



UTVÄRDERING AV KONTINUITETSSKOGBRUK FÖR LINKÖPINGS KOMMUNSKOGAR

Karin Öhman, Hampus Holmström och Eva-Maria Nordström



Arbetsrapport 385 2013



UTVÄRDERING AV KONTINUITETSSKOGBRUK FÖR LINKÖPINGS KOMMUNSKOGAR

Karin Öhman, Hampus Holmström och Eva-Maria Nordström

Arbetsrapport 385 2013

Förord

Arbetet bakom denna rapport är finansierat genom Skogssällskapet samt forskningsprogrammet Future Forests. Future Forests stöds av Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (Mistra), Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå Universitet och Skogforsk.

Kontakt: Karin Öhman: karin.ohman@slu.se

Umeå den 17 januari 2013

Preface

The research was funded by the Swedish Forest Society and by the research program Future Forests. Future Forests is a multi-disciplinary research program supported by the Foundation for Strategic Environmental Research (Mistra), the Swedish Forestry Industry, the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Umeå University, and the Forestry Research Institute of Sweden.

Innehållsförteckning	
SAMMANFATTNING.....	4
INLEDNING.....	5
SYFTE.....	6
SKOGLIGA ANALYSER	6
<i>Skogliga data</i>	6
<i>Målformulering för Linköping</i>	9
<i>Heureka systemet</i>	12
<i>Skapande av 3 olika scenarier med Heureka</i>	13
<i>Utfall av de tre scenarierna</i>	16
FLERMÅLSANALYS.....	23
<i>Vad är flermålsanalys?</i>	23
SMART-metoden	24
<i>Utvärdering av scenarier för Linköpings skogar</i>	24
<i>Resultatet av flermålsanalysen för Linköping</i>	27
DISKUSSION	30
REFERENSER.....	34

SAMMANFATTNING

Kontinuitetsskogsbruk är en form av skogsbruk där man avverkar och föryngrar skogen med metoder som inte lämnar marken kal, i kontrast till trakthyggesbruk som idag är den dominerande skogsbruksmetoden i Sverige. De senaste åren har intresset för kontinuitetsskogsbruk ökat eftersom både ekologiska och sociala värden i skogslandskapet anses gynnas av att man undviker kalhyggen. I denna studie utvärderades de långsiktiga effekterna av att applicera kontinuitetsskogsbruk på landskapsnivå för Linköpings kommuns skogsinnehav. Detta gjordes genom att tre alternativa scenarier togs fram för Linköpings kommuns skogar med det skogliga planeringssystemet Heureka. Scenarierna beskrev skogens utveckling under 100 år under tre olika skötselriktningar: (i) Trakthyggesbruk, (ii) kontinuitetsskogsbruk, och (iii) en kombination av trakthygges- och kontinuitetsskogsbruk. De tre scenarierna utvärderades sedan ur ekonomiska, ekologiska och sociala aspekter av representanter för Linköpings kommun med hjälp av flermålsanalys. Sammantaget visade analysen att scenariot med kontinuitetsskogsbruk bäst uppfyller kommunens mål med skogsbruket. Detta beror på att kommunen identifierade ekologiska och sociala värden som mycket viktiga och att kontinuitetsskogsbruk gynnar dessa värden i högre grad än trakthyggesbruk gör.

INLEDNING

Sedan 1950-talet har trakthyggesbruk med kalhuggning varit den dominerande skogsbruksmetoden i Sverige. Skogsskötsel och utveckling av teknologi för skötsel och avverkning har därför också fokuserat på trakthyggesbruk. Under senare år har dock kontinuitetsskogsbruk lyfts fram som ett alternativ. Kontinuitetsskogsbruk, även kallat hyggesfritt skogsbruk, är en form av skogsbruk där man avverkar och förnygrar skogen med metoder som inte lämnar marken kal (Skogsstyrelsen, 2008).

Kontinuitetsskogsbruk bygger på selektiv avverkning av enskilda träd, t ex genom dimensionsavverkning eller blädning, och leder ofta till en flerskiktad skog med träd i olika åldrar (Gadow 2001; Pommerening & Murphy 2004). Detta i kontrast till trakthyggesbruk eller kalhyggesbruk där skogsbruket sker i en cykel av slutavverkning, förnygring, röjning, gallring och leder till en relativt enskiktad och likåldrig skog. En orsak till det ökade intresset är att kontinuitetsskogsbruk anses gynna både ekologiska och sociala värden i skogslandskapet genom att marken aldrig lämnas kal (Cedergren, 2008). I äldre skogar som tidigare plockhuggits men aldrig kalavverkats anses kontinuitetsskogsbruk gynna ekologiska värden eftersom dessa skogar innehåller arter som är beroende av skoglig kontinuitet (se t.ex. Jonsson, Krus & Ranius, 2005). I tätortsnära skogar gynnar kontinuitetsskogsbruk rekreativt värde hos skogen främst genom att kalhyggen undviks (Rydberg & Falck, 2000).

Tyvär saknas till viss del erfarenheter av kontinuitetsskogsbruk och vetenskapligt grundad kunskap om ekonomiska, ekologiska och sociala konsekvenser av kontinuitetsskogsbruk (Skogsstyrelsen, 2002; Skogsstyrelsen, 2008). Det finns därför ett behov av att öka kunskapen både om praktisk tillämpning och om effekter av kontinuitetsskogsbruk. De flesta fältstudier (se t.ex. Erefur, Bergsten & de Chantal, 2008) och modelleringsstudier (e.g., Wikström, 2000) som gjorts, har använts för att klarlägga effekter av kontinuitetsskogsbruk på beståndsnivå och få studier har syftat till att undersöka effekten av kontinuitetsskogsbruk avseende ekonomiska, ekologiska och sociala värden på landskapsnivå (Axelsson, Angelstam & Svensson, 2007). Ett exempel på skogar där det kan finnas intresse för att applicera kontinuitetsskogsbruk är allmänna skogsinnehav, t.ex. kommunskogar eftersom det där kan förekomma många olika förväntningar på hur skogarna ska skötas och dess värden. Allmänheten kanske i första hand vill ha ”rekreativvänliga” skogar som inbjuder till friluftsliv. Detta samtidigt som den biologiska mångfalden även är viktig. Kommunen kan dessutom vilja erbjuda sina kommuninnehavare en attraktiv närmiljö som t.ex. främjar friskvård och på så sätt begränsar ohälsan (Lundell & Dolling, 2010).

Linköping är ett exempel på en kommun som har som mål att aktivt sköta sitt skogsinnehav för att främja både ekonomiska, ekologiska och sociala värden. Linköpings kommun äger ca 2500 hektar skogsmark. En stor del av skogsmarken är allokerad nära bebyggelse runt Linköpings stad och övriga stadsdelar vilket gör att Linköpings kommun äger nästan all tätortsnära skog. Skogsbruket är certifierat enligt FSC vilket innebär att Linköpings kommun ska följa en standard som förväntas ge ett ekologiskt, socialt och

ekonomiskt hållbart skogsbruk. Kommunens övergripande policy är därför att skogen ska ha höga och långsiktigt hållbara sociala, ekologiska och ekonomiska värden (Linköpings kommun, 2006). En rekreationsanpassad skogsbruksplan för Linköpings kommunskogar presenterades 2012. Skogsbruksplanen både beskriver skogstillståndet och föreslår lämpliga skötselåtgärder utifrån skogspolicyn. De anpassningar som föreslås inryms dock i ett konventionellt trakthyggesbruk, även om hänsynen till de sociala värdena är förhållandevis omfattande. För att ytterligare stärka de värden som är kopplade till den tätortsnära skogen finns därför ett intresse av att undersöka de långsiktiga konsekvenserna av en övergång till kontinuitetsskogsbruk på större delen av innehavet: t.ex. hur de sociala värdena påverkas och vilka konsekvenserna kan bli för skogsbrukets ekonomi.

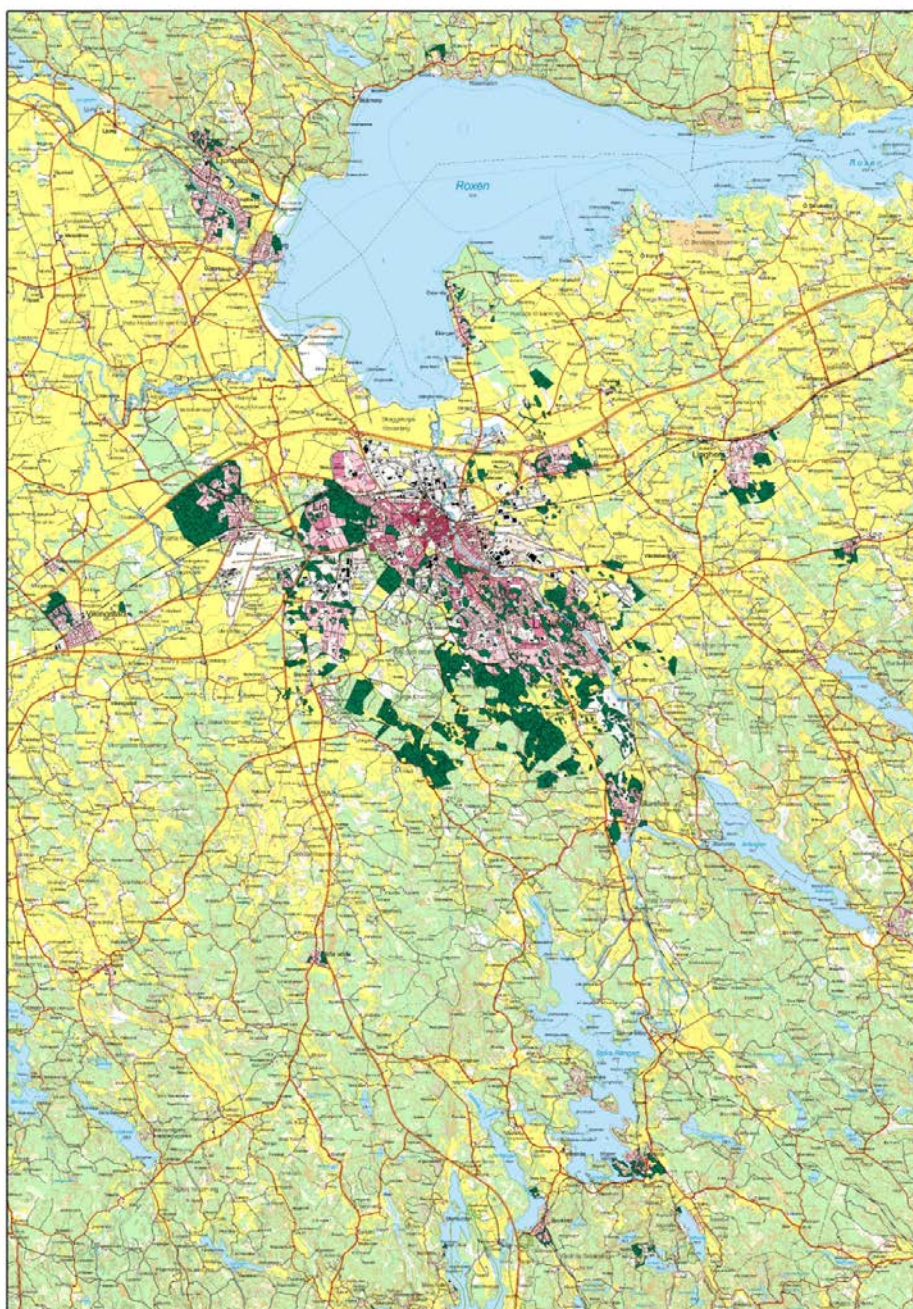
SYFTE

Syftet med denna studie är att utvärdera de långsiktiga effekterna av att applicera kontinuitetsskogsbruk på landskapsnivå för Linköpings kommuns skogsinnehav. Detta har gjorts genom att tre alternativa scenarier tagits fram för Linköpings kommuns skogar. Varje scenario beskriver skogens utveckling under 100 år givet en specificerad skötselriktning. De tre scenarierna har utvärderats ur ekonomiska, ekologiska och sociala aspekter av representanter för Linköpings kommun med hjälp av metoder för flermålsanalys. Avsnittet ”Skogliga analyser” beskriver de skogliga data som analysen baseras på, scenarierna samt Heureka-systemet, som är det system som använts för att göra analyserna. Avsnittet ”Flermålsanalys” beskriver hur utvärderingen av scenarierna gick till och resultatet av utvärderingen.

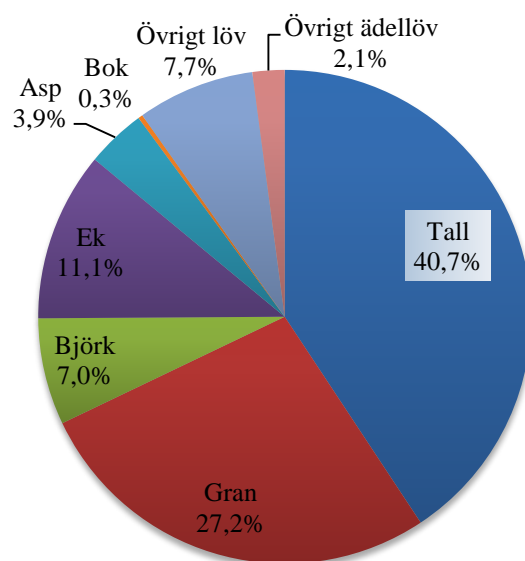
SKOGLIGA ANALYSER

Skogliga data

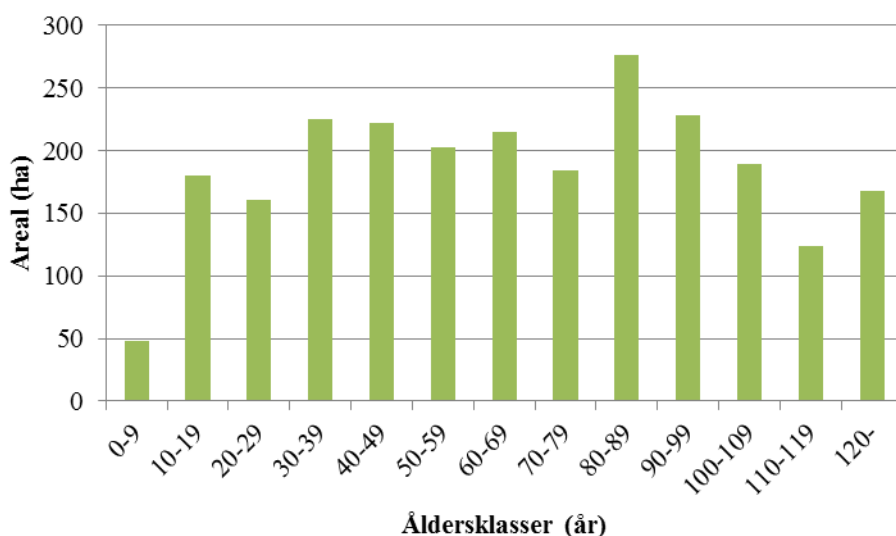
Linköpings kommunskogar omfattar 2422 ha produktiv skogsmark uppdelad på 1136 bestånd, se figur 1. Virkesförrådet är i medeltal 151 m³sk/ha med mest tall och gran, men även andelen ek är påtaglig (se trädslagsfördelningen i figur 2). Granståndorterna utgör däremot den vanligaste skogstypen (60%) med en medelbonitet på 8.6 m³sk/ha och år. Tallståndorternas medelbonitet är 5.9 m³sk/ha och år. Skogens medelålder är i dag 68 år med en åldersklassfördelning enligt figur 3.



Figur 1. Linköpings kommunskogars bestånd markerade i grönt. © Lantmäteriet, i2012/107.



Figur 2. Dagens trädslagsfördelning i Linköpings kommunskogar.



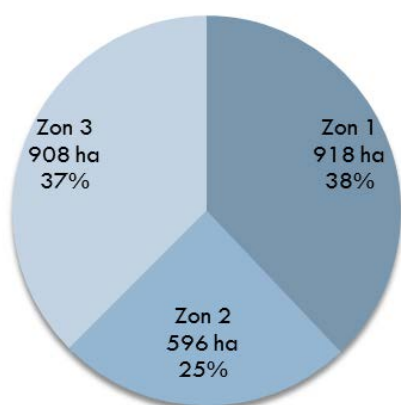
Figur 3. Dagens åldersklassfördelning i Linköpings kommunskogar.

Skogen är uppdelad på tre zoner utifrån den skogspolicy som Linköpings kommun antog 2005 (se figur 4). I denna policy ingår en beskrivning av de sociala, ekologiska och ekonomiska mål som skogsbruket ska sträva efter (Linköpings kommun, 2006). I policyn ingår även indelning av skogen i zoner efter dess rekreativsvärde och för varje zon finns i skogspolicyn riktlinjer för den skogsskötsel som bedöms lämplig:

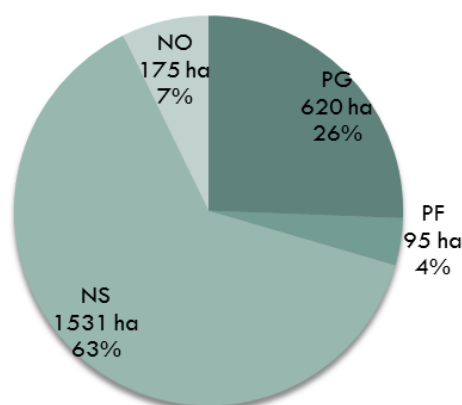
- **Zon 1**, rekreationsskogen, är den skog som är mest tätortsnära och ligger i anslutning till bostäder och friluftsanläggningar. Skogen har ett högt rekreativsvärde eftersom

många människor vistas i den dagligen. Skogarna utgör bland annat ett viktigt lekområde för barn och här finns flera skolskogar.

- **Zon 2**, rekreationsskog med produktionsinslag, som även den nyttjas för rekreation. I denna zon är man ofta med ett speciellt syfte och rör sig över relativt stora ytor. Exempel på sådana som använder skogen i zon 2 är motionärer, ryttare, cyklister och vandrare.
- **Zon 3** är den del av skogen som används minst för rekreation och som därför i stor utsträckning används för skogsproduktion med generell miljöhänsyn.



Figur 4. Fördelningen av Linköpings kommunskog på tre zoner enligt indelningen i skogspolicyn från 2006.



Figur 5. Fördelningen av Linköpings kommunskog på fyra målklasser enligt indelningen i den rekreativt anpassade skogsbruksplanen från 2012.

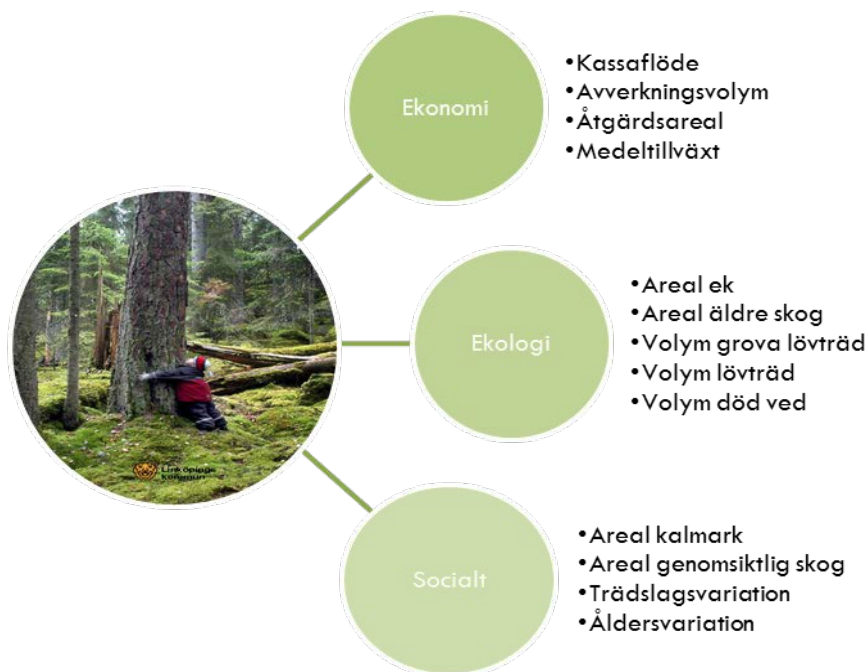
I den rekreativt anpassade skogsbruksplanen från 2012 är skogen också samtidigt indelad i fyra målklasser. Varje bestånd har alltså en målklassning enligt standarden för målklassning i gröna skogsbruksplaner (PG, PF, NS och NO¹). Figur 5 visar fördelningen av skogsarealen på målklasserna. Andelen NS-skog är stor och andelen PG-skog liten jämfört med fördelningen i en genomsnittlig skogsbruksplan. Observera att målklasserna fördelas olika inom de olika zonerna.

Målformulering för Linköping

Ett antal mål för ett hållbart skogsbruk finns redan identifierade i Linköpings kommuns skogspolicy. Denna information kompletterades med mål som identifierades i möten med företrädare för Linköpings kommun. Utifrån denna samlade information formulerades en så kallad målstruktur för Linköpings kommuns skogsbruk, se figur 6. Det övergripande målet är ett hållbart skogsbruk som delas upp i olika mål eller intressen, nämligen

¹ Produktion med generell hänsyn (PG) och Produktion med förstärkt hänsyn (PF) betyder att skogen sköts främst för virkesproduktion med generell respektive förstärkt hänsyn till andra värden. I Naturvård skötsel (NS) syftar skogsskötselåtgärderna främst till att gynna skogens naturvärden. Bestånd klassade som Naturvård orörd (NO) lämnas orörda, d.v.s. utan några skogsskötselåtgärder (Eriksson, 2005)

ekonomiska, ekologiska och sociala aspekter. Vart och ett av dessa tre mål definieras i sin tur i form av olika delmål. Dessa delmål är mätbara aspekter som antingen ska maximeras eller minimeras och som kan användas för att beskriva utfallet av olika skogliga scenarier ("planer") och hur väl de uppfyller de mål som Linköpings kommun ställt på sitt skogsbruk.



Figur 6. Schematisk bild över de mål och delmål som de tre scenarierna utvärderades mot.

Nedan följer en kort beskrivning av varje delmål och hur de definierades i analyserna med Heureka:

- **Kassaflöde:** Kassaflödet är det ekonomiska nettot från skogsbruket. I analyserna med Heureka definierades kassaflödet som summan av intäkter minus kostnader.
- **Avverkningsvolym:** Avverkningsvolym är den mängd virke som avverkas under en viss period. Ofta strävar man efter att hålla avverkningsvolymen jämn över tiden för att få ett jämnt kassaflöde över tiden, för att få ett jämnt virkesflöde till industrin och för att skapa en någorlunda jämn åldersfördelning hos skogen. I analyserna med Heureka definierades avverkningsvolym som total avverkad volym och omfattar virke från slutavverkning, gallring, selektiv avverkning ("blädning") och avverkning av fröträd och skärmar.
- **Åtgärdsareal:** Åtgärdsareal är den areal som berörs av någon typ av skogsbruksåtgärd under en viss period. Det kan röra sig om antingen avverkning i form av t.ex. slutavverkning eller gallring eller om skogsvårdande åtgärder som röjning eller skogsgödsling. Åtgärdsarealen är betydelsefull i planeringen av skogsbruket och om åtgärdsarealen är alltför stor under en period kanske man inte hinner med eller har råd

med alla åtgärder. I analyserna med Heureka definierades åtgärdsareal som total areal som avverkats eller behandlats med skogsvårdande åtgärder.

- **Medeltillväxt:** Medeltillväxten är den genomsnittliga årliga volymtillväxten sett över hela landskapet. Om skogen håller en hög och jämn tillväxt indikerar det att skogen sköts på ett optimalt och hållbart sätt ur ett biologiskt skogsskötselperspektiv. I analyserna med Heureka definierades medeltillväxt som löpande årlig bruttotillväxt, d.v.s. den naturliga mortaliteten har inte räknats bort.
- **Areal ekskog:** Areal ekskog är en naturtyp av särskild betydelse för den biologiska mångfalden. Många mer eller mindre sällsynta djur- och växtarter är beroende av ekskog. I analyserna med Heureka definierades areal ekskog som arealen skog där ek utgör mer än 25% av beståndets volym.
- **Areal äldre skog:** Areal äldre skog blir mer och mer ovanligt i det moderna skogslandskapet och äldre skog är betydelsefull för den biologiska mångfalden eftersom många djur och växter är beroende av äldre skog. I analyserna med Heureka definierades areal äldre skog som areal skog med en beståndsålder över 90 år.
- **Volym grova lövträd:** Volym grova lövträd är också en bristvara i nutidens skog och betydelsefull för den biologiska mångfalden eftersom många mer eller mindre sällsynta djur- och växtarter är beroende av grova lövträd. I analyserna med Heureka definierades volym grova lövträd som volym lövträd med en brösthöjdsdiameter större än 25 cm.
- **Volym lövträd:** Volym lövträd är betydelsefull för den biologiska mångfalden eftersom många djur och växter är beroende av lövträd. I analyserna med Heureka definierades volym lövträd som total volym lövträd.
- **Volym död ved:** Volym död ved är betydelsefull för den biologiska mångfalden eftersom många djur och växter är beroende av död ved. I analyserna med Heureka definierades volym död ved som volym färsk och hård död ved, dvs. död ved av nedbrytningsklasserna 0 och 1 (i Heureka), eller hård död ved enligt Riksskogstaxeringens definition (SLU, 2012).
- **Areal kalmark:** Kalmark är områden som nyligen avverkats där ny skog ännu inte börjat växa upp. Många upplever kalmark som fult och negativt för rekreationsvärdet hos skogen. I analyserna med Heureka definierades areal kalmark som areal skogsmark som är utan träd eller areal skogsmark med en beståndsålder under 5 år.
- **Areal genomsiktig skog:** Genomsiktig skog är skog med ”pelarsal”-karaktär som många upplever som trevlig rekreationsskog eftersom den är ganska ljus med bra sikt. I analyserna med Heureka definierades areal genomsiktig skog som areal skog med en höjd över 10 m och samtidigt färre än 1000 stammar per ha.
- **Trädslagsvariation:** En skog med olika trädslag upplevs ofta som trevlig för rekreation eftersom miljön blir varierad och på så sätt mer intressant att vistas i. I dagens skog är ofta barrträden dominerande och därför kan andelen barrträd användas

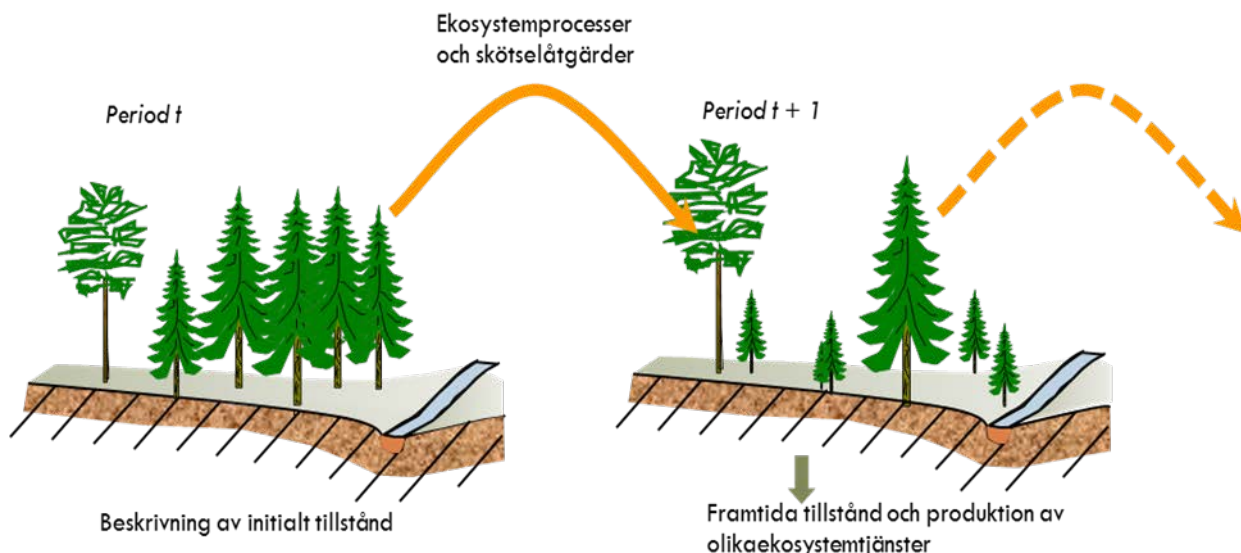
som ett förenklat mått på trädslagsvariation. I analyserna med Heureka definierades trädslagsvariation som andelen barrträd av total stående virkesvolym per bestånd.

- **Åldersvariation:** Även om äldre skog har ett högt rekreativvärde så är en viss åldersvariation också positiv eftersom miljön blir mer varierad. I analyserna med Heureka definierades åldersvariation som standardavvikelsen från skogens sammanlagda medelålder uttryckt i procent av medelåldern.

Heurekasystemet

Heurekasystemet² är ett planeringssystem för skogliga hållbarhetsanalyser och omfattar hela analyskedjan; från insamling av indata, via prognosmodeller och optimering, till verktyg för att rangordna alternativ (Wikström, Edenius et al., 2011). Grunden i Heurekasystemet är trädskiktets utveckling, se figur 7. Utifrån dagens skogstillstånd, olika skötselåtgärder och ekosystemprocesser simuleras framtida tillstånd och produktion av ekosystemtjänster. Prognoser kan göras för en stor mängd variabler. Dessa omfattar traditionella skogliga uppgifter såsom t.ex. virkesförråd, ålder trädslagsfördelning och sortimentsutfall vid avverkning men även naturvärdesindikatorer, rekreativindex, biomassa i olika trädskikt samt kolinnehåll i träd och mark. Analysresultaten kan illustreras i kartor, diagram och tabeller. Givet att beståndsregister och karta är importerat till Heureka så sker simuleringen av ett scenario i två steg i Heureka systemet: skötselprogram simulering (steg 1) och val av skötselprogram (steg 2). I steg 1 genereras ett antal alternativa skötselprogram för alla bestånd i analysområdet. Detta sker genom att bestånden i aktuellt analysområde (skogslandskap) delas in i olika skötselgrupper, s.k. skogsdomäner. Den skogsskötsel som ska simuleras definieras därefter av användaren genom inställningar i s.k. skötselkategorier (kontrollkategorier). Till varje skogsdomän kopplas minst en skötselkategori (man kan alltså analysera flera olika ”skogsskötelsätt” samtidigt) som kontrollerar den skötsel som ska simuleras i bestånden. Ett resultat i form av en skötselplan eller ett scenario för analysområdet erhålls först när ett och endast ett skötselprogram tilldelats varje enskilt bestånd. I steg 2 väljs därför ett skötselprogram för varje avdelning. Detta val av lämpligaste alternativ görs med hjälp av det i Heureka inbyggda optimeringsverktyget. Systemet väljer ett skötselprogram för varje avdelning utifrån den generella målfunktion samt de restriktioner som definierats för analysområdet.

² Heurekasystemet förvaltas av Programmet för skogliga hållbarhetsanalyser (SHa) vid Institutionen för skoglig resurshushållning och består av en serie fritt tillgängliga programvaror. För mer information, besök <http://www.slu.se/heureka>.



Figur 7. Grunden i Heurekas programvaror är trädskiktets utveckling.

Skapande av 3 olika scenarier med Heureka

Utifrån tillståndet i Linköpings kommunskogar simulerades tre alternativa scenarier med varierande grad av kontinuitetsskogsbruk med hjälp av Heureka-systemet. Ett scenario definieras i denna studie som en beskrivning av skogens utveckling och skogsskötsel under en 100-årig tidshorisont, uppdelad på 20 femårsperioder. Målet med respektive scenario var:

- Scenario A – att i möjligaste mån efterlikna en skötsel som beskrivs i Linköpings policy för kommunskogarna, d.v.s. baserat på ett zon- och målklassanpassat konventionellt trakthyggesbruk.
- Scenario B – att efterlikna en skötsel som innebär att kontinuitetsskogsbruk används i en så stor utsträckning som möjligt.
- Scenario C – att simulera en skötsel som innebär en kompromiss med en viss blandning av trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk.

SIMULERING AV SKÖTSELPROGRAM

För varje bestånd genererades upp till 100 alternativa skötselprogram för att skapa en tillräcklig variation med avseende på typen av och tidpunkten för olika skogsbruksåtgärder. Kalkylräntan för att beräkna nuvärdet³ av varje skötselprogram sattes till 2%. Gemensamt för de tre scenarierna är en skötselanpassning till målklasserna samt skötselanpassningar till zonindelningen i kommunens skogsskötselpolicy.

³ Nuvärde är summan av framtida inkomster och utgifter från skogsbruket diskonterade med en viss ränta till dagens datum.

Zon 1

Inom zon 1 simulerades för de 458 NS-bestånden dels att 25% av skogsmarksarealen lämnades orörd, dels att övriga arealer sköttes med ett kontinuitetsskogsbruk där uttag av GROTT tilläts på för åtgärden lämpliga ståndorter. För det enda PF-beståndet inom zon 1 simulerades dels att 10% av skogsmarksarealen lämnades orörd, dels att övriga arealer sköttes med ett kontinuitetsskogsbruk där uttag av GROTT tilläts på för åtgärden lämpliga ståndorter. För det enda PG-beståndet inom zon simulerades dels att 2.5% av skogsmarksarealen lämnades orörd, dels att övriga arealer sköttes med ett kontinuitetsskogsbruk där uttag av GROTT tilläts på för åtgärden lämpliga ståndorter.

Zon 2

Inom zon 2 simulerades för de 225 NS-bestånden dels att 25% av skogsmarksarealen lämnades orörd, dels att övriga arealer sköttes med ett lövgynnande skogsbruk med förlängda omloppstider där naturlig förnyring erhöles genom lämnande av täta fröträdsställningar bestående av i första hand lövträd. För det obefintliga PF-beståndet inom zon 2 simulerades dels att 10% av skogsmarksarealen lämnades orörd, dels att övriga arealer sköttes med ett lövgynnande skogsbruk med förlängda omloppstider där naturlig förnyring erhöles genom lämnande av täta fröträdsställningar bestående av i första hand lövträd. För de tre PG-bestånden inom zon 2 simulerades dels att 2.5% av skogsmarksarealen lämnades orörd, dels att övriga arealer sköttes med ett lövgynnande skogsbruk med förlängda omloppstider där naturlig förnyring erhöles genom lämnande av täta fröträdsställningar bestående av i första hand lövträd.

Zon 3

Inom zon 3 simulerades för de 71 NS-bestånden att 25% av skogsmarksarealen lämnades orörd. Därefter simulerades för dessa bestånd två olika skötselsystem; dels ett konventionellt trakthyggesbruk och dels ett kontinuitetsskogsbruk där uttag av GROTT tilläts på för åtgärden lämpliga ståndorter. För de 37 PF-bestånden inom zon 3 simulerades att 10% av skogsmarksarealen lämnades orörd. Därefter simulerades för dessa bestånd två olika skötselsystem; dels ett konventionellt trakthyggesbruk och dels ett kontinuitetsskogsbruk där uttag av GROTT tilläts på för åtgärden lämpliga ståndorter. För de 249 PG-bestånden inom zon 3 simulerades att 2.5% av skogsmarksarealen lämnades orörd. Därefter simulerades för dessa bestånd två olika skötselsystem; dels ett konventionellt trakthyggesbruk och dels ett kontinuitetsskogsbruk där uttag av GROTT tilläts på för åtgärden lämpliga ståndorter. Slutligen för 14 ekdominerade PF- och PG-bestånd inom zon 3 simulerades att 5% av skogsmarksarealen lämnades orörd. Därefter simulerades för dessa bestånd två olika skötselsystem; dels ett konventionellt trakthyggesbruk anpassat för ek och dels ett kontinuitetsskogsbruk, även det ekanpassat.

Dessutom simulerades för samtliga zoner en särskild skötsel i ekskogarna, för att gynna löv och då i första hand ekarna. För samtliga scenarier och oberoende av zontillhörighet simulerades inga skogsbruksåtgärder i NO-bestånden ($20 + 28 + 29 = 77$ bestånd i zon 1, 2 resp. 3).

VAL AV SKÖTSELPROGRAM

Utifrån den uppsättning skötselprogram som genererades skapades tre olika scenarier med hjälp av det i Heureka inbyggda optimeringsverktyget.

Förutsättning för scenario A, traditionellt skogsbruk

Målet med scenario A var att efterlikna en skötsel som i möjligaste mån efterliknade den som beskrivs i Linköpings policy för kommunskogarna, d.v.s. baserat på ett zon- och målklassanpassat konventionellt trakthyggesbruk. Detta erhöles genom att i optimeringen maximera nuvärdet från framtida skogsbruk under förutsättning att de 71 NS-bestånden, de 37 PF-bestånden, de 249 PG-bestånden och de 14 ekdominerade bestånden i zon 3 ”tvingades” att skötas med trakthyggesbruk vid detta scenario. Nuvärdet (vid 2% ränta) av scenariots skogsbruk blev 41509 kr/ha.

Förutsättning för scenario B, kontinuitetsskogsbruk

Målet med scenario B var att efterlikna en skötsel som innebar att kontinuitetsskogsbruk användes i en så stor utsträckning som möjligt. Detta erhöles genom att i optimeringen maximera nuvärdet från framtida skogsbruk under förutsättning att de 71 NS-bestånden, de 37 PF-bestånden, de 249 PG-bestånden och de 14 ekdominerade bestånden ”tvingades” att skötas med kontinuitetsskogsbruk i zon 3 för detta scenario. Nuvärdet (vid 2% ränta) av scenariots skogsbruk blev 30048 kr/ha (72% av nuvärdet i scenario A).

Förutsättning för scenario C, kombination av traditionellt och kontinuitetsskogsbruk

I scenario C simulerades skötseln såsom en kompromiss med en viss blandning av trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk. Detta erhöles genom att vid optimeringen maximera den kontinuitetsskogsbrukade arealen, med villkoret (restriktionen) att nuvärdet inte fick understiga 90% av nuvärdet vid scenario A, d.v.s. vid ett konventionellt trakthyggesbruk. Det innebär då för de 71 NS-bestånden, de 37 PF-bestånden, de 249 PG-bestånden och de 14 ekdominerade bestånden i zon 3 att merparten av dessa kommer skötas med kontinuitetsskogsbruk emedan ett antal, de där kontinuitetsskogsbruket är förhållandevis kostsamt, kommer att trakthyggesbrukas vid detta scenario. Av de inalles 371 bestånden med möjligheten att skötas med båda skötselsystemen, motsvarande 771 ha produktiv och brukad (ej av naturvårdsskäl lämnad orörd) skogsmark, kom 205 (445 ha) att brukas med kontinuitetsskogsbruk och 166 (326 ha) med trakthyggesbruk. Nuvärdet (vid 2% ränta) av scenariots skogsbruk blev 37360 kr/ha.

I optimeringen för samtliga tre scenarier krävdes att den avverkade volymen inte i någon femårsperiod varierade med mer än 10 % från den genomsnittliga periodvisa avverkningsvolymen (det s.k. jämnhetskravet). Dessutom fick den sammanhängande hyggesstorleken inte överstiga fem hektar i någon period för något scenario.

Utfall av de tre scenarierna

De tre scenarierna, A, B respektive C, leder till olika utfall för de olika delmålen. Den totala mängden eller nivån för delmålen varierar mellan scenarierna men scenarierna uppvisar också olika mönster över tiden för de olika delmålen. Tabell 1 visar medelnivåerna för de olika delmålen över tiden, d.v.s. medelvärdena över hela planeringsperioden, 100 år (20 stycken femårsperioder). Tabell 2 beskriver variationen över tiden för varje delmål i termer av lägsta nivå och högsta nivå för respektive delmål. Tabell 3 redovisar medelavvikelsen som är ytterligare ett mått på variationen över tiden för delmålen som beräknats som ett medelvärde av absolutvärdena för avvikelserna i varje femårsperiod från medelvärdet för hela planeringsperioden. Figurerna 8-20 visar hur utfallet för de olika delmålen fördelas över tiden (uppdelat i 20 femårsperioder) i de olika scenarierna.

Tabell 1. Utfallet för de tre scenarierna i form av medelnivåer, d.v.s. medelvärdet över 100 år för varje delmål

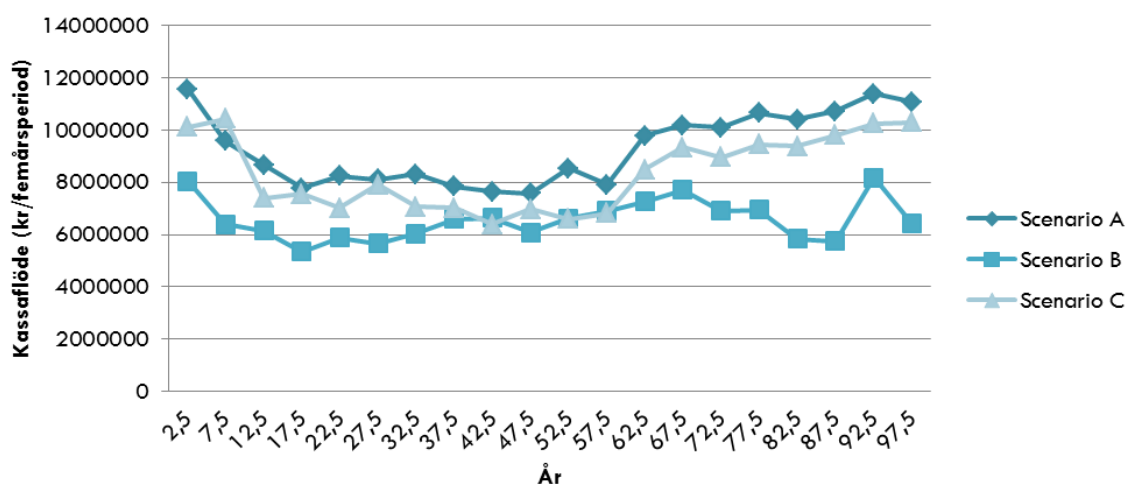
MEDELNIVÅER FÖR DELMÅLEN	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C
Kassaflöde (kr/år)	1861512	1313356	1672569
Avverkningsvolym (m ³ sk/ha o. år)	3.52	2.46	3.11
Åtgärdad areal (ha/år)	111.37	86.90	102.08
Tillväxt (m ³ sk/ha o. år)	4.88	3.89	4.48
Areal ekskog (ha)	372.85	437.50	389.83
Areal äldre skog (>90 år) (ha)	1022.26	1453.13	1195.49
Volym grova lövträd (m ³ sk/ha)	51.46	63.25	57.59
Volym lövträd (m ³ sk/ha)	70.18	83.65	78.14
Volym död ved (m ³ /ha)	6.52	7.28	6.89
Areal kalmark (ha)	52.71	0.26	25.94
Areal genomsiktig skog (ha)	1399.03	1890.81	1641.39
Trädslagsvariation (andel barrträd) (%)	34.6	35.3	34.8
Åldersvariation, (år)	35.82	29.55	32.27

Tabell 2. Utfallet för de tre scenarierna i form av lägsta och högsta nivåer för varje delmål (redovisat som "lägsta nivå/högsta nivå" i tabellen)

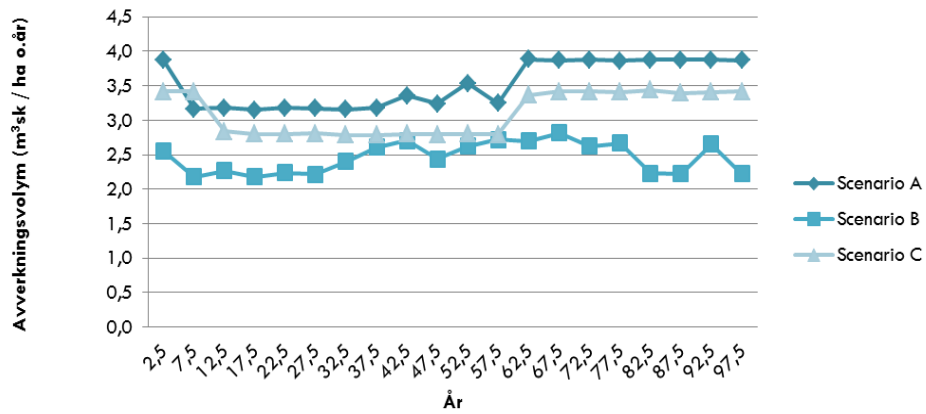
LÄGSTA/HÖGSTA NIVÅER	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C
Kassaflöde (kr/år)	1515245 / 2315259	1070374 / 1633558	1279883 / 2087239
Avverkningsvolym (m ³ sk/ha o. år)	3.15 / 3.88	2.18 / 2.82	2.79 / 3.44
Åtgärdad areal (ha/år)	86.07 / 133.82	54.61 / 103.57	73.96 / 119.28
Tillväxt (m ³ sk/ha o. år)	4.38 / 5.22	2.72 / 4.65	3.44 / 4.90
Areal ekskog (ha)	353 / 442	425 / 450	380 / 442
Areal äldre skog (>90 år) (ha)	714 / 1309	812 / 2084	727 / 1765
Volym grova lövträd (m ³ sk/ha)	33.06 / 60.22	35.45 / 75.95	33.32 / 70.59
Volym lövträd (m ³ sk/ha)	56.05 / 75.12	58.47 / 93.21	56.26 / 87.00
Volym död ved (m ³ /ha)	3.47 / 8.83	3.58 / 9.68	3.50 / 9.41
Areal kalmark (ha)	18.1 / 130.8	0.0 / 2.6	0.0 / 105.3
Areal genomsiktig skog (ha)	1262.8 / 1870.5	1741.2 / 2056.4	1473.4 / 1870.5
Trädslagsvariation (andel barrträd) (%)	33.7 / 36.3	34.4 / 36.3	33.7 / 36.3
Åldersvariation, (år)	27.9 / 44.2	27.2 / 32.2	27.7 / 37.4

Tabell 3. Utfallet för de tre scenarierna i form av medelavvikelser för varje delmål, d.v.s. medelvärdet av absolutvärdena för avvikelserna i varje femårsperiod från medelvärdet för hela planeringsperioden

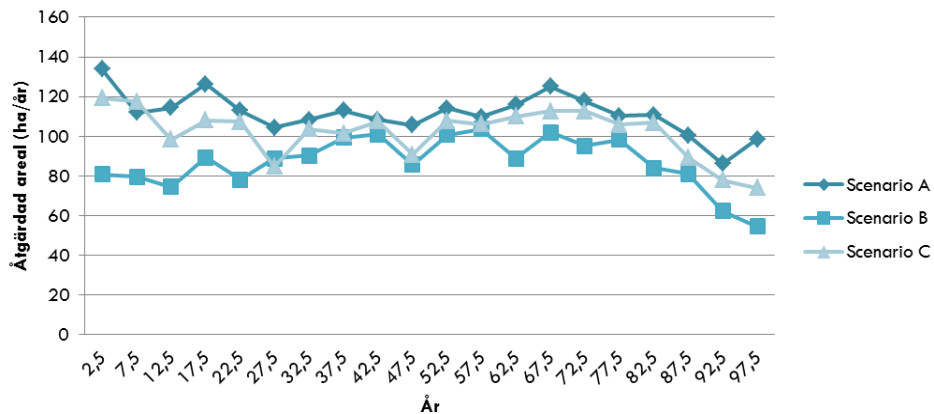
MEDELAVVIKELSER FÖR DELMÅLEN	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C
Kassaflöde (kr/år)	1243507	612558	1288793
Avverkningsvolym (m ³ sk/ha o. år)	0.32	0.20	0.31
Åtgärdad areal (ha/år)	7.14	10.16	9.80
Tillväxt (m ³ sk/ha o. år)	0.25	0.58	0.32
Areal ekskog (ha)	13.18	3.73	7.35
Areal äldre skog (>90 år) (ha)	182.57	381.28	311.66
Volym grova lövträd (m ³ sk/ha)	7.84	11.94	10.93
Volym lövträd (m ³ sk/ha)	4.68	14.93	13.98
Volym död ved (m ³ /ha)	1.43	1.71	1.69
Areal kalmark (ha)	17.89	0.47	21.89
Areal genomsiktlig skog (ha)	98.89	92.33	117.20
Trädslagsvariation (andel barrträd) (%)	0.4	0.6	0.5
Åldersvariation, (år)	4.41	1.46	2.38



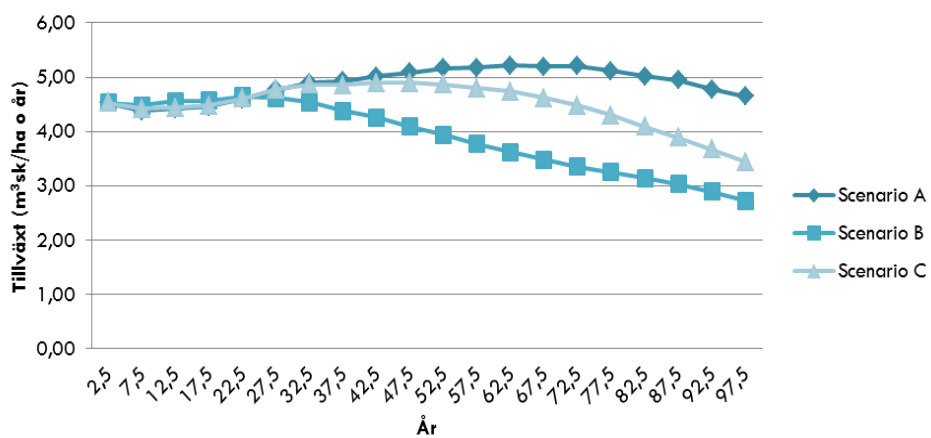
Figur 8. Utfallet av delmålet "kassaflöde" för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.

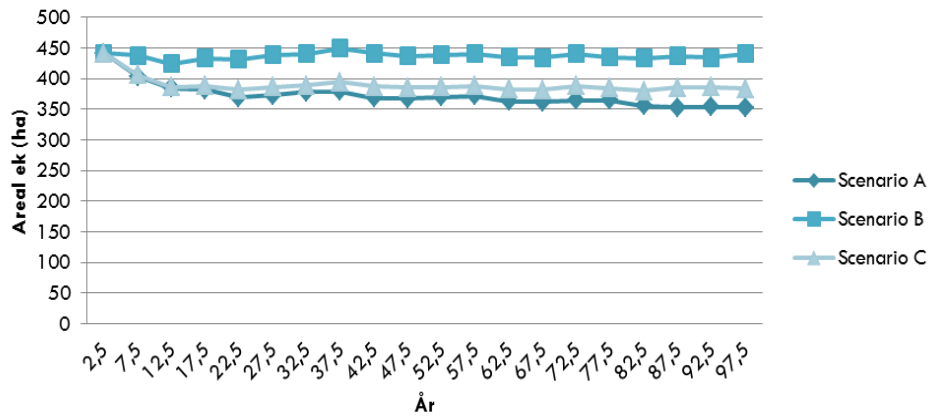


Figur 9. Utfallet av delmålet ”avverkningsvolym” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.

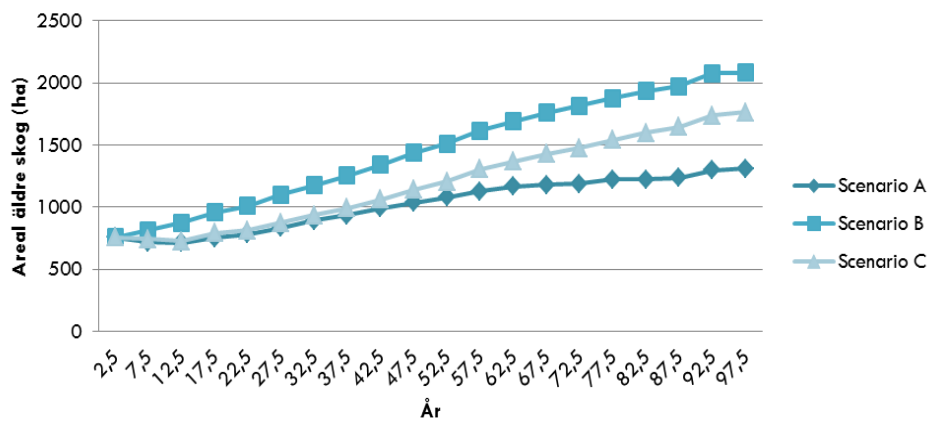


Figur 10. Utfallet av delmålet ”åtgärdsareal” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.

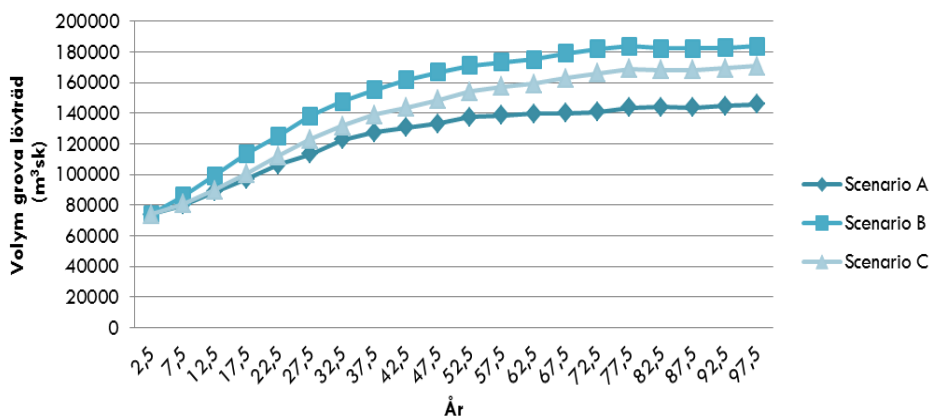




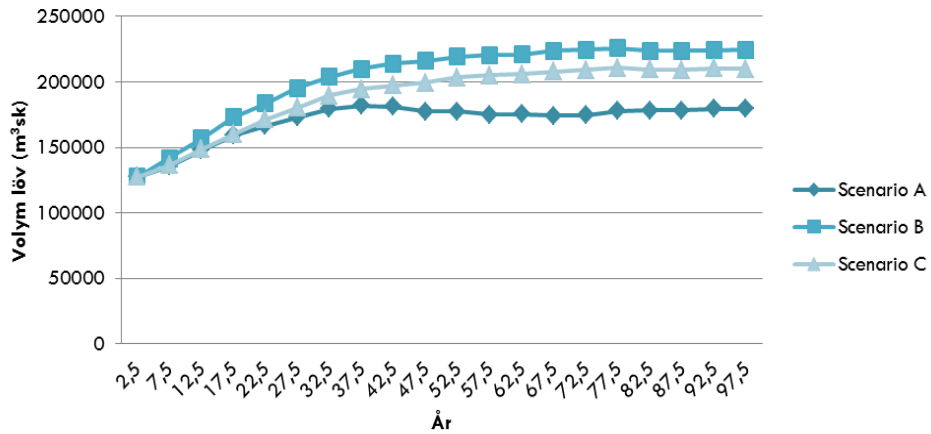
Figur 12. Utfallet av delmålet ”areal ekskog” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder. Bestånd där minst 25% av volymen utgörs av ek (*Quercus robur*) har i detta fall klassats som ekskog.



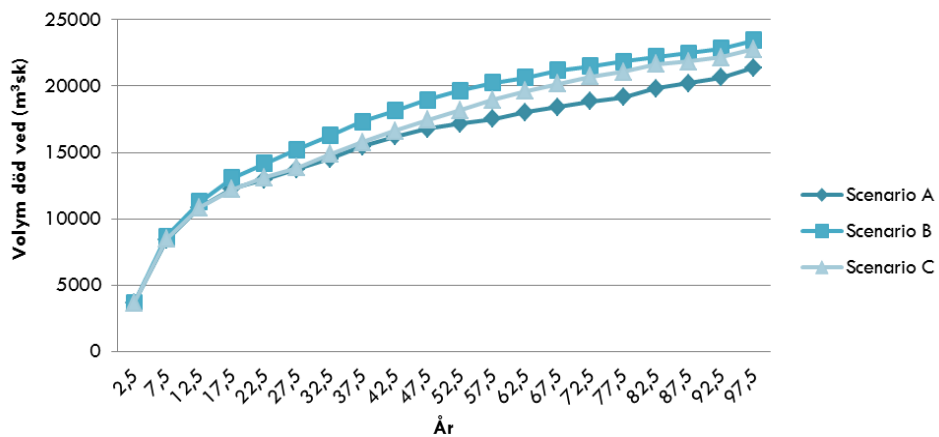
Figur 13. Utfallet av delmålet ”areal äldre skog” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder. äldre skog definierades som bestånd med en grundtyevägd medelålder över 90 år.



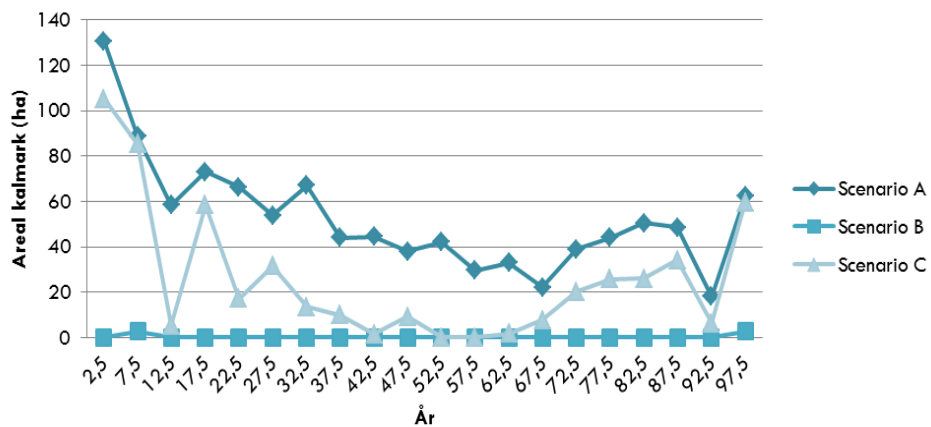
Figur 14. Utfallet av delmålet ”volym grova lövträd” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder. I denna studie räknades lövträd med en brösthöjdsdiameter större än 25 cm räknas som grova.



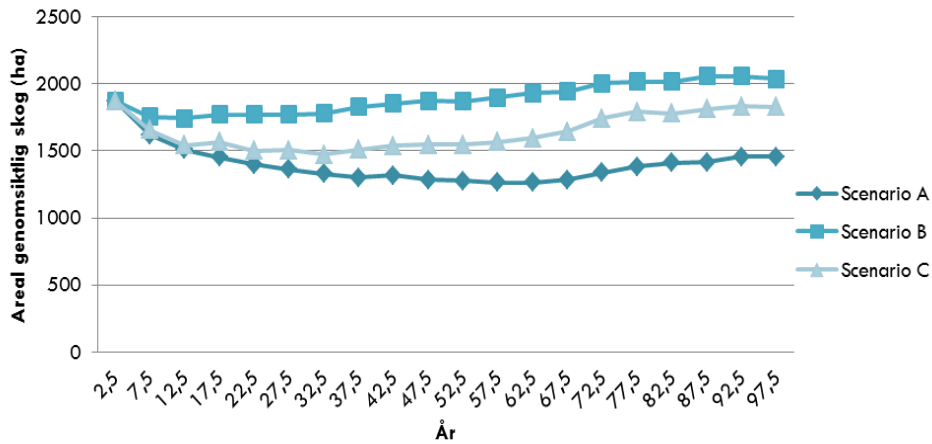
Figur 15. Utfallet av delmålet ”volym löv” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.



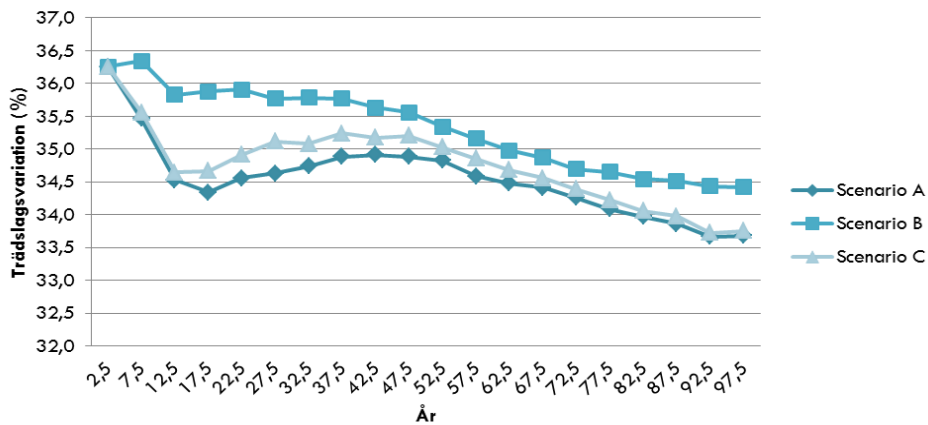
Figur 16. Utfallet av delmålet ”volym död ved” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.



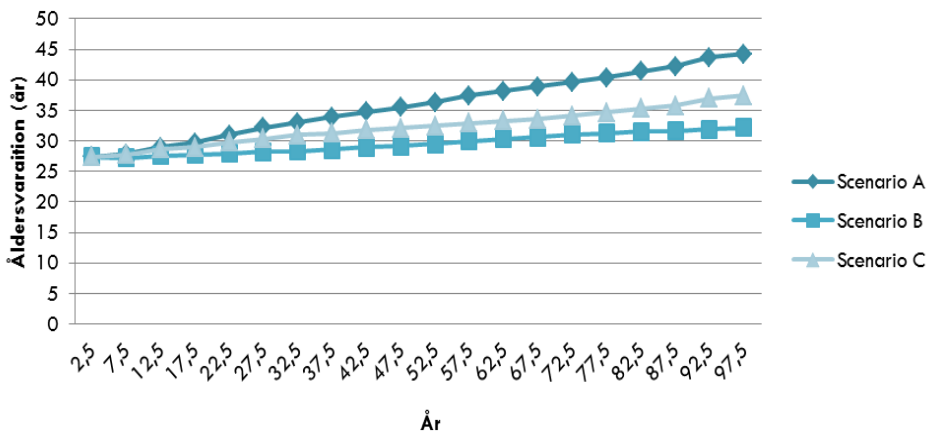
Figur 17. Utfallet av delmålet ”areal kalmark” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.



Figur 18. Utfallet av delmålet ”areal genomsiktig skog” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder. I denna studie räknades bestånd med en grundtyevägd medelhöjd på minst 10 m och med maximalt 1 000 stammar/ha som genomsiktliga.



Figur 19. Utfallet av delmålet ”trädslagsvariation/barrandel” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder. Delmålet mättes som volymandelen barrträd (tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*)) av totala virkesförrådet.



Figur 20. Utfallet av delmålet ”åldersvariation” för de tre scenarierna över 100 års planeringshorisont uppdelat på 20 femårsperioder.

FLERMÅLSANALYS

Vad är flermålsanalys?

Inget av de tre framtagna scenarierna är ”bäst” utifrån samtliga delmål på så sätt att de alltså uppvisar det högsta eller lägsta genomsnittliga värdet beaktat den 100-åriga planeringshorisonten för en viss plan, se tabell 1-3 samt figur 8-20. Att analysera konsekvenserna av kontinuitetsskogsbruk utifrån ekonomiska, ekologiska och sociala värden innebär därför att man både måste ta hänsyn till utfallet för varje delmål för respektive scenario samt hur viktiga dessa delmål är i förhållande till varandra för beslutsfattaren. Både objektiva fakta och subjektiva värderingar styr alltså hur väl de olika scenarierna uppfyller en skogsägares målbild.

Ett användbart verktyg i processer när man vill utvärdera ett antal scenarier mot flera olika mål och där utvärderingen beror på de inblandades värderingar är flermålsanalys. Flermålsanalys (Multiple Criteria Decision Analysis, MCDA) är ett samlingsnamn för olika ansatser och tekniker som kan användas i planeringsproblem där flera olika mål är viktiga men står i konflikt med varandra. När det finns flera olika mål som inte kan uppfyllas samtidigt betyder det att för att förbättra utfallet för ett mål måste man göra avkall på ett annat mål. Flermålsanalys kan då användas för att göra avvägningar mellan de olika målen och det är beslutsfattarens värderingar eller preferenser som styr avvägningen. Med flermålsanalys kan alltså olika mål jämföras trots att de inte mäts med samma skala. Exempelvis kan avvägning göras mellan mål som ”inkomst från försäljning av virke” och ”areal gammal skog”, utan att värdet av ”areal gammal skog” behöver räknas om till kronor och ören. Målen kan vara både kvantitativt mätbara, som för inkomst i kronor eller areal gammal skog i hektar, men också kvalitativa. Ett exempel på ett kvalitativt mål är ”landskapsbild” som skulle kunna mätas på en konstruerad skala där beslutsfattaren anger hur mycket han eller hon uppskattar landskapsbilden. Den grundliga genomgång av situationen som genomförs i en process med flermålsanalys ökar kunskapen om problemet vilket i sin tur kan leda till bättre slutlösningar. Olika mål och delmål kan vägas mot varandra för att finna kompromisslösningar. Rätt använt kan flermålsanalys alltså ta hänsyn till flera konfliktfyllda mål, hantera både kvalitativa och kvantitativa mål, ge problemet en tydlig struktur, ta fram en modell som kan användas för diskussion med företrädare för olika intressen. Under förutsättningen att mål, delmål och alternativ finns identifierade, genomförs en flermålsanalys i tre steg:

- värdering av målens relativa betydelse,
- värdering av utfallet för respektive scenario och mål,
- rangordning av scenarierna och känslighetsanalys av resultaten.

I det första steget anger inblandade parter sina preferenser för de olika målen.

”Preferenser” innebär här vad som föredras framför någonting annat och hur mycket mer det då föredras (eller vice versa). I det andra steget anger man sina preferenser för de olika

scenarierna i förhållande till vart och ett av målen. I det tredje steget kombineras sedan informationen från de tidigare stegen för att få fram en rangordning av alternativen, d.v.s. i denna studie de olika scenarierna. Känslighetsanalysen visar på hur slutresultatet kan ändras av ändrade preferenser och ger ett mått på stabiliteten i analysen. Exakt hur de tre stegen genomförs beror på vilken metod för flermålsanalys som används. Det finns olika metoder, från förhållandevis enkla till mycket avancerade, i fråga om hur preferensinformationen tas in och bearbetas.

SMART-metoden

Den metod för flermålsanalys som användes i Linköping baserades på en så kallad poängallokeringsmetod, SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) (von Winterfeldt & Edwards, 1986). SMART finns implementerad i Heureka-systemets applikation för flermålsanalys, PlanEval. SMART utgår från att varje intressent tilldelar 100 poäng till det intresse han eller hon anser viktigast och ger därefter övriga mål lägre poäng proportionellt mot grad av betydelse. Proceduren fortsätter sedan med att varje intressent för varje intresse ger 100 poäng till det delmål han eller hon anser viktigast. Därefter ges övriga delmål lägre poäng proportionellt mot grad av betydelse. Proceduren fortsätter tills alla delmål för alla mål är viktade. Intressenternas poäng för varje delmål omvandlas till en vikt mellan 0 och 1 genom att dividera poängen för det delmålet med den totala poängen för det målet. Utvärderingen av utfallet för respektive delmål och scenario hanteras på liknande sätt. Varje intressent tilldelar för 100 poäng till det scenario han eller hon anser bäst för ett visst delmål. Därefter ges övriga scenarier lägre poäng proportionellt mot grad av måluppfyllelse. Intressenternas poäng för varje scenario omvandlas till en vikt mellan 0 och 1 genom att dividera poängen för scenariot med den totala poängen för det delmålet. En total rangordning av de ingående scenarierna kan därefter beräknas genom att vikten för respektive scenario multipliceras med respektive vikter för mål och delmål. Faktaruta 1 visar hur beräkningarna med SMART -metoden genomförts i Linköping som exempel.

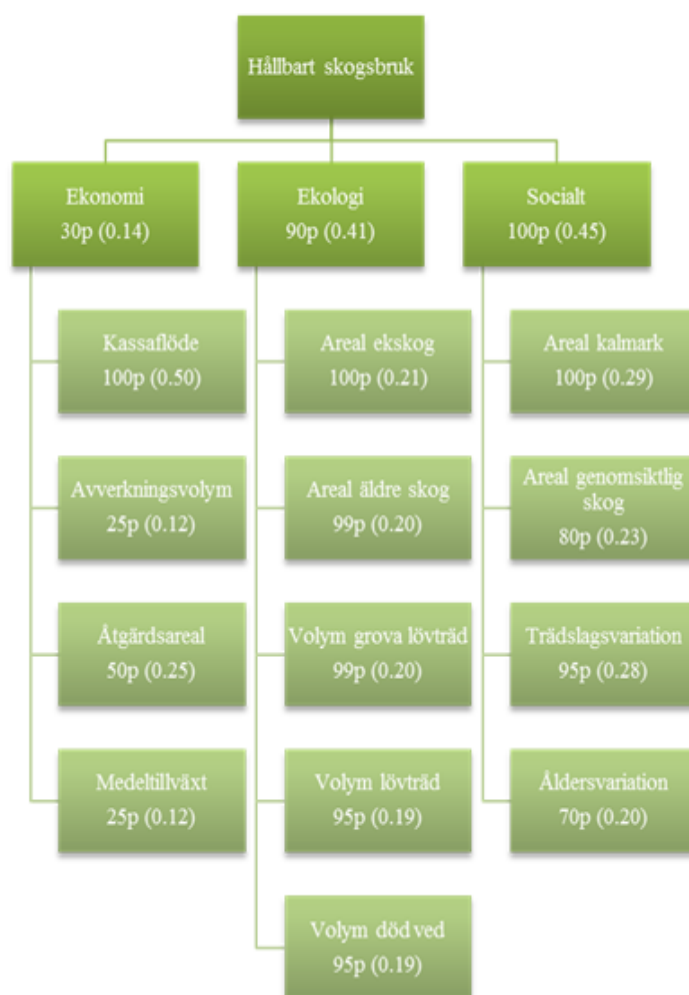
Utvärdering av scenarier för Linköpings skogar

De tre scenarierna utvärderades med hjälp förvaltaren för Linköpings kommuns skogar samt en av Linköpings kommunekologer. Dessa två intressenter utvärderade målens relativa betydelse samt utfallet för respektive scenario med hjälp av SMART-metoden. Vid utvärderingen presenterades först den allmänna skötselriktningen för de tre scenarierna. Därefter presenterades utfallet över tid för respektive mål. Utfallet för varje delmål presenterades i diagramform, t.ex. avseende kassaflödet över tid (d.v.s. de 20 femårsperioderna). Som ett stöd för utvärderingen presenterades även medelvärde över tid, lägsta och högsta värdet över tid, medeltrenden över tid samt variationen över tid. Förvaltaren och kommunekologen fick för varje delmål, t.ex. avseende kassaflödet, ange poäng med hjälp av PlanEval. Efter att alla delmål presenterats fick de sedan ange den relativa betydelsen av de olika delmålen för att slutligen ange den relativa betydelsen av de olika målen. Därefter beräknades en total vikt för varje mål, delmål och scenario för dels förvaltaren och dels kommunekologen. Slutligen beräknades medelvärdet av förvaltarens och kommunekologens vikter och en gemensam, aggregerad rangordning av scenarierna räknades fram (se faktaruta 1 för en översikt av beräkningarna som gjordes).

Faktaruta 1.

Målstrukturen för Linköping innehåller tre målen, ekonomi, ekologi och socialt, som i sin tur brutits ned till mer preciserade delmål. Denna nedbrytning görs så långt man finner lämpligt för att kunna utvärdera scenarierna. Scenarierna A, B och C utvärderas mot varje delmål längst ned i hierarkin. Här visar vi hur skogsförvaltaren viktat de olika delmålen betydelse i varje gren och de olika målen betydelse samt viktat varje scenario utifrån hur väl de uppfyller vart och ett av delmålen. Utifrån detta kan sedan ett totalt relativt värde för respektive scenario beräknas. Beräkningarna går till på följande sätt:

- 1) För varje mål och delmål har förvaltaren angett en poäng och talet inom parentes anger den vikt som beräknats utifrån poängen:



2) På samma sätt har förvaltaren angett en poäng för hur väl respektive scenario uppfyller delmålen och talet inom parentes anger den vikt som beräknats utifrån poängen:

DELMÅL	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C
Kassaflöde	75p (0.33)	50p (0.22)	100p (0.44)
Avverkningsvolym	71p (0.27)	92p (0.35)	100p (0.38)
Åtgärdad areal	73p (0.28)	90p (0.34)	100p (0.38)
Tillväxt	76p (0.29)	87p (0.33)	100p (0.38)
Areal ekskog	90p (0.32)	100p (0.35)	95p (0.33)
Areal äldre skog (>90 år)	80p (0.30)	100p (0.37)	90p (0.33)
Volym grova lövträd	80p (0.30)	100p (0.37)	90p (0.33)
Volym lövträd	80p (0.30)	100p (0.37)	90p (0.33)
Volym död ved	50p (0.22)	100p (0.44)	75p (0.33)
Areal kalmark	50p (0.21)	90p (0.38)	100p (0.42)
Areal genomskiktig skog	70p (0.25)	100p (0.34)	90p (0.35)
Trädslagsvariation (andel barrträd)	97p (0.33)	100p (0.34)	97p (0.33)
Åldersvariation	76p (0.29)	87p (0.33)	100p (0.38)

3) Slutligen summeras vikterna för mål, delmål och scenarier för att beräkna ett totalt relativt värde för scenarierna:

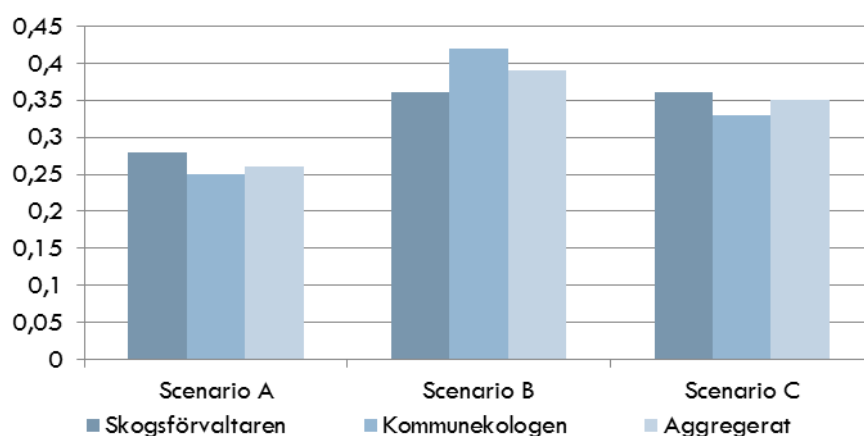
SCENARIO	MÅL	BERÄKNING	SUMMA
A	Ekonomi	$0.14 * ((0.50 * 0.33) + (0.12 * 0.27) + (0.25 * 0.28) + (0.12 * 0.29)) =$	0.04
	Ekologi	$0.41 * ((0.21 * 0.32) + (0.20 * 0.30) + (0.20 * 0.30) + (0.19 * 0.30) + (0.19 * 0.22)) =$	0.12
	Socialt	$0.45 * ((0.29 * 0.21) + (0.23 * 0.25) + (0.28 * 0.33) + (0.20 * 0.29)) =$	0.12
	Totalt	$0.04 + 0.12 + 0.12 =$	0.28
B	Ekonomi	$0.14 * ((0.50 * 0.22) + (0.12 * 0.35) + (0.25 * 0.34) + (0.12 * 0.33)) =$	0.04
	Ekologi	$0.41 * ((0.21 * 0.35) + (0.20 * 0.37) + (0.20 * 0.37) + (0.19 * 0.37) + (0.19 * 0.34)) =$	0.15
	Socialt	$0.45 * ((0.29 * 0.38) + (0.23 * 0.39) + (0.28 * 0.34) + (0.20 * 0.33)) =$	0.16
	Totalt	$0.04 + 0.15 + 0.16 =$	0.36
C	Ekonomi	$0.14 * ((0.50 * 0.44) + (0.12 * 0.38) + (0.25 * 0.38) + (0.12 * 0.38)) =$	0.06
	Ekologi	$0.41 * ((0.21 * 0.33) + (0.20 * 0.33) + (0.20 * 0.33) + (0.19 * 0.33) + (0.19 * 0.33)) =$	0.13
	Socialt	$0.45 * ((0.29 * 0.42) + (0.23 * 0.35) + (0.28 * 0.33) + (0.20 * 0.38)) =$	0.17
	Totalt	$0.06 + 0.13 + 0.17 =$	0.36

För enkelhetens skull visar vi här bara beräkningarna för förvaltarens preferenser, men kommunekologen viktade på samma sätt mål och scenarier. Sedan räknades medelvärdet av deras respektive viktningar ut för att få fram en gemensam, aggregerad rangordning av scenarierna (se nästa avsnitt).

Resultatet av flermålsanalysen för Linköping

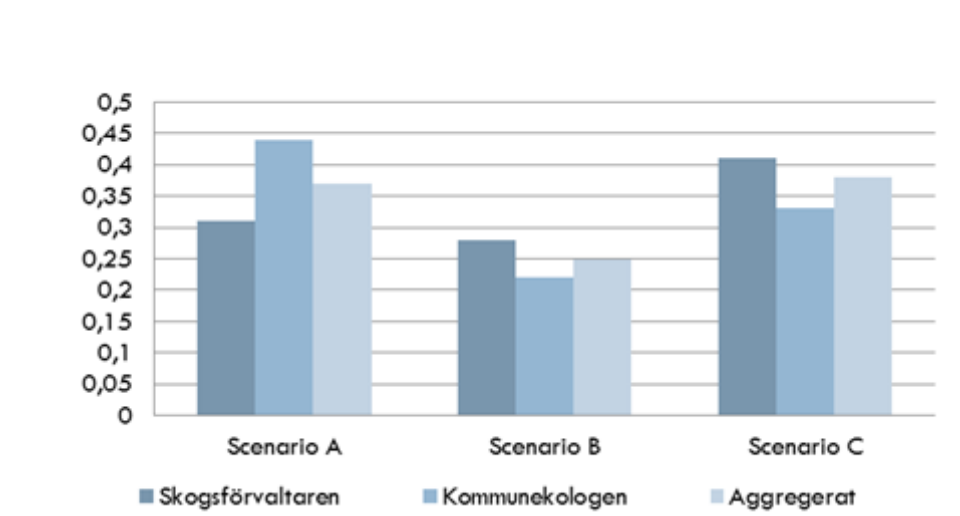
Resultatet, d.v.s. rangordningen av de tre scenarierna, rangordningen av de olika delmåls betydelse samt rangordningen av utfallet för respektive scenario presenterades vid utvärderingen för de två intressenterna, se figur 21-27.

Det totala relativa värdet av de tre scenarierna visas i figur 21. Scenario B framstår alltså som det scenario som passar bäst för Linköpings kommun utifrån hur skogsförvaltaren och kommunekologen värderat olika mål och delmål. Kommunekologen har värderat scenario B högst medan skogsförvaltaren värderar scenarierna B och C lika högt. Scenario A med övervägande trakthyggesbruk framstår som minst attraktivt.



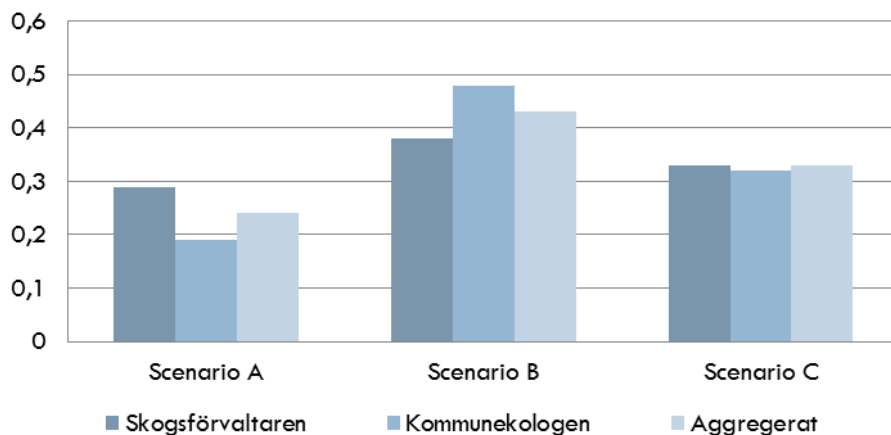
Figur 21. Rangordningen av de tre scenarierna för Linköpings kommun.

Ur ett ekonomiskt perspektiv värderas däremot scenario B lägst (figur 22). Kommunekologen värderar scenario A som bäst för ekonomin medan skogsförvaltaren värderar scenario C högst.



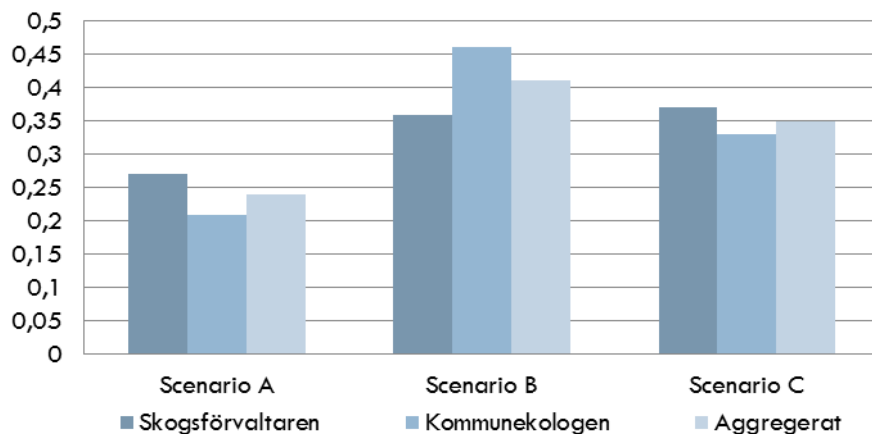
Figur 22. Rangordning av de tre scenarierna för Linköpings kommun utifrån ett ekonomiskt perspektiv.

Ur ett ekologiskt perspektiv värderas scenario B med mest kontinuitetsskogsbruk ganska entydigt högst, följt av kompromissalternativet scenario C och lägst värderas det trakthyggesbaserade alternativet scenario A (figur 23).



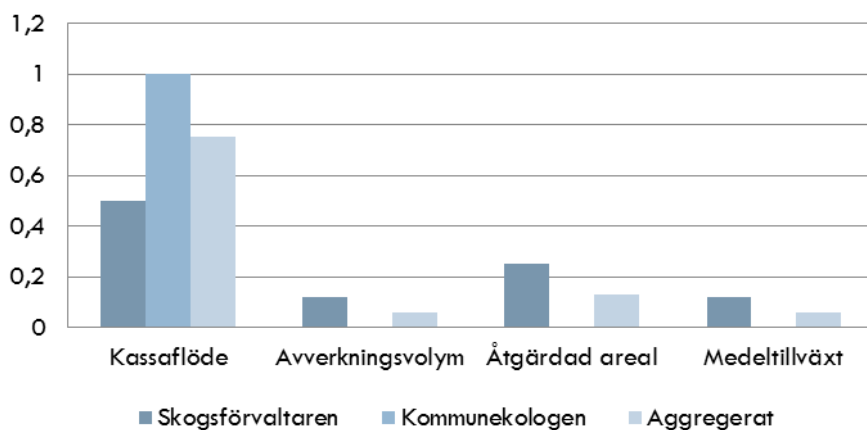
Figur 23. Ranking av de tre scenarierna för linköpings kommun utifrån ett ekologiskt perspektiv.

För sociala värden värderas scenario B med kontinuitetsskogsbruk högst av kommunekologen medan skogsförvaltaren värderar även scenario C högt (figur 24). Scenario A framstår även här som minst attraktivt.



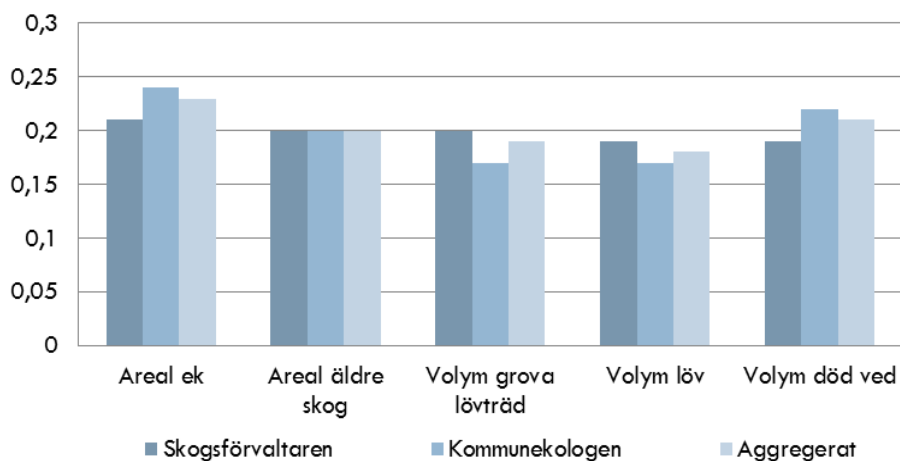
Figur 24. Ranking av de tre scenarierna för linköpings kommun utifrån socialt perspektiv.

Kassaflöde ansågs vara det absolut viktigaste ekonomiska delmålet (figur 25). Skogsförvaltaren ansåg dock att skogsskötselrelaterade delmål som avverkningsvolym, åtgärdsareal och medeltillväxt hade en viss betydelse.



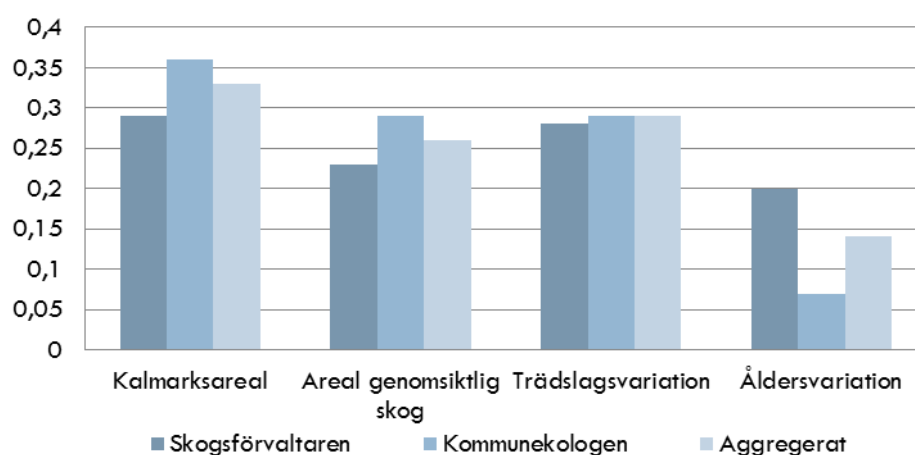
Figur 25. Delmålen relativa betydelse ur ett ekonomiskt perspektiv.

De ekologiska delmålen värderades som tämligen likvärdiga ur ett ekologiskt perspektiv (figur 26). Kommunekologen ansåg att areal ekskog, volym död ved och areal äldre skog hade något större betydelse.



Figur 26. Delmålen relativa betydelse ur ett ekologiskt perspektiv.

För sociala värden värderades en minimal areal kalmark som det viktigaste delmålet, medan genomsiktig skog och trädslagsvariation var något mindre viktiga och åldersvariation minst viktigt (figur 27).



Figur 27. Delmålen relativa betydelse ur ett socialt perspektiv.

DISKUSSION

Under de senaste tjugo åren har hänsyn till andra värden än rent ekonomiska blivit allt viktigare i skogsbruket. Planeringen av skogsbruket kan därför många gånger bli ganska komplicerad för skogsägare och förvaltare, som i fallet med Linköpings kommun som beskrivits här, men olika typer av beslutsstöd kan underlätta uppgiften.

I Linköping frågade man sig: ”Är kontinuitetsskogsbruk ett bättre alternativ än trakthyggesbruk?” För att kunna besvara den frågan kombinerade vi skogliga scenarioanalyser med flermålsanalys. De skogliga analyserna gjorde det möjligt att titta på vilka effekter kontinuitetsskogsbruk respektive trakthyggesbruk har på skogens ekonomiska, ekologiska och sociala värden, medan flermålsanalysen användes för att utvärdera betydelsen av dessa effekter utifrån de mål Linköpings kommun har med sitt skogsbruk. Först definierades en målbild för skogsbruket tillsammans med kommunens skogsförvaltare och kommunekologen och sedan skapades tre scenarier med varierande grad av kontinuitetsskogsbruk. Kommunens skogsförvaltare och kommunekologen bedömde sedan med hjälp av flermålsanalys dels hur väl de olika scenarierna uppfyllde målen med skogsbruket, och dels hur viktiga de olika skogsbruksmålen var i förhållande till varandra. Flermålsanalysen visade att kontinuitetsskogsbruk är bra ur ekologiskt och socialt perspektiv men sämre ur ett ekonomiskt perspektiv. Om kontinuitetsskogsbruk är ett bättre alternativ än trakthyggesbruk beror alltså på hur viktiga man tycker att dessa olika perspektiv är. I fallet med Linköping prioriterade man ekologiska och sociala värden relativt högt och därför passar kontinuitetsskogsalternativet (scenario B) bäst. Det vill säga att i en utvärdering som syftar till att hjälpa skogsägaren att välja lämpligt skötselssystem måste man ta hänsyn till både objektiva fakta och subjektiva värderingar. Fallet med Linköpings kommun visar att en kombination av scenarioanalys och flermålsanalys kan både förse skogsägaren med faktaunderlag för beslutet och hjälpa till att klargöra

målbilden för skogsbruket genom att göra värderingar av hur viktiga olika mål är. Det finns dock några aspekter av analysen som behöver klargöras och diskuteras.

Vi börjar med att titta på de skogliga analyserna och en viktig fråga att ställa sig är: "Hur realistiska är Heureka's modeller för kontinuitetsskogsbruk?" Heureka är ett avancerat skogligt planerings- och beslutsstödssystem som är förhållandevis realistiskt i sina modelleringar. I Heureka skapas vad vi kan kalla modellskogar som representerar den framtida skogen. Dessa modellskogar skapas i systemet redan år 0 eftersom det initiala skogstillståndet bara är en representativ bild eller modell av verklighetens skogar baserad på skogsdata. Det som vi analyserar med Heureka är alltså bara modeller av verkligheten men vi kan ändå förvänta oss att dessa modeller är "i genomsnitt rätt". Man ska dock vara medveten om att de bakomliggande modellerna i huvudsak baseras på studier av skogar som trakthyggesbrukats. Svensk skogsforskning har huvudsakligen fokuserats på relativt likåldriga, enskiktade skogar som brukats med relativt konventionella metoder för trakthyggesbruk och detta avspeglas i de modeller som används för att skriva fram skogens utveckling. I detta sammanhang är alltså kontinuitetsskogsbruk relativt okonventionellt, vilket givetvis till viss del kan påverka modellernas precision eftersom kunskap och erfarenhet saknas. Å andra sidan inrymmer begreppet kontinuitetsskogsbruk väldigt många olika skötselmetoder, t.ex. blädning, plockhuggning och dimensionsavverkning, som historiskt sett tillämpats i relativt stor skala och säkerligen även i dag tillämpas i många skogar. Vidare är det så att både för att simulera trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk krävs modeller som beskriver t.ex. tillväxt, inväxning och mortalitet. Då det endast finns en begränsad mängd historiskt material för kontinuitetsskogsbruk är dagens modeller sämre underbyggda för att beskriva kontinuitetsskogsbruk jämfört med trakthyggesbruk. Tidigare tester där faktiska utvecklingar för äldre blädningförsök har jämförts med utveckling beräknad med modeller visar dock att modellerna är användbara i sammanhanget (Wikström, 2008).

Om vi övergår till att diskutera flermålsanalysen är en första fråga man kan ställa sig: "Vad ska man tänka på när man använder flermålsanalys och hur väljer man metod?"

Flermålsanalysen måste anpassas till den aktuella planeringsprocessen. Varje planeringssituation är egentligen unik med avseende på målformulering och tänkbara alternativ. Därtill kommer också att antal intressenter, deras intressen och erfarenhet av skogsbruk och planering skiljer sig åt mellan olika situationer (Guitouni & Martel, 1998; Nordström, Eriksson & Öhman, 2010). Om flermålsanalys används på ett schablonartat sätt utan eftertanke blir resultatet sällan meningsfullt heller. I Linköping hade skogsförvaltaren och kommunekologen goda kunskaper om skogsbruk och planering, men däremot ingen tidigare kunskap om eller erfarenhet av flermålsanalys. Eftersom flermålsanalysen presenterades som metod och genomfördes under endast en dags möte ansåg vi att det var lämpligt att använda en relativt enkel och intuitiv metod som SMART, som dessutom är tillgänglig i Heureka's systemet. Andra mer sofistikerade metoder hade kunnat fördjupa flermålsanalysen något, men då blir också utvärderingen ofta mer komplicerad för intressenterna och risken för missförstånd och därmed snedvridna resultat ökar (Nordström, Eriksson & Öhman, 2010).

En annan viktig fråga handlar om de tre scenarierna: ”Varför presenterades just de tre för kommunen och fanns det kanske andra scenarier som hade passat ännu bättre?” Scenarierna skapades utifrån förutsättningen att de skulle innehålla olika grader av kontinuitetsskogsbruk men vara realistiska, d.v.s. praktiskt genomförbara och följa gällande lagar och regler, och med tre scenarier blev det därför naturligt med ett trakthyggesbruksscenario, ett kontinuitetsskogsscenario och ett blandscenario. Vi hade kunnat skapa fler blandscenarier, med olika grader av kontinuitetsskogsbruk, som också hade kunnat vara bra alternativ. Anledningen till att bara tre scenarier presenterades för kommunen är att flermålsanalysen blir svårare och mer tidskrävande för varje extra alternativ som ska utvärderas. I planering av skogsbruk är dock ofta fallet att det finns många olika tänkbara alternativ och det är svårt att på förhand veta vilka alternativ som är intressantast att presentera för skogsägaren. En lösning kan vara att utifrån vad resultaten av flermålsanalysen pekar ut som viktigt, skapa nya alternativ som sin tur kan utvärderas i en andra runda av flermålsanalys. Under utvärderingsprocessen lär man sig nämligen ofta mer om vad det skogliga systemet har för egenskaper, vad skogen kan och inte kan producera samt får en bättre uppfattning om avvägningar som måste göras mellan olika delmål. På samma sätt kan man vilja inkludera nya delmål i analyserna samt ändra den relativa betydelsen av olika delmål.

Långa tidsperspektiv är karaktäristiska för skogsbruk och scenarierna skapades för 100 år framåt för att tydliggöra konsekvenserna av nutida val på framtidens skog. Utvärderingen av scenarierna blir dock något komplicerad på grund av de långa tidsperspektiven (Montibeller & Franco, 2010). För vilken tidpunkt utgår man från när man ska bedöma hur väl ett scenario uppfyller ett visst delmål? Är det efter 100 år? Eller behöver man bedöma hur utfallet för delmålet ser ut även efter exempelvis 25, 50 och 75 år också? Eller måste vi faktiskt titta på alla 20 femårsperioder? Vilken tidpunkt som är relevant i utvärderingen beror antagligen till stor del på vilket delmål det handlar om och även möjligtvis vem som gör utvärdering. För förvaltaren och kommunekologen i Linköping presenterade vi utfallen av delmålen för hela tidshorisonten på 100 år i form av diagram (figur 8-20). För varje delmål presenterades också förutom medelvärdet (tabell 1) över tiden variation i form av medelavvikelse (tabell 3), samt minimum- och maximumvärden över tiden (tabell 2). Vi försökte få en uppfattning om intressenterna tyckte att något eller några av dessa mått gav extra värdefull information men så verkar inte ha varit fallet, utan de baserade i stort sina bedömningar på diagrammen.

I denna analys representerades Linköpings kommun av skogsförvaltaren och kommunekologen. Deras värderingar av hur viktiga olika mål är skilde sig åt något, men på det hela taget bör ett medelvärde av deras preferenser ge en representativ bild av kommunens preferenser. Skillnaderna mellan skogsförvaltarens och kommunekologens bedömningar av ekonomi och ekologi kan till viss del spegla deras kompetensområden. Skogsförvaltaren hade en mer nyanserad bild av ekonomiperspektivet, och eftersom avverkningsvolym, åtgärdsareal och medeltillväxt är mål som relaterar till skogsskötsel var de av större betydelse för förvaltaren än för kommunekologen. Detsamma gäller antagligen delvis för kommunekologen och ekologiperspektivet. Sådana skillnader i förkunskaper och

intresse är viktiga att ta i beaktande när man tolkar resultatet. Dessutom får vi inte glömma att skogsförvaltaren och kommunekologen representerade och handlade i kommunens och kommuninnevånarnas intresse även om resultaten inte bör tolkas som kommunens officiella ställningstagande. Därtill kommer att övergripande beslut om strategi och policy för skogen ofta fattas på politisk nivå i exempelvis kommunfullmäktige. Vi måste därför ta i beaktande vad preferenserna i analysen står för när vi tolkar resultatet.

Slutligen är viktigt att komma ihåg att flermålsanalys är ett beslutsstöd. Det betyder att syftet med flermålsanalys inte främst är att ta fram den bästa lösningen eller rentav ”sanningen”, utan snarare är syftet att förstå problemet bättre. Genom att genomföra en flermålsanalys lär man sig mer om vilka möjligheter och begränsningar som finns hos olika alternativ och om avvägningar mellan olika mål. På så sätt skapar man också möjligheter att fatta ett välgrundat beslut som i största möjliga utsträckning uppfyller målbilden.

REFERENSER

- Axelsson, R., Angelstam, P., & Svensson, J. (2007). Natural forest and cultural woodland with continuous tree cover in Sweden: How much remains and how is it managed? *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(6), 545-558.
- Cedergren, J. (2008). Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. In: Meddelande 1: Skogsstyrelsen. 101.
- Erefur, C., Bergsten, U., & de Chantal, M. (2008). Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 1186-1195.
- Eriksson, M. (2005). Planering för rekreation - grön skogsbruksplan i privatägd tätortsnära skog. In: Skogsstyrelsens Rapporter Jönköping: Skogsstyrelsen. 32.
- Guitouni, A. & Martel, J.-M. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109(2), 501-521.
- Jonsson, B. G., Kruys, N., & Ranius, T. (2005). Ecology of species living on dead wood - lessons for dead wood management. *Silva Fennica*, 39(2), 289-309.
- Linköpings kommun. (2006). Policy för Linköpings kommuns skogsinnehav. Antagen av teknik- och samhällsbyggnadsnämnden 2006-02-15: Linköpings kommun.
- Lundell, Y. & Dolling, A. (2010). Kan skogsmiljöer användas vid rehabilitering av människor med utmattningssyndrom? Fakta skog nr 13. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Montibeller, G. & Franco, A. (2010). Multi-criteria decision analysis for strategic decision making. Chapter 2. In C. Zopounidis & P. M. Pardalos (Eds.), *Handbook of multicriteria analysis*. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Nordström, E.-M., Eriksson, L. O., & Öhman, K. (2010). Integrating multiple criteria decision analysis in participatory forest planning: Experience from a case study in northern Sweden. *Forest Policy and Economics*, 12(8), 562-574.
- Rydberg, D. & Falck, J. (2000). Urban forestry in Sweden from a silvicultural perspective: A review. *Landscape and Urban Planning*, 47(1-2), 1-18.
- Skogsstyrelsen. (2002). Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter - 2001. Meddelande 1 - 2002. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen. (2008). Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. Meddelande 1 - 2008. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- SLU. (2012). Skogsdata 2012. Umeå: Department of Forest Resource Management, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Wikström, P. (2000). A solution method for uneven-aged management applied to Norway spruce. *Forest Science*, 46(3), 452-463.
- Wikström, P. (2008). Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog. Skogsstyrelsen. Rapport 24.
- Wikström, P., Edenius, L., et al. (2011). The heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry and Natural-Resource Sciences*, 3(2), 87-95.
- von Winterfeldt, D. & Edwards, W. (1986). Decision analysis and behavioral research. Cambridge: Cambridge University Press.