

SKOGLIG PLANERING



FÖRORD

Kompendiet har generöst finansierats av Erik Johan Ljungbergs utbildningsfond. Det har varit en del av en större satsning på att introducera mer teknisk kompetens till SLU: s skogliga program. Författarna till kompendiet kommer från Institutionen för skogsresurshantering vid SLU i Umeå. Kompendiet består av tre huvuddelar: skogsinventering, fjärranalys av skog och skoglig planering. Den är avsedd att användas som litteratur på institutionens kurser, främst på grundnivå, men är också fritt tillgänglig på internet och kan användas av andra intresserade av ämnena. Kompendiet ska ge läsaren en förståelse för grundläggande begrepp på de tre områdena och insikt i processen att utifrån mätningar skapa information som kan analyseras och användas i beslutsstödsystem för att dra slutsatser och fatta beslut om hur skogarna ska brukas.

Umeå 20: e december 2016

Författarna

Ljusk-Ola Eriksson, avsnitt 2, 3.1, 4.1, 5.1-5.4

Anders Lundström, avsnitt 3.3

Johanna Lundström, avsnitt 4.2, samt språkgranskat alla delar

Tomas Lämås, avsnitt 1.2, 5.5

Eva-Maria Nordström, avsnitt 3.5, 4.4

Erik Wilhelmsson, avsnitt 1.1, 1.3, 1.4, 3.2, samt redaktör

Karin Öhman, avsnitt 1.1, 3.4, 4.3

Uppdateringar och urval för kursen Skoglig planering med PlanVis som beslutsstöd
18 januari 2020

Fotot på omslaget visar förnygringsavverkning med naturhänsyn, som ett vanligt exempel på hur skogen i Sverige brukas, en verksamhet som kräver planering (Foto: Erik Wilhelmsson)

Innehåll

2. Grundläggande planeringsbegrepp	35
2.1 Planering – vad och varför?	35
2.1.1 Vad är planering?	36
Planering rör framtiden	36
Ett system med sammanlänkade beslut	37
Dokumentation	38
Definition av en plan	38
Efter planeringsprocessen	38
2.1.2 Hur går planering till?	38
Klassisk modell för en planeringsprocess	38
Planering visavi beslutsfattande	39
2.1.3 Varför planering?	41
Optimera en verksamhet	42
Styrning av en verksamhet	43
Uppföljning	43
Not om skoglig planering	44
2.2 Olika typer av planeringsprocesser	45
2.2.1 Strategisk planering	45
2.2.2 Taktisk planering	46
2.2.3 Operativ planering	46
2.2.4 Jämförelse av typerna av planering	46
2.2.5 Varför ett planeringssystem?	48
Självstudiefrågor	49
Litteraturen	49
3 Tillämpade planeringsområden	51
3.1 Det stora skogsföretagets planering	51
3.1.1 Bakgrund	51
3.1.2 Planeringshierarkin	52
3.1.3 Långsiktig planering	54
3.1.4 Medelsiktig planering	57
3.1.5 Operativ planering	59
3.1.6 Några reflektioner	62
3.2 Planering för enskilda skogsägare	64
3.2.1 Inledning	64
3.2.2 Traditionell skoglig planering för enskilda ägare	64
3.2.3 Några termer	65
3.2.4 En genomsnittlig skogsägare – kalkylexempel	65

3.2.5 Beskrivning av enskilda skogsägare	67
3.2.6 Behov av beslutsunderlag.....	67
3.2.7 Synpunkter och krav från omvärlden	68
3.2.8 Vad ska ingå i en skogsbruksplan	69
3.2.9 Utvecklingsmöjligheter	69
3.2.10 Leder skogsbruksplaner till effektivare skogsbruk	71
3.2.11 Hur används skogsbruksplanen?	72
3.2.12 Innehåll.....	73
3.2.13 Några synpunkter på planens tidshorisont	75
3.2.14 Är planen offentlig handling?	75
Faktaruta. FSCs krav på planen.....	76
3.2.15 Planprogram, ajourhållning och format	77
3.2.16 Vem upprättar planen	78
3.2.17 Hur görs skogsbruksplaner.....	78
Instuderingsfrågor	80
Referenser.....	80
3.3 Samhällets behov av planering.....	82
3.3.1 Planering på olika nivåer.....	82
3.3.2 Historik.....	82
3.3.3 SKA 15.....	86
Scenarier.....	87
Dagens skogsbruk	87
Dagens skogsbruk – avverkning 90 procent av nettotillväxten.....	87
Dagens skogsbruk – avverkning 110 procent av nettotillväxten.....	87
Dubbla naturvårdsarealer	87
Utan klimatförändring	87
Klimatförändring RCP8,5	88
Huvudresultat	88
Referenser.....	90
3.4 Rumslig hänsyn i skoglig planering	92
3.4.1 Varför ska man ta rumslig hänsyn?	92
3.4.2 Rumsliga samband	94
Olika varianter av rumsliga samband.....	95
3.4.3 Hur kan man införa rumslig hänsyn i den skogliga planeringsprocessen?	96
Den exogena ansatsen	97
Den endogena ansatsen	97
Hur förändras optimeringen i den endogena ansatsen?	98
4 Teknikområden.....	102

4.1 Linjär programmering	102
4.1.1 Långsiktig planering och linjär programmering.....	102
4.1.2 Planeringsproblemet.....	103
Indelningsregistret	104
Tillväxtmodell och beståndssimulator	105
4.1.3 LP-modellen	105
4.1.4 Att använda Excel för Modell I.....	110
4.1.5 Model II.....	112
4.1.6 Skötselprogram – ha eller andel av behandlingsenhet	113
4.1.7 Beräkningssystem.....	114
Litteraturen	115
4.2 Problem med heltal.....	116
4.2.1 Klassiskt exempel Handelsresandeproblemet	116
4.2.2 Exempel vägplanläggning	117
4.2.3 Lösningar av heltalsproblem	119
Uppräkningsmetoder	119
Branch and bound.....	120
Heurestiker	122
4.4 Heuristiska metoder.....	124
4.4.1 Vad är Heuristiska metoder?	124
Simulated Annealing	124
4.4.2 Varför ska man använda Heuristiska metoder?.....	125
5. PLANERINGSSYSTEM	126
5.1 Beslutsstödsystem – vad är det?	126
5.2 Ett modellbaserat DSS delar	126
5.3 Vad kan ett skogligt DSS - problemdimensioner	130
5.4 Något om skogliga DSS och deras historia	133
5.5 Heureka systemet	134
Instuderingsfrågor	137
Referenser.....	137

2. GRUNDLÄGGANDE PLANERINGSBEGREPP

En plan består av ett antal tänkta sammanlänkade beslut som har dokumenterats och som rör framtida handlande

Planering innefattar ett antal aktiviteter; kartläggning av förutsättningar, utarbetande av relevanta alternativ och val av bästa alternativ. Målet för verksamheten genomsyrar alla de tre stegen.

Beslutsfattande beskrivs ibland som tre faser: Intelligence - Design - Choice, som liknar – men inte identisk med – stegen i en planeringsprocess.

Det här avsnittet avser att gå igenom några allmänna begrepp kring planering. Det finns en omfattande internationell litteratur kring planeringsbegrepp och framställningen gör inget anspråk på att täcka alla tolkningar av begreppen. Avsikten är närmast att ge en kort introduktion för att om möjligt göra läsaren intresserad av att gå vidare, skapa en insikt om att planering är en komplicerad verksamhet som fordrar olika ansatser beroende på sammanhang och syfte.

2.1 Planering – vad och varför?

Planering förefaller att vara en egenskap som i kombination med våra sociala talanger utgör grunden för vår arts dominans på planeten. Syften, former och metoder för planering varierar med sammanhanget. Individ, familj, släkt, vänner, stadsdelsnämnd och det multinationella företaget gör det men på väldigt olika sätt. I denna skrift ligger fokus på planering i ett professionellt sammanhang. Vi tänker i första hand på företag men andra typer av organisationer är också tänkbara. Störst tillämpbarhet har genomgången av olika begrepp på organisationer med en viss struktur, ofta en hierarki, där planeringen behöver organiseras på ett systematiskt sätt. Det är således väl ägnat att analysera det stora skogsföretaget.

Planering sker, som nämnts, i andra sammanhang än i komplexa organisationer. Andra planeringssituationer som behandlas i denna skrift är den private skogsägarens planering, samhällets behov av planering samt planering när ett antal intressenter är inblandade i att forma en plan. En del av det som tas upp här kan naturligtvis vara användbart även i de situationerna men andra begrepp kan fungera bättre.

De kommande sidorna om planering utgör en kort introduktion utan anspråk på fullständighet. Andra lättåtkomliga källor finns, t.ex. Wikipedia/Planning, som kan utgöra en start för den som vill gå vidare. Vad som ingår här har fokus på och exempel från skogsbruk och ska förhoppningsvis ge en grund för att verka i denna komplexa bransch.

Innehållet i detta kapitel är uppbyggt sålunda. Eftersom vi fokuserar på professionell användning av planering behöver vi ge en definition av planering som avgränsar den från andra mer allmänspråkliga betydelser som begreppen planering och plan kan ha; vi måste veta vad vi pratar om. Det utgör detta kapitelns första avsnitt. Därefter presenteras hur planering går till enligt standardmall för företag och andra byråkratier.

Med bättre insikt om vad planering är och hur den i princip går till kan vi gå in på varför man ägnar sig åt planering, dess syften.

Detta kapitel är ägnat att få fatt på de grundläggande elementen i vad som är planering, vad som här kallas planeringsprocessen. I nästa kapitel (kapitel 3) börjar vi differentiera mellan olika planeringsprocesser. Olika typer av planeringsprocesser kan sedan byggas ihop till planeringssystem för hela eller delar av organisationen. Ett, i någon mening, komplett planeringssystem beskrivs sedan i avsnitt 3.1 Det stora skogsföretagets planering.

2.1.1 Vad är planering?

För att kunna definiera begreppet i mer formell mening, och som ett begrepp som är användbart för att beskriva processen att planera, behöver vi dels specificera vilka krav vi ställer på en verksamhet för att det ska kallas planering, dels placera begreppet i förhållande till andra begrepp främst då beslutsfattande och implementering.

Liksom de flesta begrepp med viss komplexitet så är "planering" fyllt av olika betydelser. Vi använder termen på en daglig basis för att uttrycka våra intentioner eller tankar om framtiden: "Vad ska du göra efter jobbet/i kväll/under helgen; vad har du för planer?" Alla ställer vi denna typ av frågor - och det handlar om planering. Institutioner - myndigheter, företag, icke-statliga organisationer etc. - ägnar sig åt planering och gör planer. En fråga vi också ställer oss är om det finns någon skillnad mellan den enskilde individens personliga planering och en organisations planering? Den här texten utgår från att en organisations planering är kvalitativt av annan karaktär är den alldagliga planering som vi alla ägnar oss åt. Här kommer tre kriterier att ställa upp för att kvalificera en aktivitet som planering och som resulterar i en plan (kriterierna utgår väsentligen från Mintzberg 2000).

Planering rör framtiden

Låt oss börja med det som torde vara gemensamt för all planering oavsett var, när och av vem. Planering är en aktivitet som är reserverad för tankar och kommunikation om framtiden. Framtiderna kan sedan ha olika karaktär. Det kan vara en trolig, en tänkbar eller en önskvärd framtid. Vad vi är ute efter i det första fallet är en prognos av vad som kommer att hända och planeringsarbetet går ut på att försöka fånga det. En annan framtid är den tänkbara. Det kanske inte är den mest sannolika men, trots det, en framtid som kan ha betydelse för oss. Planeringsarbetet går här främst ut på att försöka fånga och beskriva olika tänkbara framtider, sådana som är rimliga och samtidigt relevanta för oss. Man talar här ofta om att utveckla scenarier. Ytterligare en typ av framtid är den önskade framtiden, framtiden som vi vill att den ska gestalta sig.

Ofta använder man termerna deskriptiv om den troliga framtiden, explo-rativ om den tänkbara och normativ om den önskade (Börjeson et al. 2006). Om nu planering i allmänhet och i denna skrift i synnerhet förknippas med normativ planering vad spelar då deskriptiv och explorativ planering för roll? En deskriptiv plan, en prognos, kan naturligtvis användas för att underbygga ett beslut. När man väl har prognosen där kan man kanske ta ett beslut utan vidare planering eller så utgör den underlag för en mer sammansatt planeringsprocess där prognosen går in. Det är svårare att se hur explorativa scenarier skulle kunna användas för beslut utan att man överväger hur man ska gå tillväga givet utvecklingen i scenarierna. Det är den sista typen av framtid vi i första hand förknippar med planering. Vi gör en plan som syftar till att uppfylla

krav, önskningar och behov. Det är också den typ av planering som vi också kommer att fokusera på.

Ett argument för att fokusera på den önskade framtiden är att den relaterar till beslut. Det kopplar till de övriga två kriterierna för vad som är planering då de kriterierna har att göra med beslutsfattandets komplexitet och dess formella status. Det gör att vi i praktiken begränsar oss till normativa planer och normativ planering. En deskriptiv plan, en prognos, fordrar inte något beslut från vår sida. Att ta fram en prognos kan naturligtvis innebära att vi måste fatta en serie beslut, t.ex. vilka data vi ska använda, vilken prognos-metod som är lämpligast och hur vi ska presentera resultaten. Men prognosen innehåller egentligen inte något beslut kring framtida handlings-alternativ. På samma sätt utgör de explorativa scenarierna beskrivningar av framtiden, inte våra val.

Ett system med sammanlänkade beslut

För att gå vidare behöver vi reda ut relationen mellan plan och beslut, planering och beslutsfattande. Ett beslut är ett val mellan två eller flera alternativ. Så (normativ) planering handlar till syvende och sist om att göra val, fatta beslut. Men planering är inte detsamma som beslutsfattande. Planering kommer med komplexitet. Antag att du är på en skogsmässa och funderar på vilken fyrhjuling du ska skaffa till ditt familjeskogsbruk. Om valet bara består i att välja ekipage och egentligen inget mer handlar det om beslutsfattande men (i den mening vi använder termen här) inte om planering. Tänk dig däremot att ditt beslut fordrar att du ser över din likviditet, kombinerar det med en plan för hur du ska sköta din skog, vilka avverkningar som kan tänkas ligga närmast i framtiden, vad det ger för såväl ekonomiskt utrymme som behov av fyrhjulingen. Arbetet med att ta fram ett beslutsunderlag kanske fordrar överläggningar med närstående. Då handlar det om planering.

Vi kommer att återvända till detta exempel längre fram men nu fokuserar vi på vad själva planen innehåller för beslutselement. Det slutliga beslutet i planen består av att avgöra om man ska köpa en fyrhjuling eller inte. För att komma dit behöver du jämkä samman ett antal andra beslut som rör vilka bestånd du ska avverka, vilken skogsvård det kan föranleda (fordrar plant-transport mm.), hur du hanterar övriga delar av hushållsekonomin, och vilka ställningstaganden du och din familj i övrigt gör. Således, du fattar ett antal beslut som hänger samman och som representerar den plan som också innehåller ditt slutliga ställningstagande. Det innebär också att det finns konsistens i planen, dvs. besluten i planen hänger samman på ett logiskt sätt. Om din plan innehåller ett köp av fyrhjuling kan det vara nödvändigt att planen också innehåller aktiviteter som genererar de medel som behövs för köpet.

Planering handlar således inte om att fatta ett beslut. Planering är en aktivitet eller process som leder till ett system med sammanlänkade beslut. Planen innehåller en rad olika aktiviteter som ansluter till varandra. Distinktionen mellan beslutsfattande och planering (som alltså integrerar beslutsfattande) är inte glasklar. Det finns dock en viss komplexitet som tar dig från ett enskilt beslut till en plan med ett flertal länkade beslut.

Ett sätt att se på planering är att betrakta den som en "repetition av den verkliga processen på makronivå" (Eliasson 1976). Det innebär att man betraktar planeringen ungefär som en generalrepetition av det som ska ske; det som finns i planen är inte det verkliga skeendet utan ett tänkt händelseförlopp. Vid planeringen kan man säga att

man går igenom vad som ska hända, ser att det blir vettigt men man gör det inte i “verkligheten” utan överordnat den, på makronivå. Den verkliga processen handlar om implementering, något som inte berörs i denna skrift.

Dokumentation

Det tredje kravet för att vi här ska tala om planering (utöver aspekter om framtid och komplexitet), är att planen dokumenteras på något sätt. Det handlar ju här om arbete i organisationer och om att många människor är inblandade. Om en plan ska fungera som plan i ett sådant sammanhang måste den på något sätt finnas tillgänglig. En dokumenterad plan kan kommuniceras. (Det innebär normalt, om än inte generellt, att det måste vara nedtecknad på ett fysiskt eller digitalt medium.) Det innebär samtidigt att man säkerställer en viss grad av integritet hos planen. Det gör det möjligt att följa upp planen, den kan inte ändras hur som helst samtidigt som det går att ändra planen om förhållandena gör det angeläget utan att behöva göra om hela planeringsprocessen.

Definition av en plan

Således, en plan består av ett antal tänkta sammanlänkade beslut som har dokumenterats och som rör framtida handlande.

Efter planeringsprocessen

Det som återstår när du har din plan i handen är då att implementera beslutet, att genomföra det. Det innebär i exemplet om fyrhjulingen att köpet genomförs tillsammans med andra kopplade aktiviteter. Implementering ingår inte i aktiviteten planering som den beskrivs här. Åtminstone kan det i många sammanhang vara bra att göra en distinktion mellan dem. När implementering studeras är nyckelbegreppen i stället styrning och kontroll. Då är det centralt att kunna följa händelseförlopp och göra korrigeringar utifrån det som faktiskt händer i processen.

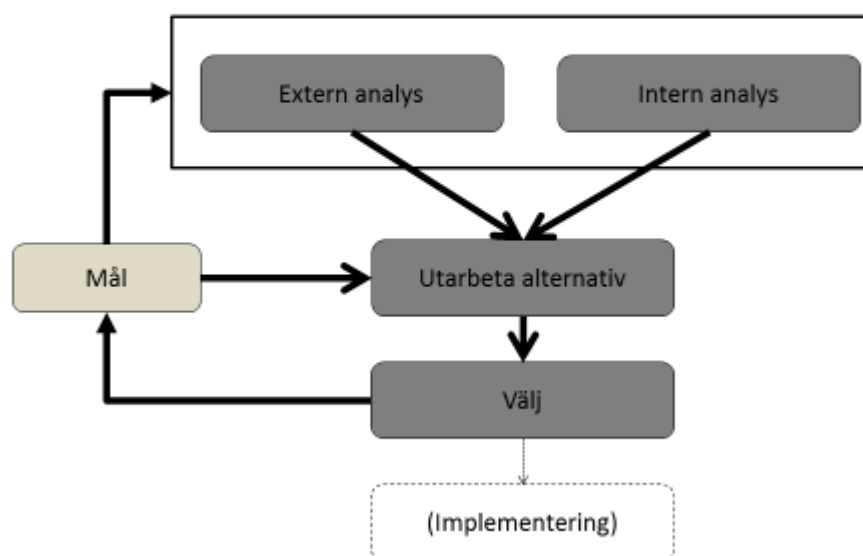
2.1.2 Hur går planering till?

Vad betyder planering i termer av aktiviteter? Det finns naturligtvis många sätt att bygga upp en planeringsprocess. Det beror på vilket syfte och vilket sammanhang planeringen görs. På ett mycket generellt plan kan man säga att den beror av vilken utgångspunkt man har när det gäller hur beslut fattas. Det är också avgörande för hur man beskriver en planeringsprocess; planering är ofta komplext och samma sak kan skildras på många sätt.

Klassisk modell för en planeringsprocess

Den klassiska modellen för planering, eller den rationella planeringsmodellen, har beskrivits på en mängd olika sätt men består i grunden av en trestegsprocess ([Kimble 2016](#) eller [Planning 2016](#)). Med utgångspunkt från Figur 2.1 kan den beskrivas sålunda. Utgångspunkten är en kartläggning av förutsättningarna, t.ex. att du tar reda på yttre hot och möjligheter (extern analys) och inre styrkor och svagheter (intern analys). Det innebär att du gör en s.k. SWOT-analys där yttre och inre refererar till organisationen omgivning respektive interna förmågor. Nästa fas består i att utarbeta relevanta alternativ. Det sista steget innebär att ett val görs av det bästa alternativet, dvs. den bästa planen, bland framtagna alternativ.

De mål man har med verksamheten är med i samtliga steg. Det påverkar vad man uppmärksammar vid sin kartläggning, det styr vilka alternativ som är intressanta och det är naturligtvis (och måste vara vid rationellt beslutsfattande) avgörande för vilken plan som fastställs. I figur 2.1 ligger målen i en loop, bl.a. för att markera att de kan modifieras utifrån de erfarenheter man gör i planeringsprocessen. Nya möjligheter eller begränsningar kan dyka upp eller identifieras som man inte tänkt på från början och som gör att man kanske både förändrar sin målbild, sin analys och sina alternativ. (Implementering finns med som streckad box för att markera dess relation till planering, dock utan att vara en del av det som här kallas planering.



Figur 2.1. Den klassiska modellen för en planeringsprocess.

Planering visavi beslutsfattande

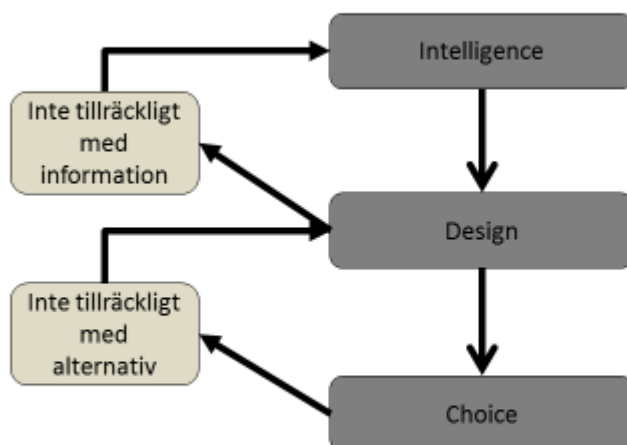
Beskrivningen av planeringsprocessen ovan ansluter nära till en allmänt omfattad (om än inte allmänt accepterad) teori om rationellt beslutsfattande (notera dock skillnaden mellan beslutsfattande och planering enligt ovan). Den rationella modellen för planering i sin ursprungliga form (och som ett recept för hur man borde göra snarare än en beskrivning av hur man gör) förutsatte att man i princip skaffade sig fullständig kunskap om förutsättningarna och att man utvecklade alla relevanta alternativ. På det sättet skulle man finna den absolut bästa planen. Som man inser är det inte alltid möjligt. I vissa, väl kända, situationer kanske det är möjligt. Men ofta räcker vare sig resurser eller fantasi för att kunna göra en heltäckande beskrivning av utgångsläget eller en utveckling av alla planalternativ. Kritiken av den rationella modellen fick sin konkreta form av Simon (1960) som introducerade begreppet “bounded rationality” (ung. “begränsad rationalitet”). Begreppet innebär helt enkelt att det finns begränsningar för hur mycket information man kan hämta in och bearbeta, samt hur mycket analyser man kan göra för att ställa upp olika alternativ. Även vår förmåga att utvärdera och fatta beslut i det tredje steget i planeringen kan vara begränsad. Det kan helt enkelt vara så att man inte ska försöka täcka allt vid sin planering; kanske planen måste finnas framme innan allt är kartlagt och innan medlen för planering tar slut.

Simon menade att praktisk planering styrs av tumregler som begränsar planeringsaktiviteterna.

Begreppet “*bounded rationality*” har här applicerats på planerings-processen. Ursprungligen avsåg det beslutsfattande (inte planering i vår bemärkelse) och var resultatet av en generell analys av strukturerat beslutsfattande (eller rationellt beslutsfattande som tog hänsyn till rådande begränsningar). Det kan vara skäl att kort nämna analysen då den ofta förekommer i planeringslitteraturen och utgör ett kraftfullt instrument för att strukturera, inte bara beslutsfattande, utan också en analys av planering-sprocesser (mer utförliga refererar man finna på wikipedia, [Computer notes \(2016\)](#) och på andra sajter). Rationellt beslutsfattande beskrevs av Simon som bestående av tre faser: Intelligence - Design – Choice (IDC i fortsättningen). Intelligence är den fas där man försöker förstå var en problem består och samlar data om förhållanden som kan förklara det, dvs. ger en diagnos av det problem som måste lösas. I design-fasen utvecklar man olika alternativ för att sedan i choice-fasen välja det alternativ som är bäst. Det är utifrån en analys av hur praktiskt beslutsfattande går till som Simon konstaterar att tumregler är avgörande för att kunna hantera den komplexitet och mångfald som man i allmänhet befinner sig i. Sedan kan ju de tumreglerna naturligtvis vara mer eller mindre bra.

Kopplingen av IDC-strukturen till den klassiska planeringsmodellens tre faser är iögonenfallande. Men de är inte identiska, den ena rör en uppställd planeringsprocess, den andra ett sätt att förstå hur beslutsfattande går till. Det finns dock några detaljer som gör IDC intressant för en planerare (speciellt som planering för oss handlar om beslut). I en del, speciellt för mindre institutioner som t.ex. den privata skogsägaren, kan det vara mer fruktbart att använda IDC i stället för att koppla på hela den planerings-terminologi som vi kommer att gå igenom här. En annan finess är att återkopplingen mellan de olika planeringsstegen kan framgå tydligare eller bli uppenbarare (se figur 2.2).

Ytterligare en finess är att en planeringsprocess kan analyseras i sina olika delar med IDC. Simon talade om “wheels within wheels” (“hjul inom hjul”). Låt oss utgå från planering som en process med många delaktiviteter. Vid varje skede av planeringsprocessen måste ett antal beslut fattas. Vi kan studera dem enligt IDC-modellen. Ta den del av planeringen där man tar fram alternativ. Det är i sig ett delproblem som måste lösas. Hur ser det problemet ut i termer av tid vi har på oss, resurser vi kan lägga ner, kvaliteten på det resultat som efterfrågas, vad som ska fokusera? Det är typiska intelligence-frågor. När vi väl rätt ut det återstår frågor om vilka metoder vi ska använda för att ta fram alternativ, något som representerar design-fasen i del-problemet att ta fram alternativ, varefter man måste välja metod utifrån något eller några kriterier, dvs. man är i choice-fasen. På det sättet kan man analysera och kanske skapa större klarhet i vad man gör i sin planering och även ser möjligheter att förbättra den i dess olika delar.



Figur 2.2 Beslutsprocessen enligt Simon (1960) (efter Computer notes 2016)

2.1.3 Varför planering?

Planering avser i denna skrift en formell process för att ta fram en plan – en sammanhängande uppsättning sammanlänkade beslut – som främjar framtida syften. Utrustad med denna definition är planering en verksamhet som vi förknippar med organisationer snarare än med individer. Planering är något som genomsyrar moderna organisationer, vare sig myndigheter, frivilligorganisationer och företag. Varför gör de det, varför sätta resurser på något som faktiskt inte är nödvändigt? Vi kan urskilja flera syften och några av dem beskrivs nedan.

Att man ska planera är inte självklart. Att det har fördelar finns det studier som visar. Men det kan också ha nackdelar, så en positiv nettoeffekt har varit svår att verifiera. Bland planeringsfallen kan man t.ex. finna det lilla indie-musikförlaget, framgångsrikt och med ökande omsättning. Till slut tar man in extern kompetens för att organisera verksamheten och börjar planera verksamheten på ett mer konventionellt sätt. Resultatet blev bättre ordning på bekostnad av att verksamheten mister sin själ och avvecklas. Planering är ingen *Panacea* till framgång; det gäller att vara medveten om varför man planerar och hur man riggar planeringen utifrån de syften man har.

Vi kommer här att gå igenom ett antal syften med fokus på en organisation med en viss komplexitet och med en formell process för planering. Det är syften, ett eller flera, som man säkert kan finna t.ex. hos familjeskogs-brukaren, men det är inte främst utifrån den situationen vi resonerar. Vi ägnar oss heller inte åt syften kopplade till frågor av mycket övergripande, strategisk karaktär. Redovisningen bygger i mycket, om än inte enbart, på en genomgång gjord av Eliasson (1976).

På övergripande nivå skulle man kunna tala om planering som formar organisationens karaktär och som rör frågor kring hur man ska hantera sin omgivning. En fråga rör hur företaget eller organisationen ska positionera sig på marknaden (ska vi satsa på avsalumassa eller blöjor?). En annan fråga är hur man ska hantera centrala resurser,

t.ex. ska man behålla verksamheter inom organisationen eller ska man outsourca dem? Det är exempel på syften som avser att skapa, vad som i litteraturen kallas “*sustainable competitive advantage*”. Det här är frågor av övergripande natur, man talar om strategier, ett begrepp vi kommer att återvända till men som planeringsproblem kommer vi inte att ägna oss åt dem.

Optimera en verksamhet

Då är en annan grupp av syften mer centrala för oss som skoglig planerare, nämligen de som syftar till att optimera verksamheten. Vi beskriver det med utgångspunkt från två begrepp: resursallokering och riskhantering.

Måluppfyllnad och resursfördelning

Den mest uppenbara orsaken för planering, eller den som du brukar hitta först i en lärobok, är att bli effektiv i termer av måluppfyllnad. Genom att planera, där du tar reda på vad som är viktigt (analysera dina mål), gör noggranna undersökningar av olika alternativ, och lägger tid på att utvärdera hur alternativen passar dina mål, skulle du kunna bli mer effektiv. Det betyder att du har en möjlighet att disponera dina resurser på ett mer ändamålsenligt sätt än vad du annars skulle göra. Fokus ligger just på att få till stånd en plan med rätt sak (eller person) på rätt plats i rätt tid. Det finns naturligtvis andra syften med planering, men det som betonas här är just resursfördelningen.

Riskhantering

Ett annat syfte är att skapa planer som gör att man effektivt kan hantera den osäkerhet som ligger i framtiden. Ett bättre ord är kanske förutseende, dvs. att skapa en beredskap att möta olika händelseutvecklingar. (Man är naturligtvis förutseende när man gör en plan med fokus på resursfördelning enligt ovan, men fokus är då inte den osäkra framtiden, det som betonas om vi använder förutseende.) Din plan kanske utgår från en viss prisbild, men visst vore det bra att kunna ta hänsyn till att den kan ändras? Eller att det blir en mycket sträng vinter då du kan ta många av de objekt som har dålig bärighet? Genom att planera har du möjlighet att vara bättre förberedd för framtiden. Det kan innebära att du har en larmklocka inbyggd som säger när du ska växla över till en annan handlingsplan. T.ex. kan det innebära att när du haft en tillräckligt lång period med låg temperatur lägger du in ett antal avdelningar med dålig bärighet i din operativa plan. Det kan också innebära att du redan nu fattar beslut och genomför åtgärder som avser att se till du hamnar i en bättre position än vad du annars skulle göra. Ett exempel på det senare är när vägar upprustas för att klara långa förfalls-perioder; under de flesta åren klarar du kanske leveranserna med existerande vägar, men för att gardera dig planerar du in ett visst övermål med bra vägar.

Det som behandlas här kring den osäkra framtiden kan bl.a. förknippas med begreppet robusthet (robustness). Det är inte ett helt entydigt begrepp, men om man syftar på en plan som ger robusthet så menar man i allmänhet en plan som innehåller åtgärder som fungerar bra oavsett framtidsscenario. Exemplet ovan rörande upprustning av vägar kan uppfattas som en sådan plan; oavsett längden på förfallsperioden klarar du leveranserna.

En besläktad term är beredskapsplanering (i ett civilt sammanhang), ett försök till översättning av termen *contingency planning*. En sådan planering innebär att du gör

en plan för varje scenario. T.ex. gör du en plan för var och en av några olika prisnivåer. Eller en plan för normal vinter och en plan för sträng vinter. Du kan sedan observera vad som händer och agera efter de omständigheter som stämmer med rätt plan. I teorin borde det vara ett bra sätt att hantera en osäker framtid på. I praktiken tillämpas den sällan. Att göra en plan är i praktiken ofta så krävande att man inte har resurser att göra ännu en (eller hur många som behövs för att hålla reda på alla relevanta oförutsedda). Det finns andra orsaker till att *contingency planning* i allmänhet inte är ett praktiskt redskap, något vi återkommer till nedan. I den mån en organisation hanterar risk och osäkerhet är det snarare i termer av robusthet.

Styrning av en verksamhet

En organisation av vad det vara må (nästan) har naturligtvis som syfte att vara effektiv. En annan grupp av syften handlar också om effektivitet men mer med fokus på hur man kan styra en organisation och människorna i den. En organisation är en komplex inrättning, med medlemmar som har olika roller, kompetenser, värderingar, och ambitioner. Att få en sådan att fungera är ingen lätt sak. Planeringen sker med utgångspunkt från att den kan fungera som ett kommunikations- och styrinstrument.

Ett syfte med att ägna sig åt planering är att skapa en gemensam uppfattning om vad man ska uppnå. Förvaltningen ska leverera 100,000 m³ per år de närmaste åren. Eller kostnaderna per avverkad m³ ska ner med 20 % på de närmaste 5 åren. Det skulle kunna vara uttryck för mål som växer fram som ett resultat av planering, där realiseringen (implementeringen) kan behöva andra och mer detaljerade planer. Det viktiga är att man har kommunicerat vad det är som gäller och vad som ska åstadkommas. För att det ska fungera bra är det en fördel om man också är överens om det.

Man talar ibland i sammanhanget om målstyrning. Det är ett sätt att undvika detaljstyrning, eller ett alternativ till det. Det finns emellertid andra sätt att få medarbetare att realisera en plan utöver att styra i detalj (eller i alla fall att ge direktiv om vad man ska göra) respektive målstyrning, t.ex. genom att bygga upp gemensamma värderingar. (Men det är en annan del av organisationsteorin som vi inte går in på här.)

Ett annat syfte som har mindre med effektivt resursutnyttjande och mer med att få verksamheten att fungera är koordinering. Men att göra en plan där olika aktiviteter hakar in i varandra på ett ändamålsenligt sätt, är koordinerade, handlar väl om effektivitet? När vi använder termen koordinering i just det här sammanhanget handlar det inte om att optimera. Det handlar om kommunikation, om lärande, att få personer att förstå varandras uppgifter så att deras arbete blir koordinerat. Det är planering som kommunikation. Den koordinerade planen kanske inte är den mest effektiva, men den är realiserbar.

Uppföljning

Ytterligare ett syfte med planering är att ha som måttstock vid styrning och uppföljning. Har du en plan finns det möjlighet att identifiera avvikelser. Om planen säger att du vid månadsskiftet ska ha levererat 10,000 m³ men det är bara 7,000 som mätts in har du en signal som motiverar dig att följa upp och undersöka vad som kan vara orsaken. Det finns en annan aspekt på planen som ett instrument för uppföljning som kopplar till planen som instrument för att kommunicera mål. Har medarbetaren

varit med och utarbetat en plan som uttrycker vad man ska uppnå så utgör ju det också ett kontrollinstrument. Det är inte bara så att medarbetaren har ett uppsatt mål, det är också något hen vet att man kommer att bli bedömd emot. Planen kan utlova såväl piska som morot.

Det faktum att planen utgör ett instrument för kontroll är inte helt oproblematiskt. Låt oss bara antyda vad det består. Som mål skulle man kanske vilja att planen sätts så att man stimuleras att göra något lite extra. Samtidigt är det inte bra att ha en plan som man alltför ofta inte lyckas gå i mål med, dvs. piska-funktionen överväger. En annan aspekt är möjlig-heterna till *contingency planning*. En plan som innehåller olika varianter blir otydlig som uppföljningsinstrument. Låt säga att planen tar hänsyn till om det är en sträng eller mild vinter där den milda vintern kräver mindre volymer och medger högre kostnader. När man följer upp utfallet kanske man ställer sig frågan: Var det en kall eller varm vinter? Som bas för uppföljning är en plan en plan – skyll inte på omständigheterna (speciellt inte om man använder målstyrning).

Not om skoglig planering

Vad som är vanligast om man studerar kommersiella organisationer så är planering som ett kommunikations- och kontrollinstrument det klart mest framträdande syftet (Eliasson 1976). Om det gällde på 70-talet gäller det säkert även i dag. Planering som undervisningsämne utgår i hög grad från planering som en rationell process där det gäller att effektivast möjligt utnyttja den skogliga resursen. De metoder man som student främst får insikt i när det gäller skoglig planering rör dispositionen av de materiella (och personella) resurserna för att optimera utfallet. Samtidigt är det viktigt att veta hur det faktiskt fungerar för att förstå varför planering görs som den görs och för förmågan att kunna utveckla den. Det är annars lätt att ha en naiv tro att det bara handlar om att implementera effektiva metoder för att optimera driften när så mycket annat gör sig gällande.

2.2 Olika typer av planeringsprocesser

Föregående avsnitt introducerade planeringen som process. Den processen kan beskrivas i IDC-termer (eller motsvarande). Vi tänker oss nu att en planeringsprocess enligt IDC är en egen lite låda. Ett planeringssystem, till skillnad från en planeringsprocess, byggs upp av ett antal IDC-lådor kopplade till varandra¹. En terminologi som ofta används för att beskriva olika delar av ett planeringssystem är att karaktärisera de olika delarna som varande strategiska, taktiska eller operativa, varje del bestående av en eller flera IDC. De strategiska planeringsprocesserna i systemet är de som i allmänhet utgör starten på planeringsarbetet, medan de operativa utgör sista steget före implementering; de taktiska utgör en länk mellan dem.

Det finns naturligtvis andra sätt att beskriva ett planeringssystem. T.ex. används tidsdimensionen i denna skrift för att karaktärisera de olika delarna av det stora skogsbolagets planeringssystem. Det är heller inte ovanligt att man använder den organisatoriska nivån för att benämna olika delar av systemet. Samtidigt som man använder andra dimensioner för att beskriva sitt system kan det vara bra att gå tillbaka till trippeln strategisk-taktisk-operativ för att få fatt på karaktären av den planering som sker i en viss del av planeringssystemet. Vi återvänder till den frågan i slutet av detta avsnitt.

En annan fråga som kort berörs nedan har att göra med varför man delar upp planeringen i olika delar och inte bara har en väl koordinerad och sammansatt planeringsprocess.

Avslutningsvis: Begreppen som används nedan kan upplevas som abstrakta och sammanhanget otydligt. Något som kan underlätta förståelsen är att först läsa avsnittet Det stora skogsföretagets planering. Där beskrivs tillämpningen av ett system.

2.2.1 Strategisk planering

Om det finns något begrepp som är behäftat med många och varierande betydelser så är det strategisk planering. Den mångtydigheten återspeglas i begreppet strategi. Strategi används om allt från supermaktens långsiktiga planering till schackspelarens 3 närmaste drag. Den mångtydigheten återfinns också inom skoglig planering; även inom ett så relativt begränsat område varierar betydelse mellan författare. Även inom det praktiska skogsbruket är språkbruket vacklande.

Låt oss ta som utgångspunkt att strategisk planering är den högsta nivån i ett integrerat planeringssystem. Det är den planering som är mest övergripande, har längst

¹ Här används genomgående planeringsprocess för att referera till en enskild planeringsaktivitet medan planeringssystem refererar till organisationens hela uppsättning av planeringsprocesser. Terminologin är inte självklar och inte allmänt omfattad. Ett argument för att använda den är definitionen för system, dvs. en uppsättning av samverkande eller av varandra beroende komponenter som bildar en helhet.

Begreppet planeringssystem som det används här skall heller inte förväxlas med samma term för de program som används som stöd för planering. Heureka kallas ofta (och utan att man kan invända mot det) planeringssystem. Här benämns sådana program som beslutsstödsystem (eller DSS efter decision support system).

tidshorisont och som är minst bunden av annan planering. Det är också rimligt att anta att den görs högst upp i en organisationspyramid.

När vi talar om strategisk planering kan vi gå tillbaka på de syften av strategisk karaktär som nämndes i förra avsnittet, åtminstone är det en betydelse. De rör i grund och botten vilken typ av organisation man vill vara. Anthony (1965), en av de första som strukturerade planeringen på ett modernt sätt, uttryckte syftet med strategisk planering som "... to determine the future posture of the firm on the market ...". Ett annat område för utveckling a strategier rör centrala resurser, t.ex. frågor kring outsourcing, lokalisering av produktion och utveckling etc. Strategisk planering i denna betydelse rör ett gigantiskt område inom företagsekonomi som inte berörs här. En start kan man få genom att gå till Wikipedia (strategic planning).

Det är i allmänhet inte strategisk planering i den bemärkelsen som avses när man möter termen i skoglig planering. Strategisk planering syftar då på planering av skogsresursen på mycket lång sikt, normalt minst en omlopps-tid. Det är den mest övergripande typen av planering och som i allmänhet görs av skogliga experter eller med stöd av sådana. Vilka frågeställningar som aktualiseras vid den återkommer vi till vid genomgången av det stora skogsföretagets planering som "Långsiktig planering". Där används termen långsiktig i stället för strategisk dels för att inte förledas av de olika betydelser som ordet strategi har, dels för att den typen av planering inte alltid kallas strategisk ute bland de stora skogsföretagen.

2.2.2 Taktisk planering

Begreppet taktisk planering för ett osäkert liv. I den allmänna, företagsekonomiska litteraturen träffar man inte ofta på termen. Men inom den skogliga planeringen är den väl etablerad och återfinns som mellansteget mellan strategisk och operativ planering. Bland de stora skogsföretagen finns den taktiska planeringen etablerad som en (tämmligen) väl definierad rutin. Den karaktäriseras i avsnitt 3.1.4 "Medelsiktig planering" hos det stora skogsföretaget.

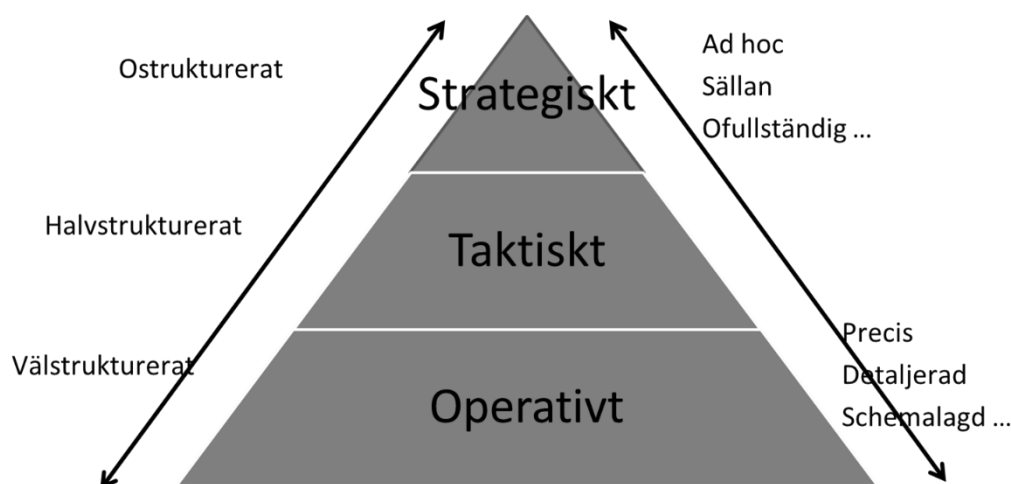
2.2.3 Operativ planering

Den operativa planeringen är väl etablerad i så gott som alla företag med någon form av komplex verksamhet. Det gäller samtliga skogsföretag. Det är den planering som direkt föregår det praktiska verkställandet. Det som följer efter den är implementering, dvs. styrning, kontroll och uppföljning. Det är med denna planering som avverkningslag styrs till objekt, avverkning sker, logistiken tar vid. Och för att det ska fungera ska annan planering ha implementerats. T.ex. ska kontrakt med kunden vara klara och vägar finnas. Vad operativ planering representerar, åtminstone på den skogliga sidan, återfinns i avsnittet om det stora skogsbolaget.

2.2.4 Jämförelse av typerna av planering

I anglosaxisk litteratur återfinner man tre W för att karaktärisera strategisk-taktisk-operativ planering: what, where och who? Det antyder något av vad som skiljer dem åt. Om den strategiska planeringen anger vad som ska göras avser den taktiska var det ska ske (eller kanske snarare hur) och den operativa vem som ska göra det. Med samma betydelse skulle man på svenska kunna uttrycka det som: vilken inriktning (vilka ramar), vilka resurser, och vem ska utföra det?

Figur 2.3 sammanfattar många av de egenskaper man brukar tillskriva de olika typerna av planering. Strategisk planering är placerad i toppen och operativ i botten. Det är inte självskrivet men återspeglar, om inte annat, den organisatoriska struktur som planeringssystemet är kopplat till.



Figur 2.3.

Strategisk planering är kopplat till att den görs mer sällan. Att den är ad hoc innebär dessutom att den görs efter behov och utformas utifrån de frågeställningar som dyker upp. Ericsson har i skrivande stund (hösten 2016) lönsamhetsproblem inom en marknad med mycket snabb teknisk utveckling. Behovet av strategisk planering gör sig känt, inte som en återkommande rutin, utan som ett behov av en genomlysning av hela verksamheten (som haft som resultat en plan med stora neddragningar i Sverige). Informationen man har, samlar in, och bearbetar är ofta ofullständig. Det beror inte bara på att problemet har en stor räckvidd eller omfattar många aspekter utan också för att situationen inte är riktigt väl definierad. Planeringsproblemet är ostrukturerat.

Att det är ostrukturerat har av olika författare beskrivits som att "...*problem stimulus is often ambiguous and poorly understood, and the manager cannot exclusively utilize predetermined processes for solving the problem* ... " Brightman (1978, s.2) och Mitroff & Mason konstaterar att "... *ill-structured decision problems are ill-structured and problematic because they rest upon a base of critical and tenuous assumptions* ... ". Mitroff & Mason (1980, s. 331). Enligt detta synsätt är utfallet ett resultat av en debatt kring fördelarna med olika strategier. Där finns inte något väl strukturerat problem utan en komplex uppsättning av sammanhängande frågor. I termer av IDC-modellen skulle det leda till att tonvikten ligger på problemdifferentiation eller problemkonstruktion snarare än problemlösning (Eden et al. 1981). (Andra referenser med kortfattade och enkla beskrivningar kring "messy" eller "wicked" problems kan man finna i t.ex. Allen & Gould (1986) och Conklin (2005), där den förre dessutom handlar om och relaterar till skog.)

Den operativa planeringens förutsättningar är egentligen de omvända mot den strategiska planeringens. Planeringssituationen känner man väl och kan precisera den. Man har av den anledningen detaljerad information. Den är också ofta återkommande varför det finns etablerade rutiner inom organisationen. Sammanfattningsvis, det är ett väl strukturerat problem där det gäller att med begränsade insatser ta fram en bra lösning utifrån att man har all (eller nästan all) relevant information.

Vi kommer sedan att återkoppla till denna beskrivning av de olika typerna av planeringsprocesser när vi behandlar begreppet beslutsstödsystem (se Kapitel 5). För att antyda vad forskningen står i det avseendet: Ett system för stöd för beslut passar bäst för halvstrukturerade planeringssituationer, medan beslutsstödssystem är något som förekommer i första hand för operativ planering. Det kan tolkas som att den strategiska planeringen inte kan betjänas av beslutsstödsystem då den förekommer för sällan och har för undflyende karaktär för att motivera uppbyggnaden av ett planerings-hjälpmiddel. Det innebär snarare att själva den strategiska planeringen, såsom den beskrivs här, i sin helhet inte gärna omfattas av ett beslutsstödsystem. Däremot kan olika frågor som aktualiseras i den strategiska planeringen, t.ex. en långsiktig avverkningsberäkning, ha stor nytta av mer eller mindre avancerade beslutsstödsystem.

2.2.5 Varför ett planeringssystem?

I princip, om skördaren åker till det ena beståndet eller det andra kommer det att påverka vilken skog man har i framtiden. Allting man gör har effekter på lång sikt och det gäller inte minst inom skogsbruket. Så varför har man inte en enda process som gör att man planera allting ett steg; även produktionsledarens val av det ena av två bestånd har ju långsiktig betydelse. Orsakerna till att man inte gör så är flera. Den mest uppenbara är att planeringsproblemet skulle bli för stort, för omfattande och man skulle inte hitta några lösningar på alla de problem som är länkade till varandra, alternativt man hittar inga bra lösningar. Vi ska kort beröra några av skälen till att man skapar mer eller mindre komplexa planeringssystem.

En anledning har koppling till den distinktion mellan olika typer av planering som vi just gått igenom. En del planeringsproblem är av strategisk natur, andra är taktiska och åter andra operativa. De olika typerna av frågeställningar kan vara olämpliga att blanda eftersom fokus är så olika. Det är t.ex. möjligt att se en koppling mellan denna orsak (planerings-problemets karaktär) och de olika roller som finns inom organisationen. En del bestämmer vad andra ska göra. Så är det till exempel naturligt att företagsledningen sätter ramarna för andra delar av organisationen. Det kan också innebära att vissa typer av planering är sådan att man inte vill involvera vissa personer för viss planering. Det kan till exempel vara så att den strategiska planeringen berör så känsliga frågor att det bör stanna inom en mindre krets. Det kopplar också till resursfrågan (ska alla vara involverade i all planering) och kompetensfrågan (varför delta i en planering där man inte har någon kompetens).

En annan anledning till att dela upp problemet är det som vi nämnde först, dvs. att problemet i sin helhet har för stor omfattning; det är komplext och måste delas upp det för att bli hanterbart. Ett sätt att göra det på är att först göra planeringen med en aggregerad beskrivning av hela eller delar av företagets verksamhet. När man har en plan utifrån den beskrivningen kan man sedan övergå till att inom de ramarna göra en mer detaljerad planering. Det är egentligen grundreceptet för den skogliga planeringen. Där görs den långsiktiga planeringen ofta med väldigt aggregerade data och med fler-åriga planeringsperioder medan den operativa planeringen görs med detaljerade data och med planeringsperioder som kan gå ner till enskilda dagar.

Ytterligare en orsak till att planeringen görs i olika steg har att göra med när man fattar beslut. Låt oss säga att en överordnad avdelning gör en flerårsbudget. Inom ramen för den budgeten gör den underliggande avdelningen planer för respektive år,

dvs. man går in i en planeringsprocess varje år inom ramen för flerårsbudgeten. En planeringsaktivitet vid ett tillfälle ligger alltså till grund för planering vid ett antal senare tidpunkter. Det är också en grundläggande princip man återfinner i den skogliga planeringen (framgår av avsnittet om det stora skogsföretagets planering). I den lång-siktiga planen ligger beslut som resultat av en planering som görs kanske vart femte eller tionde år. De besluten styr planeringsaktiviteten hos förvaltningarna under vart och ett av de år som den långsiktiga planen omfattar.

Det finns således såväl praktiska som organisatoriska orsaker till att man delar upp planeringen i olika delar och formar ett planeringssystem. Det finns ytterligare aspekter kring hur man formar ett planeringssystem som vi här inte fördjupar oss i. En är frågan om vilken roll olika delar av organisationen spelar i planeringssystemet. Utgångspunkten för resonemangen ovan är att en överordnad nivå specificerar ramarna för underliggande, en s.k. top-down-modell. Det omvända är att låta olika delar av organisationen göra sina planer, för att sedan summera resultatet på en övergripande nivå, en s.k. bottom-up-planering. Mellan top-down och bottom-up finns ett antal mellanformer. En annan aspekt har att göra med hur man integrerar aktörer som befinner sig i samma värdekedja men utgör självständiga enheter, t.ex. skogsmaskinentreprenörer och transportörer. Det är bara att konstatera att skogsbruk i en vidare bemärkelse utgör ett fantastiskt rikt fält för forskning och utveckling – och förbättring.

Självstudiefrågor

1. Är en skogsbruksplan en plan? Om den är det, är den deskriptiv, explorativ eller normativ?
2. Om man inte implementerar sin plan, har planeringen ändå varit till nytta eller var det bara resursslöseri?
3. Kan en besluts- eller planeringsprocess vara icke-rationell? Hur skulle beslut/planering ske i sådana fall?
4. Vad står begreppet "bounded rationality" för? Exemplifiera vad som kan göra att den långsiktiga skogliga planeringen i det stora skogsföretaget är "bounded"?
5. Utgå från den långsiktiga planeringen i det stora skogsföretaget.
 - a. Är det frågan om strategisk planering eller inte?
 - b. Bedöm den långsiktiga planeringen utifrån övriga aspekter som illustreras i Figur 2.3.
6. Den medelsiktiga planeringen i det stora skogsföretaget, finns det operativa inslag i den planeringen eller är den enbart av taktisk karaktär?
7. Vilka syften kan man tänka sig att den operativa planeringen har i det stora skogsföretaget?
8. Det stora skogsföretaget har som standard för den skogliga planeringen ett planeringssystem uppdelat på tre nivåer. Vad kan det ha för fördelar och eventuella nackdelar?

Litteraturen

Allen, G. M., & Ernest Jr, M. Gould. 1986. Complexity, Wickedness, and Public Forests. *Journal of Forestry*, 84(4), 20-23.

- Anthony, R. N. 1965. *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis [by]*. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Brightman, H.J. 1978. Differences in ill-structured problem solving along the organizational hierarchy. *Decision Sci* Vol. 9, pp. 1-18.
- Börjeson, L., Höjer, M., Dreborg, K.-H., Ekvall, T. & Finnveden, G. 2006. Scenario types and techniques: Towards a user's guide. *Futures*, 38(7), pp 723–739.
- Computer notes 2016. <http://ecomputernotes.com/mis/decision-making/explain-the-simons-model-of-decision-making> [October 8, 2016]
- Conklin, J. 2001. Wicked problems and social complexity. CogNexus Institute.
- Eden, C. et.al. 1981. The intersubjectivity of issues and issues of intersubjectivity. *Journal of Management Studies*, Vol 18, No 1, pp 37-47.
- Eliasson, G. 1976. *Business economic planning - theory, practice and comparison*. John Wiley & Sons. London.
- Kimble 2016. http://www.chris-kimble.com/Courses/World_Med_MBA/Strategic-Planning.html. [November 16, 2016]
- Mintzberg, H. 2000. *The rise and fall of strategic planning*. Pearson Education. Chicago
- Mitroff, I.I. & Mason, R.O. 1980. Structuring illstructured policy issues: further explorations in a methodology for messy problems. *Strategic Management Journal*, Vol 1, pp 331-342.
- Planning 2016. Planning process. <https://en.wikipedia.org/wiki/Planning>. [October 8, 2016]
- Simon, H.A. 1960. *The New Science of Management Decision*, Harper Brothers, New York.

3 TILLÄMPADE PLANERINGSOMRÅDEN

Det stora skogsföretagets planering De har stora skogsarealer spridda över stora områden, anställd personal och kontrakterade entreprenörer i en geografiskt spridd organisation, samt ofta egna industrier eller leveransavtal med olika industrier. Därmed har de behov av och möjlighet för rutiner för planering och en tydlig plan.

Långsiktig, medelsiktig och operativ planering. Planeringen görs i steg där den långsiktiga planeringen är övergripande och underliggande steg görs för att uppfylla resultaten av planering på högre nivå.

3.1 Det stora skogsföretagets planering

Hälften av den totala skogsmarksarealen på 28 miljoner ha ägs av vad man skulle kunna kalla institutionella ägare. Det rör sig om privatägda AB 25 % (främst de stora bolagen SCA, Holmen, Bergvik, allmänna ägare 19% (staten, statsägda AB och övriga allmänna ägare) och övriga privata ägare 6 % (bl.a. Svenska kyrkan, stiftelser och allmänningar) (Skogssverige 2016). Det är främst bland de institutionella dessa vi finner skogsägare som har så stora innehav att de fordrar att man har ett formaliserat och strukturerat innehav. Det här avsnittet handlar om dem.

3.1.1 Bakgrund

Samtliga skogsägare som i det här sammanhanget skulle kunna kallas stora använder i stort sett samma principer i sin skogliga planering. På 60-talet, i samband med mekaniseringen, övergången från flottning till vägtransport samt åretrunddrift, utvecklades de grundläggande elementen i ett skogligt planeringssystem. Skogsföretag, tillsammans med forskare, definierade stegen i en hierarkisk planeringsprocess som skulle omfatta allt från den långsiktiga planeringen till den operativa verksamheten. Även om metoderna och redskapen har utvecklats tekniskt sedan 60-talet ligger samma element fortfarande till grund för hur planeringsprocessen struktureras.

Detta avsnitt syftar till att presentera denna struktur i sina grunddrag. Skoglig planering är i ständig utveckling med nya datainsamlingsmetoder, nya metoder och system (inkl. mjukvaror) och mer kraftfulla datorer för att möta nya utmaningar. Det finns emellertid ingen ambition att här täcka denna utveckling; fokus ligger på att beskriva strukturen så att mer detaljerade studier kan finna sin plats i den. För den som är intresserad av mer detaljer kring företagens skogliga planeringsprocesser kan konsultera examensarbeten (Söderholm 2002, Eriksson 2008) samt några få vetenskapliga artiklar (Nilsson et al. 2012, Nilsson et al. 2013, Eriksson et al. 2014, Nilsson et al. 2016).

3.1.2 Planeringshierarkin

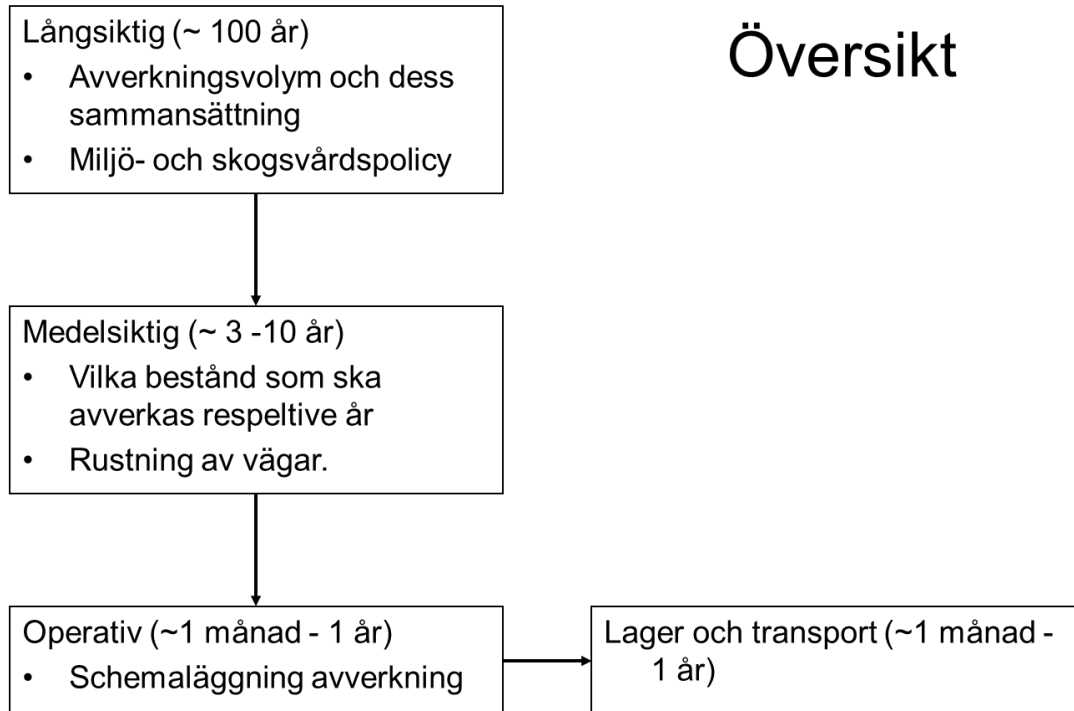
Planeringsprocessens struktur kan beskrivas som bestående av tre faser: Långsiktig planering, planering på medellång sikt och operativ planering (Figur 3.1)². Processen kan med fördel tolkas som ett system. Ett system består av olika element som är knutna till varandra med specifika relationer. De bärande elementen är här de tre faserna. Varje fas definieras av att där förekommer vissa aktiviteter och en plan utformas. Relationen mellan dem består väsentligen av att information förs från en fas till nästa. Den informationen består av planen och de beslut som finns i den planen. I och med att det är en hierarki, dvs. en plan är överordnad nästa, utgör den överordnade planen en ram för planeringen i nästa fas.

Beskrivning här utesluter inte möjligheten att andra planeringssteg förekommer före, samtidigt med eller efter den rent skogliga planeringen. Men det som presenteras här är den planeringsprocess som dels direkt har att göra med åtgärder i skogen, dels är reguljär i den bemärkelsen att planeringen görs mer eller mindre regelbundet.

Den långsiktiga planeringen har i princip en oändlig tidshorisont men är av praktiska skäl ofta begränsade till cirka hundra år eller en skogsgeneration. Här läggs grunden för en hållbar skogsförvaltning ("*sustainable forest management*", SFM). Den innefattar fastställandet av allmänna ramar när det gäller avverkning och naturvård. Syftet med planeringen på medellång sikt är att identifiera, inom de gränser som den långsiktiga planen ställer upp, vilka trakter som är lämpliga för att avverkning inom de närmaste åren. Trakterna kommer sedan att inventeras för att ge bättre data för den operativa planeringen. Operativ planering handlar om schemaläggning av enskilda avverkningslag för de närmaste veckorna eller månaderna. Den samordnas med planeringen av leveranser och lagring med det slutliga syftet att tillfredsställa industrins efterfrågan.

² Enskilda företags beskrivningar är ofta mer detaljerad och kan, till exempel, ha två steg för planering på medellång sikt. Termerna strategisk, taktisk och operativa planering används inte här eftersom det snarare avser syften med planeringen än stadier av ett planeringssystem. Långsiktig planering skulle potentiellt kvalificera sig som strategisk planering, medan medellång sikt kan svara mot taktisk planering och operativ planering får betraktas som operativ planering, men det är ingen självklar indelning.

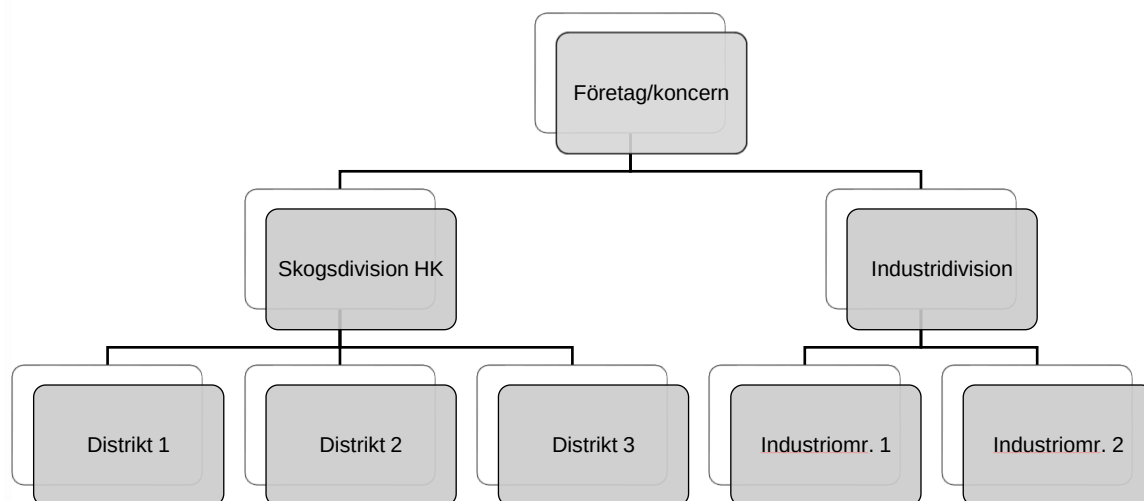
Översikt



Figur 3.1. Allmän beskrivning av planeringssystemet.

För att förstå planeringssystemet och hur det fungerar behöver man en viss insikt om vem som ansvarar för vad i denna process. En generisk bild av ett integrerat skogsbolag kan beskrivas som bestående av två delar; en skogsbruksdel och en industriell del (Figur 3.2)³. Skogen har en leverans-funktion *visavi* industrin som agerar beställare. Skogsorganisationen består typiskt av ett huvudkontor (HK) och en handfull geografiskt organiserade distrikt eller förvaltningar. Distrikten kan delas upp ytterligare i underdistrikt.

³ Detta är en funktionell beskrivning. Den formella organisationen kan se annorlunda ut, till exempel med sågverk som tillhör skogsorganisationen. Integrerade skogsföretag är i dag undantag snarare regel. År 2004 fusionerades Stora Enso och Korsnäs företag sina skogar och sålde bort det i separat aktiebolag, Bergvik; ett avtalsarrangemang säkrar leveranser från Bergvik till industrierna i StoraEnso och Korsnäs. I skrivande stund (november 2016) är det bara SCA som formellt är ett integrerat företag, men under omstrukturering. Det hindrar emellertid inte att man bör se den skogliga planeringen i sitt sammanhang med industrins behov.



Figur 3.2. En allmän beskrivning av det integrerade skogsbolags organisation som har ett skogsinnehav och industri.

HK har personal med ansvar för driften av det skogliga planeringssystemet. HK har också huvudansvaret för den långsiktiga planeringen. Till den hör att ta fram policyer för skogsvårdspolitik och naturvård. Beslut som påverkar enskilda distrikt görs i samarbete mellan HK och distriktets personal. När de långsiktiga målen etablerats går initiativet över till distriktet. Det är således distriktet som ansvarar för beslut som rör planering på medellång sikt. HK övervakar endast efterlevnaden av företagets policy och uppställda mål. Den operativa planeringen görs ofta på lägre nivåer än distriktet, t.ex. av avverkningsledare eller inom arbetsområden. Här finns det stora skillnader mellan företagen rörande vem som gör planerna och hur ofta de uppdateras. Dessutom, hur samverkan mellan leverans- och logistikorganisation är utformad skiljer sig åt och därmed hur sambanden ser ut mellan avverkning, lagring, transporter och industrikonsumtion.

3.1.3 Långsiktig planering

Långsiktig planering kan sägas innebära att man lägger grunden till genomförandet av SFM. Den långsiktiga planeringen utförs vanligtvis med 5 – 10 års intervall.

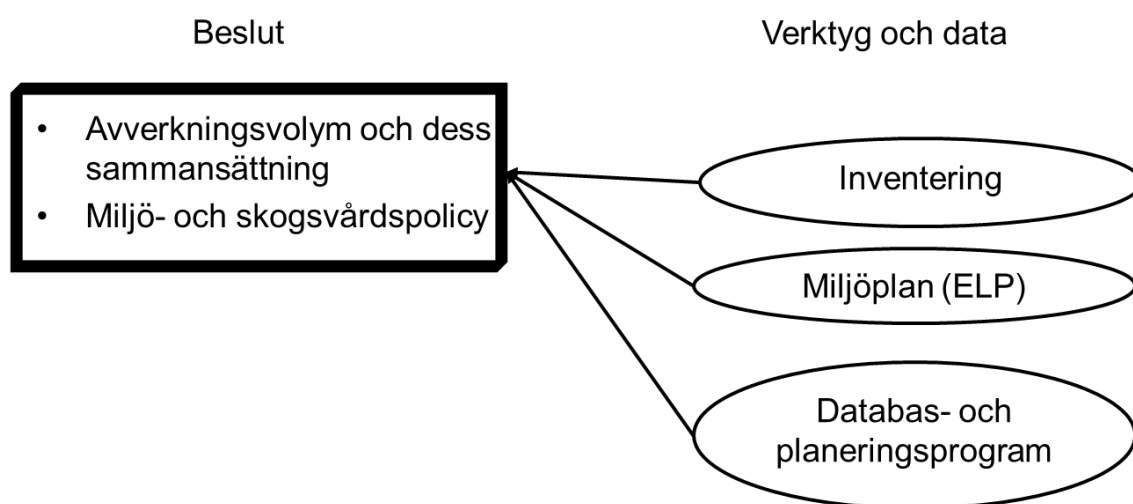
Historiskt har så gott som alltid planeringsprocessen föregåtts av en stickprovsvis inventering av hela skogsinnehavet som underlag för planeringen, en så kallad företagstaxering. Som termen långsiktig planering används är det möjligt att skilja mellan två olika typer av beslut. Den första typen avser fastställandet av olika policyer som styr alla efterföljande operationer i skogen. En sådan rör regler och rekommendationer för skogsvård, ibland sammanfattad i en skogsvårdshandbok. Här anges till exempel lämpliga föryngringsmetoder och prioriteringsregler för gallring och slutavverkning. En annan viktig policy rör miljövården. Sedan början av 90-talet har alla större företag utvecklat genomarbetade rutiner som nu utgör en del av certifieringssystem enligt Forest Stewardship Council (FSC).

Den andra typen av beslut i samband med långsiktig planering avser en kvantitativ analys av avverkning och skogsvård inklusive effekterna av åtaganden för naturvård. Här är analys av avverkningsvolym över tiden en central del. Med skogstillståndet som utgångspunkt görs framskrivningar av tillståndet där olika skötselstrategier och målsättningar prövas. De aspekter som bedöms är naturligtvis ekonomiska och

produktionsmässiga, men också sådana som berör miljötillstånd och, där sådana hänsyn behöver tas, sociala aspekter. Det alternativ som förefaller bäst utgör sedan utgångspunkten för fortsatt planering på medellång sikt.

De beslut som växer fram i den långsiktiga planen och som är styrande för den fortsatta planeringen rör dels avverkningar, dels instruktioner för skogsvård och miljö (Figur 3.3). De viktigaste uppgifterna när det gäller avverkning rör den totala avverkningsvolymen som svarar mot hållbar förvaltning. I samband med detta bestäms fördelningen på slutavverkning och gallring samt olika typer av gallring. Miljöplanen registreras i den ekologiska landskapsplanen (ELP) som innehåller bestämmelser för behandling av särskilt hänsynskrävande områden. För det fordras att man har data om skogstillståndet, beskrivningar av avsättningar och deras skötsel samt olika programvaror för att hantera data och göra analyser.

Långsiktig (~ 100 år)



Figur 3.3. Beslut och verktyg för den långsiktiga planen.

Flera aktiviteter behöver samordnas för att utarbeta planen. Detta är en sammanfattning av det förfarande som har följts, helt eller delvis, av de flesta företag under de senaste decennierna:

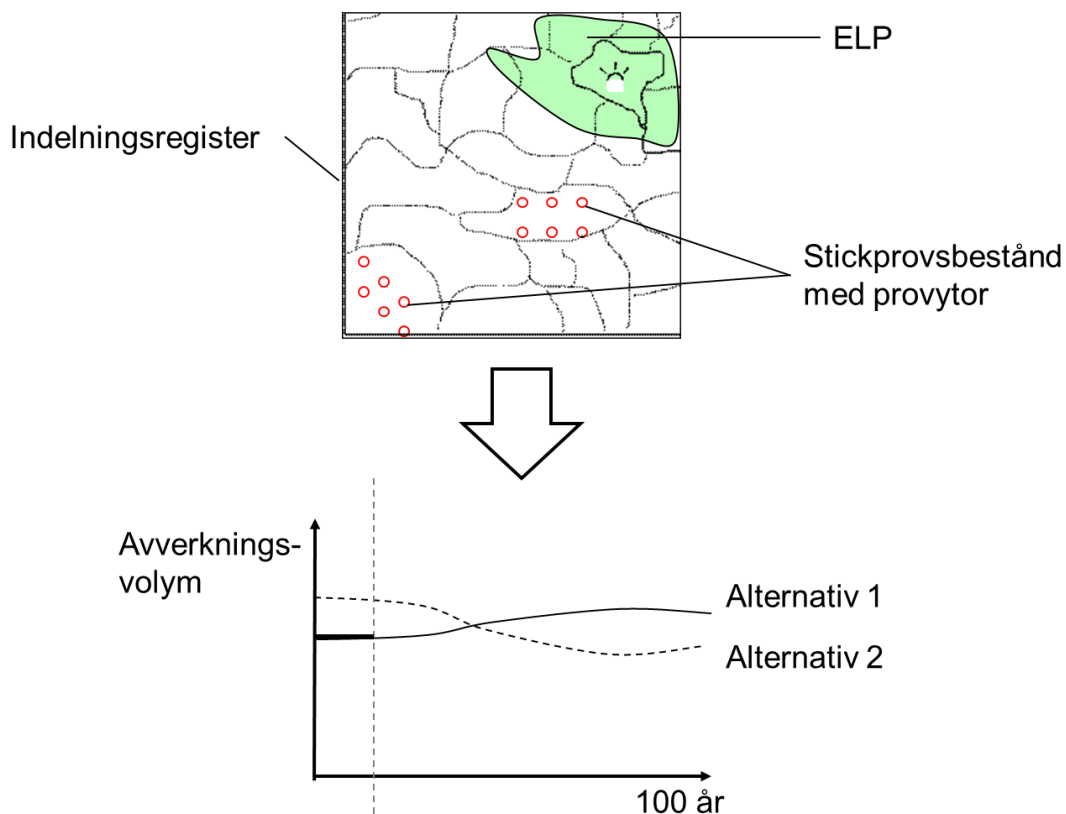
Inventering: Planeringen i detta liksom i senare skeden är beroende av en skogskarta och ett beståndsregister. I princip görs en skogsbruksplan där hela skogsinnehavet genomgås, bestånd avgränsas och inventeras. Arbetet bygger främst på en subjektiv inventering av bestånd i kombination med analys av flygbilder. Emellertid sker här en snabb utveckling främst med metoder kopplade till laserskanning. Det innebär att man kan förvänta sig att denna del får en mer dynamisk karaktär där register och karta uppdateras fortlöpande.

Stickprovsinventering: Eftersom beståndsregistret görs med subjektiva metoder och kan innehålla systematiska avvikelser (bias) och stora slumpfel, är ett objektivet insamlat material från provytor att föredra. Är innehållet tillräckligt stort kan provytor från Riksskogstaxeringen (RT) användas som komplement. Nackdelen med ett stickprov är naturligtvis att man inte kan göra analyser som innebär att man tar hänsyn till beståndens lokalisering (se avsnitt 4.1 Linjärprogrammering för mer om att arbeta med strata.)

ELP: Under arbetet med ELP samlas ytterligare uppgifter in om nyckelbiotoper, andra vårdkrävande biotoper, sällsynta arter etc. Resultatet av den ekologiska analysen läggs in på kartor och i registreras som områden som bör lämna för fri utveckling eller som behöver speciell skötsel. Olika principer kan styra utformningen av ELP:n men gemensamt är att någon form av landskapsperspektiv fordras. För att identifiera känsliga och skyddsvärda objekt fordras hög kompetens; inte sällan görs arbetet av inhyrd personal med specialistkompetens.

Analys: På basis av (a) stickprovet, (b) begränsningarna som ELP:n innebär och (c) den regler och bestämmelser (policyer) kan en långsiktig analys utföras. Analysen berör avverkningar och tillhörande åtgärder. Heurekasystemet (Heureka 2016) är i dag i stort sett det enda system som används av större skogsägare. Systemet inkluderar modeller för tillväxt, avgång, inväxning och förnygring samt ekonomiska värdering. Systemet tillåter att analysen görs antingen genom att optimera eller simulera. Företagstillämpningar innebär oftast att man tar fram planer genom att optimera. Planeringshorisonten omfattar typiskt omkring 100 år. Från lösningarna härleder man total avverkningsnivå tillsammans med uppgifter om mängden gallring, fördelningen på olika typer samt omfattningen av skogsvård. De uppgifterna, tillsammans med skogsvårdsinstruktion (inkluderande prioriteringsregler för val av avverkningsobjekt) ELP och andra instruktioner, går nu vidare till medelsiktig planering.

Figur 3.4 illustrerar de olika typerna av aktiviteter. Ett indelningsregister skapas eller uppdateras samt ett stickprov görs där ett fåtal bestånd inventeras noggrant. En ELP görs där olika delar av innehavet klassas antingen för att lämnas eller för att få speciell skötsel. Med det som underlag görs den långsiktiga analysen. I figuren analyseras två alternativ där det ena ger högre volymer initialt, vilket kan vara bra för företaget, men som inte kanske anses vara uthålligt då man tvingas sänka volymerna långsiktigt. Det andra alternativet är kanske det man tar beslut om. Det innebär att man låser uttagsvolymen och dess sammansättning för de första 5-10 åren (markerat på figuren) beroende på hur ofta man gör den långsiktiga planeringen. Pilen mellan kartan och avverkningsberäkningen nedanför illustrerar det faktum att register mm måste vara färdiga för att en meningsfull långsiktig analys ska kunna göras.



Figur 3.4. Analys av två långsiktiga avverkningsplaner med underlag i stickprovsdata och den ekologiska landskapsplanen.

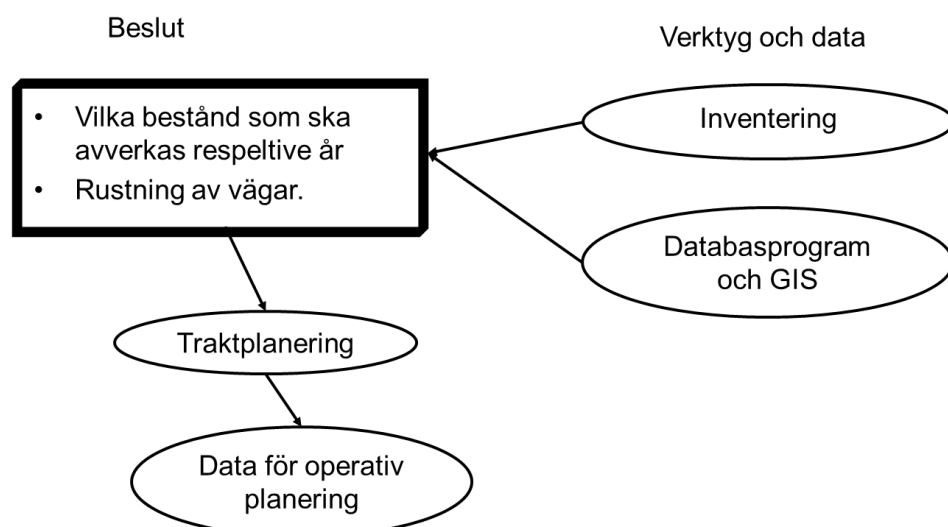
Ofta görs den kvantitativa analysen för varje distrikt separat och därefter konsolideras planerna till en plan för hela företaget, såvida inte företags marker är så pass begränsade att man kan göra analysen för hela innehavet i ett svep⁴. Även om planeringen görs per distrikt är det med personal från HK och under dess överinseende.

3.1.4 Medelsiktig planering

Det viktigaste resultatet från planeringen på medellång sikt är ett register över väl inventerade områden, dvs. en traktbank. En trakt består av ett eller flera bestånd som avses att bli avverkade under vid ungefär samma tillfälle. Trakten kan innehålla både gallringar och slutavverkning. Traktbanken motsvarar ska normalt omfatta 1.5-2 års avverkning. Under planeringen identifieras behovet av förbättringar av vägnätet (Figur 3.5).

⁴ Distriktet eller förvaltningen utgör inte alltid beräkningsområde för den långsiktiga planen; det kan i vissa fall omfatta två eller fler eller delar av distrikt.

Medelsiktig (~3-10 y)



Figur 3.5. Planering på medellång sikt.

Planeringen börjar med en analys av bestandsregistret och skogskartan i ett GIS. Ett urval av bestånd görs som täcker avverkningarna under en period på tre till tio år (spännvidden antyder att företagens ansatser skiljer sig rätt mycket åt). Bestånden placeras sedan in i respektive år, ibland även på säsong (t.ex. vinter, vår, sommar, höst). Det gäller sedan att varje år har en sådan sammansättning att det ger en rimlig grund för verksamheten.

Grundläggande krav för urvalet är, för det första, att det överensstämmer med den långsiktiga planen. Det innebär bl.a. att sammansättningen av avverkningsvolymerna med avseende på trädslag och avverkningsform (gallring och slutavverkning) ska stämma totalt för hela planeringsperioden. Avvikelser för enskilda år kan däremot vara motiverat. Till exempel kan man ta mer förstagångsgallringar ett visst år för att då ha tillgång till ett sådant system. Ett annat grundläggande krav är koncentration till ett begränsat antal vägar respektive år och säsong (i den mån den senare indelningen används). Det är således först här som lokalisering av avverkningar kommer in i planeringen och det är behovet av koncentration som är orsaken till det.

Bärighet är ytterligare ett problemkomplex som måste hanteras. Med bärighet menas här både bärigheten för drivning och vidaretransport på anslutande väg. Det är nödvändigt att man ser till att avverkningsvolymerna från bestånd med olika bärighet håller sig inom vissa gränser varje år. Har man för mycket volym ett visst år från objekt med dålig bärighet kan man få problem att klara förfallsperioder under höst och vår; har man för lite innebär det att man får problem andra år. På samma sätt måste man ransonera bestånd med god bärighet så att man alltid kan klara förfallsperioderna.

För de bestånd som bedöms vara aktuella för avverkning under de närmaste 1.5-2 åren görs en fältinventering. Syftena med inventeringen är flera. Först gränsas trakten av på kartan. Lämpligheten i de gränser som angetts i föregående inventering för bestandsregistret bedöms; om det är nödvändigt justeras de och bestånd i anslutning till trakten kan också inkluderas. Ett annat syfte är att identifiera hänsynskrävande delar (t.ex. sumpfläckar, zoner intill vatten och fornminnen) och avgränsa dem.

Oavsiktlig avverkning av dessa kan sålunda förhindras när, till exempel, avverkning sker på vintern eller i mörker. För det tredje inventeras trakten för att få bättre data om det virke som kan förväntas komma från avverkningen. Noggrannheten i beståndsregistret är normalt för låg, eller registret kan vara för gammalt, för att ge en tillfredsställande prognos av utbytet av olika sortiment, alltså data som behövs i den operativa planeringen. Den mest ambitiösa inventeringen görs med cirkelprovytor där träden klavas. Normalt görs subjektiva bedömningar där beståndsregistrets data används som stöd. System för detta ändamål är i bruk och integrerar GPS och GIS. Ytterligare en uppgift som brukar åligga planeraren är att bedöma vägens kvalitet, dvs. vilken vägklass den håller.

Notera att traktbanken omfattar en kortare tidsperiod än det första urvalet. Anledningen att det första omfattar en längre tidsperiod än traktbanken är för att försöka undvika "giriga" lösningar, dvs. att man plockar in de välplacerade bestånden de första åren för att sedan ha ett mycket mer svårplanerat innehav de följande åren.

Den medelsiktiga planeringen utgör ett ytterst komplicerat planeringsproblem där många krav ska tillfredsställas simultant. En av de svåraste är att klara kraven på koncentration till vägar och samtidig anpassning av vägarnas kvalitet. Planeringen görs därför fortfarande i stor omfattning manuellt där planeraren tar hjälp av databassökning och redovisning av urval via GIS. Optimerande system är under introduktion och används i någon mån. Ett exempel är VägRust (Frisk et al. 2011) utvecklat av Skogforsk. Även Heuresystemet ger vissa möjligheter till medelsiktig planering.

Insatsen i den planering som görs på medellång sikt varierar mellan företagen. En påverkande faktor är situationen på marknaden, det vill säga i vilken utsträckning korrekta leveranser är av central betydelse. Dock, någon form av fältinventering görs alltid, eller ska göras, om företaget ska följa certifieringsreglerna.

3.1.5 Operativ planering

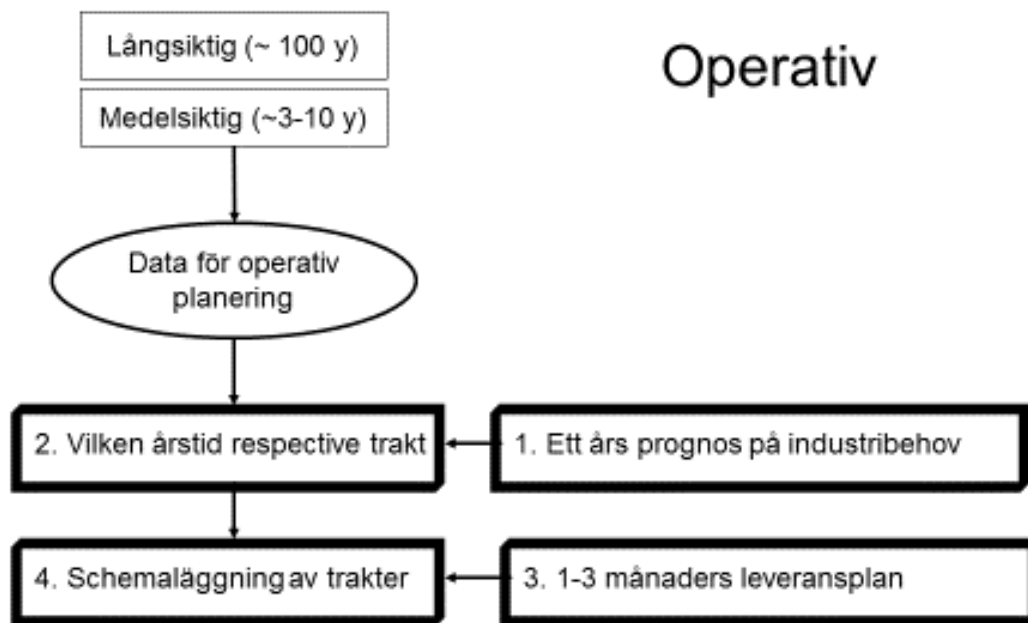
Det viktigaste resultatet från denna planeringsaktivitet är ett schema för vilka trakter som ska avverkas när och med vilket avverkningslag. Planen är detaljerad och anger i allmänhet den dag då avverkningen ska börja och sluta på en specifik trakt (Figur 3.6). Planen görs utifrån vad som finns tillgängligt i traktbanken, ofta av en avverkningsledare eller ibland av det enskilda avverkningslaget.



Figur 3.6. Ett Gantt-schema som beskriver ett avverkningslags aktivitet dag för dag under några veckor.

Procedurerna för detta planeringsstadium varierar kraftigt bland företagen. Ändå kan de följande grundläggande egenskaperna identifieras (Figur 3.7). Planeringshorisonten är aldrig längre än ett år. En rutin med en rullande tremånaders planeringshorisont är inte ovanlig. Detta innebär att ett schema görs för de kommande tre månaderna men bara de beslut som ligger i den första månaden genomförs. Efter det att den aktuella månaden förflutit kommer nästa månad in som den "heta" månaden, eventuellt efter justering, och en tredje månad planeras in. En längre planeringshorisont skulle naturligtvis underlätta hantering men den begränsande faktorn är här tillförlitligheten hos marknadsprognoserna. Det är viktigt att kunna anpassa sig till förändrade marknadsförhållanden med kort varsel.

Schemat, dvs. sekvensen av trakter som lagen ska avverka, måste svara mot leveransplanen till industrin. Det är först i detta planeringssteg som skog och industri samordnar sin verksamhet på allvar. Leveranserna anges för innevarande månad (kortare perioder kan förekomma) och en prognos görs för kommande två månader. Det är samtidigt bra om trakterna för ett avverkningslag kan tas i en sådan ordning att tid och kostnad för flytten mellan trakterna kan begränsas. En begränsning som under vissa säsonger ofta står i konflikt med kraven på leveranser är tillgången på bäriga trakter. Under vår och höst förhindrar markförhållanden respektive vägstandard avverkning och vägtransporter på många objekt.



Figur 3.7. Delarna i den operativa planeringen.

Den operativa planen anger användningen av de faktiska resurserna för avverkning samt när och var virket görs tillgängligt vid avlägg. Det är uppenbart att om uppgifterna i traktbanken inte är korrekta kommer den operativa planen att vara felaktig. För lite av ett sortiment kommer att levereras för sent eller för mycket för tidigt. Sådana avvikelser från planen, i kombination med låga lagernivåer och krav på färskt virke, kan kräva kostsamma anpassningar.

Det är ofta upp det enskilda avverkningslaget att göra den detaljerade planeringen av avverkningsområdet. Traktbeskrivningen innefattar vardagshänsyn såsom att lämna buffertar runt bäckar och avgränsa övriga skyddsvärda miljöer. En klassning av vägstandarden brukar också ingå för att garantera att den går att avverka vid planerad tidpunkt.

Medan tidigare planeringssteg sker i ungefär samma organisatoriska nivå i alla företag är den operativa planeringen förknippad med olika organisatoriska arrangemang. I vissa företag är den operativa planeringen en uppgift för skogsorganisationen och följer distriktsorganisationen. I andra företag kan den operativa planeringen ha frigjorts från den rent skogliga förvaltningen och utgör i stället en del av marknadsorganisationen. Skillnader finns också i fråga om vem som utför planeringen. I vissa organisationer utför en planerare schemaläggningen innan planen delas ut till avverkningslagen, i andra är lagen själva ansvariga för planeringen av trakterna som har tilldelats dem.

3.1.6 Några reflektioner

Syftet med avsnittet är att belysa vad man gör i de olika stegen i den skogliga planeringen i svenska företag och sambanden mellan dessa steg. Något som ska betonas är den skogliga planeringens karaktär av system. Med det menas att det som görs sällan är resultatet av enskilda aktiviteter utan det som görs i ett steg påverkar efterföljande steg, liksom de beror av vad som beslutats i tidigare steg.

Planeringen för naturvård är ett exempel. Överväganden om stora områden sammanfattas i ELP och ingår i den långsiktiga planen. Identifiering av hänsynskrävande delar på trakter görs i samband med planering på medel-lång sikt. Slutligen görs vardagshänsyn i samband med den faktiska avverkningen. Avsikten bakom denna design är i grund och botten för att mini-mera kostnaderna och utnyttja kunskap på ett effektivt sätt. ELP kräver experter. Det är inte meningsfullt att använda dem för att identifiera små hänsynskrävande partier spridda över hela skogen. Detta kan delegeras till ordinarie personal vid distriktet, också med tanke på att de får utbildning i artkännedom och relaterade ämnen. Vardagshänsyn tas bäst av avverkningslagen.

Vad kan man säga om den framtida utvecklingen av denna systemdesign; hur lång tid kommer den att överleva det 21 århundradet? Med förbättrade metoder för att erhålla data om skog och snabbare datorer är en utvecklingsväg att planeringsstegen tenderar att smälta samman och bli mer integrerade. Det är möjligt, till exempel, att planeringen på medellång sikt kommer att ske med en modell som innehåller aspekter som finns i den långsiktiga planeringen idag. Och kanske att den långsiktiga planeringen fokuserar på andra och mer övergripande aspekter än idag, som strategier i dess verkliga mening för nyttjandet av skogsresursen. En kompletterande utvecklingslinje skulle kunna vara att mer av initiativen i planeringsarbetet kommer från distrikts- och lokal nivå då mer kompetens och mer utvecklade programvaror finns där. När det gäller den operativa planeringen kan man identifiera en alltmer intim koppling mellan avverkning och industri. Drivkraften är här ökade krav på kvalitet av slutprodukter i kombination med behovet av att minska kostnaderna. Stegen i försörjningskedjorna länkas allt bättre. Eller kommer vi att se helt nya paradigmer där skogstillgången betraktas utifrån ett helt annat perspektiv? Som ett dynamiskt lager för kol och ännu inte bearbetade slutprodukter? Eller som en samling ekosystemtjänster vars förvaltning utgör den centrala delen av planeringen?

Litteraturen

Eriksson, L.O., Wahlberg, O., Nilsson, M. 2014. Questioning the contemporary forest planning paradigm: making use of local knowledge. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Volume 29, Supplement 1, November 2014, pages 56-70. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02827581.2013.834960>

Eriksson Malin (2008). [Strategisk och taktisk planering samt länken där emellan: analys av planeringsprocessens genomförande vid SCA Skog](#) Sveriges lantbruksuniversitet. (Arbetsrapport / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig resurshushållning, 207).

Frisk, M., Rönnqvist, M., & Flisberg, P. (2011, April). Tactical harvest planning and forest road upgrading. In *Engineering Conference* (p. 98).

- Heureka 2016. Heureka hemsida. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/sha/heureka/heureka/> [16-12-16]
- Nilsson M., Staal Wästerlund D., Wahlberg O., and Eriksson L.O. 2012. Forest planning in a Swedish company - a knowledge management analysis of forest information. *Silva Fennica*, vol. 46, no. 5, pp. 717-731.
- Nilsson, M., Eriksson, L. O., & Wästerlund, D. S. (2013). Strategy Pattern Creation in Forest Planning in Swedish Forest-Ownning Companies. *Forests*, 4(3), 553-574.
- Nilsson, M., Staal Wästerlund, D., Wahlberg, O., & Eriksson, L. O. (2016). The use of forest information in timber sales planning—a case study in a Swedish forest owning company. *Scandinavian Journal of Forest Research*, (just-accepted), 1-14.
- Skogssverige 2016. <http://www.skogssverige.se/skog/fakta-om-skog>. [16 november 2016]
- Söderholm, Johan, 2002. De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. Dept. of Forest Resource Management.

3.2 Planering för enskilda skogsägare

3.2.1 Inledning

Skogsinnehavet varierar mycket mellan olika enskilda skogsägare, men för de flesta är innehavet inte så stort sett ur ett skogligt planeringsperspektiv, vilket betyder att det är både färre beslut att fatta och färre alternativ att välja mellan. Skogsägarna har dock i de flesta fallen sämre kunskaper om skogshushållning (t.ex. skoglig planering, skogsskötsel, virkeslära, teknologi, ekonomi) och har därmed uppenbart behov av stöd för sina beslut.

En enskild skogsägare och skogsinnehav är kanske inte så viktig för landets innevånare, skogsindustrin, naturvården med fler intressegrupper, men sammantaget är de mycket viktiga eftersom något över hälften av den produktiva skogsmarken i Sverige ägs av enskilda skogsägare. Sammantaget svarar de för 60 % av den avverkade volymen i landet eftersom de har en större arealandel i södra Sverige med bördigare ståndorter än i norr.

De flesta skogsfastigheterna har ett för den enskilde ägaren ett betydande ekonomiskt värde, och dessutom i de flesta fallen ytterligare ett värde på ett mer personligt plan som släktgård, uppväxtmiljö, boendemiljö, traditionsbärare, och skogen har värde för rekreation, svamp- och bärplockning, jakt, mm.

Det sammanlagda värdet på den enskilt ägda skogsmarksarealen är mycket stort, hundratals miljarder, så det har betydelse för både de enskilda skogsägarna sammantaget och samhället att dessa skogar brukas effektivt. Allt detta sammantaget gör att planering för enskilda skogsägare är viktigt.

Planering och beslut kräver även för denna ägarkategori ett helhetsgrepp på hela skogsinnehavet, information om skogstillståndet, förslag på möjliga åtgärder och deras konsekvenser, samt val av bästa handlingsalternativ med utgångspunkt från ägarens mål. Per definition så bör en plan innehålla åtgärder och avse framtiden (den närmaste och viss tid framåt). Det är genom olika åtgärder man styr verksamheten.

3.2.2 Traditionell skoglig planering för enskilda ägare

Den sedan flera hundra år traditionella planeringshorisonten för enskilda skogsägare är att upprätta en plan på tio års sikt. Planhorisonten tio år är vald för att en skogsutbildad då subjektivt (utan att räkna i detalj) kan göra en någorlunda god prognos för hur skogen växer och utvecklas, och vilka åtgärder som är ändamålsenliga. Man delar in skogen i någorlunda homogena områden (avdelningar), och för in dessa gränser på en karta. Flygbilder (ortofoto) brukar användas för de ger bra överblick och ritunderlag. Därefter inventerar man i fält och uppskattar och beskriver skogstillståndet i varje avdelning och föreslår åtgärder som bedöms (anses, förmodas) vara ändamålsenliga utifrån ett traditionellt skogsbrukssätt. Råden anpassas till rådande skogspolitik och tidsanda, och ges oftast utan koppling till ägarens mål. Resultaten sammanställs i en skriftlig rapport med karta, avdelningsbeskrivning i tabellform, och sammanställningar över hela fastigheten. En sådan plan kallas för skogsbruksplan.

3.2.3 Några termer

Det finns flera benämningar på ägargruppen enskilda skogsägare. Ett par vanligt förekommande är familjeskogsägare och småskogsägare. På engelska används ”family forest owners”, ”small-scale forest owners” eller ”non-industrial private forest owners”, förkortas ofta till NIPF. Ibland används enbart ”privata” ägare, vilket är missvisande för det begreppet innefattar även privatägda aktiebolag. Skogsstyrelsen använder numera privata enskilda skogsägare i sin statistik.

Skogsbruksplan betyder egentligen ”plan för skogsbruk” och är därmed lika användbart för andra ägarkategoriernas planering. Att säga att skogsbruksplan som begrepp gäller enbart för enskilda skogsägare är en snäv tolkning.

Skogsbruksplaner för enskilda skogsägare upprättades fram till början på 1980 talet i huvudsak enbart med fokus på virkesproduktion. Därefter finns exempel på planer där man anpassat planeringen för att även ta stor hänsyn – mer än vad lagen kräver – till olika intressen, t.ex. naturvårdsinriktad skogsbruksplan (NISP), rekreationsanpassad skogsbruksplan respektive renskötselanpassad skogsbruksplan.

Den förändrade skogspolitiken från 1993 samt en marknadsanpassning har lett till begreppet Grön skogsbruksplan, vilket lanserades av Södra skogsägarna i samverkan med Skogsstyrelsen, som benämning på en plan där 5 % av den produktiva skogsmarksarealen avsätts för fri utveckling eller för skötsel med syfte att utveckla naturvärden, och där ytterligare 5 % av arealen reserveras för naturhänsyn utöver vad som krävs i skogsvårdslagen.

Några organisationer och företag har satt andra namn på sina planer; Skogsägarplan (Norra skogsägarna), skogsskötselplan (Mellanskog), Plus skogsbruksplan (SCA), medan andra nöjer sig med skogsbruksplan (Norrskog, Holmen, Stora Enso, BillerudKorsnäs, Sydved).

I skogsvårdslagstiftningens råd och anvisningar nämns ”grön skogsbruksplan” en gång, ”planera” ca tio gånger och lika många gånger nämns någon annan slags plan.

I FSCs certifieringsregler som främst tillämpas på stora skogsföretags marker, används begreppet ”skogsbruksplan” elva gånger. ”Plan för skogsbruk” eller ”skötselplan” används också elva gånger, ”planera” 21 gånger, ”plandokument” 39 gånger och ”ekologisk landskapsplanering” en gång.

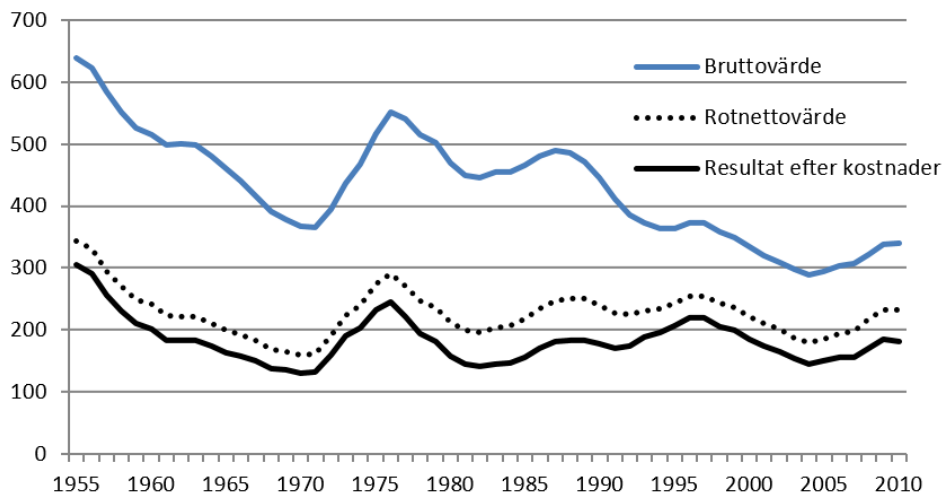
Ett annat begrepp som används ibland inom det enskilda skogsbruket är åtgärdsplan, och då menas ett förslag på vilka åtgärder som bör utföras, utan att skogstillståndet i varje avdelning beskrivs.

3.2.4 En genomsnittlig skogsägare – kalkylexempel

Den enskilde skogsägaren har i genomsnitt 51 hektar produktiv skogsmark. Följande räkneexempel visar förutsättningarna för ägaren (kan vara en eller flera personer) av en arealmässigt genomsnittlig skogsfastighet.

Den genomsnittliga avverkningen är 4.32 m³sk per år (Tabell 1.2), vilket ger ca 4.10 m³f pb gagnvirke per år. Vi antar vidare att bruttovärdet är 350 kr per m³f pb, att avverkningskostnaden är 100 kr per m³f pb samt övriga omkostnader 50 kr per m³f

pb, då blir nettot 200 kr per m³f pb (Figur 3.8). Detta innebär en ekonomisk avkastning på 820 kr per hektar vilket motsvarar 39 600 kr per år, vilket med 1.43 ägare per fastighet motsvarar 27 700 kr per delägare och år. Eftersom en genomsnittlig årsarbetsinkomst är ca 300 000 kr är det uppenbart att de flesta skogsägarna inte kan sägas vara ekonomiskt beroende av virkesinkomsten för sin försörjning, även om tillskottet kan betyda mycket på marginalen när nödvändiga utgifter är betalda. Den självverksamma skogsägaren kan minska kostnaden och därmed öka avkastningen, eller åtminstone få viss ersättning för sitt arbete.



Figur 3.8. Bruttovärde, rotnettovärde och resultat efter kostnader i kr per m³f pb i 2010 års penningvärde (KPI). Löpande femårsmedelvärden beräknade utifrån Skogsstyrelsens statistik i skogsstatistik årsbok 2014.

Den genomsnittliga fastigheten i Sverige har ett försäljningsvärde på 400 kr per m³sk (LRF konsult, prisstatistik 2015), vilket för räkneexemplet där det genomsnittliga virkesförrådet är 152 m³sk per hektar (Skogsdata 2016, Institutionen för skoglig resurshushållning) och 51 hektar, ger ett försäljningsvärde på 3.1 miljoner. Om vi delar med 1.43 delägare per brukningsenhet blir förmögenhetsvärdet per delägare 2.17 miljoner. Direktavkastningen på det bundna kapitalet blir då 1.28 % (27 700 dividerat med 2 170 000). Trots att den årliga ekonomiska avkastningen inte är så stor har brukningsenheten ett stort ekonomiskt värde även för en genomsnittsskogsägare. Fastigheterna är för två skogsägare av tre inte belånade, och i många fall är belåningsgraden låg (Skogsbarometern 2017, LRF konsult och Swedbank). Dessa förutsättningar varierar givetvis med storlek och skogstillstånd på enskilda fastigheter, och de enskilda ägarnas situation vid sidan om skogsägandet.

Förutom den direkta ekonomiska avkastningen och eventuell värdestegring över tid, ger skogsfastigheten en ekonomisk trygghet, en möjlighet till självverksamhet eller en hobby där omkostnaderna kan betalas med obeskattade pengar. Dessutom kan känslan att vara skogsägare vara ett värde i sig, att bestämma själv och att fortsätta ett generationsövergripande projekt. Skogen kan också ge ved, jakträtt och koppling till en bygd och till andra skogsägare. Många ser även skogsägandet som en positiv del i sin identitet. (REF)

Hur många beslut behöver tas? Vi antar att produktionsskogen kan delas upp i 14 avdelningar om vardera 3.5 hektar efter att 5 % satts av för fri utveckling för att gynna naturvården. Om omloppstiden är 70 år blir det en slutavverkning och en eller två

gallringar per femårsperiod. Skogsvården blir en föryngring och en eller två röjningar per fem år. Om innehavstiden är trettio år blir det ca 15 avverkningsbeslut och ca 15 skogsvårdsbeslut under innehavstiden.

3.2.5 Beskrivning av enskilda skogsägare

Återstår att skriva fn, så den intresserade hänvisas f.n. till statistik på Skogsstyrelsens hemsida, Lidestav m fl (2015), Westin m fl (2017), samt Skogsbarometern LRF konsult och Swedbank (2017 eller senare): Statistik om fastigheternas fördelning på storlekar, fördelning på landsdelar, boniteter. Ägarnas fördelning på de som bor på eller nära fastigheten (åbor), eller inte (utbor), ålder jmf hela befolkningen, ensamägare jmf flerägare, självverksamhet, förändringsprocesser. Jämförelse med Europa eller några länder.

3.2.6 Behov av beslutsunderlag

Den enskilda skogsägaren behöver underlag för sina beslut. Kunskapen om skog och skogsbruk, intresse för att lära mer, möjligheterna att ägna tid åt beslutsplanering inklusive tillsyn och uppföljning, självverksamhet, med mera, varierar betydligt mellan olika skogsägare. Vilka överväganden och kalkyler enskilda skogsägare gör och behovet av information, råd och stöd varierar därför mycket. I princip handlar även den enskilde skogsägarens planering om att finna bästa sätt att sköta sin skog utifrån vad ägaren vill få ut av sitt skogsinnehav.

Utmaningarna för de som upprättar planer för de enskilda skogsägarna är delvis annorlunda än vid arbete med de stora skogsägarnas innehav, eftersom de senare har professionella förvaltare som bör ha bättre insikter i frågeställningarna. De enskilda skogsägarnas förutsättningar varierar betydligt. Många kanske inte ens vet säkert var deras fastighet är belägen medan andra har stor kunskap och lokalkännedom, och ett stort intresse för att lära mer.

Många skogsägare överlåter tillsyn och beslut om åtgärder, och kanske även utförande av skötseln, till någon annan person. Många fastigheter ägs av fler än en ägare. Dessa kan ha olika syften med sitt skogsäggande, vilket kan leda till ökat behov av stöd för planering och beslutsfattande. Enligt lag krävs att fastigheter med tre eller fler delägare utser en förvaltare (ref!), som kan vara en ojävig person eller någon av delägarna.

Vissa skogsägare har förvaltningsavtal med en skogsägareförening, Skogssällskapet eller något skogsföretag. I så fall behöver inte ägarna se till att planer upprättas, men däremot brukar den förvaltande organisationen upprätta en skogsbruksplan.

Råd om åtgärder i enskilda avdelningar kan skogsägaren få av virkesköpare inför eller i samband med virkesaffärer, eller av andra skogsägare, via föreningar, skogsentreprenörer och konsulter. Skogsstyrelsen kan också ge råd, men de tar betalt om råden ska ges på plats i skogen. I dagsläget kan de dock göra undantag om frågorna gäller alternativa skötselmetoder som kontinuitetsskogsbruk eller lövskogsskötsel. Sådana råd kan räcka i många situationer, men som planerare vill man ha grepp om helheten, om skogs-tillståndet på hela fastigheten och ägarens mål och syn på framtiden, för att kunna ge råd.

En del skogsägare har inte virkesproduktion och ekonomisk avkastning som mål över huvud taget. Då behöver de kanske inte heller någon traditionell skogsbruksplan. Däremot kan de ha nytta av en plan upprättad med syfte att vårda och förbättra naturvärden, kulturvärden, rekreationsvärden, jaktvärden eller något av skogens andra funktioner.

Vilka data som behövs styrs i första hand av ägarens mål, men skogsvårds-lagen gäller för alla skogsägare så därför behöver alla tillräcklig informa-tion för att kunna hålla sig inom lagens ramar.

En beskrivning av skogens tillstånd är grunden. Men för att fatta beslut behövs även beskrivningar av möjliga eller åtminstone rimliga åtgärder och deras konsekvenser nu och i framtiden. Alternativen bör vara rangordnade med avseende på skogsägarens måluppfyllnad. För den skogsägare som vill ha hjälp med beslutsfattandet räcker det med ett åtgärdsförslag, dvs det bästa.

De flesta enskilda skogsägare väljer att avverka i sin skog, och efter avverkning dessutom att sälja virket till industrin, via skogsägareförening eller skogsindustriföretag. Många hugger ved till egen uppvärmning. Några förädlar själva en del virke via såg och slöjd. Men ingen lägger upp några större mängder i virkestravar för slutförvaring. För de som avverkar och säljer sin skog bör en del av målet därför vara nettointäkter och nuvärde.

Produktionsmöjligheterna på lång sikt är en viktig utgångspunkt, åtminstone för de som ser skogsägande och brukande i ett generationsperspektiv. Det aktuella skogstillståndet är samtidigt avgörande för vad som kan göras på kort sikt och den medellånga sikt som speglar den innehavstid på ett par tre årtionden en ägare oftast har. Generationstanken kan handla om att bruka och förvalta resurser effektivt och sedan lämna över resurser i någon form – men inte nödvändigtvis skog – till nästa generation. Om inte nästa generation är intresserad och motiverad att skaffa kunskap om skogsbruk är det kanske bättre med en annan placering av kapitalet.

Planerarens uppgift blir annorlunda om markägaren är en enskild person eller ett stort skogsföretag; det gäller att hjälpa småskogsägaren reda ut såväl vad denne vill ha, vad skogen kan ge, samt hur skogen då bör skötas. En realitet i verkligheten och komplikation vid planering kan vara att målet förändras under innehavstiden i takt med livets växlingar.

Vilken information, vilka data, vilket beslutsunderlag och stöd av planerare en skogsägare behöver beror således på många olika förutsättningar. Ägarförhållanden, mål, intressen, kunskaper, vilja att lära mer, vilja att ta råd och köpa tjänster, sätt att fatta beslut, förmåga och möjlighet vara självverksam samt även skogliga förhållanden kan påverka.

3.2.7 Synpunkter och krav från omvärlden

Det är många som har synpunkter på hur skogen kan, bör och får brukas. Samhället sätter ramarna genom skogs- och miljölagstiftningen. Skattelagstiftningen påverkar också. Skogen är dessutom en så självklar del av Sverige att allmänheten ofta har synpunkter. Olika intressegrupper (naturvårdare, jägare, ornitologer, renskötare, osv) försöker påverka besluten. Slutkonsumenterna för de produkter skogen omvandlas till har också synpunkter, och därigenom har också industriledet mellan skogen och

konsumenterna synpunkter (den fiberbaserade industrin, sågverken, m.fl.). Detta gäller dels markutnyttjandet och skötselmetoderna, dels kraven på virke till industrierna. Det innebär att den enskilde skogsägaren behöver vara någorlunda öppen för och medveten om omgivningens krav, men framförallt ha en egen bild av vad denne vill uppnå och insikter om vad skogen kan ge.

3.2.8 Vad ska ingå i en skogsbruksplan

Hur en plan ska se ut beror på skogsägaren. Planen bör innehålla förslag på de åtgärder under en viss tidsperiod som leder till bästa måluppfyllnad över tiden. En plan kan innehålla alla delar som en plan för ett skogsföretag, med en strategisk (långsiktig, övergripande), en taktisk (medellång sikt) och en operativ (kort sikt) nivå. Planen bör i vilket fall vara så konkret och tydlig att skogsägaren kan ta till sig och förstå planens innehåll, och hur den tagits fram.

Planen bör också vara möjlig att ajourhålla i takt med att åtgärder utförs, den bör vara intresseväckande och motiverande. Konsekvenserna av olika åtgärder bör beskrivas och kvantifieras så att skogsägaren kan förstå vad som händer om en föreslagen åtgärd utförs, men också om den inte utförs, om åtgärden utförs på ett annat sätt, eller om en annan åtgärd utförs. Effekterna bör beskrivas för de ekosystemtjänster och nyttor som ingår i ägarens mål nu. Om man vill och har möjlighet så är det önskvärt att även de ekosystemtjänster ingår som ägaren kan bli intresserad av i framtiden, samt sådana som efterfrågas av samhället.

Planen bör utformas så att den lockar skogsägaren till lärande om sin skog och sitt skogsbruk, men också hur andra intressenter kan påverkas. Planen bör också vara utformad så att kommande generation blir intresserad att läsa och lära. Interaktivitet är önskvärt, att läsaren kan testa att utföra olika åtgärder och få en konsekvensbeskrivning är positivt. Planen bör dessutom vara lättillgänglig.

Skogsägaren bör kunna komplettera sin plan med ytterligare information efterhand, t.ex. fotografier från skogen, noteringar om stigar, vindfällan, torrträd, ovanliga växter, svampställen, älgpass, andra kulturvärden, osv. samt utförda skogsbruksåtgärder. Tidigare utförda åtgärder och historiska bilder kan också vara intressanta. Avverkade Farfar i någon del av skogen, var plockade Farmor bär, etc.

Planen kan också innehålla dagsaktuell information, t.ex. hur mycket har skogen växt idag, hur mycket kol har bundits idag, hur stor är risken för vindfällning (både före en storm utifrån vindprognos, och efter en storm med bättre data), snöbrott, insektsangrepp.

Informationen i planen bör också enkelt kunna uppdateras med information som kommer från offentliga inventeringar, eller utifrån ägarens självverk-samhet med inventering, eller skogsvård. Ajourhållning av konsekvenser av åtgärdsförslag mot förändringar i skogstillstånd och prislistor bör göras.

3.2.9 Utvecklingsmöjligheter

Den tekniska utvecklingen med smarta mobiler och läsplattor ger fantastiska möjligheter, vilka skulle kunna utnyttjas betydligt mer än idag. Tänk dig en eller flera

mobilappar. En som guidar skogsägaren runt på fastigheten, läser upp en beskrivning av skogstillståndet och som visar var planeraren gått och mätt. Appen skulle då kunna läsa upp planerarens kommentarer när denne gick runt på fastigheten. Appen skulle dessutom kunna vägleda till alla koordinatsatta natur- och kulturvärden samt redovisa och ge argument för och emot olika åtgärder i den avdelning som skogsägaren står i och deras konsekvenser på kort och längre sikt. Appen skulle också kunna informera om vilka entreprenörer som finns i närheten och som genomför uppdrag i området.

En annan app skulle kunna illustrera hur skogen växer och förändras. Tänk om man skulle kunna hålla upp mobilen i fotoläge över en avdelning eller ett landskapsavsnitt och få en visualisering av hur tillståndet successivt förändras vid given skötsel.

Ytterligare en app skulle kunna användas för att mer eller mindre automatiskt registrera arbetstid och prestation, samt uppdatera skogsbruksplanen. Informationen om egen prestationsförmåga kan sedan användas för att ge råd om vilka åtgärder och i vilka avdelningar självverksamhet ger bäst lönsamhet eller måluppfyllnad.

Eller en app som ger stöd för enkel programmering av en drönare för flygfotografering och sedan tar hand om och matchar ihop bilderna så att bildbotten i skogskartan kan uppdateras.

Något som också skulle underlätta för skogsägaren är en app som kunde vägleda om i vilka avdelningar där data med högre kvalitet om skogstillståndet gör mest nytta och där datainsamling med metoder som ger hög datakvalitet kan eller bör göras. Den appen kanske också skulle kunna upprätta en inventeringsplan, antingen genom att ett utlottat punktgitter (mönster) för en objektiv inventering, eller möjligen med förslag på lämpliga platser (någon slags stratifiering) för att genomföra subjektiva mätningar eller naturvärdesbedömning. Appen kunde då vägleda till mätpunkterna, instruera hur man mäter och arbetar på en provyta, ta emot mätvärden från mätinstrument och räkna fram objektiva skattningar av skogstillståndet inklusive stickprovsfel för avdelningen. Data kan sedan skickas till en kraftfull server för analyser med något riktigt avancerat system för skogliga hållbarhetsanalyser. Resultaten av analyserna hämtas sedan tillbaka och presenteras på lämpligt sätt enligt skogsägarens önskemål.

Dagens skogsägare skulle troligtvis efterfråga många fler funktioner om möjligheten fanns, och morgondagens skogsägare kan förmodas ha fler och kanske helt annorlunda önskemål dagens skogsägare. En plan för en enskild skogsägare i framtiden kommer med största sannolikhet se annorlunda ut och vara utformad på ett helt annat sätt än idag. Framtidens behov är inte detsamma som gårdagens. Morgondagens möjligheter och förutsättningar är inte kända idag.

Detta synsätt innebär att skogsägaren sätter värde på mer än virkesproduktionen, att ägaren vill bedriva ett ur ekonomiskt perspektiv effektivt skogsbruk, att skogsägaren har lokalkännedom och vill bidra med datainsamling och ha synpunkter på operativ planering. Synsättet innebär också att skogsägaren vill lära mer – och har mer att lära och kan motiveras att lära mer – om skoglig planering och skogsskötsel, m.m., Skogsägaren – eller dennes ombud – blir en aktör i planeringsprocessen.

Metoden för att framställa skogsbruksplanen i vid mening måste vara kostnadseffektiv, dvs. nyttan av planen måste vara större än kostnaden. Nyttan av bättre planering bör ha avtagande marginalnytta, medan kostnaden för förbättrad

planering bör vara växande. Skillnaden mellan nyttan och kostnaden optimeras när en extra krona i utgifter för planering bara ger motsvarande nytta tillbaka i bättre beslut.

En grund för planering är skogstillståndet i utgångsläget. Om vi helt bortser från kostnaden skulle man önska sig information om varje träd, varje kvadratmeter mark, varje vattenförekomst, mm. Åtgärder i skogen kommer dock aldrig kunna beslutas och utföras för varje enskilt träd, då hänsyn måste tas till kostnader för att flytta runt maskiner och arbetskraft. För närvarande kan vi inte heller i praktisk skala samla in information om enskilda träd. Vi får troligtvis beskriva skog uppdelad på eller samlad inom avdelningar även i framtiden. Det första planeringsmomentet vid planering för den enskilde skogsägaren är därför att avgränsa avdelningar (beskrivningsenheter, bestånd, åtgärdsenheter, trakter eller vad man nu väljer att kalla dessa avgränsade områden).

3.2.10 Leder skogsbruksplaner till effektivare skogsbruk

Är det effektivt för en enskild skogsägare att ägna sig åt planering? Är det effektivt att upprätta en skogsbruksplan? I båda fallen är det korrekta svaret att planen är lönsam om den leder till större ökning av måluppfyllnaden än vad planen kostar att framställa.

Ett skogsbruk helt utan planering innebär helt slumpmässiga beslut t.ex. om var i skogen man ska avverka, och då blir det uppenbart att någon slags planering är ändamålsenlig. Hur mycket som ska läggas på planering är en svårare fråga. Någon slags tillståndsbeskrivning och indelning i åtgärdsenheter eller beskrivningsenheter behövs i alla fall och kan sägas vara en grund för beslut.

Dessutom är det rimligt att göra åtgärder som är relevant med hänsyn till skogstillståndet i varje enhet. Det mest förekommande sättet att besluta om åtgärder är att följa någon skogsskötselnorm (skogsskötselrekommendation) med föryngring, röjning, gallring och slutavverkning vid tidpunkter där skogstillståndet med avseende på trädens höjd och beståndets täthet (grundyta) i förhållande till ståndort, trädslag, m.m.. Sådana generella skötselrekommendationer är inte anpassade till ägaren och skogstillståndet på fastigheten, och är oftast upprättade utan direkt koppling till det ekonomiska resultatet.

En ändamålsenlig plan kräver fastighetsvisa och ägaranpassade analyser, men dessutom bra data om skogstillståndet och en precis målformulering. I utbildningen på jägmästarprogrammet får studenterna i ett första steg upprätta skogsbruksplaner huvudsakligen med traditionella subjektiva metoder (kompletterat med en del beståndsvisa analyser för vissa bestånd), och i ett andra steg göra fastighetsvisa analyser med det bästa analyssystem vi har tillgång till idag, nämligen Heureka Planvis. Vid den senare analysen kan studenterna välja att jämföra det ekonomiska nuvärdet mellan sin första skogsbruksplan och den som blir resultatet av Planvis-analyser. Resultatet kan skilja med 100 000 kr eller mer, vilket kan ses som ett mått på en dold kostnad för att upprätta en traditionell plan. (Den synliga kostnaden är vad skogsägaren får betala för att tjänsten att upprätta en plan).

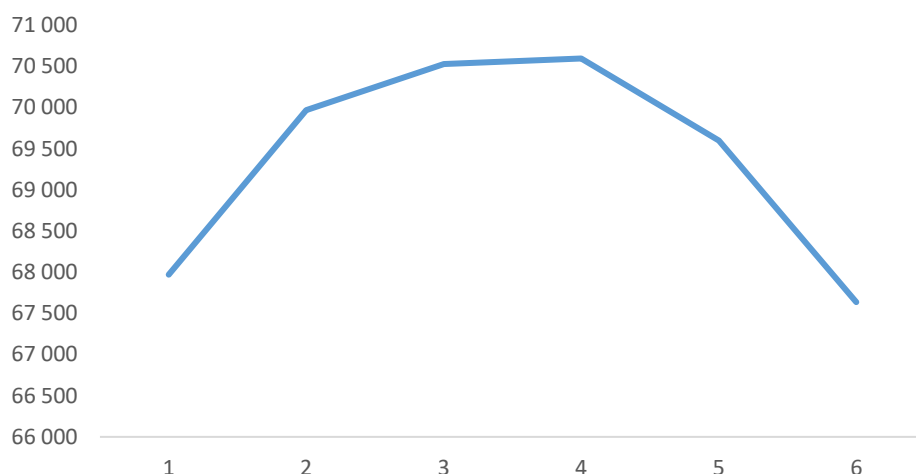
Det betyder att åtgärdsförslagen i en traditionell skogsbruksplan inte är det bästa. Slutsatsen förutsätter att målformuleringen vid Planvis-analysen stämmer med skogsägarens mål. Det förutsätter också att data om skogen stämmer tillräckligt bra

med verkligheten, och att Planvis-systemets alla delar (modeller) förmår beskriva verkligheten tillräckligt bra.

Man ska inte tro att en skogsutbildad med en subjektiv bedömning utifrån sin kunskap kan avgöra vad som är optimal skötsel eftersom frågeställning är så komplex.

Heurekasystemet är byggt av forskare utifrån aktuell kunskap om hur skogen växer och reagerar på åtgärder givet skogstillstånd, men verkligheten är givetvis komplicerad och variationsrik. Heureka PlanVis ger därför trots sin detaljnivå och komplexitet inte heller säkert ett korrekt svar på frågan hur skogen bör skötas. Skogsbruk innebär också risker (stormar, snöbrott, svampangrepp t.ex.) som är svåra att modellera och hantera i systemet.

Det finns plats för ödmjukhet från både den traditionella skogsbruksplanläggaren och från den planerare som använder Heureka. Man kan säga att den analytiska planeraren bör sätta sig in i, förstå och förklara den lösning som planeringssystemet ger innan det implementeras. Förmildrande är dels att man kan följa upp resultaten gör ny planering och analyser efter 5-10 år, vilket i ett skogligt perspektiv är en kort tidsperiod, dels att det är en liten skillnad i måluppfyllnad mellan skötselalternativen nära optimum. En del åtgärdsalternativ är ungefär likvärdiga, vilket illustreras i figur 3.9.



Figur 3.9. Principiellt exempel på hur nuvärdet (kr/ha) för en avdelning förändras över beståndets ålder (femårsperioder) vid slutavverkning.

3.2.11 Hur används skogsbruksplanen?

Skogsbruksplanen är i första hand till för att hjälpa skogsägaren fatta de beslut som leder till högsta måluppfyllnad, dvs för beslut om vilka åtgärder som ska utföras, hur dessa ska utföras och när. Ett kanske enklare sätt att formulera detta är att man ska välja och rangordna (prioritera) objekt/prioritering för åtgärder som leder till högsta måluppfyllnad. Men planen kan användas på fler sätt (som ytterst också syftar till högsta måluppfyllnad).

Alm (2012) undersökte aktivitetsgraden hos 138 skogsägare i norra Sverige med skogsbruksplan i jämförelse med 100 utan plan. Han fann signifikant högre åtgärdad areal hos de med plan (6.7 % av arealen åtgärdad per år mot 3.5 %). Aktivitetsgraden efter att plan inskaffats är signifikant högre än innan (6.5 % mot 3.1 %). Av

föreslagna åtgärder utförs två av tre (övre och nedre kvartiler är 44 respektive 90 %). Huruvida skogsbruksplanerna också lett till högre måluppfyllnad för ägarna undersöktes inte.

En studie 1981 (SOU 1981:81) baserad på intervjuer med 2500 enskilda skogsägare visade att på fastigheter med skogsbruksplan avverkades mer än på de utan plan. Det ledde till lagkrav under 1980-talet på att alla skulle ha en skogsbruksplan. Det bakomliggande syftet var att skogsindustrins virkesförsörjning skulle säkras efter några år runt 1980 med låg avverkning. Slutsatsen kritiserades senare eftersom sambandet kunde varit det motsatta, dvs att de skogsägare som av någon anledning avverkar har ett behov av skogsbruksplan, medan de som inte vill avverka inte heller anser sig behöva någon plan.

Svensson (2002) skickade ut en enkät till skogsägare i Älvdalen som upp-rättat skogsbruksplan och fick svar från 125 st (63 %). Resultatet visade på betydligt ökad aktivitetsgrad för både avverkningar och skogsvård. Röjning ökade med 320 %, gallring med 115 % och slutavverkning med 145 %. En fjärdedel av skogsägarna funderade på ägarskifte.

Harrysson (2009) intervjuade virkesköpare och drog slutsatsen att en skogsbruksplan underlättade dialogen med skogsägaren, minskade tiden för bedömningar i skogen och underlättade virkesköp för det företag som upprättat planen.

Carlén (1990) hade skogsbruksplan en signifikant positiv inverkan på både sannolikheten för avverkning och avverkad volym, men att ägarens ålder hade en större inverkan.

Planen används ofta som ett hjälpmedel för kommunikation inom familjen, med delägare och med myndigheter t.ex. vid ansökan om bidrag. Planen kan också fungera som information vid anmälan inför slutavverkning eller ansökan om bidrag, vid fastighetstaxering, vid diskussioner med rågrannar, virkesköpare och inspektorer samt med skogsvårdsentreprenörer. Vidare är den ett bra underlag när man kommunicerar med de närboende, med andra intressenter, med banker och rådgivningskonsulter för överlåtelseplanering.

Planen ger underlag för kreditgivares beslut om lån. Den är underlag för egen kontroll och uppföljning, för certifiering och lagefterlevnad, bidragsunderlag, och som underlag för spekulanter vid en försäljning. Dessutom kan den användas som kalkylunderlag vid försäljning av avverkningsrätter eller skogsvårdsuppdrag. Den är inte minst ett utmärkt underlag och inspirationskälla för eget och familjens lärande om allt som hör skog och skogsbruk till.

3.2.12 Innehåll

Grundprincipen är att planen ska innehålla den information som behövs för att ägaren ska kunna fatta de beslut som leder till högsta måluppfyllelse. En skogsägare som vill producera biologisk mångfald på hela sin skogs-fastighet behöver givetvis annan information än den som helt fokuserar på virkesproduktion. En skogsägare som vill ha inkomster under sin innehavs-tid behöver inte samma information som den som vill ha maximal inkomst. Men informationsinsamling kräver resurser, vilket betyder att man inte kan samla in mer information och inte ägna mer resurser åt analyser än vad man kan vinna på förbättrade beslut.

Det finns ingen officiell standard för vad en skogsbruksplan ska innehålla. Däremot finns en tradition om vilka variabler som är grundläggande, och den traditionen förutsätter att virkesproduktionen står i centrum men att miljöhänsyn ingår. Certifieringsreglerna ställer dock krav på vad som ska ingå i skogsbruksplanen vilket skogsägaren behöver ta hänsyn till om denne vill bli certifierad. Man kan göra en mycket lång önskelista med sådant som många anser som nödvändigt men också sådant som kan vara intressant i en skogsbruksplan.

- Beskrivning av vilket mål planen upprättats utifrån
- Översiktskarta som visar fastighetens skiften, vägar, terrängen i stort med berg, myrar, sjöar, och ev. tätorter
- Skogskarta med avgränsning av alla avdelningar, med flygbildbakgrund (bildbotten) resp. som temakarta
- Beskrivning av skogstillståndet per avdelning. Identitet, areal, ålder, ståndortsindex/bonitet, huggningsklass, volym och trädslagsblandning kan kanske sägas vara de traditionella egenskaperna. Grundyta, stamantal, medeldiameter, medelhöjd, sågtimmerkvalitet, (alla dessa ibland per trädslag), övriga kommentarer, skador, natur- och kulturvärden, sociala värden, markförhållanden, ståndortsförhållanden, terrängförhållanden, terrängtransportavstånd diameterspridning är andra egenskaper som också har en betydelse och värde vid analyser inför beslutsfattande och därmed bör ingå i skogsbruksplanen
- Naturvärdesbedömning, i första hand av områden med höga värden
- Målklassindelning redovisas i avdelningsbeskrivningen, men också i en separat tabellöversikt och i temakarta
- Beskrivning av inventeringsmetoden, per avdelning om metoden varierats, kvalitetsdeklaration, samt vilken information som har hämtats från offentliga register
- Summering av skogstillståndet för fastigheten, areal, virkesförråd, trädslagsfördelning, medelbonitet eller ståndortsindex, åldersklassfördelning (areal, volym), dessa tabeller och diagram redovisas både för målklass PG och PF respektive NS och NO
- Åtgärdsförslag för den tidsperiod planen avser, avverkningsåtgärder, skogsvårdsåtgärder nuvarande skogstillstånd samt tillstånd efter föreslagna och möjliga avverkningsåtgärder
- Åtgärdsförslag kan med fördel redovisas i en eller flera temakartor
- Beskrivning av hur åtgärdsförslagen tagits fram. Analyser med Heureka PlanVis i kombination med någon subjektiv fältkontroll är det bästa vi har idag men enklare och billigare analyser kan vara tillräckliga för en del skogsägars situation och mål
- Konsekvensbeskrivning av åtgärdsförslagen, volymer, arealer, ålderklassfördelning, trädslagsfördelning
- Måluppfyllnad. T.ex. Nuvärde, inkomster, mängder och arealer för annat som ingår i målet, värde på indikatorer
- Alternativa åtgärdsförslag och deras konsekvenser

- Detaljerade råd och tips till skogsägaren angående skötselåtgärder, tillsynen av skogsbestånden och ajourhållningen av planen
- Kärnfull sammanfattning på en sida.

Den absoluta miniminivån för information är skogskartan med avdelnings-gränser och -identiteter samt motsvarande avdelningsregister med de viktigaste variablerna inklusive åtgärdsförslag för planperioden.

3.2.13 Några synpunkter på planens tidshorisont

En mycket vanlig tidshorisont för en skogsbruksplan för en enskilt ägd fastighet är 10 år. Planeringsperioden brukar då delas upp i tre perioder, och åtgärdsförslagen anges ska ske "omedelbart", "i första" eller "i andra femårsperioden". Tio års horisont är vanligt även i många andra länder i Europa, men längre tidshorisonter förekommer också, även i Sverige. "Tredje femårsperioden" används ibland för åtgärdsförslag.

Dessa tidshorisonter är sprungna ur historien när man gjorde prognoser om skogens tillväxt och utveckling helt subjektivt eller möjligen med hjälp av tillväxtlinjer i någon gallringsmall. I dagsläget med de analysverktyg vi nu har tillgång till bör tidshorisonten vara längre för att visa på produktions-potential, uthållighet (eller hållbarhet) och den vanligt förekommande generationstanken. En omloppstid kan vara lämpligt med hänsyn till den tid det tar för skogen att utvecklas.

En enskild skogsägare bör ägna en del tid åt att begrunda vad hen vill få ut av skogsbruket under sin innehavstid, och då är kanske 30 år en rimlig horisont.

Å andra sidan kan man hävda att världen är föränderlig, att både ägaren och omvärlden förändras över tid och att både planen och planeringen bör anpassas därtill. Ägarens erfarenheter, förutsättningar och värderingar förändras över tiden och därmed målet, samhället förändras också och därmed även alla de politiska regleringar som påverkar skogsbruket. Klimatet förändras, kunskapsläget om skogsbruk, skogsbruksteknologin, produktionsmöjligheterna, efterfrågan på marknadsprissatta nyttor förändras, dvs priser och prisrelationer förändras. På lång sikt vet vi inte vilka av de nyttor skogen kan ge som skogsägarna och samhället behöver och med vilken prioritet. Skogsbruksplanen är i så fall främst en medel-siktig plan utifrån de förutsättningar som gäller just nu. Planen kan vara vad en kunnig och erfaren person föreslår efter en mer eller mindre översiktlig "besiktning" och till en billig penning, med syfte att åtminstone undvika att göra onödiga skogsskötselmässiga fel, och att inte ta för stora risker. Man vill inte missa att utföra uppenbara skogsvårdsåtgärder inklusive gallring, eller missa att sätta undan skogsområden med höga naturvärden. I dessa fall är det mycket viktigt att den som upprättar planen är välutbildad och har tillräckligt djupa kunskaper för att undvika "överdriven trädskötsel" som inte i tillräcklig grad utgår från ekonomiska, tekniska, biologiska m.m. realiteter, och föreslår åtgärder som kostar mer än de smakar.

3.2.14 Är planen offentlig handling?

Skogsvårdslagen innehåller inte krav på att information i planen ska visas upp offentligt. Skogsstyrelsens tillhandahåller en del information om skogstillståndet baserat på laserskanning, men det är inte en plan för hur skogen ska skötas på det sätt som ingår i en skogsbruksplan. Planen får anses som konfidentiell information och det

är skogsägaren som bestämmer hur informationen ska lämnas ut till andra. Certifieringsreglerna kräver dock att delar av planen är offentlig.

Faktaruta. FSCs krav på planen.

PRINCIP 7: SKÖTSELPLAN

En skriftlig skötselplan, anpassad till verksamhetens omfattning och intensitet, ska upprättas, verkställas samt hållas uppdaterad. De långsiktiga målen med skogens brukande och de medel med vilka de ska uppnås ska vara tydligt angivna i planen.

KRITERIUM 7.1

7.1 Skötselplanen med stöddokument ska innehålla:

- a) Skogsbrukets mål.*
- b) Beskrivning av de skogstillgångar som ska brukas, miljöbetingade begränsningar, markanvändning och äganderättsförhållanden, socioekonomiska förhållanden samt en översiktlig beskrivning av angränsande områden.*
- c) Beskrivning av skogsbrukssystem/annat skötselssystem baserat på det aktuella skogseko-systemets ekologi och på information som erhållits genom inventering av tillgångarna.*
- d) Motivering för beräkning av årlig skördenivå och trädslagsval.*
- e) Metoder för uppföljning av skogens tillväxt och dynamik.*
- f) Miljöskyddsåtgärder grundade på miljöutvärderingar.*
- g) System för att identifiera och skydda sällsynta och hotade arter.*
- h) Kartor som beskriver skogsresursen, inklusive skyddade områden, planerade skogsbruksåtgärder och äganderättsförhållanden.*
- i) Beskrivning av de avverkningsmetoder och den utrustning som ska användas och motivering för användningen av dessa metoder respektive utrustning.*

Kommentar: Under princip 7 görs hänvisningar till bilagor 3A och 3B som är en del av denna standard. Syftet är att skapa en mer tekniskt hanterbar standard genom att på ett överblickbart sätt återge krav gällande planer och dokumentation. Syftet är också att skogsbrukare inför certifieraren ska kunna verifiera att standarden följs.

7.1. a-bS. Skogsbrukare ska uppfylla krav för plandokumentation enl bilaga 3A och 3B.

7.1. fS. Vid skogliga åtgärder i eller i anslutning till områden med särskilt höga kultur- och naturvärden ska det finnas trakt direktiv/arbetsbeskrivning som redovisar dessa områden och hur de ska behandlas.

7.1. gSA. Samma som 6.1.7SA.

7.1.a-bSA, 7.1.fSA, 7.1.gSA VER: Plandokumentation, intervjuer, fältbesök.

KRITERIUM 7.2

7.2 Skötselplanen ska revideras med jämna mellanrum, för att inkludera resultat från egna uppföljningar och från ny vetenskaplig och teknisk information samt anpassas efter ändrade miljömässiga, sociala och ekonomiska förhållanden.

7.2.1SA. Skogsbrukares plandokumentation ska uppdateras i förhållande till verksamhetens omfattning och intensitet. Vid omfattande planrevision ska resultat av uppföljningar och relevant ny kunskap användas.

Kommentar: Plan äldre än 10 år revideras då så erfordras för uppföljning och kontroll.

7.2.1SA VER: Plandokumentation.

KRITERIUM 7.3

7.3 Anställda i skogsbruket ska erhålla den utbildning och handledning som krävs för att säkerställa att skötselplanen efterlevs.

7.3.1S. Skogsbrukare ska tillse att anlitade arbetstagare eller entreprenörer har nödvändig kompetens 31 och vid behov ges handledning för att säkerställa att skötselplanen efterlevs.

7.3.1SA VER: Kunskapsbevis. Anställningsbevis. Intervjuer. Entreprenörsavtal, berörda fackliga organisationer.

KRITERIUM 7.4

7.4 Med undantag för information av konfidentiell karaktär, ska skogsbrukare hålla en sammanfattning av huvudpunkterna i skötselplanen offentlig, inklusive det som anges under 7.1.

7.4.1SA. Skogsbrukares plandokument, med undantag av konfidentiella delar, ska vid förfrågan kunna visas 32. Konfidentiella delar kan gälla till exempel skydd av arter känsliga för störning eller

kriminalitet.

7.4.1SA VER: Tillgänglighet av dokumentation.

Bilaga 3A: Plandokumentation; information tillgänglig för allmänheten

Tabellen visar vilken information som ska göras tillgänglig för allmänheten för SLIMF, det vill säga vilken information som mindre markägare ska göra tillgänglig för allmänheten. Certifieraren ska kunna ges tillgång till all dokumentation som olika standardpunkter kräver (se bilaga 3B).

Indikator SLIMF 20-1000 ha

5.1.1 Mål för skogsskötseln

7.1 Beskrivning av utgångsläge, mål, skötsel samt karta och register med karta över:

- Nyckelbiotoper m.m. (6.2.1S a och b)
- Områden avsatta för naturvårdsändamål (6.4.1-6.4.3S)
- Skogar med högt bevarandevärde (9.1.1SA, 9.1.2S, 9.3.1S, 9.3.3SA)

SLIMF < 20 ha

Mål för skogsskötseln

Skriftlig eller muntlig information om:

- Nyckelbiotoper (6.2.1S b)
- Områden med höga naturvärden enligt 6.1.7SA.
- Skogar med högt bevarandevärde (9.1.1SA, 9.1.2S, 9.3.1S, 9.3.3SA)

Exempel på dokumentation

Karta över områden avsatta för naturvårdsändamål och skogar med högt bevarandevärde och sammanfattande huvudpunkter i skötselplanen

3.2.15 Planprogram, ajourhållning och format

Planen upprättas i de allra flesta fall med en dator. Det finns speciella program för ändamålet (ForestMan, pcSKOG, Splan) som inkluderar GIS-funktionalitet och som ger stöd för ajourhållning. Skogsägaren kan skaffa programmet och använda det för kompletteringar, utsökningar och ajourhållning, eller låta den organisation som upprättat planen ajourhålla den. Dessa program har sina styrkor (främst kanske att hålla ordning på och underhålla avdelningsregister och skogskarta), men de är inte gjorda för den typ av analys och planering man kan göra med Heureka Planvis. De är inte planeringsprogram i den meningen.

Ajourhållningen är viktig. Skogstillståndet bör justeras årligen utifrån skattning av beståndets tillväxt i respektive avdelning (framskrivning), baserat på offentliga datakällor som Skogsstyrelsens Skogliga grunddata, eller att skogsägaren själv eller entreprenör eller förvaltare ajourhåller tillståndet utifrån de skogsvårds- eller avverkningsarbeten som utförts. Vi kan tycka att skogen växer långsamt och att de flesta avdelningarna lämnas utan åtgärd, men det är viktigt att tillståndsbeskrivningen är tillräckligt rättvisande för att kunna användas som beslutsunderlag, och när man vill revidera planen för en ny tidsperiod. Redan efter fem år kan planen vara ganska föråldrad. Om planen ska fungera som underlag för kommunikation är det också viktigt att den är aktuell.

Det brukliga är att planen skrivs ut på papper i A4-format och sätts in i en pärm. Kartorna skrivs ut på A3 eller större format, och kan plastas in så att de tål att tas med ut i fält. Dessutom finns det dataprogram så att man kan ha sin plan i sin PC, och i avancerade mobiltelefoner eller i fältdator. Det senare förutsätter att man har sin plan i molntjänst eller åtkomlig via internet på något företag eller planprogramleverantör. Digitala planer är enklare att ajourhålla. Även pappersversionen kan givetvis ajourhållas, vanlig penna räcker någorlunda för att ajourhålla avdelningsregistret och skogskartan med utförda åtgärder, men det blir fort kladdigt om man ska ajourhålla

tillståndsbeskrivningen. Bättre är att ajourhålla i datorn och sedan årligen göra en ny utskrift av en aktuell plan.

3.2.16 Vem upprättar planen

Det vanliga är att man anlitar någon skogsutbildad för arbetet att upprätta skogsbruksplanen. Det kan ske i direktkontakt med den person som gör jobbet, eller via virkesköpande organisationer. De senare kan låta anställda göra planer, men oftare anlitar de underkonsulter (entreprenörer, studenter, säsongsanställda). För organisationen är det en möjlighet att få en överblick över skogstillståndet på fastigheten och en förtroendefull relation med skogsägaren och kunna ge råd om avverkning, vilka kan ge förbättrade möjligheter att köpa mer virke. Om organisationen har planen i sitt datorsystem blir skogsägaren beroende av kontakter med företaget för ajourhållning.

Organisationerna har ofta någon eller några planansvariga personer som hanterar beställningar, ordnar underlag för planarbetet, anställer, utbildar och administrerar fältpersonal. De tar också emot data och granskar de färdiga planerna och ordnar med utskrifter. Fältsäsongen för planläggarna inleds vanligen men någon introduktion till jobbet. De som är helt nya behöver en grundlig introduktion, de rutinerade behöver lära sig det som förändrats sedan tidigare, och båda behöver träna på och kalibrera sina mätningar och bedömningar.

Även Skogsstyrelsen kan åta sig att upprätta skogsbruksplaner. Under 1980-talet genomförde de ÖSI-projektet (ÖSI står för ”översiktlig skogsinventering”) och var då också den organisation som upprättade mest planer. Staten satsade stora pengar på att upprätta planer för all enskilt ägd skogsmark. Syftet var att öka aktivitetsgraden och avverkningsvolymerna bland de enskilda skogsägarna eftersom en studie visat att på fastigheter med skogsbruksplan avverkades mer än på de utan plan (SOU 1981:81).

Skogsägaren kan själv upprätta skogsbruksplan över sin fastighet, men enligt certifieringsreglerna krävs att planläggaren har relevant utbildning. Ett alternativ för självverksamhet vid planering är att skogsägaren själv arbetar vidare med planen genom ajourhållning och eget inventering- eller planeringsarbete.

3.2.17 Hur görs skogsbruksplaner

Skogsbruksplaner för enskilda skogsägare baseras 2016 alltjämt huvudsakligen på subjektiva metoder. Skogsägarnas mål beskrivs inte alls eller mycket vagt, data om skogen, natur- och kulturvärden, m.m. på fastigheten insamlas genom subjektiva bedömningar och stödmätningar på subjektivt valda platser, och åtgärdsförslagen ges utifrån vad förrättningspersonen bedömer i fält och efter viss jämkning med hänsyn till skogstillståndet och tillväxten på hela fastigheten. Förslag på avverkning för hela fastigheten anpassas till vad som bedöms lämpligt.

Datainsamlingen börjar med bildtolkning. Flygbildstolkning kan utföras av professionella bildtolkare eller av förrättningspersonen utifrån tillgängliga bilder och data. Det kan vara data från laserskanningen 2009-2015 eller från flygbilder tagna vid senare tidpunkt. Avdelningar och olika ägoslag avgränsas (indelas) utifrån vad man kan se och tolka i bilden, samt baserat på erfarenhet av vad som är rimliga storlekar och former på avdelningar. Dessutom kan några variabler tolkas för avdelningarna, som ägoslag, beståndsmedelhöjd och volym (Björn Nilsson?). Alternativt kan en

indelning görs utifrån trädens höjd baserad på flygburen lasermätning. Via bearbetningar baserade på samma data (t.ex. Skogsstyrelsens Skogliga grunddata) kan man få fram skattningar på avdelningarnas virkesvolym och mängd biomassa, samt medelhöjd, grundyta och medeldiameter. En preliminär bedömning görs av vilka områden som ska ges målklass NO eller NS.

Därefter, eller allra först, kontaktas skogsägaren med frågor om speciella förhållanden och om skogsägaren har något mål som denne har övervägt och formulerat och är villig att redovisa för planläggaren.

Sedan görs fältinventeringen. Avdelningsgränserna kontrolleras och justeras om så bedöms lämpligt, samt skogstillståndet kontrolleras via stödmätningar. Om de förtolkade uppgifterna är missvisande justeras värdena, speciellt om preliminära avdelningsgränser flyttas. Stora fel kan förekomma i de preliminära tolkningarna. Bedömningar görs av alla variabler som ska ingå i planen, och åtgärdsalternativ begrundas och noteras. Vidare inventeras förekomst av naturvärden, samt noteras om det finns områden med potential för höga naturvärden samt kulturvärden och sociala värden.

Fältjobbet och åtminstone delar av förarbetet görs oftast av underentreprenörer till skogsägareföreningar eller skogsföretag, men det är inte ovanligt att skogsstudenter säsongsanställs för uppgiften.

I efterhand (dag för dag respektive när hela fastigheten är inventerad) görs slutjusteringar av kartan, värden och kommentarer matas in i planprogrammet tillsammans med åtgärdsförslag. Skogsvårds- och avverkningsförslagen lämnas utifrån riktlinjer från organisationen eller företaget. Någon översiktlig och lättläst beskrivning av och motiv för olika skogsskötselåtgärder brukar bifogas. Dessutom kan en kort beskrivning bifogas över det arbete som ligger bakom planen.

En del av de organisationer som gör planer kompletterar med objektiva cirkelyteinventeringar i ett litet urval av avdelningar för att ge planläggarna återkoppling och möjligheter att korrigera sina mätningar och skattningar. Detta görs också för att minska risken för slarv och för att motivera de personer som arbetar i fält, samt som ett kvalitetsargument till uppdragsgivare och vid marknadsföring.

Företagen och skogsägareföreningarna har vanligen planansvariga som gör viss granskning av planerna. Kompletta planer inklusive kartorna skrivs sedan ut på papper.

När planerna är färdiga överlämnas de till respektive skogsägare. Ofta görs överlämningen av någon person som skogsägaren kan ha kontakt med för skogsvårds- och avverkningsuppdrag (dvs. virkesaffärer) och som därför vill ha bra kontakt med skogsägaren. Då kan man gå igenom skogstillståndet på fastigheten och åtgärdsförslagen i planen, kanske ta reda på mer om skogsägarens mål, och åtgärdsförslagen (eller -alternativen) kan inriktas mot ägarens mål och möjligheter. Överlämningen kan leda till avtal om skogsvård eller avverkning.

Instuderingsfrågor

1. Vilket innehåll skulle du vilja ha med i en plan över din fastighet (speciellt om det går att ordna till en billig penning)?
2. Känner du någon eller några skogsägare? Har de skogsbruksplan? Skulle du vilja läsa deras planer, och skulle de låta dig läsa deras plan om du frågade vänligt? Vilken användning tror du de har av sina skogsbruksplaner? Om de frågar dig om råd, hur skulle du kunna använda skogsbruksplanen? Skulle du lita blint på tillståndsbeskrivningen i planen, respektive åtgärdsförslagen?
3. En vän vill köpa en skogsfastighet som är till salu och frågar dig om hjälp med att bedöma värdet på fastigheten. Du har några dagar lediga och vill därför hjälpa till eftersom du fått hjälp tidigare och dessutom hoppas lära dig något av detta. Det finns en nygjord plan som underlag. Hur skulle du göra?

Referenser

- Alm, J, 2012. Skogsbruksplanen och dess inverkan på den skogliga aktiviteten hos enskilda skogsägare i norra Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, inst f skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 379 2012.
- Brännström, I. 1994. Uppföljning av åtgärder i skogsbruksplaner. Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan. Skinnskatteberg.
- Carlén, Ola 1990. Private nonindustrial forest owners' management behavior: an economic analysis based on empirical data. Dissertation nr 12. Umeå: Institutionen för skogsekonomi. Sveriges lantbruksuniversitet. ISSN: 0348-2049. ISBN: 91-576-4043-2
- Frisk, P & Scholander, C. 1995. Marknadsundersökning av skogsbruksplaner i Jönköpings län. Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan. Skinnskatteberg.
- Harrysson, J. 2009. Betydelsen av skogsbruksplan som verktyg vid anskaffning av virke. Examensarbete 2009.23 Skogsmästarprogrammet, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan
- Harrysson, J. 2009. Betydelsen av skogsbruksplaner som verktyg vid anskaffning av virke. Examensarbete. 2009:23. Skogsmästarprogrammet. Skogsmästarskolan Sveriges lantbruksuniversitet, Skinnskatteberg.
- Lidestav G, Lind T, Appelstrand M, Keskitalo C, Westin K, Wilhelmsson E, 2015. Forest Land Ownership Change in Sweden. COST Action FP1201 FACESMAP Country Report, 60 sidor. Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Dep of Forest Resource Management, SE 901 83, Umeå, Sweden
- Roos, A. 1992. Rådgivningsprojektet ökad avverkning - En studie av Skogsvårdsorganisationens rådgivningskampanj bland privata skogsägare. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Skog-Industri-Marknadsstudier, Rapport 25. Uppsala.
- SOU 1981:81. Skogsindustrins virkesförsörjning: betänkande. Stockholm: LiberFörlag/Allmänna förl. ISBN: 91-38-06335-2 ISSN:0375-250X
- Svensson, H 2002. Skogsbruksplanens betydelse för aktiviteten hos privata skogsägare i Älvdalen. Dept. of Forest Products and Markets, SLU.

Examensarbeten / SLU, Institutionen för skogens produkter och marknader vol. 2.
36 sidor. Åtkomlig via http://ex-epsilon.slu.se/archive/00000184/01/exjobb_2.pdf

Törnqvist, T. 1995 Skogsrikets arvingar - En sociologisk studie av skogsägarskapet inom privat, enskilt skogsbruk. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Skog-Industri-Marknadsstudier, Rapport 41. Uppsala.

Westin K, L Eriksson, G Lidestav, H Karppinen, K Haugen, A Nordlund, 2017.
Individual forest owners in context. Ch. 3 in Globalisation and change in forest ownership and forest use. Natural resource management in transition (C Keskitalo, edt) Palgrave MacMillan, London UK.

3.3 Samhällets behov av planering

3.3.1 Planering på olika nivåer

Behovet av planeringsunderlag finns på olika nivåer i samhället, från den enskilde markägaren till myndigheter och departement. Den enskilde markägaren och skogsbolag finns beskrivna i tidigare kapitel i detta kompendium. Kommunerna har behov av underlag för t.ex. översiktsplaner och för hantering av ärenden kopplade till plan- och bygglagen, på riksnivå behövs underlag för strategiska överväganden och beslut om skogsresurserna och deras nyttjande, exempelvis uppföljning av miljömål. På senare tid har även olika internationella åtaganden och frågeställningar ökat behovet av nationella planeringsunderlag, exempelvis redovisning kopplat till kolrapportering och Kyoto-protokollet och Natura 2000. Hållbar utveckling är ett övergripande mål inom EU och ett övergripande mål för den svenska regeringens politik, inskrivet i regeringsformen sedan 2003. Hållbar utveckling innebär bl.a. att alla politiska beslut skall utformas på ett sätt som balanserat beaktar de ekonomiska, miljömässiga och sociala konsekvenserna i ett längre tidsperspektiv.

Inom skogssektorn finns en lång tradition att studera hållbarhet med hjälp av skogliga konsekvensanalyser (SKA) och virkesbalanser (VB). Skogliga konsekvensanalyser genomförs för att strategiskt studera konsekvenser av olika scenarier i avvägningen mellan produktion respektive miljö och andra intressen. I virkesbalanserna analyseras och jämförs faktisk avverkning, virkestillförsel, virkesanvändning och potentiell avverkning. På senare år har också skogarnas möjliga bidrag till energi- och klimatpolitik blivit allt mer aktuella.

Skogspolitiska beslut bör baseras på strategiska, tillförlitliga faktaunderlag. Detta är huvudmotivet till Sveriges långa tradition av riksskogstaxeringar och skogliga konsekvensanalyser (SKA). Frågan om tryggad virkesförsörjning har senare vidgats till hållbart brukande ur såväl ekonomisk, ekologisk som social dimension. Detta har medfört att även SKA har vidgats, främst genom att olika miljöaspekter börjat belysas.

3.3.2 Historik

Skogliga konsekvensanalyser, eller avverkningsberäkningar, har åtminstone under 150 års tid utgjort viktiga underlag för beslut som rör skogarnas nyttjande och skötsel samt underlag för skogsindustrins utveckling. Beslut som tas både inom offentlig som inom privat sektor. Inför större förändringar av skogspolitiken brukar sådana konsekvensanalyser genomföras. Inom den privata sektorn har analyserna stor betydelse vid t.ex. investeringar i skogssektorn och energisektorn, men även vid val av skogsskötselstrategier.

Den första kända nationella konsekvensanalysen gjordes av af Ström i mitten av 1800-talet och finns återgiven av Agardh & Ljungberg (1857). Den omfattade hela landet med undantag av "oåtkomlig" skog i de "norra provinserna" och "skoglösa fält" i Skåne, Halland och Småland. Skogsarealen uppgick till 12,8 miljoner hektar, och den potentiella årliga tillgången på virke uppskattades till 5,7 miljoner famnar, vilket motsvarar 15 miljoner kubikmeter. Förbrukningen bedömdes vara 19 miljoner kubikmeter. Virkesbalansen var således klart negativ, och man förutspådde en

framtida katastrofal brist på skog speciellt som befolkningstillväxten hade börjat ta fart.



Tor Jonsson, 1880–1949, skogsforskare, professor i skogsuppskattning och skogsindelning vid Skogshögskolan 1915–44, högskolans rektor 1927–36.

Nästa milstolpe blev Jonson & Modins (Anon 1933) avverkningsberäkning. Den beräknade den avverkningskvantitet som borde kunna tas ut under de närmaste 20 åren. För att beskriva utgångsläget användes den första objektiva uppskattningen av Sveriges skogstillgångar, Riksskogstaxeringen 1923-1929 (Anon 1932). Efter detta har alla efterföljande beräkningar på riks- och regional nivå använt Riksskogstaxeringens data för beskrivning av det aktuella skogstillståndet. Jonson & Modin kom fram till att det var möjligt att avverka ca 58 miljoner skogskubikmeter årligen, förutsatt att skogsvården var god och avverkningspolitiken var i stort oförändrad.

Jonson & Modin arbetade vidare med avverkningsberäkningar och presenterade en mer långsiktig beräkning 1938 (Anon 1938). I den användes för första gången begreppet ”bättre hälften”. Med detta menades den skog avseende slutenhet som tillhörde de översta femtio percentilerna. Beräkningen svarade på frågan ”Vilka blir avverkningsmöjligheterna i framtiden om all skog har en slutenhet som motsvarar bättre hälften?”. De kom fram till att det omkring 1970 skulle vara möjligt att avverka 70 miljoner skogskubikmeter.

Av stor betydelse för skogsindustrin i södra Sverige blev ”Skogsforskningsinstitutets beräkning för Södra Sveriges Skogsindustriutredning” (Anon 1956). Den baserades på den nya Riksskogstaxeringen som påbörjades 1953. De data som samlades in från och med 1953 var bättre anpassade för behoven att göra konsekvensanalyser. Resultatet visade att det fanns en stor outnyttjad avverkningspotential i södra Sverige. Därmed vågade man satsa på en kraftig industriutbyggnad.

Från och med 1973 års skogsutredning (Anon 1978) introducerades en helt ny datorbaserad modell för avverkningsberäkningar. Med denna modell var det möjligt att analysera avverkningsmöjligheterna och skogen utveckling på lång sikt (100 år). Man kunde också studera konsekvenserna av olika alternativa skogsproduktionsprogram som skilde sig åt beträffande t.ex. intensiteten i skogsvården och gallringsstrategi. Utredningens alternativ 1 som beskriver det skogsbruk som bedrevs under 1950-1970-talen ger en framtida möjlig avverkning på ca 75 miljoner skogskubikmeter. Den faktiska avverkningen under 1970-talet låg på

ungefär samma nivå. Det blev därför naturligt att den skogspolitik som antogs 1979 innebar en kraftig satsning på produktionshöjande åtgärder. Utan en ökad produktion skulle det inte finnas några framtida expansionsmöjligheter för skogsindustrin och virkespriserna skulle bli höga.

Redan innan skogsutredningens betänkande publicerats påbörjades arbetet med att utveckla ett fullständigt system för skogliga konsekvensanalyser, HUGIN-systemet (Lundström & Söderberg 1992, Häggglund 1981). Skogens framtida utveckling kunde nu bestämmas på basis av tillväxten för enskilda träd. Därmed var det möjligt att till exempel mer detaljerat ta fram siffror på såväl avverkningens som skogens dimensionssammansättning. Den nya skogen efter förnygringsavverkning samt skogsskötselåtgärderna kunde varieras mer än tidigare. Det nya systemet ”prövades” i den landsomfattande analysen ”Avverkningsberäkning 1985” (Bengtsson m.fl. 1989). Beräkningen visade att avverkningen i alternativet ”Dagens skogspolitik” i jämförelse med skogsutredningens alternativ 1 kunde höjas något på kort sikt och ganska mycket på lång sikt. Skogsstyrelsen grundade en virkesbalansstudie ”Virkesbalanser 1985” (Skogsstyrelsen 1988) på bland annat denna analys. Ett huvudresultat i studien var att det vid 1990-talets mitt skulle bli i stort sett balans mellan virkesbehovet och den potentiella avverkningen, vilket motsvarade en avverkningsnivå på ca 74 miljoner m³sk.

När regeringen år 1990 beslutade att tillsätta en skogspolitisk kommitté (Anon 1992a) var det naturligt att i samband med dess arbete också genomföra en ny landsomfattande skoglig konsekvensanalys (AVB 92) (Lundström m.fl. 1993). Hugin-systemet kunde återigen användas. Det visade sig att det gick någorlunda bra att bestämma konsekvenserna av en utökad avsättning av skogsmark liksom av kvarlämnande av evighetsträd vid förnygringsavverkning. Däremot kunde man inte på ett tillräckligt bra sätt studera effekterna av ett skogsbruk med en mera diversifierad skogsskötsel, i vilken till exempel skärmställning och blädning används. AVB 92 gav en betydligt högre potentiell avverkning de närmast kommande decennierna än den närmast föregående beräkningen, AVB 85. Den skogspolitiska kommittén behövde därför inte vara särskilt orolig för att den svenska skogen inte skulle räcka till både ökad avverkning och en förstärkning av naturvården. På längre sikt blev skillnaden mindre. Återigen följdes en landsomfattande konsekvensanalys av en virkesbalansstudie utförd av Skogsstyrelsen. Den fick namnet ”Virkesbalanser 1992” (Skogsstyrelsen 1993).

År 1993 beslutade riksdagen om en ny skogspolitik som bland annat innebar en uttalad balans mellan produktion och miljö. Ungefär vid denna tid hade skogsindustrins produktion och därmed virkesanvändningen och avverkningen börjat stiga kraftigt. Det fanns därför ett ökande behov av att undersöka sambanden mellan den framtida avverkningspotentialen vid olika alternativ beträffande skogsskötseln och olika miljöambitioner. Den breda konsekvensanalysen ”Skogliga konsekvensanalyser 1999” (Thuresson m.fl. 2000) genomfördes under åren 1998-1999 (SKA 99). Hugin-systemet användes även denna gång och utvecklades ytterligare, inte minst för att förbättra modellerna för miljöåtgärdernas effekter på virkesproduktionen.

Av olika skäl utfördes ingen virkesbalansstudie direkt efter SKA 99. Det visade sig dock redan ett par år efter SKA 99 att miljöambitioner blev något större än vad som antogs i scenarierna i denna konsekvensanalys. Skogsstyrelsen gjorde därför en enkel uppföljare till SKA 99 som fick namnet ”Skogliga konsekvensanalyser 2003”

(Gustafsson & Hägg 2004). Arbetet omfattade endast ett scenario i vilket förutsättningarna beträffande avsättningar följde de miljömål som beslutades av riksdagen 2001 och skogsbrukets ambitioner vid denna tidpunkt. Förutsättningarna beträffande virkesproduktionen var desamma som i scenariot ”90-talets skogsbruk” i SKA 99.

Den fortsatta ökningen av avverkningen under de första åren på 2000-talet ledde till att den faktiska avverkningen alltmer närmade sig den potentiella, eller som det numera sägs den högsta hållbara avverkningsvolymen. Det blev därför allt mer angeläget att genomföra en ny virkesbalansstudie. Den kallades ”Virkesbalanser för år 2004” men kunde till följd av Skogsstyrelsens analysarbete kring stormen Gudrun inte fullföljas förrän 2007 (Bäcke m.fl. 2007).

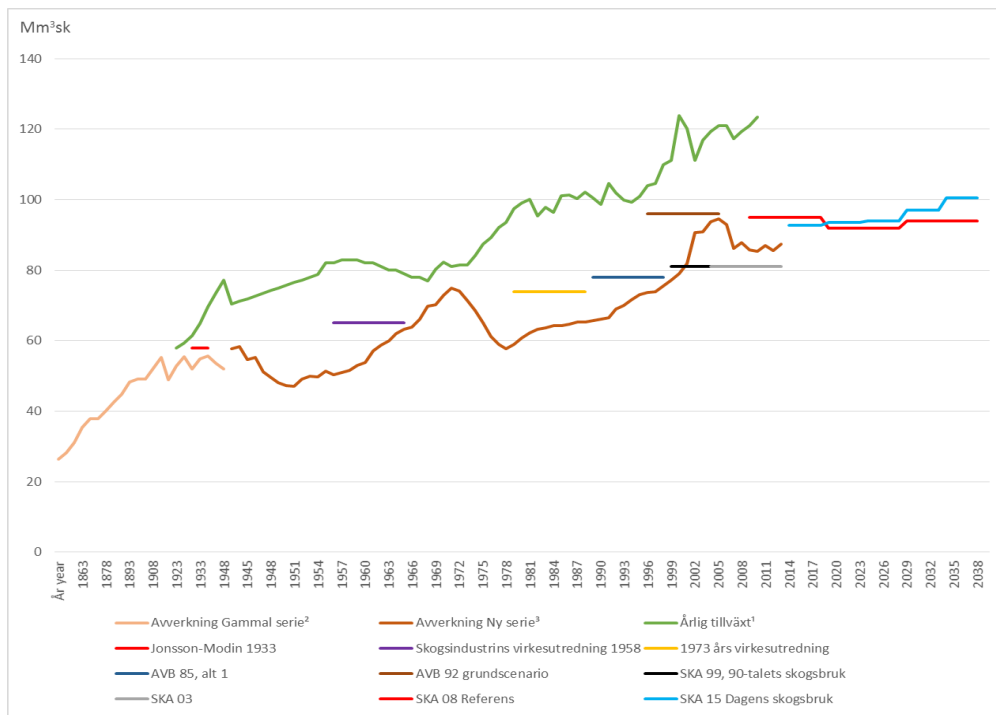
Som en följd av de höga avverkningsnivåerna och ett antal viktiga pågående politiska processer runt klimat och miljöpolitiken fick Skogsstyrelsen i 2007 års regleringsbrev i uppdrag att ”..analysera den nuvarande och förväntade framtida virkesbalansen i olika delar av landet...”. Som en följd av regeringsuppdraget startade Skogsstyrelsen projektet SKA-VB 08 som avrapporterades i december 2008. Inom SKA-VB 08 genomfördes scenarioanalyser där 4 nationella scenarier och 6 effektanalyser beräknades (Claesson m.fl. 2008). I de scenarier som beräknades inom SKA-VB 08 togs för första gången hänsyn till framtida effekter av ett förändrat klimat. Inom projektet genomfördes även en rundvirkes- och skogsbränslebalans (Skogsstyrelsen 2008). En av slutsatserna i virkesbalansstudien var att Skogsstyrelsen bedömde att den högsta hållbara avverkningsnivån för perioden 2010–2019 är 95–100 miljoner m³sk.

Alltsedan oljekrisen på 1970-talet har många potentialberäkningar och balanser för skogsbränsle genomförts både inom forskningen och av myndigheter. En av de första var utredningen ”Ökad eldning med skogsråvara” (Skogsstyrelsen & Statens industriverk 1980). Ungefär tio år senare lämnade den statliga utredningen Biobränslekommissionen betänkandet ”Biobränslen för framtiden” (Anon 1992b). På uppdrag av Energikommissionen beräknade

SLU (Hektor m.fl. 1995) trädbränslepotentialerna på 2000-talet. På senare år har Kommissionen mot oljeberoende (Anon 2006) redovisat en bedömning av de framtida biobränslepotentialerna inklusive skogsbränsle.

Utöver de nämnda utredningarna har potentialberäkningar och balanser för skogsbränsle ingått i flera tidigare skogliga konsekvensanalyser och på dessa baserade virkesbalansstudier. Det gäller till exempel ”Avverkningsberäkning 1985” (Bengtsson m.fl. 1989) och ”Virkesbalanser 1985” (Skogsstyrelsen 1988), AVB 92 (Anon 1992, Lundström m.fl. 1993) och ”Virkesbalanser 1992” (Skogsstyrelsen 1993) samt ”Skogliga konsekvensanalyser 2003” (Gustafsson & Hägg 2004), ”Virkesbalanser för år 2004” (Bäcke m.fl. 2007) och SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008).

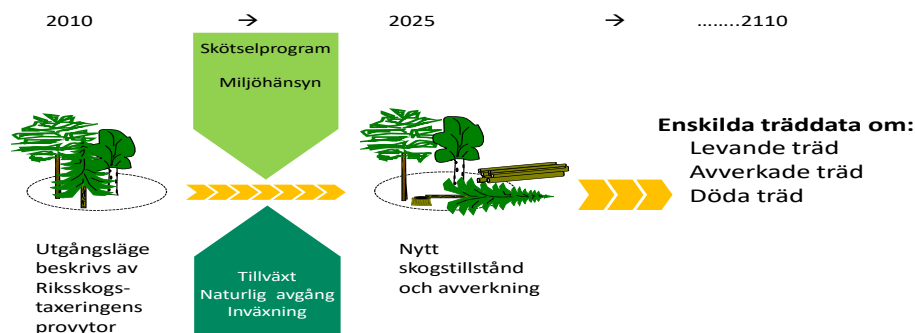
I figur 3.10 redovisas utfallet av några olika skogliga konsekvensanalyser samt utvecklingen av tillväxten och avverkningen i de svenska skogarna. Figuren visar att avverkningen historiskt oftast har varit lägre än såväl tillväxten som den för tillfället senast beräknade potentiella avverkningen.



Figur 3.10. Tillväxt och avverkning samt potentiell avverkning i några olika skogliga konsekvensanalyser. Alla ägoslag

3.3.3 SKA 15

Den senast genomförda landsomfattande konsekvensanalysen redovisade hösten 2015, Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15 (Claesson m.fl. 2015, Eriksson m.fl. 2015, Skogsstyrelsen 2015). I den användes för första gången Heureka's applikation RegVis för att genomföra analyserna (figur 3.11). Riksskogstaxeringens provytor från åren 2008-2012 nyttjades för att beskriva utgångsläget för skogstillståndet.

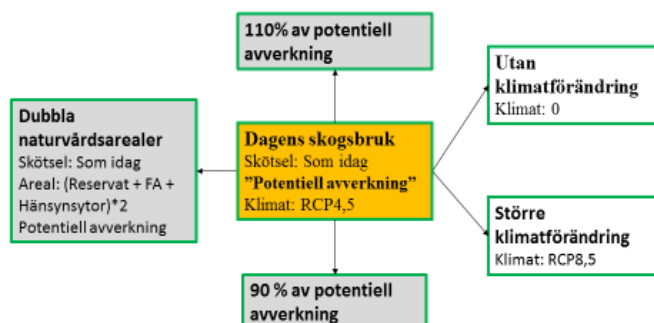


Figur 3.11. Schematisk bild av RegVis funktionalitet.

De olika scenarierna som analyserades utformades efter samråd med berörda myndigheter, skogsnäring, energisektor och andra intressenter. Resultaten ska möjliggöra efterföljande djupare analyser av ekonomiska, ekologiska och sociala konsekvenser och värdering av olika scenariers hållbarhet inklusive sårbarhet, samt resultera i underlag för skogsbrukets strategiska övervägande och beslut om skötsel och nyttjande av skogsresurserna.

Scenarier

I SKA 15 beräknas och analyseras 6 nationella scenarier (figur 3.12). Ett scenario, Dagens skogsbruk, avser att spegla en utveckling där skogen används och sköts så som den gjort de senaste åren. Övriga scenarier speglar alternativa utvecklingar där någon eller några förutsättningar förändrats relativt Dagens skogsbruk.



Figur 3.12.

Scenarier i SKA 15.

Dagens skogsbruk

Scenariot beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande (cirka 2008–2013) inriktning och ambitionsnivå i skogsskötseln samt observerat avverkningsbeteende. Arealindelning i markanvändningsklasser görs baserat på senaste observerade faktiska situation. I beräkningarna antas en förändring av klimatet motsvarande utsläppsscenario RCP4,5. Klimatförändringen i sin tur påverkar trädens tillväxt. Någon påverkan av klimatförändringar på risken för skador ingår inte i scenarierna. Avverkningen betecknas potentiell avverkning och är så hög som möjligt utan att den efterföljande avverkningen nämnvärt behöver minska, vilket innebär att den är lika hög som nettotillväxten i skogen på virkesproduktionsmark.

Dagens skogsbruk – avverkning 90 procent av nettotillväxten

Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. I scenariot sker en avverkning som är 90 procent av nettotillväxten i skogen på virkesproduktionsmark.

Dagens skogsbruk – avverkning 110 procent av nettotillväxten

Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. I scenariot sker en avverkning som är 110 procent av nettotillväxten i skogen på virkesproduktionsmark.

Dubbla naturvårdsarealer

I detta scenario simuleras skogens utveckling givet att arealerna reservat, frivilliga avsättningar och hänsynsytor vid avverkning fördubblas. Den tillkommande arealen placeras ut per beräkningsområde så att naturvårdsarealernas andel av den totala produktiva skogsmarken blir lika stor i alla beräkningsområden. Urvalet görs genom att summera förekomsten av ett antal variabler som indikatorer för biologisk mångfald, där ytor med högst värde väljs till avsedd areal är nådd.

Utan klimatförändring

Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. I scenariot finns dock ingen effekt på

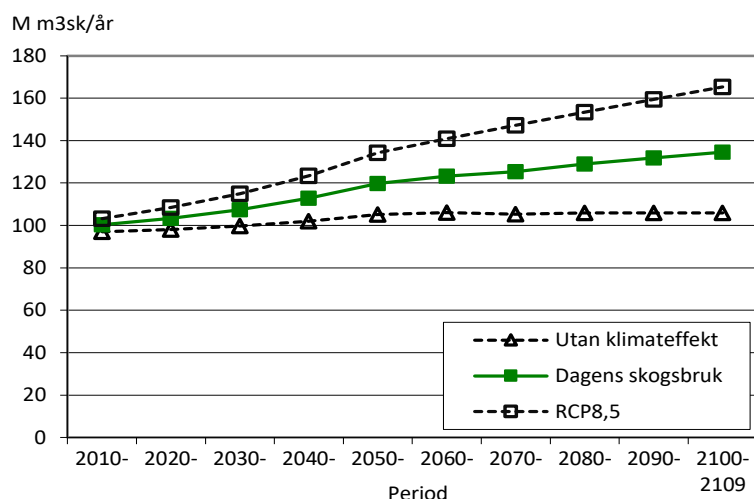
trädens tillväxt på grund av ett förändrat klimat. Scenariot syftar till att man tillsammans med scenarierna Dagens skogsbruk och Klimatförändring RCP8,5 ska kunna studera klimatförändringarnas betydelse för resultaten från scenarierna.

Klimatförändring RCP8,5

Skötsel, indelning i markanvändningsklasser och övriga allmänna förutsättningar är samma som i scenariot Dagens skogsbruk. I scenariot förutsätts dock en förändring av klimatet motsvarande utsläppsscenario RCP8,5. Scenariot syftar till att man tillsammans med scenarierna Dagens skogsbruk och Utan klimatförändringar ska kunna studera klimatförändringarnas betydelse för resultaten från scenarierna.

Huvudresultat

Den största osäkerheten i scenarieräkningarna är storleken på den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat som ligger med i scenarierna. Tillväxteffekten baserar sig på utsläppsscenario som sedan i flera steg via modeller omvandlats till en påverkan på skogens tillväxt. Det utsläppsscenario som ligger till grund för den tillväxthöjande effekten i Dagens skogsbruk, RCP4,5, leder enligt de meteorologiska beräkningarna i medeltal till en ökning av den globala medeltemperaturen på 2 grader. I scenariot Dagens skogsbruk har efter 100 år dessa klimatförändringar lett till en ökning av tillväxten på 21 procent (figur 3.13).



Figur 3.13. Tillväxt (M m3sk/år) i scenarierna utan klimateffekt, dagens skogsbruk (RCP4,5) och RCP8,5, hela landet, virkesproduktionsmark och alla ägare.

Bruttotillväxten på all produktiv skogsmark är i scenariot Dagens skogsbruk 113 miljoner m3sk/år under perioden 2010–2019. 90 procent eller 100 miljoner m3sk/år är tillväxt som sker i skog på virkesproduktionsmark, medan den naturliga avgången är 9 miljoner m3sk/år, vilket ger en nettotillväxt i skog på virkesproduktionsmark på cirka 91 miljoner m3sk/år. Tillväxten ökar succesivt under de 100 år som beräkningarna avser, framför allt på grund av klimatförändringarna, till 150 miljoner m3sk/år på all produktiv skogsmark.

I scenarierna Dagens skogsbruk och Dubbla naturvårdsarealer är avverkningen bestämd till att vara lika stor som nettotillväxten i skog på virkesproduktionsmark, vi kallar denna avverkningsnivå för potentiell avverkning. Härav följer att den potentiella avverkningen i Dagens skogsbruk under perioden 2010–2019 är 91

miljoner m³sk/år och att den ökar succesivt i takt med att nettotillväxten ökar, till 120 miljoner m³sk/år under perioden 2100–2110.

I scenariot Dubbla naturvårdsarealer har 3,7 miljoner hektar ytterligare undantagits från skogsbruk. Bruttotillväxten på all produktiv skogsmark är under 2010–2019 i samma storleksordning som i Dagens skogsbruk, men enbart 82 miljoner m³sk/år sker i skog på virkesproduktionsmark. Det här gör att den potentiella avverkningen är betydligt lägre än i Dagens skogsbruk, 78 miljoner m³sk/år.

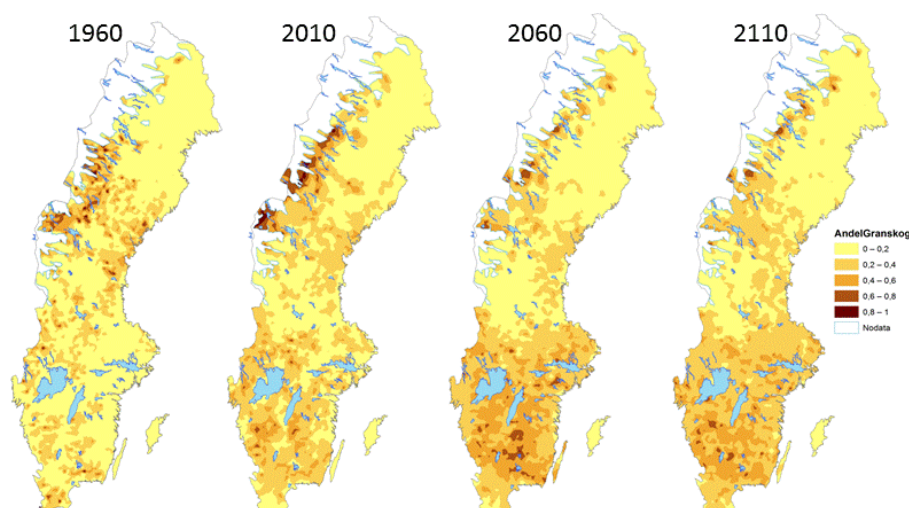
I scenariot 110 procent avverkning är ambitionen att avverka 110 procent av nettotillväxten i skog på virkesproduktionsmark. Det här gör att avverkningen under första tioårsperioden är betydligt högre än i Dagens skogsbruk, 99 miljoner m³sk/år. Den höga avverkningsnivån gör dock att skog i avverkningsbara åldrar snabbt minskar vilket begränsar avverkningsnivån succesivt. Efter 50 år är avverkningen i 110 procent avverkning på samma nivå som i Dagens skogsbruk.

I scenariot 90 procent avverkning är ambitionen att avverka 90 procent av nettotillväxten i skog på virkesproduktionsmark, vilket under perioden 2010–2019 motsvarar 82 miljoner m³sk/år. Succesivt ökar nettotillväxten mer än i Dagens skogsbruk, på grund av den lägre avverkningsnivån, vilket leder till att avverkningen närmar sig den i Dagens skogsbruk.

I skog på mark undantagen från skogsbruk ökar tillväxten, i alla scenarier, succesivt under de första 50 åren för att därefter succesivt avta under resten av 100-årsperioden. Under de första 50 åren leder den största delen av tillväxten till att virkesförrådet av levande träd ökar. Under den andra halvan av 100-årsperioden avgår dock majoriteten av tillväxten som naturlig avgång, vilket kommer leda till mycket stora mängder med död ved. Sammantaget innebär det här att virkesförrådet av levande träd ökar från cirka 150 m³sk/ha till 300–440 m³sk/ha under 100-årsperioden.

Den höga avverkningsnivån i scenarierna, mellan 90 till 110 procent av nettotillväxten i skog på virkesproduktionsmark, driver ner den genomsnittliga åldern vid förnygringsavverkning från 100–120 år till 60–80 år, beroende på scenarie, under 100 årsperioden. Det här sänker åldern på skogen inom virkesproduktionsmarken i samtliga scenarier, så att 97 procent i scenariot Dagens skogsbruk är under 80 år efter 100 år. Samtidigt blir skog på mark undantagen från skogsbruk succesivt äldre i samtliga scenarier. I scenariot Dagens skogsbruk är 83 procent av mark undantagen från skogsbruk över 100 år i slutet av beräkningsperioden. Att inte all skog på marken undantagen från skogsbruk är över 100 år beror på stormfällningar.

Dagens val av förnygringsmetoder och val av trädslag vid förnygring leder till förändringar i fördelningen på olika skogstyper. Mest markant är ökningen av andelen granskog i Götaland, som ökar från 30 procent av all produktiv skogsmark till 40 procent av all produktiv skogsmark, i scenariot Dagens skogsbruk (figur 3.14).



Figur 3.14. Andel granskog för åren 1960, 2010, 2060 och 2110. Kartan för året 1960 bygger på data från Riksskogstaxeringen, medeltal för åren 1958-1962. Kartorna för åren 2010, 2060 och 2110 bygger på scenariot Dagens skogsbruk.

Arealen gammal skog ökar i samtliga scenarier, ökningen är måttlig i scenarierna Dagens skogsbruk, 90 procent avverkning och 110 procent avverkning. Från 8 procent till 12–15 procent av all produktiv skogsmark, beroende på scenario. I scenariot Dubbla naturvårdsarealer ökar dock andelen gammal skog mer markant, från 8 till 25 procent. Ökningen sker uteslutande i skog på mark undantagen från skogsbruk.

Arealen äldre lövrik skog ökar även den i samtliga scenarier, från 9 procent till 12–14 procent av all produktiv skogsmark. När det gäller äldre lövrik skog utmärker sig inte scenariot Dubbla naturvårdsarealer på samma sätt som när det gäller gammal skog. Arealen äldre lövrik skog ökar i hänsynsytor och inom virkesproduktionsmark medan den minskar i reservat och frivilliga avsättningar. Den största delen av ökningen sker inom virkesproduktionsmark.

Referenser

- Agardh C. A. & Ljungberg, C. E. 1857. Försök till statsekonomisk statistik över Sverige. Karlstad.
- Anon. 1932. Uppskattning av Sveriges skogstillgångar. SOU 1932:26. Stockholm.
- Anon. 1933. Betänkande med förslag angående åtgärder för ett bättre utnyttjande av landets skogstillgångar. Avgivet den 4 januari 1933 av 1931 års skogssakkunniga. SOU 1933:2, Stockholm.
- Anon. 1956. Skogsindustrins utbyggnad. Betänkande avgivet av Södra Sveriges skogsindustrutredning. SOU:1956:33. Stockholm.
- Anon. 1978. Skog för framtid. Betänkande av 1973 års skogsutredning. Bilagor. SOU 1978:7. Stockholm. ISBN 91-38-03836-6.
- Anon. 1992a. Skogspolitiken inför 2000-talet., 1990 års skogspolitiska kommitté, Bilaga 10, Huvudbetänkande, SOU 1992:76. 343 s. ISBN 91-38-13131-5.
- Anon. 1992b. Biobränslen för framtiden. Slutbetänkande av Biobränslekommissionen. SOU 1992:91. Stockholm.

- Anon. 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Slutrapport från Kommissionen mot oljeberoende. Regeringskansliet.
- Bengtsson G., Holmlund J., Lundström A., & Sandewall M. 1989. Avverkningsberäkning 1985, AVB 85. Institutionen för skogstaxering, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Rapport 44, 329 s. ISSN 0348-0496.
- Bäcke, J-O., Joshi, S., Svensson, S. A., 2007. Virkesbalanser för år 2004. Skogsstyrelsen, rapport 4/2007. ISSN 100-0295.
- Claesson, S. m.fl. 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08. Skogsstyrelsen. Rapport 25/2008
- Claesson, S., Duvemo, K., Lundström, A. & Wikberg, P.E., 2015. Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15. Skogsstyrelsen. Rapport 10/2015. ISSN 1100-0295.
- Eriksson, H., Freeman, M., Fries, C., Jönsson A. M., Lundström, A. & Nilsson U. 2015. Effekter av ett förändrat klimat – SKA 15. Skogsstyrelsen. Rapport 12/2015. ISSN 1100–0295.
- Gustafsson, K. & Hägg, S. 2004. Skogliga konsekvensanalyser 2003, SKA 03. Skogsstyrelsen, rapport 2, 2004. ISSN 1100-0295.
- Hektor, B., Lönner, G. & Parikka, M. 1995. Trädbränslepotential i Sverige på 2000-talet – Ett uppdrag för Energikommissionen. SLU. Institutionen för Skog-Industri-Marknad-Studier Utredningar nr. 17. Uppsala.
- Hägglund B. 1981. Forecasting growth and yield in established forests. An outline and analysis of the outcome of a subprogram within the HUGIN project. SLU, inst för skogstaxering, rapport 31. 132 s. ISSN 0348-0496 ISBN 91-576-0797-4.
- Lundström A., Nilsson P., & Söderberg U. 1993. Avverkningsberäkningar 1992. Institutionen för skogstaxering, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Rapport 56, 198 s. ISSN 0348-0496.
- Lundström A. & Söderberg U. 1996. Outline of the Hugin system for long-term forecasts of timber yields and possible cut. In: Large-Scale Forestry Scenario Models: experiences and requirements. EFI proceeding No. 5, s. 63-77.
- Skogsstyrelsen, 1988. Virkesbalanser 1985. Meddelanden från Skogsstyrelsen, nr 4, 1986 (Publicerad 1988).
- Skogsstyrelsen, 1993. Virkesbalanser 1992. Skogsstyrelsen Jönköping meddelande 2-1993. ISSN 0283-4413.
- Skogsstyrelsen, 2008. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2007 – SKA-VB 08. Skogsstyrelsen Jönköping meddelande 4-2008.
- Skogsstyrelsen 2015. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15. Skogsstyrelsen. Meddelande 3/2015. ISSN 1100–0295.
- Skogsstyrelsen & Statens industriverk 1980. Ökad eldning med skogsråvara – Möjligheter och konsekvenser. SIND PM 1980:2. Stockholm.
- Thuresson, T., m.fl. 2000. Skogliga konsekvensanalyser 1999 – skogens möjligheter på 2000-talet. Skogsstyrelsen, rapport 2/2000. ISSN 1100–0295.

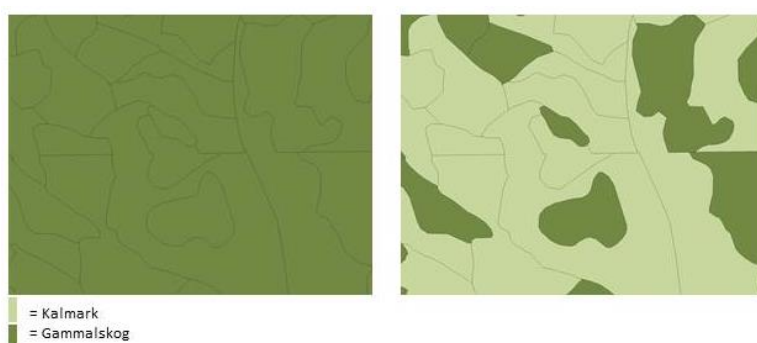
3.4 Rumslig hänsyn i skoglig planering

Ett uthålligt skogsbruk innebär att hänsyn tas till både ekologiska, ekonomiska och sociala värden. För många av de aspekter som finns bakom dessa värden räcker det inte med att man gör något i landskapet man måste även veta var i landskapet som en åtgärd utförs och hur åtgärden påverkar omgivande områden. Den skogliga planeringen måste därför även inkludera rumslig hänsyn.

Skogsbruk som eftersträvar att utöver produktionsmålet även uppfylla andra mål, t ex bevarandet av biologisk mångfald, behöver delvis nya planeringsansatser. För att bevara den biologiska mångfalden räcker det inte att veta att man gör något i landskapet utan man måste även veta var i landskapet man gör något och hänsyn måste tas till hur åtgärden påverkar områden runtomkring. En avdelning kan därmed inte hanteras som en enskild enhet utan måste behandlas som en del i ett större landskap. Vid planering av t.ex. avverkningar behöver hänsyn tas till både geografisk placering, storlek och form på avdelningen som åtgärdas, så att önskvärt rumsligt (spatialt) mönster erhålls.

3.4.1 Varför ska man ta rumslig hänsyn?

Ett exempel på en aspekt som påverkar den biologiska mångfalden och som har en rumslig dimension är fragmentering av äldre skog, d v s att den äldre skogen splittras upp och ersätts med ungskog, se figur 3.15. Fragmentering leder till att områdena av äldre skog blir mindre sammanhängande (den vetenskapliga termen är minskad konnektivitet), dvs att graden av isolering ökar och att varje fragments storlek minskar. Arter som är i behov större områden av sammanhängande äldre skog, t.ex. tjädern, kan därför påverkas negativt. I princip finns det två möjliga sätt att hantera fragmenteringen och dess effekter varav det första är att minska avverkningstakten. Den andramöjligheten är att planera avverkningarna med avseende på deras geografiska läge och hur de påverkar tillståndet i omgivande avdelningar. Om man vill undvika fragmentering måste man planera avverkningarna så att den äldre skogen inte splittras upp över tiden utan förblir sammanhängande.

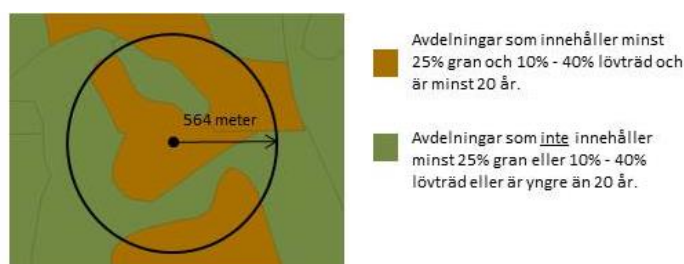


Figur 3.15 Exempel på hur sammanhängande areal gammal skog krymper och fragmenteras genom avverkningar.

Exemplet ovan, med gammal skog, kan vidareutvecklas till ett mer generellt problem där man vill säkerställa tillgång på habitat för olika arter. Olika arter har olika behov av miljöer för att t.ex. hitta föda och söka skydd. Med hjälp av habitatmodeller kan man visa på hur lämpligt ett område är för olika arter baserat arternas specifika krav.

Sannolikheten att en art förekommer i ett område ökar med mängden lämpligt habitat, mängden lämpligt habitat kan därför fungera som en biodiversitets-indikator. Habitatmodellering har använts för att åskådliggöra hur mängd och fördelning av habitat förändras över tid med en viss skogsskötsel. På detta sätt kan man upptäcka flaskhalsar i habitattillgång på landskapsnivå och därmed undvika situationer som leder till att olika arter inte har kontinuerlig tillgång till nödvändiga livsmiljöer. Ett större utbud av data som beskriver biotoper och dess roll som habitat har tillsammans med ökad användning av geografiska informationssystem (GIS) gjort att skogliga scenarioanalyser nu oftare innehåller habitatmodeller.

För vissa arter kan mängden habitat studeras på beståndsnivå. I dessa fall behövs ingen speciell rumslig hänsyn tas utan det räcker med att ha kännedom om tillståndet i form av t.ex. trädslag, stamantal diameterfördelning osv för att avgöra om avdelningen utgör ett lämpligt habitat eller inte. För arter som har arealkrav som överstiger storleken för ett typiskt skogsbestånd, måste habitatmodelleringen dock göras på landskapsnivå. I dessa fall är det inte möjligt att avgöra om en avdelning utgör lämpligt habitat genom att enbart titta på tillståndet i den aktuella avdelningen utan man måste även titta på tillståndet i omgivande avdelningar. Det innebär att rumslig hänsyn måste tas för att säkerställa tillgången på habitat för dessa arter. Ett exempel på en sådan art är Järpen. För att en avdelning ska klassas som habitat måste den innehålla minst 25% gran och 10% -40% lövträd samt vara minst 20 år gammal. Dessutom ska det inom ett område på 100 hektar minst finnas 20 hektar som uppfyller dessa krav, se figur 3.16.



Figur 3.16. För att en avdelning ska klassas som habitat ska den innehålla minst 25 % gran och 10% -40% lövträd samt vara minst 20 år gammal. Dessutom ska det inom ett område på 100 hektar minst finnas 20 hektar som uppfyller dessa krav. Ett område på 100 hektar motsvarar en cirkel med radien 564 meter.

Ett annat exempel som innebär att man måste ta rumslig hänsyn genom att planera avverkningarnas storlek, placering och form är om man vill begränsa den sammanhängande arealen av kalmare. Ett exempel där detta kan vara aktuellt är i den fjällnära skogen, eftersom det där enligt lag inte är tillåtet med hyggen större än 20 hektar. Motiven till att begränsa hygges-storleken kan var såväl estetiska som ekologiska. Stora hyggen inom rennärings vinterbetesområden kan till exempel leda till försämrade möjligheter för renarna att skaffa sig föda, dessutom kan förflyttningar av renhorden försvåras. Men även utanför den fjällnära skogen finns det anledningar att minska den sammanhängande arealen kalmare. Bland annat anses stora sammanhängande hyggen negativa ur rekreationssynpunkt, speciellt i tätortsnära områden.

Ett ytterligare exempel som kan tyckas vara i motsats till ovanstående är om man vill koncentrera avverkningar till större avverkningstrakter. Motivet till detta kan vara att minska flytt- och väggkostnader eller att man vill skapa större sammanhängande områden av orörd skog i andra delar av landskapet. Aggregering av enheter blir även

aktuellt i s.k. avdelningsfritt skogsbruk där pixlar i storleken 25*25 meter utgör beskrivningsenheten eftersom det inte är realistiskt att låta så små beskrivningsenheter även utgöra åtgärdsenheter.

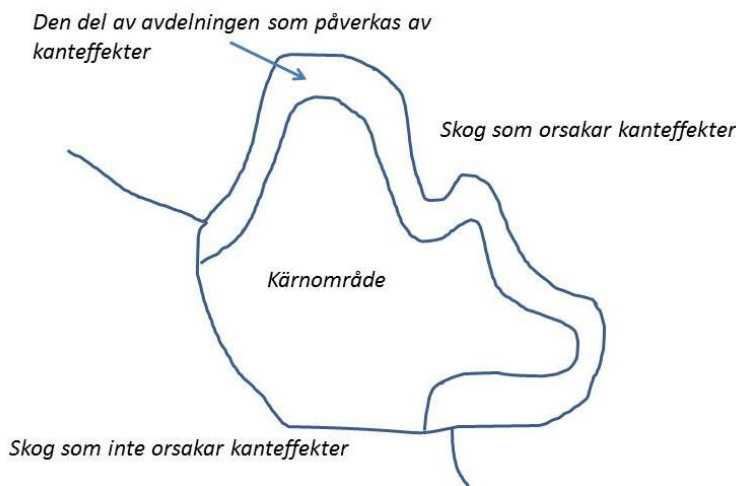
Fakta: Anledningar till rumslig hänsyn

Rumslig hänsyn innebär att man inte enbart är intresserad av att veta den totala mängden avverkningar eller habitat i landskapet utan man måste även veta avverkningarnas eller habitatens form och geografiska placering i landskapet samt hur de påverkar och påverkas av omgivande områden. Exempel på aspekter som kräver rumslig hänsyn i den skogliga planeringsprocessen är begränsning av fragmentering av gammal skog, habitat modellering, begränsning av stora sammanhängande hyggesarealer och koncentration av avverkningstrakter.

3.4.2 Rumsliga samband

Gemensamt för alla exempel i föregående kapitel är att det inte är tillräckligt att veta var åtgärder utförs. Man måste även ta hänsyn till hur eventuella avverkningar eller andra åtgärder påverkar omgivande områden. Man måste alltså ta rumslig hänsyn eftersom det finns rumsliga samband mellan avdelningar. Om det finns rumsliga samband mellan avdelningar innebär det att resultatvariabeln (det man är intresserad av t.ex. virkesvolym eller mängd lämpligt habitat) eller val av skötselprogram (sekvens av skötselåtgärder över tid) i en avdelning beror på tillstånd eller val av skötselprogram i omkringliggande avdelningar. Detta kan jämföras med när det inte finns rumsliga samband mellan avdelningar. Då är resultatvariabeln oberoende av tillstånd och val av skötsel i omkringliggande områden.

Låt oss ta exemplet där resultatvariablerna är arealen kärnområde bestående av gammal skog och avverkningsvolym. Kärnområde bestående av gammal skog kan definieras som den del av ett område (avdelning) som uppfyller gammelskogskriterierna och som inte är påverkad av effekter från omgivande områden, se figur 3.17. Mängd kärnområde bestående av gammal skog är en funktion av avdelningens storlek, form samt tillstånd i avdelningen och i omkringliggande avdelningar. Mängden kärnområde bestående av gammal skog, i en avdelning, vid en viss tidpunkt är därför beroende av vald skötsel i avdelningen och vald skötsel i grann-avdelningarna. Andelen kärnområde i en avdelning kan därför inte beräknas endast med information om avdelningen i sig utan information krävs även om dess grannar. Kärnområde är ett typiskt exempel på en resultatvariabel som beror av rumsliga samband mellan avdelningar,



Figur 1.17. Kärnområde är den del av en avdelning som inte är påverkat av omkringliggande områden.

Arealen kärnområde är därför till sin natur helt skilt från tex. avverkningsvolym. Avverkningsvolymen i en avdelning är oberoende av skötsel i omkringliggande avdelningar. För att beskriva hur mycket volym som kan avverkas i en avdelning behöver man bara veta hur den aktuella avdelningen sköts. Man behöver inte veta tillståndet eller hur mycket volym som avverkas i omkringliggande avdelningar. Avverkad volym är därför ett exempel på en variabel som inte påverkas av spatiala samband mellan avdelningar.

Olika varianter av rumsliga samband

Spatiala samband kan delas upp i om de är primära eller sekundära beroende på om det är själva framskrivningen av skogstillståndet eller utvärderingen av skogstillståndet som påverkas av de rumsliga sambanden. Ett viktigt steg i den skogliga planeringsprocessen är att ta fram scenarier där man simulerar skogens framtida utveckling. I Heureka (och många andra planeringssystem) genereras först framskrivningar av ett antal olika skötselprogram för varje avdelning. För varje skötselprogram beräknas sedan utfallet i varje planeringsperiod för en uppsättning variabler, t.ex. ålder, stående volym, stamantal, och mängden död ved. Därefter väljs det optimala skötselprogrammet för varje avdelning utifrån givna mål och restriktioner med systemets inbyggda optimeringsprogram. När man gör på det här sättet antar man att rumsliga samband mellan avdelningar kan ignoreras i framskrivningen av de enskilda skötselprogrammen och i stället hanteras de i optimeringen. Med andra ord hanterar man då endast sekundära spatiala samband. Ett sekundärt spatialt samband innebär att det är utvärderingen av skogstillstånden och inte själva framskrivningen som är beroende av val av skötsel i omgivning. Ett exempel på ett sekundärt spatialt samband är mängden kärnområde som är beroende av skogens tillstånd i en viss avdelning och tillståndet i omkringliggande avdelningar. Detta kan jämföras med primära spatiala samband som innebär att även framskrivningen av tillståndet för en viss avdelning är beroende av tillståndet i omgivningen. Ett exempel på ett primärt spatialt samband är att mängden plantor av lövträd som etableras efter avverkning beror av mängden lövträd i omgivande avdelningar.

Spatiala samband kan även delas upp i dynamiska och statiska samband. Om det är dynamiska samband förändras utvärderingen eller tillståndet i avdelningarna över tid medan statiska samband är konstanta över tid. Ett exempel som leder till ett dynamiskt

samband är om en avdelning ska klassas som habitat. Mängden habitat beror på hur tillståndet är i omgivande områden, och kommer därför att förändras över tid då avdelningen och omgivande avdelningar förändras allteftersom skogen växer och sköts på olika sätt. Medan avstånd från en avdelning till ett vattendrag är ett exempel på ett statistiskt spatialt samband eftersom avståndet till vattendraget är konstant över tid.

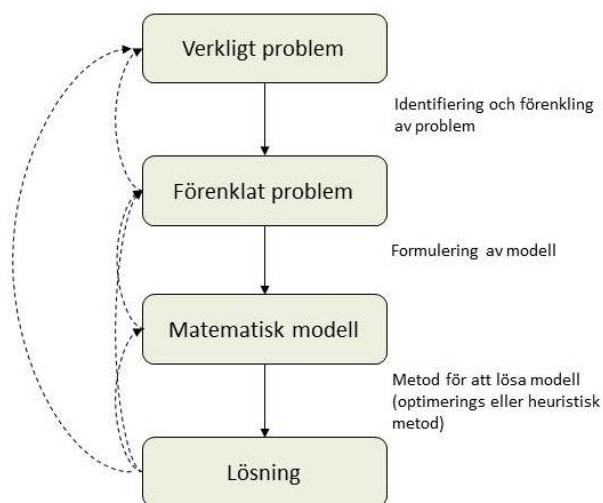
Fakta: Rumsliga samband

Om det finns rumsliga samband mellan avdelningar innebär det att resultatvariabeln eller val av skötselprogram i en avdelning beror på tillstånd eller val av skötselprogram i omkringliggande avdelningar. De rumsliga sambanden kan delas in i primära eller sekundära baserat på om själva framskrivningen av skogstillståndet påverkas av omkringliggande avdelningar eller inte, samt statiska eller dynamiska baserat på om påverkan är konstant över tid eller inte.

3.4.3 Hur kan man införa rumslig hänsyn i den skogliga planeringsprocessen?

Traditionellt har rumslig hänsyn inte hanterats i den strategiska planeringen. I stället har den rumsliga placeringen av avverkningar hanterats i den taktiska planeringen och/eller i den ekologiska landskapsplaneringen. Rumsliga aspekter som t ex hänsyn till fragmentering har hanterats på den strategiska nivån genom att i planeringsmodellen införa krav på en viss minsta areal gammal skog. Ingen hänsyn har tagits till att storleken, formen och avståndet mellan områden av gammal skog avgör hur bra de fungerar som lämpligt habitat. Genom att inte ta rumslig hänsyn även på strategisk nivå finns dock en risk att man vid de strategiska analyserna kommer upp till exempelvis avverkningsnivåer som blir omöjliga att uppfylla i den taktiska planeringen alternativt att man överskattar mängden tillgängligt habitat vid en viss avverkningsnivå.

Generellt sätt så finns det två möjligheter att införa spatial hänsyn i den skogliga planeringsprocessen: 1) den exogena eller tvåstegsansatsen 2) den endogena eller integrerade ansatsen. Dessa två ansatser skiljer sig åt i hur de hanterar de rumsliga aspekterna i den optimeringsprocess som normalt används för att hitta lösningar på det formulerade planeringsproblemet, se figur 3.18. Den ansats som väljs för att hantera rumslig hänsyn i den skogliga planeringen påverkar därför vilken optimeringsteknik som kan användas.



Figur 3.18. Schematisk bild av optimeringsprocessen. De streckade pilarna innebär att man måste ta ett steg bakåt i processen då önskat resultat ej erhöles.

Den exogena ansatsen

I den exogena ansatsen hanteras ingen rumslig information i optimeringsalgoritmen. Lösningen av planeringsproblemet sker i stället i två steg. I steg ett bestäms den rumsliga hänsynen före optimeringen genom att t.ex. vissa områden undantas från avverkning och avsätts för fri utveckling eller att avdelningarna närmast ett vattendrag ej får slutavverkas. Detta kan göras i Heureka-systemet genom att en zon (dvs en domän i Heureka-terminer) skapas för de områden som inte ska slutavverkas. För den domänen genereras endast skötselprogram utan avverkningar. Därefter, i steg två, löses resten av planeringsproblemet genom traditionell optimering.

Om den exogena ansatsen väljs kan olika varianter av optimeringsmetoder användas. Till exempel kan linjär programmering (LP), som är den metod som traditionellt används för att lösa skogliga planeringsproblem, användas eftersom ingen spatial information hanteras i optimeringen. LP förutsätter att alla ingående funktioner är linjära och att variablerna är kontinuerliga. Det innebär att beslutsvariabeln (x_{ij}), dvs den variabel som talar om hur stor andel av avdelning i som ska skötas med skötselprogram j , kan anta vilket värde som helst mellan 0 och 1. Då ett bestånd delas upp i andelar, vilka kan skötas på olika sätt, kan man inte veta vart i landskapet åtgärder utförs. Det är därför inte möjligt att kontrollera de rumsliga sambanden i optimeringen om man använder LP.

I den exogena ansatsen tas i princip ingen hänsyn till dynamiken över tid, den är därför lämplig att använda vid statiska samband. Genom att avsätta områden för fri utveckling ”i all framtid” uppfyller man de rumsliga kraven i dag, men ingen hänsyn tas till att landskapet utvecklas över tiden. En annan nackdel med att separera den rumsliga hänsynen från den övriga planeringen är att begränsad hänsyn tas till hur värdefulla de undantagna områdena är för övriga mål och restriktioner. Kanske kan man avsätta andra områden av lika stort värde för den biologiska mångfalden men där avsättandet leder till en mindre förlust i t.ex. ekonomiska termer.

Den endogena ansatsen

I den endogena ansatsen integreras rumslig hänsyn i optimeringen, och det erhållna rumsliga mönstret blir därför ett resultat av optimeringen. För att optimeringen ska

kunna hantera rumsliga aspekter måste för det första varje beslutsenhet, t.ex. avdelning, hanteras som en separat enhet, till skillnad från icke rumslig optimering där avdelningar i många fall kan hanteras i grupper (strata). För det andra krävs det att variabler eller restriktioner som på något vis beskriver de spatiala sambanden inkluderas i optimeringen. För det tredje måste hela avdelningen skötas med ett och samma skötselprogram, eftersom man behöver veta exakt var i landskapet åtgärder utförs. För det fjärde måste man veta avdelningens geografiska läge och vad som sker i omgivande bestånd. Dessa ovan nämnda aspekter påverkar vilka metoder som kan användas för att lösa planeringsproblemet. Exempel på möjliga metoder är olika algoritmer för heltalsprogrammering eller olika heuristiska metoder. Bland de senare har ofta simulated annealing, tabu search och genitiska algoritmer använts för att hitta lösningar på rumsliga problem.

Även om den endogena ansatsen kan ge upphov till komplicerade optimeringsproblem så ger den endogena ansatsen möjlighet att utvärdera ett mycket stort antal kombinationer av skötselprogram. Därmed ökar möjligheterna både att undersöka konsekvenserna av många rumsliga alternativ och att hitta de mest kostnadseffektiva lösningarna. Den endogena ansatsen är därför lämplig att använda när den spatiala strukturen i landskapet inte är konstant över tid, alltså vid dynamiska spatiala samband.

Hur förändras optimeringen i den endogena ansatsen?

Ett traditionellt skogligt strategiskt planeringsproblem är att maximera nettonuvärdet från framtida skötsel med krav på att avverkningsvolymen inte får variera för mycket från period till period samt att en viss mängd gammal skog skall finnas tillgängligt i varje period.

Detta kan beskrivas med följande matematiska modell

$$\text{Maximera } Z_1 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} D_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Med hänsyn till:

$$(1 - \alpha) \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} V_{ijp} x_{ij} \leq \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} V_{ij(p+1)} x_{ij} \quad p = 1, \dots, P-1 \quad (2)$$

$$(1 + \beta) \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} V_{ijp} x_{ij} \geq \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{J_i} V_{ij(p+1)} x_{ij} \quad p = 1, \dots, P-1 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{J_i} G_{ijp} x_{ij} \geq \bar{G}_p \quad p = 1, \dots, P \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{J_i} x_{ij} = 1 \quad i = 1 \dots I \quad (5)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1 \dots I, j = 1 \dots J_i \quad (6)$$

där:

x_{ij}	= beslutsvariabel, den andel av avdelning i som sköts med skötselprogram j
P	= antalet planeringsperioder
I	= antalet bestånd
J_i	= antalet skötselprogram för avdelning i
D_{ij}	= nettonuvärde för avdelning i och skötselprogram j
G_{ijp}	= hektar gammal skog för avdelning i , skötselprogram j i period p
V_{ijp}	= avverkad volym för avdelning i , skötselprogram j i period p
$\overline{G}_p$	= hektar gammalskog som krävs i period p
α	= styrparameter för den högst accepterade minskningen i avverkad volym mellan två perioder
β	= styrparameter för den högst accepterade ökningen i avverkad volym mellan två perioder

Ekvation 1 är målfunktionen och uttrycker det totala nettonuvärdet från framtida skötsel. Ekvation 2 och 3 leder till att den avverkade volymen inte varierar för mycket från period till period. I ekvation 4 specificeras det krav som finns på arealen gammal skog i varje period. Ekvation 5 uttrycker att en avdelning måste tilldelas åtminstone ett skötselprogram. Slutligen specificeras i ekvation 6 att beslutsvariablerna inte får anta negativa värden.

Modellen (ekvation 1 – 6) innehåller ingen rumslig hänsyn. Den skötsel som väljs i en avdelning har ingen påverkan på tillståndet i omkringliggande avdelningar. Resultatet (d.v.s. varje avdelnings fördelning på olika skötselprogram) beror inte av den spatiala strukturen eller vilka avdelningar som är granne med vilka. Om man önskar ta rumslig hänsyn och den endogena ansatsen ska användas så måste modellen förändras på åtminstone två sätt.

För det första så har många skogliga planeringsproblem traditionellt formulerats med kontinuerliga variabler d.v.s. i modellen (ekvation 1 – 6) kan beslutsvariabeln x_{ij} (hur stor andel av avdelning i som ska skötas med skötselprogram j) anta vilket värde som helst mellan 0 och 1. Detta har varit möjligt eftersom man främst har fokuserat på hur stora virkesvolymen och arealer totalt som avverkas under planeringsperioden. Om man använder sig av kontinuerliga variabler kan delar av bestånd skötas med ett visst skötselprogram och andra delar med ett annat program. Detta medför att man inte vet var i landskapet åtgärder utförs och det är inte möjligt att kontrollera de rumsliga sambanden. Om det ska framgå vart alla åtgärder utförs kan man inte ha en kontinuerlig beslutsvariabel, därför måste restriktion nummer 6 omformuleras till att uttrycka en heltalsrestriktion (ett bestånd kan då alltså bara tilldelas ett skötselprogram):

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad i = 1 \dots I, j = 1 \dots J_i \quad (7)$$

Den andra förändringen av modellen är att variabler eller restriktioner måste läggas till, som på något vis uttrycker de spatiala sambanden. Många spatiala samband kan uttryckas genom att använda sig av s.k. beslutsrestriktioner. Ett exempel på problem där de ofta används är för att begränsa den sammanhängande hyggesarealen. Detta

problem kan hanteras med två olika ansatser. I den första ansatsen, som brukar kallas URM (unit restriction model), förhindras två intilliggande avdelningar oavsett areal att avverkas under samma period. Detta kan åstadkommas genom att införa ytterligare en restriktion i modellen ovan enligt t ex:

$$\sum_{j=1}^{J_i} H_{ijp} x_{ij} + \sum_{j=1}^{J_l} H_{ljp} x_{lj} \leq 1 \quad \forall i, l \in Y, p = 1 \dots P \quad (8)$$

Y = Den mängd av parvisa bestånd som ligger grannar
 H_{ijp} = Denna koefficient indikerar om ett skötselprogram för en viss avdelning och viss period innebär slutavverkning d.v.s. H_{ijp} tar värdet 1 om skötselprogram j för avdelning i och period p innebär slutavverkning och 0 annars.

Denna ansats baseras på antagandet att varje enskild avdelnings storlek är under den största tillåtna sammanhängande hyggesarealen. En annan ansats, som brukar kallas ARM (area restriction model) bygger på att tillåta angränsade avdelningar att avverkas under samma period så länge den sammanhängande hyggesarealen ej överstiger den maximala hyggesarealen:

$$f_{ip}(X) \leq S \quad \forall i, p = 1 \dots P \quad (9)$$

S = Den största tillåtna sammanhängande hyggesarealen
 $f_{ip}(X)$ = En rekursiv funktion som summerar alla sammanhängande avdelningar med slutavverkningar i en och samma period.

Med denna ansats kommer dock aldrig avdelningar som är större än S att avverkas. Ett annat sätt att hantera spatiala samband i den endogena ansatsen är att koppla den spatiala variabeln till beslutsvariablerna genom att använda s.k. indikatorvariabler. En ny variabel inkluderas som länkas till de andra beslutsvariablerna och därmed indikerar om ett visst tillstånd uppnås eller om en avdelning uppfyller vissa förutsättningar. Ett exempel är att en avdelning endast får räknas som lämpligt habitat i en period om aktuell avdelning och alla omkringliggande avdelningar sköts med skötselprogram som ger upphov till gammal skog i aktuell period. Detta kan uppnås genom att lägga till restriktionerna nedan:

$$R_{ip} \leq \sum_{j \in M_{ijp}} x_{ij} \quad \forall p, \forall i \in N^i \quad (10)$$

$$R_{ip} \in \{0,1\} \quad i = 1 \dots I \quad (11)$$

$$\sum_i R_{ip} A_i \geq \bar{A}_p \quad \forall p \quad (12)$$

N^i = Den mängd av avdelningar som består av avdelning i och alla dess grannar.
 M_{ijp} = Den uppsättning skötselprogram som för avdelning i ger upphov till gammal skog i period p .

- R_{ip} = Den variabel som indikerar om avdelning i består av lämpligt habitat i period p (gammal skog). R_{ip} kan endast anta värdet 1 om avdelningen och alla dess grannar sköts med skötselprogram som ger upphov till gammal skog. I övriga fall antar R_{ip} värdet 0.
- A_i = Arealen för avdelning i .
- $\bar{A}_p$ = Den areal habitat som krävs i period p .

Självstudiefrågor.

1. Beskriv vad rumslig hänsyn innebär.
2. Nämn några orsaker till varför man bör ta rumslig hänsyn.
3. Beskriv hur det traditionella skogliga planeringsproblemet förändras när man istället för att endast ta hänsyn till mängd gammalskog även vill ta hänsyn till var dem gamla skogen finns i landskapet.

Litteraturen

Breiman, L., J.H. Freidman, R.A. Olshen, and C.J. Stone. 1984. Classification and Regression Trees. Boca Raton, FL, USA: Chapman & Hall/CRC.

4 TEKNIKOMRÅDEN

Ett långsiktigt skogligt planeringsproblem består vanligen i att för varje bestånd hitta bästa handlingsalternativ utifrån målsättningen för hela skogsinnehavet.

Ett handlingsalternativ för ett bestånd består av en sekvens av åtgärder – skogsvård och avverkningar – under beståndets omloppstid.

Linjär programmering är en optimeringsmetod som ofta används för att söka bästa handlingsalternativet för alla bestånd inom ett skogsinnehav givet målsättningen med innehavet.

Ett optimeringsproblem som ska lösas med linjär programmering består av en målfunktion och av ett större eller mindre antal restriktioner.

4.1 Linjär programmering

4.1.1 Långsiktig planering och linjär programmering

Planeringen inom skogsbruket är lite speciell eftersom den har så lång tidshorisont. Inte sällan utgör den runt ett sekel. Det är inte så att alla som ägnar sig åt skoglig planering gör det med en så lång tidshorisont; det finns också planering kring taktiska och operativa problem där planeringshorisonten är väsentligt kortare. Andra ställen som också har lång tidshorisont på planeringen är t.ex. stadsplanering, infrastrukturprojekt och anläggning av stora industrier. Alla dessa kräver beslut som sträcker sig långt in i framtiden. Denna planering görs oftast i projektform; man planerar en gång och sedan är det färdigt. På det sättet skiljer sig den skogliga långsiktiga planeringen. I skogliga sammanhang kommer man tillbaka till samma fråga gång på gång: Vad skall vi göra med vår skogliga resurs med beaktande av de långsiktiga effekterna av det vi gör i dag? Det faktum att skogliga planerare kommer tillbaka till ett liknande problem gång på gång gör det både angeläget och kostnadseffektivt att ha en metodik för att modellera problemet. Det är vad detta kompendium handlar om.

De sammanhang där man finner långsiktig planering kan variera avsevärt. Den mest typiska situationen är nog där vi har en skogsägare, stor eller liten, som vill analysera sitt skogsinnehav och finna det bästa sättet för hur skogen ska skötas för att målen med skogsbruket ska uppnås. Ibland kan skötselproblemet uppträda i ett sammanhang där man som skogsägare måste ta hänsyn till olika intressen, t.ex. där rekreation eller känsliga naturmiljöer förekommer. I det senare fallet kan det vara viktigt att ta fram ett antal planförslag som får bedömas utifrån de intressen som finns företrädade. Frågan dyker också upp från tid till annan i vår riksdag. Här är det politiska ställningstaganden som avgör hur man vill att skogen ska utvecklas långsiktigt. De modeller vi kommer att presentera här kommer i princip att kunna användas i vilken som helst av dessa sammanhang; det avgörande är att de fordrar förslag på skötselmetoder som tillfredsställer en eller flera målsättningar. Det är sedan inte säkert att just den form av angreppssätt som vi formulerar här är det bästa i alla situationer.

Fakta: Något om terminologi

Ibland ser man termen strategisk planering för det som behandlas i detta kompendium. Trots att många som sysslar med det som behandlas här skulle kalla det strategisk planering används termen långsiktig planering istället för strategisk planering. Med långsiktig skoglig planering kan avses dels strategiskt, dels operativt inriktad planering. I det förra fallet är planeringen inriktad på att leda fram till en målsättning för skötseln av företagets egna skogar. Man kan betrakta planeringens resultat som en serie strategiska beslut avseende uttagsnivåer, skogsvårdsprogram etc. I det senare fallet, dvs. om planeringen har en mer operativ karaktär av, handlar det om att göra ett lämpligt beståndsval inom ramen för en övergripande, strategisk plan; resultatet kan t.ex. utgöras även femårsmängd av bestånd som i sin tur får utgöra ramen för mer kortsiktig planering.

Den modell vi ska bygga (eller formulera) här för att finna en lösning på skötselproblemet använder sig av den vanligaste och mest etablerade optimeringsmetoden inom beslutsteorin – linjärprogrammering (LP). Den har använts från senare halvan av 60-talet, dvs. så länge det varit möjligt för icke-IT-specialister att använda en dator. Tre saker bidrog till att man anammade denna modell till att formulera och lösa långsiktiga planeringsproblem, och att den sedan behållit sin popularitet: Den kan kombineras med praktiskt taget alla typer av modeller som beskriver det enskilda beståndets utveckling under olika behandlingar, modellen gör det möjligt att hantera stora problem och det finns färdiga lösningsprogram.

Modellen dokumenterades ordentligt av Johnson & Scheurman (1977) och då i två olika former, kallade Model I och Model II. Vi kommer här att fokusera på den variant som kallas Model I dels för att den är enklare, dels för att det är den mest använda i skogliga beslutsstödsystem, t.ex. i Heureka/PlanWise.

För att göra en långsiktig analys enligt detta recept behövs:

- En beskrivning av skogens behandlingsenheter
- En beståndssimulator som kan beskriva utvecklingen av enskilda bestånd under olika behandlingar
- En beskrivning (formulering) av LP-problemet
- En lösare som löser LP-problemet
- En rapportgenerator som beskriver lösningen

Vi ska nu gå igenom analysen för ett långsiktigt planeringsproblem för ett litet, simulerat skogsinnehav.

4.1.2 Planeringsproblemet

Förutsätt att vi har ett skogsföretag med ett skogsinnehav omfattande 8 bestånd. Antag att företagsledningen kräver en avverkning om minst 1 000 m³ per 10-årsperiod under de närmaste 40 åren. Samtidigt skall avverkningarna disponeras på ett sådant sätt att det förråd skogen håller vid utgången av planeringshorisonten är så stort som möjligt, detta för att i största möjliga mån garantera utvecklingen på mycket lång sikt. (Denna formulering underlättar framställningen genom att vi bara behöver hantera volymer och inte beräkna t.ex. ekonomiska värden.)

I det här exemplet använder vi 10-åriga planeringsperioder eftersom vi har en tillväxtmodell med 10-åriga framskrivningssteg. För att förenkla hanteringen av siffror, och lättare kunna följa beräkningsgången låter vi åtgärderna ske i början av planeringsperioden (se ruta När starta beräkningarna vid formulering av en modell I?). Det innebär att planeringsproblemet kan formuleras på följande sätt i termer av 10-åriga planeringsperioder:

- Avverka minst 10 000 m³ under var och en av 4 perioder.
- Maximera virkesförrådet vid ingången av den 5e planeringsperioden, dvs. den volym som står i skogen efter framskrivning 10 år efter åtgärderna vid inledningen den 4e 10-årsperioden.

Fakta: När starta beräkningarna vid formulering av en modell 1?

Det är snarare regel än undantag att planeringsperioderna omfattar 5- eller 10-årsperioder i stället för enskilda år. I regel är det tillväxtmodellens framskrivningssteg som bestämmer periodens längd (så är det t.ex. i Heureka). En annan orsak till att man använder längre perioder än ett år är att man får mindre modeller att lösa. En konsekvens av att arbeta med fleråriga perioder är att man måste bestämma när åtgärder görs under planeringsperioden; i början, i slutet eller någonstans däremellan? En vanlig lösning är att man sätter åtgärdstidpunkten till mitt i planeringsperioden. Ett argument för att göra det är att det på ett rimligt sätt återspeglar det som sker om man tänker sig att aktiviteten är utspridd över hela perioden. Antag att du vill få ut en viss avverkad volym en viss period. Om du använder volymen i början av perioden har du inte tagit hänsyn till att bestånden i genomsnitt har en högre volym under perioden (och omvänt om du använder periodens slut som beslutstidpunkt). En nackdel med att använda periodmitt är att man måste interpolera tillväxten för under den första planeringsperioden, dvs. skriva fram tillståndet för bestånden till mitt i första perioden innan man börjar göra beräkningar för modellen (interpolering är således inte nödvändigt om man använder periodens början eller slut då tillväxtmodellen redan från början är synkroniserad med tillväxtmodellen).

Indelningsregistret

De flesta skogsägare är utrustade med ett register över sina avdelningar eller bestånd, ett indelningsregister/beståndsregister. Hos den mindre enskilde skogsägaren benämns ofta detta register ”skogsbruksplan”. Registret för vårt företag finner ni nedan (Tabell 4.1).

Tabell 4.1. Beståndsregister

Beståndsregister				
Bestånd (No.)	Areal (ha)	Tillväxt	Ålder (år)	Volym (m ³ /ha)
1	30	Low	0	0
2	10	Low	10	20
3	40	Low	30	80
4	20	Low	50	150
5	10	High	0	0
6	10	High	10	40

7	15	High	30	120
8	25	High	50	200

Tillväxtmodell och beståndssimulator

En skog består av en samling bestånd (avdelningar, beräkningsenheter och strata är andra termer som används i sammanhanget; se ruta Något om beräkningsenheten i Model I). Därför behöver vi kunna ta fram data om vad som händer när vi sköter bestånden på olika sätt. Den enskilt viktigaste detaljen i en långsiktig analys är utan tvekan den del som beskriver skogens dynamik. Man kan säga att det är själva motorn i den beståndssimulator man använder för analys av skogsskötseln

Tillväxtmodellen nedan är väldigt enkel och utgår bara från beståndens bonitetsklass och ålder (Tabell 4.2).

Tabell 4.2. Tillväxtmodell

År ($\leq$)	Tillväxt (m ³ /10 år)	
	Low	High
9	20	40
19	50	80
29	45	75
39	40	70
49	35	65
51	30	60

Vanligtvis ingår tillväxtmodellen som en del av en större apparat för att framskriva bestånd. Där finns också modeller för att beskriva kostnader och intäkter, ibland modeller för att beskriva enskilda fenomen, såsom tillgång till GROT eller mängden kol i marken. För vårt exempel räcker det med tillväxtmodellen som beståndssimulator då planeringsproblemet bara kräver uppgifter om volymer. Med den enkla tillväxtmodellen kan vi se hur stora avverkningsvolymer vi får med avverkning vid olika tidpunkter.

4.1.3 LP-modellen

Vi ska nu utveckla en LP-modell som fångar företagets planeringsproblem. Principen för LP-modellen är enkel och bygger på något som kallas skötselprogram. För varje bestånd utvecklas ett antal skötselprogram. Den optimala kombinationen av skötselprogram är problemets lösning.

Fakta: Något om beräkningsenheten i model 1

Här följer några korta om den grundläggande beräkningsenhet som används vid Model I. Boxen förklarar bl.a. varför den enhet vi använder för att beskriva innehavet på inte benämns bestånd utan behandlingsenhet (ibland beräkningsenhet).

Ett skogsinnehav beskrivs i allmänhet i termer av bestånd eller avdelningar. Det är inte ovanligt att bestånd eller avdelningar utgör den beräkningsenhet man använder för att skapa underlag för sin Model I. Det finns emellertid (minst) två skäl till att man ibland använder andra, aggregerade, beräkningsenheter som utgångspunkt för beräkningarna. Ett skäl är att om innehavet är stort så blir modellen också stor. Det är då möjligt att man aggregerar data, dvs. låter ett mindre antal ”typbestånd” representera hela innehavet. Man talar då om strata. Ett strata kan t.ex. bestå av alla bestånd som är 80-100 år, trädslagsblandning gran >70 %, SI 22-25 etc. Egenskaperna hos detta strata kan t.ex. utgöras av medelvärdet för egenskaperna hos ingående bestånd, eller att man låter hela stratumet representeras av ”medelbeståndet”. Den areal stratumet motsvaras av utgörs av summa areal hos ingående bestånd.

Ett annat skäl är att indelningsregistrets data inte är tillförlitligt. I stället samplar man ett urval av bestånd som inventeras noga samt låter dessa bestånd representera hela innehavet. Antag att det totala innehavet är 300,000 ha och att man samplar 150 bestånd (2 helt realistiska uppgifter). Varje beräkningsenhet får då en areal om 2,000 ha (effektivare sätt att sampla finns men det berörs inte här). Man talar här om stickprovsavdelningar även om funktionen är exakt densamma som i det som benämns strata ovan.

Båda dessa lösningar, dvs. att låta ett begränsat antal stickprovsavdelningar eller strata representera hela innehavet, har en viktig konsekvens: Det innebär att vi inte vet var olika åtgärder planeras ske. Antag t.ex. att du inte vill att föryngringsavverkning inte ska ske närmare än 200 m från bebyggelse. Om ett strata innehåller bestånd av den typen (eller en stickprovsavdelning representerar bestånd som finns där) riskerar man således att modellen skapar en lösning där det ändå sker. Lösningen kan i sig vara att man delar upp strata efter om det ligger nära bebyggelse eller inte. Men det börjar bli komplicerat, speciellt om flera krav av denna typ ska införas. Ändå värre blir det om det finns krav som är kopplade till vad som sker i landskapet som en funktion av var man lägger åtgärder. Ett typiskt exempel på det är habitat. Vi vet inte från början var habitat optimalt kan etableras. För det behöver vi ha en beskrivning av innehavet som är heltäckande och där det är möjligt att beräkna lokalt om det finns ett habitat eller inte. Vill vi kunna hantera aspekter som har att göra med var åtgärder görs är man i de allra flesta fall betjänt av en heltäckande beskrivning med indelningsregistrets alla bestånd. (Mer om detta kan studeras i avsnittet om spatia problem i detta kompendium)

Vad är då ett skötselprogram? Ett skötselprogram är en sekvens av åtgärder, t.ex. plantering, gallring och slutavverkning, för en behandlingsenhet från aktuell tidpunkt till slutet av planeringsperioden. I vårt exempel är det följden av åtgärder i respektive bestånd under planeringshorisontens 40 år.

För att skapa vår LP-modell av typ I inleder vi med att för varje behandlingsenhet generera en serie prognoser under olika skötselprogram. För varje alternativ registreras de data som behövs för LP-modellen. För vår modell behöver vi bara registrera avverkningsvolym under period 1-4 och ingående volym period 5. I exemplet är den enda aktiva åtgärden slutavverkning som omedelbart åtföljs av föryngring. Förutsatt vidare att skogen måste ha en ålder av minst 30 år för att få slutavverkas. Bestånd 1 har då två möjliga skötselprogram med slutavverkning period 4 respektive ingen avverkning alls. Detta ger då följande avverkningsvolym och

ingående volym period 5 per hektar: (0, 0, 0,115, 20) respektive (0, 0, 0, 0,155) (Tabell 4.3).

Tabell 4.3 Beräkning av 2 skötselprogram för bestånd 1

Period	Åtgärd	Ålder (år)		Stående volym (m3/ha)		Avverkad volym
		Början period	Slut period	Början period	Efter tillväxt	
Skötselprogram 1						
1	-	0	10	0	20	0
2	-	10	20	20	70	0
3	-	20	30	70	115	0
4	Slutavv.	30	10	115	20	115
5		10	20	20	70	-
Skötselprogram 2						
1	-	0	10	0	20	0
2	-	10	20	20	70	0
3	-	20	30	70	115	0
4	-	30	40	115	155	0
5		40	50	155	190	-

I tabell 4.4 återges 2 av ett antal möjliga skötselprogram för behandlingsenhet 8. Motsvarande siffror som för bestånd 1, med ett program med slutavverkning period 1 och period 4 är (200, 0,0, 195, 40) och med ett skötselprogram med slutavverkning period 2 är siffrorna (0, 260,0,0, 195). Notera att det är möjligt att ange flera aktiviteter i samma program (t.ex. 2 slutavverkningar som i program 1 för bestånd 8).

Tabell 4.4. Beräkning av 2 skötselprogram för bestånd 8

Period	Åtgärd	Ålder (år)	Stående volym (m3/ha)			Avverkad volym
		Början period	Slut period	Början period	Efter tillväxt	
Skötselprogram 1						
1	Slutavv.	50	10	200	40	200
2	-	10	20	40	120	0
3	-	20	30	120	195	0
4	Slutavv.	30	10	195	40	195
5		10	20	40	120	-
Skötselprogram 2						
1	-	50	60	200	260	0
2	Slutavv.	60	10	260	40	260
3	-	10	20	40	120	0

4	-	20	30	120	195	0
5		30	40	195	265	-

Notera att skötselprogrammen sträcker sig över hela planeringshorisonten. En lösning av planeringsproblemet innebär att man tilldelar bestånden skötselprogram. Det innebär att när man tilldelar ett bestånd 1 ha av ett program har man också bestämt vad som ska hända med det hektaret över hela planeringshorisonten (se ruta Hela eller delade bestånd? om att dela bestånd). Tilldelar man t.ex. bestånd 8, 2 ha av skötselprogram 1 kan vi avverka 400 m³ period 1 och 390 m³ period 4 samt har en stående volym på dessa 2 ha om 80 m³ efter tillväxt i period 4 (det gäller dessa 2 ha; övriga 23 ha i bestånd 8 måste också få sig tilldelade skötselprogram).

Antag att vi har genererat ett antal skötselprogram för vart och ett av bestånden i innehavet. Det kan röra sig om alla tillåtna skötselprogram eller bara ett urval av de vi tror är mest intressanta. Det vi behöver få reda på för att maximera virkesförrådet vid ingången av period 5 och samtidigt kunna avverka 10 000 m³ per 10-årsperiod är, hur många ha vi ska tilldela varje bestånd av respektive skötselprogram. Vi använder nu LP-modellen för att finna vilka skötselprogram vi skall använda på de olika behandlingsenheterna.

Fakta: Hela eller delade bestånd?

En fråga som man måste ta ställning till i det sammanhanget är: Kan ett bestånd bara tilldelas ett skötselprogram eller kan det tilldelas flera. I det förra fallet utgör beståndet en sammanhållen enhet. I det senare fallet öppnar man för möjligheten att ett bestånd kan delas. Antag t.ex. att bestånd 8, som har 25 ha, tilldelas 10 ha av program 1 och 15 ha av program 2. Det innebär att 10 ha kommer att slutavverkas den första perioden och 15 ha låter man stå. Det är något av en logisk kullerbytta om man tänker att en behandlingsenhet är just en enhet för behandling under ett skötselprogram. Det finns emellertid skäl att i analysen tillåta att bestånd kan delas.

Ett skäl är att modellen kan bli mycket svårare att lösa om man kräver att ett och endast ett skötselprogram kan tilldelas varje bestånd. Det matematiska problemet förvandlas då från ett snällt, kontinuerligt optimeringsproblem till ett svårt kombinatoriskt problem.

Konsekvenserna av att tillåta delning av bestånd är olika beroende på om innehavet är stort eller litet. Är innehavet stort kommer ändå mycket få bestånd att klyvas i lösningen (det är en matematisk nödvändighet under alla rimliga problemformuleringar). Representeras dessutom innehavet av typbestånd (strata) finns det redan i utgångsläget ingen direkt koppling till enskilda bestånd (se ruta Något om beräkningsenheten i Model I).

Är innehavet litet kommer normalt varje bestånd att vara med i modellen, och ett inte försumbart antal bestånd kan tänkas bli delade. Optimeringsproblemet kan, även om fastigheten är liten, bli svårt om man kräver heltaliga lösningar. Den största risken är kanske ändå att man inte hittar någon lösning alls beroende på att varje bestånd är stort jämfört med storheten på de krav man ställer för en tillåten lösning.

En orsak till att man ändå kan behöva formulera problemet som att ett och endast ett skötselprogram får allokeras beståndet rör rumsliga (spatiala) problem. Kräver vi t.ex. att två bestånd intill varandra inte får slutavverkas samtidigt kan vi inte ha andelar av ett bestånd som följer ett program och en annan andel som följer en annat; lösningen måste vara entydig i det avseendet (mer om detta i kapitel 3.5 om spatiala problem).

Det är således skötselprogrammen som är modellens variabler. Beteckna det första programmet för bestånd 1 med X_{11} . X_{11} är den obekanta areal av bestånd 1 som vi sköter med program 1. På motsvarande sätt kan vi beteckna den obekanta areal av bestånd 1 som vi sköter med program 2 med X_{12} . Och så vidare för övriga bestånd och skötselprogram. En formulering enligt Modell I av företagets planeringsproblem kommer då att se ut på följande sätt (notera att det bara är koefficienter skilda från 0 som tagits med och att det bara är de skötselprogram som utvecklats ovan som skrivits ut; Figur 4.1):

Max	20	$*X_{11} +$	155	$*X_{12} +$	...	40	$*X_{81} +$	195	$*X_{82} +$	...	
Avv per 1					...	200	$*X_{81} +$			...	≥ 10000
Avv per 2					...			260	$*X_{82} +$	...	≥ 10000
Avv per 3					...					...	≥ 10000
Avv per 4	115	$*X_{11} +$			...	195	$*X_{81} +$			...	≥ 10000
Areal best 1	1	$*X_{11} +$	1	$*X_{12} +$	...					...	$= 30$
Areal best 2					...					...	$= 10$
Areal best 3					...					...	$= 40$
Areal best 4					...					...	$= 20$
Areal best 5					...					...	$= 10$
Areal best 6					...					...	$= 10$
Areal best 7					...					...	$= 15$
Areal best 8					...	1	$*X_{81} +$	1	$*X_{82} +$	...	$= 25$

Figur 4.1. En uppställning av problemet med 8 bestånd med ett urval av skötselprogrammen representerade.

Vi ska gå igenom modellens rader. Den första raden är objektfunktionen och den svarar mot den stående volymen vid ingången av period 5. För bestånd 1, antag (helt godtyckligt) att lösningen anger att 10 hektar ska tilldelas av skötselprogram 1 och 20 ha till program 2. Bidraget från det första programmet är då $20 \text{ m}^3/\text{ha} * 10 = 200 \text{ m}^3$ och $155 * 20 = 3100 \text{ m}^3$, således sammanlagt 3300 m^3 . Till det kommer naturligtvis bidraget från övriga bestånd.

De följande raderna (Avv per 2 – 4) står för de avverkade volymerna olika perioder. På samma sätt som för objektfunktionen blir summan av $\text{m}^3/\text{ha} * \text{antal tilldelade ha}$ den volym som faller ut vid respektive period. Se t.ex. på Avv per 4. Antag att lösningen anger att $X_{11} = 10$ och $X_{81} = 20$. Det innebär att man får ett bidrag från dessa två skötselprogram på sammanlagt $5050 (115 * 10 + 195 * 20)$. Kom också ihåg att valet av ett skötselprogram gäller det som händer över hela planeringshorisonten. Tilldelas t.ex. bestånd 8 1 ha av program 2 ($X_{82} = 1$) så får man för detta ha dels ett bidrag om 200 m^3 i period 1 och 195 m^3 period 4 (och 40 m^3 stående volym vid ingången av period 5).

Ovan antog vi (helt godtyckligt) att lösningen för bestånd 1 skulle kunna innebära att man tilldelar 10 ha av skötselprogram 1 och 20 ha av program 2. Det motsvarar precis storleken på bestånd 1. Hur garanterar vi att det tilldelas program till varje bestånd som motsvarar storleken på beståndet? Det görs genom arealrestriktionerna på raderna Areal best 1 tom Areal best 8. Ser vi på restriktionen Areal best 1 ser vi att $1 \cdot 10 + 1 \cdot 20 = 30$. Varje program ska således knytas till den arealrestriktion som hör till det beståndet, och restriktionen ska motsvara storleken på det beståndet.

Därmed är modellen klar. Det mönster som ni finner i modellen ovan gäller generellt för modeller av typ I. Där finns en objektfunktion, en uppsättning restriktioner som i någon mening gäller krav för hela innehavet samt en uppsättning arealrestriktioner.

Fakta: Om skötselprogram

Slutavverkning utgör normalt inte det enda skötselalternativet man vill kunna studera. Andra typer av åtgärder, såsom gallring och gödsling, är emellertid lätta att lägga in i modellen. Låt oss anta att vi vill ha med ett program nr 3 för behandlingsenhet 1 med gallring period 3 och slutavverkning period 4. Gallrar vi med 30 procents styrka, och inte har någon påverkan på tillväxten av detta ingrepp, får vi följande uttag och ingående förråd: (0, 0, 21, 94, 20). Dessa koefficienter för vi så in i modellen precis som de andra skötselprogrammen. I princip kan ett skötselprogram byggas upp av vilka skötselåtgärder som helst, det enda kravet att behandlingarna på något sätt påverkar de storheter modellen består av (volym, kostnader etc.).

4.1.4 Att använda Excel för Modell I

Det finns olika program för att lösa Modell I-problem. Om man använder t ex Lingo eller Lindo eller något annat generellt program för att formulera och lösa sitt planeringsproblem är det egentligen bara att skriva in formuleringen precis som den ser ut ovan (det kan behövas lite specialtecken för att få det att fungera). Problemet kan också lösas i Excel.

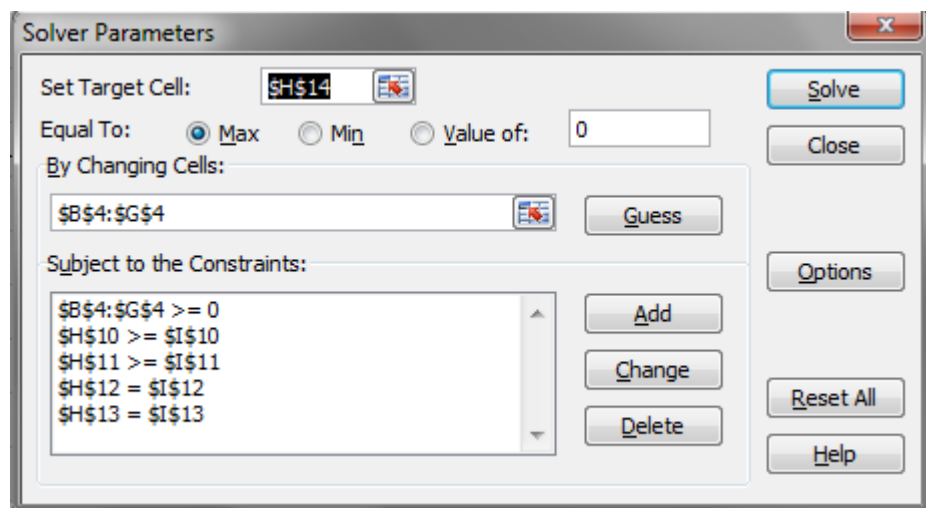
Om man vill lösa problemet i Excel är det första steget är att bygga upp de beräkningar man behöver. Det enklaste är förmodligen att bygga upp beräkningarna som man skulle göra om man själv skulle ta fram en lösning manuellt, dvs. man tilldelar själv hektar av skötselprogram till bestånden. För att kunna gå vidare med optimeringen krävs att man samlar summor i enskilda celler för att sedan kunna ställa krav på värdet i respektive cell, dvs. sätta restriktioner. Även värdet på objektfunktionen behöver samlas i en cell för att sedan optimeras. När väl modellen är skapad kallar du på det program som löser problemet, dvs. den add-in som kallas Problemlösaren. Den hittar du under menyn Data (du kan behöva plocka in den; se under Options/add-ins). När du klickat på Problemlösaren öppnas ett fönster där du anger vilken cell som ska optimeras, vilka variablerna är etc. När det gäller restriktioner kan det vara bra att veta att finns det ett antal celler som har samma restriktion kan de hanteras i bunt genom att markera dem och sätta samma restriktion på dem (se t.ex. $\$B\$4:\$G\$4 \geq 0$ nedan).

Nedan ges exempel på hur problemet kan ställas upp (Figur 4.2). Förutsättningarna här är att (i) innehavet består bara av bestånd 3 och 8, (ii) det finns ett krav på

avverkning av 900 m³ under var och en av de två första 10-årsperioderna, samt (iii) den stående volymen vid ingången av den 3e 10-årsperioden skall maximeras.
(Notera: uppställningen redovisas med den optimala lösningen i cellerna B4:G4.)
Instruktionerna till Excels lösare är givna i figur 4.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Bestånd	3	3	3	8	8	8		
2	Program	1	2	3	1	2	3		
3	-- Lösning --								
4	Allokerad areal	40.0	0.0	0.0	17.0	4.5	3.5		
5	-- Utfall per ha --								
6	Avv per 1	0	80	0	0	200	0		
7	Avv per 2	0	0	120	0	0	260		
8	St volym per 3	155	70	20	320	120	40		
9	-- Utfall av program som funk av lösning --							Summa	Krav
10	Avv per 1	0	0	0	0	900	0	900	900
11	Avv per 2	0	0	0	0	0	900	900	900
12	Allok areal best 3	40.0	0.0	0.0				40	40
13	Allok areal best 8				17.0	4.5	3.5	25	25
14	St volym per 3	6200	0	0	5452	540	138	12331	<== Objektf

Figur 4.2. En uppställning i Excel av ett skötselproblem med 2 bestånd.



Figur 4.3. Instruktionerna till optimeringsproblemet i Excel för skötselproblemet med 2 bestånd.

Några förklaringar:

- De celler vars värden man söker (tilldelningen av arealer av skötselprogram) är cellerna B4:G4. Dessa måste ha ett värde större eller lika med 0 (första restriktionen).
- Värdena i cellerna B10:G14 ger bidraget i form av avverkningsvolym och stående volym av olika skötselprogram. Så är t.ex. formeln i cell B14 ”=B\$4*B8”.

- Värdena i cellerna H10:H14 ger summan över alla bestånd och program av avverkningsvolymen respektive period och stående volym vid ingången av period 3.
- Värdena i cellerna I10:I13 kan naturligtvis också skrivas in i panelen Solver Parameters direkt. Det kan dock vara behändigare att ändra på siffrorna i arket om man vill göra känslighetsanalyser.

4.1.5 Model II

Finns det en Model I bör det finnas en Model II. Även om den ovan genomgångna modell I är den vanligaste typen av modell och också den som är enklast att hantera, så kan det vara motiverat att nämna något om Modell II, om inte annat för att man har en som är benämnd I.

När vi har en Model I skapar vi skötselprogram som sträcker sig över hela planeringshorisonten (se beskrivningen av skötselprogram ovan), dvs. vi gör prognoser för bestånden under olika skötselprogram som sträcker sig från nuläget till slutet av planeringshorisonten. När vi skapar en modell av typ II behöver vi inte prognostisera behandlingsenhetens utveckling längre än till slutavverkningstillfället. Vid formuleringen av en sådan modell utnyttjar vi det förhållande att den fortsatta utvecklingen av all skog som etableras på samma kalmarkstyp under en viss period kan beskrivas av en separat uppsättning variabler. Vi tänker oss alltså att vi för samman all areal som blir slutavverkad under en viss period och som är av samma typ, t ex har samma bonitet, och behandlar den gemensamt utan att särskilja från vilken behandlingsenhet den kommer. På varandra följande skogsgenerationer länkas ihop i själva LP-modellen genom ett villkor om att den nyetablerade arealen skall vara lika stor som den slutavverkade för den aktuella perioden och marktypen. Det gör att man inte behöver skapa skötselprogram för varje individuellt bestånd efter slutavverkning.

Modell I och Modell II är ekvivalenta i den meningen att ett problem som är formulerat som Modell I alltid kan omföras till en Modell II formulering och vice versa. Skillnaden ligger främst på det beräkningstekniska området. Med Modell II kan antalet variabler reduceras. Det innebär att vi kan spara beräkningstid i LP-programmet och, kanske i än högre grad, i beståndssimuleringsprogrammet där vi genererar aktiviteterna. I Modell I råder ett "multiplikativt förhållande" mellan på varandra följande skogsgenerationer. Låt oss säga att vi för någon behandlingsenhet har fixerat slutavverkningsperioden och att vi har 5 varianter av behandlingar före slutavverkning och 4 efter. Detta ger 20 variabler med Modell I. En Modell II variant fordrar inte mer än 9 variabler för att uttrycka samma sak. Dessutom kan de 4 aktiviteter som uttrycker utvecklingen efter slutavverkning den aktuella perioden utnyttjas gemensamt av flera behandlingsenheter. Det pris man får betala för det minskade antalet aktiviteter är en ökad mängd restriktioner, till antalet uppgående till produkten av antalet perioder och kalmarkstyper. Den komparativa fördelen för Modell II ökar alltså med ökad längd på planeringsperioden, ökat antal skötselprogram (enligt Modell II definition), ökat antal behandlingsenheter och minskat antal kalmarkstyper. En annan egenskap hos Modell II är att man direkt från värdet på den dualvariabel (marginalkostnad) som är knuten till en viss kalmarks typ under en viss period kan utläsa motsvarande kalmarksvärde. Vill man ha detta värde vid en Modell I formulering tvingas man själv räkna fram det utifrån de aktiviteter som finns med i den optimala basen.

4.1.6 Skötselprogram – ha eller andel av behandlingsenhet

I de modeller som formulerats ovan har antalet ha allokerats på olika skötselprogram för respektive behandlingsenhet. I Heureka används i stället andelar av behandlingsenhetens totala areal. Det har ingen betydelse för resultatet; vi får exakt samma allokering av program och därmed samma nuvärden, avverkningsvolym, habitat etc.

Hur förändras då själva den numeriska lösningen? Antag att vi har ett bestånd på 10 ha. I lösningen av modellen med ha får ett skötselprogram 4, ett annat 6 och övriga 0 ha. Det innebär att i lösningen i modellen där vi allokerar andelar får samma program 0.4, 0.6 och övriga 0 andelar av de 10 hektaren.

När vi allokerar ha till skötselprogram multiplicerar vi koefficienter per ha med antalet ha i lösningen. En avverkningsvolym på 150 m³/ha blir 600 m³ när vi multiplicerar med 4 ha. När vi har andelar av hela behandlingsenheten får vi i stället utgå från totalen. I exemplet med avverkningsvolymen blir koefficienten 1500 m³ om vi utgår från att behandlingsenheten är på 10 ha. Multiplicera de 1500 m³ med lösningens andel på 0.4 och vi får ut 600 m³. Uppställningen problemet ovan för bestånden 3 och 8 ser då ut som följer (Figur 4.4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Bestånd	3	3	3	8	8	8		
2	Program	1	2	3	1	2	3		
3	-- Lösning --								
4	Allokerad andel	1.0	0.0	0.0	0.7	0.2	0.1		
5	-- Utfall totalt --								
6	Avv per 1	0	3200	0	0	5000	0		
7	Avv per 2	0	0	4800	0	0	6500		
8	St volym per 3	6200	2800	800	8000	3000	1000		
9	-- Utfall av program som funk av lösning --							Summa	Krav
10	Avv per 1	0	0	0	0	900	0	900	900
11	Avv per 2	0	0	0	0	0	900	900	900
12	Allok andel för best 3	1.0	0.0	0.0				1	1
13	Allok andel för best 8				0.7	0.2	0.1	1	1
14	St volym per 3	6200	0	0	5452	540	138	12331	<== Objektf

Figur 4.4. Uppställning av skötselproblemet med 2 bestånd med variabler som andelar av beståndet.

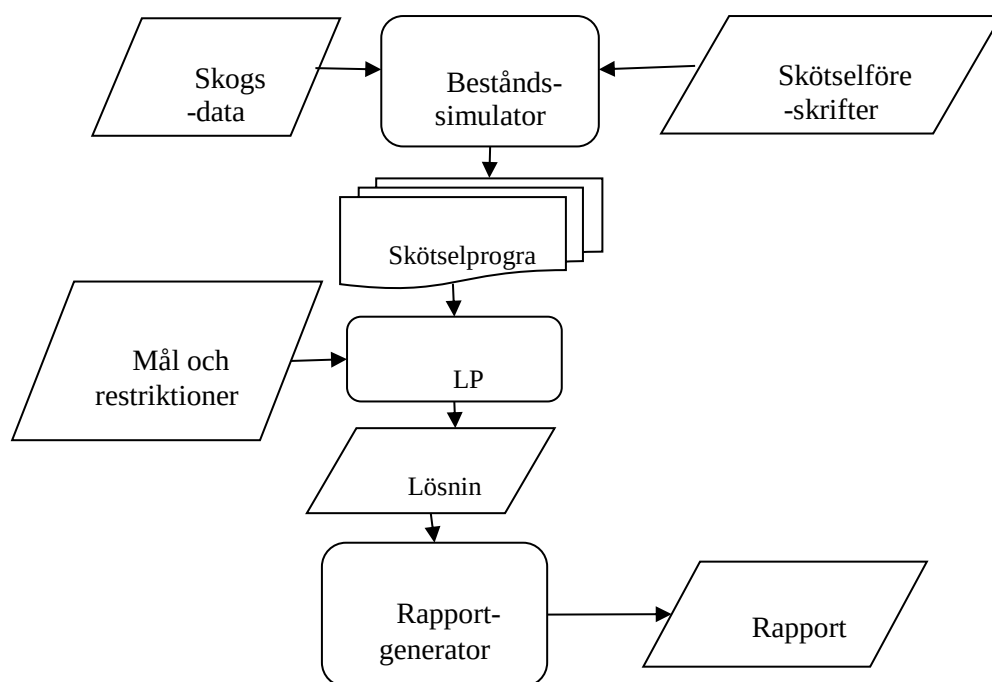
Notera hur alla koefficienter för avverkningsvolym och stående volym per ha i den tidigare uppställningen är multiplicerade med hela beståndets areal (raderna 6-8). Vidare blir lösningen med avseende på skötselprogrammen tal mellan 0 och 1 (B12:G13). Ytterligare en skillnad är att summa andelar för ett bestånd ska summera till 1.

Vad är då finessen med att använda en formulering där andelar allokeras i stället för hektar? En av de viktigaste är att det blir mycket lättare att formulera och lösa rumsliga (spatiala) problem (se boxen HELA ELLER DELADE BESTÅND? samt avsnittet om spatiala problem i kompendiet.) Om vi då har ett bestånd om, säg, 10 ha måste vi för skötselprogrammen för detta bestånd kräva att dessa antar värdena 0 eller 10 och inget annat i det fall vi allokerar ha (summan för allokerade program ska fortfarande vara 10). Används andelar är kravet att variablerna ska anta värdena 0

eller 1 och inget annat. Det gör sådana problem både enklare att formulera, hantera och lösa.

4.1.7 Beräkningssystem

Avslutningsvis något om det system vi måste förfoga över för att kunna göra våra analyser (Figur 4.5). I princip är alla system som baseras på Model I uppbyggda på detta sätt. Variationer finns vad gäller kopplingen mellan programdelar, om t.ex. GIS är integrerat med systemet, om lösaren hopbyggd eller får startas separat etc.



Figur 4.5. Delar i ett beräkningssystem för långsiktig planering

Analyserna utgår från en beskrivning av skogsinnehavet, fördelat på olika behandlingsenheter. För dessa genererar vi prognoser i en beståndssimuleringsmodell. Kärnan i denna modell utgörs av de tillväxtmodeller som behövs för att kunna prognostisera skogens utveckling under olika behandlingar. Beroende på vilket problem vi analyserar kan vi även behöva utbytesberäkningsmodeller och modeller för att beräkna resursåtgång vid olika ingrepp, kolförrådet i marken eller tillgången på biomassa. Det är i allmänhet nödvändigt att man har någon automatiserad process med vars hjälp olika skötselprogram formuleras – även den tålmodige underskattar lätt det antal relevanta alternativ som kan komma ifråga. För att utesluta vissa alternativ, t ex endast sådana som bryter mot skogsvårdslagen eller sådana som vi vet att tillväxtmodellerna har svårt att ge en vettig prognos för, behöver en del skötselregler föras in. Relevanta data om varje prognos (baserad på ett skötselprogram), som alltså svarar mot en aktivitet i modellen, samlar vi upp i en databas av något slag. All data för till lösaren i det format den kräver, problemet löses och en rapport skapas.

Litteraturen

JOHNSON KN, Scheurman HL. 1977. Techniques for prescribing optimal timber harvest and investment under different objectives. Discussion and synthesis. For. Sci. 18. Forest Sci. No.

4.2 Problem med heltal

Om vi har ett problem där någon av, eller alla, beslutsvariablerna behöver anta heltalsvärden uppstår ett heltalsproblem. Dessa problem är besvärligare än vanliga linjärprogrammeringsproblem och saknar generella och tillförlitliga lösningsmetoder.

Ett problem är ett heltalsproblem (MIP) om minst en av de ingående variablerna är definierade som diskreta variabler. De kan t.ex. vara så att variablerna enbart kan anta heltaliga värden $x_j \in \{0,1,2,3, \dots\}$ eller vara binära $x_j \in \{0,1\}$. Om alla ingående funktioner är linjära är det ett linjärt heltalsproblem. Jämfört med vanliga linjärprogrammeringsproblem (LP) som går att lösa med effektiva algoritmer utan att det krävs allt för mycket datakapacitet (inom rimliga gränser vad gäller problemets komplexitet) (se kapitel x för detaljerad beskrivning av LP) ställer heltalsproblem helt andra krav på lösningsmetoder.

4.2.1 Klassiskt exempel Handelsresandeproblemet

Ett av de mest välkända heltalsproblemen är handelsresandeproblemet. Det är enkelt att beskriva men blir snabbt komplicerat att lösa. Problemet är som följer:

En handelsresande ska besöka ett visst antal städer. Vilken är den kortaste vägen där hen besöker alla städer exakt en gång och sedan kommer tillbaka hem igen?

Problemet kan formuleras som ett linjärt heltalsproblem:

$$\text{minimera } z = \sum_{i=0}^n \sum_{j \neq i, j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq 1 \quad i, j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$u_i \in Z \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=0, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{j=0, j \neq i}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1 \quad 1 \leq i \neq j \leq n \quad (6)$$

Där:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{om vägen från stad } i \text{ till stad } j \text{ ingår i turen,} \end{cases}$$

$i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$ (n är alltså antalet städer),

0, annars.

$u_i =$ En hjälpvariabel för $i = 1, \dots, n$ (som vi använder i modellen för att se till att det är en sammanhängande väg som väljs)

$c_{ij} =$ avståndet mellan stad i och stad j

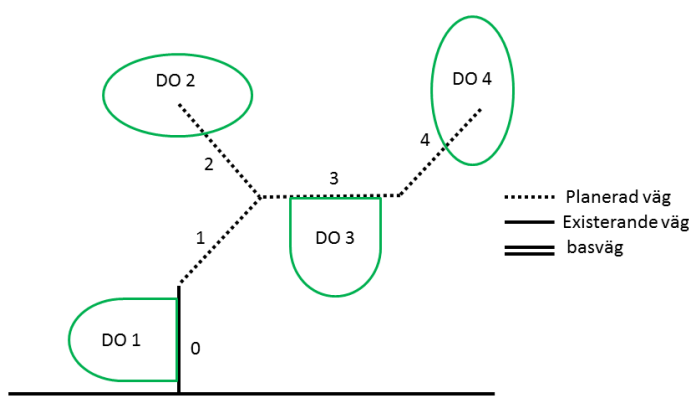
Målfunktionen (ekvation 1) uttrycker den totala sträckan som vi vill minimera. En väg får bara väljas en gång vilket regleras i ekvation 2. Ekvation 3 specificerar hjälpvariabeln. I ekvationerna 4 och 5 regleras att turen går till och från varje stad exakt en gång. Den sjätte ekvationen ser till att det bara är en sammanhängande tur som täcker in alla städer (och inte två eller fler turer som inte sitter ihop).

Anledningen till att detta problem ofta används som exempel beror framförallt på att många problemställningar kan formuleras som ett handelsresandeproblem vilket gör att det är en viktig typ av heltalsproblem. Men det finns också en pedagogisk aspekt då det är ett problem som är enkelt att beskriva, men svårt att lösa.

4.2.2 Exempel vägplanläggning

Ett exempel på ett heltalsproblem inom skoglig planering är när man ska planera vägnätets uppbyggnad och underhåll, vilket har ett avgörande inflytande på när och vart man ska avverka. För att undvika onödiga utgifter bör man hantera väg och avverkningsplanering tillsammans (för ytterligare exempel på heltalsproblem i skoglig planering se kap spatialitet). Genom att koncentrera aktiviteter under olika år, och på så sätt minska det totala vägbehovet under respektive år, kan underhållet minskas och nybyggnadsbehovet flyttas längre in i framtiden. Tidsaspekten är också viktig med hänsyn till kostnaden för det kapital som binds i vägnätet. Koncentration underlättar dessutom den efterföljande årsplanläggningen.

Om vi tar ett exempel där vi vill planera beslut om vägbyggnad och avverkning. Det vi vill ta reda på är under vilken delperiod olika vägavsnitt ska byggas och drivningsområden (det område varifrån virke transporteras till samma avsnitt på vidaretransportleden) drivas.



Figur x. Drivningsområden och vägavsnitt.

Modellen som vi använder för att beskriva problemet är en bland många tänkbara för att tackla samma problem. Det går naturligtvis att variera definitionerna av olika företeelser på många sätt. Det som är av mer generell natur är att problemet innehåller heltalsvillkor kopplade till vägutbyggnader. Ett vägavschnitt måste byggas ut i sin helhet eller inte alls. Men avverkningen på ett drivningsområde kan tänkas ske under flera perioder, och kan alltså beskrivas med en kontinuerlig variabel, vilket betyder att det blir ett blandat heltalsproblem.

Modellen maximerar det samlade nuvärdet av de aktiviteter som behandlas. Låt täckningsbidraget vid drivning av drivningsområde j under period t betecknas b_{tj} . Täckningsbidraget beräknas som vinstintäkter minus kostnader för avverkning och terrängtransport, summerat över de trakter som ingår i drivningsområdet, diskonterat till nutid. Den andel av drivningsområde j som drivits under period t betecknas med variabeln x_{tji} . Index i betecknar det vägavschnitt som drivningsområdet betjänas av och är en hjälpvariabel som har införts här endast för att lättare kunna beskriva modellen. Vägbyggnadskostnaden (diskonterad) för vägavschnitt i under period t betecknas med c_{ti} . Om avsnitt i byggs under period t antar variabel y_{tik} värdet 1, annars 0. Index k betecknar det vägavschnitt som avsnitt i ansluter till och som därför måste byggas innan eller samtidigt som avsnitt i byggs. Detta index har också enbart införts för att underlätta beskrivningen av modellen. Alla i dag existerande vägar har index 0. Av detta följer att variabel y_{100} alltid är 1 och koefficienten c_{10} är 0. Om vi har T delperioder, J drivningsområden och I vägavschnitt kan modellen beskrivas:

$$\max z = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{j=1}^J b_{tj} x_{tji} - \sum_{i=1}^I c_{ti} y_{tik} \right) \quad (1)$$

$$x_{tji} \leq \sum_{p=1}^t y_{pik} \quad \forall t, j \quad (2)$$

$$y_{tik} \leq \sum_{p=1}^t y_{pkk'} \quad \forall t, i \quad (3)$$

$$L_{tl} \leq \sum_j a_{tjl} x_{tji} \leq U_{tl} \quad \forall t, l \quad (4)$$

$$\sum_t x_{tji} = 1 \quad \forall j \quad (5)$$

$$y = 0, 1 \quad (6)$$

$$x \geq 0 \quad (7)$$

Det första bivillkoret (ekvation 2) ser till att innan ett drivningsområde kan avverkas måste det vägavsnitt som området utnyttjar vara byggd. Med den här formuleringen av villkoret kan vägen byggas samma period som drivning sker. Hade vi velat att vägen skulle vara färdigställd året innan måste vi istället för att summera över p från 1 till t , summera över p från 1 till $t-1$. Om vi bygger ett avsnitt i under period t måste naturligtvis de avsnitt som ligger mellan stamvägnätet och det aktuella avsnittet finnas. Detta styrs av ekvation 3, där k betecknar det vägavsnitt som väg k ansluter till.

Utöver vägproblematiken måste en rad andra problem beaktas vid bestämning av tidpunkt för drivning. Det kan vara krav som härrör ur den långsiktiga planeringen om en viss högsta totalvolym i avverkning, en viss gallringsandel etc. Industrins krav på virkesförsörjning måste också beaktas. Det finns också krav som har att göra med effektivt resursutnyttjande, t.ex. hur mycket volym som kan tas ut per arbetskraftsområde och period och andelen vinteravverkningar.

För att ta hänsyn till min och max krav vad gäller åtgång eller produktion av en resurs l under period t i drivningsområde j använder vi atjl. Den minsta respektive största mängd av denna resurs som accepteras under en viss period definierar vi som L_{tl} respektive U_{tl} och reglerar i ekvation 4. Ekvation 5 säkerställer att den totala andel av område j som drivs under alla perioder summerar till 1.

Slutligen måste vi definiera att y -variablerna bara antar värdena 1 eller 0 (ekvation 6) medan x -variablerna är kontinuerliga (ekvation 7).

4.2.3 Lösningar av heltalsproblem

Heltalsproblem är betydligt svårare att lösa än LP-problem. Detta trots att heltalsproblem har ett ändligt antal lösningar jämfört med LP-problem, där mängden tillåtna lösningar är oändligt. Det är alltså så att i teorin skulle man kunna beräkna målfunktionsvärdet på alla möjliga tillåtna lösningar till ett heltalsproblem och välja det bästa. Det alternativet blir dock snabbt orealistiskt. Svårigheten att lösa heltalsproblem beror av antalet heltalsvariabler och problemets struktur, men det finns inte något enkelt sätt att definiera vilka strukturer som gör ett heltalsproblem lätt eller svårlöst, utan där får man testa sig fram. Det finns av den anledningen heller ingen generell Lösningstrategi för alla heltalsproblem (jämfört med t.ex. simplexmetoden för LP-problem), istället har det utvecklats flera olika specifika Lösningstrategier anpassade efter olika typer av heltalsproblem.

Uppräkningsmetoder

Den enklaste varianten är att räkna upp alla möjliga lösningar, men som tidigare påpekats så blir detta snabbt orealistiskt. Det finns sätt att komma runt problemet genom att utesluta Lösningalternativ om man inser att de inte kan leda till en bättre

lösning med olika typer av tester. Denna teknik kallas implicit uppräknig. Den vanligaste klassen av lösningsmetoder som använder sig av implicit uppräknig är trädsökningsmetoder

Branch and bound

Branch and bound är en trädsökningsmetod som bygger på implicit uppräknig där ett beslutsträd genomsöks. Trädet utgår från det ursprungliga problemet där heltalsvillkoren är borttagna. Varje förgrening i trädet svarar mot restriktioner som lagts på någon heltalsvariabel, det är detta som kallas "bounds", och syftar till att lösningen ska tvingas bort från en icke heltalig lösning. Grenarna i trädet tar slut vid lösningar som är heltaliga med avseende på alla heltalsvariabler. Trädet blir snabbt mycket stort när antalet heltalsvariabler växer. Branch and bound bygger alltså på implicit uppräknig eftersom trädet genomsöks på ett sådant sätt att man slipper räkna sig igenom alla förgreningar.

För ett exempel på hur man kan lösa ett heltalsproblem med branch and bound går vi tillbaka till vårt exempel med vägplanläggningen, och antar att de vägar och drivningsområden som vi ser i figur x utgör hela vårt problem. Vi förutsätter att vi har två tidsperioder ($T=2$) och att vägbyggnadskostnader och avverkningsvolym kan hämtas från tabell x, och dessutom att täckningsbidragen vid drivning genomgående är 0, samt att minst 1800 m³ avverkas per period.

Tabell x. Vägbyggnadskostnader och avverkningsvolym.

Väg respektive områdesnummer	Vägbkostnad		Avverkningsvolym	
	Period 1	Period 2	Period 1	Period 2
1	100	90	1000	1000
2	140	126	1000	1000
3	100	90	800	800
4	20	18	1000	1000

Problemet kan då formuleras:

Max:

$$-100y_{110}-90y_{210}-140y_{121}-126y_{221}-100y_{131}-90y_{231}-20y_{143}-18y_{243}$$

Då:

$$\begin{aligned}x_{122} &\leq y_{121} \\x_{222} &\leq y_{121} + y_{221} \\x_{133} &\leq y_{131} \\x_{233} &\leq y_{131} + y_{231} \\x_{144} &\leq y_{143} \\x_{244} &\leq y_{143} + y_{243}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y_{121} &\leq y_{110} \\y_{221} &\leq y_{110} + y_{210} \\y_{131} &\leq y_{110} \\y_{231} &\leq y_{110} + y_{210} \\y_{143} &\leq y_{131} \\y_{243} &\leq y_{131} + y_{231}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1000x_{110} + 1000x_{122} + 800x_{133} + 1000x_{144} &\geq 1800 \\ 1000x_{210} + 1000x_{222} + 800x_{233} + 1000x_{244} &\geq 1800 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{110} + x_{210} &= 1 \\ x_{122} + x_{222} &= 1 \\ x_{133} + x_{233} &= 1 \\ x_{144} + x_{244} &= 1 \end{aligned}$$

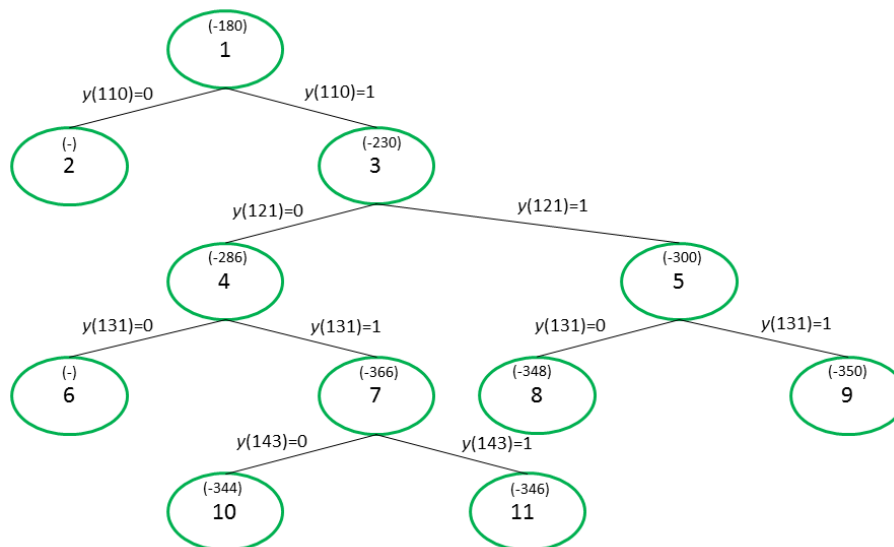
$$\begin{aligned} y &= 0,1 \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Vi börjar med att lösa problemet som ett vanligt LP-problem utan heltalsvillkor. Objektfunktionsvärdet blir då -180 (följ lösningar i de olika stegen i tabell x2). Lösningen är med avseende på det ursprungliga problemet inte tillåten då y-variablerna inte är heltaliga. Det kan vara naturligt att vi bygger upp vårt beslutsträd genom att undersöka vägarna från stamvägen och ut mot ytterförgreningarna. Vi skapar en första förgrening där den ena grenen svarar mot ett krav att vägvägsnitt 1 ska byggas i period 1 ($y_{110} = 1$) och den andra att det inte ska byggas då ($y_{110} = 0$) (se figur x2 för att följa gången i beslutsträdet). Vi lägger till respektive restriktion till det LP-problem vi löst i det första steget och löser dessa två LP-problem. Problemet med $y_{110} = 0$ ger inte upphov till någon tillåten lösning och därför kan vi då utesluta alla problem med denna heltalsvariabel satt till detta värde. Vi fortsätter genomsökningen från nod 3. Vi lägger "bounds" på den variabel som har att göra med utbyggnad av väg 2 under period 1 och kommer till nod 4 och 5. Ingen av dessa lösningar är heltaliga. Då problemet i nod 4 har det största objektfunktionsvärdet kan vi fortsätta sökningen därifrån. Kan vi hitta en heltalig lösning som utgår från nod 4 och som har ett högre objektfunktionsvärde än det i nod 5 behöver vi inte undersöka de lösningar som utgår från nod 5. Lösningarna som utgår från nod 5 kan nämligen aldrig få ett högre värde än det i nod 5 eftersom vi succesivt lägger på fler och fler "bounds" (och ett tillägg av restriktioner kan aldrig öka en lösnings värde). Vid nod 4 prövar vi med att bygga respektive inte bygga väg 3 och får nod 6 och 7. Då nu värdet i nod 5 är högre än i nod 7 fortsätter vi från nod 5. Vi undersöker även här att bygga respektive inte bygga väg 3 under period 1. Båda lösningarna, i nod 8 och 9, är lägre än i nod 7. Vi går tillbaka till nod 7 och lägger "bounds" på variabeln y_{143} då detta är den enda icke heltaliga y-variabeln i nod 7. Lösningen i nod 10 är heltalig för alla y-variabler och är därmed en tillåten lösning till det ursprungliga problemet. Dessutom är värdet högre än i någon annan nod. Vi kan därför konstatera att lösningen i nod 11 är den optimala lösningen till det ursprungliga problemet. Vi har alltså funnit en optimal lösning utan att vi behövt räkna igenom alla kombinationer av värden för heltalsvariablerna.

Tabell x2. Lösning med avseende på y-variabler.

nr	värde	y-variabler							
		110	210	121	221	131	231	143	243
1	-180	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0

2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-230	1	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
4	-286	1	0	0	1	0,5	0	0,5	0
5	-300	1	0	1	0	0,5	0	0,5	0
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-336	1	0	1	1	1	0	0,5	0
8	-348	1	0	0	0	0	1	0	1
9	-350	1	0	0	0	1	0	0,5	0
10	-344	1	0	1	1	1	0	0	1
11	-346	1	0	1	1	1	0	1	0



Figur x2: beslutsträd.

Branch and bound är inte alltid den effektivaste tekniken. Den har dock vissa pedagogiska fördelar och kan dessutom administreras självständigt i de fall man endast disponerar en vanlig LP-algoritm och har ett problem med begränsat antal heltalsvariabler.

Heuristiker

I många fall blir heltalsproblem orealistiska att lösa med klassisk optimering, då får man istället förlita sig på olika typer av heuristiska lösningsmetoder. I en heuristisk metod så börjar man oftast med en mer eller mindre godtycklig lösning på det uppställda planeringsproblemet. Därefter förändras denna lösning iterativt på ett eller annat sätt och de nya lösningarna utvärderas genom att värdet på målfunktionen beräknas. Så småningom avbryts sökprocessen och den bästa eller senast erhållna lösningen rapporteras. Sökprocessen brukar avslutas t ex när man inte hittar någon bättre lösning inom ett visst antal iterationer, när den senaste lösningen är tillräckligt bra, när någon intern parameter i metoden uppnåtts, när gränsen för den tillåtna CPU tiden har nåtts eller när alla möjliga lösningar har provats. För en utförligare beskrivning av heuristiska metoder se kapitel 4.4.

Litteraturen

Lundgren, J, M Rönnqvist, and P Värbrand. *Optimization*. Lund, Sweden: Studentlitteratur, 2010.

4.4 Heuristiska metoder

Vad gör man då när man inte kan lösa ett problem med en klassisk optimeringsmetod? När problemet är så komplext att det inte går att formulera en optimeringsmodell som går att lösa med t.ex. heltalsprogrammering baserat på "Branch and bound".

Under tidigt 1980-tal började klassiska optimeringsmetoder som t.ex. linjär programmering (LP) vinna terräng i skoglig planering (För en detaljerad beskrivning av LP se kap 4.1). En bidragande orsak till detta var att man fick tillgång till bättre och mer effektiva datorer. Men trots kraftfullare datorer så var man fortfarande begränsad när man skulle lösa planeringsproblem kopplade till rumslig hänsyn, t.ex. minimering av transportkostnader och kostnader i samband med byggnation av vägar. Komplexiteten i dessa problem gjorde att man därför började använda heuristiska metoder (HM) som ett alternativ till LP och andra exakta optimeringstekniker.

4.4.1 Vad är Heuristiska metoder?

Strikt definierat är en HM egentligen ingen optimeringsmetod, även om man ibland slarvigt benämner det så, utan kan mer liknas vid en strukturerad sökprocess eller en tumregel. Anledningen till att det inte kan definieras som en optimeringsmetod är att man med en HM inte kan garantera att man hittar den optimala lösningen på ett uppställt optimeringsproblem. Däremot så finns det i en heuristik någon form av metod inbyggt som gör att chanserna till att hitta en bra lösning förbättras.

Eftersom de flesta HM skiljer sig åt avsevärt är det svårt att ge en exakt klassificering av olika HM men centrala komponenter i de flesta heuristiska metoder är att man börjar med en mer eller mindre godtycklig lösning på det uppställda planeringsproblemet, se t ex kapitlet om heltalsproblem. Med lösning avses här att man har gett specifika värden på alla beslutsvariabler som ingår i problemet. Därefter förändras denna lösning iterativt på ett eller annat sätt och de nya lösningarna utvärderas genom att värdet på målfunktionen beräknas. Så småningom avbryts sökprocessen och den bästa eller senast erhållna lösningen rapporteras. Sökprocessen brukar avslutas t ex när man inte hittar någon bättre lösning inom ett visst antal iterationer, när den senaste lösningen är tillräckligt bra, när någon intern parameter i metoden uppnåts, när gränsen för den tillåtna CPU tiden har nåtts eller när alla möjliga lösningar har provats. Antalet möjliga lösningar är dock vanligtvis så stort att detta nästan aldrig uppnås.

Simulated Annealing

I dag finns det ett antal HM tillgängliga, t ex "Tabu Search" och "Genetiska Algoritmer". 1993 presenterades en av de enklaste och mest allmänna HM som också visade sig vara en av de mest effektiva: "Simulated Annealing" (SA). Den huvudsakliga idén i SA är att vissa försämringar i målfunktionsvärdet i utvärderingen av en ny lösning kan krävas för att förhindra optimeringssystemet från att fastna i ett lokalt optima. Förändringar som förbättrar målfunktionens värde accepteras alltid, medan förändringar som försämrar värdet på målfunktionen accepteras beroende på värdet på en acceptansfunktion. I början av lösningsprocessen leder acceptansfunktionen till att nästan alla lösningar accepteras men efter hand minskar sannolikheten att acceptera lösningar med sämre värde på målfunktionen och i slutändan accepteras inte sämre lösningar alls och processen avslutas. Beteendet på

acceptansfunktionen bestäms av värdet på en kontrollparameter som ofta benämns ”temperatur”.

4.4.2 Varför ska man använda Heuristiska metoder?

Orsaken till att man väljer en heuristik för att lösa ett skogligt planeringsproblem, d v s hitta den tillåtna kombination av skötselprogram som gör att målfunktionens värde maximeras (eller minimeras), kan vara flera. Det finns problem som inte går att formulera så att man kan lösa det med heltalsprogrammering och en branch and bound algorithm (se kapitlet om heltalsmetoder), då är en HM det enda möjliga alternativet för att hitta en lösning. En annan orsak kan vara att problemet är så stort att, även om det skulle vara teoretiskt möjligt att hitta den optimala lösningen genom t ex LP, så skulle det ta för lång tid. Då kan det i stället vara bättre att hitta en acceptabel lösning inom rimlig tid. Det finns dock nackdelar med heuristiker, förutom att man inte hittar den optimala lösningen. En stor nackdel är att hur bra metoden fungerar för ett specifikt problem beror på de parametervärden som behöver definieras för att hitta bra lösningar. Dessa parametervärden är svåra att veta utan ordentliga tester, men dessa tester kan många gånger inte genomföras i praktisk skoglig planering p g a brist på tid och erfarenhet. En annan nackdel som försvårar användningen av HM i praktiskt skogsbruk är avsaknaden av beslutsstödsystem baserade på HM. Många skogliga beslutsstödsystem som t ex Heureka är utformade för problem som kan lösas med en exakt lösningsmetod.

Självstudiefrågor.

4. Vad skiljer heuristiska metoder från traditionella optimeringsmetoder som t ex Linjär programmering?

Litteraturen

Reeves, C. 1993. Modern heuristic techniques for combinatorial problems. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA. ISBN:0-470-22079-1

5. PLANERINGSSYSTEM

Beslutsstödjande system är datorbaserade system som har ett antal komponenter för kommunikation mellan användaren och systemet, för att lagra kunskap och för lösa av användaren formulerade problem.

Heurekasystemet kallas ofta för ett analys- och planeringssystem men har även de komponenter som krävs för att benämnas som ett beslutsstödjande system. Heurekasystemet består av ett antal programvaror avsedda för olika användare och problemområden varav tre programvaror hanterar skogens dynamik (BeståndsVis, PlanVis och RegVis) samt en programvara för flermålsanalys (PlanEval).

5.1 Beslutsstödsystem – vad är det?

Skoglig planering hör till de mer krävande branscherna vad gäller planering. Det rör ett komplicerat ekosystem med stor areell utbredning som levererar olika typer av nyttor för många olika intressenter samtidigt som en åtgärd kan ha stora effekter på mycket lång sikt. Det är därför inte förvånande att mycket forskning och stora investeringar ägnats åt att utveckla och program för att analysera problem och ta fram planer. Ett sådant system är Heurekasystemet som utvecklats från början av 2000-talet (Wikström et al. 2011).

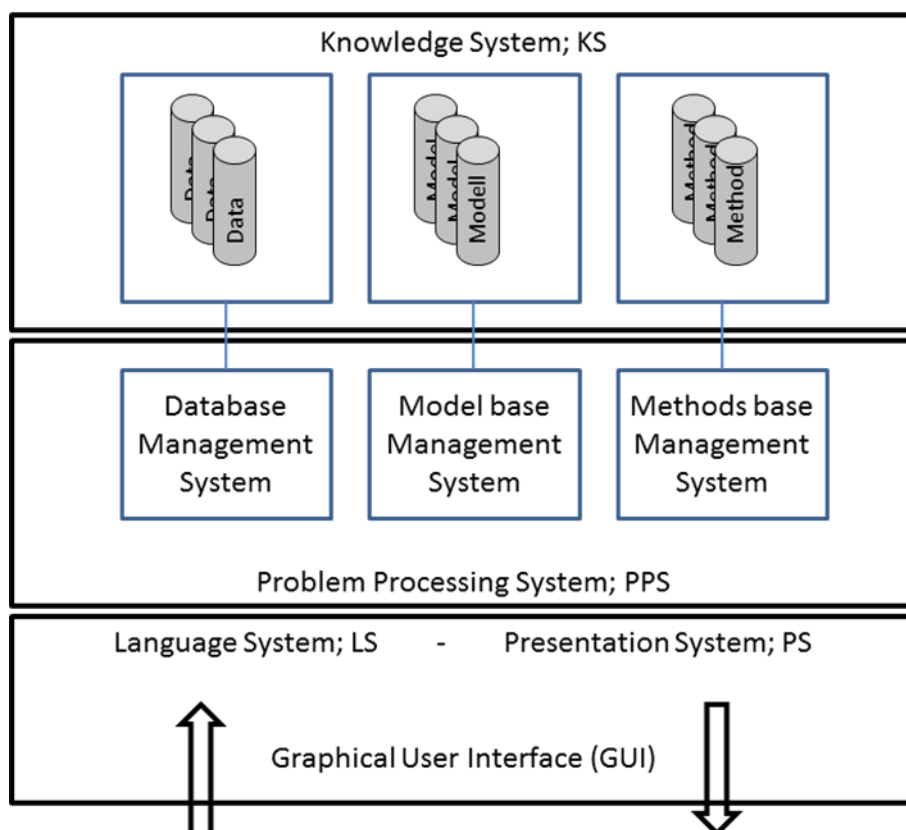
En teoretisk utgångspunkt för vad en planeringssituation kräver av ett datorbaserat beslutsstöd finns i litteraturen kring Decision Support Systems (DSS)⁵. DSS tillhör en av de mer oklara termerna inom planeringsområdet. Inte sällan används det om i stort sett all programvara (och ibland om annat också) som på något sätt kan stödja, eller t.o.m. ersätta, en beslutsfattare. Frestelsen att använda termen på det sättet är naturligtvis stor i beaktande av att termen är något av ett modeord. Samtidigt blir begreppet DSS i det närmast oanvändbart med en så vid betydelse. Försättningsvis kommer därför termen att användas i en trängre, och mer inomvetenskaplig, mening, nämligen en programvara som uppfyller vissa krav vad gäller struktur och användbarhet.

5.2 Ett modellbaserat DSS delar

Ett DSS ska göra det möjligt för en användare att komma åt data och modeller för analys av komplexa problem. Ett DSS har en viss struktur. I ett datavetenskapligt sammanhang definieras ett DSS ofta som ett modellbaserat mjukvarusystem som innehåller fyra komponenter: (i) ett system för att ge instruktioner till systemet (language system; LS), (ii) ett presentationssystem (presentation system; PS), (iii) ett kunskapssystem (knowledge system; KS) och (iv) ett system för att knyta ihop de

⁵ I fortsättningen kommer akronymen DSS att användas i stället för termen beslutsstödsystem, bl.a. beroende på att det är en så etablerad förkortning i internationell litteratur.

olika delarna och bearbeta problemet (problem processing system; PPS) (Holsapple 2008). Relationen mellan dem illustreras i Figur 1.



Figur 1. Schematiskt diagram av huvuddelarna i ett DSS (beslutstödssystem).

De tre första systemen är representativa system, där det ”kommunikativa” systemet (LS) består av alla meddelanden till DSS från användaren, presentationssystemet (PS) av alla meddelanden från DSS till användaren och kunskapssystemet (KS) av all kunskap som finns samlad i form av data eller modeller. Kunskap används här som en mycket generell term för att beskriva en representation av något som systemet kan utnyttja för att lösa den aktuella uppgiften. Den integrerande, eller aktiva funktionen i en DSS, utgörs av det problembearbetande systemet (PPS).

PPS uppgift är, enkelt uttryckt, att lösa det problem användaren specificerat. För att kunna göra det behöver PPS kunna stödja användaren: att föra in kunskap i systemet (t.ex. en ny modell, nya parametrar för att beskriva bestånden), att välja ut för problemet relevant kunskap (t.ex. välja geografiskt område och därmed associerade beståndsdata), att generera ny kunskap (t.ex. konsekvenserna av vissa krav och önskemål) och att redovisa resultatet (t.ex. via tabeller och kartor). Dessutom har PPS till uppgift att koordinera och kontrollera dessa de mer grundläggande kunskapshanterande funktionerna. Integrerat i ett PPS kan det ligga ett databashanteringssystem och ett modellbashanteringssystem.

Det finns olika typer av DSS. En taxonomi utgår från vad som dominerar i KS och kapaciteterna i PPS. Man kan här särskilja t.ex. textbaserade, databasorienterade, regelstyrda, spreadsheetbaserade, modellorienterade samt flermålsorienterade system. De två senare typerna är här av speciellt intresse. De problem som möter vid skoglig planering förutsätter ofta att data om skogstillståndet förs samman med komplicerade modeller för skogens utveckling och reaktion på olika åtgärder. Ett DSS som stöd för

skoglig planering får därmed ofta fokus på att kunna stödja analysen med hjälp av mer eller mindre sofistikerade simulerings- eller optimeringsmodeller. De flermålsorienterade systemen har som särdrag att de ger metodstöd för att hantera flermålsproblem med t.ex. outrankingmetoder, analytical hierarchy process (AHP) eller multiattribute utility teorier (Olson 2008). Med tanke på att skoglig planering regelmässigt handlar om att väga olika värden mot varandra har flermålssystem som bygger på modellorienterade DSS särskild relevans. Ett sådant skulle kunna utnyttja det modellorienterade systemets kapacitet att göra prognoser, konsekvensberäkna och optimera med flermålssystemets hantering av olika kriterier.

En annan dimension för att särskilja olika DSS är om det är en eller flera aktörer som är inblandade. Man talar i det senare fallet om multiparticipant DSS, MDSS. MDSS förefaller att ställa särskilda krav på PPS i det att behöver koordinera de inblandades aktiviteter samt kunna ta in kunskap från olika medverkande, integrera den i KS och föra ut relevanta delar av innehållet i KS till deltagarna (Holsapple 2008). Bland MDSS finner man även system som är utformade för förhandling och som syftar till konsensus mellan deltagarna. En variant av MDSS är group DSS, GDSS. Det avser system orienterade mot att göra det möjligt för ett team att arbeta tillsammans. Det handlar då inte om olika intressenter eller om en regelrätt förhandling; det är snarare en grupp medarbetare med en gemensam arbetsuppgift. (När det gäller terminologin så ser man både GDSS som en variant vid sidan av MDSS och sub-typ bland MDSS).

Den struktur som beskrivits för ett DSS har en viktig implikation: Ett DSS måste ha en domän⁶. Det innebär att DSS är ämnat för att ge stöd inom ett visst område, en viss domän. För att vi ska ha några modeller och metoder att tillgå samt kapacitet att hantera en viss typ av data måste området vi arbetar med vara avgränsat. Handlar det om långsiktig skoglig planering måste där finnas modeller för tillväxt m.m. och metoder för att analysera den typen av problem. Ett GIS finns där sannolikt för att kunna hantera kartmaterial. En domän behöver emellertid inte höra till ett visst ämnesområde. Domänen för ett DSS kan, som nämndes ovan, t.ex. avse flermålsproblem och ska ge beslutsfattaren hjälp oavsett vad problemet handlar om. Hur vid eller snäv en domän ska vara är knappast något som kan fastställas generellt utan har att göra med det sammanhang DSS ska fungera i. Ett DSS designat för t.ex. ett företag är rimligtvis snävare i sin domän än ett system som ska kunna fungera inom olika företag. Frågan om domänens omfång anknyter till en annan aspekt, nämligen systemets flexibilitet.

Att ett DSS knyts till en domän innebär givetvis att man i någon mening minskar systemets flexibilitet; det går inte att använda till vad som helst. Ett spreadsheet typ EXCEL är utomordentligt flexibelt, men knappast något DSS. Det går att bygga DSS på EXCEL och utnyttja den funktionalitet som EXCEL har, t.ex. PPS för att integrera olika datamodeller och metoder. EXCEL fungerar mer som en blankt blad som en användare måste fylla med sitt eget innehåll. Den andra extremen utgörs av system som är för bundna, dvs. de medger inte den flexibilitet som fordras för att stödja ett beslut; systemet är i stället skapat för att ge ett beslut. Typiska exempel kan man hämta från logistikbranschen där t.ex. bilarnas positioner är givna liksom kundernas leveransvolym och leveranstid och systemet levererar körorder till förarna.

⁶ Användningen av ordet domän här ska inte sammanblandas med domän-begreppet vid indelningen av olika typer av skog i Heureka PlanVis treatment programme generator.

Flygbolagens schemaläggningssystem är av samma karaktär. Vi talar här om beslutssystem. Ett DSS måste alltså ha en rimlig grad av flexibilitet för att vara effektivt i bemärkelsen att ge stöd för beslut. Den flexibiliteten hänger i sin tur samman med vilken typ av beslutssituation ett DSS bäst verkar i.

Uppenbarligen är problem som är väl kända vad gäller data, alternativ och vilka beslutskriterier som ska användas av sådan art att man inte behöver ett DSS utan man kan förlita sig på ett beslutssystem. Men var passar då ett DSS bäst in? Det kan dock vara skäl att titta på vad en besluts- eller planeringssituation innehåller för att se vilka konsekvenser det har för utformningen av ett DSS. Beslutssituationer kan struktureras på en mängd olika sätt. Några dimensioner som visat sig fruktbara för att karaktärisera den roll ett DSS kan spela härrör från Simon (1957), som skiljer på graden av struktur, och Simon (1960), med utgångspunkt från beslutsfattandets olika faser (se även kapitel 2 Grundläggande planeringsbegrepp).

Simon (1957) skiljer på hur väl strukturerat ett beslutsproblem är. Han grupperar situationerna i sådana som är ostrukturerade, semi-strukturerade och strukturerade. I de ostrukturerade fallen är själva problemet, dess underliggande orsaker och möjliga åtgärder, okända. Problemet är unikt och det primära är att försöka diagnostisera vad det hela handlar om och skapa en struktur. De strukturerade problemen är i många fall sådana som man haft tidigare, databehoven är kända och metoder för att lösa dem finns för handen. Mellan dessa finns de semi-strukturerade problemen vars karaktär till en del är kända men som ändå är unika till sin natur.

Simon (1960) utgår från de steg som ett rationellt beslutsfattande passerar. Enligt Simon är dessa (i) analys av själva problemsituationen och strukturering av den (intelligence), (ii) utveckling och design av olika möjliga lösningar (design) och (iii) värdering och val bland alternativen (choice). Teorin sammanfattas ofta med akronymen IDC. Dessa faser har olika tyngd i olika typer av problem. I ett välstrukturerat, operativt problem kan tyngdpunkten ligga på genereringen av alternativ, medan i ett ostrukturerat problem kan fokus ligga på problemstrukturering. Faserna är av generell karaktär, dvs. de är inte begränsade till någon speciell typ av beslutssituation. Det innebär att vid en viss fas, t.ex. designfasen, uppstår ett nytt beslutsproblem, nämligen hur designfasen skall utformas. Det beslutsproblemet kan struktureras på samma sätt, dvs. som ett IDC. Simon (1977) talar om ”wheels within wheels”, dvs. någon del av en IDC aktualiserar en ny IDC som i sin tur kan aktualisera ytterligare en IDC osv.

Gorry och Scott Morton (1989) utgår från Simons grader av strukturering och menar att ett DSS bäst fyller en funktion vid semi-strukturerade problem. Strukturerade problem har större nytta av transaktionshantering, management information systems (MIS) och strukturerade system för optimering, dvs. ett beslutssystem som utgår från en given problemdefinition, givna data, och givna metoder för att ta fram alternativ och selektera bland dem. Ett ostrukturerat problem fordrar å andra sidan metoder för problemstrukturering. Ett DSS passar den semi-strukturerade situationen genom den grad av flexibilitet systemet medger, samtidigt som vissa data och strukturella element kan förutses och inlemmas i systemets modell- eller databas. Gorry och Scott Morton (1989) ser dock inte några begränsningar för ett DSS vad gäller beslutsnivå i termer av strategisk, taktisk eller operativ planering.

Samtidigt menar Keen och Scott Morton (1978) att ett DSS är lämpligt såväl för semi-strukturerade som ostrukturerade problem. Beslut i en ostrukturerad problemsituation

kan underlättas av undersökningar av data och information, syntetisering av metoder, uppsamling och analys av brainstorming, hjälpa till att ge olika perspektiv på ett fenomen och i övrigt stimulera beslutsfattarens kreativitet. Detsamma gäller semi-strukturerade problem där dessutom förprogrammerade procedurer kan utnyttjas.

Gorry och Scott Morton (1989) menar också att det finns en naturlig koppling mellan ett DSS och beslutsfaser i termer av IDC. Ett DSS ger begränsat stöd för problemstrukturering i intelligence-fasen. Ett DSS har knappast den flexibiliteten som fordras för detta; här finns det bättre metoder såsom executive support systems and problem structuring methods. Däremot är ett DSS väl ägnat att ta fram alternativ och utvärdera deras konsekvenser som grund för beslut genom de data och de modeller som DSS innehåller.

Det förefaller som att ett DSS främst är ägnat att stödja beslutsfattande i faserna design och choice. Det verkar också som om DSS-konceptet har komparativa fördelar över andra koncept, t.ex. expertsystem⁷, när det gäller semi-strukturerade problem. Om problemet är av strategisk, taktisk eller operativ art verkar inte ha någon avgörande betydelse. Det är snarare de egenskaper vi knyter till olika typer av planeringsprocesser (se kapitel 3, Tillämpade planeringsområden). Ta till exempel ett problem som bara dyker upp och är *ad hoc* kanske inte kan betjänas av ett DSS om man inte har vare sig tid eller information för att skapa ett.

5.3 Vad kan ett skogligt DSS - problemdimensioner

För att kunna karaktärisera vad ett modellbaserat skogligt DSS har för kapacitet och vad det är klarat av för problem underlättar det om man har en terminologi för ett DSS egenskaper. Inom ramen för COST-projektet FORSYS utvecklades en beskrivning av olika dimensioner efter vilka ett planeringsproblem kan klassificeras (Borges et al. 2014, www.forestdss.org). Beskrivningen av dimensionerna utgör grunden för en lista med egenskaper (Tabell 5.1) som här används för att beskriva ett DSS.

Det finns naturligtvis ett otal sätt att karakterisera ett planeringsproblem. Dimensionerna bör vara dels allomfattande, dvs. omfatta alla skogliga DSS av intresse oavsett regional kontext eller kategori skogsägare/manager, dels begripliga, dvs. ganska lätta att identifiera utifrån termer som är väl etablerade i litteraturen för att beskriva planeringssituationer som ett DSS kan användas för. En konsekvens av principerna är att dimensionerna kan upplevas som abstrakta (t.ex. definieras de inte i termer av de arter de hanterar eller i form av syfte, t.ex. att analysera stormkänslighet, biodiversitet eller främja sociala värden). Ytterligare en motivation för denna abstraktionsgrad är också den potentiella flexibiliteten hos ett DSS.

⁷ Ur Expert system på Wikipedia: ” In artificial intelligence, an expert system is a computer system that emulates the decision-making ability of a human expert.[1] Expert systems are designed to solve complex problems by reasoning about knowledge, represented mainly as if–then rules rather than through conventional procedural code.” https://en.wikipedia.org/wiki/Expert_system [2016-12-14]

Tabell 1. Definition av dimensioner för beskrivning av ett DSS

Temporal skala

- **Långsiktig (strategisk) planering.** Planeringshorisonten sträcker sig över mer än 10 år.
- **Medelsiktig (taktisk) planering.** Planeringshorisonten sträcker sig mellan 2 och 10 år.
- **Kortsiktig (operativ) planering.** Planeringshorisonten omfattar normalt mindre än 1 år, ofta uppdelad på månader eller kortare perioder.

Spatialt samband

- **Spatial med grannskapsrelationer.** Det finns ett samband mellan beslut som fattas för bestånd med utgångspunkt från beståndens relativa lokalisering. Ett beslut för ett bestånd kan antingen (i) begränsa beslut för ett annat bestånd eller (ii) påverka resultatet av beslut för ett annat bestånd beroende på lokalisering.
- **Spatial utan grannskapsrelationer.** Platsen är av betydelse, men det finns ingen koppling till andra bestånd på det sätt som det gör när det finns en grannskapsrelation.
- **Icke spatial.** Beståndens spatiala placering har ingen inverkan på formuleringen av problemet.

Spatial skala

- **Beståndsnivå.** Fokus på ett bestånd.
- **Fastighetsnivå.** Fokus på innehav med flera bestånd som förvaltas för ett gemensamt syfte.
- **Regional/national nivå.** Fokus på ett en region med flera innehav som vart och ett sköts från sina egna utgångspunkter.

Beslutsfattare

- **En beslutsfattare.** En ensam beslutsfattare förutsätts vara den enda som är inblandad i besluten.
- **Flera involverad.** Det kan vara en eller flera beslutsfattare som har den formella makten att fatta beslut men andra parter (intressenter) kan vara involverade utan att ha formell beslutsmyndighet.

Måldimension

- **Ett mål.** DSS presenterar och styrs av endast ett mål.
- **Flera mål.** DSS kan presentera och styras av flera mål.

Risk och osäkerhet

- **Kan inte hantera risk och osäkerhet.**
 - **Kan hantera risk och osäkerhet.**
-

Temporal skala: Uppdelningen av planeringsprocessen i en hierarki bestående av vad som ofta kallas strategisk, taktisk och operativ planeringsnivåer är väl etablerat i skoglig planering. Emellertid kan i synnerhet termen "strategisk" ha andra betydelser än de som är avses här. Därför används de mer neutrala tidsbegreppen lång, medellång och kort. Användningen av tidsskalor, snarare än strategisk, taktisk och operativ skulle även kunna underlätta klassificering för mindre privata skogsägare eftersom begreppen strategisk - taktisk – operativ utvecklats för större organisationer. En beskrivning av planering enligt tripletten strategisk - taktisk – operativ hittar man i t.ex. Gunn (2007), Church (2007) respektive Epstein et al. (2007).

Spatialt samband: Spatiala (eller rumsliga) aspekter förekommer ofta i skoglig planering. Spatiala fenomen kan karaktäriseras på olika sätt när det gäller fördelningen av de berörda element, deras form, anslutning till varandra och deras formella geometri (t ex linje eller polygon). Klassificeringen här bygger på att ha så få kategorier som möjligt (tre). Ett indikerar att det spatiala inte är relevant. Ett typiskt problem av denna typ är bestämning av den långsiktiga avverkningsnivån baserat på strata, dvs. en beskrivning av skogen med ett begränsat antal enheter som var och en representerar flera bestånd med liknande egenskaper. I det fallet har man ingen uppfattning om var i landskapet en viss åtgärd blir utförd. Ett annat är beräkningen av nuvärdet av skogsbruket; det finns i allmänhet ingen anledning att hålla reda på var nuvärdet genereras. De andra två kategorierna indikerar spatial betydelse: en som indikerar att ett bestånd på något sätt berörs av åtgärder i ett annat bestånd, och den andra anger att inget sådant samband finns. Det senare innebär att när man överväger åtgärder på ett givet bestånd påverkas det inte av vad som görs i andra bestånd beroende på deras lokalisering samtidigt som de regler som reglerar dess skötsel beror på dess spatiala placering. Exempel på den förra typen av problem gäller till exempel stormproblem, där åtgärder i ett bestånd påverkar risken för stormskador i grannbestånden (Meilby et al. 2001, Forsell et al. 2011). Ett exempel på den senare typen av problem är när bestånd zonerar. Begränsningar sätts för skötseln av bestånden inom respektive zon men där åtgärder i ett bestånd inte påverkar förhållandena hos andra bestånd (Nalli et al. 1996, Nordstrom et al. 2011). (Jämför endogena och exogena ansatser enligt kapitel 3 i kompendiet.)

Spatial skala: Många skogliga DSS är inriktade på att stödja skogsägare att sköta sin fastighet. För vissa skogsägare är innehavet så litet att ägaren bedömer lämpligheten av åtgärder på en bestånd-för-bestånd basis. Det gör DSS för enskilda bestånd till en viktig kategori. Den regionala/nationella nivån behöver inte skilja sig åt från fastighetsnivån i rent tekniskt hänseende; den enda skillnaden kan vara att regionen är större än fastigheten. Syftet med den regionala/nationella skalan är närmast att täcka problem och system som hänför sig till området för skogspolitik. Av den anledningen är ett DSS för denna skala utrustad med verktyg för konsekvensanalyser av t.ex. olika regelsystem, utvecklingen av ekosystemtjänster i ett samhällsligt perspektiv och utrymmet för ökade virkesuttag nationellt.

Beslutsfattare: Skoglig planering kan involvera ett stort antal deltagare, men nivån på deras deltagande kan variera kraftigt (jämför avsnitt 3.6 om deltagande planering). Det denna dimension berör är huruvida ett DSS har kapacitet eller är avsett för att hantera flera deltagare. Gränsdragningen mellan ett system som är för en beslutsfattare respektive ett som klarar flera beslutsfattare kan hänföras till var på deltagandestegen man lägger gränsen. Det finns inte någon entydig definition på när

det är ett problem för en beslutsfattare och när det blir ett problem för flera. Är det t.ex. tillräckligt att skaffa information från intressenter eller kräver denna dimension en grupp ämnad för gemensamt beslutsfattande? En variant av DSS som helt entydigt kan hänföras till system för flera beslutsfattare är de som är konstruerade som GDSS, dvs. group DSS.

Måldimension: Det vanligaste målet som nämns i skogsekonomisk litteratur är maximering av nuvärdet. För vissa ägare kan det också utgöra det väsentliga målet. För många skogsinnehav gäller att olika typer av värden måste balanseras. Det avgörande för denna klassificering är om DSS är kapabelt att beräkna och hantera mer än ett mål (kriterium eller attribut). Det viktigaste kravet torde vara att kunna uttrycka olika storheter, t.ex. olika ekosystemtjänster. Den andra egenskapen som härrör till denna dimension är om DSS är utrustad med någon metodik som underlättar analysen av flera mål. Det är emellertid inte självklart att ett krav på en formell flermålsmetodik fordras för att säga att det är ett flermåls-DSS då t.ex. en målfunktion kan formuleras som innehåller flera mål (eller man kan sätta restriktioner för olika önskade utfall) utan att det finns en metodik för att skapa den. (Jämför avsnitt 4.5 om flermålsmetodik i kompendiet.)

Risk och osäkerhet: I realiteten är inga problem inom skogsbruket helt fria från osäkerhet. Det borde ju innebära att alla DSS också har kapacitet att analysera sådana egenskaper hos planeringsproblemen. Man kan emellertid konstatera att det är mycket få skogliga planeringssystem som har metodik som är inriktad på sådana analyser. Det närmaste man kommer, med några få undantag, är möjlighet att göra känslighetsanalyser. (Se för övrigt Pasalodos-Tato et al. (2013) för en översikt av riskproblematik och skogliga DSS.)

5.4 Något om skogliga DSS och deras historia

Flera recensioner av skogliga DSS har gjorts under 2000-talet. Till exempel presenterades sju DSS in *Computers and Electronics in Agriculture* (1(49), 2005) och fyra har granskats av Reynolds och Schmoldt (2006). En mer omfattande analys av skogliga DSS tillhandahålls av Johnson och Gordon (2007), som karaktäriserar 32 system efter ett antal beslutsfaktorer (indikatorer för biologisk, skogsstörningar, skogsvård etc.) och omfattar 15 fördjupade studier av framgångar och misslyckanden av DSS-applikationer. Johnson och Gordon (2007) citerar också studier med skogliga DSS kring National Forest Plans (Schuster et al. 1993), förvaltning av ekosystem (Mowrer 1997, Rauscher 1999), biologisk mångfald på regional nivå (Johnson och Lachman 2001). Reynolds et al. (2008) går igenom 10 system. Den i särklass största beskrivningen av skogliga DSS hittar man i länderrapporten från EU-projektet FORSYS där system från 25 länder finns redovisade (Borges et al. 2014).

Flera allmänna slutsatser kan dras från litteraturen kring skogliga DSS' utveckling och användning. För det första, de kommer sannolikt att bli allt viktigare eftersom de kan tillhandahålla skraddarsydd lösningar till specifika problem; schablonmässig skogsvård är inte säkert den bästa eftersom det minskar mångfalden och har svårt att anpassa sig för att möta förändrade. Förvaltning av skog för många tjänster inte bara kräver sofistikerade system för storskaliga analyser utan även funktioner för iterativ kommunikation on-demand och ad hoc-analyser tillsammans med intressenter. För det andra, sociala aspekter ökar i betydelse (Edwards et al. 2012, Nordström et al. 2013). Det kommer att uppmuntra tillämpningen av MCDA, beslutsfattande i grupp,

delaktighet och fler internetbaserade applikationer (Reynolds och Schmoldt 2006). För det tredje, det kan förväntas att det kommer att öka behovet av sofistikerade DSS i stånd att uppfylla kraven för en systematisk och transparent analys i samband med öknings i både social komplexitet (antalet intressenter, mer konfliktfyllda relationer) och informations komplexitet (i vilken grad tillgängliga data och relationer måste struktureras och organiseras) (Johnson and Gordon 2007). För det fjärde, som ett svar på dessa behov kan man se en trend att mer omfattande, generella system tränger undan mer specialiserade system, något som kunde ses redan i början på 2000-talet (Rauscher et al. 2005, Reynolds et 2008). För det femte, som en följd av den ökade omfattningen kan det kan vara lämpligt att de fungerar som värd för modulära program som kan köras antingen separat eller interaktivt, snarare än som en enda integrerad applikation (Reynolds och Schmoldt 2006). Denna utvecklingslinje påpekar på betydelsen av modell- och algoritmbibliotek samt möjligheten att kunna överföra metadata. För det sjätte, trots den ökande komplexiteten i systemen måste de anpassas till de behov och kompetenser olika målgrupper besitter. De måste vara transparenta för att undvika den "svarta lådan"-syndromet (Johnson and Gordon 2007, Reynolds et al. 2008). Därför kan adaptiva designcykler vara värdefulla, där systemen används, utvärderas och justeras i successiva iterationer (Rauscher et al. 2005).

5.5 Heureka systemet

Som nämns i avsnittet Hållbart skogsbruk (kapitel 1.2) så har metoder och planeringsansatser för att nå en uthållig avverkningsnivå en månghundraårig historia. Som inom så många andra områden medförde datortekniken ett språng i utveckling under andra hälften av 1900-talet. I Sverige utvecklades ett antal datoriserade system, bland de mer kända är Hugin och Indelningspaketet. Hugin användes för regionala och nationella analyser – eller avverkningsberäkningar som de kallades – baserat på data från Riksskogstaxeringen. Indelningspaketet var avsett för storskogsbrukets långsiktiga planering och var unikt på flera sätt, bland annat genom ett genomtänkt flöde av data från en stickprovsvis inventering, beräkning av skogstillståndet i utgångsläget, prognoser och till sist optimering för att hitta bra lösningar. Båda systemen var utvecklade vid SLU och båda var i huvudsak avsedda för att hantera virkesproduktion.

Förutsättningar och möjligheter för skogliga beslutsstödjande system kom att förändras kring millennieskiftet. Det rörde bland annat förändrade målsättningar för skogsbruket, ökad kunskap inom en rad områden som skogsproduktion och ekologi samt generellt bättre möjligheter för att bygga datoriserade system. För att möta dessa behov utvecklades vid SLU i samarbete med Skogforsk Heureka systemet (www.slu.se/heureka, Wikström et al. 2011) som är ett analys- och planeringssystem utvecklat för ett flermålsinriktat skogsbruk. Den första versionen av programvarorna släpptes 2009. Därefter förvaltas och vidareutvecklas systemet vid SLU av Skogliga hållbarhetsanalyser (SHA, www.slu.se/sha). Systemet består av ett antal programvaror för olika problemområden och användare. Det har i dagsläget en bred användning inom forskning, undervisning och i det praktiska skogsbruket.

Systemet är flexibelt vad gäller indata. Data från skogsbruksplaner, Riksskogstaxeringen, större inventeringar inom storskogsbruket (så kallade företagstaxeringar) och från olika specialinventeringar kan användas som underlag för analys och planering. Systemet använder såväl simulerande ansatser (svara på frågor på typen "what if?") och optimerande metoder (svarar på frågor av typen "how to"?).

Systemet har tre programvaror som alla tre hanterar skogens långsiktiga utveckling. De tre har en gemensam kärna av modeller som beskriver bland annat träd och bestånds tillväxt och mortalitet.

- BeståndsVis för analys av bestånds utveckling och skötsel genom interaktiv simulering.
- PlanVis för landskaps- eller företagsvis analys och planering. Innehåller en optimerande funktion.
- RegVis för landskaps-, fastighetsvis eller regional analys. Baseras på en simulerande ansats som styrs genom ett regelverk för skogliga åtgärder.

I BeståndsVis stegar användaren fram skogens utveckling i femårssteg och bestämmer om och vilka åtgärder som ska göra i varje period (det är även möjligt att backa). Skogens utveckling och resultat av åtgärder – som avverkade volymer, kostnader och intäkter – visas i tabeller och diagram. Beståndet i fråga visualiseras även i två- och tredimensionella bilder, i första fallet som en karta med varje träds placering, i det andra fallet som en datorritad bild över beståndet. Liksom de andra programvarorna är BeståndsVis flexibel vad gäller indata. I BeståndsVis är det även möjligt att interaktivt mata en beståndsdata, såväl i form av beståndsmedeltal som trädlistor (trädslag och diameter) för träd på provtytor eller totalklavade bestånd.

PlanVis hanterar varje bestånd inom ett specifikt område, som t.ex. ett landskap eller en fastighet. Bestånden kan indelas i kategorier, eller domäner som de kallas i programmet, baserat på de uppgifter som finns om beståndet. Ett typiskt fall är att placera bestånden i olika domäner efter beståndens målklasser PG, PF, NO och NS. Det finns tre skogsbrukssätt; trakthyggesbruk, hyggesfritt skogsbruk och fri utveckling. För varje domän anger användare skogsbrukssätt och ramarna för skogens brukande, som t.ex. huruvida gödsling är en potentiell åtgärd eller inte. Utifrån de ramar användare angett skapar PlanVis en mängd potentiella handlingsalternativ för varje bestånd. Ett undantag är om fri utveckling har angetts för ett bestånd eller en domän, i de fallen genereras bara ett alternativ med just fri utveckling för bestånden i fråga. Antalet gallringar, tidpunkter för gallringar m.m. varierar mellan de olika potentiella handlingsalternativ som genereras. Därefter används systemets inbyggda optimeringsrutin för att välja det bästa alternativet för varje bestånd. Detta görs utifrån den målformulering och de eventuella restriktioner som specificeras av användaren. En traditionell målformulering är att maximera nuvärdet av skogsbruket givet restriktioner för miljö- och naturvård. För stora skogsinnehav där jämnhet av intäkter och virkesflöden är önskvärda är en typisk restriktion även att intäkterna eller volymen avverkat virke inte får variera för mycket mellan perioder.

PlanVis har använts i en rad vetenskapliga studier och används av alla de stora skogsbolagen för deras långsiktiga planering. Med PlanVis kan långt mer avancerade skogsbruksplaner framställas jämfört med den traditionella skogsbruksplanen. Planeringshorisonten kan göras betydligt längre än 10 år, som är horisonten i den traditionella skogsbruksplanen, ekonomin är helt integrerad och andra målsättningar än enbart virkesproduktion kan hanteras. PlanVis har även en modul för taktisk planering. Jämfört med andra delar av systemet så är den modul än så länge tämligen enkel.

I RegVis stegas utveckling av alla bestånd (eller provytor om det t.ex. rör sig om data från Riksskogstaxeringen) fem i år i taget. I varje period utförs åtgärder, som gallring, föryngringsavverkning och skogsvård enligt ett regelverk. Regelverket styr avverkning och skogsvård i olika typer av skog, t.ex. utifrån olika bonitets- och trädslagklasser. Den sammanlagda nivån av föryngringsavverkningar styrs via den totala tillväxten inom analysområdet och syftar till att nå en hållbar och jämn avverkningsnivå över tiden. Men det finns även möjlighet att ”hårdstyra” avverkningsnivån genom att ange specifika avverkningsvolymer i varje period.

Heurekasystemet har även en programvara för flermålsanalyser, PlanEval, där avvägningar på ett strukturerat sätt kan göras för olika målsättningar, som målsättningar för virkesproduktion, naturvård och rekreation. Programvaran finns också i en web-version, PlanEvalWeb, men vilken en mängd intressenter på distans kan göra avvägningar mellan olika målsättningar. Olika alternativa planer framtagna med PlanVis kan därefter rangordnas utifrån hur beslutsfattares eller en intressenters avvägningar.

Resultaten från Heureka analyser presenteras i tabeller, diagram och kartor. I det senare fallet presenteras skogens framtida tillstånd som temakartor över t.ex. ålder, trädslagsammansättning och bestockning (m^3/ha). Man kan även enkelt se var olika åtgärder kommer att göras i varje period genom t.ex. temakartor över gallringar och föryngringsavverkningar.

Målsättningen med Heureka har från begynnelsen varit att systemet ska hantera ett mångbruksinriktat skogsbruk. Idag hanteras virke- och biobränsleproduktion, habitat för arter, skogens lämplighet för rekreation och kolinlagring. Utveckling av den levande biomassan - inklusive mängden kol - i träden beräknas, såväl över som under mark. Även mängden kol i själva marken hanteras, dels tillförs genom förnandedfall, dels avgång till atmosfären genom nedbrytning. Därmed kan Heureka användas för analys av hur mycket kol som lagras in i skogen. Även mängden skogsbränsle i form av GROT eller stubbar som tillvaratas beräknas och de uppgifterna kan – utanför Heureka – användas för att analysera substitution av fossila bränslen. Fördelning från avverkningar på skogsbränsle, massaved och timmer beräknas och de uppgifterna kan – även i det här fallet utanför Heureka – användas för livscykelanalyser för produkter och substitution av energikrävande material, som aluminium och betong.

Heureka anger ett rekreationsindex för varje bestånd, dvs. hur väl ett bestånd lämpar sig för rekreation. Indexet baseras på preferensstudier där personer utifrån foton på olika beståndstyper har fått uttala sig om hur bra de verkar vara för rekreation. Inte så förvånande föredras äldre, glesa bestånd, ”pelarsalar”, medan unga, stamrika bestånd rankas lågt.

I PlanVis ingår en habitatmodell där skogens lämplighet som habitat för ett antal arter utvärderas. Modellen baseras på egenskaper för bestånden, som ålder och trädslag, men har för vissa arter även en rumslig komponent. Utöver beståndsegenskaperna i sig får ett bestånd inte vara för litet eller för isolerat (inga andra lämpliga bestånd finns i närheten) för att beståndet ifråga ska utgöra ett lämpligt habitat.

Instuderingsfrågor

1. Genom Länstrafikens reserobot (<https://www.tabussen.nu/lanstrafiken/planera-resa/>) kan man söka avgångstider m.m. för bussresor. Kan reserobotten betecknas som ett DSS?
2. Var på skalan strukturerade till ostrukturerade problem sägs det att DSS kommer till bäst användning?
3. I avsnittet beskrivs hur man kan klassificera olika DSS enligt vissa egenskaper eller ”dimensioner”. Vilka är de dimensionerna?
4. Risk och osäkerhet är något som i hög grad rör skogsbruket. Är det vanligt att skogliga DSS kan hantera risk och osäkerhet?
5. Heureka systemet har flera programvaror som hanterar skogens dynamik. Men finns det i systemet någon programvara i systemet som specifikt hanterar flermålsanalys?

Referenser

- Anthony, R. 1965. Planning and Control Systems: A Framework for Analysis. Boston: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Belton, V. and Stewart, T. 2002. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.
- Borges, J. G., Nordstrom, E. M., Garcia-Gonzalo, J., Hujala, T., & Trasobares, A. 2014. *Computer-based tools for supporting forest management. The experience and the expertise world-wide*. Dept. of Forest Resource Management, Swedish Univ. of Agricultural Sciences.
- Church, R. L. (2007). Tactical-level forest management models. In A. Weintraub, C. Romero, T. Bjørndal, & R. Epstein (Eds.) *Handbook of operations research in natural resources*. New York: Springer.
- Edwards, D. M., Jay, M., Jensen, F. S., Lucas, B., Marzano, M., Montagné, C., ... & Weiss, G. 2012. Public preferences across Europe for different forest stand types as sites for recreation. *Ecology and Society*, 17(1), 27.
- Epstein, R., Karlsson, J., Rönnqvist, M., & Weintraub, A. (2007). Harvest operational models in forestry. In A. Weintraub, C. Romero, T. Bjørndal, & R. Epstein (Eds.) *Handbook of operations research in natural resources*. New York: Springer.
- Gorry G.A. and Scott Morton, M.S. 1989. A framework for management information systems. *Sloan Management Review* spring 1989.
- Gunn, E. A. (2007). Models for strategic forest management. In A. Weintraub, C. Romero, T. Bjørndal, & R. Epstein (Eds.) *Handbook of operations research in natural resources* (pp. 317–341). New York: Springer.
- Heureka 2016. Heureka. <http://www.slu.se/heureka> [2016-12-14]
- Holsapple, C.W. 2008. Chapter 9: DSS Architecture and Types. In: Burstein, F. and Holsapple, C.W. (editors.) 2008. *Handbook on decision support systems 1. Basic themes*. Springer. Berlin. IAP2 2003. *Public Participation Spectrum*. International Association of Public Participation. <http://www.iap2.org/associations/4748/files/spectrum.pdf>
- Johnson, P., & Lachman, B. E. (2001). Rapid scan of decision support system tools for land-use related decision making. Arlington, VA: NatureServe.

- Johnson, K. N., S. Gordon (2007). *Conserving creatures of the forest: A guide to decision making and decision models for forest biodiversity*. Corvallis, OR, Oregon State University, College of Forestry.
- Keen, P.G.W. and Scott Morton, M.S. 1978. *Decision Support Systems: An Organizational Perspective*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Mowrer, H.T. 1997. *Decision support systems for ecosystem management: an evaluation of existing systems*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO.
- Nalli, A., T. Nuutinen, et al. (1996). Site-specific constraints in integrated forest planning. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11(1): 85-96.
- Nordström, E-M. and Ångman, E. 2010. *Skogskonflikter i Sverige – en undersökande studie*. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU Umeå. (Under tryckning)
- Nordstrom, E. M., L. O. Eriksson, et al. (2011). Multiple Criteria Decision Analysis with Consideration to Place-specific Values in Participatory Forest Planning. *Silva Fennica* 45(2): 253-265.
- Nordström, E. M., Holmström, H., & Öhman, K. 2013. Evaluating continuous cover forestry based on the forest owner's objectives by combining scenario analysis and multiple criteria decision analysis. *Silva Fenn*, 47(4).
- Olson, D.L. 2008. Chapter 15: Multi-Criteria Decision Support. *In: Burstein, F. and Holsapple, C.W. (editors.) 2008. Handbook on decision support systems 1. Basic themes*. Springer. Berlin.
- Pasalodos-Tato, M., Mäkinen, A., Garcia-Gonzalo, J., Borges, J. G., Lämås, T., & Eriksson, L. O. 2013. Review. Assessing uncertainty and risk in forest planning and decision support systems: review of classical methods and introduction of new approaches. *Forest Systems*, 22(2), 282-303.
- Rauscher, H.M. 1999. Ecosystem management decision support for federal forests in the United States: a review. *Forest Ecology and Management* 114:173-197.
- Rauscher, H. M., K. Reynolds, et al. (2005). Decision-support systems for forest management. *Computers and Electronics in Agriculture* 49(1): 1-5.
- Reynolds, K. and D. Schmoldt (2006). *Computer-aided decision making. Computer Applications in Sustainable Forest Management*. Dordrecht, Springer. 11: 143-169.
- Reynolds, K. M., M. Twery, et al. (2008). *Decision Support Systems in Forest Management*. *In: F. Burstein and C. W. Holsapple (eds) Handbook on decision support systems 2*. Berlin, Springer.
- Simon, H.A. 1957. *Administrative behavior : a study of decision-making processes in administrative organization*. New York: Macmillan.
- Simon, H.A. 1960. *The New Science of Management Decision*, Harper Brothers, New York.
- Simon, H.A. 1977. *The new science of management decision*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall. (Rev. ed.)
- Whittington, R. 2002. Vad är strategi - och spelar den någon roll? (What is strategy - and does it matter?). *Liber ekonomi*. Malmö.
- Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C., Klintebäck, F. 2011. The Heureka forestry decision support system: An overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences* 3(2): 87-94.