggrannheten av indata mycket viktigt. I detta fall användes data från Indelningspaketet. Är data inte tillförlitligt blir naturligtvis slutresultatet inte tillfredsställande. Data som använts i denna studie är från 2010 och stämmer troligtvis bra.

Under studien har det förekommit en del problem med PlanWise. Det ska inte ses som något direkt negativt. Det är ett komplicerat system och att det förekommer fel i utvecklingsskedet av ett program är inget konstigt. Att felen uppdagades och åtgärdades är en del av ett programs utvecklingsprocess. I och med dessa problem har det därför under studien hela tiden tagits väldigt stor hänsyn till att granska allt resultat som framtagits allteftersom arbetet framskridit. Vid varje körning i PlanWise har därför resultat studerats på beståndsnivå för att se utvecklingen så inget fel smugit sig in.

I studien presenteras de gödslingsarealer som är optimala att gödsla. När PlanWise gör beräkningar används inte heltal, dvs. strata kan delas på olika behandlingar, vilket kan få som konsekvens att, i fallet med gödsling, delar av strata gödslas vid olika tidpunkter. Eftersom Indelningspaketets data används, där varje stickprovsavdelning (strata) representerar i genomsnitt nära 200 bestånd på Umeå distrikt, skulle det inte vara meningsfullt att kräva att avdelningarna hanteras som odelbara behandlingsenheter. Däremot får denna analysmetod som konsekvens att man inte kan ta hänsyn till den spatiala fördelning som t.ex. gödslingen har. Således kan sådana arealer bli uttagna till gödsling som i praktiken är för små och spridda för att gödslas.

Man kan notera att gödslingsarealerna tenderar att gå upp och ned olika perioder. En orsak till det kan vara att inga av Indelningspaketets bestånd är märkta som gödslade, vilket gör att inga är låsta av tidigare gödslingsåtgärder. Således blir det mycket gödsling period 1, mindre period 2 då en del är låst av gödslingen period 1 etc. Detta är således en modelleffekt som något överskattar gödslingsmöjligheterna under period 1.

6.2 Tolkning av resultat och tillämpning

Den gödslingsstrategi Holmen Skog tillämpar idag i Umeå distrikt är som tidigare nämnts både gödsling innan slutavverkning samt omdrevsgödsling. I denna studie kan scenario "varje åtgärd" närmast jämföras med Holmens nuvarande strategi. Bergsten (2005) redovisar också resultat som tyder på att det är det mest lönsamma gödslingsscenarioet. Inledningsvis presenterades i den här studien hur några ungsskogar reagerade vid de olika gödslingsscenarioerna. Slutsatsen av denna studie var att gödsling vid varje åtgärd i ett bestånd var mest lönsamt. Detta medförde att det förväntades mestadels vara denna typ av gödsling som skulle dominera även i studien på Holmens skogar. Resultaten visade sig däremot inte bli så, utan det som PlanWise mestadels beräknade vara mest lönsamt var att gödsla två gånger innan slutavverkning. Varför blir det så? För att det ska vara lönsamt att gödsla skogen vid varje åtgärd måste skogen vara av den karaktären att flera gallringar kan utföras. Beståndens karaktär i studien på Holmens skogar har inte varit tillräckligt välslutna och få gallringar har därför utförts i många bestånd. Då har det i stället varit mer lönsamt att gödsla två gånger innan slutavverkning. Man kan sedan närmare behöva analysera om det i praktiken blir den effekt som PlanWise beräknar om man gödslar två gånger före slutavverkning.

De gödslingsarealer som PlanWise beräknat kan vid första anblick tyckas höga jämfört med Holmens (2009 gödslades 1500 ha och 2010 gödslades 1600 ha). Tar vi det scenario som gödslar mest ("alla alt." samt inget krav på planeringsreserv) så blir de årliga arealerna de första 5 perioderna i medel 2280 ha. Det kan emellertid inte uteslutas att dagens gödslingsnivåer är relativt höga och inte alls långtifrån vad som maximalt är möjligt att gödsla för att på ett praktiskt sätt bedriva ett effektivt skogsbruk. Hur stor areal som försvinner pga. små och spridda bestånd samt rennäring är svårt att fastställa, men det är troligtvis inte försumbara arealer. Som Holmen Skogs egen gödslingsutredning (Björck 2007) visar, är den årliga arealen som är lämplig att gödsla i Umeå distrikt 1700 ha. Med detta i beaktande samt resultaten som PlanWise beräknat, gödslar troligtvis Holmen så mycket som är praktiskt möjligt redan idag.

6.3 AVB och planeringsreserv

Vilken avverkningsnivå bör Holmen ligga på? Detta beror inte minst på vilket krav på planeringsreserv som är lämplig. Som Figur 7 visar innebär ett högt krav en lägre avverkningsnivå den första tiden. Holmens nuvarande avverkningsberäkning ligger på drygt 391 000 m³ sk med gödsling. Jämför man med denna studie motsvarar det att man ligger på en planeringsreserv mellan 15-20 %. Resultaten i Figur 7 representerar det scenario med intensivast gödsling av alla undersökta scenarier. Fortsätter man ligga på denna planeringsreserv innebär det att på lång sikt kommer avverkningsnivåerna att kunna öka väsentligt.

Planeringsreserven är till för att underlätta planeringsarbetet vid taktisk och operativ planering och borde få variera efter behov. (Holmen framhåller också att det egentligen inte ligger ett absolut krav på planeringsreservens storlek, men eftersom PlanWise optimerar så fungerar det som ett krav i denna studie.) Samtidigt är planeringsreserven kostsam; att gå från inget krav på planeringsreserv till ett krav på 20% minskar nuvärdet med 216 milj. kr. Att ligga på exempelvis 10 % planeringsreserv skulle medföra att det är möjligt att avverka större volymer redan idag samt att även på lång sikt öka avverkningarna något men kosta bara 23 milj. kr jämfört med inget krav. Planeringsarbetet av att utföra avverkningarna operativt skulle däremot riskera att bli besvärliga. Man kan också tänka sig att det i framtiden blir enklare med planeringen (bättre planeringsstöd) och då kan nivån på reserven tillåtas sjunka utan att ställa till med problem i den operativa planeringen. Skulle det, mot förmodan, bli perioder med problem med att planera avverkningarna med en låg planeringsreserv och kortsiktigt riskera få svårt att avverka tillräckliga volymer, kan man se det sparade nuvärdet (jämfört med hög planeringsreserv) som en reserv att öka inköpen av privat skog. På så vis kan man kortsiktigt få in tillräckliga volymer. Men det förutsätter att man är en köpkraftig aktör på en marknad eftersom det idag råder en hård konkurrens.

Det påpekades inledningsvis att Holmen befarar att man låser in slutavverkningar med gödsling och *vice versa*. Det är svårt att se det problemet i den här analysen. Här leder ett ökad avverkning, även vad gäller slutavverkning, till ökad gödsling. Orsaken till detta är rimligtvis att den ökade avverkningen gör mer skog lönsam att gödsla enkelt genom kopplingen mellan avverkning och gödsling. Att det i dag uppstår ett "inlåsningsproblem" kan bero på bristande koppling mellan den strategiska och den taktiska planeringen. En orsak till bristande koppling kan vara att man från den strategiska planeringens strata för ned information om vilka bestånd som ska gödslas i den taktiska planeringen. En annan orsak kan vara att den strategiska planen pekar ut gödslingsarealer som sedan inte går att gödsla (små och spridda objekt, hänsyn till rennäring etc.; jämför diskussionen ovan).

Dessa problem skulle behöva studeras vidare. En metod för att få grepp om planeringsproblemet med gödsling och avverkning borde vara att genomföra den taktiska planeringen för både gödsling och slutavverkning i ett steg. Indata i ett sådant fall är

registerdata. Dock är kvaliteten på registerdata i många fall bristfällig och kan därmed göra planeringen dålig. Skogliga data skulle således behöva förbättras. Men om vi bortser från det så ger en sådan planering en bra geografisk bild över hur gödsling/avverkning bör utföras. Optimeras problemet skulle man behöva ha lösningsmetoder som beaktar att man bör hålla samman områden för att minska flyttkostnader. Troligtvis får man göra det manuellt i planeringen till dess hjälpmedel utvecklats.

Litteratur

Buongiorno, J. & Gilles, J.K. 2003. Decision Methods for Forest Resources Management. San Diego. Academic Press. ISBN: 0-12-141360-8.

Bergsten, Marcus 2005. Skogsmarksgödsling: en ekonomisk analys av olika gödslingsstrategier för ett skogsinnehav i norra Sverige. SLU. Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik vol. 148.

Eriksson, J. 2009. Förutsättningar för Holmen Skogs AVB 2011. PM inom Holmen Skog.

Eriksson, L-O. 2000. The forest planning system of Swedish forest enterprises: A note on the basic elements. Inst. f. skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå.

Holmen Skog. 2007. Gödslingsutredning.

Jacobson, S. & Pettersson, F. 2003. Ny vår för skogsgödslingen? Resultat Skogforsk nr 23.

Jonsson, B., Jacobsson, J., Kallur, H. 1993. The Forest Management Planning Package Theory and application, Studia Forestalia Suecia, no: 189 1993

Keith, K.M, Twery, M., Lexer, M.J., Vacik, H., Ray, D., Shao, G., Borges, J. Chapter 60 Decision Support Systems in Forest Management. In: Frada Burstein, Clyde W. Holsapple (Eds.) 2008. Handbook on decision support systems 2. Springer Verlag. (Klicka på länken)

Lämås, T. Ståhl, G. Dahlin, B. 2003. Heureka – bättre beslut i skogen! Fakta Skog nr 8.

Skogforsk 2005. Skogsgödsling – en handledning från Skogforsk. Skogforsk.

Skogsstyrelsen. 2002. Skogsmarksgödsling – effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljö. Meddelande 6.

Skogsstyrelsen. 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Meddelande 2.

Ståhl, P. H., 2009. Skogskötselserien nr 16, Produktionshöjande åtgärder. Skogsstyrelsen.

Ståhl, G., Wilhelmsson, E. 1994. Planering av skogsbruk. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU, Umeå.

Öhman, K. 2000. Skoglig planering med rumslig dimension. Fakta Skog nr 12.

Otryckt material

David Rönnblom, produktionsledare Holmen Skog, Umeå distrikt. Personlig kommunikation, sommaren 2010.

Jonas Eriksson, chef skoglig planering Holmen Skog, stab. Personlig kommunikation, hösten 2010.

Hemsidor

Anon a. 2010. Skogsstyrelsens hemsida.

<http://www.svo.se/episerver4/templates/SNormalPage.aspx?id=32384>

Tillgänglig 2010-09-14.

Anon b. 2010. Holmen Skogs hemsida.

<http://www.holmenskog.com/main.aspx?ID=624bc247-cb5e-489a-a86f-5213d07e99da>

Tillgänglig 2010-09-14.

Anon c. 2010. Holmen Skogs hemsida.

<http://www.holmenskog.com/Main.aspx?ID=d6255239-cb57-4e5d-bb2d-b3dc187fabad>.

Tillgänglig 2010-09-14.